



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 NORTE DO CEARÁ

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

VOLUME I

TEXTO TÉCNICO

2009

PROSPECTORS AEROLEVANTAMENTOS E SISTEMAS LTDA



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Edílson Lobão
Ministro de Estado

Márcio Pereira Zimmermann
Secretário Executivo

Cláudio Scliar
Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

Agamenon Sérgio Lucas Dantas
Diretor-Presidente

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

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

José Ribeiro Mendes
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial – DHT

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

Reinaldo Santana Correa de Brito
Departamento de Recursos Minerais – DEREM

Maria Laura Vereza de Azevedo
Divisão de Geofísica – DIGEOF

Superintendências Regionais

Manfredo Ximenes Ponte
Superintendente de Belém

Marcelo de Araújo Vieira
Superintendente de Belo Horizonte

Maria Abadia Camargo
Superintendente de Goiânia

Marco Antonio de Oliveira
Superintendente Interino de Manaus

José Alcides Fonseca Ferreira
Superintendente de Porto Alegre

José Wilson de C. Temoteo
Superintendente de Recife

Ivanaldo Vieira Gomes da Costa
Superintendente de Salvador

José Carlos Garcia Ferreira
Superintendente de São Paulo

APRESENTAÇÃO

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

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 o de levantamentos geofísicos.

De acordo com o Programa de Atividades Técnicas 2006 (PAT 2006), a CPRM, em 17 de Julho de 2008, celebrou com a Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda o contrato no 032/PR/08 para executar os serviços de aquisição e processamento de dados aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos do Projeto Aerogeofísico Norte do Ceará, o qual localiza-se na porção norte do Estado do Ceará na região nordeste do Brasil.

Para a etapa de aquisição de dados foram utilizadas duas aeronaves Piper Navajo PA31-350, prefixo PR-PRS e PR-PEC, de propriedade da Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda, e uma aeronave Piper Navajo PA31-310, prefixo PT-DYK, de propriedade da Microsurvey Aerogeofísica e Consultoria Científica Ltda, as quais realizaram o projeto no período de 18/10/2008 a 08/07/2009 totalizando 111.080,00 km de perfis.

Como base de operações para a etapa de aquisição de dados foram utilizadas as cidades de Fortaleza e Sobral, ambas no estado do Ceará. Foram usados magnetômetros de bombeamento ótico de vapor de cézio da Geometrics, modelo G822A, e gamaespectrômetro da RADIATION SOLUTIONS, modelo RS-500, de 1024 canais espectrais, sistema de navegação GPS com receptores de 12 canais da marca AG-NAV, modelo Gold/Guia (PR-PRS), Loaner (PT-DYK) e Gold (PR-PEC).

Para o recobrimento do projeto foram utilizadas cerca de 654,56 horas de voo, que resultaram no levantamento efetivo de 111.080,00 km de perfis aprovados pela fiscalização da CPRM em uma área de cerca de 52.181 km². O processamento de dados e a elaboração do Relatório Final foram realizados entre os meses de Julho e Agosto de 2009.

Os produtos finais do Projeto Aerogeofísico estão sendo apresentados sob a forma de Relatório Final (3 exemplares), que consiste em texto técnico (Volume I) e Anexos (Volumes II a XII), 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:

- ☒ Escala 1:100.000: Mapas de Contorno do Campo Magnético Total reduzido do IGRF (Campo Total, Primeira Derivada Vertical e Sinal Analítico), de Contorno Radiométrico em Concentração de Elementos (Contagem Total, Potássio, Urânio, Tório) e Radiométrico das Razões eU/eTh, eU/K e eTh/K, juntamente com os mapas de Traço de Voo.

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

Completando os produtos finais, estão sendo também entregues os arquivos digitais referentes aos metadados, os arquivos XYZ (perfis) e em malhas (*grids*), estes últimos no tamanho de 125 x 125 m, ambos no formato *GEOSOFT*, como também arquivos digitais de todos os mapas do projeto nas citadas escalas e o arquivo do texto, figuras e tabelas do Volume 1 do Relatório Final do projeto em formato PDF, todos os arquivos gravados em DVD-ROM.

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

PROJETO AEROGEOFÍSCO NORTE DO CEARÁ

ÍNDICE DOS VOLUMES

VOLUME I TEXTO TÉCNICO E ANEXOS

VOLUME II ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- Vol. II.1: MAPA DE CONTORNO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folhas 1 a 10)
- Vol. II.2: MAPA DE CONTORNO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folhas 11 a 19)

VOLUME III ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- Vol. III.1: MAPA DE CONTORNO DA 1ª. DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folhas 1 a 10)
- Vol. III.2: MAPA DE CONTORNO DA 1ª. DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folhas 11 a 19)

VOLUME IV ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- Vol. IV.1: MAPA DE CONTORNO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folhas 1 a 10)
- Vol. IV.2: MAPA DE CONTORNO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folhas 11 a 19)

VOLUME V ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- Vol. V.1: MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL.
(Folhas 1 a 10)
- Vol. V.2: MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL.
(Folhas 11 a 19)

VOLUME VI ANEXOS – ESCALA 1:100.00

- Vol. VI.1: MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO.
(Folhas 1 a 10)
- Vol. VI.2: MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO.
(Folhas 11 a 19)

VOLUME VII ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- Vol. VII.1: MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO.
(Folhas 1 a 10)
- Vol. VII.2: MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO.
(Folhas 11 a 19)

VOLUME VIII ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- Vol. VIII.1: MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO.
(Folhas 1 a 10)
- Vol. VIII.2: MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO.
(Folhas 11 a 19)

VOLUME IX ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- Vol. IX.1: MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO.
(Folhas 1 a 10)
- Vol. IX.2: MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO.
(Folhas 11 a 19)

VOLUME X ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- Vol. X.1: MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO.
(Folhas 1 a 10)
- Vol. X.2: MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO.
(Folhas 11 a 19)

VOLUME XI ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- Vol. XI.1: MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO.
(Folhas 1 a 10)
- Vol. XI.2: MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO.
(Folhas 11 a 19)

VOLUME XII ANEXOS – ESCALA 1:250.000

- MAPA DE CONTORNO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL
(REDUZIDO DO IGRF) NA ESCALA 1:250.000
(Folha I a V)
- MAPA DE CONTORNO DA 1ª. DERIVADA VERTICAL DO CAMPO
MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folha I a V)
- MAPA DE CONTORNO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO
MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folha I a V)

VOLUME XIII ANEXOS – 1:250.000

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL.
(Folha I a V)
- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO.
(Folha I a V)
- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO.
(Folha I a V)

VOLUME XIV ANEXOS – ESCALA 1:250.000

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO.
(Folha I a V)
- MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO.
(Folha I a V)
- MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO.
(Folha I a V)
- MAPA RADIOMÉTRICA DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO.
(Folha I a V)

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 DO MODELO DIGITAL DO TERRENO.
(Folha única)
- MAPA RADIOMÉTRICO DA DISTRIBUIÇÃO TERNÁRIA DE POTÁSSIO, URÂNIO E TÓRIO.
(Folha única)

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

PROJETO AEROGEOFÍSICO NORTE DO CEARÁ

VOLUME I – TEXTO TÉCNICO

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. AQUISIÇÃO DE DADOS	5
2.1. Características do Levantamento	5
2.2. Equipamentos Utilizados.....	5
2.2.1. Aeronave	6
2.2.2. Aeromagnetômetros	6
2.2.3. Aerogamaespectrômetros	7
2.2.4. Sistema de Aquisição de Dados	8
2.2.5. Sistema de vídeo.....	9
2.2.6. Altímetros.....	9
2.2.7. Sistema de Navegação e Posicionamento	9
2.2.8. Magnetômetro Terrestre	10
2.3. Planejamento e Mobilização	10
2.3.1. Elaboração do Plano do voo.....	11
2.3.2. Estatísticas das Operações.....	12
2.2.3. Mapa do Projeto de Vôo.....	14
2.3.4. Testes dos Equipamentos	14
2.3.5. Cálculo da Resolução dos Cristais Detectores (<i>downward</i> e <i>upward</i>).....	25
2.3.6. Calibração dos Detectores <i>Downward Looking</i>	26
2.3.7. Calibração dos Detectores <i>Upward Looking</i>	28
2.4. Compilação dos dados	29

3. PROCESSAMENTO DE DADOS.....	30
3.1. Fluxo de Processamento	30
3.1.1. Preparação do Banco de Dados do Levantamento	30
3.1.2. Processamento dos Dados Magnetométricos	31
3.1.2.1. Correção do Erro de Paralaxe	31
3.1.2.2. Remoção da Variação Magnética Diurna	31
3.1.2.3. Nivelamento dos Perfis.....	32
3.1.2.4. Micronivelamento dos Perfis.....	32
3.1.2.5. Remoção do IGRF	33
3.1.3. Processamento dos Dados Gamaespectrométricos	33
3.1.3.1. Correção do Tempo Morto	33
3.1.3.2. Aplicação de Filtragem.....	33
3.1.3.3. Correlação do Erro de Paralaxe	34
3.1.3.4. Cálculo da Altura Efetiva (h_c) de Vôo.....	34
3.1.3.5. Remoção do <i>background</i> da Aeronave e Cósmico.....	34
3.1.3.6. Remoção do <i>background</i> do Radônio	34
3.1.3.7. Estimativa dos Coeficientes <i>Skyshine</i> (a_1 e a_2).....	36
3.1.3.8. Correção do Efeito <i>Compton</i>	36
3.1.3.9. Correção Altimétrica (Coeficiente de Atenuação Atmosférica).....	37
3.1.3.10. Conversão para Concentração de Elementos.....	37
3.1.4. Determinação das Razões eU/eTh , eU/K e eTh/K	38
3.2. Interpolação e Contorno.....	39
3.3. Arquivo Final de Dados.....	39
3.4. Equipe Envolvida no Processamento dos Dados.....	39
4. CRONOGRAMA GERAL DAS OPERAÇÕES	41
5. PRODUTOS FINAIS.....	41
5.1. Mapas de Contorno do Campo Magnético Total, da 1ª Derivada Vertical e do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	45

5.2. Mapas Radiométricos dos Canais de Potássio, Urânio, Tório e Contagem total	45
5.3. Mapa Radiométrico Ternário	45
5.4. Mapas das Razões Radiométricas eU/eTh, eU/K e eTh/K	46
5.5. Mapa de Pseudo-Iluminação do Modelo Digital do Terreno	46
5.6. Mapa de Traço de Linhas de Vôo.....	46
5.7. Relatório Final.....	46
5.8. Arquivos Digitais Finais	46
5.9. Arquivos Poligonais	49
5.10. Produtos Originais	49
6. PARTICIPAÇÃO DA CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL	53
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

ÍNDICE DOS ANEXOS

ANEXO I – Resumo do Processo de Calibração dos Gamaespectrômetros

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

Anexo I-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 – Resultados dos Testes.

Anexo I-f – Atenuação Atmosférica – Resultados dos Testes.

ANEXO II – Testes Contratuais

Anexo II-a - Teste de Altimetros

Anexo II-b - Compensação Magnética

Anexo II-c - Teste de Paralaxe

ANEXO III – Quadros Sinóticos das Operações de Campo

ANEXO IV – Conteúdo do CD-ROM e dos DVDs-ROM

ANEXO V – Formato de Gravação dos Dados do Projeto

ANEXO VI – Listagem das Linhas Aprovadas e Utilizadas no Processamento

ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1 – Localização da Área do projeto Aerogeofísico.	1
Figura 2 – Vértices do projeto e área de atuação da aeronave.....	2
Figura 3 – Aeronave Piper Navajo PA31-350 – PR-PRS.....	3
Figura 4 – Aeronave Piper Navajo PA31-310 – PT-DYK.	4
Figura 5 – Aeronave Piper Navajo PA31-350 – PR-PEC.....	4
Figura 6 – Exemplo de Registro de Magnetômetro de Base.	10
Figura 7 – Mapa das linhas de vôo.	11
Figura 8 – Gráfico da Estatística das Operações PR-PRS.	13
Figura 9 – Gráfico da Estatística das Operações PT-DYK.....	13
Figura 10 – Gráfico da Estatística das Operações PR-PEC.....	14
Figura 11 – Movimentos de <i>Roll</i> , <i>Pitch</i> e <i>Yaw</i>	15
Figura 12 – Fluxograma do processamento de dados.....	40
Figura 13 – Cronograma Geral das Operações.	41
Figura 14 – Articulação das folhas na escala 1:100.000.....	44
Figura 15 – Articulação das folhas na escala 1:250.000.....	44
Figura 16 – Mapa pseudo-iluminado do campo magnético total (reduzido do IGRF).	50
Figura 17 – Mapa do sinal analítico do campo magnético total (reduzido do IGRF).....	50
Figura 18 – Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do canal de Contagem Total.	51
Figura 19 – Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th).	51
Figura 20 – Mapa Radiométrico da razão Tório / Potássio.....	52
Figura 21 – Mapa pseudo-iluminado do Modelo Digital do Terreno.	52

ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 1 – Coordenadas Geográficas do Projeto.	3
Tabela 2 – Equipamentos Utilizados.....	6
Tabela 3 – Faixas Energéticas do Gamaespectrômetro e os Canais Correspondentes.	7
Tabela 4 – Quilometragem Produzida e Área Levantada.	11
Tabela 5 – Estatística das Operações.	12
Tabela 6 – Divisão das Linhas por Aeronave.	14
Tabela 7 – Testes de Manobras – Aeronaves PR-PRS.	16
Tabela 8 - Testes de manobras – Aeronave PT-DYK.....	17
Tabela 9 - Testes de manobras – Aeronave PR-PEC.....	17
Tabela 10 – Testes Diários de Repetibilidade Radioativas – PR-PRS.....	19
Tabela 11 – Testes Diários de Repetibilidade Radioativas – PR-PRS.....	22
Tabela 12 – Testes Diários de Repetibilidade Radioativas – PT-DYK.	23
Tabela 13 – Testes Diários de Repetibilidade Radioativas – PR-PEC.	24
Tabela 14 – Concentração dos Tanques de Calibração Transportáveis.	26
Tabela 15 – Coeficientes de Espalhamento <i>Compton</i>	27
Tabela 16 – <i>Background</i> das Aeronaves e <i>Cosmic Stripping Ratios</i>	28
Tabela 17 – Constantes de Calibração do Radônio.....	35
Tabela 18 – Coeficientes de <i>Skyshine</i>	36
Tabela 19 – Coeficiente de Atenuação Atmosférica.....	37
Tabela 20 – Coeficientes de Sensibilidade.....	38
Tabela 21 – Valores Mínimos para Cálculo das Razões Radiométricas.....	38
Tabela 22 – Características da Apresentação dos Mapas Aerogeofísicos.	42
Tabela 23 – Características dos intervalos de contorno dos mapas aerogeofísicos.	43
Tabela 24 – Banco de dados <i>Geosoft</i> (GDB) – Magnetometria.....	47
Tabela 25 - Banco de dados <i>Geosoft</i> (GDB) – gamaespectrometria.	47
Tabela 25 - Banco de dados <i>Geosoft</i> (GDB) – gamaespectrometria.	48
Tabela 26 - Banco de dados <i>Geosoft</i> (GDB) – gamaespectrometria 256 canais.	48

1. INTRODUÇÃO

A área do levantamento aerogeofísico abrange a porção Norte do Estado do Ceará, localizado na região nordeste do Brasil, conforme mostra a Figura 1.



Figura 1 – Localização da Área do projeto Aerogeofísico.

O levantamento aerogeofísico constou do recobrimento de 111.080,00 km de perfis aeromagnetométricos e aerogamaespectométricos de alta resolução, com linhas de vôo e de controle espaçadas de 0,5 km e 10 km e orientadas nas direções N-S e E-W respectivamente. A Figura 2 e a Tabela 1 apresentam as coordenadas geográficas que definem o polígono que envolve a área pesquisada. A altura de vôo foi fixada em 100 m sobre o terreno, admitindo-se variações de mais ou menos 15 m.

Foram utilizadas para a execução deste projeto, aeronaves Piper Navajo de prefixo PR-PRS (Figura 3) e PR-PEC (Figura 5), de propriedade da Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda. e a aeronave Piper Navajo de prefixo PT-DYK (Figura 4), de propriedade da Microsurvey Aerogeofísica e Consultoria Científica Ltda. A aeronave PR-PRS realizou seus trabalhos durante o período de 18/10/2008 a 15/12/2008 utilizando como base a cidade de Fortaleza-CE, e no período de 19/06/2009 a 07/07/2009 utilizando como base a cidade de Sobral-CE, adquirindo 67.160 km de linhas de vôo. A aeronave PT-DYK realizou seus trabalhos durante o período de 19/06/2009 a 08/07/2009 utilizando como base a cidade de Sobral-CE, adquirindo 9.497 km de linhas de vôo. A aeronave PR-PEC realizou seus trabalhos durante o período de 22/02/2009 a 13/04/2009 e no período de 19/06/2009 a 08/07/2009 utilizando como base a cidade de Sobral-CE, adquirindo 34.423 km de linhas de vôo.

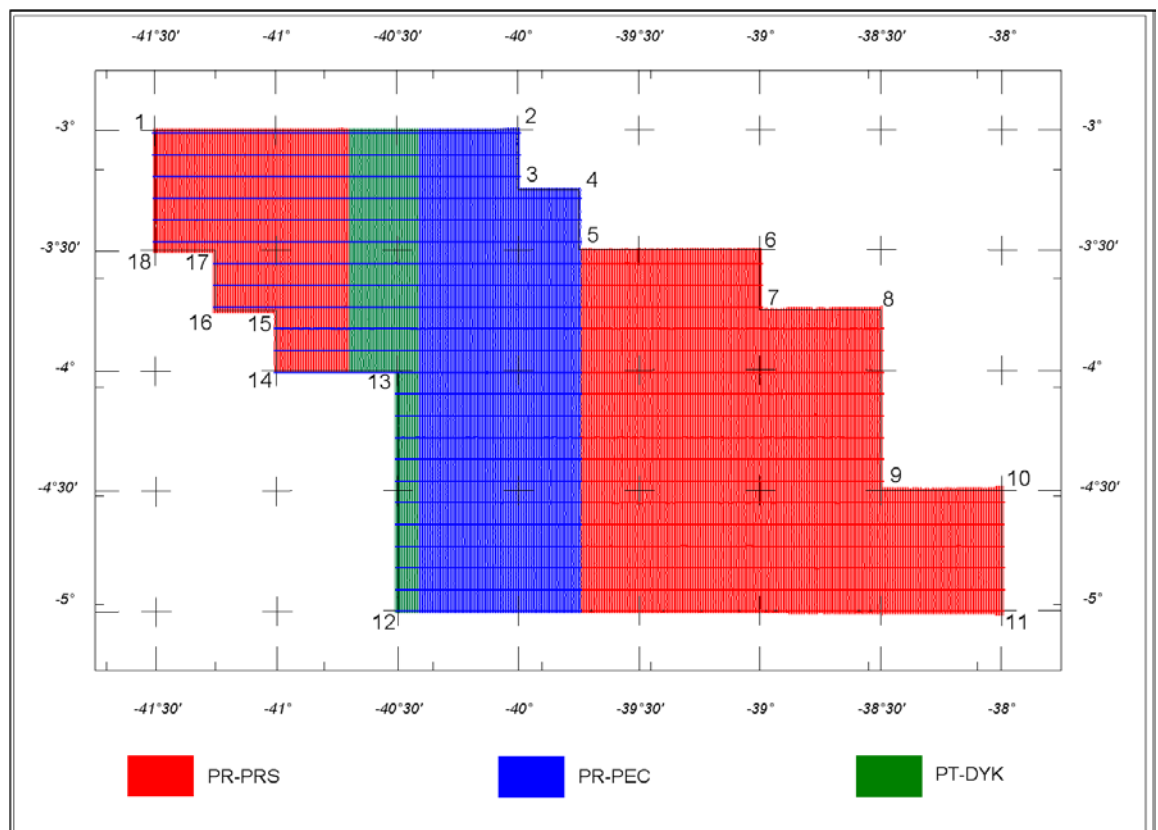


Figura 2 – Vértices do projeto e área de atuação da aeronave.

Tabela 1 – Coordenadas Geográficas do Projeto.

Vértice	Latitude	Longitude
1	-03°00'	-41°30'
2	-03°00'	-40°00'
3	-03°15'	-40°00'
4	-03°15'	-39°45'
5	-03°30'	-39°45'
6	-03°30'	-39°00'
7	-03°45'	-39°00'
8	-03°45'	-38°30'
9	-04°30'	-38°30'
10	-04°30'	-38°00'
11	-05°00'	-38°00'
12	-05°00'	-40°30'
13	-04°00'	-40°30'
14	-04°00'	-41°00'
15	-03°00'	-41°00'
16	-03°45'	-41°15'
17	-03°30'	-41°15'
18	-03°30'	-41°30'



Figura 3 – Aeronave Piper Navajo PA31-350 – PR-PRS.



Figura 4 – Aeronave Piper Navajo PA31-310 – PT-DYK.



Figura 5 – Aeronave Piper Navajo PA31-350 – PR-PEC.

A metodologia para a aquisição dos dados seguiu a sistemática descrita adiante. Ao longo dos perfis foram realizadas dez leituras de aeromagnetômetro e uma leitura do gamaespectrômetro por segundo, posicionadas com sistema de observação de satélites GPS, de precisão melhor do que 10 m. Uma estação fixa para controle da variação diurna do campo magnético terrestre foi instalada na base de operações, utilizada durante o levantamento, em uma chácara no município de Itaitinga-CE, quando a base foi em Fortaleza-CE e no aeroporto municipal quando a base foi em Sobral-CE.

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 Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda., no Rio de Janeiro-RJ e envolveu a aplicação de rotinas do sistema *Oasis Montaj* versão 6.4.1 (GEOSOFT, 2005), utilizado para a compilação das informações coletadas e apresentação dos resultados na forma de mapas nas escalas 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000, arquivos de banco de dados e *grids*.

2. AQUISIÇÃO DE DADOS

2.1. Características do Levantamento

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

- Direção das linhas de vôo: N-S
- Espaçamento entre as linhas de vôo: 0,5 km
- Direção das linhas de controle: E-W
- Espaçamento entre as linhas de controle: 10 km
- Intervalo entre medições geofísicas consecutivas: 0,1 s (magnetômetro) e 1,0 s (espectrômetro)
- Altura média de vôo: 100 m
- Velocidade aproximada de vôo: 270 km/h (PR-PRS/PEC) e 262 km/h (PT-DYK)

2.2. Equipamentos Utilizados

A Tabela 2 apresenta os equipamentos utilizados pelas aeronaves durante a execução do projeto.

Tabela 2 – Equipamentos Utilizados.

Prefixo da aeronave	PR-PRS	PT-DYK	PR-PEC
Modelo da aeronave	Navajo PA31-350	Navajo PA31-310	Navajo PA31-350
Fabricante da aeronave	Piper	Piper	Piper
Aeromagnetômetro	Geometrics G822A	Geometrics G822A	Geometrics G822A
Gamaespectrômetro	RS-500	RS-500	RS-500
Volume dos Cristais Detectores de iodeto de Sódio	2.560 pol ³ down e 512 pol ³ up	2.560 pol ³ down e 512 pol ³ up	2.560 pol ³ down e 512 pol ³ up
Sistema de navegação "Real time"	AG-NAV GUIA "Real time"	AG-NAV LOANER "Real time"	AG-NAV GOLD "Real time"
Sistema de Aquisição GPS "Real time"	MIDTECH RX400-P "Real time"	TEEJET RX 410-P "Real time"	TEEJET RX 410-P "Real time"
Câmera de Vídeo	JVC TK9804U	SAMSUNG DIS-505C	SONY SSC-DC193
Radar Altímetro	Free-Flight Systems TRA 3000	Free-Flight Systems TRA 3000	Free-Flight Systems TRA 3000
Altímetro Barométrico	Setra Barometrics sensor 276 / Honeywell PPT	Honeywell PPT	Honeywell PPT
Magnetômetro Terrestre a Vapor de Césio	PICO ENVIROTEC HSMAG / GEM GSM-19	GEM GSM-19	PICO ENVIROTEC HSMAG / GEM GSM-19
Sistema de Aquisição	RMS DGR33	RMS DAARC500	RMS DAARC500

2.2.1. Aeronave

O levantamento foi efetuado utilizando duas aeronaves Piper Navajo PA31-350, prefixo PR-PRS e PR-PEC e uma aeronave Piper Navajo PA31-310, prefixo PT-DYK. As aeronaves PR-PRS e PR-PEC são aeronaves a pistão, bimotor, de asa baixa, trem de pouso retrátil, equipada com motores Lycoming de 350 HP, opera a uma velocidade média de 270 km/h e possui autonomia de 6 horas. A aeronave PT-DYK é uma aeronave a pistão, bimotor, de asa baixa, trem de pouso retrátil, equipada com motores Lycoming de 310 HP, opera a uma velocidade média de 262 km/h e possui autonomia de 4,5 horas.

2.2.2. Aeromagnetômetros

a) Aeronaves PR-PRS e PR-PEC

Sistema aeromagnético acoplado a um sensor de vapor de césio montado na cauda (tipo *Stinger*) da aeronave. O sinal é recebido através de um pré-amplificador, localizado na base do cone de cauda da aeronave, e enviado ao sistema de aquisição e compensação aeromagnética contido no sistema DGR33A para a aeronave PR-PRS e no sistema DAARC500 para a aeronave PR-PEC.

Sensor: Geometrics G-822A

Resolução: 0,001 nT

Faixa: 20.000 – 95.000 nT

Montagem: Stinger

As leituras do magnetômetro são realizadas a cada 0,1 segundo, o que equivale, para a velocidade de 270 km/h da aeronave, a aproximadamente 7,5 m no terreno.

b) Aeronave PT-DYK

Sistema aeromagnético acoplado a um sensor de vapor de césio montado na cauda (tipo Stinger) da aeronave. O sinal é recebido através de um pré-amplificador, localizado na base do cone de cauda da aeronave, e enviado ao sistema de aquisição e compensação aeromagnética contido no sistema DAARC500.

Sensor: Geometrics G-822A

Resolução: 0,001 nT

Faixa: 20.000 – 95.000 nT

Montagem: Stinger

As leituras do magnetômetro são realizadas a cada 0,1 s, o que equivale, para a velocidade de 262 km/h da aeronave, a aproximadamente 7,3 m no terreno.

2.2.3. Aerogamaespectrômetros

Foram utilizados pelas aeronaves, gamaespectrômetros *Radiations Solutions*, modelo RS-500, de 1024 canais espectrais, onde o espectro de cada um dos cristais detectores é analisado individualmente para determinação precisa dos fotopicos de potássio, urânio e tório. Uma correção linear é aplicada individualmente a cada cristal, mantendo o espectro permanentemente alinhado. As radiações gama detectadas são somadas e as leituras reduzidas a uma única saída de 256 canais espectrais.

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

Tabela 3 – Faixas Energéticas do Gamaespectrômetro e os Canais Correspondentes.

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

As leituras do gamaespectrômetros são realizadas a cada segundo, representando medições a intervalos de amostragem de aproximadamente 75 m para as aeronaves PR-PRS e PR-PEC e de 73 m para a aeronave PT-DYK.

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

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

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

2.2.4. Sistema de Aquisição de Dados

O computador do sistema de aquisição de dados DGR33A é a principal unidade do sistema aeromagnético instalado a bordo da aeronave PR-PRS e DAARC500 é a unidade a bordo das aeronaves PT-DYK e PR-PEC. Todos os dados adquiridos são armazenados no disco rígido e posteriormente transferidos para o disco magnético, para efeito de *backup* e transferência dos dados para o computador de processamento.

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

Taxa de Amostragem (Hz)	Parâmetro	Unidade
1	Fiducial	s
1	Número da Linha	*
10	Magnetômetro compensado	nT
10	Magnetômetro bruto	nT
10	Componente X <i>fluxgate</i>	mV
10	Componente Y <i>fluxgate</i>	mV
10	Componente Z <i>fluxgate</i>	mV
10	Radar altímetro	μV
10	Temperatura	μV
10	Barômetro	μV
10	Temperatura	°C
10	Altura do Vão	m
10	Altitude Barométrica	m
1	Horário UTC (GPS)	s
1	Latitude (GPS)	Graus decimais
1	Longitude (GPS)	Graus decimais
1	Qualidade da correção GPS	*
1	Número de satélites	*
1	<i>Horizontal Dilution of precision</i>	*
1	Altitude (GPS)	m
1	Código de erro do gamaespectrômetro	*
1	Número de detectores <i>Down</i>	*
1	Número de detectores <i>Up</i>	*
1	<i>Sample Time</i>	ms
1	<i>Live Time</i>	ms
1	Radiação cósmica	cps

Taxa de Amostragem (Hz)	Parâmetro	Unidade
1	Resolução do sistema	*
1	Contagem Total	cps
1	Potássio	cps
1	Urânio	cps
1	Tório	cps
1	Urânio <i>Up</i>	cps
1	256 canais <i>Down</i>	cps
1	256 canais <i>Up</i>	cps

2.2.5. Sistema de vídeo

A aeronave PR-PRS utiliza sistema de vídeo digital JVC TK9804U, a aeronave PT-DYK utiliza sistema de vídeo digital Samsung DIS-505C e a aeronave PR-PEC utiliza sistema de vídeo digital Sony SSC-DC193. OS modelos são constituídos por câmera de alta definição acoplada ao gravador e monitor de 5" disponível na cabine para visualização em tempo real. A câmera é instalada em janela especialmente projetada no piso da aeronave para permitir completa visibilidade do terreno.

O sistema de sobreposição de vídeo (OSD1246 – *Combined Corporation Eletronics*) possibilita a gravação do número do voo, número da linha e valores das fiduciais nas imagens de vídeo coletadas.

2.2.6. Altímetros

A altura de voo da aeronave foi monitorada através dos altímetros de radar e dos barômetros de precisão incluídos no sistema aerogeofísico. O radar altímetro utilizado pelas aeronaves é o *Free-Flight Systems*, modelo TRA-3000 e apresentam precisão de 40 pés e alcance de 2500 pés. Os barômetros são transdutores de pressão que registram a altitude de voo em relação ao nível do mar. Os modelos de barômetro utilizados na aeronave PR-PRS foram Setra Barometrics Sensor 276 e *Honeywell* PPT, e o modelo de barômetro utilizado nas aeronaves PT-DYK e PR-PEC foi o *Honeywell* PPT. A precisão e alcance dos barômetros são equivalentes aos dos radares altímetros.

2.2.7. Sistema de Navegação e Posicionamento

A navegação das aeronaves foi efetuada por sistemas GPS de 12 canais, receptor *Midtech* RX-400P na aeronave PR-PRS e *Teejet* RX-410P nas aeronaves PT-DYK e PR-PEC. As informações de posicionamento são processadas pelos respectivos sistemas de aquisição de dados e enviadas aos computadores de navegação, ficando disponíveis aos pilotos através de indicadores analógicos e das telas dos computadores.

As coordenadas GPS (latitude/longitude) são armazenadas nos discos rígidos dos sistemas de aquisição de dados e transferidas ao escritório de campo. As aeronaves estão equipadas com sistemas de correção em tempo real (DGPS *real time*), cujas coordenadas são transferidas ao escritório de campo já corrigido.

2.2.8. Magnetômetro Terrestre

Para controle diário das variações do campo magnético terrestre foram utilizados dois magnetômetros portáteis, um Pico Envirotec, modelo HSMAG, e um GEM, modelo GSM-19, ambos com resolução de 0,1 nT e envoltória de ruídos em nível equivalente. As leituras do campo magnético total foram realizadas a cada 0,1 segundo e 3 segundos pelos equipamentos PICO e GEM respectivamente, e armazenadas na memória do próprio equipamento.

Os magnetômetros foram instalados em local de gradiente magnético suave, livre de objetos móveis e de interferência cultural. Com base em Fortaleza-CE, o local escolhido foi uma chácara localizada no município de Itaitinga-CE e com base em Sobral-CE o local escolhido foi o aeroporto do município.

Ao término de cada jornada de produção, os arquivos contendo os dados da variação diurna eram transferidos aos computadores instalados nas bases de campo para uso no pré-processamento. A Figura 6 mostra um exemplo do registro do magnetômetro.

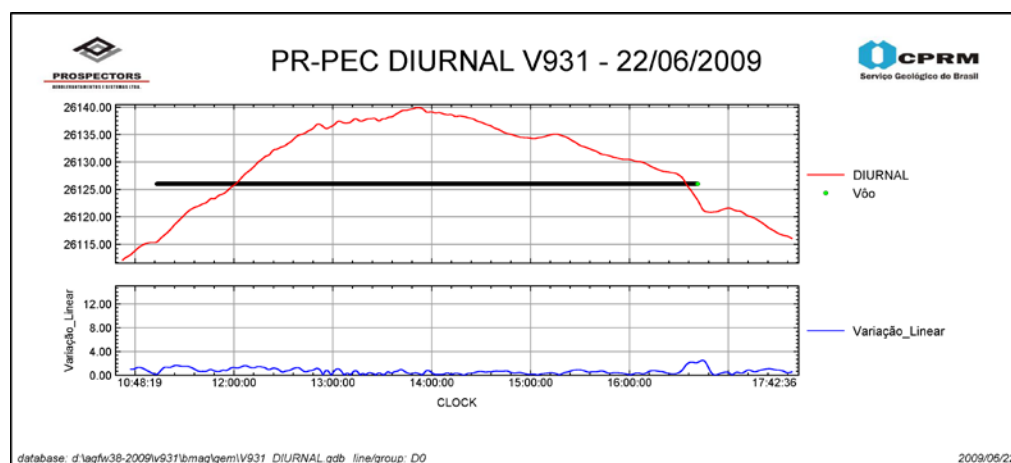


Figura 6 – Exemplo de Registro de Magnetômetro de Base.

2.3. Planejamento e Mobilização

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

- Seleção da base de operações, instalada nas cidades de Fortaleza-CE e Sobral-CE;
- Obtenção da autorização do aerolevanteamento junto ao Ministério da Defesa;
- Preparação do plano de vôo e obtenção dos materiais necessários ao levantamento;
- Ajuste dos equipamentos às especificações contratuais;
- Realização dos testes pré-levantamento previstos contratualmente.

O levantamento recebeu do Ministério da Defesa a autorização nº 661/08 e 662/08 para PR-PRS e PR-PEC respectivamente e 623/09 para PT-DYK.

2.3.1. Elaboração do Plano do vôo

Para a cobertura completa da área relativa ao projeto, foram programadas 781 linhas de vôo e 23 linhas de controle, totalizando 111.080,00 km de perfis geofísicos, conforme a Tabela 4 a seguir. A Figura 7 apresenta o arranjo das linhas distribuídas sobre a poligonal envoltória da área.

Tabela 4 – Quilometragem Produzida e Área Levantada.

Prefixo da Aeronave	Área (km ²)	Total de linhas de Vôo (km)	Total de linhas de Controle (km)	Total de linhas de Vôo+Controle (km)
PR-PRS	31.979	64.647,10	2.513,10	67.160,20
PT-DYK	4.560	9.496,90	0,00	9.496,90
PR-PEC	15.642	31.484,80	2.938,10	34.422,90
Totais:	52.181	105.628,80	5.451,20	111.080,00

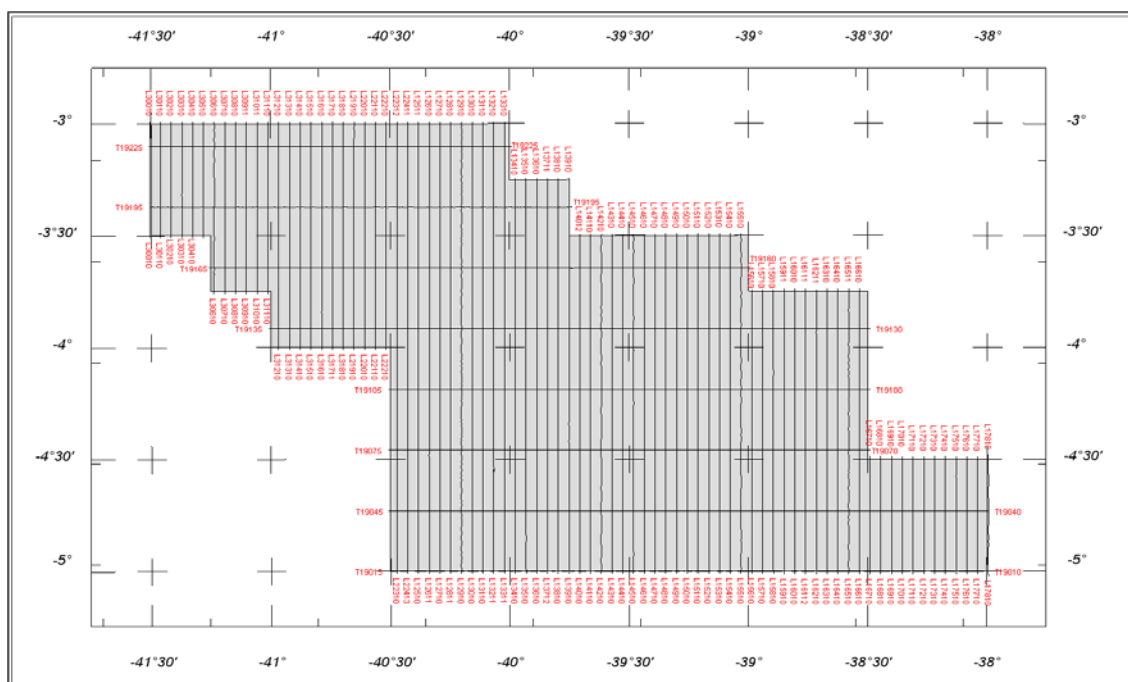


Figura 7 – Mapa das linhas de vôo.

2.3.2. Estatísticas das Operações

O projeto foi executado entre 18/10/2008 e 08/07/2009. A aeronave PR-PRS completou sua parte com 79 dias, em duas etapas: a primeira entre 18/10/2008 e 15/12/2008 e a segunda entre 19/06/2009 e 07/07/2009. A aeronave PT-DYK efetuou seus trabalhos entre 19/06/2009 e 08/07/2009 totalizando 20 dias. A aeronave PR-PEC completou sua parte com 72 dias, em duas etapas: a primeira entre 22/02/2009 e 13/04/2009 e a segunda entre 19/06/2009 e 08/07/2009. Foram gastas cerca de 654,56 horas de voo para aquisição de dados e testes. A Tabela 5 e os gráficos das Figuras 8, 9 e 10, a seguir, mostram as estatísticas obtidas durante a fase de aquisição dos dados. Para a execução do levantamento, a aeronave PR-PRS utilizou 392,61 horas de voo produtivo, a aeronave PT-DYK, 58,65 horas de voo produtivo e a aeronave PR-PEC, 187,26 horas de voo produtivo.

Tabela 5 – Estatística das Operações.

Item	Indicadores do Levantamento	Aeronave					
		PR-PRS		PT-DYK		PR-PEC	
		Nº Dias	%	Nº Dias	%	Nº Dias	%
1	Produção	57	72,15	16	80,00	35	48,61
2	Meteorologia	2	2,53	2	10,00	29	40,28
3	Manutenção de Aeronave	12	15,19	0	0,00	1	1,39
4	Tempestade Magnética	0	0,00	0	0,00	0	0,00
5	Falha de Equipamento	2	2,53	0	0,00	0	0,00
6	Testes Contratuais	2	2,53	1	5,00	4	5,56
7	Outros	4	5,07	1	5,00	3	4,16
	Total:	79*	100	20*	100	72*	100

* número de dias despendido pela aeronave

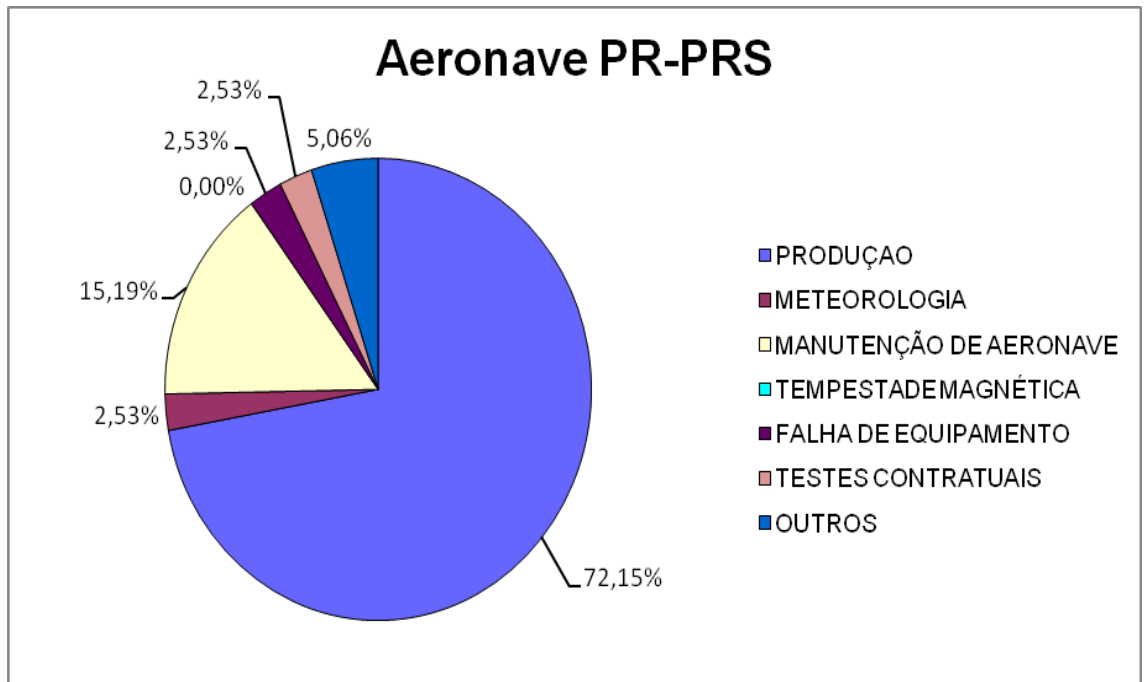


Figura 8 – Gráfico da Estatística das Operações PR-PRS.

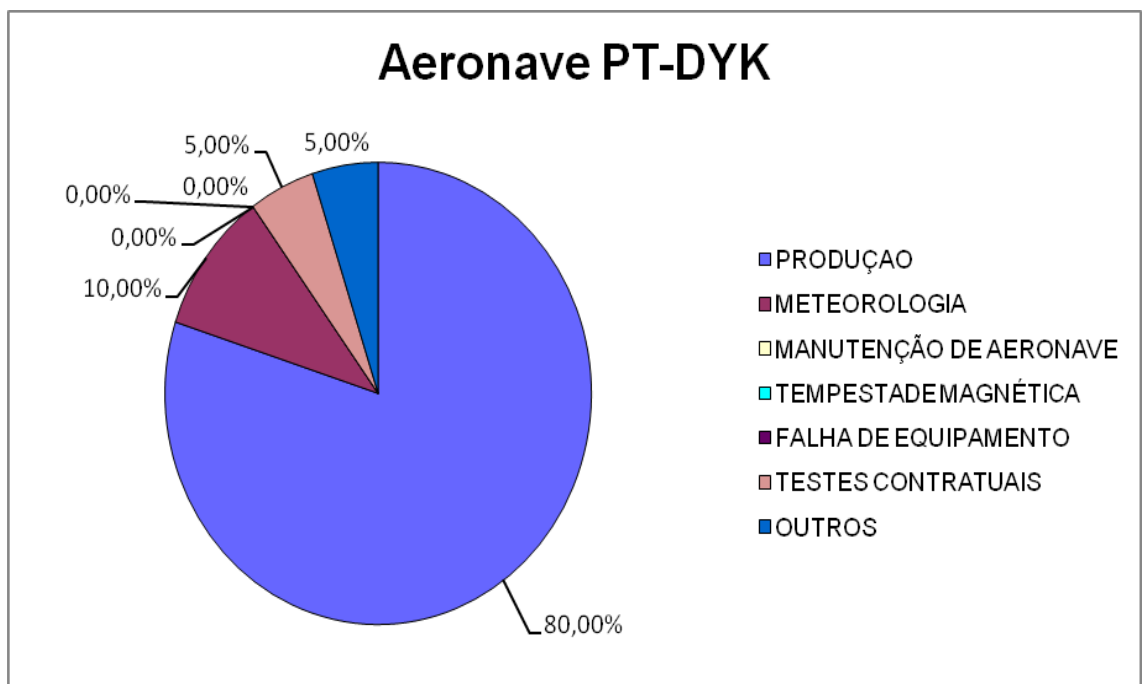


Figura 9 – Gráfico da Estatística das Operações PT-DYK.

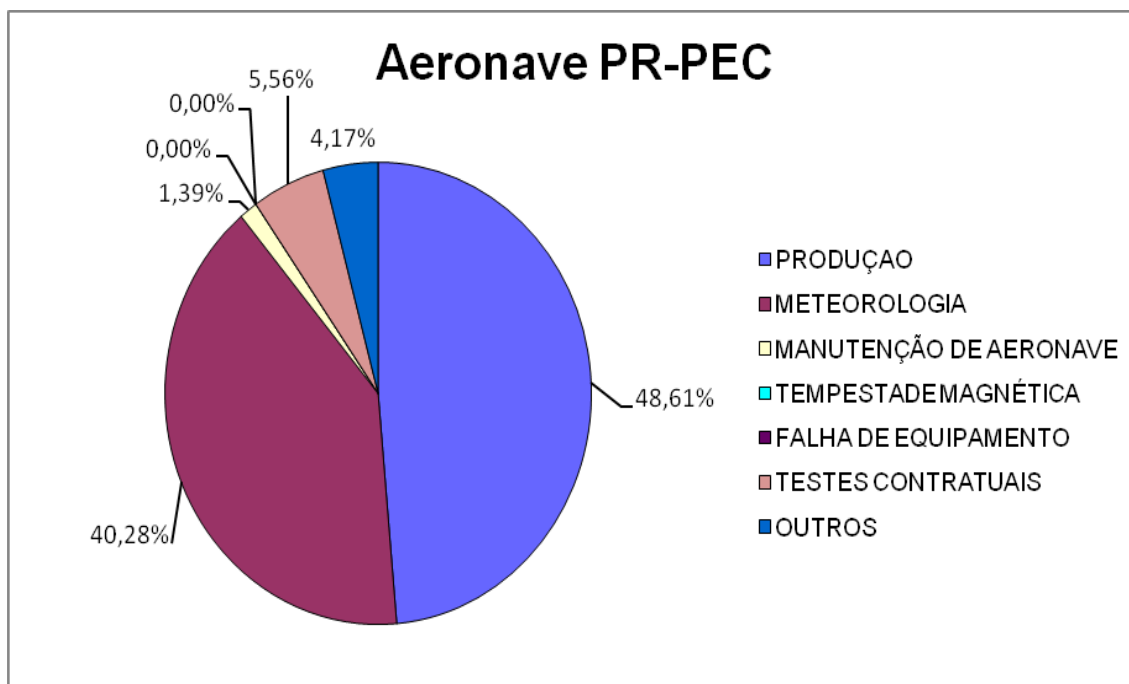


Figura 10 – Gráfico da Estatística das Operações PR-PEC.

2.2.3. Mapa do Projeto de Vôo

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

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

A divisão das linhas da Aeronave em determinada área do projeto é mostrada na Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Divisão das Linhas por Aeronave.

Prefixo da aeronave	Linhas de vôo	Linhas de controle
PR-PRS	10010 - 11800 e 13940 - 17810	19010 - 19170
PT-DYK	11810 - 12440	-
PR-PEC	12450 - 13930	19015 - 19235

2.3.4. Testes dos Equipamentos

a) Teste Altimétrico

Teste conduzido antes do início das operações para calibração do radar altímetro a bordo da aeronave. Neste teste, a aeronave realiza passagens consecutivas sobre uma base de altitude conhecida, voando em alturas entre 200 e 800 pés, tendo como referência as leituras fornecidas pelo barômetro nas passagens sobre a pista. Antes da decolagem o piloto ajusta a

indicação da pressão barométrica na cabine da aeronave para aferição do barômetro. Os resultados dos testes encontram-se no Anexo II-a.

b) Compensação Magnética Dinâmica

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

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

Os efeitos produzidos em cada uma das direções de voo são medidos pelos magnetômetros Geometrics G822A, instalados no stinger da aeronave e usados para medir o acoplamento dos três eixos com o *background* do campo magnético na região. Os sensores Geometrics G822A são muito sensíveis às mudanças de altitude sendo usados para monitorar acuradamente os efeitos decorrentes de tais mudanças.

A resposta de frequência e amostragem do módulo utilizado para medir os sinais do Geometrics G822A 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 Geometrics G822A/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.

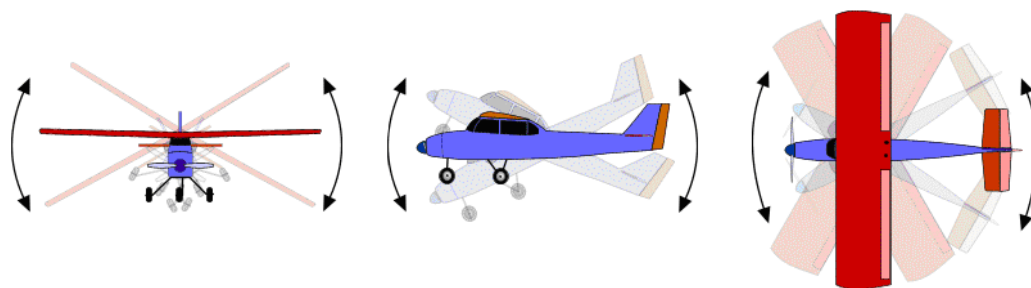


Figura 11 – Movimentos de *Roll*, *Pitch* e *Yaw*.

O sistema RMS AADCII e DAARC500 possuem em sua programação, um 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 melhor solução de compensação

aplicando estes coeficientes obtidos em X, Y e Z ao valor do campo magnético bruto produzindo, então, o campo magnético compensado, livre dos efeitos de “manobras” que venham a interferir na medida do campo magnético.

c) Determinação dos Coeficientes de Compensação Magnética

As manobras de compensação são conduzidas à altitude de 10.000 pés, em uma área de gradiente magnético suave. Os movimentos *Roll*, *Pitch* e *Yaw* regulam segundo ângulos de 10° a 12° e duração de 30 segundos cada. Cada conjunto de manobras obedece à diferentes direções dos perfis do projeto, assim como ângulos intermediários da ordem de 15° 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 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 resultados obtidos, estão resumidos na Tabela 7, 8 e 9 a seguir e os resultados completos podem ser consultados no Anexo II-b.

Tabela 7 – Testes de Manobras – Aeronaves PR-PRS.

Data	Azimute	Roll (nT)	Pitch (nT)	Yaw (nT)	Total (nT)
20/10/2008	90°	0,02	0,04	0,01	0,07
	180°	0,04	0,05	0,03	0,12
	270°	0,04	0,05	0,02	0,11
	360°	0,06	0,04	0,05	0,15
Somatório					0,45
16/11/2008	90°	0,13	0,03	0,08	0,24
	180°	0,04	0,01	0,02	0,07
	270°	0,04	0,01	0,02	0,07
	360°	0,07	0,02	0,03	0,12
Somatório					0,50
19/06/2009	90°	0,14	0,07	0,16	0,38
	180°	0,03	0,02	0,05	0,11
	270°	0,01	0,01	0,03	0,05
	360°	0,02	0,03	0,02	0,07
Somatório					0,60

Tabela 8 - Testes de manobras – Aeronave PT-DYK.

Data	Azimute	Roll (nT)	Pitch (nT)	Yaw (nT)	Total (nT)
20/06/2009	90°	0,01	0,01	0,01	0,03
	180°	0,01	0,01	0,01	0,03
	270°	0,01	0,01	0,01	0,03
	360°	0,01	0,01	0,02	0,04
Somatório					0,13

Tabela 9 - Testes de manobras – Aeronave PR-PEC.

Data	Azimute	Roll (nT)	Pitch (nT)	Yaw (nT)	Total (nT)
24/02/2009	90°	0,02	0,02	0,02	0,06
	180°	0,02	0,02	0,05	0,09
	270°	0,02	0,03	0,03	0,08
	360°	0,02	0,02	0,02	0,06
Somatório					0,29
20/06/2009	90°	0,03	0,04	0,03	0,10
	180°	0,03	0,04	0,02	0,10
	270°	0,03	0,02	0,02	0,07
	360°	0,03	0,04	0,02	0,09
Somatório					0,36
02/07/2009	90°	0,02	0,03	0,01	0,06
	180°	0,02	0,02	0,02	0,06
	270°	0,02	0,01	0,02	0,05
	360°	0,02	0,02	0,02	0,06
Somatório					0,23

d) Teste de Paralaxe

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

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

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

Os dados magnetométricos desta linha voada em sentidos inversos, são representados em formas de perfis empilhados. O eixo horizontal dos perfis plotados refere-se às coordenadas geográficas mostrando, assim, a correlação das anomalias corrigidas independentemente do

sentido voado. A calibração resultou em um fator de defasagem de 0,3 s para as 3 aeronaves utilizadas nesse projeto. Os resultados dos testes são apresentados no Anexo II-c.

e) Controle de desempenho do sistema

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 eram realizados antes do início e após os vôos operacionais. O equipamento aeroembarcado Radiation Solutions RS-500 com resolução de 1024 canais, possui estabilização com isótopos naturais e ganho automático dos picos. Não são necessários testes de amostras para configuração do sistema ou para validação de performance do mesmo.

f) Teste de Repetibilidade Radioativa

Estes testes foram realizados diariamente com a finalidade de verificar a repetibilidade e a consistência das medições dos equipamentos geofísicos, tendo sido registrado na forma digital e analógica. Consistem na perfilagem sobre um mesmo segmento de linha, no início e no fim de cada vôo, com a extensão mínima de 5 km, ao longo das pistas de pouso dos aeroportos utilizados para as operações, na altura do levantamento (100 m). Para efeito de avaliação, foram comparados os perfis magnetométricos e radiométricos entre os testes iniciais e finais de cada vôo.

Os valores médios em cps, obtidos em cada canal radiométrico, estão relacionados nas Tabelas 10 e 11, para a aeronave PR-PRS em Fortaleza-CE e Sobral-CE respectivamente, na Tabela 12 para a aeronave PT-DYK e Tabela 13 para a aeronave PR-PEC.

Tabela 10 – Testes Diários de Repetibilidade Radioativas – PR-PRS.

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL = 100m) Base: Fortaleza - CE				
DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
21/out/08	INÍCIO	603	53,39	43,41
	FIM		57,10	47,62
22/out/08	INÍCIO	604	53,82	44,32
	FIM		55,92	48,05
23/out/08	INÍCIO	605	60,63	48,40
	FIM		53,89	43,73
24/out/08	INÍCIO	606	54,93	45,07
	FIM		52,75	45,35
25/out/08	INÍCIO	607	58,63	46,95
	FIM		55,62	46,27
28/out/08	INÍCIO	608	57,74	45,70
	FIM		51,74	41,55
29/out/08	INÍCIO	609	55,28	44,85
	FIM		49,38	41,71
30/out/08	INÍCIO	610	52,67	43,80
	FIM		51,02	42,19
1/nov/08	INÍCIO	611	50,00	40,77
	FIM		-	-
	INÍCIO	612	58,84	46,02
	FIM		52,78	43,65
2/nov/08	INÍCIO	613 / 614	49,48	41,51
	FIM		53,19	45,97
3/nov/08	INÍCIO	615	57,57	47,81
	FIM		53,25	45,93
3/nov/08	INÍCIO	616	57,54	46,40
	FIM		53,46	44,55
4/nov/08	INÍCIO	617	58,26	46,85
	FIM		56,53	46,75
4/nov/08	INÍCIO	618	56,16	43,35
	FIM		55,74	46,27
5/nov/08	INÍCIO	619	57,83	47,09
	FIM		53,08	44,07
5/nov/08	INÍCIO	620	56,61	45,05
	FIM		56,03	47,61
6/nov/08	INÍCIO	621	56,42	47,65
	FIM		53,28	45,20
7/nov/08	INÍCIO	622	57,29	48,06
	FIM		56,11	46,76
7/nov/08	INÍCIO	623	58,78	46,79
	FIM		56,68	46,63
8/nov/08	INÍCIO	624	54,85	43,15
	FIM		58,71	48,55
9/nov/08	INÍCIO	625	55,97	47,17
	FIM		56,22	45,92
17/nov/08	INÍCIO	632	52,58	40,74
	FIM		52,82	41,47

DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
18/nov/08	INÍCIO	633	56,75	45,17
	FIM		56,73	47,03
18/nov/08	INÍCIO	634	55,58	44,77
	FIM		-	-
19/nov/08	INÍCIO	635	55,79	44,83
	FIM		56,68	46,19
19/nov/08	INÍCIO	636	55,05	42,98
	FIM		49,59	40,56
21/nov/08	INÍCIO	637	-	-
	FIM		58,57	46,82
21/nov/08	INÍCIO	638	50,14	42,49
	FIM		50,55	41,42
22/nov/08	INÍCIO	639	55,07	46,65
	FIM		56,42	47,06
22/nov/08	INÍCIO	640	51,30	42,07
	FIM		49,64	41,65
23/nov/08	INÍCIO	641	-	-
	FIM		55,32	47,10
23/nov/08	INÍCIO	642	54,10	42,93
	FIM		54,28	42,68
24/nov/08	INÍCIO	643	49,70	40,34
	FIM		60,81	50,35
24/nov/08	INÍCIO	644	53,85	42,38
	FIM		55,24	43,90
25/nov/08	INÍCIO	646	53,21	42,45
	FIM		54,28	44,04
26/nov/08	INÍCIO	647	55,69	44,68
	FIM		58,72	47,12
26/nov/08	INÍCIO	648	53,67	44,71
	FIM		49,73	42,20
28/nov/08	INÍCIO	650	56,61	44,03
	FIM		57,41	48,07
28/nov/08	INÍCIO	651	50,28	42,58
	FIM		56,22	47,20
29/nov/08	INÍCIO	652	54,59	46,15
	FIM		57,05	48,48
29/nov/08	INÍCIO	653	54,50	44,84
	FIM		52,04	44,65
30/nov/08	INÍCIO	654	56,96	45,51
	FIM		58,18	47,77
30/nov/08	INÍCIO	655	55,09	45,20
	FIM		54,69	44,48
1/dez/08	INÍCIO	656	57,50	47,98
	FIM		57,67	49,79
1/dez/08	INÍCIO	657	55,26	45,88
	FIM		55,35	47,38
2/dez/08	INÍCIO	658	55,66	48,12
	FIM		57,42	47,54

DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
4/dez/08	INÍCIO	660	-	-
	FIM		52,90	44,91
4/dez/08	INÍCIO	661	56,23	45,87
	FIM		54,92	45,47
5/dez/08	INÍCIO	662	55,26	46,23
	FIM		57,93	47,60
5/dez/08	INÍCIO	663	56,10	45,69
	FIM		55,08	45,62
6/dez/08	INÍCIO	664	51,60	43,92
	FIM		52,95	44,96
6/dez/08	INÍCIO	665	55,73	45,35
	FIM		55,93	45,80
7/dez/08	INÍCIO	666	54,72	44,97
	FIM		56,26	47,97
7/dez/08	INÍCIO	667	53,30	43,82
	FIM		-	-
8/dez/08	INÍCIO	668	53,77	44,69
	FIM		55,21	46,15
8/dez/08	INÍCIO	669	52,37	43,76
	FIM		53,62	45,83
9/dez/08	INÍCIO	670	57,16	46,43
	FIM		53,00	43,32
10/dez/08	INÍCIO	672	53,89	42,63
	FIM		54,47	43,58
11/dez/08	INÍCIO	673	53,38	41,58
	FIM		54,36	44,23
12/dez/08	INÍCIO	674	54,99	44,10
	FIM		52,82	42,53
13/dez/08	INÍCIO	675	50,73	43,91
	FIM		52,98	46,40
14/dez/08	INÍCIO	676	49,80	44,23
	FIM		52,50	46,52
15/dez/08	INÍCIO	677	49,82	43,80
	FIM		49,99	44,45

Tabela 11 – Testes Diários de Repetibilidade Radioativas – PR-PRS.

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL = 100m) Base: Sobral - CE				
DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
20/jun/09	INÍCIO	1202	71,77	50,63
	FIM		67,23	50,11
21/jun/09	INÍCIO	1203	73,73	51,23
	FIM		67,97	49,79
22/jun/09	INÍCIO	1204	71,63	55,89
	FIM		69,53	54,37
23/jun/09	INÍCIO	1205	65,38	45,61
	FIM		68,02	47,12
24/jun/09	INÍCIO	1206	70,44	54,44
	FIM		67,77	51,46
26/jun/09	INÍCIO	1207	67,34	48,26
	FIM		65,25	48,16
27/jun/09	INÍCIO	1208	70,43	51,23
	FIM		69,2	49,79
28/jun/09	INÍCIO	1209	72,3	55,45
	FIM		74,47	57,87
29/jun/09	INÍCIO	1210	79,15	53,54
	FIM		73,11	53,55
30/jun/09	INÍCIO	1211	75,77	55,67
	FIM		75,05	54,41
1/jul/09	INÍCIO	1212	72,78	50,94
	FIM		72,7	53,41
2/jul/09	INÍCIO	1213	75,23	53,52
	FIM		76,53	53,98
4/jul/09	INÍCIO	1214	76,43	51,96
	FIM		73,13	52,85
5/jul/09	INÍCIO	1216	-	-
	FIM		71,9	55,72
6/jul/09	INÍCIO	1217	79,1	53,45
	FIM		-	-
7/jul/09	INÍCIO	1218	74,33	52,81
	FIM		72,38	52,34

Tabela 12 – Testes Diários de Repetibilidade Radioativas – PT-DYK.

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL = 100m) Base: Sobral - CE				
DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
21/jun/09	INÍCIO	1502	72,32	56,49
	FIM		77,11	57,79
22/jun/09	INÍCIO	1503	78,51	57,94
	FIM		-	-
26/jun/09	INÍCIO	1504	75,41	50,38
	FIM		71,38	50,08
27/jun/09	INÍCIO	1505	73,15	53,14
	FIM		75,33	52,86
28/jun/09	INÍCIO	1506	74,38	57,67
	FIM		76,07	58,27
29/jun/09	INÍCIO	1507	73,58	53,18
	FIM		73,02	51,71
	INÍCIO	1508	75,93	49,70
	FIM		78,87	53,11
30/jun/09	INÍCIO	1509	75,97	53,36
	FIM		77,27	54,38
1/jul/09	INÍCIO	1510	75,32	49,18
	FIM		77,02	52,73
2/jul/09	INÍCIO	1511	74,94	48,65
	FIM		78,25	52,16
3/jul/09	INÍCIO	1512	74,28	53,23
	FIM		77,54	56,12
5/jul/09	INÍCIO	1513	77,87	55,39
	FIM		79,72	62,24
5/jul/09	INÍCIO	1514	78,84	53,59
	FIM		77,72	55,39
6/jul/09	INÍCIO	1515	79,18	57,15
	FIM		80,65	60,41
6/jul/09	INÍCIO	1516	76,49	53,80
	FIM		77,21	60,09
7/jul/09	INÍCIO	1517	78,34	54,50
	FIM		78,83	56,11

Tabela 13 – Testes Diários de Repetibilidade Radioativas – PR-PEC.

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL = 100m) Base: Sobral - CE				
DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
4/mar/09	INÍCIO	906	50,69	42,04
	FIM		52,31	44,61
9/mar/09	INÍCIO	907	49,27	39,29
	FIM		52,62	42,56
10/mar/09	INÍCIO	908	50,31	40,68
	FIM		52,16	43,96
13/mar/09	INÍCIO	910	72,62	47,91
	FIM		73,73	50,60
14/mar/09	INÍCIO	911	70,58	46,95
	FIM		70,96	49,41
18/mar/09	INÍCIO	912	64,67	44,44
	FIM		-	-
19/mar/09	INÍCIO	913	65,41	44,64
	FIM		66,33	45,80
20/mar/09	INÍCIO	914	69,98	48,66
	FIM		70,67	47,58
21/mar/09	INÍCIO	915	65,43	47,98
	FIM		67,92	46,32
25/mar/09	INÍCIO	916	60,96	44,22
	FIM		63,46	43,42
27/mar/09	INÍCIO	918	63,17	42,88
	FIM		62,9	45,94
29/mar/09	INÍCIO	919	64,37	41,57
	FIM		63,98	47,38
30/mar/09	INÍCIO	920	64,53	44,59
	FIM		63,42	45,58
2/abr/09	INÍCIO	921	59,62	40,77
	FIM		67,63	47,56
3/abr/09	INÍCIO	922	66,08	45,54
	FIM		66,11	46,35
6/abr/09	INÍCIO	923	62,98	42,24
	FIM		64,67	43,81
7/abr/09	INÍCIO	924	64,3	42,62
	FIM		66,25	45,74
8/abr/09	INÍCIO	925	65,44	45,04
	FIM		65,89	46,42
11/abr/09	INÍCIO	926	62,59	43,32
	FIM		61,85	46,96
21/jun/09	INÍCIO	930	69,76	55,19
	FIM		70,02	50,30
22/jun/09	INÍCIO	931	70,14	53,90
	FIM		74,19	54,34
23/jun/09	INÍCIO	932	71,39	47,39
	FIM		72,92	49,43
24/jun/09	INÍCIO	933	72,64	51,93
	FIM		-	-

DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
26/jun/09	INÍCIO	934	69,95	47,75
	FIM		70,41	47,31
27/jun/09	INÍCIO	935	69,64	51,86
	FIM		69,49	48,43
28/jun/09	INÍCIO	936	72,93	54,75
	FIM		70,17	53,79
29/jun/09	INÍCIO	937	73,24	50,95
	FIM		72,59	51,28
30/jun/09	INÍCIO	938	75,11	52,48
	FIM		73,99	51,06
1/jul/09	INÍCIO	939	73,76	51,27
	FIM		72,26	50,27
3/jul/09	INÍCIO	941	72,34	50,92
	FIM		75,98	52,09
4/jul/09	INÍCIO	942	72,15	48,31
	FIM		74,05	52,57
5/jul/09	INÍCIO	943	73,91	50,59
	FIM		76,44	53,95
6/jul/09	INÍCIO	944	76,61	52,38
	FIM		-	-
7/jul/09	INÍCIO	946	79,28	54,50
	FIM		73,35	53,54
8/jul/09	INÍCIO	947	72,38	47,77
	FIM		77,08	53,33

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 (208Tl) para calcular a resolução dos “cristais detectores voltados para baixo” (*downward looking*), tanto para os cristais individuais (2560 pol3) quanto para os “pacotes” ou “caixas” de 1024 pol3 cada, bem como espectro do cério (137Cs) para calcular a resolução dos “cristais detectores voltados para cima” (*upward looking*), tanto para cristais individuais (256 pol3) quanto para o “pacote” ou “caixa” de 512 pol3 no caso deste projeto.

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

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

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

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

A resolução calculada a partir do tório deve ser menor que 7% e a resolução a partir do cério deve ser menor que 12%.

2.3.6. Calibração dos Detectores *Downward Looking*

Foram realizados testes gamaespectrométricos específicos objetivando a calibração dos sistemas detectores da aeronave. A aeronave prefixo PR-PRS foi calibrada em agosto de 2008, a aeronave PT-DYK foi calibrada em maio de 2009 e a aeronave PR-PEC foi calibrada em fevereiro de 2009. 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, 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 Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda, estão indicadas na Tabela 14:

Tabela 14 – Concentração dos Tanques de Calibração Transportáveis.

Fonte Padrão	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)
<i>Background</i>	1,41 ± 0,01	0,97 ± 0,03	2,26 ± 0,10
Potássio	8,71 ± 0,09	0,32 ± 0,02	0,74 ± 0,10
Urânio	1,34 ± 0,02	59,9 ± 1,00	3,40 ± 0,14
Tório	1,34 ± 0,02	2,96 ± 0,06	136,0 ± 2,10

Para a determinação dos coeficientes de espalhamento *Compton*, a aeronave foi estacionada sobre os tanques de calibração transportáveis que foram sequencialmente posicionados sob cada pacote detector, aí permanecendo por 10 minutos para acumulação de dados na seguinte ordem: *background*, Th, U, K e *background*. Os dados acumulados foram processados pelo programa PADWIN, fornecidos pelo fabricante dos tanques calibradores (Exploratum), resultando nos valores dos coeficientes *Compton* para cada pacote de detectores de 1.024 polegadas cúbicas e para o total de 2.560 polegadas cúbicas. Os valores encontrados para os coeficientes de espalhamento *Compton* estão resumidos na Tabela 15. O Anexo I-b, no final deste relatório, apresenta os resultados dessas calibrações.

Tabela 15 – Coeficientes de Espalhamento *Compton*.

Aeronave	Data	α	β	γ	a	b	g
PR-PRS	25/08/2008	0,298	0,440	0,803	0,048	0,008	0,007
PR-PRS	22/05/2009	0,3053 $\pm 0,0029$	0,4353 $\pm 0,0063$	0,8022 $\pm 0,0095$	0,0467 $\pm 0,0043$	0,0083 $\pm 0,0026$	0,0098 $\pm 0,0020$
PT-DYK	14/05/2009	0,2963 $\pm 0,0027$	0,4498 $\pm 0,0060$	0,7640 $\pm 0,0086$	0,0365 $\pm 0,0040$	0,0070 $\pm 0,0025$	0,0050 $\pm 0,0019$
PR-PEC	17/02/2009	0,2855 $\pm 0,0024$	0,4203 $\pm 0,0055$	0,7802 $\pm 0,0079$	0,0416 $\pm 0,0037$	0,0024 $\pm 0,0023$	0,0023 $\pm 0,0017$

- 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. Os referidos testes comentados a seguir.

a) Vôo Cósmico (*Cosmic Flight*)

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

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

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

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

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

C é a contagem na janela cósmica.

O vôo cósmico envolveu o recobrimento de perfis sobre o mar, em área distante da costa cerca de pelo menos 20 km, voando nas altitudes de 4500, 5500, 6500, 7500, 8500, 9500, 10500, 11500 e 12500 pés, com duração de 15 minutos cada.

A Tabela 16, a seguir, resume os resultados obtidos pelas aeronaves nos vôos cósmicos. A apresentação dos resultados na forma de tabelas e gráficos encontra-se no Anexo I-c, no final deste relatório.

Tabela 16 – *Background* das Aeronaves e *Cosmic Stripping Ratios*.

Canal	Coeficiente	PR-PRS (28/08/08)	PR-PRS (24/05/09)	PT-DYK (24/05/09)	PR-PEC (22/02/09)
Contagem total	a (cps)	97,58	82,86	64,88	129,90
	b	1,0728	1,0537	1,0505	1,0195
Potássio	a (cps)	23,407	14,45	24,40	28,90
	b	0,0566	0,0696	0,0571	0,0557
Urânio	a (cps)	0,6922	2,2287	0	3,84
	b	0,0502	0,0455	0,0464	0,0446
Tório	a (cps)	0	0	0	0
	b	0,0578	0,0566	0,0568	0,0559
U <i>up</i>	a (cps)	0,5411	0,06	0	0,65
	b	0,0095	0,0087	0,0098	0,0094

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 (CPRM, 1999), com passagens sucessivas nas alturas de 200, 330, 400, 500, 600, 700, e 800 pés e duas passagens adicionais a 330 pés, correspondentes à altura padrão do levantamento (100 m). Na seqüência dos perfis também são realizadas passagens sobre o Oceano Atlântico na mesma altura de vôo observada sobre a pista de calibração dinâmica, com vistas à determinação do *background*.

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

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

2.3.7. Calibração dos Detectores *Upward Looking*

A calibração dos detectores aerogamaespectrométricos voltados para cima, tem por finalidade estabelecer a relação entre as contagens observadas nos canais de contagem total, potássio, urânio e tório, medidas nos detectores normais da aeronave, com aquelas registradas pelo detector *upward*, resultantes da presença de radônio disperso no ar. Tal relação é expressa por um conjunto de coeficientes obtidos a partir de dados de vôos realizados sobre a água, ou uma 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 está descrito apenas no Capítulo 3.

2.4. Compilação dos 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 o processamento da variação diurna de acordo com o gradiente fixado no contrato, qual seja: 15 nT/ 5 min;
- b) Leituras dos arquivos dos vôos das aeronaves e transferências dos dados coletados para o computador de campo, para fins de verificação da qualidade da gravação e análise dos perfis coletados, no que se refere a desvios na altura de vôo, envoltória de ruídos e desvios de navegação, estabelecidos respectivamente, em: 15 m para mais ou para menos, 0,5 nT e 100 m em relação à linha teórica;
- c) Geração das plotagens dos traços das linhas de vôo e controle, corrigidos diferencialmente, em superposição ao plano de vôo para identificação dos possíveis trechos desviados em mais de 20% do espaçamento teórico (100 m) por mais de 1000 m;
- d) Verificação da qualidade da gravação, em vídeo, do trajeto percorrido pela aeronave.

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

- Microcomputadores Notebook Intel Core 2 DUO;
- Impressora Multifuncional;
- Sistema de PC/Vídeo digital.

2.5. Equipe Técnica na Base de Operações

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

Alvaro Augusto Pereira	Chefe de equipe
Edmilson Linguanotto	
Mereane Silva	
Fabiano Dellajustina	
Victor Ferreira	
João Paulo Souza	
Antonio Cezar da Fonseca	Supervisor de operador
Wesley Andrade	Operador de Equipamento
Willian Vieira	
Wendel Lins	
Marcelo de Santi	
Rodrigo Batista	
Bruno Almeida	
Rubens Leal	Piloto
Ranilson Costa	
Julio Lima	
José Hermes de Melo	
Serafim Barreiras	
Mayk Nascimento	
Paulo Barbosa	Mecânico
Edmilson Ribeiro	
Domingos Rodrigues	
Agnaldo Vieira	
Jorge Santos	
Jesus Ferreira	

3. PROCESSAMENTO DE DADOS

3.1. Fluxo de Processamento

No processamento de dados do projeto foi empregado o *software OASIS MONTAJ* versão 6.4.1, do sistema *GEOSOFT*, além das rotinas de pré-processamento proprietárias, que permitem a exploração do dado binário coletado em voo para formato ASCII XYZ *GEOSOFT*. A Figura 12 no final do capítulo, mostra o fluxograma de processamento utilizado para o levantamento.

3.1.1. Preparação do Banco de Dados do Levantamento

Os dados brutos gravados em formato binário da 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 as coordenadas UTM do ponto em que a medida foi tomada, o processamento é então iniciado com as correções 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 bombeamento Ótico 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 mostrado num mesmo intervalo de tempo. Sendo assim, uma correlação denominada de Paralaxe ou Correlação de Lag deve ser aplicada. Uma linha especial de calibração foi voada para gravar as informações necessárias para qualificar este intervalo de tempo, para que os dados pudessem ser re-sincronizados.

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

A equação utilizada é a seguinte:

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

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

t₀ = Tempo de Amostragem,

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

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

A correção aplicada a todas as amostras coletadas pelas aeronaves, correspondeu a 0,30 segundo. Estas diferenças significativas são devidas às diferenças encontradas nos sistemas de aquisição. Os resultados dos testes para determinação encontram-se no Anexo II-c, no final deste relatório.

3.1.2.2. Remoção da Variação Magnética Diurna

Os valores obtidos pelo magnetômetro monitor foram inicialmente subtraídos das leituras do campo magnético realizadas a bordo da aeronave, tendo como variável comum a hora de amostragem, fixada com precisão de décimos de segundo. As diferenças encontradas, positivas ou negativas, foram, então, somadas algebricamente ao nível base, definido em 26.209 nT. Os valores resultantes correspondem à intensidade total do campo magnético corrigido da variação diurna.

3.1.2.3. Nivelamento dos Perfis

A aplicação do nivelamento através do software *OASIS MONTAJ* versão 6.4.1, do sistema *GEOSOFT* consiste, basicamente, no ajuste das linhas de controle com base na média das diferenças (ou diferença de 1ª ordem) com as linhas de vôo. Este procedimento assume que tais diferenças estão distribuídas de forma aleatória, de forma que um trend de no máximo 1ª ordem define o desnível entre as linhas de vôo e controle.

O procedimento compreende duas etapas distintas, conforme a seguir:

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

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

Nesta fase é criada uma Tabela de Interseções que contém as diferenças entre as linhas de controle niveladas e a linhas de vôo nos pontos de cruzamento.

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

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

3.1.2.4. Micronivelamento dos Perfis

Os dados do levantamento foram ainda micronivelados para eliminação de qualquer resíduo de “desnivelamento” que tenha permanecido nos dados. O processo envolveu a geração de dois *grids* auxiliares, resultantes da aplicação de filtros passa-alta tipo *Butterworth* (comprimento de onda da ordem de 4 vezes o espaçamento das linhas de vôo) e cosseno direcional atuando na direção das linhas de vôo e perpendicularmente a elas, seguindo-se, então, a criação de um *grid* final decorrugado, que resultará do somatório dos *grid* 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 de campo geomagnético internacional na área do projeto.

Esta superfície foi definida com base no valor do IGRF, tendo sido considerada a altitude de 350 m, referidos ao ano de 2005 e atualizados para a data de 27/02/2009 (2009, 159).

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 *Airbone gamma ray spectrometry surveying*. Foi empregada a rotina contida no sistema de processamento radiométrico *OASIS-RPS* da *GEOSOF*T.

3.1.3.1. Correção do Tempo Morto

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

3.1.3.2. Aplicação de Filtragem

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

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

- Filtragem não linear, que permite a remoção de *spikes* nos dados e a compensação de variações abruptas do radar altímetro;
- Filtragem do tipo passa-baixa, que 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. Correlação do Erro de Paralaxe

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

3.1.3.4. Cálculo da Altura Efetiva (h_c) de Vôo

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

$h_c = h (273,15/T + 273,15) \times (P/1013,25)$, sendo:

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

T – temperatura do ar medida em °C,

P – pressão atmosférica em milibar.

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

3.1.3.5. Remoção do *background* da Aeronave e Cósmico

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

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

$N = a + bC$, onde:

N – somatório das duas contribuições (em cps),

a – *background* da aeronave em cada janela do espectrômetro,

C – canal de radiação cósmica.

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

Os coeficientes aplicados aos dados (Tabela 15 – *Background* da Aeronave e *Cosmic Stripping Ratios*, item 2.3.6) foram aqueles definidos pelo vôo cósmico pelo mar, em área distante da costa, cujos gráficos estão indicados no Anexo I-c.

3.1.3.6. Remoção do *Background* do Radônio

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

$U_r = (u - a_1U - a_2Th) + (a_2 b_t - b_u) / (a_u - a_1 - a_2 a_t)$, onde:

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

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

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

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

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

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

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

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

$$U_r = a_u U_u + b_u,$$

$$K_r = a_k U_r + b_k,$$

$$T_r = a_t U_r + b_t,$$

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

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

No cálculo dos coeficientes a_{tc} , a_k , a_u e a_t (Tabela 17) foram utilizados os valores calculados a partir dos testes de *high level*. Os gráficos que correspondem a estes cálculos, encontram-se no Anexo I-d.

Tabela 17 – Constantes de Calibração do Radônio.

Canal	Coeficiente	PR-PRS (Bl. Leste)	PR-PRS (Bl. Oeste)	PT-DYK	PR-PEC
Contagem Total	a_{tc}	15,9293	15,1179	16,3357	17,0524
Potássio	a_k	0,8291	0,7950	0,9868	1,0265
Urânio <i>up</i>	a_u	0,1348	0,1645	0,1538	0,1703
Tório	a_t	0,3696	0,1454	0,1959	0,3124

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 (GRASTY & MINTY, 1995):

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

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

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

u_g – contribuição do solo na janela do urânio *down*;

a_1 e a_2 – constantes de calibração requeridas.

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

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

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

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

Os valores obtidos no levantamento em pauta estão demonstrados na Tabela 18 abaixo.

Tabela 18 – Coeficientes de *Skyshine*.

Coeficiente	PR-PRS (Bl. Leste)	PR-PRS (Bl. Oeste)	PT-DYK	PR-PEC
a_1	0,0488	0,0511	0,0577	0,0515
a_2	0,0159	0,0159	0,0159	0,0184

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,

α – radiações de urânio no tório,

b – radiações de potássio no tório,

g – radiações de potássio no urânio.

Os valores adotados para correção do efeito *Compton* são os descritos na Tabela 15– Coeficientes de Espalhamento *Compton*, apresentada no item 2.3.6. Maior detalhamento deste teste está presente no Anexo I-b.

3.1.3.9. Correção Altimétrica (Coeficiente de Atenuação Atmosférica)

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

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

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

N_H é a radiação a distância H da fonte,

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

μ é o coeficiente de atenuação atmosférica.

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

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

que é a equação de uma reta de coeficiente angular $-\mu$ e o coeficiente linear $\ln(N_0)$. Na determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) para cada um dos canais radiométricos foram utilizados os valores apresentados na Tabela 15, obtidos durante os testes realizados em Maricá-RJ. Os gráficos apresentando a correlação logarítmica entre as contagens e a altura de vôo encontram-se no Anexo I-f.

Tabela 19 – Coeficiente de Atenuação Atmosférica.

Canal Radiométrico	μ em m^{-1}			
	PR-PRS (28/08/2008)	PR-PRS (23/05/2009)	PT-DYK (23/05/2009)	PR-PEC (20/02/2009)
Contagem Total	-0,0070	-0,0069	-0,0071	-0,0067
Potássio	-0,0090	-0,0090	-0,0096	-0,0085
Urânio	-0,0073	-0,0084	-0,0055	-0,0069
Tório	-0,0070	-0,0067	-0,0074	-0,0067

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), com 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 20 seguir, corresponde à sensibilidade dos detectores analisados (volume total de 42 litros e dimensões de 10 cm x 10 cm x 40 cm cada), tomando por base a altura de vôo de 100 m sobre o terreno.

Tabela 20 – Coeficientes de Sensibilidade.

Canal Radiométrico	Sensibilidade			
	PR-PRS (28/08/2008)	PR-PRS (23/05/2009)	PT-DYK (23/05/2009)	PR-PEC (20/02/2009)
Contagem Total	210,81 cps/μR/h CT	240,55 cps/μR/h CT	229,66 cps/μR/h CT	191,09 cps/μR/h CT
Potássio	69,89 cps / %K	80,23 cps / %K	76,68 cps / %K	62,46 cps / %K
Urânio	9,79 cps / ppm eU	11,90 cps / ppm eU	10,16 cps / ppm eU	10,17 cps / ppm eU
Tório	3,86 cps /ppm eTh	4,51 cps /ppm eTh	4,53 cps /ppm eTh	3,69 cps /ppm eTh

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 foram 15,22 μR/h (PR-PEC), 14,78 μR/h (PR-PRS em 2008), 13,97 μR/h (PR-PRS em 2009 e PT-DYK).

Os gráficos comparativos dos perfis coletados durante a calibração dinâmica, após a conversão da amostragem para concentração aparente, acompanham o texto descritivo do procedimento de calibração apresentado no Anexo I-e.

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

As razões foram calculadas a partir dos valores radiométricos corrigidos, conforme descritos no item 3.1.3 deste capítulo. Para a eliminação de indeterminações, ou incorreções devidas a valores anormalmente abaixo, foi convencionada a fixação dos valores mínimos de K, U e Th em 10% da média destes canais na área de levantamento e aplicado também um filtro passa-baixa de 10 amostras. A Tabela 21 a seguir, resume os valores utilizados.

Tabela 21 – Valores Mínimos para Cálculo das Razões Radiométricas.

Canal Radiométrico	Valor Mínimo
K (%)	0,18
eU (ppm)	0,19
eTh (ppm)	1,40

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 *grid* regulares, interpolados em malha quadrada, com dimensões de 125 m x 125 m, o que equivale a um quarto do espaçamento entre as linhas de vôo.

3.3. Arquivo Final de Dados

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

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

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

3.4. Equipe Envolvida no Processamento dos Dados

Participou dos trabalhos de processamento o seguinte técnico:

Rodrigo Heidy Sternert - Gerente de Processamento de Dados

A direção geral das operações no Projeto Aerogeofísico Norte do Ceará esteve a cargo do economista Rodolfo Rocha Miranda.

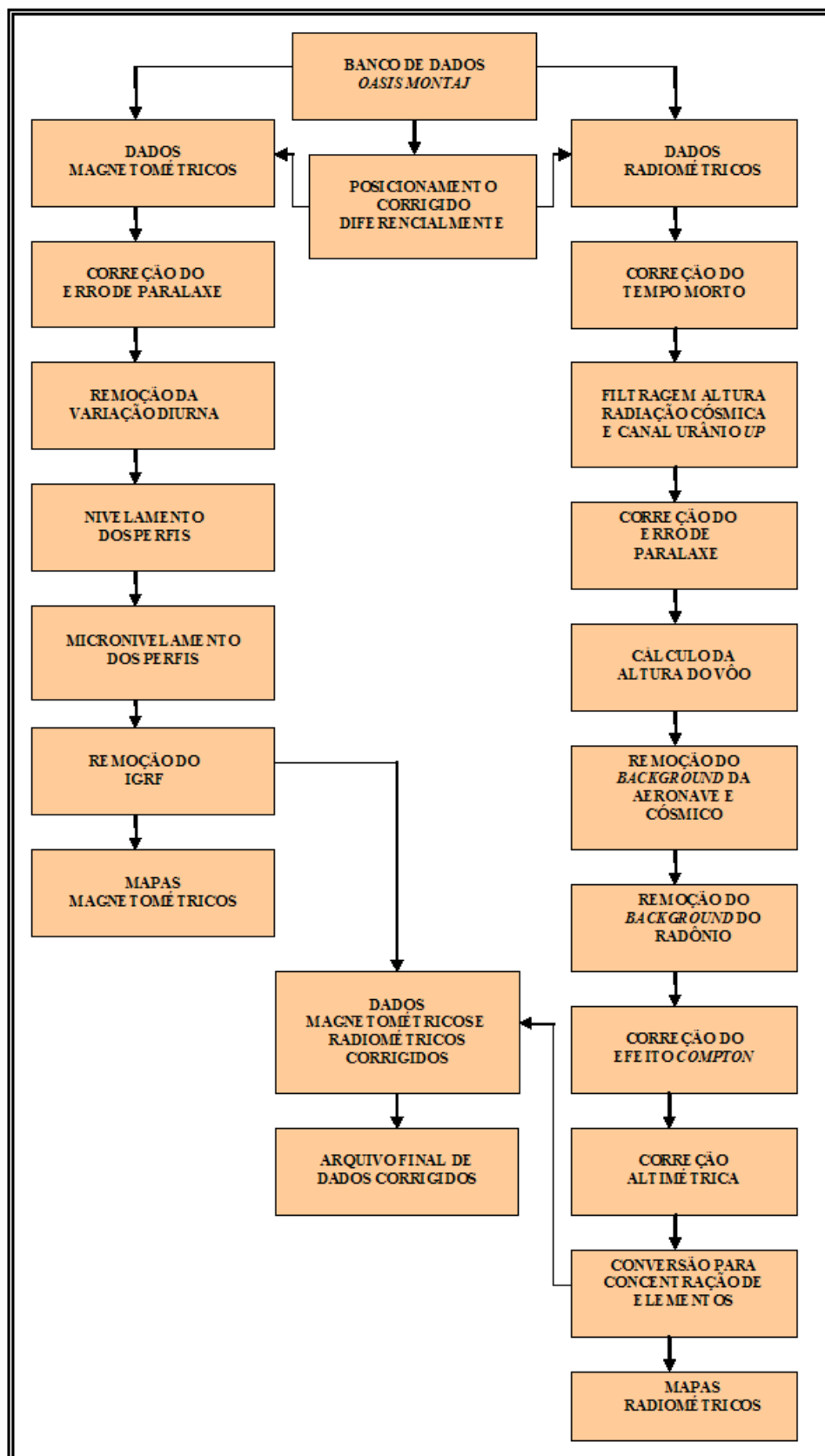


Figura 12 – Fluxograma do processamento de dados.

4. CRONOGRAMA GERAL DAS OPERAÇÕES

O levantamento do projeto executado no período de 18 de outubro de 2008 a 08 de julho de 2009. O processamento dos dados e elaboração do Relatório Final teve início após o término da fase de aquisição e foram concluídos em 28/08/2009.

A Figura 13 fornece o quadro comparativo entre o cronograma previsto e a duração efetiva do projeto.

Ano	2008					2009									
Etapa/Duração (mês)	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
Calibração Inicial															
Mobilização															
Aquisição de															
Dados															
Calibration															
Range															
Processamento															
e Relatório Final															

Figura 13 – Cronograma Geral das Operações.

5. PRODUTOS FINAIS

Os produtos finais relativos são 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 IBGE (IBGE, 1989). As informações geofísicas estão superpostas à rede de projeção UTM, traçada com retículas de 8 cm (40km em 1:500.000, 20km em 1:250.000 e 8km em 1:100.000), à rede geográfica, indicada por cruzetas dispostas a cada 30, 15 e 10 minutos, respectivamente, para as escalas 1:500.000, 1:250.000 e 1:100.000, e às informações planimétricas, obtidas dos arquivos digitais das folhas ao milionésimo SA.24 e SB.24 disponíveis no site do IBGE (www.ibge.gov.br). Na escala de 1:500.000 os mapas integrados foram elaborados de forma a englobar toda a área do Projeto em uma folha única.

As Figuras 14 e 15 ilustram a articulação das folhas relativas aos mapas apresentados nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, respectivamente.

A Tabela 22 apresenta os diversos tipos de mapas apresentados e suas características:

Tabela 22 – 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 Radiométrico eTh/K	Imagem e planimetria	Imagem e planimetria	Imagem e planimetria
Radiométrico Ternário	-	-	Imagem e planimetria
Modelo Digital do Terreno	-	-	Imagem sombreada (pseudo-iluminação) e planimetria
Traço de Linhas de Vão (digital)	Traço de linhas de vão e Planimetria	-	-

As especificações dos intervalos de contorno utilizados constam da Tabela 23 a seguir:

Tabela 23 – 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 125 nT	25 e 125 nT
1ª.Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	0,02 e 0,10 nT/m	0,02 e 0,10 nT/m
Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	0,10 e 0,50 nT/m	0,10 e 0,50 nT/m
Radiométrico de Contagem Total	1 e 5 µR/h	1 e 5 µR/h
Radiométrico de Potássio	0,2 e 1,0 %	0,2 e 1,0 %
Radiométrico de Urânio	0,2 e 1,0 ppm	0,2 e 1,0 ppm
Radiométrico de Tório	1 e 5 ppm	1 e 5 ppm
Razão Radiométrica eU/eTh	-	-
Razão Radiométrica eU/K	-	-
Razão Radiométrico eTh/K	-	-

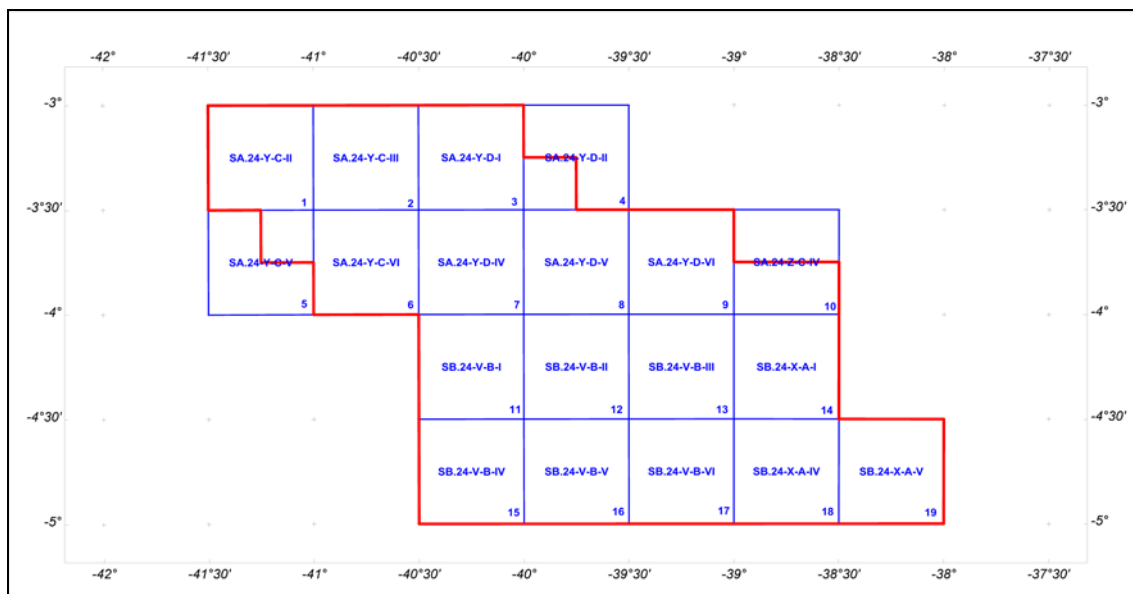


Figura 14 – Articulação das folhas na escala 1:100.000.

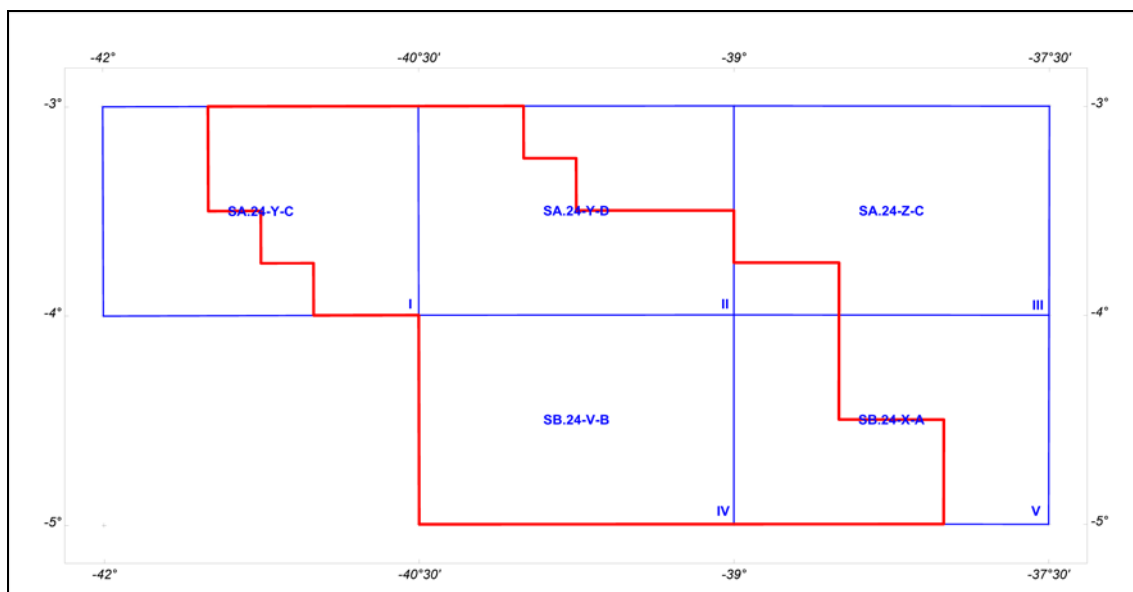


Figura 15 – Articulação das folhas na escala 1:250.000.

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

Os mapas magnetométricos, na escala 1:500.000, foram elaborados na forma de imagem colorida, com traços de contorno superpostos e em tons de cinza, com pseudo-iluminação projetada perpendicularmente às estruturas principais definidas pela Magnetometria. Nos mapas de pseudo-iluminação foram adotados o ângulo de 45° para a direção e de 45° para inclinação da fonte de iluminação aplicada.

Nas escalas 1:250.000 e 1:100.000 a imagem colorida se superpõe as curvas de isovalores e a planimetria básica.

A título de ilustração, os mapas magnetométricos do Campo Total e do Sinal Analítico estão sendo apresentados nas Figuras 16 e 17 respectivamente, com escalas reduzidas para tamanho A4.

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 as curvas de contorno.

Para a escala de 1:500.000, os mapas gamaespectrométricos se superpõe à planimétrica básica.

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

O mapa do canal radiométrico de Contagem Total, elaborado em escala reduzida para tamanho A4, está sendo apresentado na Figura 18.

5.3. Mapa Radiométrico Ternário

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

O mapa radiométrico ternário, elaborado em escala reduzida para tamanho A4, está sendo apresentado na Figura 19.

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

Os mapas das razões radiométricas foram elaborados a partir das razões das concentrações dos canais radiométricos de potássio, urânio e tório. Nos mapas de escala 1:500.000, 1:250.000 e 1:100.000 a imagem se superpõe à planimetria básica. O mapa radiométrico da razão Tório/Potássio está sendo elaborado em escala reduzida para tamanho A-4, sendo apresentado na Figura 20.

5.5. Mapa de Pseudo-Iluminação do Modelo Digital do Terreno

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

O mapa pseudo-iluminado do modelo digital do terreno, também elaborado em escala reduzida para tamanho A4, está apresentado na Figura 21, a qual apresenta os principais acidentes geográficos da área levantada, obtido a partir dos dados de GPS e radar altímetro registrado pela aeronave.

5.6. Mapa de Traço de Linhas de Vôo

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 numeradas a cada 100 fiduciais. Os mapas de traço de linhas de vôo são apresentados somente em escala 1:1000.000 na forma digital, não sendo portanto apresentados impressos, não obstante os arquivos de plotagem acompanharão os produtos finais.

5.7. Relatório Final

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

O texto deste relatório foi elaborado pelo geólogo Rodrigo Heidy Sternert. A revisão e edição final estiveram a cargo do engenheiro cartógrafo e mestre em geofísica Álvaro Augusto Pereira e da gerente do contrato da CPRM.

5.8. Arquivos Digitais Finais

Os dados obtidos no processamento de dados estão sendo apresentados em 1 (um) CD-ROM e 3 (três) DVD-ROMs em 4 (quatro) cópias. A descrição do conteúdo das informações gravadas nos DVD-ROMs está sendo apresentada no Anexo IV. A descrição detalhada do

formato dos arquivos XYZ e do padrão da CPRM (cruzamentos) é apresentada no Anexo V e também nas Tabelas 23, 24 e 25.

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

Os mapas foram gravados em arquivos de plotagem do tipo HPGL (*Hewlett Packard Graphics Language*) e *GEOSOFT MAP*. As informações planimétricas foram confeccionadas com auxílio do *software ESRI ArcGis Engine* versão 9.2.1324.0.

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 as linhas de vôo numeradas de 10010 a 11800 e de 13940 a 17810 e as linhas de controle numeradas de 19010 a 19170 para a aeronave PR-PRS, as linhas de vôo de 11810 a 12440 para a aeronave PT-DYK e as linhas de vôo de 12450 a 13930 e linhas de controle de 19015 a 19235 para a aeronave PR-PEC. Todas estas linhas listadas foram aprovadas e utilizadas no processamento e estão organizadas por ordem crescente de numeração.

O arquivo Metadados, bem como todos os arquivos especificados no contrato, estão sendo 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 24 – Banco de dados *Geosoft* (GDB) – Magnetometria.

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

Tabela 25 - Banco de dados *Geosoft* (GDB) – 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 de Voo (Radar Altimetro)	m
MDT	Modelo Digital do Terreno	m
CTB	Contagem Total Bruto	cps
KB	Potássio Bruto	cps
UB	Urânio Bruto	cps
THB	Tório Bruto	cps
UUP	Urânio <i>UP</i>	cps
LIVE_TIME	Tempo de Amostragem	ms
COSMICO	Radiação Cósmica	cps
TEMP	Temperatura	graus 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
THKRAZÃO	Razão entre Tório e Potássio	-
UKRAZÃO	Razão entre Urânio e Potássio	-
UTHRAZÃO	Razão entre Urânio e Tório	-
LONGITUDE	Longitude	graus decimais
LATITUDE	Latitude	graus decimais
DATA	Data	ano/mês/dia
HORA	Hora	hh:mm:ss

 Tabela 26 - Banco de dados *Geosoft* (GDB) – Gamaespectrometria 256 canais.

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

Tabela 27 - Arquivo de Cruzamento XYZ – Magnetometria.

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

5.9. Arquivos Poligonais

Estão sendo entregues também, no formato *Geosoft* PLY, os arquivos correspondentes ao corte das folhas 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000. 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 a sua codificação, seguida da extensão “ply”.

5.10. Produtos Originais

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

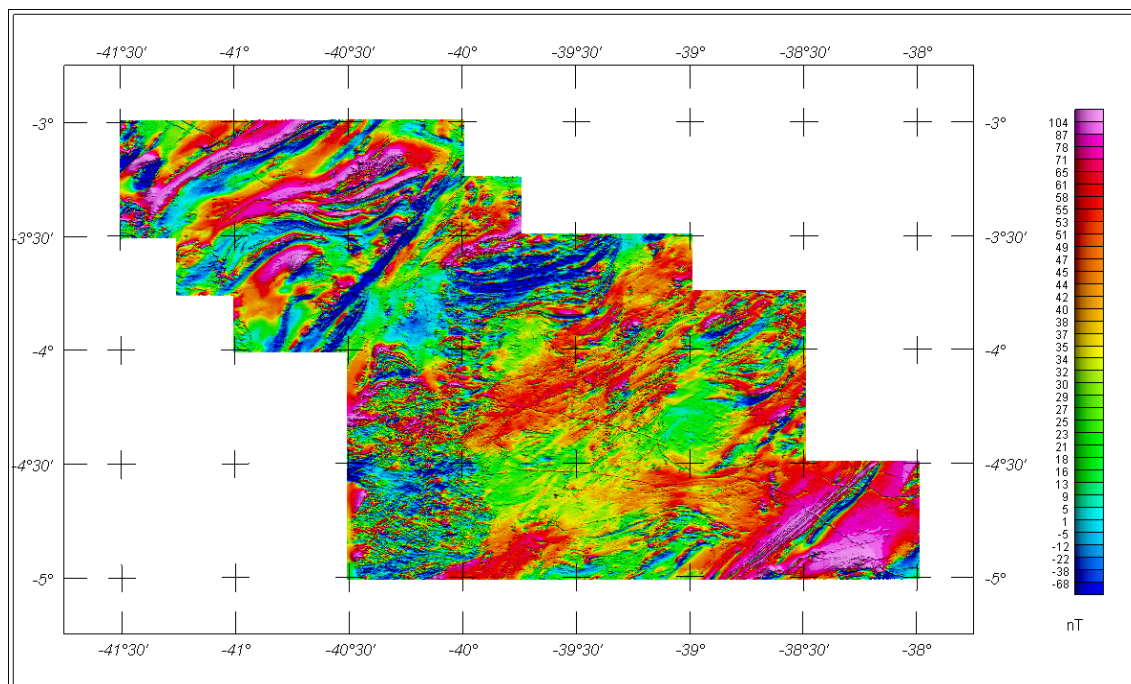


Figura 16 – Mapa pseudo-iluminado do campo magnético total (reduzido do IGRF).
(Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

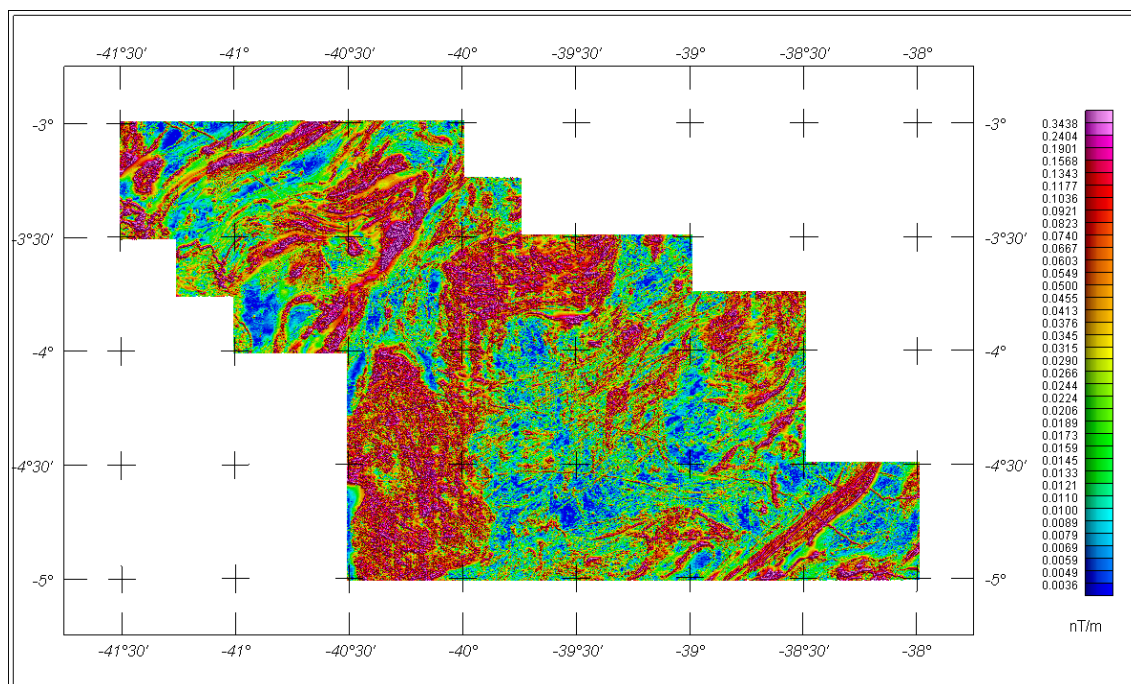


Figura 17 – Mapa do sinal analítico do campo magnético total (reduzido do IGRF).
(Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

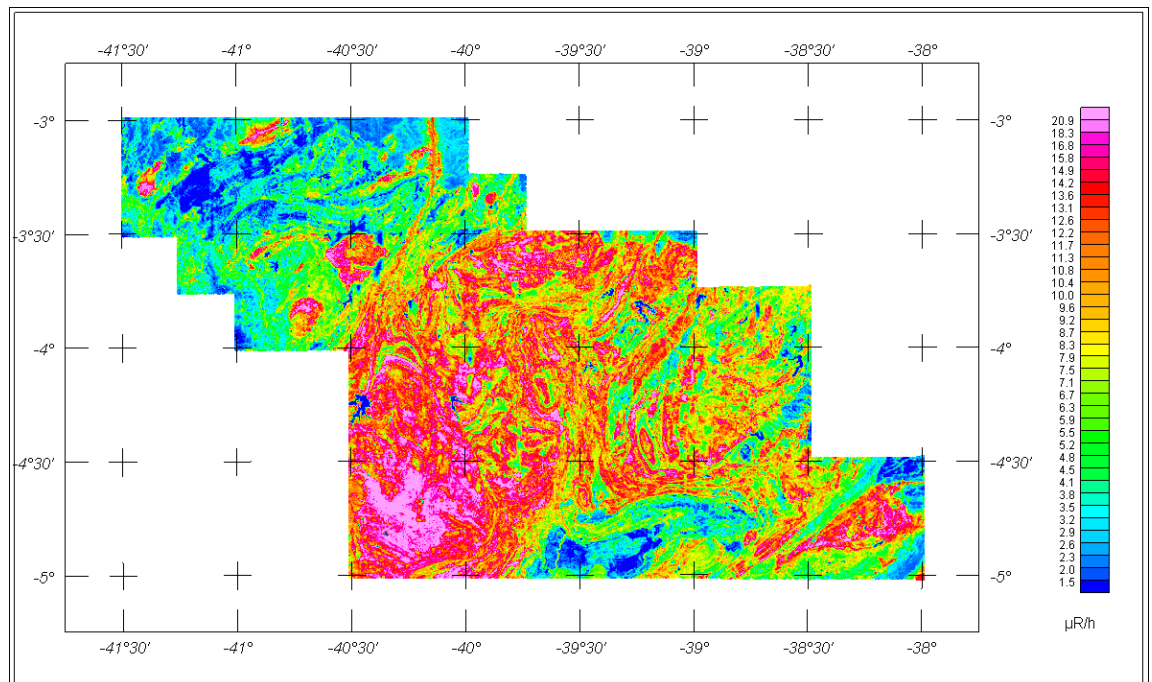


Figura 18 – Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do canal de Contagem Total.

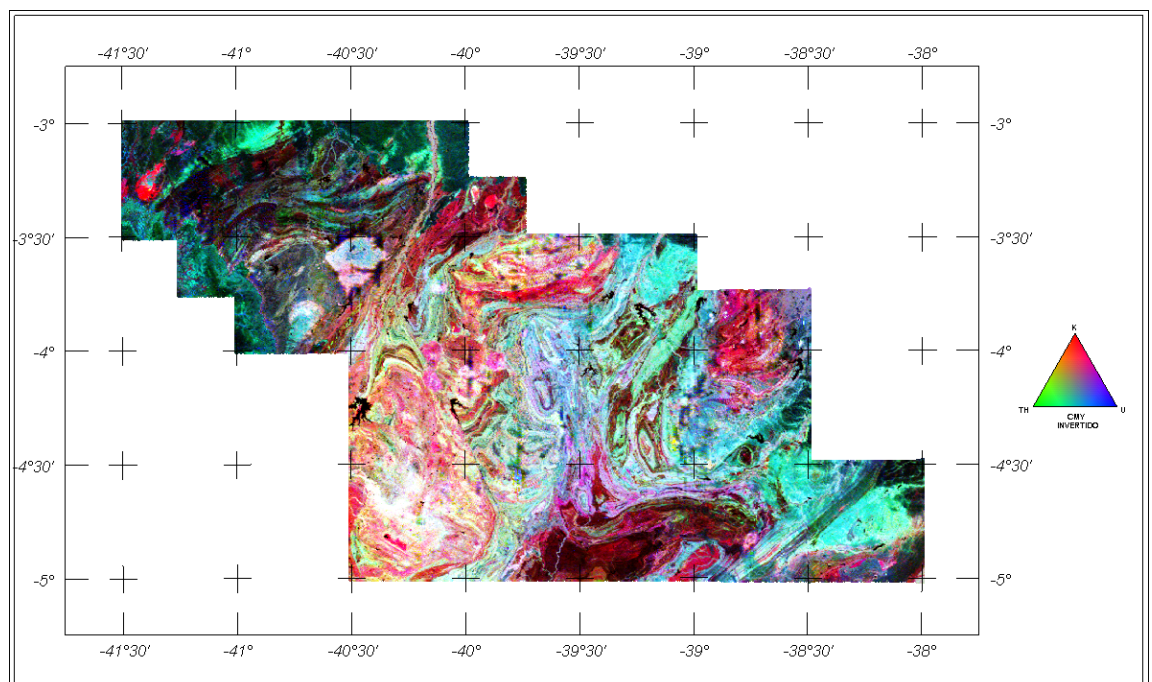


Figura 19 – Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th).

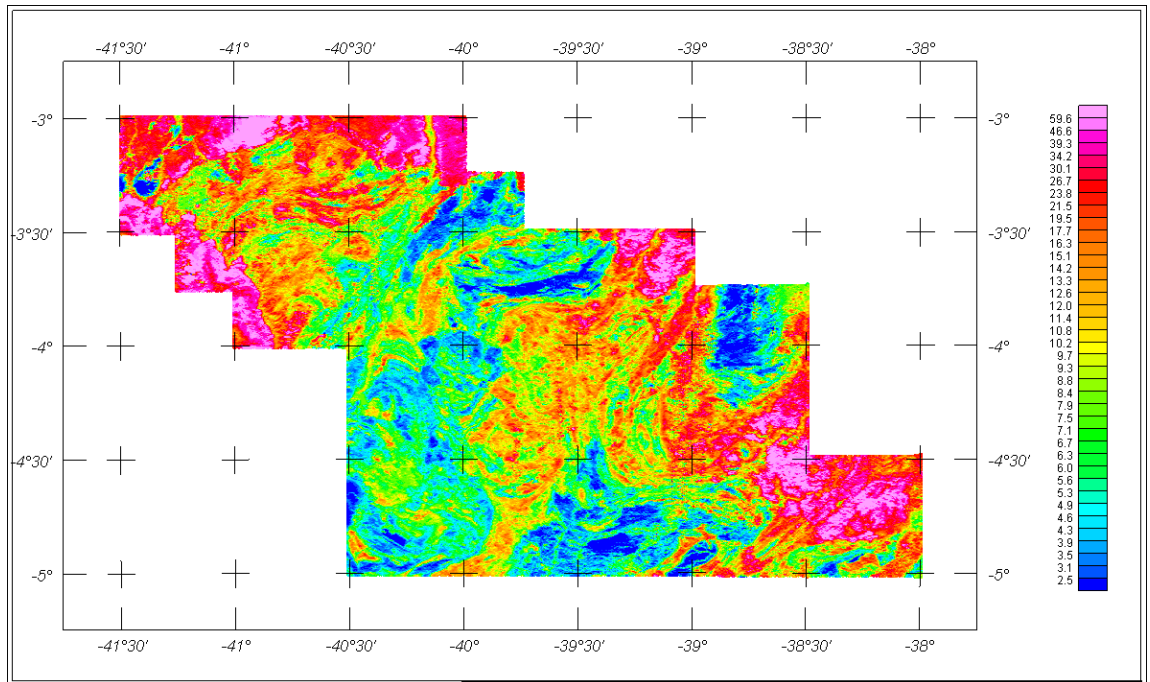


Figura 20 – Mapa Radiométrico da razão Tório / Potássio.

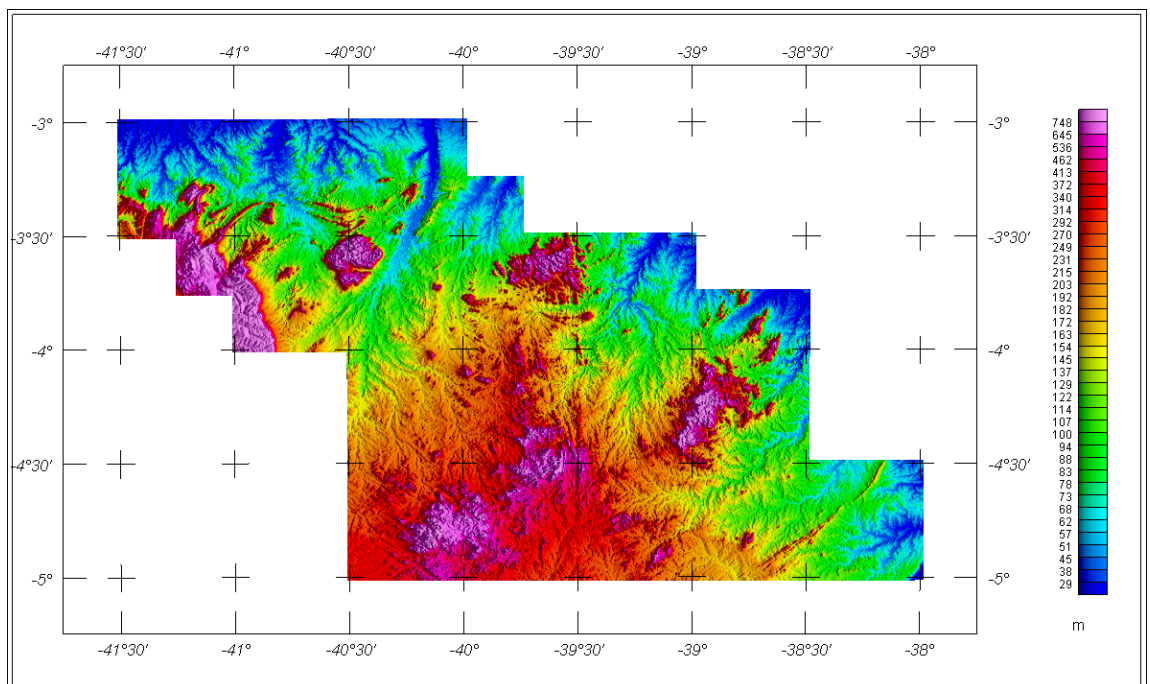


Figura 21 – Mapa pseudo-iluminado do Modelo Digital do Terreno.
(Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

6. PARTICIPAÇÃO DA CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

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

Mauro Lisboa Souza	Geólogo	REFO-FO
José Farias	Geólogo	REFO-FO
Ludwig Zellner	Assistente Executivo	DIGEOF-ERJ

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

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CPRM - 1999** - Relatório sobre os serviços de geodésia e topografia para locação da linha de calibração dinâmica. Divisão de Cartografia - DICART. Rio de Janeiro, Brasil.
- ESRI - 2007** - Arc Gis Engine Runtime versão 9.2.1324 para Target for Arc Gis versão 7.0.1, desenvolvido pela Geosoft Inc. 1 CD-ROM.
- 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, Austrália. p. 19-24.
- IAEA. - 1991** - Airbone gamma ray spectrometer surveying. International Atomic Energy Agency. Technical Reports Series No. 323. Vienna, Austria. p. 21-52.
- IAEA. - 2003** - Guidelines for radioelement mapping using gamma ray spectrometry data. International Atomic Energy Agency. TECDOC-1363. Vienna, Austria. p. 25-26, 56.
- IBGE. - 1989** - Manual Técnico de Noções Básicas de Cartografia - Fundação IBGE. Rio de Janeiro, Brasil.

**ANEXO I – RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DO
GAMAESPECTRÔMETRO.**

**ANEXO I – a - RESULTADOS DOS TESTES DA RESOLUÇÃO
DOS CRISTAIS DETECTORES
(DOWNWARD E UPWARD)**

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO NORTE DO CEARÁ
CPRM CONTRATO N.º 032/PR/08

RESULTADOS DOS TESTES DA RESOLUÇÃO
DOS CRISTAIS DETECTORES
(*DOWNWARD E UPWARD*)

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-350
PR-PRS

RIO DE JANEIRO - RJ
25 DE AGOSTO DE 2008


RADIATION SOLUTIONS INC
CALIBRATION SHEET

Instrument:	RSX-5
--------------------	--------------

Customer:	Prospectors	Date:	August 25, 2008
Contact:	Mario Steiner	Tech.:	GP
Console :	N/A	Job Order:	SO#
Detector 1:	5551	Customer PO	PO#
Detector 2:	N/A		

Channels:	1024	ADC Offset:	N/A				
-----------	------	-------------	-----	--	--	--	--

	A1	A2	A3	A4	A5
High Voltages	751	828	758	642	861

Stripping Constant	"this system"	"poor"	"normal"
Alpha	0.294	0.380	0.250
Beta	0.439	0.430	0.400
Gamma	0.791	0.920	0.810
A	0.044	0.090	0.060
B	0.011	0.010	0.000
G	0.009	0.060	0.003

ROI#	Channel	IAEA Specification [keV]	Label
1	137-937	410-2810	Total Count
2	457-523	1370-1570	Potassium K
3	553-620	1660-1860	Uranium U
4	803-937	2410-2810	Thorium Th
5			
6			
7			
8	553-620	1660-1860	Uranium Upper U

ROI#	Cs FWHM	Peak	Th FWHM	Peak
A1	7.64	220.74	4.54	871.28
A2	8.31	219.97	4.96	870.61
A3	8.65	219.56	4.43	872.59
A4	6.94	221.57	4.33	871.93
Sum Dn	7.86	220.56	4.53	871.56
Sum Up	8.75	220.03	5.35	871.65


RADIATION SOLUTIONS INC
CALIBRATION SHEET

 Instrument: **RSX-4**

Customer:	Prospectors	Date:	August 25, 2008
Contact:	Mario Steiner	Tech.:	GP
Console :	N/A	Job Order:	SO#
Detector 1:	5429	Customer PO	PO#
Detector 2:	N/A		

Channels:	1024	ADC Offset:	N/A				
-----------	------	-------------	-----	--	--	--	--

	A1	A2	A3	A4	A5
High Voltages	758	729			

Stripping Constant	"this system"	"poor"	"normal"
Alpha	0.295	0.380	0.250
Beta	0.404	0.430	0.400
Gamma	0.781	0.920	0.810
A	0.051	0.090	0.060
B	0.000	0.010	0.000
G	0.005	0.060	0.003

ROI#	Channel	IAEA Specification [keV]	Label
1	137-937	410-2810	Total Count
2	457-523	1370-1570	Potassium K
3	553-620	1660-1860	Uranium U
4	803-937	2410-2810	Thorium Th
5			
6			
7			
8	553-620	1660-1860	Uranium Upper U

ROI#	Cs FWHM	Peak	Th FWHM	Peak
A1	7.42	220.04	4.17	872.59
A2	7.39	220.06	4.16	872.82
A3				
A4				
Sum Dn	7.40	220.05	4.16	872.71
Sum Up				


RADIATION SOLUTIONS INC
CALIBRATION SHEET
Instrument: RSX-5

Customer:	Prospectors	Date:	August 25, 2008
Contact:	Mario Steiner	Tech.:	GP
Console :	N/A	Job Order:	SO#
Detector 1:	5550	Customer PO	PO#
Detector 2:	N/A		

Channels:	1024	ADC Offset:	N/A				
-----------	------	-------------	-----	--	--	--	--

	A1	A2	A3	A4	A5
High Voltages	631	739	770	693	736

Stripping Constant	"this system"	"poor"	"normal"
Alpha	0.305	0.380	0.250
Beta	0.457	0.430	0.400
Gamma	0.835	0.920	0.810
A	0.055	0.090	0.060
B	0.009	0.010	0.000
G	0.006	0.060	0.003

ROI#	Channel	IAEA Specification [keV]	Label
1	137-937	410-2810	Total Count
2	457-523	1370-1570	Potassium K
3	553-620	1660-1860	Uranium U
4	803-937	2410-2810	Thorium Th
5			
6			
7			
8	553-620	1660-1860	Uranium Upper U

ROI#	Cs FWHM	Peak	Th FWHM	Peak
A1	6.70	221.91	4.13	872.68
A2	8.22	220.43	5.28	870.19
A3	8.46	220.42	5.15	871.48
A4	8.20	219.95	5.10	871.08
Sum Dn	7.91	220.72	4.86	871.46
Sum Up	8.63	220.54	5.54	871.13


RADIATION SOLUTIONS INC
CALIBRATION SHEET
Instrument: RSX-4/5

Customer:	Prospectors	Date:	August 25, 2008
Contact:	Mario Steiner	Tech.:	GP
Console :	5012	Job Order:	SO#
Detector 1:	5550	Customer PO	PO#
Detector 2:	5551	Detector 3:	5429

Channels:	1024	ADC Offset:	N/A				
-----------	------	-------------	-----	--	--	--	--

	A1	A2	A3	A4	A5
High Voltages					

Stripping Constant	"this system"	"poor"	"normal"
Alpha	0.298	0.380	0.250
Beta	0.440	0.430	0.400
Gamma	0.803	0.920	0.810
A	0.048	0.090	0.060
B	0.008	0.010	0.000
G	0.007	0.060	0.003

ROI#	Channel	IAEA Specification [keV]	Label
1	137-937	410-2810	Total Count
2	457-523	1370-1570	Potassium K
3	553-620	1660-1860	Uranium U
4	803-937	2410-2810	Thorium Th
5			
6			
7			
8	553-620	1660-1860	Uranium Upper U

ROI#	Cs FWHM	Peak	Th FWHM	Peak
A1				
A2				
A3				
A4				
Sum Dn				
Sum Up				

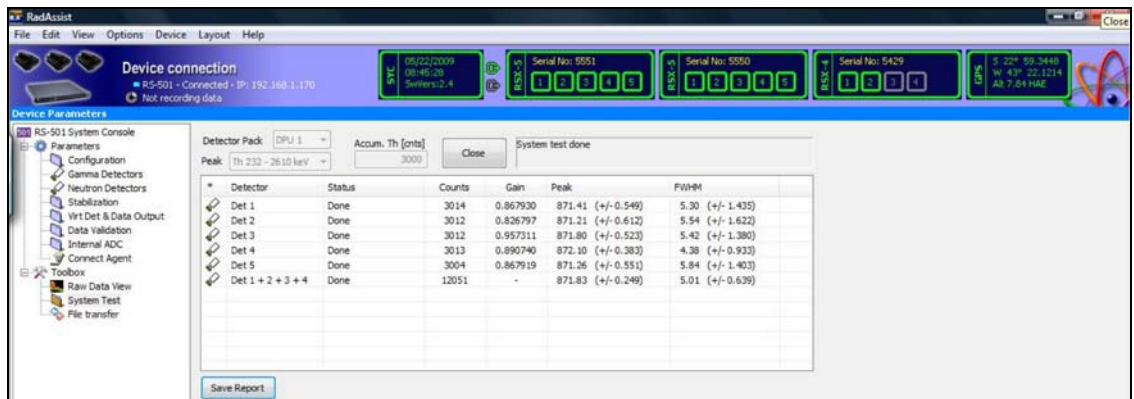
PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO NORTE DO CEARÁ
CPRM CONTRATO N.º 032/PR/08

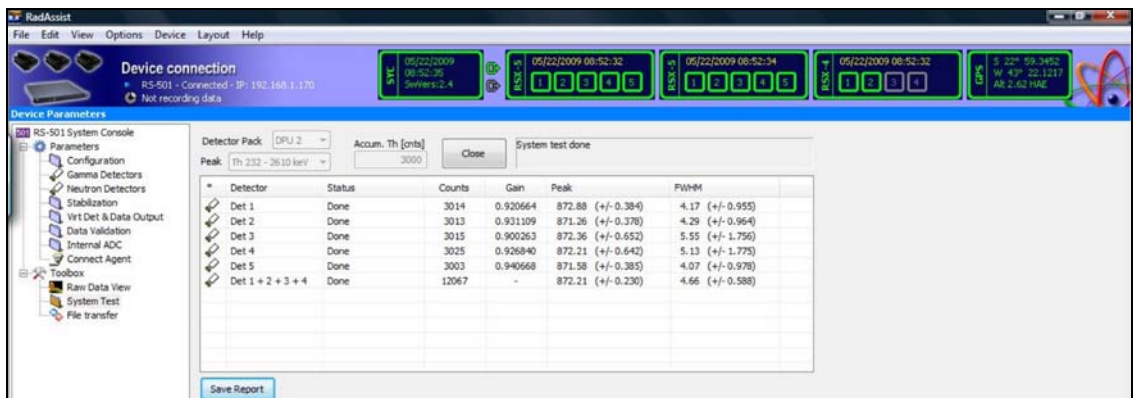
RESULTADOS DOS TESTES DA RESOLUÇÃO
DOS CRISTAIS DETECTORES
(*DOWNWARD E UPWARD*)

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-350
PR-PRS

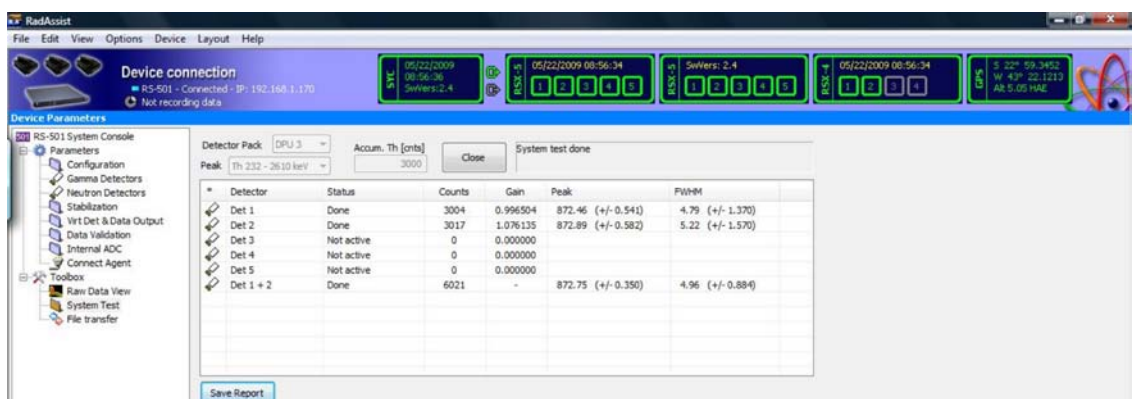
RIO DE JANEIRO - RJ
22 DE MAIO DE 2009



Arquivo (formato *.jpg) gravado no dia 22/05/09 no hangar em Jacarepaguá-RJ mostrando a resolução dos cristais do sistema Radiation Solutions RS-500 da aeronave PR-PRS (Caixa A).



Arquivo (formato *.jpg) gravado no dia 22/05/09 no hangar em Jacarepaguá-RJ mostrando a resolução dos cristais do sistema Radiation Solutions RS-500 da aeronave PR-PRS (Caixa B).



Arquivo (formato *.jpg) gravado no dia 22/05/09 no hangar em Jacarepaguá-RJ mostrando a resolução dos cristais do sistema Radiation Solutions RS-500 da aeronave PR-PRS (Caixa C).

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO NORTE DO CEARÁ
CPRM CONTRATO N.º 032/PR/08

RESULTADOS DOS TESTES DA RESOLUÇÃO
DOS CRISTAIS DETECTORES
(*DOWNWARD E UPWARD*)

AERONAVE PIPER NAVAJO CHIEFTAIN PA31-310
PT-DYK

RIO DE JANEIRO - RJ
14 DE MAIO DE 2009

Não foi efetuado registro digital das resoluções devido à falha do operador Antonio Fonseca, o mesmo constatou que o sistema estava calibrado dentro das especificações da IAEA (resolução - Tório entre 4 a 6 %).

**ANEXO I – b - RESULTADOS DOS TESTES DOS COEFICIENTES
DE ESPALHAMENTO *COMPTON***

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO NORTE DO CEARÁ
CPRM CONTRATO N.º 032/PR/08

RESULTADO DO TESTE DOS COEFICIENTES
DE ESPALHAMENTO *COMPTON*

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-350
PR-PRS

RIO DE JANEIRO - RJ
25 DE AGOSTO DE 2008



CALIBRATION SHEET

Instrument:	RSX-5
-------------	--------------

Customer:	Prospectors	Date:	August 25, 2008
Contact:	Mario Steiner	Tech.:	GP
Console :	N/A	Job Order:	SO#
Detector 1:	5551	Customer PO	PO#
Detector 2:	N/A		

Channels:	1024	ADC Offset:	N/A				
-----------	------	-------------	-----	--	--	--	--

	A1	A2	A3	A4	A5
High Voltages	751	828	758	642	861

Stripping Constant	"this system"	"poor"	"normal"
Alpha	0.294	0.380	0.250
Beta	0.439	0.430	0.400
Gamma	0.791	0.920	0.810
A	0.044	0.090	0.060
B	0.011	0.010	0.000
G	0.009	0.060	0.003

ROI#	Channel	IAEA Specification [keV]	Label
1	137-937	410-2810	Total Count
2	457-523	1370-1570	Potassium K
3	553-620	1660-1860	Uranium U
4	803-937	2410-2810	Thorium Th
5			
6			
7			
8	553-620	1660-1860	Uranium Upper U

ROI#	Cs FWHM	Peak	Th FWHM	Peak
A1	7.64	220.74	4.54	871.28
A2	8.31	219.97	4.96	870.61
A3	8.65	219.56	4.43	872.59
A4	6.94	221.57	4.33	871.93
Sum Dn	7.86	220.56	4.53	871.56
Sum Up	8.75	220.03	5.35	871.65


RADIATION SOLUTIONS INC
CALIBRATION SHEET

 Instrument: **RSX-4**

Customer:	Prospectors	Date:	August 25, 2008
Contact:	Mario Steiner	Tech.:	GP
Console :	N/A	Job Order:	SO#
Detector 1:	5429	Customer PO	PO#
Detector 2:	N/A		

Channels:	1024	ADC Offset:	N/A				
-----------	------	-------------	-----	--	--	--	--

	A1	A2	A3	A4	A5
High Voltages	758	729			

Stripping Constant	"this system"	"poor"	"normal"
Alpha	0.295	0.380	0.250
Beta	0.404	0.430	0.400
Gamma	0.781	0.920	0.810
A	0.051	0.090	0.060
B	0.000	0.010	0.000
G	0.005	0.060	0.003

ROI#	Channel	IAEA Specification [keV]	Label
1	137-937	410-2810	Total Count
2	457-523	1370-1570	Potassium K
3	553-620	1660-1860	Uranium U
4	803-937	2410-2810	Thorium Th
5			
6			
7			
8	553-620	1660-1860	Uranium Upper U

ROI#	Cs FWHM	Peak	Th FWHM	Peak
A1	7.42	220.04	4.17	872.59
A2	7.39	220.06	4.16	872.82
A3				
A4				
Sum Dn	7.40	220.05	4.16	872.71
Sum Up				

CALIBRATION SHEET

Instrument:	RSX-5
-------------	--------------

Customer:	Prospectors	Date:	August 25, 2008
Contact:	Mario Steiner	Tech.:	GP
Console :	N/A	Job Order:	SO#
Detector 1:	5550	Customer PO	PO#
Detector 2:	N/A		

Channels:	1024	ADC Offset:	N/A			
-----------	------	-------------	-----	--	--	--

	A1	A2	A3	A4	A5
High Voltages	631	739	770	693	736

Stripping Constant	"this system"	"poor"	"normal"
Alpha	0.305	0.380	0.250
Beta	0.457	0.430	0.400
Gamma	0.835	0.920	0.810
A	0.055	0.090	0.060
B	0.009	0.010	0.000
G	0.006	0.060	0.003

ROI#	Channel	IAEA Specification [keV]	Label
1	137-937	410-2810	Total Count
2	457-523	1370-1570	Potassium K
3	553-620	1660-1860	Uranium U
4	803-937	2410-2810	Thorium Th
5			
6			
7			
8	553-620	1660-1860	Uranium Upper U

ROI#	Cs FWHM	Peak	Th FWHM	Peak
A1	6.70	221.91	4.13	872.68
A2	8.22	220.43	5.28	870.19
A3	8.46	220.42	5.15	871.48
A4	8.20	219.95	5.10	871.08
Sum Dn	7.91	220.72	4.86	871.46
Sum Up	8.63	220.54	5.54	871.13

CALIBRATION SHEET

Instrument:	RSX-4/5
-------------	----------------

Customer:	Prospectors		Date:	August 25, 2008
Contact:	Mario Steiner		Tech.:	GP
Console :	5012		Job Order:	SO#
Detector 1:	5550		Customer PO	PO#
Detector 2:	5551	Detector 3: 5429		

Channels:	1024	ADC Offset:	N/A			
-----------	------	-------------	-----	--	--	--

	A1	A2	A3	A4	A5
High Voltages					

Stripping Constant	"this system"	"poor"	"normal"
Alpha	0.298	0.380	0.250
Beta	0.440	0.430	0.400
Gamma	0.803	0.920	0.810
A	0.048	0.090	0.060
B	0.008	0.010	0.000
G	0.007	0.060	0.003

ROI#	Channel	IAEA Specification [keV]	Label
1	137-937	410-2810	Total Count
2	457-523	1370-1570	Potassium K
3	553-620	1660-1860	Uranium U
4	803-937	2410-2810	Thorium Th
5			
6			
7			
8	553-620	1660-1860	Uranium Upper U

ROI#	Cs FWHM	Peak	Th FWHM	Peak
A1				
A2				
A3				
A4				
Sum Dn				
Sum Up				

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO NORTE DO CEARÁ
CPRM CONTRATO N.º 032/PR/08

RESULTADO DO TESTE DOS COEFICIENTES
DE ESPALHAMENTO *COMPTON*

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-350
PR-PRS

RIO DE JANEIRO - RJ
22 DE MAIO DE 2009

Resumo das Contagens de Cada Elemento Sobre os

Tanques de Calibração Transportáveis

Aeronave PR-PRS

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento <u>Aeronave Piper Navajo PA 31-350 - PR-PRS</u> Obs.: Os valores abaixo foram corrigidos do <i>live time</i>					
Pacote de cristais A (1.024 pol ³)			Elementos (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG1	<i>Background</i>	600	316,70	59,77	90,02
TH1	Tório	600	401,83	120,36	274,25
U1	Urânio	600	420,51	188,83	98,83
K1	Potássio	600	520,24	59,36	90,06
Pacote de cristais B (1.024 pol ³)			Elementos (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG2	<i>Background</i>	600	307,84	58,65	94,49
TH2	Tório	600	361,16	100,19	218,28
U2	Urânio	600	374,45	144,15	98,08
K2	Potássio	600	441,69	58,33	93,40
Pacote de cristais C (512 pol ³)			Elementos (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG3	<i>Background</i>	600	210,12	35,14	63,13
TH3	Tório	600	222,69	45,36	93,97
U3	Urânio	600	226,66	57,41	64,61
K3	Potássio	600	242,76	35,43	63,28

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento <u>Aeronave Piper Navajo PA 31-350 - PR-PRS</u> Obs.: Os valores abaixo foram corrigidos do <i>live time</i>				
Pacote de cristais A (1.024 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	190018	35865	54013
Tório	600	241101	72214	164551
Urânio	600	252306	113299	59295
Potássio	600	312144	35618	54035
Pacote de cristais B (1.024 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	184706	35190	56693
Tório	600	216694	60111	130968
Urânio	600	224672	86491	58845
Potássio	600	265011	34995	56042
Pacote de cristais C (512 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	126072	21082	37876
Tório	600	133611	27213	56379
Urânio	600	135994	34443	38763
Potássio	600	145656	21257	37968
Pacotes de cristais A, B e C (2.560 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	500795	92137	148581
Tório	600	591406	91870	148045
Urânio	600	612972	234233	156903
Potássio	600	722811	159538	351898

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	1.410 (.010)	.97 (.03)	2.26 (.10)	
K Pad	8.710 (.090)	.32 (.02)	.74 (.10)	
U Pad	1.340 (.020)	52.90 (1.00)	3.40 (.14)	
T Pad	1.340 (.020)	2.96 (.06)	136.00 (2.10)	
GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:				
	POTASSIUM	URANIUM	THORIUM	
	1.17	1.17	1.19	
Rio de Janeiro, 22/05/2009 - Caixa A - PR-PRS				
WINDOW COUNTS:				
	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	190018.	35865.	54013.
K Pad	600.0	312144.	35618.	54035.
U Pad	600.0	252306.	113299.	59295.
T Pad	600.0	241101.	72214.	164551.
1				
A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:				
	2.819E+01 (3.865E-01)	2.023E+00 (4.615E-02)	6.212E-01 (1.357E-02)	
	2.508E-01 (6.377E-02)	2.476E+00 (4.934E-02)	4.163E-01 (7.835E-03)	
	3.039E-01 (8.082E-02)	1.397E-01 (1.205E-02)	1.376E+00 (2.239E-02)	
INVERSE A-MATRIX:				
	3.581E-02 (4.948E-04)	-2.884E-02 (5.000E-04)	-7.445E-03 (2.605E-04)	
	-2.336E-03 (9.794E-04)	4.127E-01 (8.167E-03)	-1.238E-01 (2.945E-03)	
	-7.673E-03 (2.114E-03)	-3.555E-02 (3.196E-03)	7.412E-01 (1.204E-02)	

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.819E+01 (3.865E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 2.476E+00 (4.934E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.376E+00 (2.239E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 3.298E+01 (4.522E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 2.897E+00 (5.772E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.637E+00 (2.665E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .3026 (.0034)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4516 (.0071)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .8171 (.0107)

U INTO TH (A = A32/A22): .0564 (.0047)

K INTO TH (B = A31/A11): .0108 (.0029)

K INTO U (G = A21/A11): .0089 (.0023)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.736E+02 (1.101E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 5.608E+01 (4.115E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 8.635E+01 (5.162E-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	
Rio de Janeiro, 22/05/2009 - Caixa B - PR-PRS				
WINDOW COUNTS:				
	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	184706.	35190.	56693.
K Pad	600.0	265011.	34995.	56042.
U Pad	600.0	224672.	86491.	58845.
T Pad	600.0	216694.	60111.	130968.
1				
A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:				
	1.853E+01 (2.773E-01)	1.299E+00 (3.339E-02)	3.890E-01 (1.041E-02)	
	1.611E-01 (6.212E-02)	1.640E+00 (3.356E-02)	2.862E-01 (5.973E-03)	
	4.830E-02 (7.974E-02)	4.883E-02 (1.139E-02)	9.249E-01 (1.550E-02)	
INVERSE A-MATRIX:				
	5.436E-02 (8.262E-04)	-4.276E-02 (8.863E-04)	-9.628E-03 (4.938E-04)	
	-4.890E-03 (2.210E-03)	6.191E-01 (1.255E-02)	-1.895E-01 (4.821E-03)	
	-2.581E-03 (4.693E-03)	-3.045E-02 (6.627E-03)	1.092E+00 (1.816E-02)	

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = $1.853\text{E}+01$ ($2.773\text{E}-01$) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = $1.640\text{E}+00$ ($3.356\text{E}-02$) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = $9.249\text{E}-01$ ($1.550\text{E}-02$) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = $2.168\text{E}+01$ ($3.245\text{E}-01$) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = $1.919\text{E}+00$ ($3.926\text{E}-02$) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = $1.101\text{E}+00$ ($1.844\text{E}-02$) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A_{23}/A_{33}): .3095 (.0046)

TH INTO K (BETA = A_{13}/A_{33}): .4206 (.0094)

U INTO K (GAMMA = A_{12}/A_{22}): .7920 (.0145)

U INTO TH (A = A_{32}/A_{22}): .0298 (.0069)

K INTO TH (B = A_{31}/A_{11}): .0026 (.0043)

K INTO U (G = A_{21}/A_{11}): .0087 (.0034)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : $2.796\text{E}+02$ ($9.849\text{E}-01$) COUNTS/M

U WINDOW : $5.618\text{E}+01$ ($3.983\text{E}-01$) COUNTS/M

TH WINDOW : $9.228\text{E}+01$ ($5.100\text{E}-01$) 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	1.410 (.010)	.97 (.03)	2.26 (.10)
K Pad	8.710 (.090)	.32 (.02)	.74 (.10)
U Pad	1.340 (.020)	52.90 (1.00)	3.40 (.14)
T Pad	1.340 (.020)	2.96 (.06)	136.00 (2.10)

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM URANIUM THORIUM

1.17 1.17 1.19

Rio de Janeiro, 22/05/2009 - Caixa C - PR-PRS

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	126072.	21082.	37876.
K Pad	600.0	145656.	21257.	37968.
U Pad	600.0	135994.	34443.	38763.
T Pad	600.0	133611.	27213.	56379.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

4.519E+00 (1.328E-01)	3.225E-01 (1.769E-02)	9.152E-02 (6.477E-03)
9.261E-02 (4.763E-02)	4.274E-01 (1.119E-02)	7.009E-02 (2.933E-03)
7.104E-02 (6.380E-02)	2.351E-02 (8.939E-03)	2.303E-01 (5.238E-03)

INVERSE A-MATRIX:

2.253E-01 (6.870E-03)	-1.679E-01 (8.517E-03)	-3.844E-02 (5.747E-03)
-3.806E-02 (2.727E-02)	2.408E+00 (6.181E-02)	-7.178E-01 (3.197E-02)
-6.564E-02 (6.245E-02)	-1.940E-01 (8.127E-02)	4.428E+00 (9.556E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 4.519E+00 (1.328E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 4.274E-01 (1.119E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 2.303E-01 (5.238E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 5.287E+00 (1.554E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 5.001E-01 (1.309E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 2.740E-01 (6.233E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .3044 (.0128)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .3974 (.0282)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7546 (.0410)

U INTO TH (A = A32/A22): .0550 (.0209)

K INTO TH (B = A31/A11): .0157 (.0141)

K INTO U (G = A21/A11): .0205 (.0106)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.032E+02 (7.465E-01) COUNTS/M

U WINDOW : 3.443E+01 (3.028E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 6.248E+01 (4.060E-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	1.410 (.010)	.97 (.03)	2.26 (.10)
K Pad	8.710 (.090)	.32 (.02)	.74 (.10)
U Pad	1.340 (.020)	52.90 (1.00)	3.40 (.14)
T Pad	1.340 (.020)	2.96 (.06)	136.00 (2.10)

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM URANIUM THORIUM

1.17 1.17 1.19

Rio de Janeiro, 22/05/2009 - Caixa A+B+C - PR-PRS

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	500795.	92137.	148581.
K Pad	600.0	722811.	91870.	148045.
U Pad	600.0	612972.	234233.	156903.
T Pad	600.0	591406.	159538.	351898.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

5.124E+01 (6.858E-01)	3.645E+00 (8.116E-02)	1.102E+00 (2.330E-02)
5.045E-01 (1.033E-01)	4.544E+00 (8.952E-02)	7.726E-01 (1.389E-02)
4.235E-01 (1.356E-01)	2.121E-01 (2.008E-02)	2.531E+00 (4.075E-02)

INVERSE A-MATRIX:

1.970E-02 (2.653E-04)	-1.562E-02 (2.552E-04)	-3.807E-03 (1.269E-04)
-1.650E-03 (4.750E-04)	2.245E-01 (4.394E-03)	-6.783E-02 (1.552E-03)
-3.158E-03 (1.057E-03)	-1.620E-02 (1.571E-03)	4.015E-01 (6.452E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 5.124E+01 (6.858E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 4.544E+00 (8.952E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 2.531E+00 (4.075E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 5.995E+01 (8.024E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 5.317E+00 (1.047E-01) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 3.012E+00 (4.849E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .3053 (.0029)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4353 (.0063)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .8022 (.0095)

U INTO TH (A = A32/A22): .0467 (.0043)

K INTO TH (B = A31/A11): .0083 (.0026)

K INTO U (G = A21/A11): .0098 (.0020)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 7.564E+02 (1.853E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 1.467E+02 (6.682E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 2.411E+02 (8.679E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO NORTE DO CEARÁ

CPRM CONTRATO N.º 032/PR/08

RESULTADO DO TESTE DOS COEFICIENTES
DE ESPALHAMENTO *COMPTON*

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-310

PT-DYK

RIO DE JANEIRO - RJ
14 DE MAIO DE 2009

Resumo das Contagens de Cada Elemento Sobre os

Tanques de Calibração Transportáveis

Aeronave PT-DYK

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento <u>Aeronave Piper Navajo PA 31-310 - PT-DYK</u> Obs.: Os valores abaixo foram corrigidos do <i>live time</i>					
Pacote de cristais A (1.024 pol ³)			Elementos (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG1	<i>Background</i>	600	389,44	78,50	126,72
TH1	Tório	600	491,98	150,28	349,90
U1	Urânio	600	505,78	239,14	132,57
K1	Potássio	600	640,17	75,92	124,75
Pacote de cristais B (1.024 pol ³)			Elementos (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG2	<i>Background</i>	600	365,32	72,63	117,17
TH2	Tório	600	420,05	111,58	234,05
U2	Urânio	600	432,84	157,48	122,94
K2	Potássio	600	488,86	72,53	118,14
Pacote de cristais C (512 pol ³)			Elementos (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG3	<i>Background</i>	600	204,74	37,56	61,26
TH3	Tório	600	228,46	54,20	114,82
U3	Urânio	600	234,95	76,81	63,31
K3	Potássio	600	264,70	37,56	60,72

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento <u>Aeronave Piper Navajo PA 31-310 - PT-DYK</u> Obs.: Os valores abaixo foram corrigidos do <i>live time</i>				
Pacote de cristais A (1.024 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	233662	47100	76034
Tório	600	295185	90168	209943
Urânio	600	303471	143484	79544
Potássio	600	384105	45555	74850
Pacote de cristais B (1.024 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	219191	43578	70299
Tório	600	252032	66948	140432
Urânio	600	259706	94488	73766
Potássio	600	293314	43519	70881
Pacote de cristais C (512 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	122839	22532	36753
Tório	600	137077	32523	68891
Urânio	600	140972	46083	37989
Potássio	600	158821	22539	36430
Pacotes de cristais A, B e C (2.560 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	575691	113210	183085
Tório	600	684294	189639	419266
Urânio	600	704149	284055	191299
Potássio	600	836240	111613	182161

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM URANIUM THORIUM

1.17 1.17 1.19

Rio de Janeiro, 14/05/2009 - Caixa A - PT-DYK

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	233662.	47100.	76034.
K Pad	600.0	384105.	45555.	74850.
U Pad	600.0	303471.	143484.	79544.
T Pad	600.0	295185.	90168.	209943.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

3.471E+01 (4.677E-01)	2.271E+00 (5.196E-02)	7.511E-01 (1.596E-02)
2.395E-02 (7.287E-02)	3.083E+00 (6.107E-02)	4.909E-01 (9.148E-03)
8.371E-02 (9.569E-02)	7.615E-02 (1.392E-02)	1.668E+00 (2.705E-02)

INVERSE A-MATRIX:

2.884E-02 (3.911E-04)	-2.108E-02 (3.613E-04)	-6.786E-03 (1.989E-04)
6.481E-06 (7.236E-04)	3.268E-01 (6.426E-03)	-9.618E-02 (2.263E-03)
-1.448E-03 (1.663E-03)	-1.386E-02 (2.390E-03)	6.044E-01 (9.768E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 3.471E+01 (4.677E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 3.083E+00 (6.107E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.668E+00 (2.705E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 4.061E+01 (5.472E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 3.607E+00 (7.145E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.985E+00 (3.219E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2943 (.0032)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4504 (.0067)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7366 (.0097)

U INTO TH (A = A32/A22): .0247 (.0045)

K INTO TH (B = A31/A11): .0024 (.0028)

K INTO U (G = A21/A11): .0007 (.0021)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.366E+02 (1.263E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 7.437E+01 (4.744E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.228E+02 (6.139E-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	
Rio de Janeiro, 14/05/2009 - Caixa B - PT-DYK				
WINDOW COUNTS:				
	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	219191.	43578.	70299.
K Pad	600.0	293314.	43519.	70881.
U Pad	600.0	259706.	94488.	73766.
T Pad	600.0	252032.	66948.	140432.
1				
A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:				
	1.712E+01 (2.693E-01)	1.315E+00 (3.453E-02)	3.987E-01 (1.093E-02)	
	1.871E-01 (6.898E-02)	1.628E+00 (3.359E-02)	2.671E-01 (5.944E-03)	
	3.228E-01 (8.862E-02)	9.255E-02 (1.266E-02)	8.728E-01 (1.485E-02)	
INVERSE A-MATRIX:				
	5.915E-02 (9.506E-04)	-4.704E-02 (1.015E-03)	-1.262E-02 (6.070E-04)	
	-3.266E-03 (2.694E-03)	6.276E-01 (1.282E-02)	-1.906E-01 (5.068E-03)	
	-2.153E-02 (6.048E-03)	-4.915E-02 (7.980E-03)	1.171E+00 (1.971E-02)	

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.712E+01 (2.693E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.628E+00 (3.359E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 8.728E-01 (1.485E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.003E+01 (3.151E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.905E+00 (3.930E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.039E+00 (1.767E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .3060 (.0052)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4568 (.0107)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .8074 (.0155)

U INTO TH (A = A32/A22): .0568 (.0077)

K INTO TH (B = A31/A11): .0189 (.0052)

K INTO U (G = A21/A11): .0109 (.0040)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.390E+02 (1.047E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 7.018E+01 (4.412E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.146E+02 (5.635E-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	1.410 (.010)	.97 (.03)	2.26 (.10)
K Pad	8.710 (.090)	.32 (.02)	.74 (.10)
U Pad	1.340 (.020)	52.90 (1.00)	3.40 (.14)
T Pad	1.340 (.020)	2.96 (.06)	136.00 (2.10)

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM URANIUM THORIUM

1.17 1.17 1.19

Rio de Janeiro, 14/05/2009 - Caixa C - PT-DYK

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	122839.	22532.	36753.
K Pad	600.0	158821.	22539.	36430.
U Pad	600.0	140972.	46083.	37989.
T Pad	600.0	137077.	32523.	68891.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

8.304E+00 (1.601E-01)	5.894E-01 (2.036E-02)	1.730E-01 (6.984E-03)
9.229E-02 (4.928E-02)	7.535E-01 (1.679E-02)	1.133E-01 (3.425E-03)
1.231E-02 (6.302E-02)	3.090E-02 (8.904E-03)	4.001E-01 (7.462E-03)

INVERSE A-MATRIX:

1.215E-01 (2.416E-03)	-9.398E-02 (2.876E-03)	-2.592E-02 (1.863E-03)
-1.449E-02 (8.511E-03)	1.354E+00 (2.971E-02)	-3.773E-01 (1.265E-02)
-2.618E-03 (1.920E-02)	-1.017E-01 (2.608E-02)	2.530E+00 (4.596E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = $8.304\text{E}+00$ ($1.601\text{E}-01$) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = $7.535\text{E}-01$ ($1.679\text{E}-02$) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = $4.001\text{E}-01$ ($7.462\text{E}-03$) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = $9.715\text{E}+00$ ($1.873\text{E}-01$) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = $8.816\text{E}-01$ ($1.964\text{E}-02$) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = $4.761\text{E}-01$ ($8.880\text{E}-03$) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A_{23}/A_{33}): .2833 (.0078)

TH INTO K (BETA = A_{13}/A_{33}): .4325 (.0167)

U INTO K (GAMMA = A_{12}/A_{22}): .7822 (.0240)

U INTO TH (A = A_{32}/A_{22}): .0410 (.0118)

K INTO TH (B = A_{31}/A_{11}): .0015 (.0076)

K INTO U (G = A_{21}/A_{11}): .0111 (.0059)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : $1.921\text{E}+02$ ($7.536\text{E}-01$) COUNTS/M

U WINDOW : $3.644\text{E}+01$ ($3.143\text{E}-01$) COUNTS/M

TH WINDOW : $6.030\text{E}+01$ ($4.023\text{E}-01$) 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	1.410 (.010)	.97 (.03)	2.26 (.10)
K Pad	8.710 (.090)	.32 (.02)	.74 (.10)
U Pad	1.340 (.020)	52.90 (1.00)	3.40 (.14)
T Pad	1.340 (.020)	2.96 (.06)	136.00 (2.10)

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM URANIUM THORIUM

1.17 1.17 1.19

Rio de Janeiro, 14/05/2009 - Caixa A+B+C - PT-DYK

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	575691.	113210.	183085.
K Pad	600.0	836240.	111613.	182161.
U Pad	600.0	704149.	284055.	191299.
T Pad	600.0	684294.	189639.	419266.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

6.013E+01 (7.958E-01)	4.175E+00 (9.213E-02)	1.323E+00 (2.701E-02)
3.034E-01 (1.147E-01)	5.464E+00 (1.073E-01)	8.713E-01 (1.561E-02)
4.191E-01 (1.515E-01)	1.996E-01 (2.230E-02)	2.941E+00 (4.723E-02)

INVERSE A-MATRIX:

1.672E-02 (2.224E-04)	-1.264E-02 (2.021E-04)	-3.777E-03 (1.051E-04)
-5.543E-04 (3.706E-04)	1.854E-01 (3.616E-03)	-5.469E-02 (1.250E-03)
-2.345E-03 (8.633E-04)	-1.079E-02 (1.238E-03)	3.443E-01 (5.517E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = $6.013\text{E}+01$ ($7.958\text{E}-01$) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = $5.464\text{E}+00$ ($1.073\text{E}-01$) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = $2.941\text{E}+00$ ($4.723\text{E}-02$) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = $7.036\text{E}+01$ ($9.310\text{E}-01$) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = $6.393\text{E}+00$ ($1.255\text{E}-01$) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = $3.499\text{E}+00$ ($5.620\text{E}-02$) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A_{23}/A_{33}): .2963 (.0027)

TH INTO K (BETA = A_{13}/A_{33}): .4498 (.0060)

U INTO K (GAMMA = A_{12}/A_{22}): .7640 (.0086)

U INTO TH (A = A_{32}/A_{22}): .0365 (.0040)

K INTO TH (B = A_{31}/A_{11}): .0070 (.0025)

K INTO U (G = A_{21}/A_{11}): .0050 (.0019)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : $8.677\text{E}+02$ ($2.056\text{E}+00$) COUNTS/M

U WINDOW : $1.810\text{E}+02$ ($7.462\text{E}-01$) COUNTS/M

TH WINDOW : $2.977\text{E}+02$ ($9.701\text{E}-01$) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO NORTE DO CEARÁ

CPRM CONTRATO N.º 032/PR/08

RESULTADO DO TESTE DOS COEFICIENTES
DE ESPALHAMENTO *COMPTON*

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-350

PR-PEC

RIO DE JANEIRO - RJ
17 DE FEVEREIRO DE 2009

Resumo das Contagens de Cada Elemento Sobre os

Tanques de Calibração Transportáveis

Aeronave PR-PEC

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento <u>Aeronave Piper Navajo PA 31-350 - PR-PEC</u> Obs.: Os valores abaixo foram corrigidos do <i>live time</i>					
Pacote de cristais A (1.024 pol ³)			Elementos (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG1	<i>Background</i>	600	322,22	57,27	98,16
TH1	Tório	600	393,46	108,65	266,69
U1	Urânio	600	417,82	184,27	104,43
K1	Potássio	600	504,74	55,26	96,12
Pacote de cristais B (1.024 pol ³)			Elementos (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG2	<i>Background</i>	600	263,61	57,65	101,33
TH2	Tório	600	314,92	94,40	217,20
U2	Urânio	600	326,63	137,76	105,75
K2	Potássio	600	394,00	56,74	100,64
Pacote de cristais C (512 pol ³)			Elementos (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG3	<i>Background</i>	600	216,85	46,25	86,94
TH3	Tório	600	240,27	64,20	141,45
U3	Urânio	600	248,31	86,75	89,39
K3	Potássio	600	281,28	45,87	86,62

Planilha contendo o R esumo das Contage ns de Cada Elemento <u>Aeronave Piper Navajo PA 31-350 - PR-PEC</u> Obs.: Os valores abaixo foram corrigidos do <i>live time</i>				
Pacote de cristais A (1.024 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	289995	51537	88345
Tório	600	354118	97785	240017
Urânio	600	376041	165839	93983
Potássio	600	454265	49731	86506
Pacote de cristais B (1.024 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	237245	51885	91199
Tório	600	283431	84957	195481
Urânio	600	293971	123986	95179
Potássio	600	354604	51068	90573
Pacote de cristais C (512 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	195163	41627	78243
Tório	600	216241	57778	127302
Urânio	600	223482	78072	80454
Potássio	600	253154	41279	77961
Pacotes de cristais A, B e C (2.560 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	722403	145048	257786
Tório	600	853790	240520	562800
Urânio	600	893494	367897	269616
Potássio	600	1062023	142078	255040

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM URANIUM THORIUM

1.17 1.17 1.19

Rio de Janeiro, 17/02/2009 - Caixa A - PR-PEC

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	289995.	51537.	88345.
K Pad	600.0	454265.	49731.	86506.
U Pad	600.0	376041.	165839.	93983.
T Pad	600.0	354118.	97785.	240017.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

3.792E+01 (5.113E-01)	2.796E+00 (6.217E-02)	7.773E-01 (1.702E-02)
2.198E-02 (7.676E-02)	3.657E+00 (7.208E-02)	5.219E-01 (9.725E-03)
-1.431E-02 (1.037E-01)	1.395E-01 (1.533E-02)	1.888E+00 (3.053E-02)

INVERSE A-MATRIX:

2.638E-02 (3.579E-04)	-1.997E-02 (3.263E-04)	-5.343E-03 (1.719E-04)
-1.891E-04 (5.872E-04)	2.765E-01 (5.412E-03)	-7.636E-02 (1.806E-03)
2.140E-04 (1.462E-03)	-2.058E-02 (1.981E-03)	5.352E-01 (8.627E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = $3.792\text{E}+01$ ($5.113\text{E}-01$) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = $3.657\text{E}+00$ ($7.208\text{E}-02$) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = $1.888\text{E}+00$ ($3.053\text{E}-02$) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = $4.436\text{E}+01$ ($5.982\text{E}-01$) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = $4.279\text{E}+00$ ($8.433\text{E}-02$) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = $2.247\text{E}+00$ ($3.633\text{E}-02$) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A_{23}/A_{33}): .2764 (.0029)

TH INTO K (BETA = A_{13}/A_{33}): .4117 (.0065)

U INTO K (GAMMA = A_{12}/A_{22}): .7645 (.0090)

U INTO TH (A = A_{32}/A_{22}): .0381 (.0041)

K INTO TH (B = A_{31}/A_{11}): -.0004 (.0027)

K INTO U (G = A_{21}/A_{11}): .0006 (.0020)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : $4.254\text{E}+02$ ($1.397\text{E}+00$) COUNTS/M

U WINDOW : $8.114\text{E}+01$ ($5.018\text{E}-01$) COUNTS/M

TH WINDOW : $1.429\text{E}+02$ ($6.660\text{E}-01$) 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	
Rio de Janeiro, 17/02/2009 - Caixa B - PR-PEC				
WINDOW COUNTS:				
	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	237245.	51885.	91199.
K Pad	600.0	354604.	51068.	90573.
U Pad	600.0	293971.	123986.	95179.
T Pad	600.0	283431.	84957.	195481.
1				
A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:				
	2.708E+01 (3.803E-01)	1.845E+00 (4.418E-02)	5.623E-01 (1.336E-02)	
	9.747E-02 (7.553E-02)	2.306E+00 (4.646E-02)	3.779E-01 (7.610E-03)	
	1.362E-01 (1.019E-01)	9.942E-02 (1.466E-02)	1.298E+00 (2.146E-02)	
INVERSE A-MATRIX:				
	3.708E-02 (5.271E-04)	-2.934E-02 (5.472E-04)	-7.520E-03 (2.949E-04)	
	-9.415E-04 (1.304E-03)	4.399E-01 (8.791E-03)	-1.277E-01 (3.155E-03)	
	-3.819E-03 (2.932E-03)	-3.061E-02 (4.339E-03)	7.809E-01 (1.283E-02)	

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.708E+01 (3.803E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 2.306E+00 (4.646E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.298E+00 (2.146E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 3.168E+01 (4.449E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 2.698E+00 (5.435E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.545E+00 (2.554E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2911 (.0039)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4331 (.0080)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .8000 (.0123)

U INTO TH (A = A32/A22): .0431 (.0063)

K INTO TH (B = A31/A11): .0050 (.0038)

K INTO U (G = A21/A11): .0036 (.0028)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.542E+02 (1.177E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 8.325E+01 (4.864E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.488E+02 (6.509E-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	1.410 (.010)	.97 (.03)	2.26 (.10)	
K Pad	8.710 (.090)	.32 (.02)	.74 (.10)	
U Pad	1.340 (.020)	52.90 (1.00)	3.40 (.14)	
T Pad	1.340 (.020)	2.96 (.06)	136.00 (2.10)	
GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:				
	POTASSIUM	URANIUM	THORIUM	
	1.17	1.17	1.19	
Rio de Janeiro, 17/02/2009 - Caixa C - PR-PEC				
WINDOW COUNTS:				
	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	195163.	41627.	78243.
K Pad	600.0	253154.	41279.	77961.
U Pad	600.0	223482.	78072.	80454.
T Pad	600.0	216241.	57778.	127302.
1				
A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:				
	1.338E+01 (2.269E-01)	9.213E-01 (2.795E-02)	2.560E-01 (9.149E-03)	
	6.265E-02 (6.692E-02)	1.166E+00 (2.507E-02)	1.840E-01 (4.891E-03)	
	6.788E-02 (9.213E-02)	5.765E-02 (1.301E-02)	6.106E-01 (1.111E-02)	
INVERSE A-MATRIX:				
	7.511E-02 (1.309E-03)	-5.868E-02 (1.526E-03)	-1.381E-02 (9.823E-04)	
	-2.760E-03 (4.707E-03)	8.730E-01 (1.855E-02)	-2.619E-01 (7.917E-03)	
	-8.089E-03 (1.145E-02)	-7.590E-02 (1.614E-02)	1.664E+00 (2.959E-02)	

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = $1.338\text{E}+01$ ($2.269\text{E}-01$) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = $1.166\text{E}+00$ ($2.507\text{E}-02$) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = $6.106\text{E}-01$ ($1.111\text{E}-02$) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = $1.565\text{E}+01$ ($2.654\text{E}-01$) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = $1.364\text{E}+00$ ($2.934\text{E}-02$) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = $7.266\text{E}-01$ ($1.322\text{E}-02$) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A_{23}/A_{33}): .3013 (.0070)

TH INTO K (BETA = A_{13}/A_{33}): .4192 (.0140)

U INTO K (GAMMA = A_{12}/A_{22}): .7903 (.0200)

U INTO TH (A = A_{32}/A_{22}): .0495 (.0111)

K INTO TH (B = A_{31}/A_{11}): .0051 (.0069)

K INTO U (G = A_{21}/A_{11}): .0047 (.0050)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : $3.049\text{E}+02$ ($9.669\text{E}-01$) COUNTS/M

U WINDOW : $6.774\text{E}+01$ ($4.280\text{E}-01$) COUNTS/M

TH WINDOW : $1.289\text{E}+02$ ($5.874\text{E}-01$) 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	1.410 (.010)	.97 (.03)	2.26 (.10)
K Pad	8.710 (.090)	.32 (.02)	.74 (.10)
U Pad	1.340 (.020)	52.90 (1.00)	3.40 (.14)
T Pad	1.340 (.020)	2.96 (.06)	136.00 (2.10)

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM URANIUM THORIUM

1.17 1.17 1.19

Rio de Janeiro, 17/02/2009 - Caixa A+B+C - PR-PEC

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	722403.	145048.	257786.
K Pad	600.0	1062023.	142078.	255040.
U Pad	600.0	893494.	367897.	269616.
T Pad	600.0	853790.	240520.	562800.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

7.837E+01 (1.021E+00)	5.562E+00 (1.197E-01)	1.596E+00 (3.239E-02)
1.823E-01 (1.312E-01)	7.129E+00 (1.394E-01)	1.084E+00 (1.913E-02)
1.900E-01 (1.819E-01)	2.966E-01 (2.715E-02)	3.797E+00 (6.075E-02)

INVERSE A-MATRIX:

1.279E-02 (1.673E-04)	-9.872E-03 (1.508E-04)	-2.557E-03 (7.357E-05)
-2.326E-04 (2.492E-04)	1.421E-01 (2.761E-03)	-4.048E-02 (9.178E-04)
-6.220E-04 (6.170E-04)	-1.061E-02 (9.005E-04)	2.667E-01 (4.259E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 7.837E+01 (1.021E+00) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 7.129E+00 (1.394E-01) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 3.797E+00 (6.075E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 9.169E+01 (1.195E+00) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 8.341E+00 (1.630E-01) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 4.518E+00 (7.229E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2855 (.0024)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4203 (.0055)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7802 (.0079)

U INTO TH (A = A32/A22): .0416 (.0037)

K INTO TH (B = A31/A11): .0024 (.0023)

K INTO U (G = A21/A11): .0023 (.0017)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 1.085E+03 (2.462E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 2.321E+02 (8.599E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 4.205E+02 (1.168E+00) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

**ANEXO I – c - DETERMINAÇÃO DOS *BACKGROUNDS* DA AERONAVE E
CÓSMICO**

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO NORTE DO CEARÁ

CPRM CONTRATO N.º 032/PR/08

DETERMINAÇÃO DOS *BACKGROUNDS* DA AERONAVE E CÓSMICO

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-350

PR-PRS

RIO DE JANEIRO - RJ
28 DE AGOSTO DE 2008

RESULTADO DO VÔO CÓSMICO DA AERONAVE PIPER NAVAJO

PA31-350 - PR-PRS

(Vol. Pacote de Cristais: 2.560 pol³)

Rio de Janeiro-RJ em 28 de Agosto de 2008
(Realizado no litoral do município de Maricá)

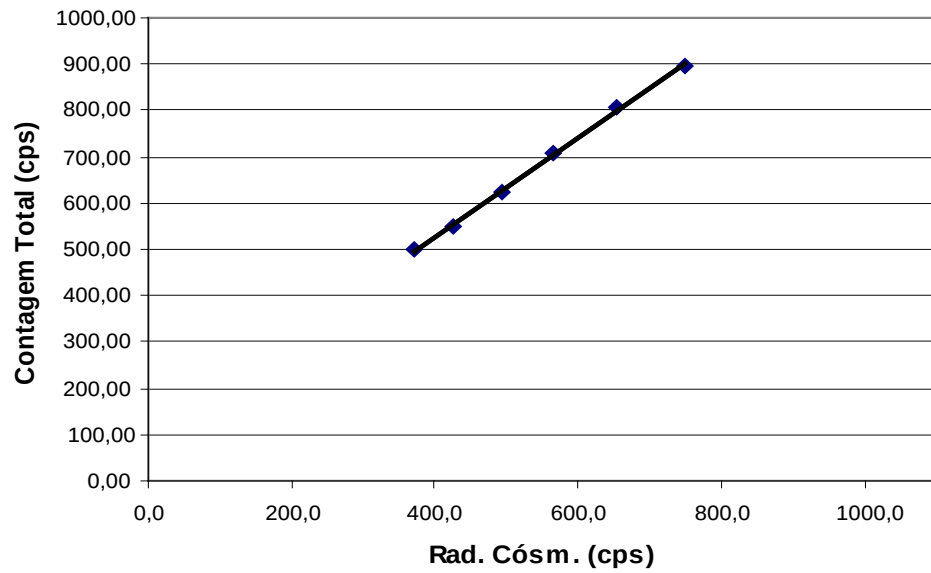
Altitude (m)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (cps)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
1608,35	286,56	20,04	43,09	15,89	4,06	480,93
1932,98	328,51	21,02	44,42	18,43	4,25	507,09
2248,24*	372,16	19,69	44,59	20,96	4,01	499,05
2566,73*	426,66	21,58	46,97	24,01	4,62	547,73
2892,21*	492,21	25,28	51,18	27,96	5,23	623,45
3206,80*	564,04	29,19	55,98	32,68	5,92	709,34
3539,72*	653,78	34,11	60,99	38,14	6,83	808,43
3865,79*	750,71	37,98	65,28	44,05	7,59	894,25

** Altitudes utilizadas*

RESULTADO		
CANAL	Background Aeronave	Espalhamento da Radiação Cósmica
CT	97,58	1,0728
K	23,407	0,0566
U	0,6922	0,0502
Th	0	0,0578
Uup	0,5411	0,0095

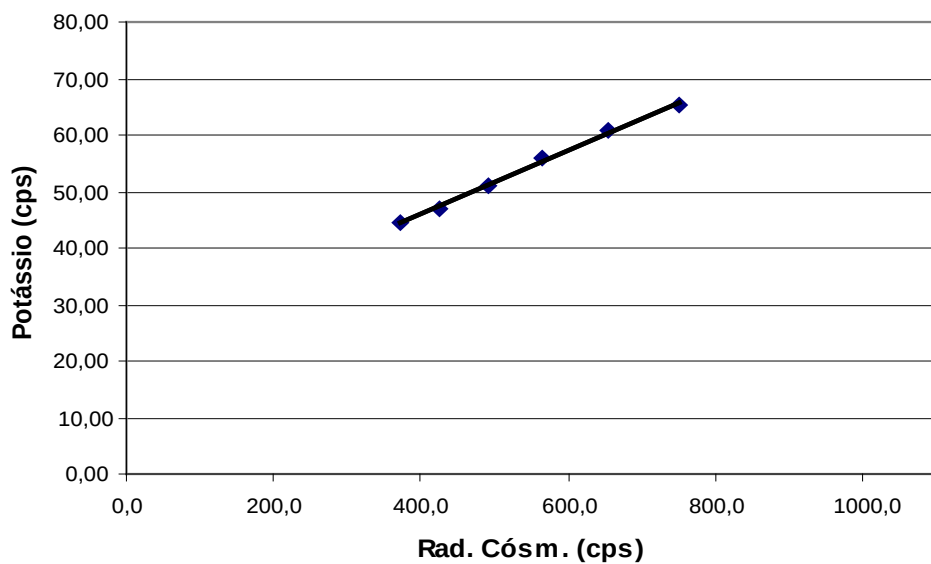
$y = 1,0728x + 97,583$
 $R^2 = 0,9976$

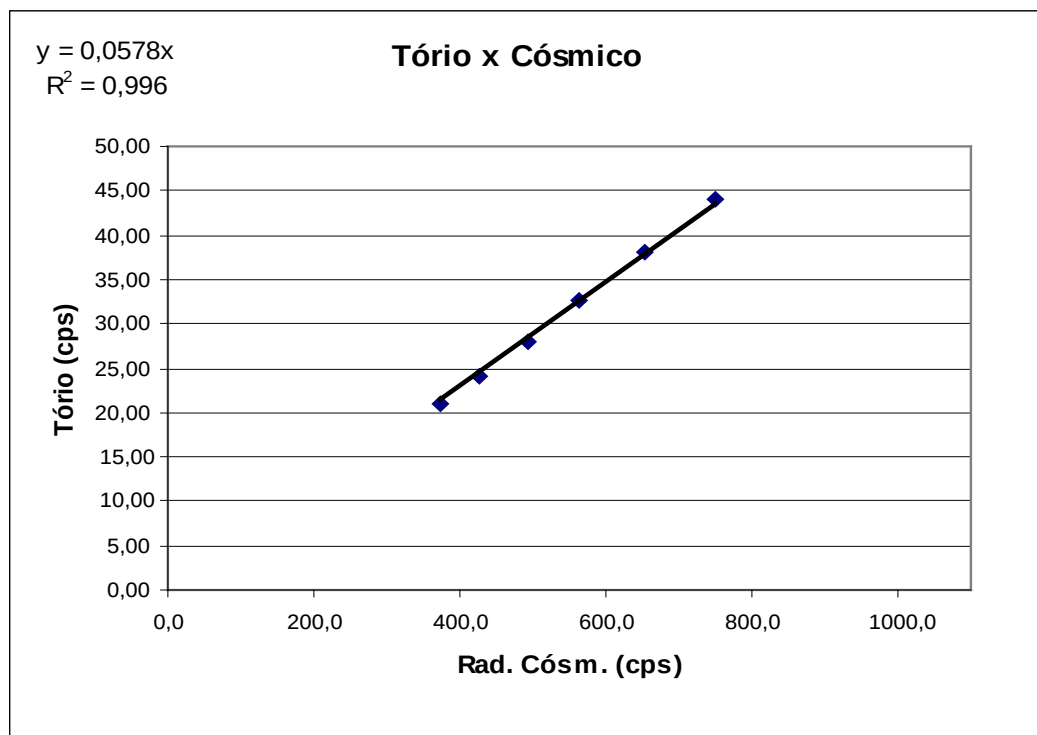
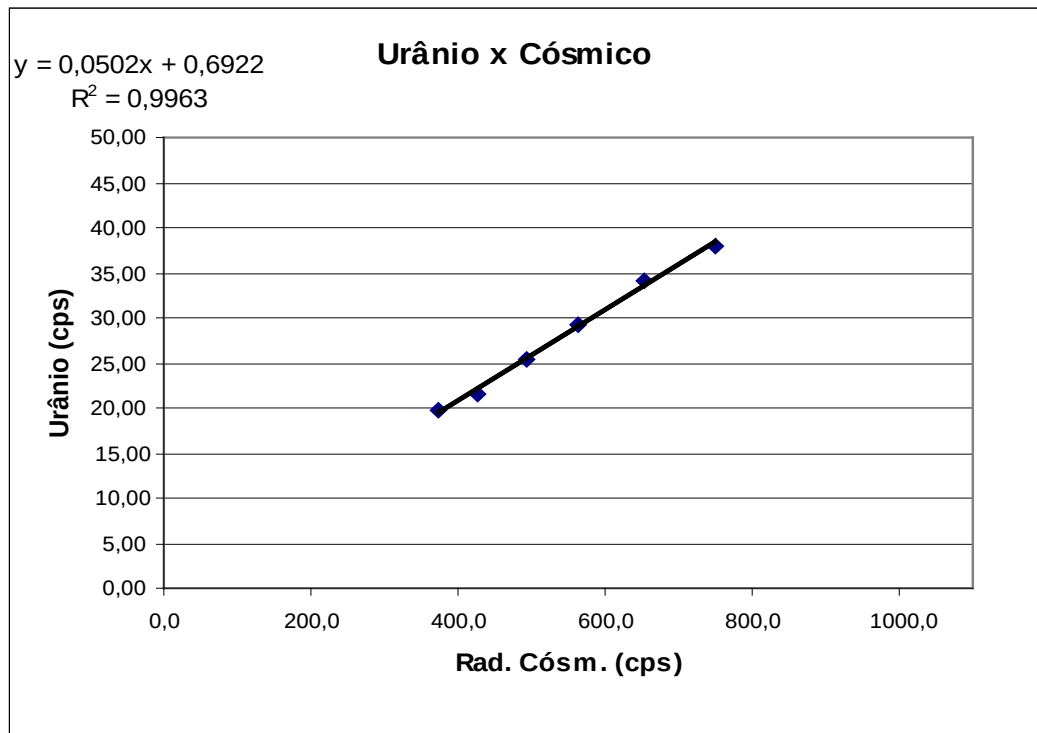
Contagem Total x Cósmico



$y = 0,0566x + 23,407$
 $R^2 = 0,9954$

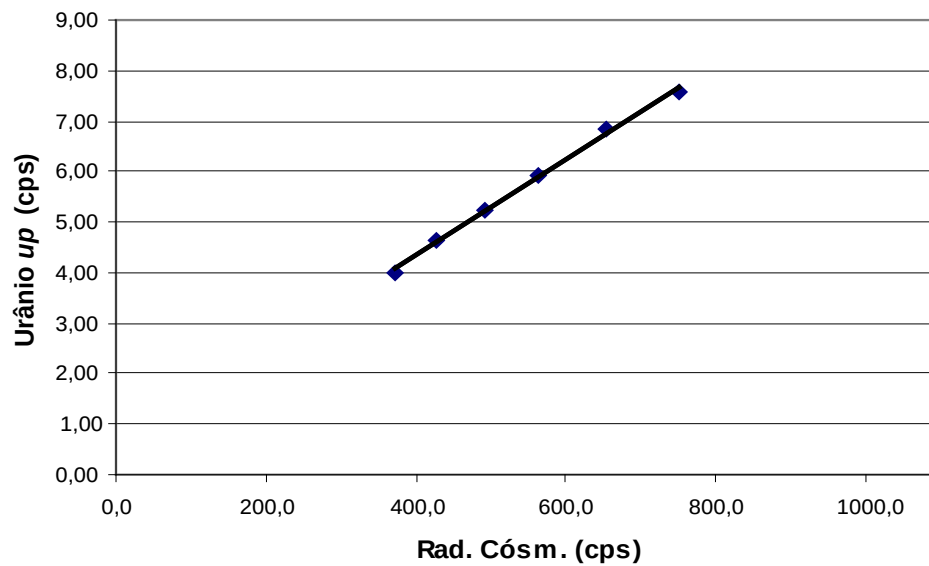
Potássio x Cósmico





$y = 0,0095x + 0,5411$
 $R^2 = 0,998$

Urânio "upward" x Cósmico



PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO NORTE DO CEARÁ

CPRM CONTRATO N.º 032/PR/08

DETERMINAÇÃO DOS *BACKGROUNDS* DA AERONAVE E CÓSMICO

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-350

PR-PRS

ILHEUS - BA
24 DE MAIO DE 2009

RESULTADO DO VÔO CÓSMICO DA AERONAVE PIPER NAVAJO

PA31-350 - PR-PRS

(Vol. Pacote de Cristais: 2.560 pol³)

Rio de Janeiro-RJ em 24 de Maio de 2009
(Realizado no litoral do município de Ilheus-BA)

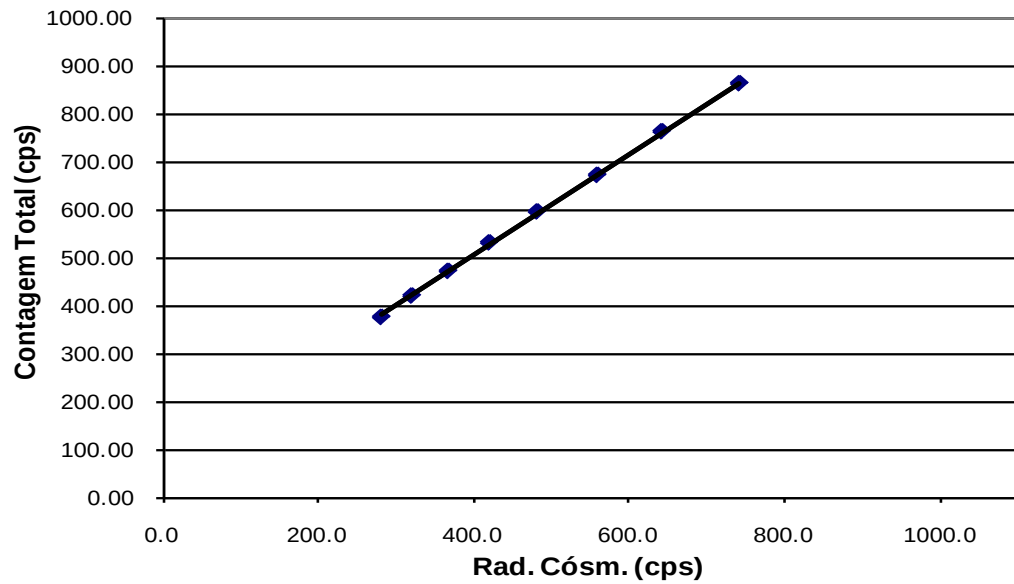
Altitude (m)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (cps)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
1619,87	281,19	14,66	34,13	15,23	2,94	374,72
1943,08	320,35	16,95	36,80	17,43	3,46	419,25
2261,48	367,10	19,10	40,06	20,34	3,84	470,45
2579,24	420,06	21,58	42,83	23,58	4,31	529,77
2904,23	481,63	24,45	47,45	27,21	4,71	594,11
3233,96	558,89	27,17	54,78	31,53	5,34	670,19
3557,00	641,87	31,09	59,91	36,75	6,17	760,90
3882,14	741,55	36,26	65,12	42,70	7,07	860,87
1619,87	281,19	14,66	34,13	15,23	2,94	374,72

* Altitudes utilizadas

RESULTADO		
CANAL	Background Aeronave	Espalhamento da Radiação Cósmica
CT	82,86	1,0537
K	14,45	0,0696
U	2,2287	0,0455
Th	0	0,0566
Uup	0,06	0,0087

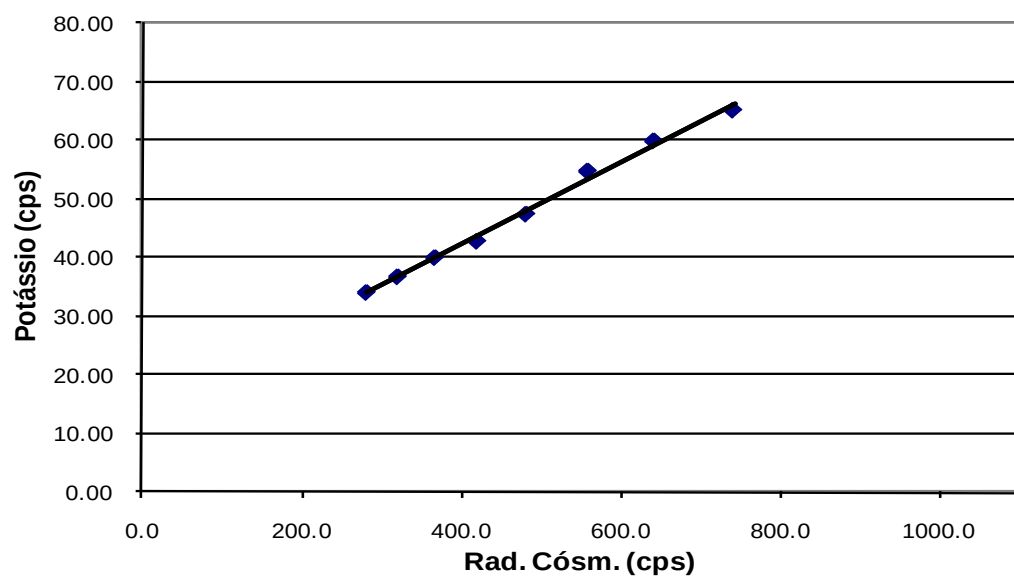
$$y = 1.0537x + 82.861$$
$$R^2 = 0.9997$$

Contagem Total x Cósmico



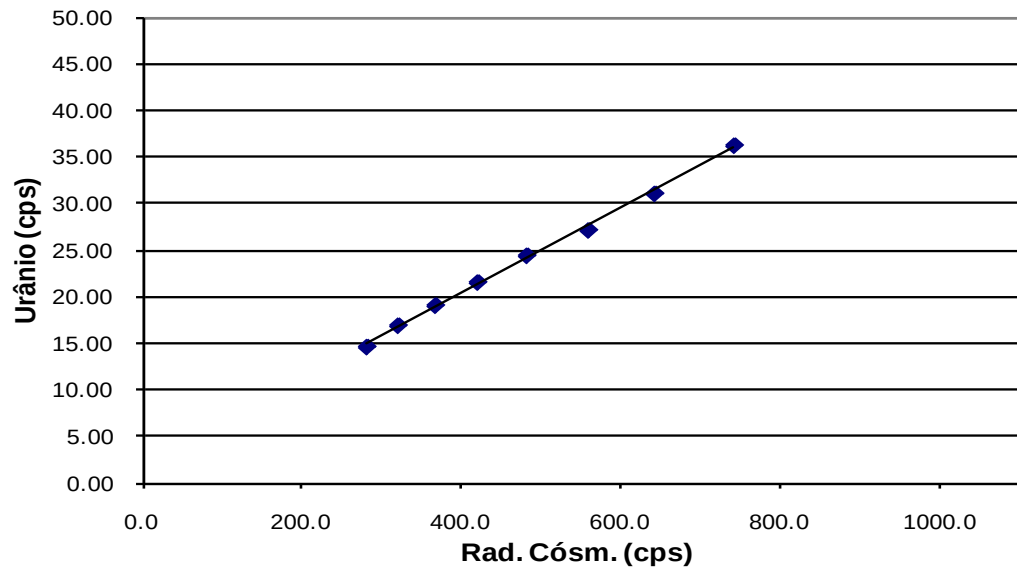
$$y = 0.0696x + 14.445$$
$$R^2 = 0.9948$$

Potássio x Cósmico



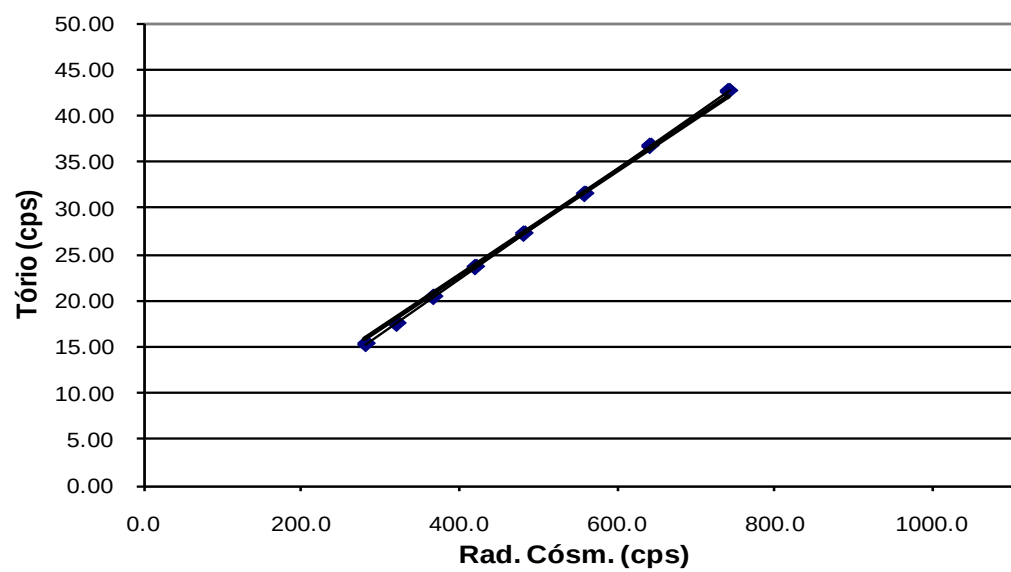
$$y = 0.0455x + 2.2287$$
$$R^2 = 0.998$$

Urânio x Cósmico



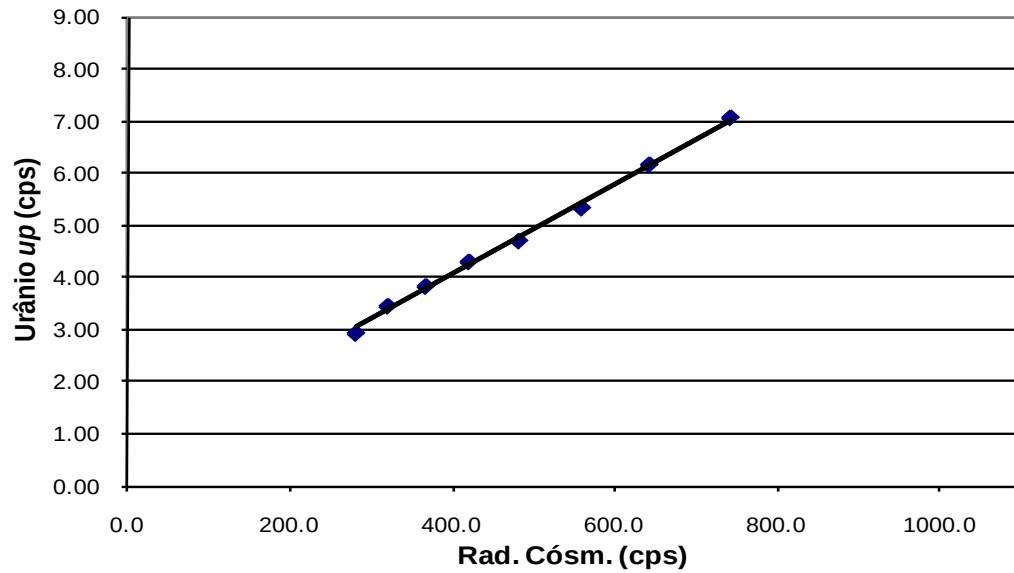
$$y = 0.0566x$$
$$R^2 = 0.9971$$

Tório x Cósmico



$y = 0.0087x + 0.6014$
 $R^2 = 0.997$

Urânio "upward" x Cósmico



PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO NORTE DO CEARÁ

CPRM CONTRATO N.º 032/PR/08

DETERMINAÇÃO DOS *BACKGROUNDS* DA AERONAVE E CÓSMICO

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-310

PT-DYK

ILHEUS - BA
24 DE MAIO DE 2009

RESULTADO DO VÔO CÓSMICO DA AERONAVE PIPER NAVAJO

PA31-310 - PT-DYK

(Vol. Pacote de Cristais: 2.560 pol³)

Rio de Janeiro-RJ em 24 de Maio de 2009
(Realizado no litoral do município de Ilheus-BA)

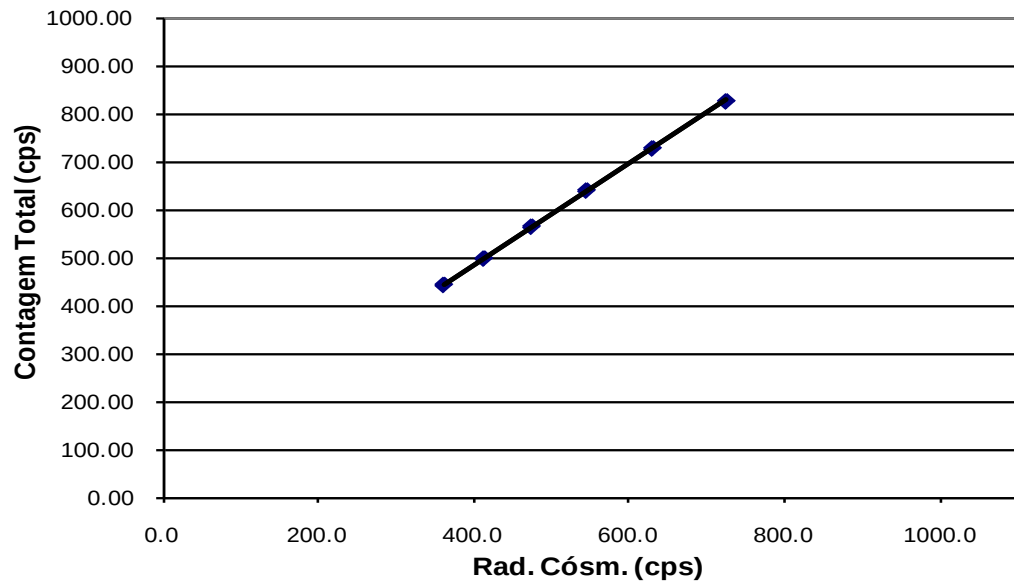
Altitude (m)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (cps)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
1564,60	277,54	12,57	39,83	14,96	1,45	355,74
1889,33	315,38	14,48	42,29	17,14	2,63	395,89
2217,10*	361,01	16,39	44,81	19,67	3,45	442,81
2537,46*	412,76	18,85	47,97	22,93	4,01	497,77
2856,65*	474,16	21,85	51,67	26,75	4,60	564,17
3181,59*	545,08	25,46	55,79	30,95	5,47	639,48
3505,25*	630,22	29,31	60,29	36,28	6,28	727,24
3833,11*	725,34	34,04	65,74	41,55	7,13	825,30
1564,60	277,54	12,57	39,83	14,96	1,45	355,74

* Altitudes utilizadas

RESULTADO		
CANAL	Background Aeronave	Espalhamento da Radiação Cósmica
CT	64,88	1,0505
K	24,40	0,0571
U	0	0,0464
Th	0	0,0568
Uup	0	0,0098

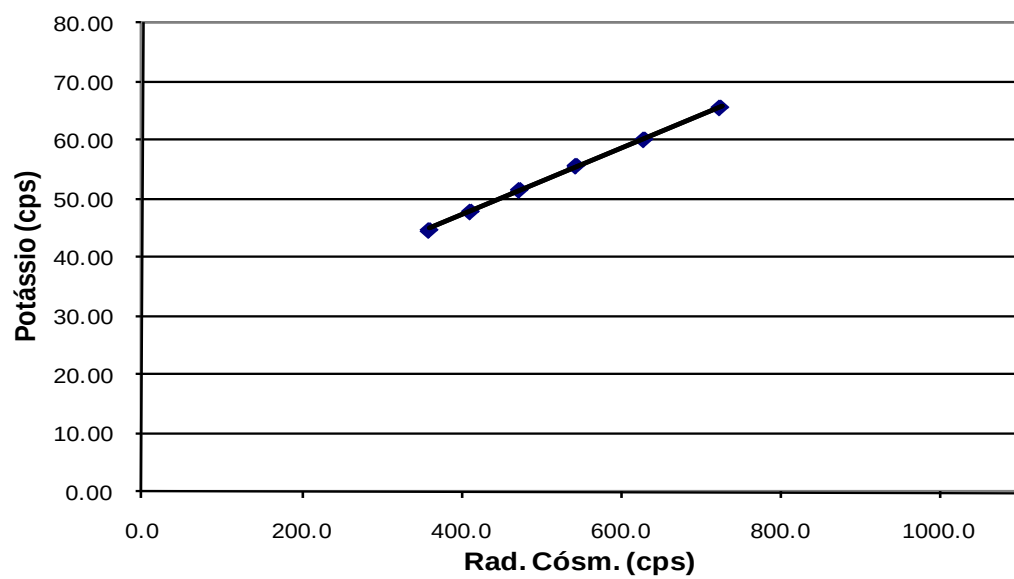
$$y = 1.0505x + 64.88$$
$$R^2 = 0.9999$$

Contagem Total x Cósmico



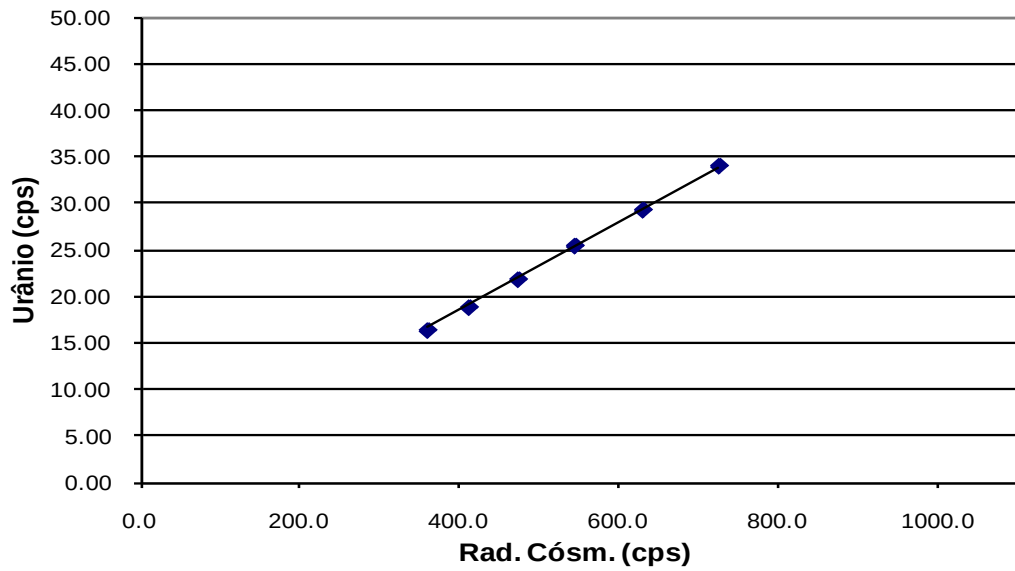
$$y = 0.0571x + 24.397$$
$$R^2 = 0.9995$$

Potássio x Cósmico



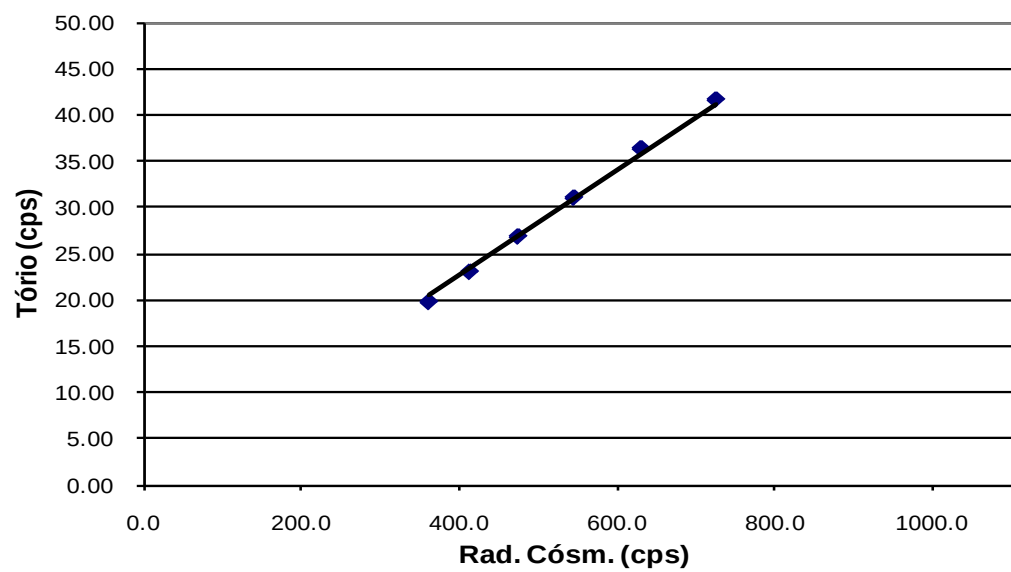
$y = 0.0464x$
 $R^2 = 0.9981$

Urânio x Cósmico



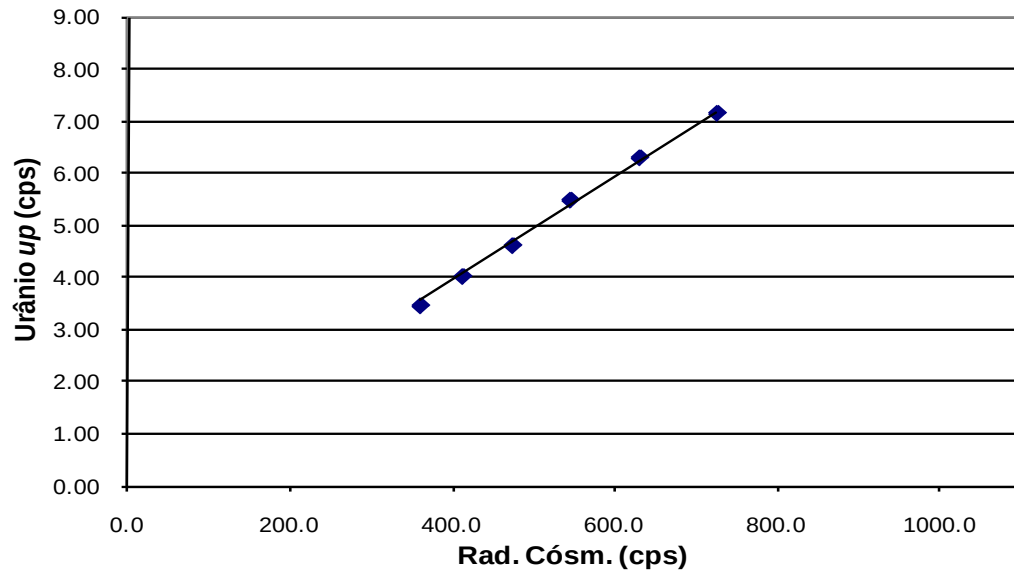
$y = 0.0568x$
 $R^2 = 0.996$

Tório x Cósmico



$y = 0.0098x$
 $R^2 = 0.9964$

Urânio "upward" x Cósmico



PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO NORTE DO CEARÁ
CPRM CONTRATO N.º 032/PR/08

DETERMINAÇÃO DOS *BACKGROUNDS* DA AERONAVE E CÓSMICO

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-350

PR-PEC

FORTALEZA - CE
22 DE FEVEREIRO DE 2009

RESULTADO DO VÔO CÓSMICO DA AERONAVE PIPER NAVAJO

PA31-350 - PR-PEC

(Vol. Pacote de Cristais: 2.560 pol³)

Realizado no litoral do município de Fortaleza-CE em 22 de Fevereiro de 2009

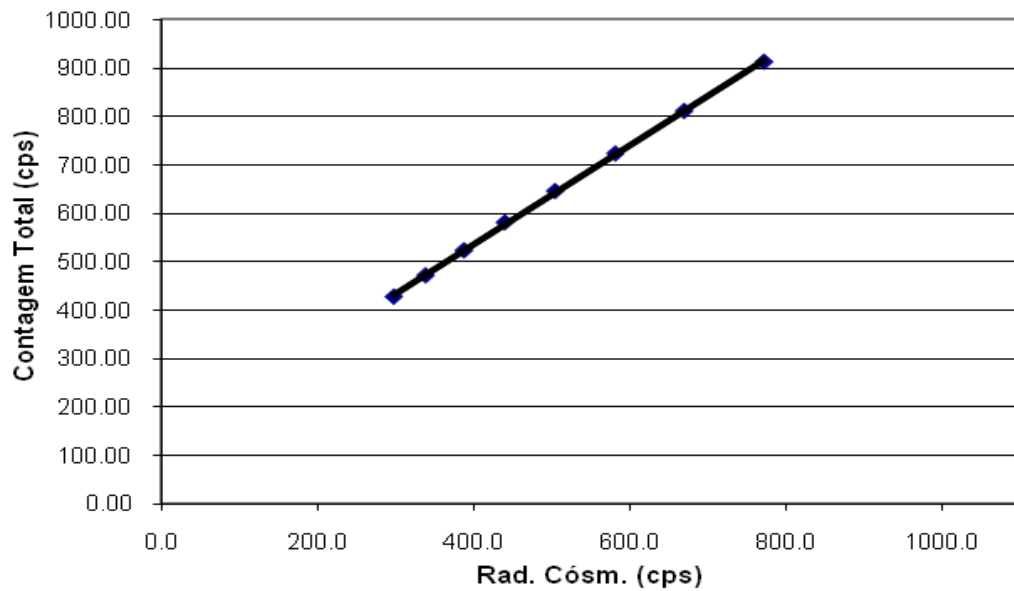
Altitude (m)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (cps)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
1740,86*	297,77	16,93	44,87	16,13	3,38	429,53
2070,35*	338,39	19,07	47,60	18,35	3,82	473,34
2394,07*	387,44	20,83	50,88	21,18	4,41	524,91
2714,29*	439,70	23,60	53,76	23,99	4,79	582,38
3031,99*	503,97	26,60	56,98	28,26	5,32	646,94
3363,27*	581,03	29,70	61,86	32,45	6,16	724,05
3684,85*	668,91	33,85	66,14	37,42	7,02	811,51
4021,29*	770,97	37,98	71,40	44,05	7,83	912,63

* Altitudes utilizadas

RESULTADO		
CANAL	Background Aeronave	Espalhamento da Radiação Cósmica
CT	129,90	1,0195
K	28,90	0,0557
U	3,84	0,0446
Th	0	0,0559
Uup	0,65	0,0094

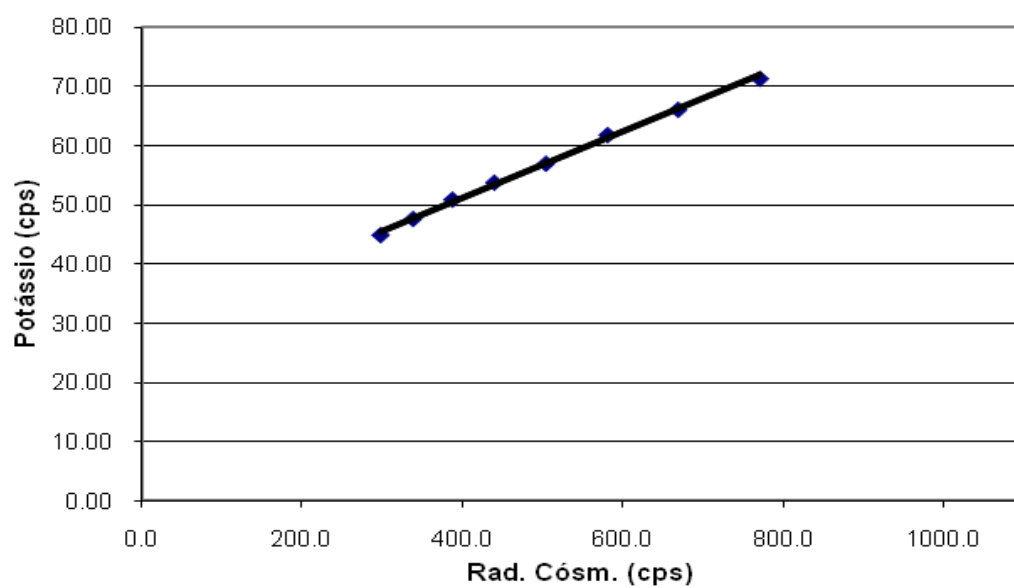
$$y = 1.0195x + 129.9$$
$$R^2 = 0.9997$$

Contagem Total x Cósmico



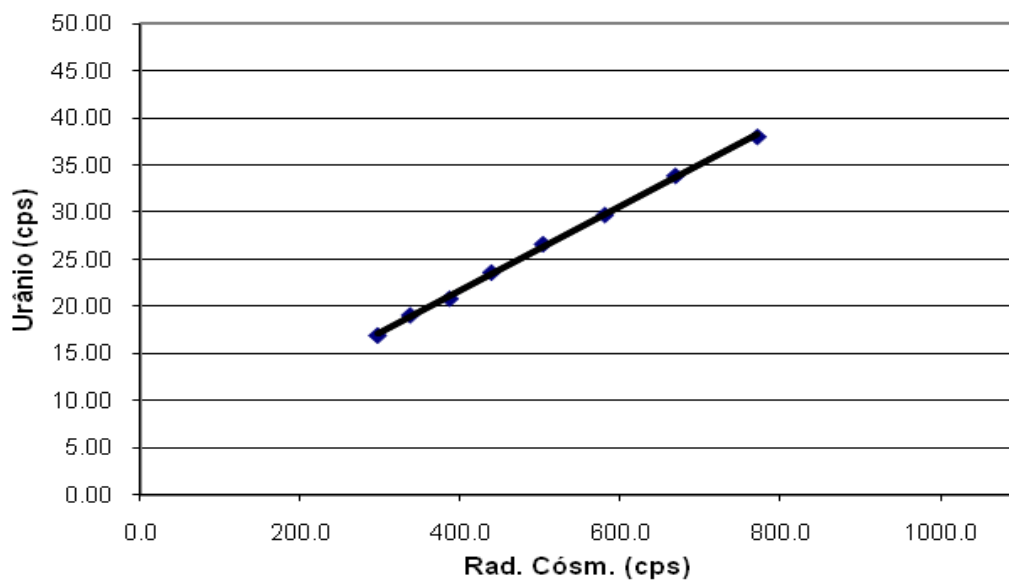
$$y = 0.0557x + 28.901$$
$$R^2 = 0.9979$$

Potássio x Cósmico



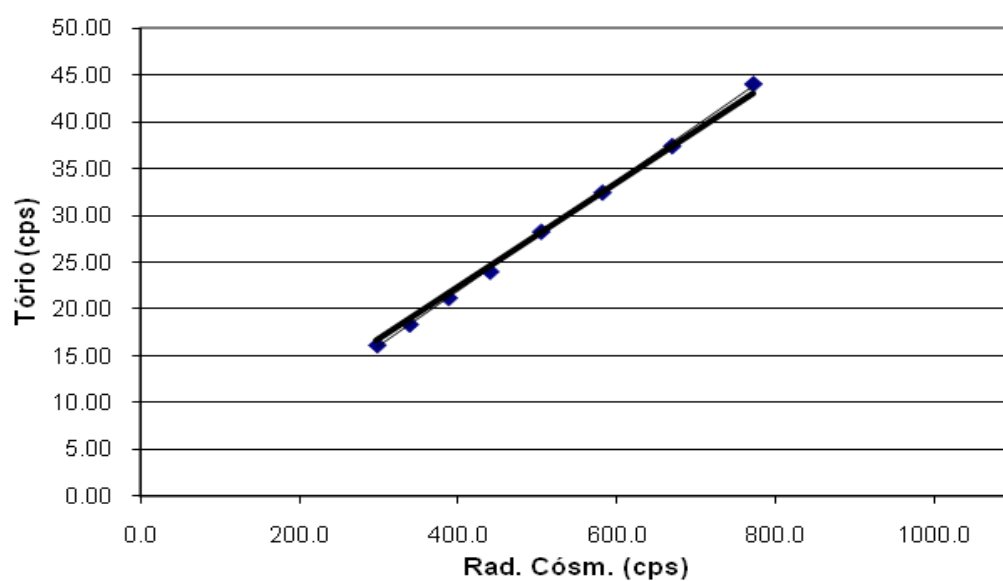
$$y = 0.0446x + 3.836$$
$$R^2 = 0.9991$$

Urânio x Cósmico



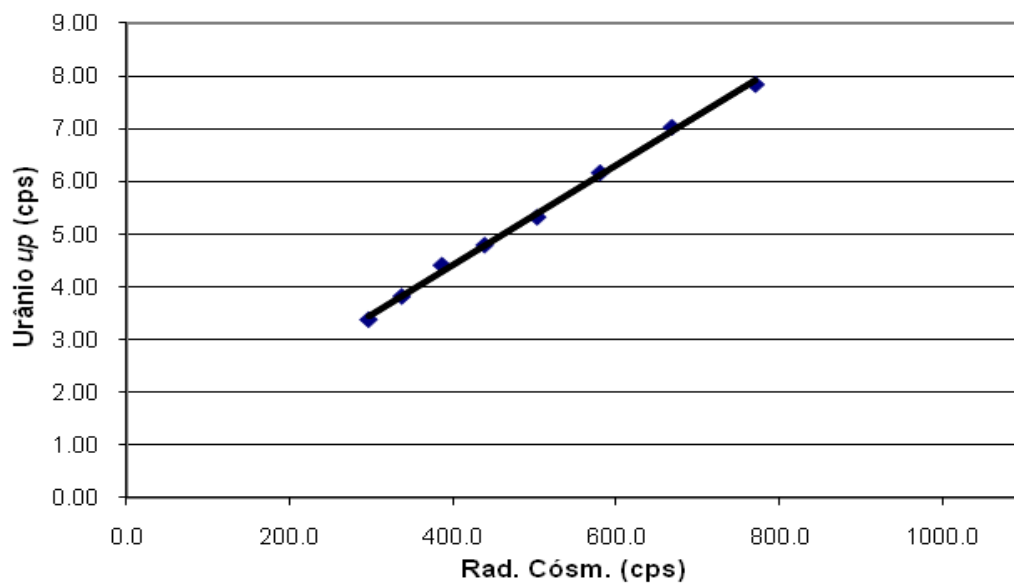
$$y = 0.0559x$$
$$R^2 = 0.9969$$

Tório x Cósmico



$$y = 0.0094x + 0.6514$$
$$R^2 = 0.9978$$

Urânio "upward" x Cósmico

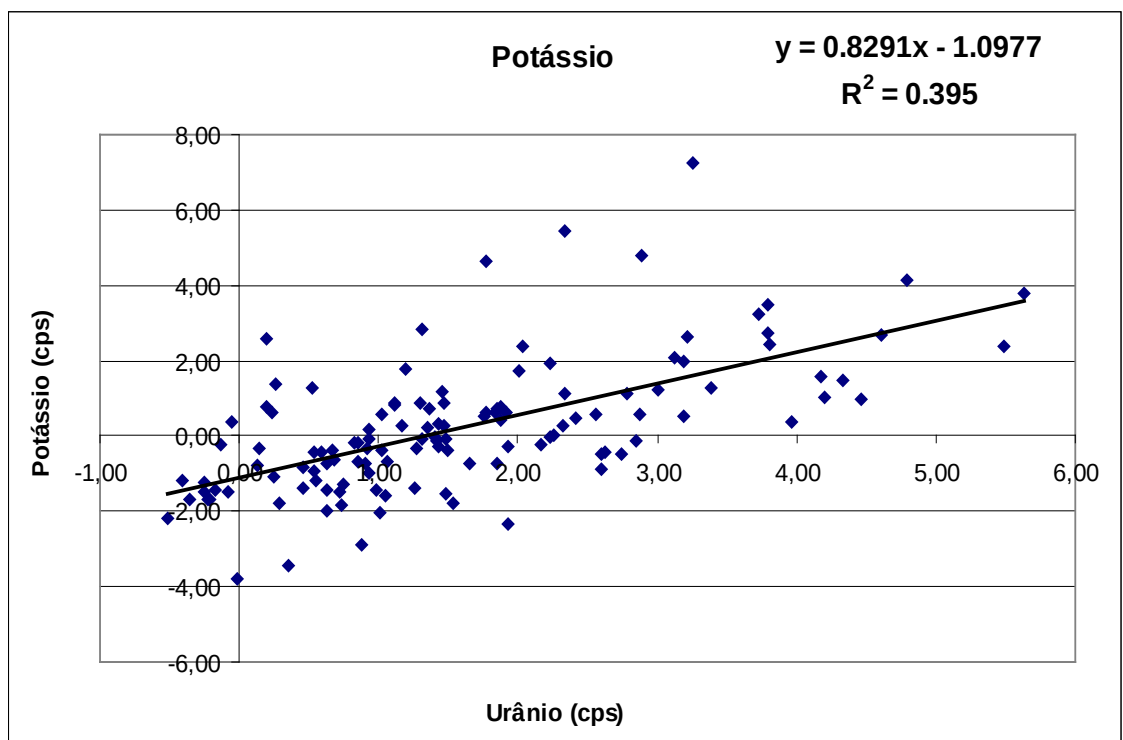
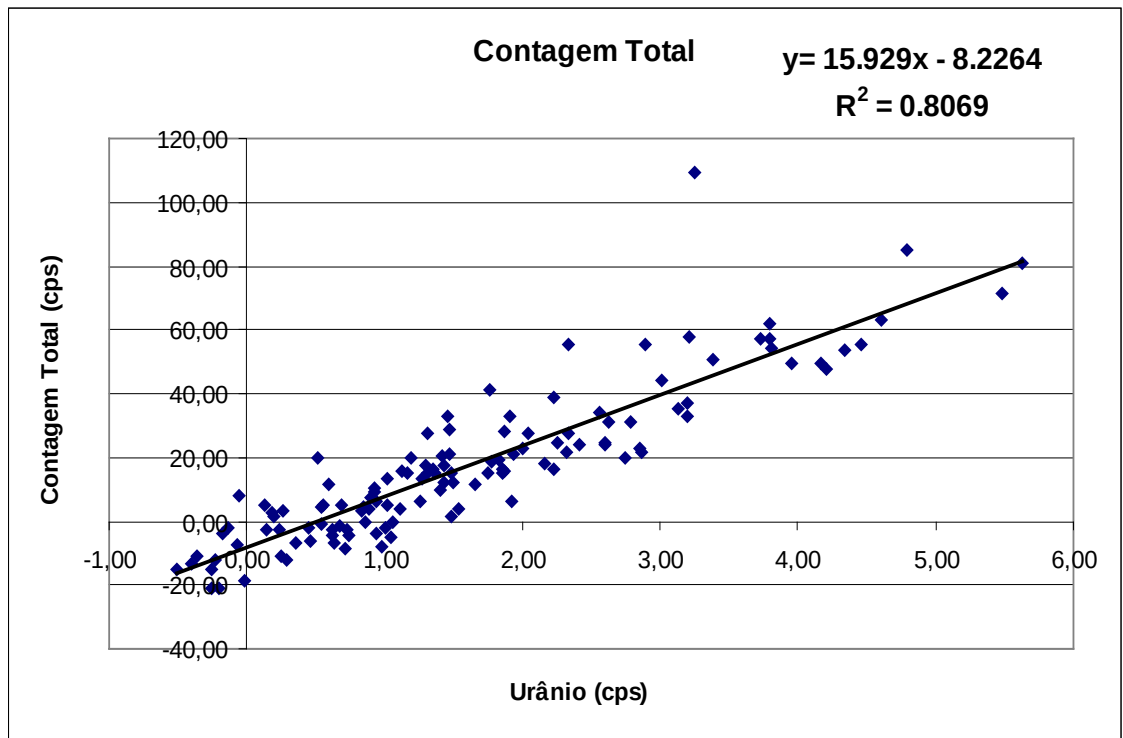


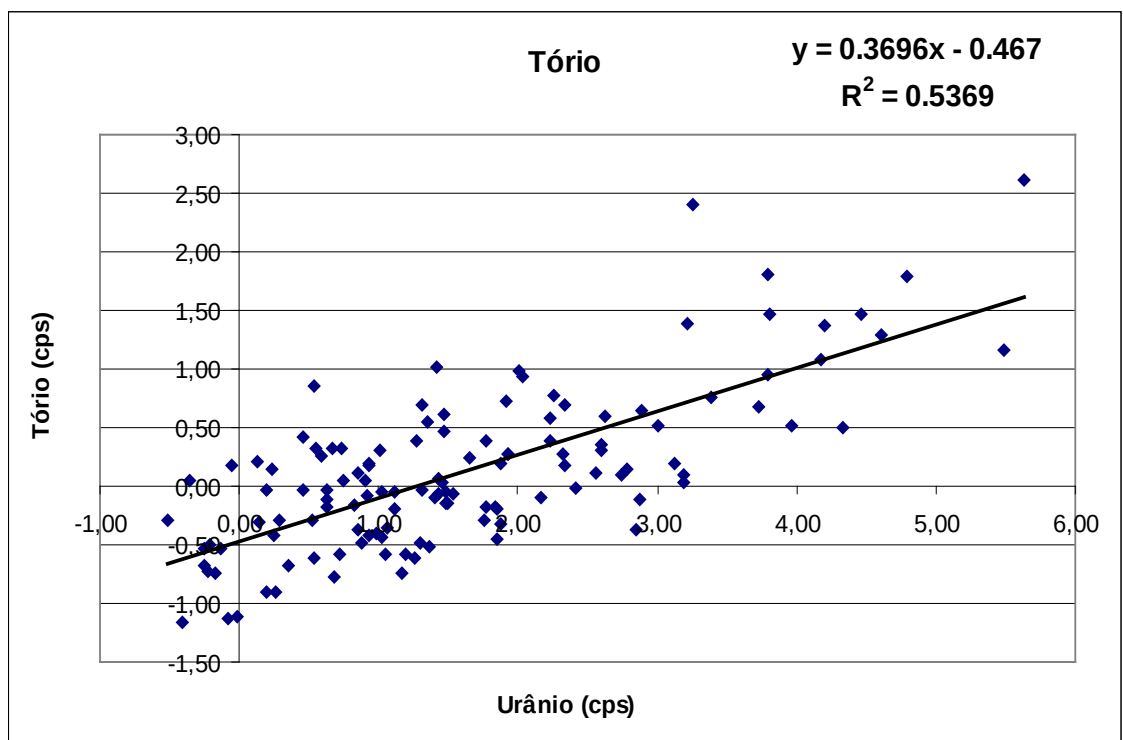
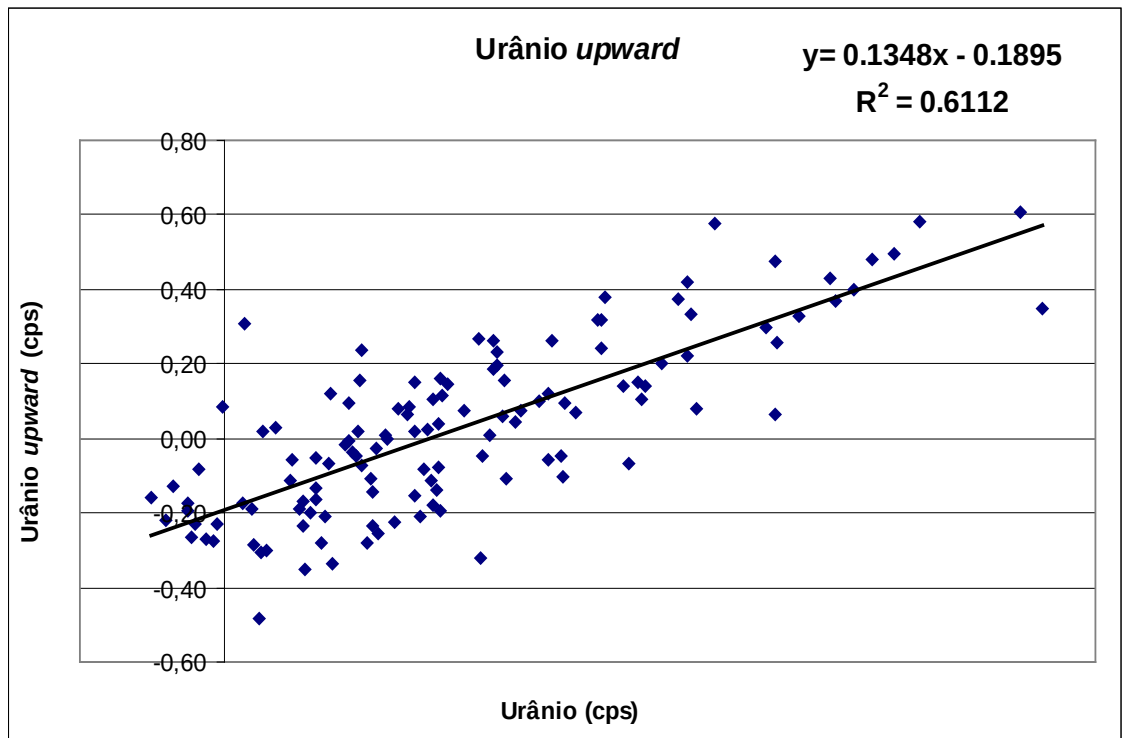
**ANEXO I-d - DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES DE CALIBRAÇÃO DO
RADÔNIO**

Aeronave PR-PRS – Médias por vôo (cps)						
Vôo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
603	318,68	33,35	12,01	10,97	2,51	200,43
	344,20	34,89	14,06	12,33	2,69	211,53
604	364,39	40,00	12,91	11,55	2,31	196,88
	364,44	39,35	13,47	12,03	2,55	196,92
605	355,52	39,48	12,61	12,07	2,14	202,23
	348,04	36,30	13,46	12,71	2,61	207,77
606	317,34	37,50	11,11	10,87	2,19	203,63
	339,58	35,88	12,89	12,45	2,40	214,39
607	318,00	34,67	11,69	11,54	2,45	202,51
	349,44	37,63	13,22	13,02	2,60	208,95
608	304,84	33,75	11,16	11,79	2,33	212,66
	329,15	34,98	12,61	12,14	2,34	216,25
609	318,80	35,83	11,40	12,21	2,04	208,68
	329,14	36,84	11,63	11,39	2,58	212,68
610	314,36	34,34	11,59	11,85	2,25	212,24
	335,88	35,43	12,79	12,22	2,59	213,10
611	314,24	34,42	11,28	11,81	2,42	216,03
	-	-	-	-	-	-
612	313,65	33,76	11,54	12,38	2,45	206,98
	362,13	36,22	13,43	13,20	2,65	215,69
613 / 614	330,11	35,35	12,30	12,92	2,33	217,92
	362,77	36,19	14,76	12,61	3,02	216,62
615	322,55	33,64	12,17	12,37	2,46	216,06
	367,34	37,86	14,80	12,83	2,99	218,68
616	340,71	35,37	13,54	12,80	2,67	211,44
	376,21	35,89	15,38	12,87	2,90	213,71
617	319,86	34,06	11,42	11,89	2,35	218,28
	346,83	35,97	14,21	12,15	2,66	212,07
618	328,45	34,46	11,84	13,07	2,38	211,33
	346,99	35,35	12,97	12,43	2,70	216,10
619	323,58	34,22	11,53	11,43	2,33	217,38
	345,13	36,39	13,40	12,15	2,79	215,85
620	315,78	33,22	11,76	12,23	2,62	205,99
	346,03	35,64	12,93	13,28	2,76	217,68
621	334,22	36,51	12,69	12,34	2,61	216,84
	343,17	35,48	12,95	12,26	2,74	214,70
622	322,35	34,26	12,33	12,00	2,54	217,58
	350,67	35,87	13,83	12,73	2,54	215,50
623	324,06	34,30	12,23	12,48	2,25	215,03
	344,73	35,08	13,36	12,93	2,70	219,42
624	326,11	34,75	11,94	12,40	2,47	215,03
	367,33	37,09	13,24	12,80	2,50	220,97
625	321,80	34,26	12,55	12,12	2,32	216,73
	334,40	36,18	12,55	12,43	2,45	215,82

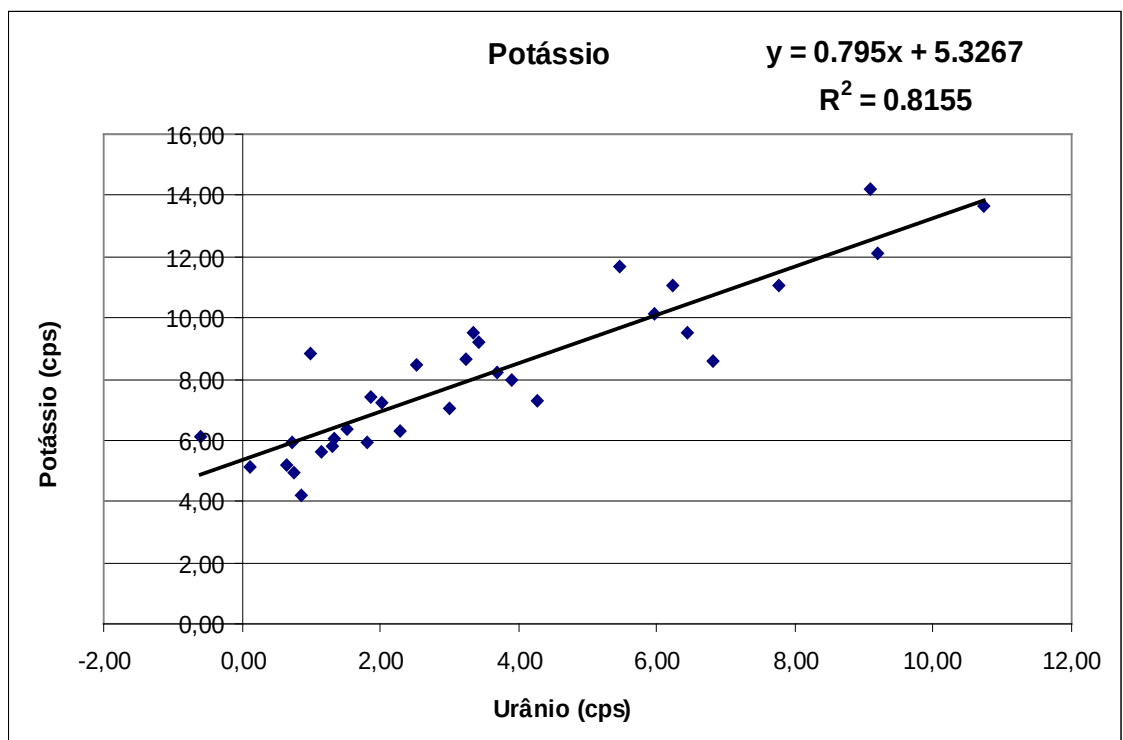
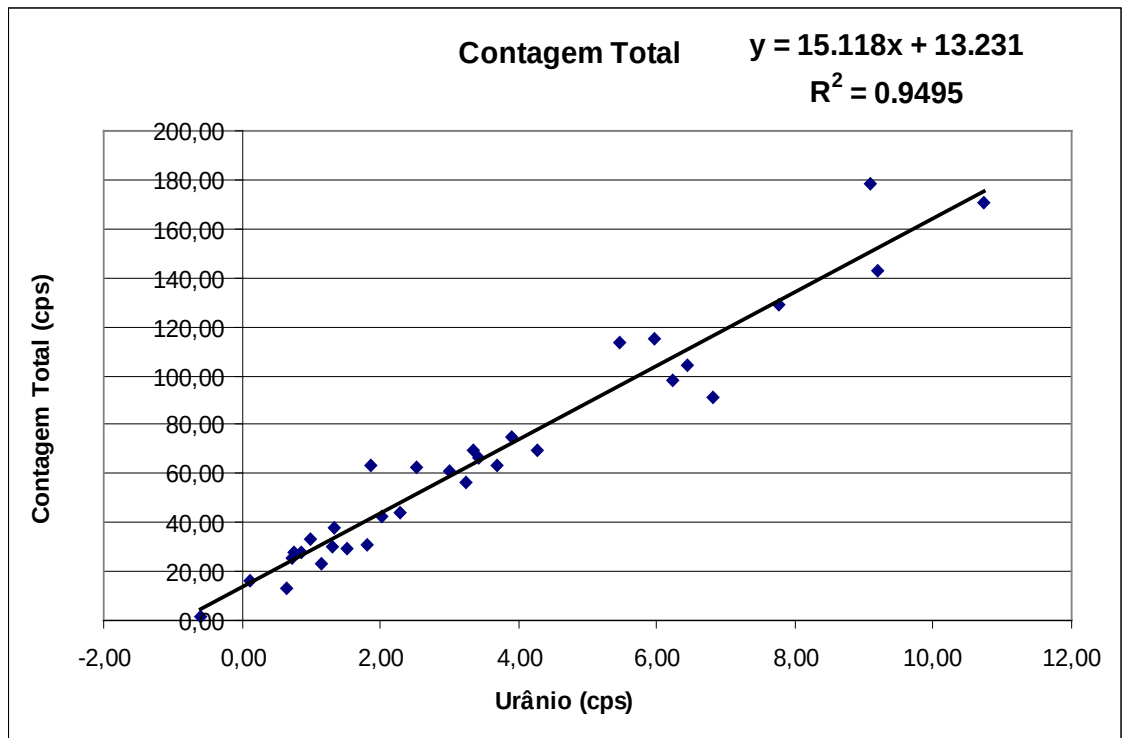
Aeronave PR-PRS – Médias por vôo (cps)						
Vôo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
632	321,21	34,80	11,88	12,63	2,51	227,84
	348,35	36,59	12,90	12,07	2,45	217,21
633	320,62	34,04	11,98	12,37	2,32	219,13
	349,29	35,53	13,79	12,50	2,71	217,80
634	330,59	35,12	12,36	12,68	2,58	219,94
	345,74	34,98	13,46	12,38	2,87	217,43
635	326,66	35,38	11,38	11,93	2,32	215,59
	334,97	35,07	12,24	12,16	2,57	211,68
636	322,37	34,16	11,36	12,75	2,50	219,71
	332,23	35,39	12,24	12,06	2,39	219,38
637	-	-	-	-	-	-
	413,41	39,61	17,33	15,28	2,97	219,25
638	334,77	34,28	13,19	12,64	2,43	219,51
	444,83	43,21	15,09	15,23	2,73	221,95
639	351,15	37,00	12,15	12,31	2,42	217,92
	383,09	37,11	15,87	12,99	2,99	215,98
640	327,69	35,42	12,34	12,54	2,68	215,03
	337,68	35,17	12,37	11,88	2,41	218,99
641	353,14	35,69	13,12	13,69	2,51	219,27
	-	-	-	-	-	-
642	338,73	34,68	12,29	13,04	2,28	220,10
	348,10	35,61	13,35	12,71	2,77	222,35
643	339,42	36,09	11,57	12,77	2,38	217,85
	355,16	35,27	14,22	12,90	2,93	217,77
644	342,16	35,26	12,77	12,83	2,67	215,33
	338,99	35,83	12,48	12,09	2,75	216,34
646	347,10	36,34	12,86	12,93	2,49	213,13
	343,68	35,87	12,67	11,71	2,36	215,33
647	353,69	37,47	13,62	13,56	2,65	217,55
	383,31	38,21	15,18	13,26	3,04	213,03
648	347,71	35,98	12,98	13,14	2,40	217,96
	351,86	35,61	13,57	11,99	2,81	205,47
650	366,32	37,46	13,67	12,77	2,52	214,17
	369,80	36,34	14,43	12,68	3,08	206,30
651	342,75	35,28	12,57	12,06	2,36	216,32
	358,72	36,11	13,48	12,76	2,84	217,40
652	347,36	35,19	13,33	12,6	2,46	213,21
	370,06	36,31	15,41	13,47	2,9	209,42
653	332,41	35,58	11,93	12,47	2,95	221,13
	349,78	36,32	13,41	12,36	2,61	216,87
654	332,23	34,86	12,31	12,02	2,57	214,51
	390,07	38,19	16,04	13,65	3,07	213,96
655	351,22	35,97	13,84	12,35	2,64	213,83
	344,41	36,18	13,29	12,2	2,86	216,01

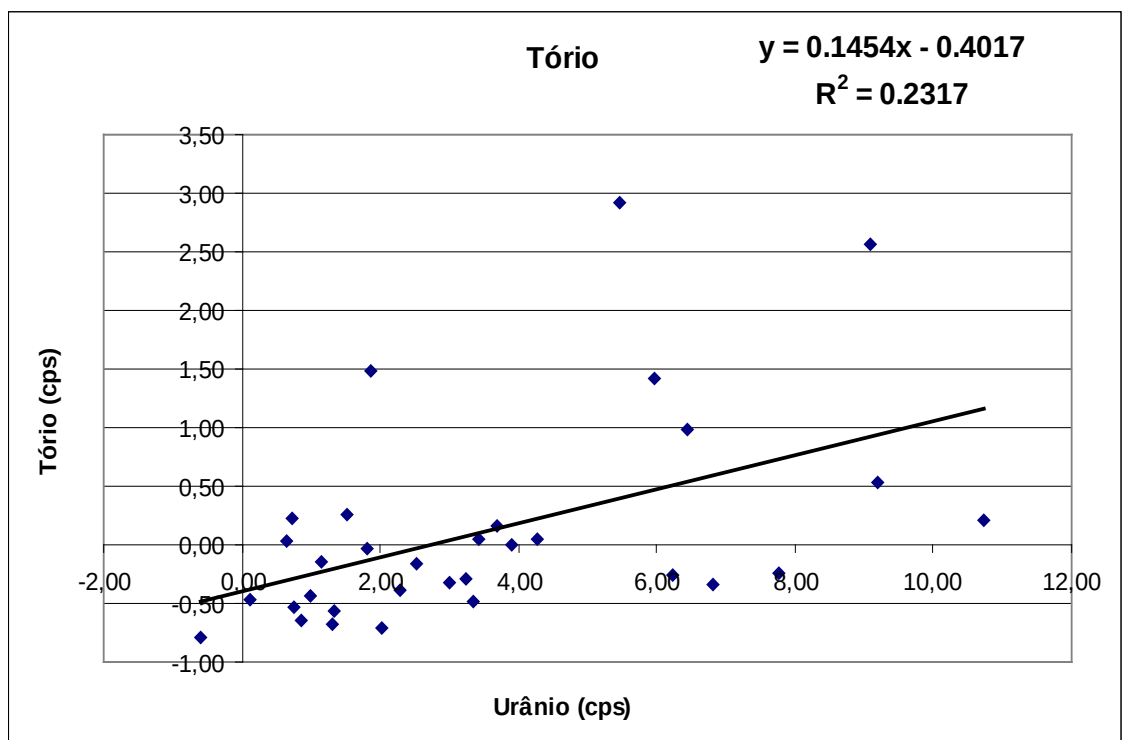
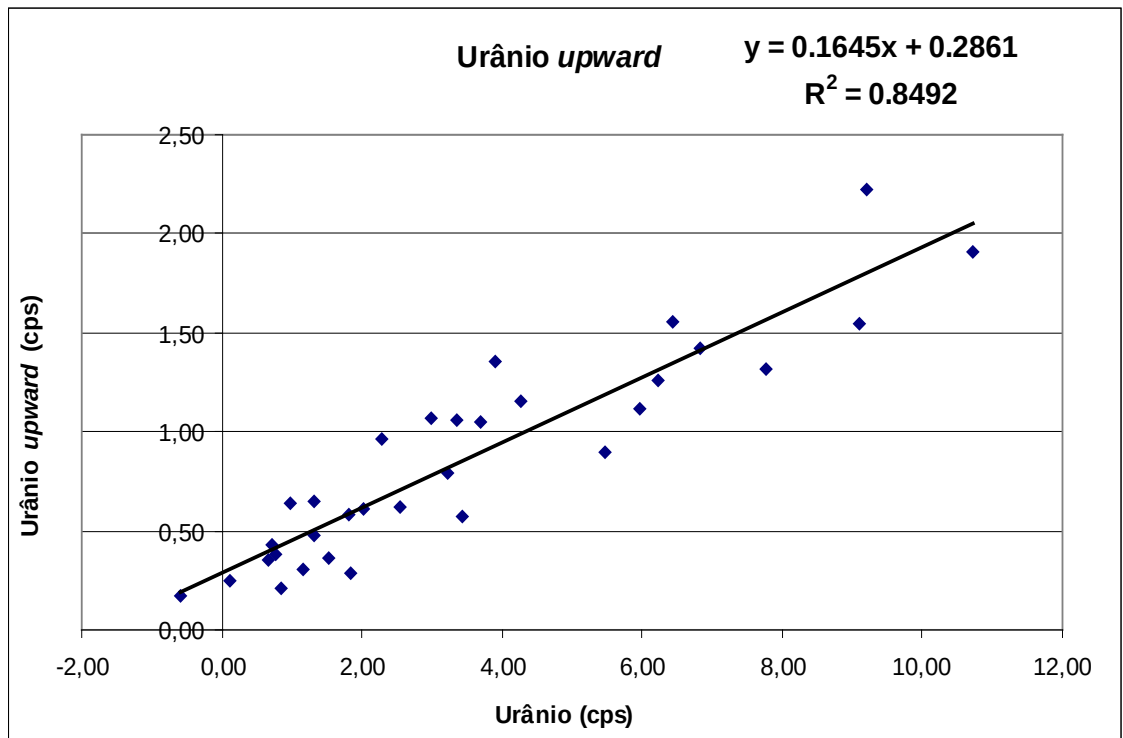
Aeronave PR-PRS – Médias por voo (cps)						
Voo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
656	343,94	35,36	12,27	12,91	2,42	218,90
	399,40	37,96	16,96	13,57	3,19	214,77
657	346,60	36,40	13,44	12,09	2,79	217,08
	386,40	36,69	16,09	14,06	3,09	217,84
658	345,76	36,57	12,69	12,48	2,60	216,71
	369,30	37,75	14,86	12,66	2,84	218,61
660	-	-	-	-	-	-
	383,45	38,08	15,34	13,95	2,85	215,94
661	361,59	36,81	14,38	12,70	2,54	217,26
	389,06	37,70	15,27	13,84	2,93	230,43
662	351,21	37,49	12,82	12,00	2,69	217,79
	384,26	38,71	15,15	13,02	2,87	213,67
663	361,18	38,70	13,04	12,68	2,65	219,82
	386,54	38,22	14,72	13,83	2,92	215,36
664	326,54	34,25	11,40	11,79	2,52	216,86
	353,17	35,53	14,43	12,17	2,75	216,88
665	324,12	34,60	12,41	12,59	2,82	214,76
	345,68	36,13	13,21	12,19	2,53	214,08
666	343,05	36,30	12,85	11,91	2,50	214,99
	379,50	37,26	15,74	13,60	3,03	216,69
667	337,13	34,93	12,47	12,57	2,55	216,66
	417,09	39,92	16,46	14,43	3,20	218,64
668	327,25	34,30	12,27	12,43	2,45	218,18
	358,25	35,08	14,05	12,96	2,95	213,90
669	351,89	35,60	12,72	12,62	2,58	210,24
	367,09	36,33	14,40	13,97	2,97	228,23
670	329,92	34,63	11,46	12,47	2,38	212,05
	391,24	39,13	15,33	14,30	2,66	216,10
672	331,53	36,37	11,71	12,43	2,40	215,72
	348,99	36,24	13,09	13,39	2,64	228,31
673	316,06	33,56	11,11	12,30	2,45	217,70
	314,55	32,92	11,94	12,09	2,37	203,99
674	317,69	34,55	11,22	11,43	2,39	217,80
	314,73	33,54	12,12	11,38	2,48	206,88
675	313,17	31,97	11,64	11,52	2,70	218,48
	347,73	34,42	13,85	12,52	2,78	210,38
676	323,64	32,24	11,93	11,86	2,63	216,84
	333,72	33,86	13,09	12,44	2,74	216,33
677	339,00	33,07	12,70	12,33	2,61	221,62
	336,37	33,35	13,51	12,81	2,76	216,95



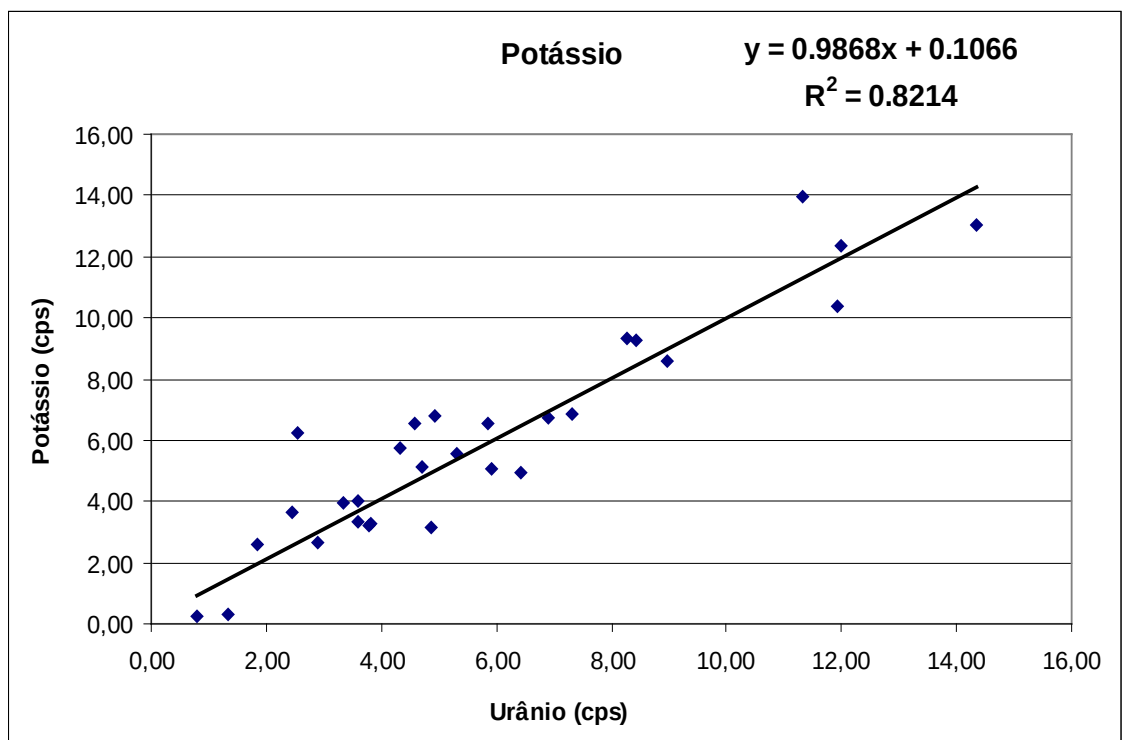
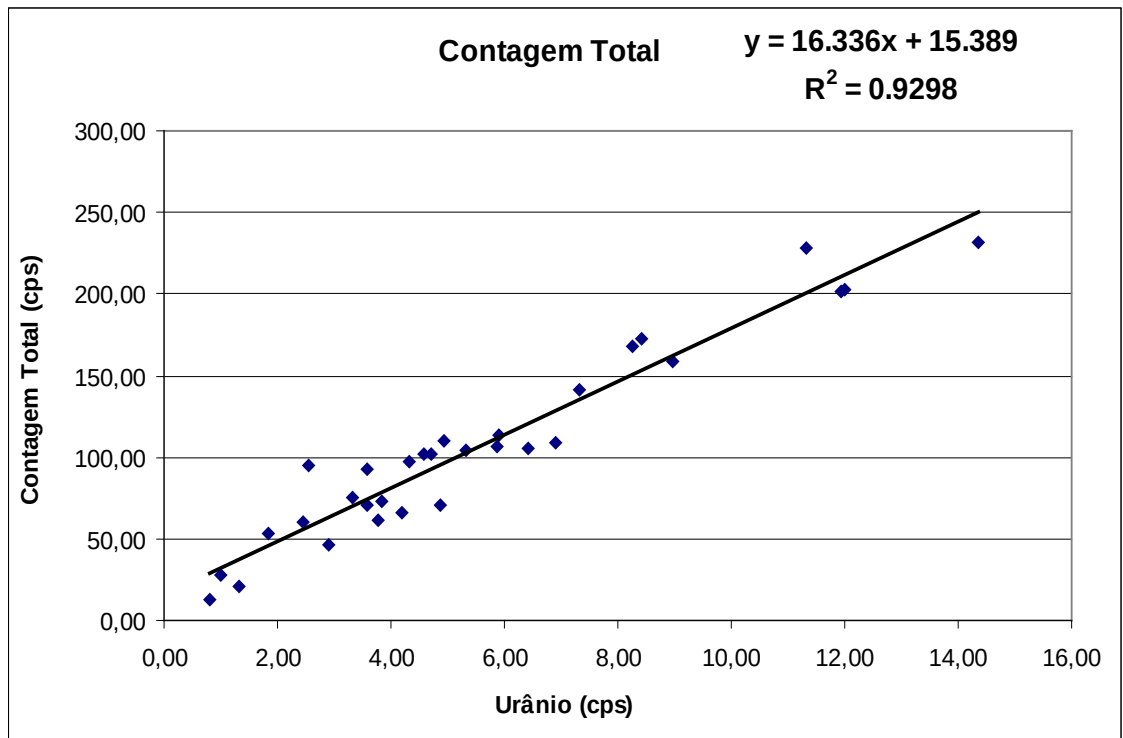


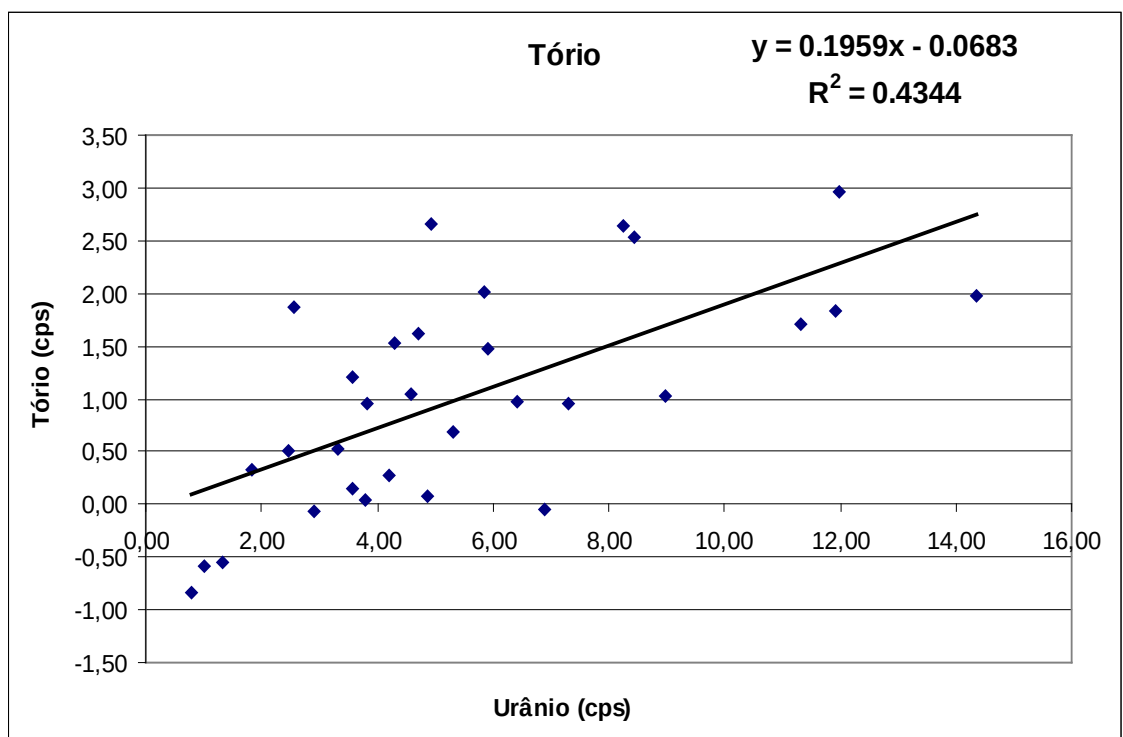
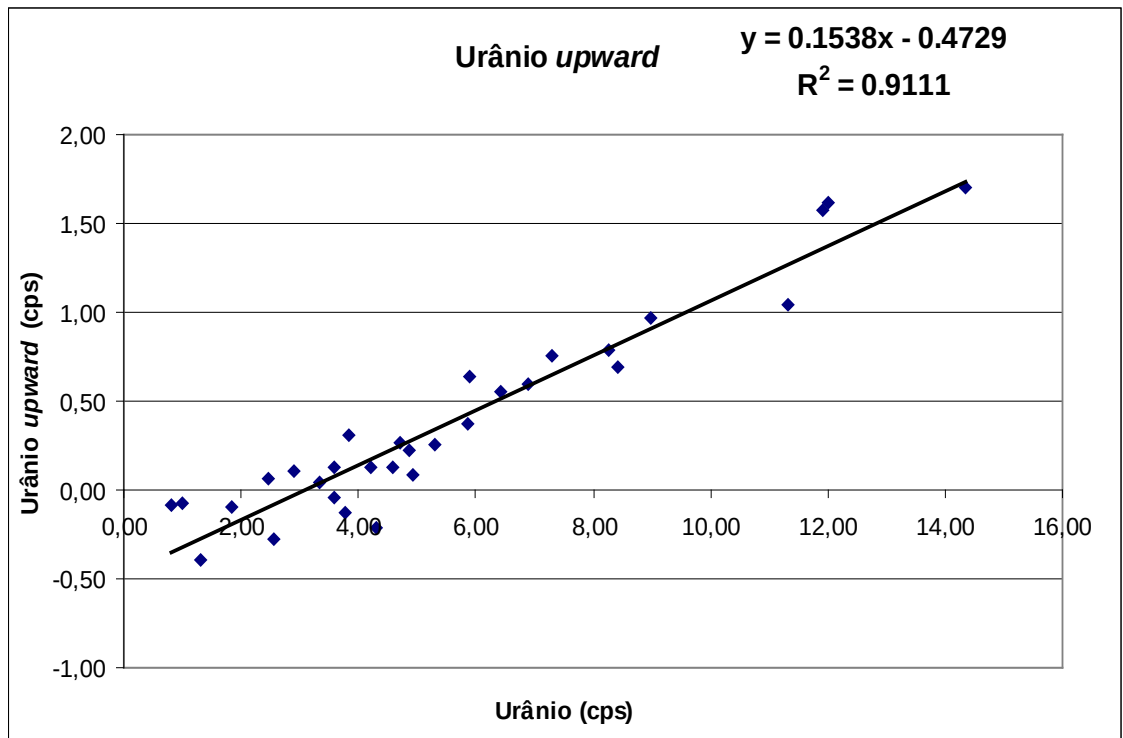
Aeronave PR-PRS – Médias por vôo (cps)						
Vôo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
1202	354,45	36,80	14,21	13,28	2,42	229,95
	448,72	41,14	19,04	14,90	3,25	238,30
1203	462,49	43,71	19,18	17,21	3,15	252,35
	435,87	42,32	19,46	13,44	3,42	241,96
1204	388,21	39,41	15,97	12,88	2,60	226,60
	467,69	42,51	21,86	13,51	4,28	229,39
1205	328,85	36,70	12,18	12,32	2,25	231,70
	392,03	39,10	15,19	15,45	2,83	268,87
1206	366,85	39,85	14,04	13,03	2,77	237,90
	401,11	40,39	16,31	12,86	3,17	235,85
1207	337,15	35,57	13,29	12,97	2,40	228,69
	371,81	38,45	15,50	12,20	2,77	220,59
1208	370,34	36,54	14,21	13,43	2,59	246,57
	403,36	38,65	16,73	13,17	3,44	232,76
1209	470,07	42,57	21,13	13,61	3,51	244,74
	506,84	44,82	23,88	13,80	4,06	240,08
1210	375,12	37,32	14,55	13,12	2,64	241,72
	381,50	38,59	15,31	13,06	2,79	243,18
1211	365,55	36,93	14,45	12,88	2,79	239,61
	440,87	40,77	19,63	14,62	3,71	241,03
1212	399,67	38,35	16,27	13,41	3,24	242,63
	360,97	36,88	14,39	13,54	2,47	241,75
1213	403,60	38,88	15,20	15,31	2,47	244,35
	406,99	38,60	17,50	13,74	3,32	241,88
1214	358,08	36,67	13,52	13,43	2,44	245,50
	381,30	37,51	15,49	13,26	3,12	241,16
1216	371,86	37,41	15,20	13,84	2,77	244,99
	433,63	40,20	20,26	13,60	3,62	246,30
1217	367,57	35,62	14,17	13,15	2,39	243,76
	513,58	45,34	22,23	16,13	3,69	239,54
1218	399,65	39,72	15,76	13,52	2,78	241,59
	406,58	39,90	17,17	14,15	3,26	247,23





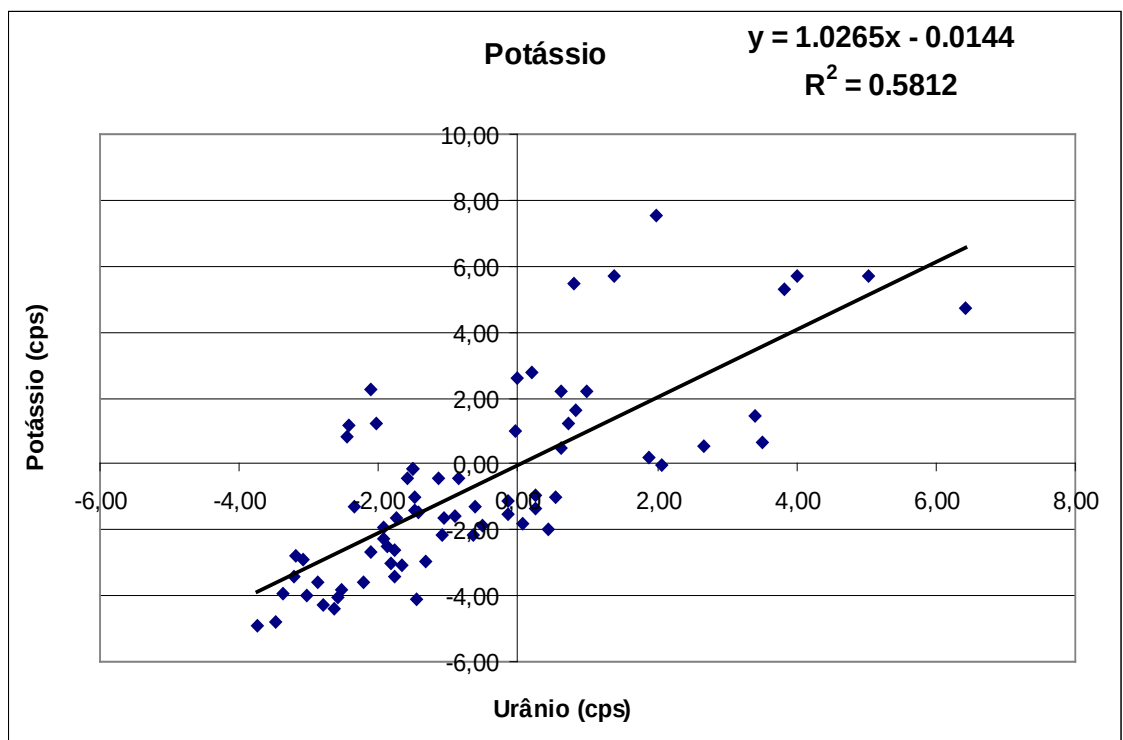
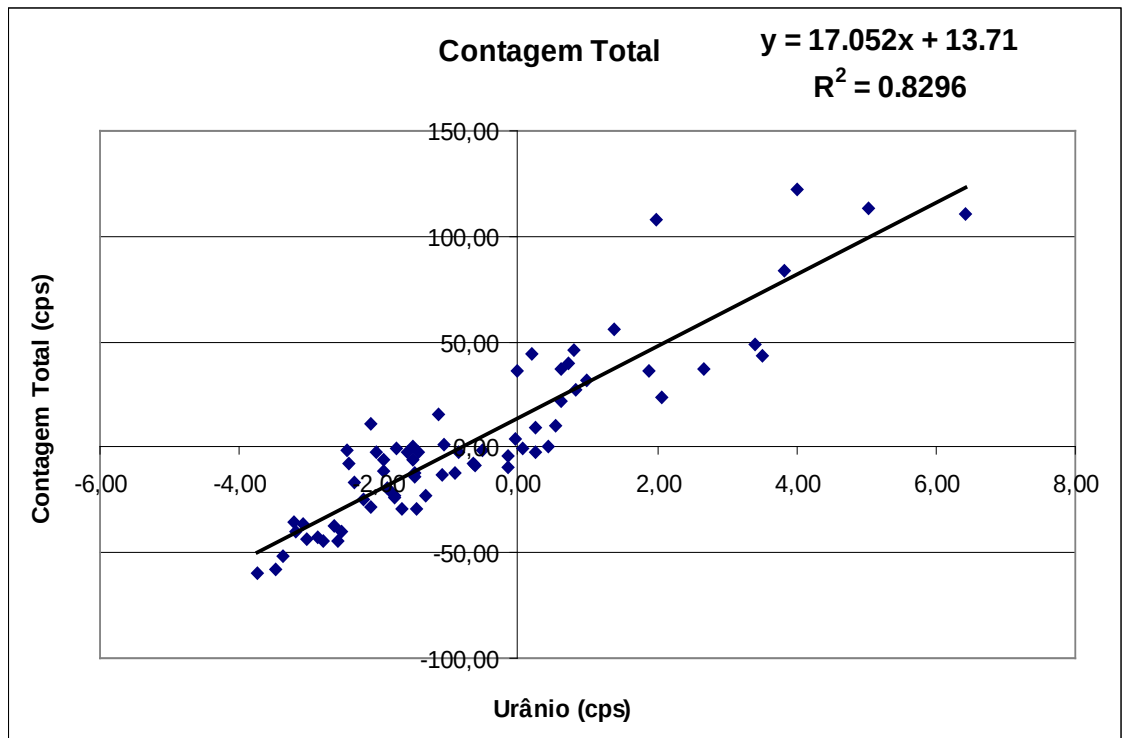
Aeronave PT-DYK – Médias por voo (cps)						
Voo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
1502	383,70	41,70	14,95	14,61	3,20	259,79
	434,32	45,13	18,44	14,02	3,56	248,88
1503	343,09	34,92	13,62	11,73	2,54	202,91
	-	-	-	-	-	-
1504	330,95	37,83	12,16	12,65	2,39	233,51
	384,09	40,86	15,85	13,45	3,04	236,73
1505	326,41	38,01	11,81	12,57	2,74	237,18
	374,44	40,93	14,77	13,42	2,69	236,73
1506	450,26	44,33	18,11	14,10	3,52	232,75
	522,87	50,64	21,46	14,06	3,65	218,74
1507	332,72	37,19	11,62	12,33	2,65	228,62
	398,59	43,08	15,89	14,22	2,95	216,20
1508	383,27	41,99	14,09	13,44	2,29	210,69
	397,68	43,26	14,77	13,46	2,74	219,64
1509	393,49	41,93	15,23	12,77	2,80	213,79
	451,93	45,19	19,07	13,33	3,56	217,71
1510	345,79	39,23	11,92	12,62	2,49	217,47
	369,79	40,27	13,93	12,75	2,61	223,06
1511	389,48	42,96	12,74	14,26	2,33	219,40
	404,09	43,49	15,07	15,01	2,69	218,73
1512	389,08	41,43	14,55	13,60	2,79	212,21
	496,82	49,07	22,15	15,33	4,22	218,83
1513	355,16	40,37	12,66	12,93	2,68	219,90
	520,99	49,46	24,30	14,10	4,25	214,45
1514	366,88	40,51	13,39	12,77	2,62	216,71
	457,59	45,44	18,17	14,39	3,19	209,88
1515	377,59	40,22	13,33	13,07	2,63	209,95
	486,80	46,53	21,66	13,68	4,07	209,78
1516	403,24	41,52	15,86	13,60	3,19	214,45
	479,19	46,92	19,15	15,91	3,58	234,74
1517	367,54	40,01	14,00	13,35	2,92	219,28
	403,48	41,82	16,71	13,50	3,19	221,85

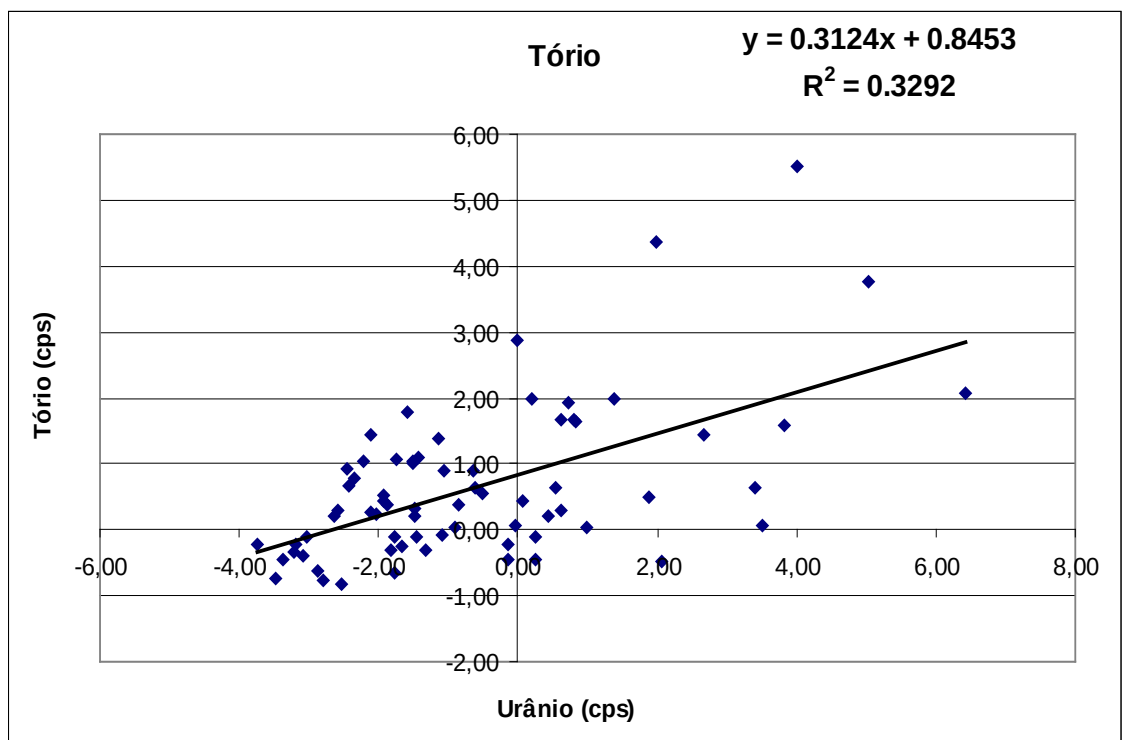
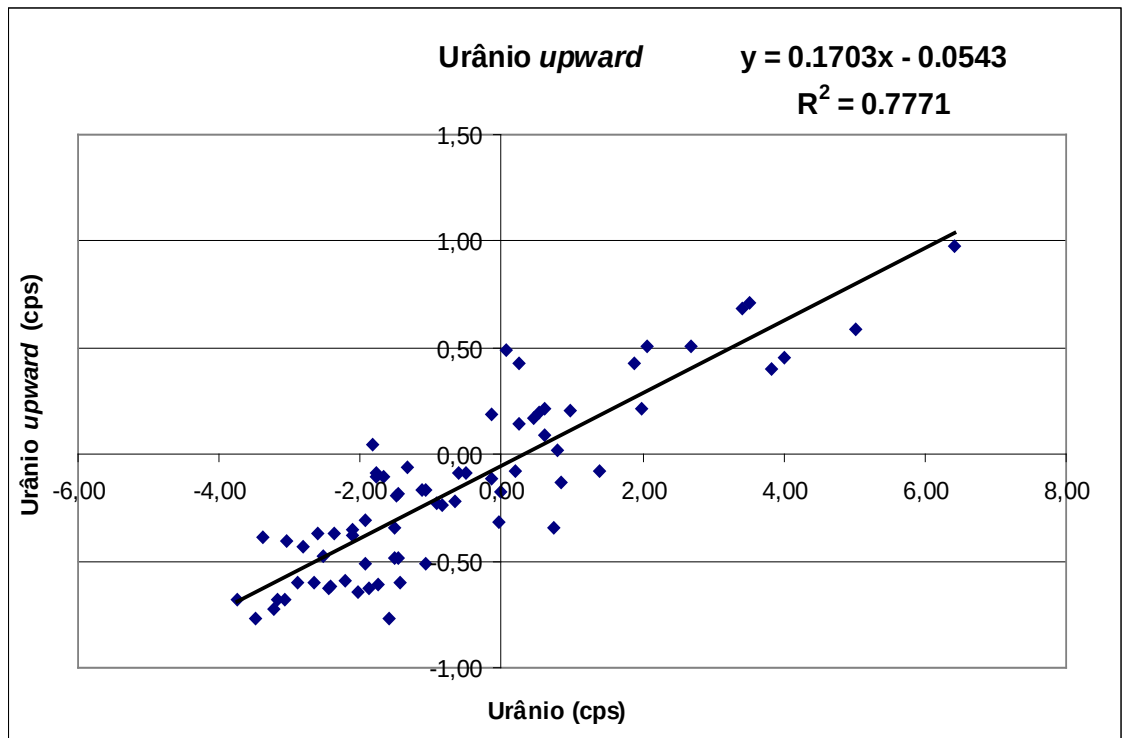




Aeronave PR-PEC – Médias por vôo (cps)						
Vôo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
906	342,58	39,19	11,71	12,72	2,20	219,69
	400,90	44,18	15,29	13,16	3,06	234,60
907	349,52	40,73	11,92	13,06	2,19	215,06
	432,83	45,83	15,36	16,18	2,96	253,83
908	351,65	41,19	12,28	13,47	2,40	223,08
	343,01	40,21	12,21	12,57	2,53	220,99
910	320,65	38,71	10,77	12,44	2,10	226,63
	466,98	48,96	15,83	16,90	2,97	224,39
911	355,73	42,85	11,11	13,19	2,25	210,23
	390,39	42,19	14,22	14,01	2,34	216,24
912	347,53	38,82	11,68	12,77	2,40	219,11
	470,74	46,53	17,41	17,49	3,12	214,16
913	357,92	40,05	12,00	13,03	2,44	208,45
	354,19	39,41	12,52	13,12	2,19	218,62
914	353,96	40,86	12,16	14,20	1,97	222,24
	351,42	40,74	12,80	12,66	2,48	219,93
915	347,73	39,20	11,65	13,04	2,05	214,06
	383,99	43,37	13,35	14,81	2,48	213,42
916	318,23	36,83	11,05	12,56	2,13	221,02
	377,04	42,55	14,31	13,71	2,55	215,98
918	345,17	42,29	11,19	12,90	2,09	218,99
	387,52	45,90	13,89	13,26	2,62	207,49
919	345,70	42,06	11,33	12,18	2,01	213,78
	402,53	46,44	14,72	13,89	2,57	212,76
920	346,67	41,63	10,93	12,87	2,03	213,86
	353,85	41,90	13,41	12,12	2,36	215,42
921	352,68	39,72	12,25	13,43	2,12	220,75
	352,65	39,27	13,14	12,84	2,63	220,01
922	343,79	40,21	11,56	13,42	2,40	225,97
	393,63	43,46	14,36	14,07	2,83	222,00
923	332,40	37,76	11,58	13,52	2,16	223,17
	350,08	39,18	13,16	13,38	2,53	223,49
924	317,01	37,24	11,16	11,93	2,35	226,90
	378,67	41,77	14,36	12,72	2,95	222,13
925	319,72	38,35	10,66	12,01	2,06	221,97
	363,08	40,18	13,87	12,17	2,86	219,46
926	318,58	37,75	10,44	11,97	1,99	220,17
	394,09	41,55	15,69	13,00	3,18	223,51
930	434,28	46,24	17,32	13,68	3,09	216,55
	465,67	46,76	18,59	15,95	3,29	218,00
931	374,79	41,24	14,82	13,70	2,88	249,29
	427,24	43,93	18,13	14,27	3,63	244,07
932	325,04	37,89	11,41	13,11	2,21	247,84
	345,80	39,25	12,91	13,21	2,81	240,85
933	361,23	40,21	13,21	13,31	2,89	249,65
	378,38	41,59	14,77	13,40	3,17	247,97

Aeronave PR-PEC – Médias por vôo (cps)						
Vôo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
934	336,33	38,56	11,73	13,59	2,55	245,05
	365,85	41,14	13,31	14,05	2,47	245,32
935	349,17	39,27	12,65	13,40	2,56	254,30
	375,10	41,09	14,94	13,14	3,36	243,08
936	406,86	42,66	16,97	13,40	3,49	248,11
	423,89	43,25	18,29	13,79	3,67	245,47
937	356,91	39,23	13,05	13,68	2,88	246,39
	384,97	41,01	15,08	14,44	3,49	250,36
938	360,96	39,62	13,02	13,51	3,02	246,98
	379,00	40,53	15,18	13,86	3,12	244,27
939	356,28	39,79	12,71	13,85	2,29	240,82
	367,65	41,00	13,86	13,75	2,73	245,20
941	350,90	38,42	13,32	13,58	2,77	245,07
	377,47	41,57	14,42	14,67	2,92	251,09
942	330,73	38,78	11,52	13,40	2,59	247,81
	369,44	40,53	13,81	13,77	2,81	247,87
943	334,13	38,47	12,13	13,95	2,57	244,07
	414,83	43,01	17,37	15,03	3,44	243,29
944	344,05	39,29	12,17	13,45	2,41	251,51
	488,38	47,17	21,09	15,66	3,91	242,98
946	356,03	40,14	12,84	14,20	2,64	249,40
	389,84	41,50	15,29	14,31	3,15	244,62
947	322,86	37,81	11,14	13,62	2,30	247,74
	356,72	39,63	13,46	13,41	2,90	245,37





ANEXO I-e - CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO NORTE DO CEARÁ

CPRM CONTRATO N.º 032/PR/08

CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-350

PR-PRS

RIO DE JANEIRO - RJ
28 DE AGOSTO DE 2008

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

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

Índice das Figuras, Quadros, Tabela e Mapa

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

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

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

- Mapa 1 - Mapa de localização das Estações Terrestres sobre a Pista de Calibração Dinâmica

1. Considerações Gerais

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

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

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

No dia 28 de agosto de 2008 a Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda efetuou os testes sobre a “pista de calibração dinâmica” no distrito de Inoã, município de Maricá-RJ.

2. Levantamento Terrestre

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



Figura 1 – Gamaespectrômetro Portátil EXPLORANIUM GR-320.

Foram registradas 80 estações, sendo 72 sobre a pista de calibração e 8 sobre a Lagoa de Maricá, estas últimas com vistas a remover o *background* atmosférico da região. A Tabela 1 e o Mapa 1 proporcionam, respectivamente, uma visão dos valores das leituras das estações e a locação das mesmas na Pista de Calibração. A Figura 2 ilustra a coleta de dados terrestres. Os Quadros 1 e 2 resumem os resultados obtidos no levantamento terrestre.



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

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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT(*) (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	15,49	2,18	3,38	34,84	4107,33	725,26	256,00	270,53
DESVIO PADRÃO	5,44	0,68	1,16	9,26	821,31	167,12	58,01	71,43
ERRO NA MÉDIA (1)	0,64	0,08	0,14	1,09	96,79	19,70	6,84	8,42
INCERTEZA (%) (2)	0,04	0,04	0,04	0,03				

- (*) Valor obtido através da expressão:

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

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

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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	0,71	0,04	0,19	0,74	106,13	16,13	7,88	5,63
DESVIO PADRÃO	0,04	0,05	0,11	0,26	5,28	3,04	2,03	2,00
ERRO NA MÉDIA	0,01	0,02	0,04	0,09	1,87	1,08	0,72	0,71
INCERTEZA (%)	0,02	0,46	0,21	0,12				

3. Levantamento Aéreo

Foi utilizada a aeronave PR-PRS equipada com gamaespectrômetro *Radiation Solutions* RS-500, com cristais detectores de NaI com 2560 pol³ down e 512 pol³ up. Foram realizadas 9 passagens sobre a pista de calibração e mar, nas seguintes altitudes: 200, 330, 400, 500, 600, 700 e 800 pés. A razão pela qual foram voadas linhas em várias altitudes foi o aproveitamento dos dados para calcular também os coeficientes de atenuação atmosférica (*attenuation coefficients*), os quais são utilizados para a correção altimétrica dos dados radiométricos.

4. Correção Altimétrica (Coeficientes de Atenuação Atmosférica)

Esse procedimento é comentado no próximo resumo.

5. Conversão para Concentração de Elementos

A sensibilidade dos detectores da aeronave PR-PRS para as janelas de Potássio, Urânio e Tório foi determinada com base na razão entre as medidas efetuadas a bordo (N) e em terra (C), com a aplicação da seguinte expressão:

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

S corresponde à sensibilidade para cada janela,

N é a média das contagens corrigidas (em cps) para cada canal referente à altura do levantamento (100m) 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 100m sobre a pista de calibração, correspondente ao intervalo de 50 metros entre as estações terrestres consideradas para efeito de cálculo da média dos elementos K, U e Th (do Marco 0 até a estaca 7N).

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

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

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

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

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

ESTATÍSTICA *	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
MÉDIA	3115,20	149,57	31,23	131,74
DESVIO PADRÃO	17,09	3,17	1,47	1,46
ERRO NA MÉDIA	9,87	1,83	0,85	0,84
INCERTEZA (%)	0,00	0,01	0,03	0,01

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

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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	14,78	2,14	3,19	34,10	4001,20	709,13	248,12	264,90
DESVIO PADRÃO	5,44	0,68	1,16	9,26	821,31	167,12	58,01	71,43
ERRO NA MÉDIA	0,64	0,08	0,14	1,09	96,79	19,70	6,84	8,42
INCERTEZA (%)	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03

cpm = contagens por minuto

Quadro 5 - Coeficientes de Sensibilidade.

	CT (cps/μR/h)	K (cps/%)	U (cps/ppm)	Th (cps/ppm)
SENSIBILIDADE (S)	210,81	69,89	9,79	3,86

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

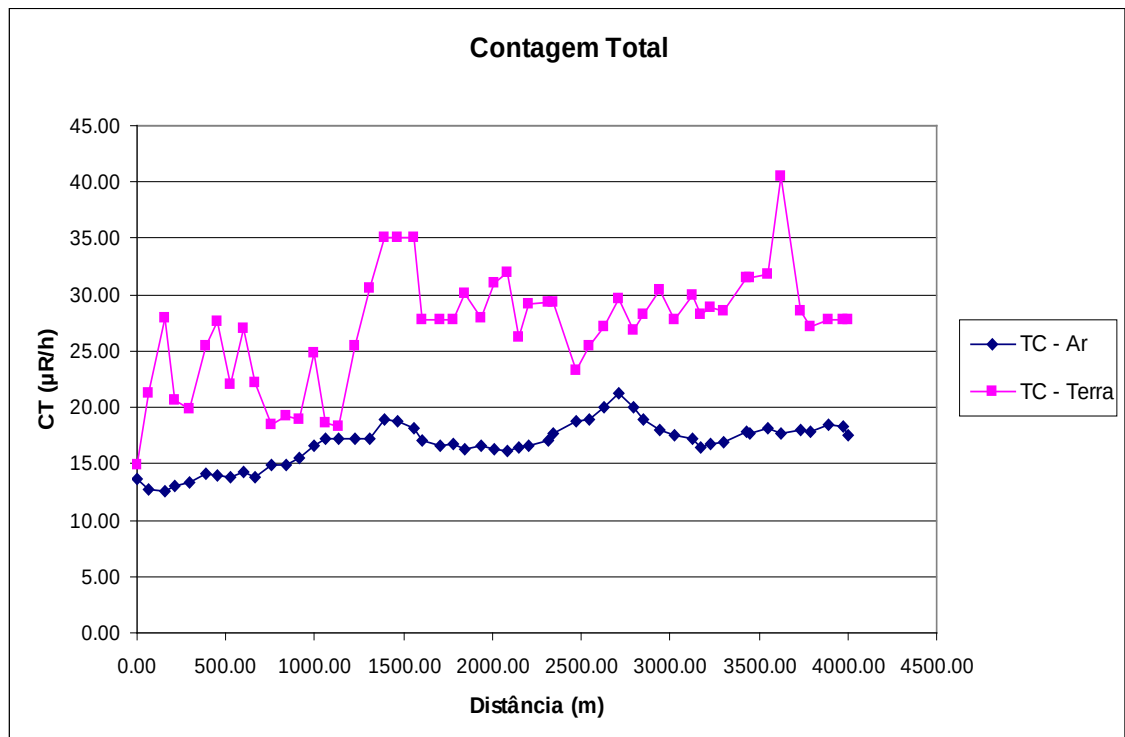


Figura 3 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Contagem Total.

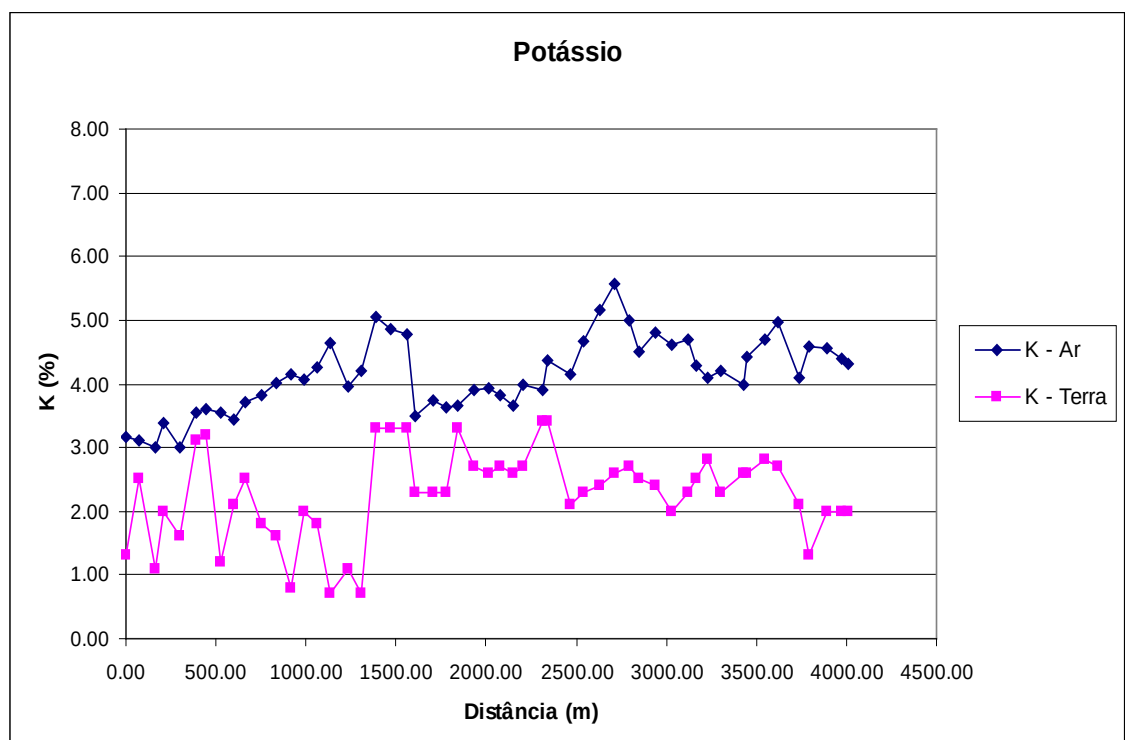


Figura 4 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo – Potássio.

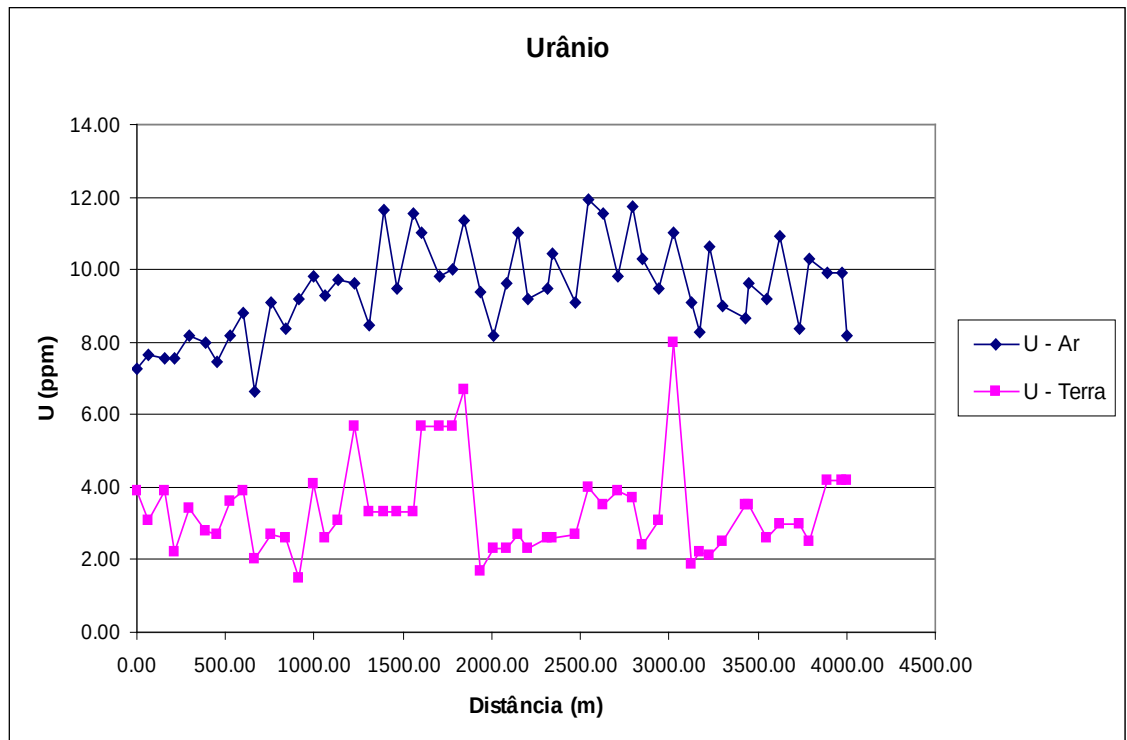


Figura 5 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo – Urânio.

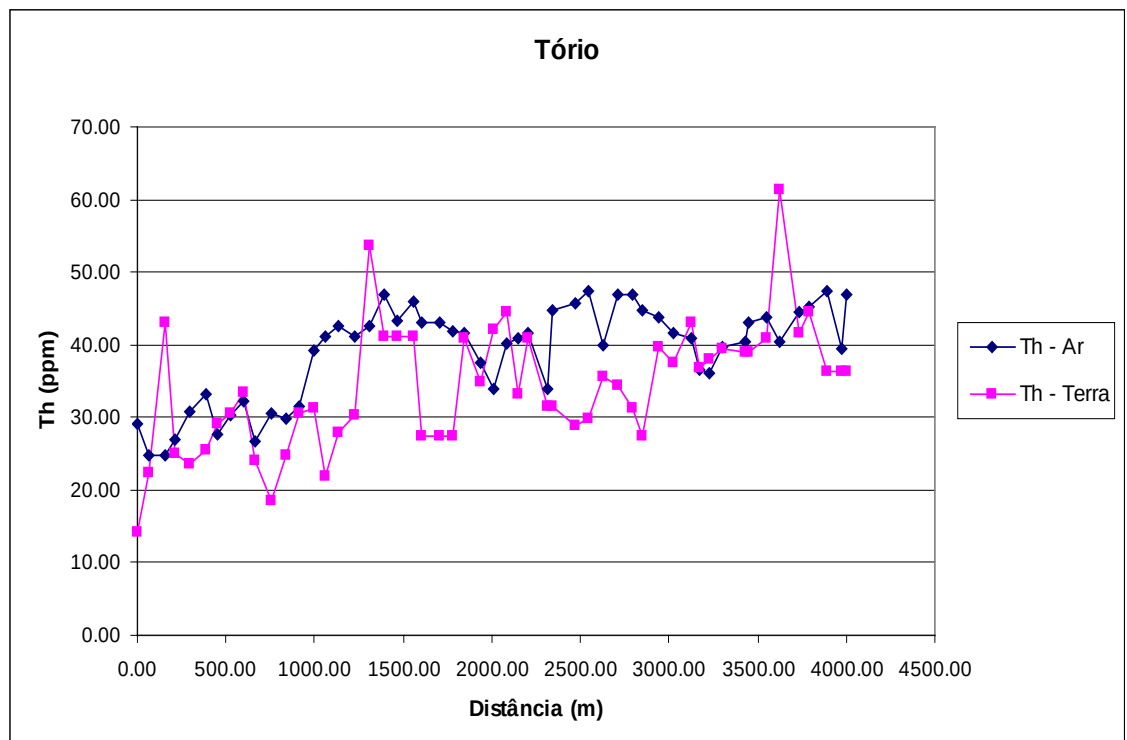


Figura 6 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo – Tório.

TABELA 1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE. PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA - 28/08/2008. DADOS BRUTOS.

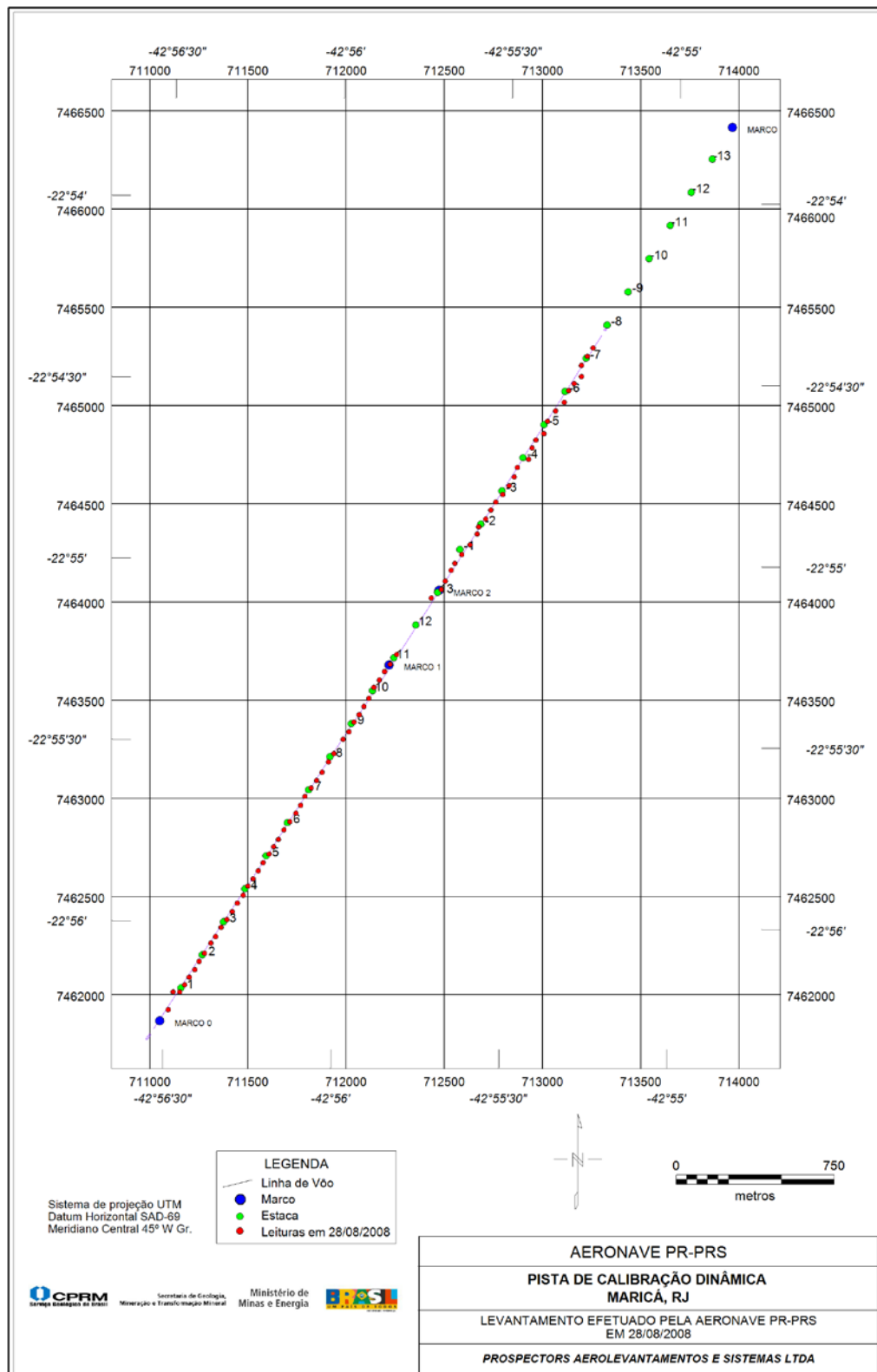
Estaca	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
Marco 0	711094,41	7461922,56	28,40	2,00	4,40	37,10	4285,00	733,00	294,00	290,00
	711119,28	7462013,04	25,70	0,60	4,10	42,80	3882,00	454,00	316,00	335,00
	711153,13	7462012,57	27,90	1,30	2,70	45,10	4212,00	583,00	238,00	352,00
Estaca 01S	711178,27	7462049,88	29,30	2,10	3,20	42,40	4430,00	749,00	297,00	331,00
	711201,38	7462088,33	33,30	2,30	5,30	49,10	5029,00	825,00	434,00	334,00
	711229,62	7462126,70	32,90	2,40	3,80	44,20	4967,00	824,00	318,00	345,00
	711251,75	7462168,48	41,20	2,70	3,20	62,10	6224,00	983,00	402,00	485,00
Estaca 02S	711279,01	7462210,19	32,50	2,80	2,80	41,60	4908,00	896,00	283,00	324,00
	711311,54	7462261,80	32,80	2,80	2,90	42,50	4947,00	885,00	291,00	332,00
	711335,60	7462294,69	32,20	2,60	3,70	39,60	4802,00	857,00	293,00	309,00
	711363,96	7462341,93	33,10	2,50	3,70	45,10	5005,00	860,00	321,00	352,00
Estaca 03S	711393,24	7462381,39	32,90	2,90	2,80	44,40	4968,00	915,00	299,00	346,00
	711420,49	7462422,00	29,20	2,30	2,70	40,10	4415,00	812,00	272,00	312,00
	711446,74	7462464,83	29,60	2,80	2,30	38,80	4468,00	864,00	258,00	302,00
	711476,04	7462505,40	31,00	2,40	4,30	42,60	4676,00	841,00	322,00	333,00
Estaca 04S	711500,28	7462551,59	29,00	2,50	2,40	37,50	4380,00	785,00	253,00	292,00
	711526,45	7462588,88	30,70	2,30	2,10	43,80	4639,00	785,00	280,00	341,00
	711552,67	7462629,50	31,30	2,50	3,60	38,50	4726,00	827,00	283,00	300,00
	711577,88	7462671,24	28,40	2,00	8,20	38,20	4294,00	702,00	273,00	298,00
Estaca 05S	711608,25	7462715,12	31,10	2,40	3,30	40,50	4697,00	795,00	289,00	316,00
	711631,35	7462752,46	32,80	2,30	4,20	44,60	4948,00	814,00	329,00	348,00
	711655,47	7462789,78	28,90	2,50	2,60	28,20	4364,00	801,00	262,00	298,00
	711683,85	7462838,12	27,60	2,70	3,90	32,00	4171,00	845,00	251,00	249,00
Estaca 06S	711713,17	7462879,80	36,20	2,60	4,40	45,40	5460,00	906,00	338,00	355,00
	711744,55	7462922,56	30,40	2,60	4,10	35,10	4593,00	829,00	276,00	274,00
	711768,72	7462963,21	28,60	2,40	3,60	37,10	4313,00	790,00	276,00	289,00
	711789,87	7463008,33	27,80	2,40	3,70	36,40	4198,00	782,00	274,00	284,00
Estaca 07S	711822,28	7463051,08	26,20	2,30	4,20	30,50	3950,00	748,00	254,00	238,00
	711849,50	7463089,46	27,70	2,40	2,80	34,70	4189,00	766,00	246,00	270,00
	711877,78	7463131,16	23,90	2,10	2,90	29,50	3607,00	667,00	220,00	230,00
	711910,33	7463183,87	30,80	3,00	1,90	37,10	4647,00	895,00	239,00	288,00
Estaca 08S	711938,64	7463226,67	30,00	3,40	2,80	32,30	4536,00	975,00	234,00	251,00
	711984,80	7463299,13	32,70	2,80	3,00	42,30	4941,00	894,00	291,00	329,00
	712014,07	7463337,49	29,90	2,70	2,50	41,50	4509,00	859,00	277,00	323,00
Estaca 09S	712040,42	7463386,97	27,00	2,60	2,90	33,90	4080,00	796,00	244,00	264,00
	712066,59	7463424,26	32,00	2,40	1,60	45,60	4825,00	802,00	279,00	355,00
	712090,78	7463466,02	32,60	2,70	2,50	45,30	4922,00	888,00	297,00	352,00
	712115,99	7463507,75	31,70	2,60	2,50	42,90	4793,00	852,00	284,00	334,00
Estaca 10S	712141,41	7463563,89	28,70	2,70	1,90	35,50	4332,00	808,00	232,00	276,00
	712169,63	7463601,16	29,20	2,40	4,80	33,10	4407,00	796,00	280,00	259,00
	712195,89	7463643,99	30,80	3,30	6,90	41,61	4646,00	947,00	239,00	218,00
Marco 01	712224,12	7463681,25	29,80	2,30	3,90	35,60	4502,00	766,00	275,00	278,00
Estaca 11S	712257,65	7463730,63	28,40	2,30	5,90	28,20	4286,00	763,00	278,00	221,00
Estaca 12S	712434,08	7464018,36	35,80	3,30	3,50	41,90	5401,00	1010,00	301,00	326,00
Estaca 13S	712484,97	7464061,96	24,70	2,70	2,70	23,70	3734,00	764,00	186,00	184,00

Estaca	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
Marco 02	712505,07	7464104,87	31,20	0,70	3,50	54,30	4707,00	514,00	366,00	425,00
	712534,58	7464159,84	26,20	1,10	5,90	31,10	3956,00	533,00	293,00	245,00
	712553,54	7464195,02	19,30	0,80	3,60	26,80	2913,00	389,00	221,00	210,00
	712589,06	7464239,94	19,00	0,70	3,30	28,60	2868,00	367,00	224,00	224,00
Estaca 1N	712630,80	7464289,20	19,30	1,80	2,80	22,60	2911,00	558,00	181,00	176,00
	712667,49	7464344,07	25,70	2,00	4,10	30,70	3880,00	684,00	253,00	240,00
	712675,19	7464380,51	25,60	2,00	4,30	31,90	3870,00	682,00	263,00	249,00
Estaca 2N	712710,65	7464421,00	19,70	0,80	1,70	31,20	2973,00	380,00	203,00	244,00
	712736,94	7464466,04	18,70	1,90	2,40	18,80	2819,00	566,00	154,00	147,00
	712762,14	7464506,67	19,90	1,60	2,80	25,50	3008,00	552,00	138,00	199,00
	712797,58	7464546,05	19,10	1,80	2,90	19,20	2880,00	542,00	166,00	150,00
Estaca 3N	712830,01	7464589,90	20,40	1,00	1,70	33,20	3076,00	424,00	214,00	259,00
	712856,30	7464634,95	22,90	2,50	2,20	24,70	3463,00	711,00	180,00	192,00
	712872,37	7464683,46	27,70	2,10	4,11	34,20	4175,00	725,00	271,00	267,00
Estaca 4N	712929,39	7464724,75	19,30	2,20	2,20	21,50	2907,00	628,00	163,00	167,00
	712946,62	7464782,11	22,80	1,20	3,80	31,30	3444,00	508,00	259,00	245,00
	712966,69	7464822,81	28,30	3,20	2,90	29,90	4276,00	917,00	223,00	232,00
	713007,18	7464855,47	26,20	3,10	3,00	26,20	3956,00	872,00	206,00	203,00
Estaca 5N	713025,51	7464918,35	15,30	0,80	3,30	20,10	2315,00	345,00	177,00	158,00
	713066,27	7464970,95	20,60	1,60	3,60	24,20	3114,00	546,00	207,00	190,00
	713111,01	7465014,62	21,30	2,00	2,40	25,70	3217,00	628,00	190,00	200,00
Estaca 6N	713133,40	7465074,12	28,60	1,10	4,10	43,80	4324,00	565,00	323,00	343,00
	713160,59	7465110,30	18,90	1,60	2,40	23,80	2848,00	523,00	178,00	175,00
	713198,05	7465146,32	21,90	2,50	3,30	23,10	3311,00	724,00	195,00	178,00
	713197,82	7465202,82	15,60	1,30	4,10	14,90	2362,00	435,00	167,00	117,00
Estaca 7N	713228,23	7465248,91	23,90	2,50	3,10	25,20	3604,00	730,00	202,00	196,00
*	713257,57	7465291,70	14,90	1,40	2,40	16,00	2243,00	433,00	137,00	125,00
*	723265,45	7461415,95	0,70	0,10	0,10	0,70	107,00	19,00	6,00	5,00
*	723330,31	7461430,50	0,70	0,10	0,00	1,10	105,00	19,00	7,00	8,00
*	723337,57	7461435,93	0,80	0,00	0,30	0,40	117,00	15,00	8,00	3,00
*	724352,17	7527866,22	0,70	0,10	0,20	0,60	107,00	20,00	7,00	5,00
*	723425,03	7461383,67	0,70	0,00	0,30	1,00	103,00	11,00	11,00	8,00
*	723448,50	7461444,25	0,70	0,00	0,10	0,90	103,00	15,00	7,00	7,00
*	723477,88	7461488,13	0,70	0,00	0,30	0,80	108,00	14,00	11,00	6,00
*	723536,68	7461509,41	0,70	0,00	0,20	0,40	99,00	16,00	6,00	3,00

* *background* na Lagoa de Maricá

cpm = Contagem por minuto.

ppm = Parte por milhão.



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

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO NORTE DO CEARÁ

CPRM CONTRATO N.º 032/PR/08

CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-350

PR-PRS

RIO DE JANEIRO - RJ
23 DE MAIO DE 2009

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

SUMÁRIO

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

Índice das Figuras, Quadros, Tabela e Mapa

Figura 1 - Gamaespectrômetro Portátil GR-320

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

Figura 3 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Contagem Total

Figura 4 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio

Figura 5 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio

Figura 6 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório

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

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

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

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

Quadro 5 - Coeficientes de Sensibilidade

Tabela 1 - Listagem dos Valores das Leituras do Levantamento Terrestre

Mapa 1 - Mapa de localização das Estações Terrestres sobre a Pista de Calibração Dinâmica

1. Considerações Gerais

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

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

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

No dia 23 de maio de 2009 a Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda efetuou os testes sobre a “pista de calibração dinâmica” no distrito de Inoã, município de Maricá-RJ.

2. Levantamento Terrestre

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



Figura 1 – Gamaespectrômetro Portátil EXPLORANIUM GR-320.

Foram registradas 87 estações, sendo 79 sobre a pista de calibração e 8 sobre a Lagoa de Maricá, estas últimas com vistas a remover o *background* atmosférico da região. A Tabela 1 e o Mapa 1 proporcionam, respectivamente, uma visão dos valores das leituras das estações e a locação das mesmas na Pista de Calibração. A Figura 2 ilustra a coleta de dados terrestres. Os Quadros 1 e 2 resumem os resultados obtidos no levantamento terrestre.



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

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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT(*) (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	13,97	2,03	2,93	31,38	3330,67	669,03	238,15	245,42
DESVIO PADRÃO	5,62	0,66	0,81	8,89	1165,69	166,12	84,43	68,91
ERRO NA MÉDIA (1)	0,63	0,07	0,09	1,00	131,15	18,69	9,50	7,75
INCERTEZA (%) (2)	0,05	0,04	0,03	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)^{1/2}
- (2) Incerteza = Erro na Média/Média
- cpm = contagem por minuto
- 79 estações utilizadas no cálculo estatístico

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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	-0.17*	-0.10*	-0.03*	-0.01*	-414.13*	-21.00*	-0.63*	-0.13*
DESVIO PADRÃO	0,07	0,00	0,15	0,33	10,06	2,39	2,50	2,23
ERRO NA MÉDIA	0,04	0,00	0,07	0,17	5,03	1,20	1,25	1,12
INCERTEZA (%)	0,00	0,00	0,00	0,00				

3. Levantamento Aéreo

Foi utilizada a aeronave PR-PRS equipada com gamaespectrômetro *Radiation Solutions* RS-500, com cristais detectores de NaI com 2560 pol³ down e 512 pol³ up. Foram realizadas 9 passagens sobre a pista de calibração e mar, nas seguintes altitudes: 200, 330, 400, 500, 600, 700 e 800 pés. A razão pela qual foram voadas linhas em várias altitudes foi o aproveitamento dos dados para calcular também os coeficientes de atenuação atmosférica (*attenuation coefficients*), os quais são utilizados para a correção altimétrica dos dados radiométricos.

4. Correção Altimétrica (Coeficientes de Atenuação Atmosférica)

Esse procedimento é comentado no próximo resumo.

5. Conversão para Concentração de Elementos

A sensibilidade dos detectores da aeronave PR-PRS para as janelas de Potássio, Urânio e Tório foi determinada com base na razão entre as medidas efetuadas a bordo (N) e em terra (C), com a aplicação da seguinte expressão:

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

S corresponde à sensibilidade para cada janela,

N é a média das contagens corrigidas (em cps) para cada canal referente à altura do levantamento (100m) 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 100m sobre a pista de calibração, correspondente ao intervalo de 50 metros entre as estações terrestres consideradas para efeito de 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 determinados em terra na pista de calibração dinâmica.

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

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

ESTATÍSTICA *	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
MÉDIA	3361,66	162,86	34,88	141,53
DESVIO PADRÃO	39,56	3,10	2,61	3,01
ERRO NA MÉDIA	22,84	1,79	1,51	1,74
INCERTEZA (%)	0,01	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*.

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT ($\mu R/h$)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	13,97	2,03	2,93	31,38	3330,67	669,03	238,15	245,42
DESVIO PADRÃO	9,05	0,88	1,16	12,45	1554,67	255,44	106,22	96,95
ERRO NA MÉDIA	0,97	0,09	0,12	1,33	166,68	27,39	11,39	10,39
INCERTEZA (%)	0,07	0,05	0,04	0,04				

cpm = contagens por minuto

Quadro 5 - Coeficientes de Sensibilidade

	CT (cps/ $\mu R/h$)	K (cps/%)	U (cps/ppm)	Th (cps/ppm)
SENSIBILIDADE (S)	240,55	80,23	11,90	4,51

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

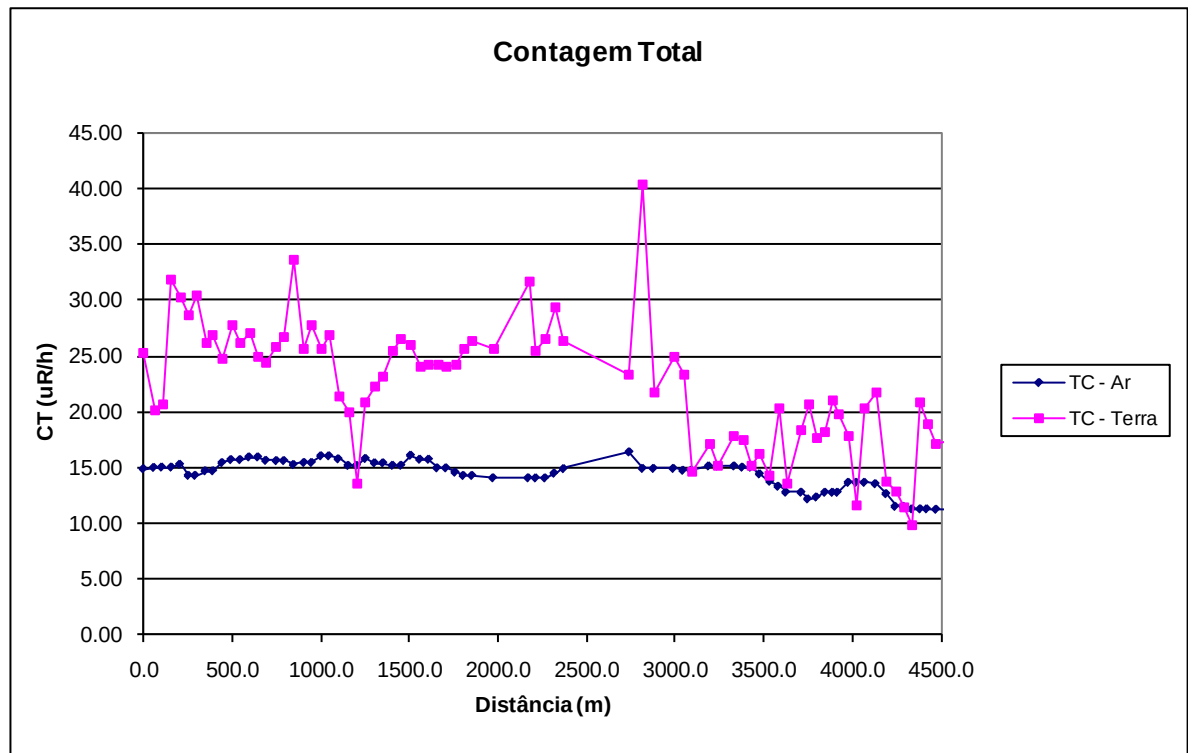


Figura 3 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Contagem Total.

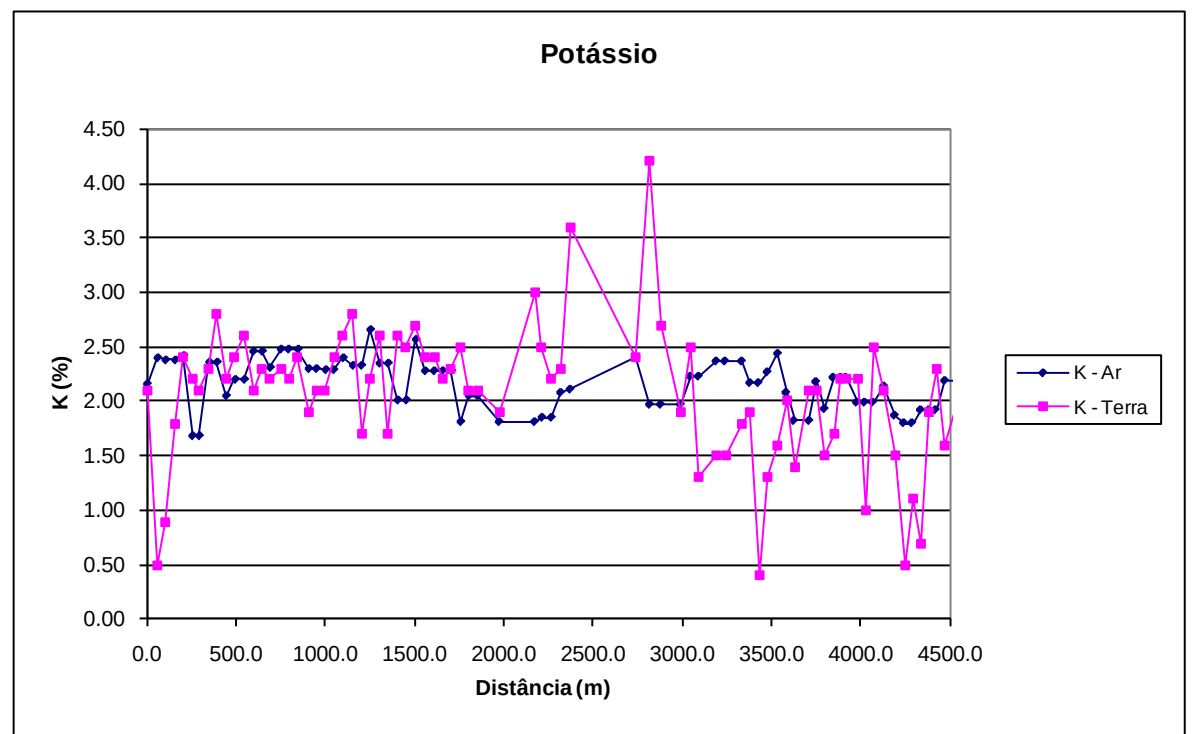


Figura 4 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo – Potássio.

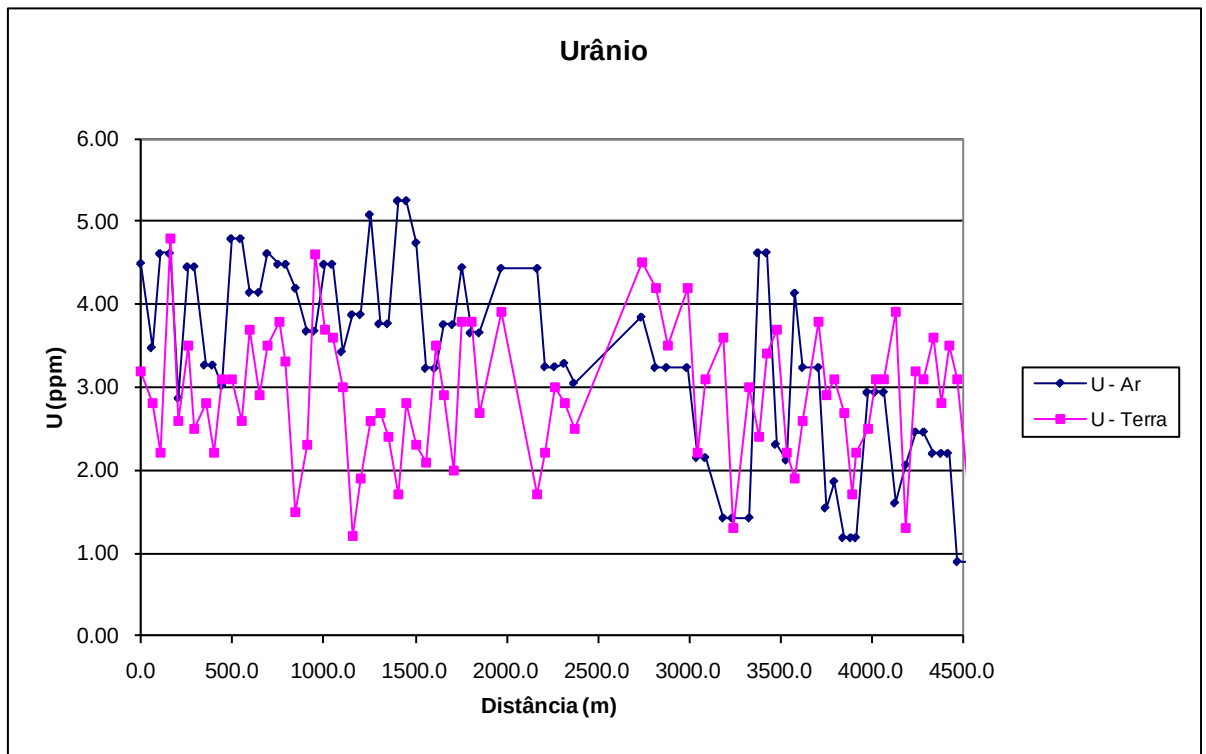


Figura 5 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo – Urânio.

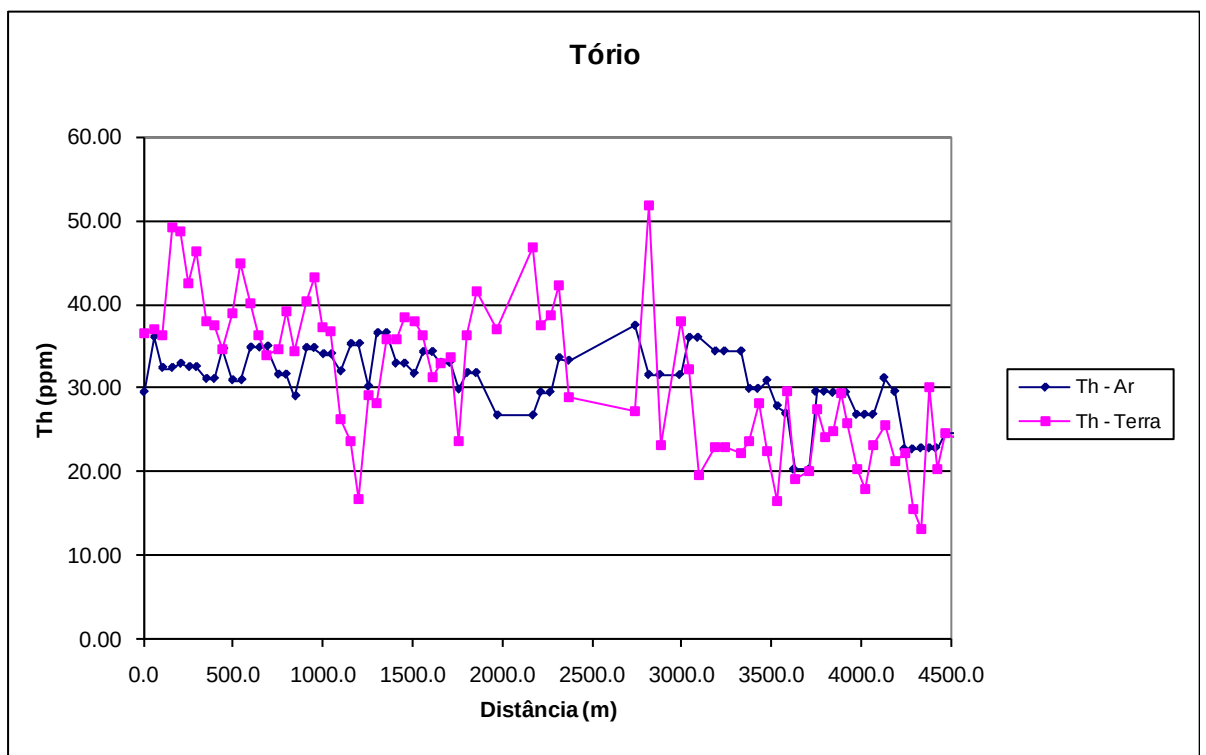


Figura 6 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo – Tório.

TABELA 1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE. PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA - 23/05/2009. DADOS BRUTOS.

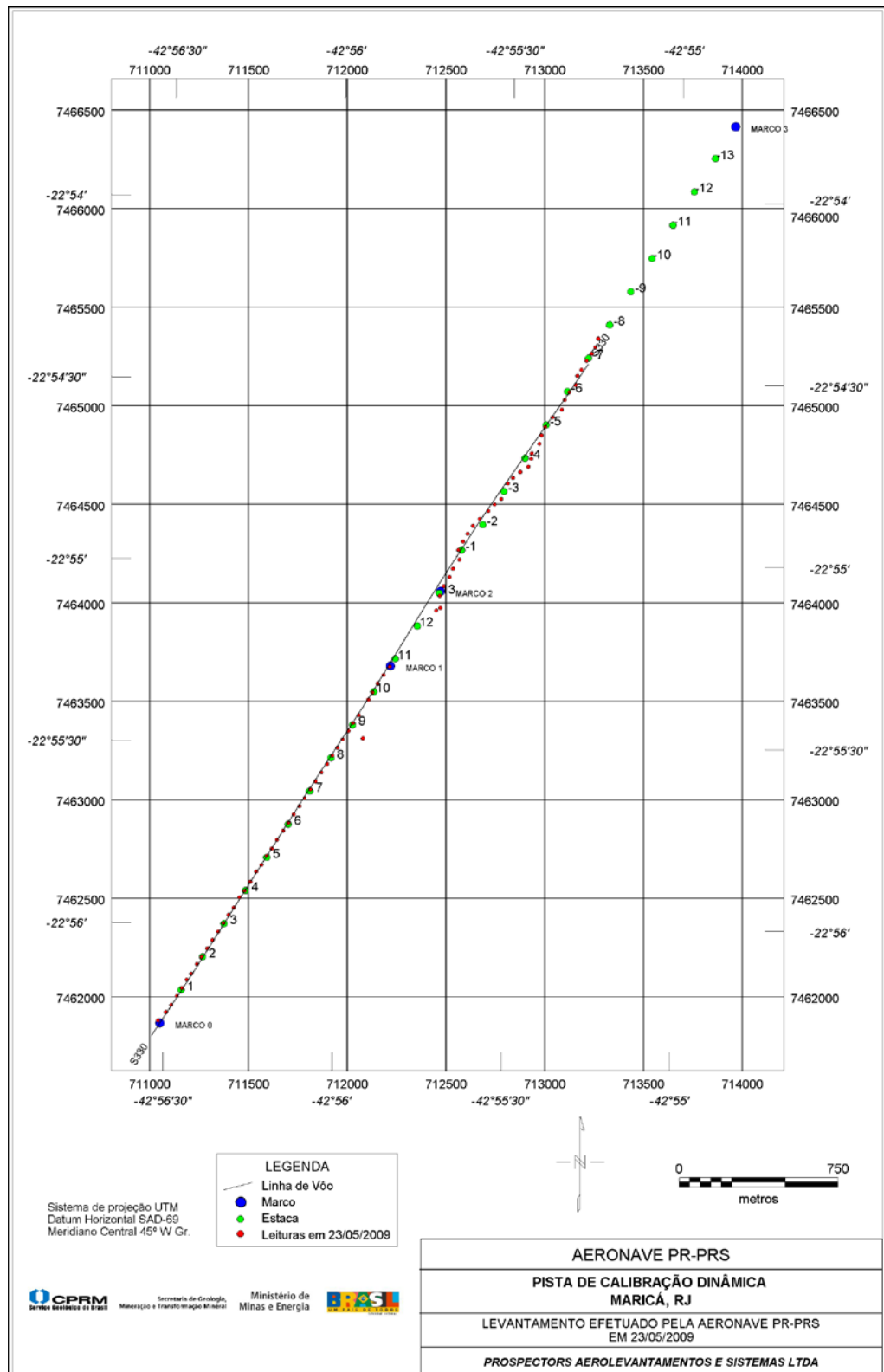
Estaca	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
Marco 0	711041,76	7461878,72	25,30	2,10	3,20	36,50	3815,00	725,00	265,00	285,00
	711082,25	7461921,23	20,20	0,50	2,80	37,00	3045,00	370,00	257,00	289,00
	711108,41	7461957,79	20,60	0,90	2,20	36,20	3111,00	428,00	242,00	257,00
	711137,55	7462003,53	31,80	1,80	4,80	49,30	4795,00	744,00	367,00	386,00
Estaca 1S	711163,76	7462043,17	30,20	2,40	2,60	48,70	4554,00	824,00	316,00	380,00
	711187,16	7462085,92	28,70	2,20	3,50	42,40	1337,00	768,00	302,00	331,00
	711210,38	7462116,36	30,40	2,10	2,50	46,30	4597,00	758,00	301,00	361,00
	711239,57	7462165,18	26,10	2,30	2,80	38,00	345,00	758,00	265,00	296,00
Estaca 2S	711262,88	7462201,78	26,90	2,80	2,20	37,40	4067,00	847,00	249,00	291,00
	711291,98	7462244,45	24,70	2,20	3,10	34,60	3726,00	730,00	252,00	270,00
	711318,22	7462287,16	27,80	2,40	3,10	38,90	4198,00	794,00	275,00	305,00
	711347,32	7462329,83	26,10	2,60	2,60	45,00	4394,00	850,00	296,00	350,00
Estaca 3S	711373,57	7462372,54	27,00	2,10	3,70	40,10	4082,00	753,00	294,00	313,00
	711399,82	7462415,25	25,00	2,30	2,90	36,40	3768,00	747,00	257,00	284,00
	711425,98	7462451,81	24,40	2,20	3,50	33,90	3678,00	725,00	257,00	264,00
	711455,21	7462503,70	25,90	2,30	3,80	34,70	3916,00	767,00	268,00	271,00
Estaca 4S	711481,33	7462537,18	26,70	2,20	3,30	39,10	4039,00	756,00	287,00	305,00
	711510,47	7462582,93	33,60	2,40	1,50	34,40	3559,00	732,00	217,00	268,00
	711539,70	7462634,83	25,70	1,90	2,30	40,30	3880,00	673,00	265,00	314,00
	711565,82	7462668,31	27,80	2,10	4,60	43,20	4194,00	773,00	829,00	338,00
Estaca 5S	711592,11	7462714,09	25,60	2,10	3,70	37,30	3871,00	726,00	279,00	292,00
	711618,28	7462750,65	26,90	2,40	3,60	36,70	4058,00	798,00	274,00	286,00
	711644,57	7462796,44	21,40	2,60	3,00	26,40	3231,00	767,00	207,00	205,00
	711676,56	7462842,14	20,00	2,80	1,20	23,70	3025,00	752,00	154,00	184,00
Estaca 6S	711702,77	7462881,77	13,60	1,70	1,90	16,80	2049,00	496,00	132,00	130,00
	711729,02	7462924,48	20,90	2,20	2,60	29,20	3162,00	692,00	217,00	233,00
	711758,12	7462967,15	22,30	2,60	2,70	28,20	3362,00	769,00	210,00	219,00
	711784,33	7463006,79	23,10	1,70	2,40	35,80	3494,00	715,00	243,00	279,00
Estaca 7S	711813,47	7463052,53	25,40	2,60	1,70	35,90	3834,00	750,00	229,00	279,00
	711839,68	7463092,16	26,60	2,50	2,80	38,50	4018,00	800,00	266,00	300,00
	711868,82	7463137,91	26,00	2,70	2,30	38,10	3922,00	838,00	255,00	297,00
	711897,92	7463180,58	24,00	2,40	2,10	36,40	3626,00	747,00	240,00	284,00
Estaca 8	711924,18	7463223,29	24,20	2,40	3,50	31,20	3660,00	798,00	243,00	243,00
	711950,38	7463262,92	24,20	2,20	2,90	33,00	3653,00	705,00	239,00	257,00
	711976,64	7463305,63	24,00	2,30	2,00	33,80	3620,00	710,00	229,00	263,00
	712005,74	7463348,30	24,30	2,50	3,80	23,70	3670,00	783,00	257,00	255,00
Estaca 9S	712029,10	7463387,97	25,70	2,10	3,80	36,20	3885,00	736,00	275,00	283,00
	712058,16	7463427,56	26,30	2,10	2,70	41,50	3970,00	731,00	250,00	324,00
	712079,31	7463310,34	25,60	1,90	3,90	37,10	3861,00	702,00	283,00	290,00
	712107,72	7463506,87	31,60	3,00	1,70	46,80	9767,00	938,00	288,00	364,00
Estaca 10S	712128,19	7463543,50	25,40	2,50	2,20	37,50	3893,00	781,00	248,00	292,00
	712154,49	7463589,29	26,50	2,20	3,00	38,80	4006,00	744,00	272,00	303,00
	712183,59	7463631,95	29,40	2,30	2,80	42,30	4440,00	781,00	286,00	330,00
	712215,54	7463674,58	26,40	3,60	2,50	28,90	3989,00	982,00	210,00	224,00
	712450,44	7463960,51	23,30	2,40	4,50	27,20	2417,00	767,00	243,00	212,00
Marco 2	712468,58	7464034,10	40,40	4,20	4,20	51,80	6099,00	1270,00	369,00	403,00
	712470,56	7463972,54	21,80	2,70	3,50	23,10	3297,00	782,00	200,00	180,00
	712489,22	7464083,05	25,00	1,90	4,20	37,90	3780,00	696,00	293,00	297,00
	712518,37	7464128,79	23,30	2,50	2,20	32,20	3525,00	757,00	221,00	251,00
Estaca 1N	712536,07	7464171,62	14,70	1,30	3,10	19,70	2221,00	454,00	172,00	154,00
	712563,06	7464266,62	17,10	1,50	3,60	22,90	2578,00	530,00	200,00	179,00
	712568,07	7464217,32	15,10	1,50	1,30	23,00	2279,00	481,00	152,00	179,00

Estaca	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	712586,47	7464309,37	17,90	1,80	3,00	22,20	2700,00	561,00	184,00	173,00
Estaca 2N	712609,83	7464349,04	17,40	1,90	2,40	23,60	2625,00	583,00	178,00	184,00
	712636,04	7464388,68	15,20	0,40	3,40	28,20	2288,00	305,00	224,00	221,00
	712670,76	7464425,11	16,30	1,30	3,70	22,50	2461,00	487,00	199,00	176,00
	712714,07	7464464,50	14,30	1,60	2,20	16,60	2158,00	475,00	137,00	129,00
Estaca 3N	712745,90	7464497,90	20,40	2,00	1,90	29,70	3079,00	623,00	200,00	231,00
	712780,49	7464525,10	13,50	1,40	2,60	19,10	2033,00	453,00	158,00	149,00
	712812,96	7464604,65	18,40	2,10	3,80	20,10	2774,00	645,00	189,00	157,00
	712839,00	7464631,97	20,70	2,10	2,90	27,60	3122,00	662,00	210,00	215,00
Estaca 4N	712876,48	7464662,22	17,60	1,50	3,10	24,10	2658,00	521,00	195,00	188,00
	712916,77	7464689,34	18,20	1,70	2,70	24,90	2753,00	561,00	192,00	194,00
	712931,59	7464729,13	21,10	2,20	1,70	29,30	3180,00	674,00	194,00	228,00
	712934,83	7464756,78	19,80	2,20	2,20	25,80	2992,00	666,00	185,00	201,00
Estaca 5N	712972,57	7464805,48	17,90	2,20	2,50	20,40	2705,00	635,00	169,00	159,00
	712984,58	7464848,39	11,70	1,00	3,10	18,00	1771,00	367,00	163,00	141,00
	713002,28	7464891,21	20,30	2,50	3,10	23,30	3058,00	727,00	192,00	181,00
	713040,03	7464939,91	21,80	2,10	3,90	25,60	3289,00	668,00	221,00	200,00
	713086,19	7464979,26	13,80	1,50	1,30	21,20	2084,00	494,00	141,00	165,00
	713101,14	7465028,28	12,90	0,50	3,20	22,20	1944,00	297,00	187,00	179,00
	713124,50	7465067,95	11,50	1,10	3,10	15,50	1730,00	388,00	149,00	121,00
Estaca 6N	713156,37	7465104,43	9,90	0,70	3,60	13,10	1493,00	286,00	147,00	103,00
	713165,57	7465150,45	20,90	1,90	2,80	30,10	3151,00	626,00	221,00	234,00
	713185,96	7465180,94	18,90	2,30	3,50	20,40	2852,00	672,00	184,00	159,00
	713212,26	7465226,72	17,10	1,60	3,10	24,60	2582,00	538,00	198,00	192,00
	713238,43	7465263,27	17,30	1,90	1,90	24,10	2607,00	569,00	181,00	187,00
	713255,97	7465293,80	17,30	1,20	4,30	25,40	2613,00	494,00	228,00	199,00
Estaca 7N	713270,87	7465339,74	20,30	0,40	4,30	37,30	3059,00	376,00	291,00	293,00
*	723374,00	7461316,00	-2,70	-0,10	0,00	0,20	-413,00	-20,00	-1,00	-1,00
*	723413,00	7460673,00	-2,80	-0,10	-0,20	0,30	-427,00	-21,00	-2,00	2,00
*	723424,00	7460669,00	-2,70	-0,10	-0,20	-0,20	-408,00	-23,00	-4,00	-1,00
*	723429,00	7460805,00	-2,70	-0,10	0,10	0,10	-410,00	-20,00	2,00	1,00
*	723435,00	7460854,00	-2,70	-0,10	-0,10	-0,30	-415,00	-22,00	-4,00	-2,00
*	723434,00	7460940,00	-2,80	-0,10	-0,10	0,50	-415,00	-17,00	1,00	4,00
*	723443,00	7461186,00	-2,80	-0,10	0,10	-0,40	-428,00	-25,00	1,00	-2,00
*	723230,00	7461426,00	-2,60	-0,10	0,20	-0,30	-397,00	-20,00	2,00	-2,00

* *background* na Lagoa de Maricá

cpm = Contagem por minuto;

ppm = Parte por milhão



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

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO NORTE DO CEARÁ

CPRM CONTRATO N.º 032/PR/08

CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-310

PT-DYK

RIO DE JANEIRO – RJ
23 DE MAIO DE 2009

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

SUMÁRIO

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

Índice das Figuras, Quadros, Tabela e Mapa

Figura 1 - Gamaespectrômetro Portátil GR-320

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

Figura 3 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Contagem Total

Figura 4 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio

Figura 5 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio

Figura 6 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório

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

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

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

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

Quadro 5 - Coeficientes de Sensibilidade

Tabela 1 - Listagem dos Valores das Leituras do Levantamento Terrestre

Mapa 1 - Mapa de localização das Estações Terrestres sobre a Pista de Calibração Dinâmica

1. Considerações Gerais

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

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

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

No dia 23 de maio de 2009 a Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda efetuou os testes sobre a “pista de calibração dinâmica” no distrito de Inoã, município de Maricá-RJ.

2. Levantamento Terrestre

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



Figura 1 – Gamaespectrômetro Portátil EXPLORANIUM GR-320.

Foram registradas 87 estações, sendo 79 sobre a pista de calibração e 8 sobre a Lagoa de Maricá, estas últimas com vistas a remover o *background* atmosférico da região. A Tabela 1 e o Mapa 1 proporcionam, respectivamente, uma visão dos valores das leituras das estações e a locação das mesmas na Pista de Calibração. A Figura 2 ilustra a coleta de dados terrestres. Os Quadros 1 e 2 resumem os resultados obtidos no levantamento terrestre.



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

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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT(*) (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	13,97	2,03	2,93	31,38	3330,67	669,03	238,15	245,42
DESVIO PADRÃO	5,62	0,66	0,81	8,89	1165,69	166,12	84,43	68,91
ERRO NA MÉDIA (1)	0,63	0,07	0,09	1,00	131,15	18,69	9,50	7,75
INCERTEZA (%) (2)	0,05	0,04	0,03	0,03				

- (*) Valor obtido através da expressão:

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

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

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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	-0.17*	-0.10*	-0.03*	-0.01*	-414.13*	-21.00*	-0.63*	-0.13*
DESVIO PADRÃO	0,07	0,00	0,15	0,33	10,06	2,39	2,50	2,23
ERRO NA MÉDIA	0,04	0,00	0,07	0,17	5,03	1,20	1,25	1,12
INCERTEZA (%)	0,00	0,00	0,00	0,00				

3. Levantamento Aéreo

Foi utilizada a aeronave PT-DYK equipada com gamaespectrômetro *Radiation Solutions* RS-500, com cristais detectores de NaI com 2560 pol³ down e 512 pol³ up. Foram realizadas 9 passagens sobre a pista de calibração e mar, nas seguintes altitudes: 200, 330, 400, 500, 600, 700 e 800 pés. A razão pela qual foram voadas linhas em várias altitudes foi o aproveitamento dos dados para calcular também os coeficientes de atenuação atmosférica (*attenuation coefficients*), os quais são utilizados para a correção altimétrica dos dados radiométricos.

4. Correção Altimétrica (Coeficientes de Atenuação Atmosférica)

Esse procedimento é comentado no próximo resumo.

5. Conversão para Concentração de Elementos

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

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

S corresponde à sensibilidade para cada janela,

N é a média das contagens corrigidas (em cps) para cada canal referente à altura do levantamento (100m) 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 100m sobre a pista de calibração, correspondente ao intervalo de 50 metros entre as estações terrestres consideradas para efeito de cálculo da média dos elementos K, U e Th (do Marco 0 até a estaca 7N).

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

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

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

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

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

ESTATÍSTICA *	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
MÉDIA	3209.42	155.66	29.77	142.10
DESVIO PADRÃO	7.58	2.78	1.50	2.47
ERRO NA MÉDIA	4.38	1.60	0.87	1.42
INCERTEZA (%)	0.00	0.01	0.03	0.01

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

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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	13,97	2,03	2,93	31,38	3330,67	669,03	238,15	245,42
DESVIO PADRÃO	9,05	0,88	1,16	12,45	1554,67	255,44	106,22	96,95
ERRO NA MÉDIA	0,97	0,09	0,12	1,33	166,68	27,39	11,39	10,39
INCERTEZA (%)	0,07	0,05	0,04	0,04				

cpm = contagens por minuto

Quadro 5 - Coeficientes de Sensibilidade

	CT (cps/μR/h)	K (cps/%)	U (cps/ppm)	Th (cps/ppm)
SENSIBILIDADE (S)	229.66	76.68	10.16	4.53

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

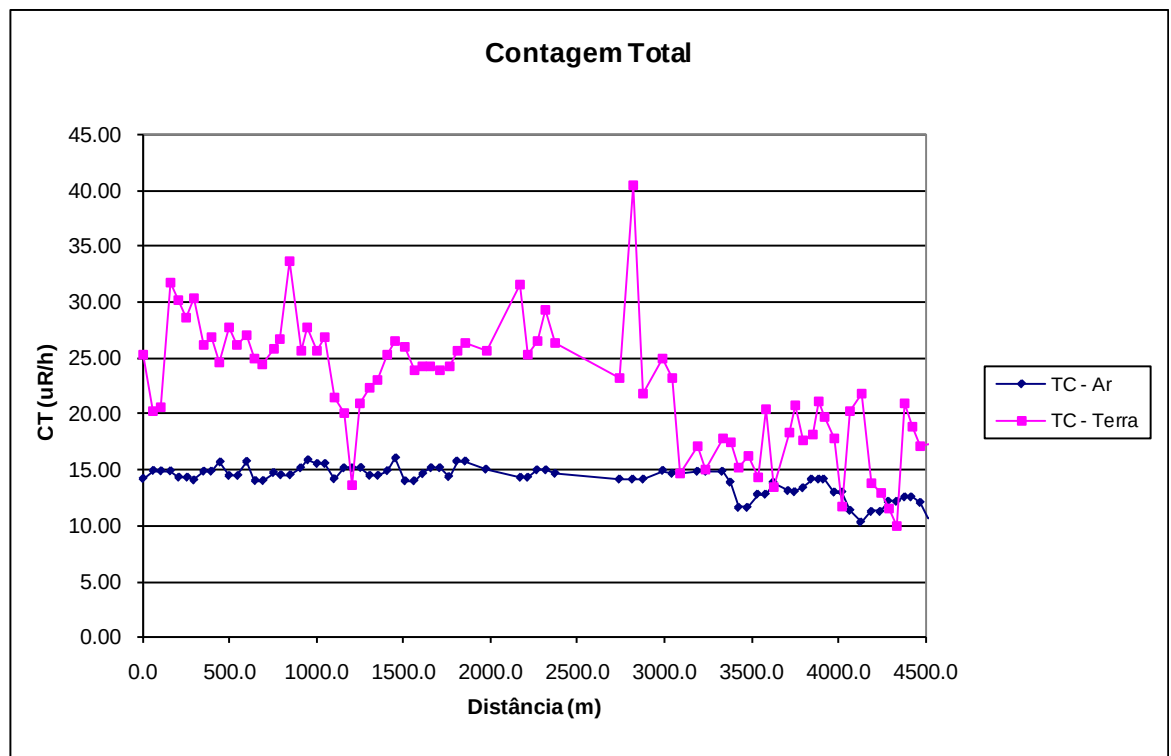


Figura 3 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Contagem Total.

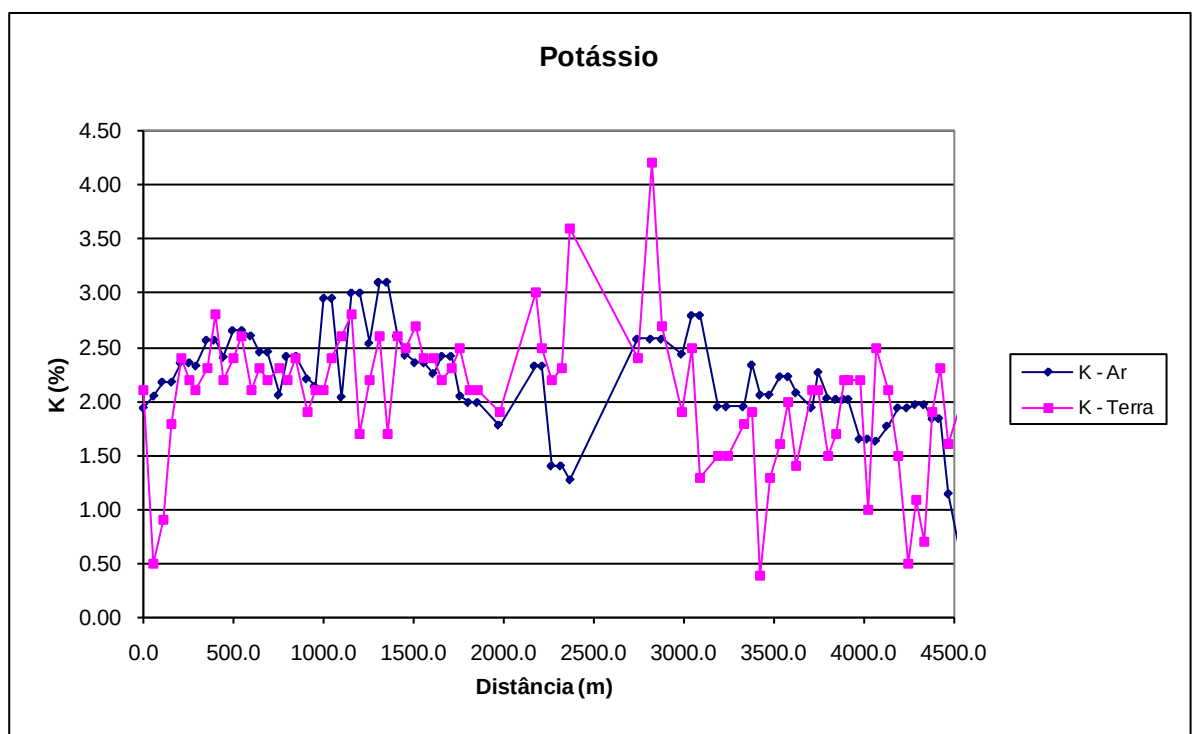


Figura 4 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo – Potássio.

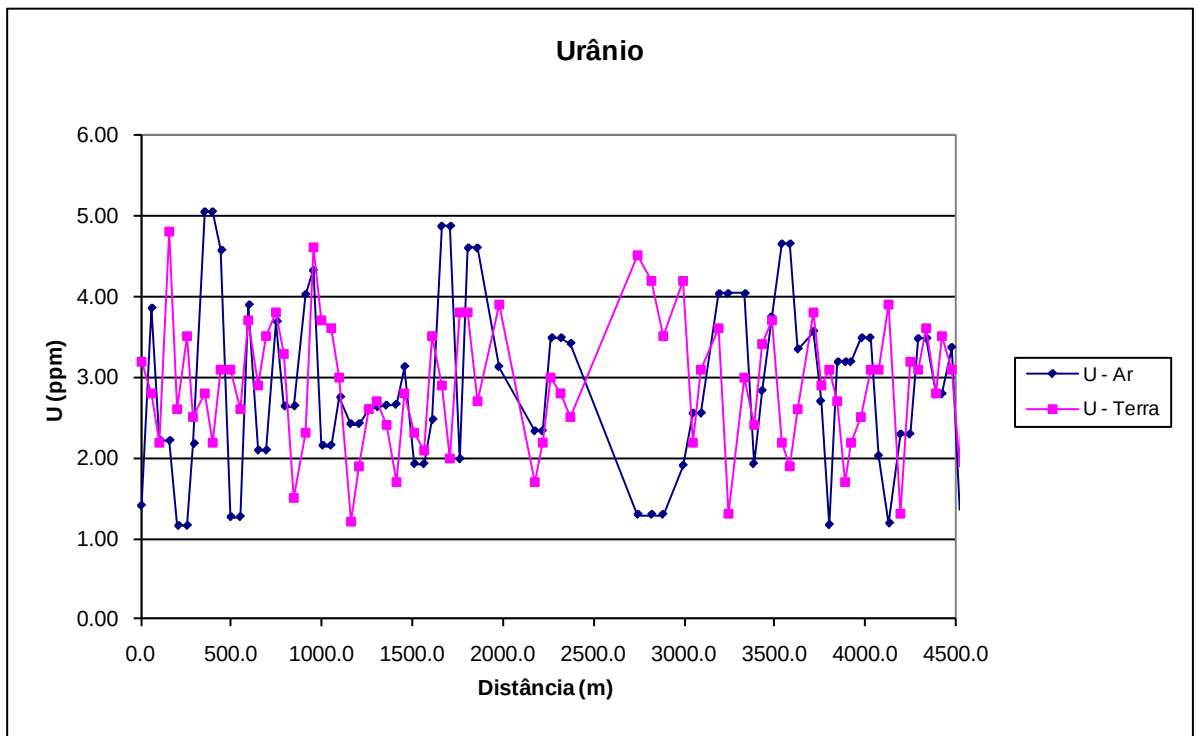


Figura 5 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo – Urânio.

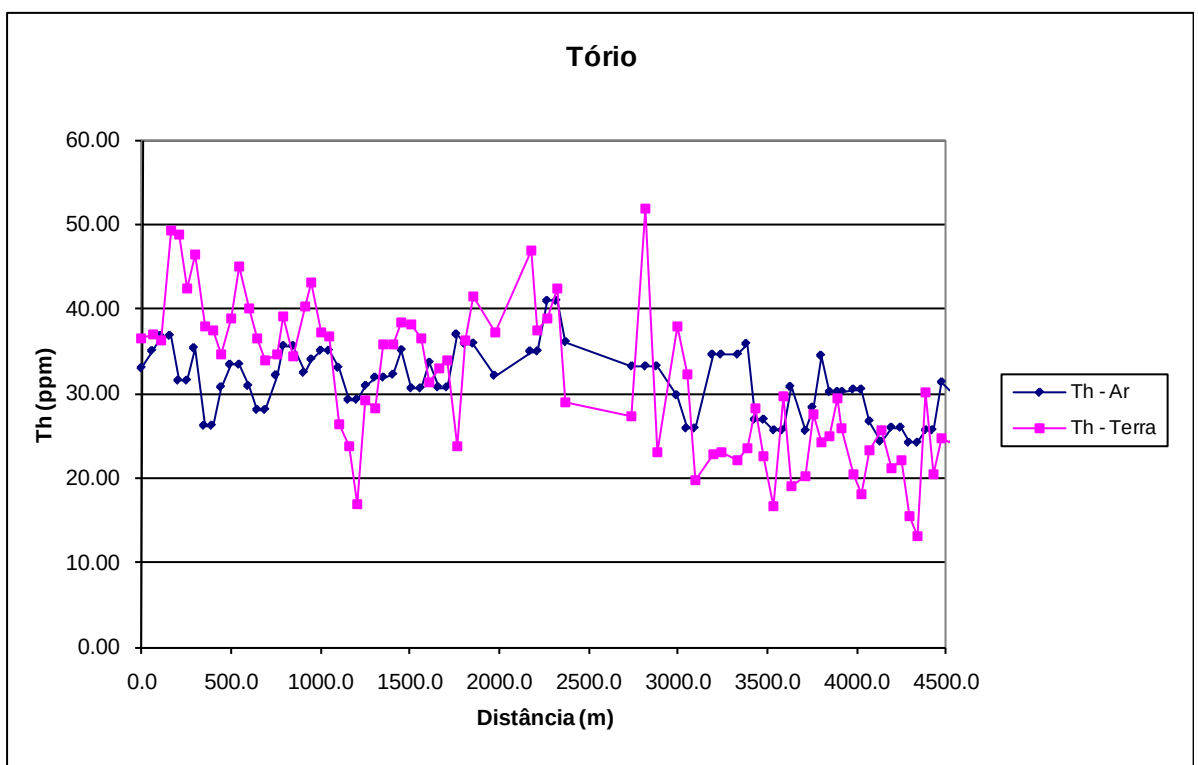


Figura 6 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo – Tório.

TABELA 1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE. PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA - 23/05/2009. DADOS BRUTOS

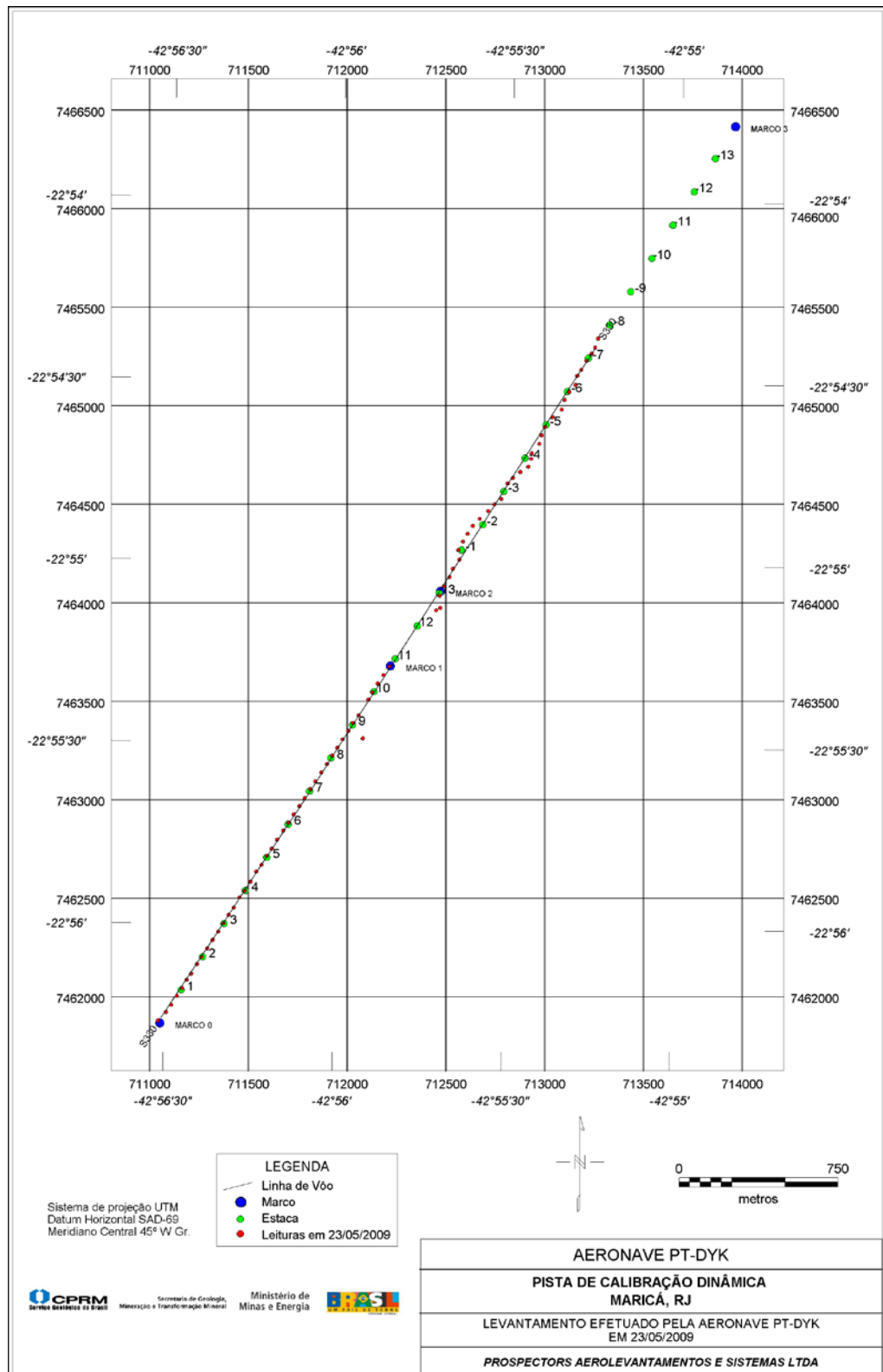
Estaca	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
Marco 0	711041,76	7461878,72	25,30	2,10	3,20	36,50	3815,00	725,00	265,00	285,00
	711082,25	7461921,23	20,20	0,50	2,80	37,00	3045,00	370,00	257,00	289,00
	711108,41	7461957,79	20,60	0,90	2,20	36,20	3111,00	428,00	242,00	257,00
	711137,55	7462003,53	31,80	1,80	4,80	49,30	4795,00	744,00	367,00	386,00
Estaca 1S	711163,76	7462043,17	30,20	2,40	2,60	48,70	4554,00	824,00	316,00	380,00
	711187,16	7462085,92	28,70	2,20	3,50	42,40	1337,00	768,00	302,00	331,00
	711210,38	7462116,36	30,40	2,10	2,50	46,30	4597,00	758,00	301,00	361,00
	711239,57	7462165,18	26,10	2,30	2,80	38,00	345,00	758,00	265,00	296,00
Estaca 2S	711262,88	7462201,78	26,90	2,80	2,20	37,40	4067,00	847,00	249,00	291,00
	711291,98	7462244,45	24,70	2,20	3,10	34,60	3726,00	730,00	252,00	270,00
	711318,22	7462287,16	27,80	2,40	3,10	38,90	4198,00	794,00	275,00	305,00
	711347,32	7462329,83	26,10	2,60	2,60	45,00	4394,00	850,00	296,00	350,00
Estaca 3S	711373,57	7462372,54	27,00	2,10	3,70	40,10	4082,00	753,00	294,00	313,00
	711399,82	7462415,25	25,00	2,30	2,90	36,40	3768,00	747,00	257,00	284,00
	711425,98	7462451,81	24,40	2,20	3,50	33,90	3678,00	725,00	257,00	264,00
	711455,21	7462503,70	25,90	2,30	3,80	34,70	3916,00	767,00	268,00	271,00
Estaca 4S	711481,33	7462537,18	26,70	2,20	3,30	39,10	4039,00	756,00	287,00	305,00
	711510,47	7462582,93	33,60	2,40	1,50	34,40	3559,00	732,00	217,00	268,00
	711539,70	7462634,83	25,70	1,90	2,30	40,30	3880,00	673,00	265,00	314,00
	711565,82	7462668,31	27,80	2,10	4,60	43,20	4194,00	773,00	829,00	338,00
Estaca 5S	711592,11	7462714,09	25,60	2,10	3,70	37,30	3871,00	726,00	279,00	292,00
	711618,28	7462750,65	26,90	2,40	3,60	36,70	4058,00	798,00	274,00	286,00
	711644,57	7462796,44	21,40	2,60	3,00	26,40	3231,00	767,00	207,00	205,00
	711676,56	7462842,14	20,00	2,80	1,20	23,70	3025,00	752,00	154,00	184,00
Estaca 6S	711702,77	7462881,77	13,60	1,70	1,90	16,80	2049,00	496,00	132,00	130,00
	711729,02	7462924,48	20,90	2,20	2,60	29,20	3162,00	692,00	217,00	233,00
	711758,12	7462967,15	22,30	2,60	2,70	28,20	3362,00	769,00	210,00	219,00
	711784,33	7463006,79	23,10	1,70	2,40	35,80	3494,00	715,00	243,00	279,00
Estaca 7S	711813,47	7463052,53	25,40	2,60	1,70	35,90	3834,00	750,00	229,00	279,00
	711839,68	7463092,16	26,60	2,50	2,80	38,50	4018,00	800,00	266,00	300,00
	711868,82	7463137,91	26,00	2,70	2,30	38,10	3922,00	838,00	255,00	297,00
	711897,92	7463180,58	24,00	2,40	2,10	36,40	3626,00	747,00	240,00	284,00
Estaca 8	711924,18	7463223,29	24,20	2,40	3,50	31,20	3660,00	798,00	243,00	243,00
	711950,38	7463262,92	24,20	2,20	2,90	33,00	3653,00	705,00	239,00	257,00
	711976,64	7463305,63	24,00	2,30	2,00	33,80	3620,00	710,00	229,00	263,00
	712005,74	7463348,30	24,30	2,50	3,80	23,70	3670,00	783,00	257,00	255,00
Estaca 9S	712029,10	7463387,97	25,70	2,10	3,80	36,20	3885,00	736,00	275,00	283,00
	712058,16	7463427,56	26,30	2,10	2,70	41,50	3970,00	731,00	250,00	324,00
	712079,31	7463310,34	25,60	1,90	3,90	37,10	3861,00	702,00	283,00	290,00
	712107,72	7463506,87	31,60	3,00	1,70	46,80	9767,00	938,00	288,00	364,00
Estaca 10S	712128,19	7463543,50	25,40	2,50	2,20	37,50	3893,00	781,00	248,00	292,00
	712154,49	7463589,29	26,50	2,20	3,00	38,80	4006,00	744,00	272,00	303,00
	712183,59	7463631,95	29,40	2,30	2,80	42,30	4440,00	781,00	286,00	330,00
	712215,54	7463674,58	26,40	3,60	2,50	28,90	3989,00	982,00	210,00	224,00
	712450,44	7463960,51	23,30	2,40	4,50	27,20	2417,00	767,00	243,00	212,00
Marco 2	712468,58	7464034,10	40,40	4,20	4,20	51,80	6099,00	1270,00	369,00	403,00
	712470,56	7463972,54	21,80	2,70	3,50	23,10	3297,00	782,00	200,00	180,00
	712489,22	7464083,05	25,00	1,90	4,20	37,90	3780,00	696,00	293,00	297,00
	712518,37	7464128,79	23,30	2,50	2,20	32,20	3525,00	757,00	221,00	251,00
Estaca 1N	712536,07	7464171,62	14,70	1,30	3,10	19,70	2221,00	454,00	172,00	154,00
	712563,06	7464266,62	17,10	1,50	3,60	22,90	2578,00	530,00	200,00	179,00
	712568,07	7464217,32	15,10	1,50	1,30	23,00	2279,00	481,00	152,00	179,00

Estaca	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	712586,47	7464309,37	17,90	1,80	3,00	22,20	2700,00	561,00	184,00	173,00
Estaca 2N	712609,83	7464349,04	17,40	1,90	2,40	23,60	2625,00	583,00	178,00	184,00
	712636,04	7464388,68	15,20	0,40	3,40	28,20	2288,00	305,00	224,00	221,00
	712670,76	7464425,11	16,30	1,30	3,70	22,50	2461,00	487,00	199,00	176,00
	712714,07	7464464,50	14,30	1,60	2,20	16,60	2158,00	475,00	137,00	129,00
Estaca 3N	712745,90	7464497,90	20,40	2,00	1,90	29,70	3079,00	623,00	200,00	231,00
	712780,49	7464525,10	13,50	1,40	2,60	19,10	2033,00	453,00	158,00	149,00
	712812,96	7464604,65	18,40	2,10	3,80	20,10	2774,00	645,00	189,00	157,00
	712839,00	7464631,97	20,70	2,10	2,90	27,60	3122,00	662,00	210,00	215,00
Estaca 4N	712876,48	7464662,22	17,60	1,50	3,10	24,10	2658,00	521,00	195,00	188,00
	712916,77	7464689,34	18,20	1,70	2,70	24,90	2753,00	561,00	192,00	194,00
	712931,59	7464729,13	21,10	2,20	1,70	29,30	3180,00	674,00	194,00	228,00
	712934,83	7464756,78	19,80	2,20	2,20	25,80	2992,00	666,00	185,00	201,00
Estaca 5N	712972,57	7464805,48	17,90	2,20	2,50	20,40	2705,00	635,00	169,00	159,00
	712984,58	7464848,39	11,70	1,00	3,10	18,00	1771,00	367,00	163,00	141,00
	713002,28	7464891,21	20,30	2,50	3,10	23,30	3058,00	727,00	192,00	181,00
	713040,03	7464939,91	21,80	2,10	3,90	25,60	3289,00	668,00	221,00	200,00
	713086,19	7464979,26	13,80	1,50	1,30	21,20	2084,00	494,00	141,00	165,00
	713101,14	7465028,28	12,90	0,50	3,20	22,20	1944,00	297,00	187,00	179,00
	713124,50	7465067,95	11,50	1,10	3,10	15,50	1730,00	388,00	149,00	121,00
Estaca 6N	713156,37	7465104,43	9,90	0,70	3,60	13,10	1493,00	286,00	147,00	103,00
	713165,57	7465150,45	20,90	1,90	2,80	30,10	3151,00	626,00	221,00	234,00
	713185,96	7465180,94	18,90	2,30	3,50	20,40	2852,00	672,00	184,00	159,00
	713212,26	7465226,72	17,10	1,60	3,10	24,60	2582,00	538,00	198,00	192,00
	713238,43	7465263,27	17,30	1,90	1,90	24,10	2607,00	569,00	181,00	187,00
	713255,97	7465293,80	17,30	1,20	4,30	25,40	2613,00	494,00	228,00	199,00
Estaca 7N	713270,87	7465339,74	20,30	0,40	4,30	37,30	3059,00	376,00	291,00	293,00
*	723374,00	7461316,00	-2,70	-0,10	0,00	0,20	-413,00	-20,00	-1,00	-1,00
*	723413,00	7460673,00	-2,80	-0,10	-0,20	0,30	-427,00	-21,00	-2,00	2,00
*	723424,00	7460669,00	-2,70	-0,10	-0,20	-0,20	-408,00	-23,00	-4,00	-1,00
*	723429,00	7460805,00	-2,70	-0,10	0,10	0,10	-410,00	-20,00	2,00	1,00
*	723435,00	7460854,00	-2,70	-0,10	-0,10	-0,30	-415,00	-22,00	-4,00	-2,00
*	723434,00	7460940,00	-2,80	-0,10	-0,10	0,50	-415,00	-17,00	1,00	4,00
*	723443,00	7461186,00	-2,80	-0,10	0,10	-0,40	-428,00	-25,00	1,00	-2,00
*	723230,00	7461426,00	-2,60	-0,10	0,20	-0,30	-397,00	-20,00	2,00	-2,00

* *background* na Lagoa de Maricá

cpm = Contagem por minuto

ppm = Parte por milhão



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

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO NORTE DO CEARÁ

CPRM CONTRATO N.º 032/PR/08

CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-350

PR-PEC

RIO DE JANEIRO - RJ
20 DE FEVEREIRO DE 2009

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

SUMÁRIO

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

Índice das Figuras, Quadros, Tabela e Mapa

Figura 1 - Gamaespectrômetro Portátil GR-320

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

Figura 3 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Contagem Total

Figura 4 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio

Figura 5 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio

Figura 6 - Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório

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

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

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

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

Quadro 5 - Coeficientes de Sensibilidade

Tabela 1 - Listagem dos Valores das Leituras do Levantamento Terrestre

Mapa 1 - Mapa de localização das Estações Terrestres sobre a Pista de Calibração Dinâmica

1. Considerações Gerais

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

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

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

No dia 20 de fevereiro de 2009 a Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda efetuou os testes sobre a “pista de calibração dinâmica” no distrito de Inoã, município de Maricá-RJ.

2. Levantamento Terrestre

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



Figura 1 – Gamaespectrômetro Portátil EXPLORANIUM GR-320.

Foram registradas 78 estações, sendo 74 sobre a pista de calibração e 4 sobre a Lagoa de Maricá, estas últimas com vistas a remover o *background* atmosférico da região. A Tabela 1 e o Mapa 1 proporcionam, respectivamente, uma visão dos valores das leituras das estações e a locação das mesmas na Pista de Calibração. A Figura 2 ilustra a coleta de dados terrestres. Os Quadros 1 e 2 resumem os resultados obtidos no levantamento terrestre.



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

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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT(*) (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	15,22	2,24	2,88	34,74	6898,18	1260,15	418,81	452,14
DESVIO PADRÃO	5,31	0,51	0,79	9,37	1242,49	212,93	88,47	118,21
ERRO NA MÉDIA (1)	0,62	0,06	0,09	1,09	144,44	24,75	10,28	13,74
INCERTEZA (%) (2)	0,04	0,03	0,03	0,03				

- (*) Valor obtido através da expressão:

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

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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT (μR/h)	K (%)*	eU (ppm)*	eTh (ppm)				
MÉDIA	0,00	-0,1	-0,05	0,63	250	39,25	17,5	11,75
DESVIO PADRÃO	0,08	0,00	0,21	1,19	14,90	4,50	5,32	2,75
ERRO NA MÉDIA	0,04	0,00	0,10	0,59	7,45	2,25	2,66	1,38
INCERTEZA (%)	-10,81	0,00	-2,08	0,94				

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

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

3. Levantamento Aéreo

Foi utilizada a aeronave PR-PEC equipada com gamaespectrômetro Radiation Solutions RS-500, com cristais detectores de NaI com 2560 pol³ down e 512 pol³ up. Foram realizadas 9 passagens sobre a pista de calibração e mar, nas seguintes altitudes: 300, 330, 400, 500, 600, 700 e 800 pés. A razão pela qual foram voadas linhas em várias altitudes foi o aproveitamento dos dados para calcular também os coeficientes de atenuação atmosférica (*attenuation coefficients*), os quais são utilizados para a correção altimétrica dos dados radiométricos.

4. Correção Altimétrica (Coeficientes de Atenuação Atmosférica)

Esse procedimento é comentado no próximo resumo.

5. Conversão para Concentração de Elementos

A sensibilidade dos detectores da aeronave PR-PEC para as janelas de Potássio, Urânio e Tório foi determinada com base na razão entre as medidas efetuadas a bordo (N) e em terra (C), com a aplicação da seguinte expressão:

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

S corresponde à sensibilidade para cada janela,

N é a média das contagens corrigidas (em cps) para cada canal referente à altura do levantamento (100m) 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 100m sobre a pista de calibração, correspondente ao intervalo de 50 metros entre as estações terrestres consideradas para efeito de cálculo da média dos elementos K, U e Th (do Marco 0 até a estaca 7N).

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

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

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

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

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

ESTATÍSTICA *	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
MÉDIA	2908,32	139,91	29,28	125,97
DESVIO PADRÃO	5,93	3,88	0,64	0,58
ERRO NA MÉDIA	3,43	2,24	0,37	0,33
INCERTEZA (%)	0,00	0,02	0,01	0,00

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

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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	15,22	2,24	2,88	34,11	6648,18	1260,15	418,81	440,39
DESVIO PADRÃO	5,08	0,44	0,81	8,84	1186,58	194,69	83,67	111,29
ERRO NA MÉDIA	0,58	0,05	0,09	1,00	134,35	22,04	9,47	12,60
INCERTEZA (%)	0,04	0,02	0,03	0,03				

cpm = contagens por minuto

Quadro 5 - Coeficientes de Sensibilidade.

	CT (cps/μR/h)	K (cps/%)	U (cps/ppm)	Th (cps/ppm)
SENSIBILIDADE (S)	191,09	62,46	10,17	3,69

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

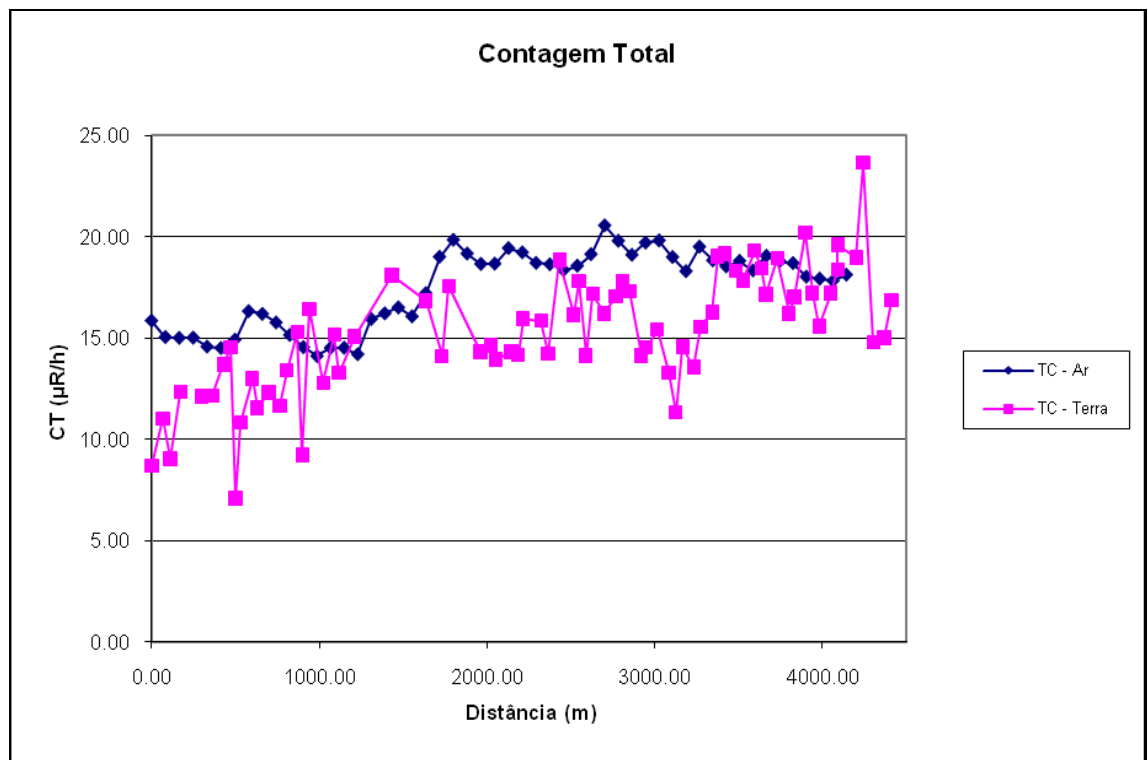


Figura 3 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Contagem Total.

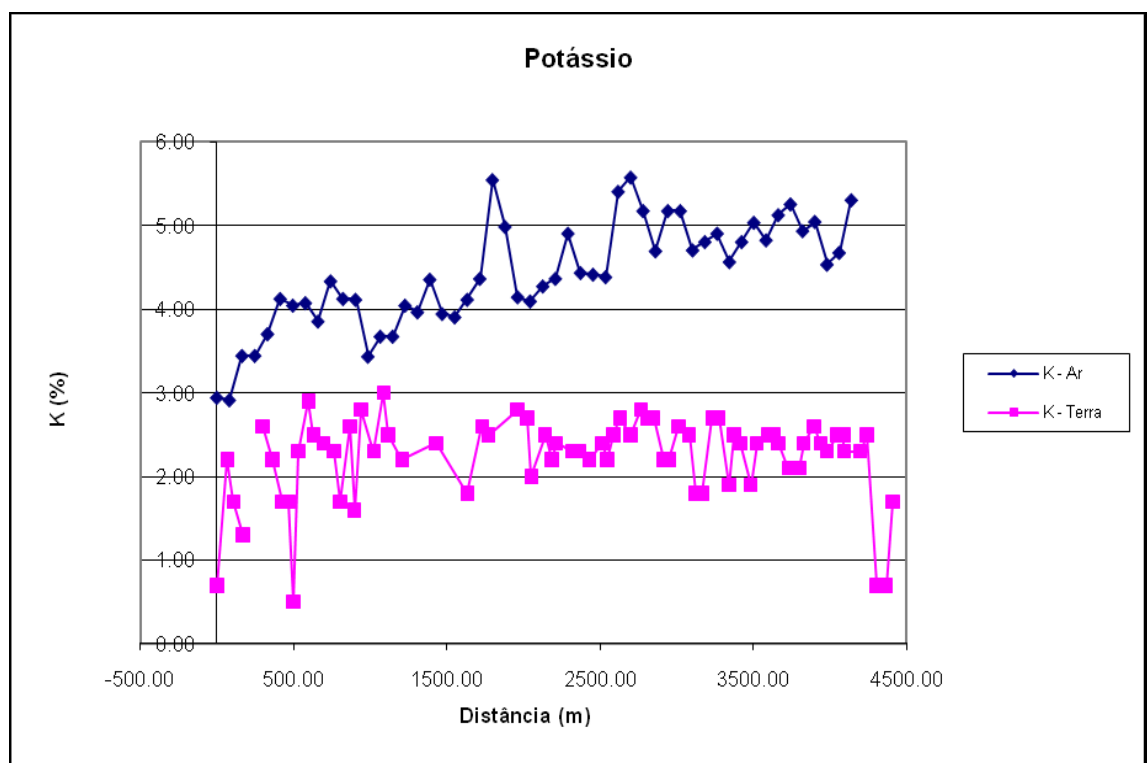


Figura 4 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo – Potássio.

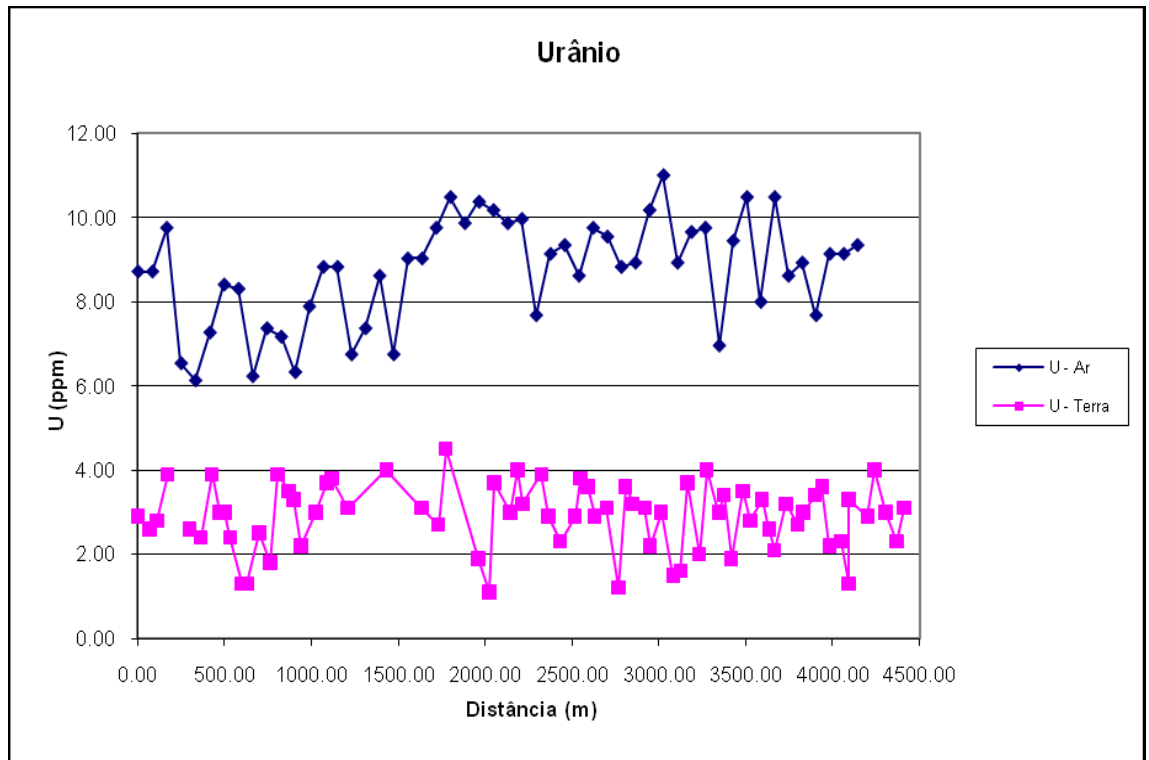


Figura 5 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo – Urânio.

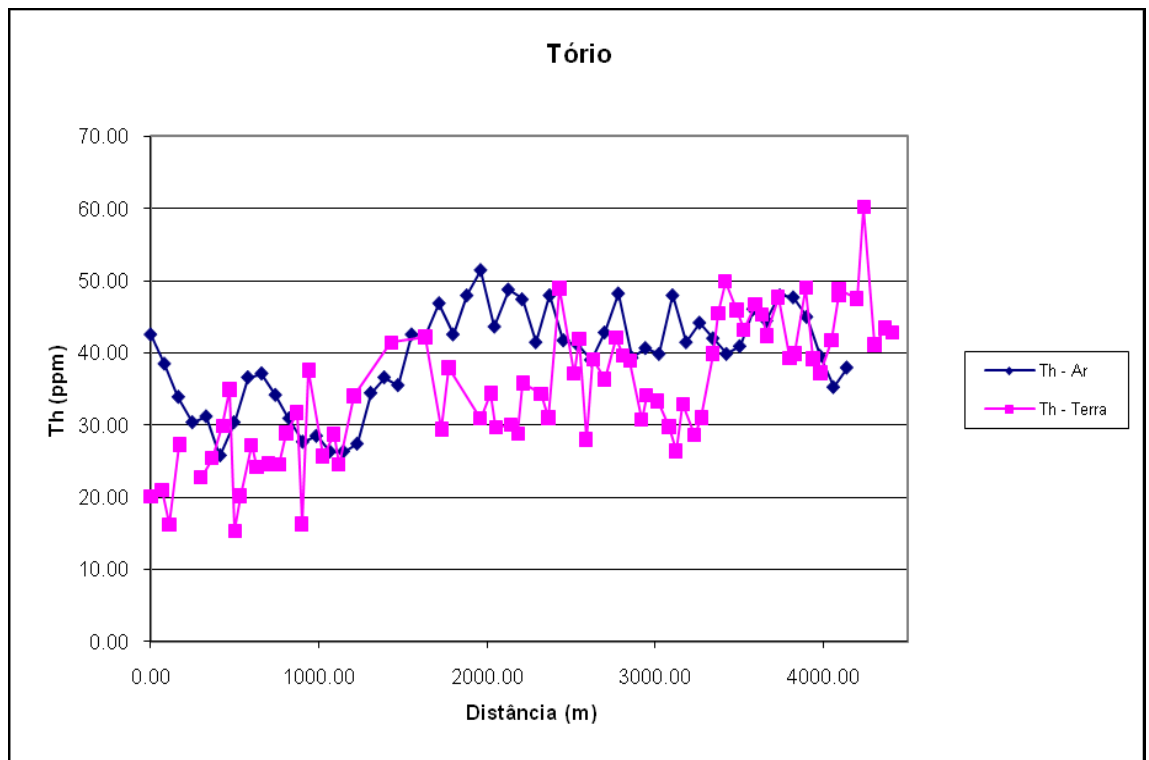


Figura 6 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo – Tório.

TABELA 1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE. PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA - 20/02/2009. DADOS BRUTOS.

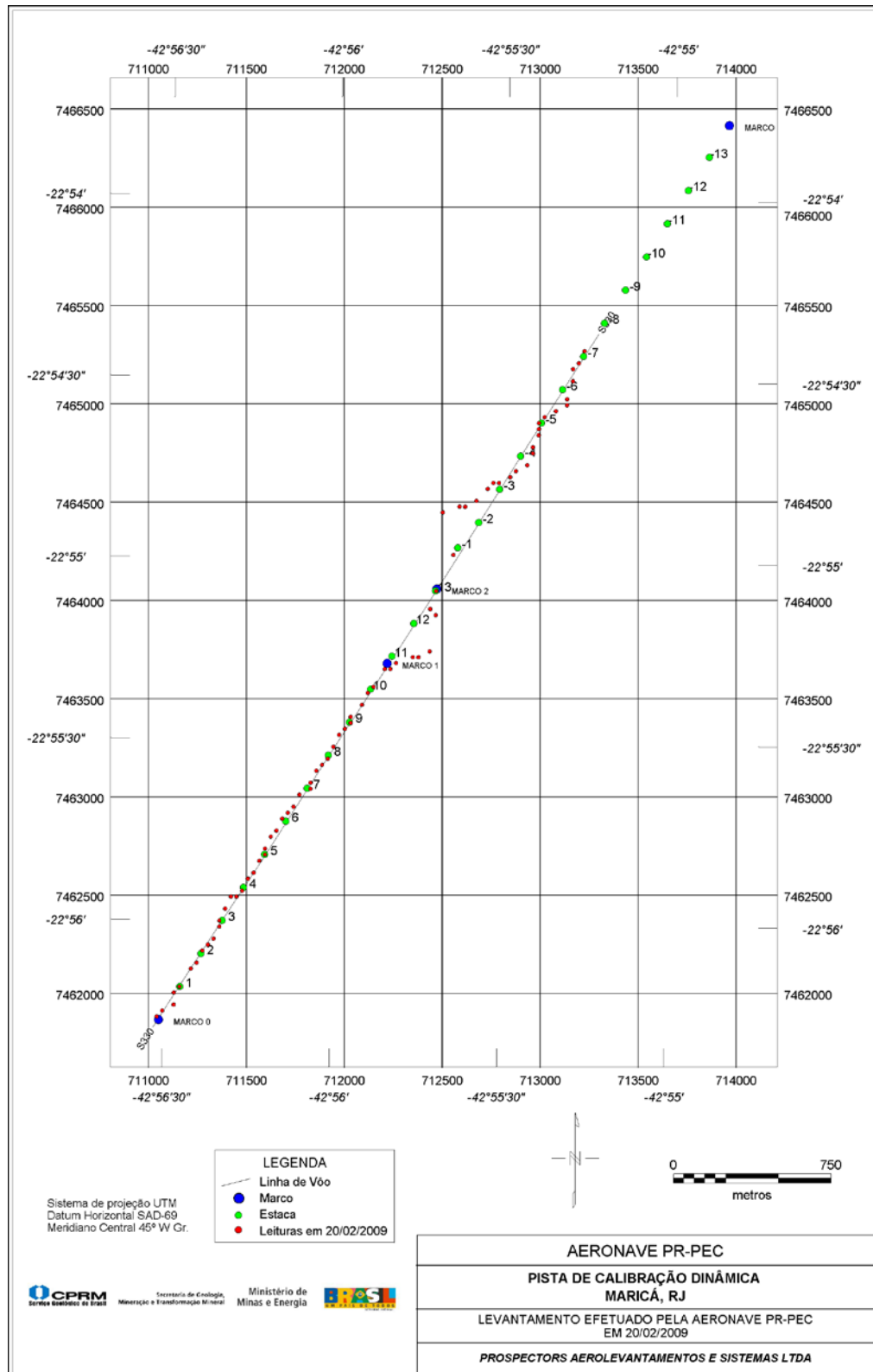
Estaca	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
Estaca 7N	713227,07	7465266,51	12,80	0,70	2,90	20,10	4064,00	581,00	296,00	268,00
	713197,71	7465205,39	16,50	2,20	2,60	21,00	4972,00	1117,00	295,00	278,00
	713168,77	7465175,02	14,40	1,70	2,80	16,20	4460,00	902,00	259,00	217,00
	713167,90	7465113,50	18,60	1,30	3,90	27,30	5509,00	897,00	396,00	361,00
Estaca 6N	713138,10	7465021,61	18,00	2,60	1,60	20,80	5358,00	1211,00	257,00	274,00
	713137,66	7464990,84	20,40	2,60	2,60	22,70	5949,00	1264,00	311,00	299,00
	713080,23	7464960,88	20,10	2,20	2,40	25,40	5865,00	1148,00	325,00	334,00
	713022,80	7464930,93	21,10	1,70	3,90	29,90	6104,00	1057,00	418,00	393,00
Estaca 5N	712993,87	7464900,56	20,70	1,70	3,00	34,90	6001,00	881,00	430,00	457,00
	712993,43	7464869,80	8,80	0,50	3,00	15,30	3071,00	484,00	258,00	208,00
	712993,00	7464839,04	16,70	2,30	2,40	20,20	5020,00	1160,00	281,00	267,00
	712963,63	7464777,91	21,90	2,90	1,30	27,20	6208,00	1383,00	304,00	355,00
	712963,20	7464747,15	18,60	2,50	1,30	24,20	5493,00	1211,00	276,00	317,00
Estaca 4N	712933,83	7464686,02	18,80	2,40	2,50	24,60	5552,00	1207,00	323,00	324,00
	712876,40	7464656,06	19,40	2,30	1,80	24,50	5701,00	1166,00	299,00	322,00
	712847,46	7464625,70	20,70	1,70	3,90	28,90	6019,00	1045,00	409,00	380,00
	712790,03	7464595,74	25,10	2,60	3,50	31,70	7089,00	1375,00	421,00	414,00
	712761,53	7464596,14	14,90	1,60	3,30	16,30	4573,00	904,00	279,00	219,00
Estaca 3N	712732,60	7464565,78	27,50	2,80	2,20	37,60	7686,00	1457,00	427,00	488,00
	712674,74	7464505,06	19,80	2,30	3,00	25,70	5800,00	1207,00	350,00	338,00
	712617,31	7464475,10	25,20	3,00	3,70	28,70	7121,00	1498,00	400,00	375,00
	712588,81	7464475,50	21,90	2,50	3,80	24,50	6308,00	1312,00	368,00	323,00
Estaca 2N	712502,88	7464445,94	23,60	2,20	3,10	34,00	6728,00	1261,00	424,00	444,00
Estaca 1N	712556,84	7464229,79	28,10	2,40	4,00	41,40	7821,00	1433,00	520,00	538,00
Estaca 13S	712468,75	7464046,41	25,10	1,80	3,10	42,20	7087,00	1193,00	496,00	548,00
Estaca 12S	712438,95	7463954,52	23,10	2,60	2,70	29,40	6591,00	1336,00	373,00	384,00
	712467,02	7463923,36	27,90	2,50	4,50	37,90	7768,00	1423,00	507,00	494,00
Estaca 11S	712435,92	7463739,17	24,40	2,80	1,90	30,90	6921,00	1384,00	358,00	402,00
	712378,49	7463709,21	24,00	2,70	1,10	34,40	6826,00	1365,00	361,00	447,00
	712350,00	7463709,61	22,10	2,00	3,70	29,70	6354,00	1179,00	410,00	389,00
	712264,07	7463680,05	22,70	2,50	3,00	30,00	6505,00	1315,00	386,00	392,00
	712235,14	7463649,69	23,50	2,20	4,00	28,80	6696,00	1256,00	413,00	378,00
	712206,65	7463650,09	27,10	2,40	3,20	35,80	7584,00	1327,00	443,00	466,00
Estaca 10S	712148,35	7463558,60	25,90	2,30	3,90	34,30	7288,00	1315,00	455,00	448,00
	712119,43	7463528,24	23,50	2,30	2,90	31,00	6711,00	1259,00	394,00	405,00
	712090,06	7463467,11	30,70	2,20	2,30	48,90	8474,00	1350,00	527,00	633,00
	712032,21	7463406,39	25,30	2,40	2,90	37,10	7135,00	1343,00	445,00	482,00
Estaca 9S	712031,77	7463375,62	28,40	2,20	3,80	41,90	7901,00	1362,00	518,00	545,00
	712002,84	7463345,26	23,00	2,50	3,60	28,00	6574,00	1314,00	390,00	367,00
	711973,92	7463314,90	27,20	2,70	2,90	39,10	7604,00	1467,00	463,00	508,00
	711944,56	7463253,77	25,40	2,50	3,10	36,30	7172,00	1387,00	445,00	472,00
Estaca 8S	711915,19	7463192,64	27,70	2,80	1,20	42,10	7722,00	1463,00	430,00	545,00
	711886,27	7463162,28	29,10	2,70	3,60	39,60	8086,00	1512,00	493,00	514,00
	711857,34	7463131,92	28,20	2,70	3,20	38,90	7841,00	1467,00	470,00	505,00
	711827,98	7463070,79	22,40	2,20	3,10	30,70	6441,00	1211,00	396,00	402,00
Estaca 7S	711827,55	7463040,03	23,30	2,20	2,20	34,10	6648,00	1233,00	394,00	444,00
	711770,12	7463010,06	26,50	2,60	3,00	33,30	7429,00	1396,00	415,00	434,00
	711740,76	7462948,93	21,90	2,50	1,50	29,80	6310,00	1251,00	332,00	389,00

Estaca	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (µR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	711711,84	7462918,57	17,90	1,80	1,60	26,40	5329,00	1014,00	307,00	346,00
Estaca 6S	711682,91	7462888,21	22,40	1,80	3,70	32,90	6422,00	1107,00	436,00	431,00
	711653,55	7462827,08	27,70	2,70	2,00	28,60	6264,00	1342,00	341,00	374,00
	711624,62	7462796,72	25,00	2,70	4,00	31,00	7069,00	1429,00	431,00	406,00
Estaca 5S	711595,27	7462735,59	25,20	1,90	3,00	39,90	7114,00	1191,00	474,00	519,00
	711594,83	7462704,83	31,00	2,50	3,40	45,50	8531,00	1454,00	535,00	589,00
	711565,91	7462674,46	29,00	2,40	1,90	49,90	8052,00	1364,00	477,00	581,00
	711536,55	7462613,33	38,50	1,90	3,50	45,90	7923,00	1276,00	541,00	596,00
	711507,62	7462582,97	28,00	2,40	2,80	43,20	7797,00	1402,00	494,00	560,00
Estaca 4S	711478,27	7462521,84	31,20	2,50	3,30	46,70	8593,00	1469,00	541,00	605,00
	711449,34	7462491,48	29,60	2,50	2,60	45,30	8206,00	1430,00	505,00	586,00
	711420,84	7462491,88	27,40	2,40	2,10	42,40	7646,00	1368,00	463,00	550,00
	711391,49	7462430,75	31,10	2,10	3,20	47,70	8571,00	1351,00	556,00	630,00
Estaca 3S	711362,13	7462369,62	25,80	2,10	2,70	39,30	7269,00	1241,00	458,00	511,00
	711361,70	7462338,86	26,90	2,40	3,00	39,90	7529,00	1357,00	473,00	518,00
	711332,34	7462277,73	32,60	2,60	3,40	49,00	8940,00	1530,00	565,00	634,00
	711303,42	7462247,37	28,10	2,40	3,60	39,20	7830,00	1386,00	489,00	510,00
Estaca 2S	711274,49	7462217,00	24,80	2,30	2,20	37,20	7024,00	1297,00	423,00	484,00
	711245,14	7462155,87	28,20	2,50	2,30	41,70	7858,00	1388,00	464,00	540,00
	711216,21	7462125,51	30,40	2,50	1,30	48,00	8386,00	1430,00	485,00	620,00
	711216,21	7462125,51	32,60	2,30	3,30	48,80	8947,00	1428,00	560,00	632,00
Estaca 1S	711157,93	7462034,02	30,70	2,30	2,90	47,50	8465,00	1403,00	534,00	615,00
	711129,01	7462003,65	38,00	2,50	4,00	60,20	10249,00	1613,00	683,00	776,00
	711128,14	7461942,13	23,00	0,70	3,00	41,10	6587,00	799,00	511,00	537,00
	711070,73	7461912,16	22,60	0,70	2,30	43,40	6474,00	766,00	476,00	565,00
Marco 0	711041,80	7461881,80	27,70	1,70	3,10	42,80	7250,00	1147,00	500,00	557,00
*	723004,67	7461401,78	-2,6	-0,1	-0,1	2,4	247,00	37,00	18,00	15,00
*	722975,72	7461371,44	-2,7	-0,1	0,00	-0,1	232,00	34,00	17,00	9,00
*	723004,21	7461371,02	-2,5	-0,1	0,2	0,00	268,00	43,00	24,00	10,00
*	722976,17	7461402,20	-2,60	-0,10	-0,30	0,2	253,00	43,00	11,00	13,00

* *background* na Lagoa de Maricá

cpm = Contagem por minuto

ppm = Parte por milhão



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

ANEXO I-f - ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA - RESULTADOS DOS TESTES

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO NORTE DO CEARÁ

CPRM CONTRATO N.º 032/PR/08

ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA – RESULTADO DOS TESTES

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-350

PR-PRS

RIO DE JANEIRO - RJ
28 DE AGOSTO DE 2008

SUMÁRIO

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

Índice do Quadro, Tabelas e Figuras

Quadro 1 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica

Tabela 1 - Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

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

Figura - Coeficientes de Atenuação

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

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

Durante os vôos sobre a pista de calibração dinâmica (*dynamic calibration range - DCR*) realizados em 28/08/2008 nas proximidades de Maricá-RJ, objetivando a determinação dos coeficientes de sensibilidade para converter os dados aerogamaespectrométricos, medidos em contagens por segundo (cps), para concentração de elementos (%K, ppm para eU e eTh e $\mu\text{R/h}$ para o canal de contagem total), também são realizados vôos em diversas alturas (de 200 a 800 pés com intervalo de 100 pés) sobre a mencionada pista de calibração objetivando a correção altimétrica dos dados radiométricos através da determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) dos radioelementos Potássio, Urânio e Tório, bem como para o canal de contagem total.

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

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

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

N_H é a radiação à distância H da fonte,

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

μ é o coeficiente de atenuação atmosférica.

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

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

que é a equação de uma reta de coeficiente angular $-\mu$ e coeficiente linear $\ln(N_0)$. Na determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) para cada um dos canais radiométricos são efetuadas regressões lineares dos logaritmos neperianos dos valores radiométricos $\ln(N_H)$ em relação às alturas de vôo (de 200, 330, 400, 500, 600, 700 e 800 pés) sobre a "pista de calibração dinâmica" (*dynamic calibration range - DCR*) situada no distrito de Inoã, Município de Maricá-RJ.

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

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

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

Dividindo-se (2) por (1), obtêm-se:

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

onde:

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

- H é a altura medida.

Os valores das médias obtidas são apresentados na Tabela 1a.

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

MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
200	4505,55	374,82	111,00	194,86
330	3591,00	296,28	91,67	150,04
331	3532,49	288,96	92,36	150,40
332	3538,63	291,94	90,56	152,89
400	3103,10	252,88	79,96	132,81
500	2686,39	219,31	70,65	115,39
600	2307,96	182,57	64,13	97,42
700	1985,35	158,27	54,75	83,16
800	1656,03	132,63	46,98	70,30
MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
200	310,06	37,88	10,51	8,65
330	299,02	36,43	10,37	8,73
331	302,23	37,75	10,35	8,75
332	305,24	37,46	10,66	9,57
400	299,12	35,75	10,17	8,92
500	296,78	35,95	10,25	9,34
600	293,42	34,55	10,46	8,90
700	291,56	35,35	9,87	8,81
800	292,24	34,55	10,30	10,14
MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
200	4195,49	336,94	100,49	186,21
330	3291,98	259,85	81,30	141,31
331	3230,26	251,21	82,01	141,65
332	3233,39	254,48	79,90	143,32
400	2803,98	217,13	69,79	123,89
500	2389,61	183,36	60,40	106,05
600	2014,54	148,02	53,67	88,52
700	1693,79	122,92	44,88	74,35
800	1363,79	98,08	36,68	60,16

* valores corrigidos do tempo morto

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

- Tempo morto
- *Background*
- Espalhamento *Compton*

Tabela 1b – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

LINHA	Altura Efetiva (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
200	58,65	4194,03	216,85	40,24	180,02
330	93,00	3288,70	162,52	33,20	136,61
331	94,94	3229,16	153,09	33,74	137,06
332	94,14	3227,04	157,95	30,91	138,40
400	115,89	2803,64	132,09	26,27	119,97
500	137,91	2389,40	109,16	22,01	102,75
600	163,33	2009,41	82,30	20,44	85,56
700	186,79	1690,30	67,31	16,13	71,95
800	219,60	1361,53	52,09	12,47	58,29

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

Tabela 1c – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

LINHA	Altura Efetiva (m)	ln CT (cps)	ln K (cps)	ln U (cps)	ln Th (cps)
200	58,65	8,34	5,38	3,69	5,19
330	93,00	8,10	5,09	3,50	4,92
331	94,94	8,08	5,03	3,52	4,92
332	94,14	8,08	5,06	3,43	4,93
400	115,89	7,94	4,88	3,27	4,79
500	137,91	7,78	4,69	3,09	4,63
600	163,33	7,61	4,41	3,02	4,45
700	186,79	7,43	4,21	2,78	4,28
800	219,60	7,22	3,95	2,52	4,07

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

Quadro 1 – Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

Canal Radiométrico	μ em m^{-1}
Contagem Total	-0,007
Potássio	-0,009
Urânio	-0,0073
Tório	-0,007

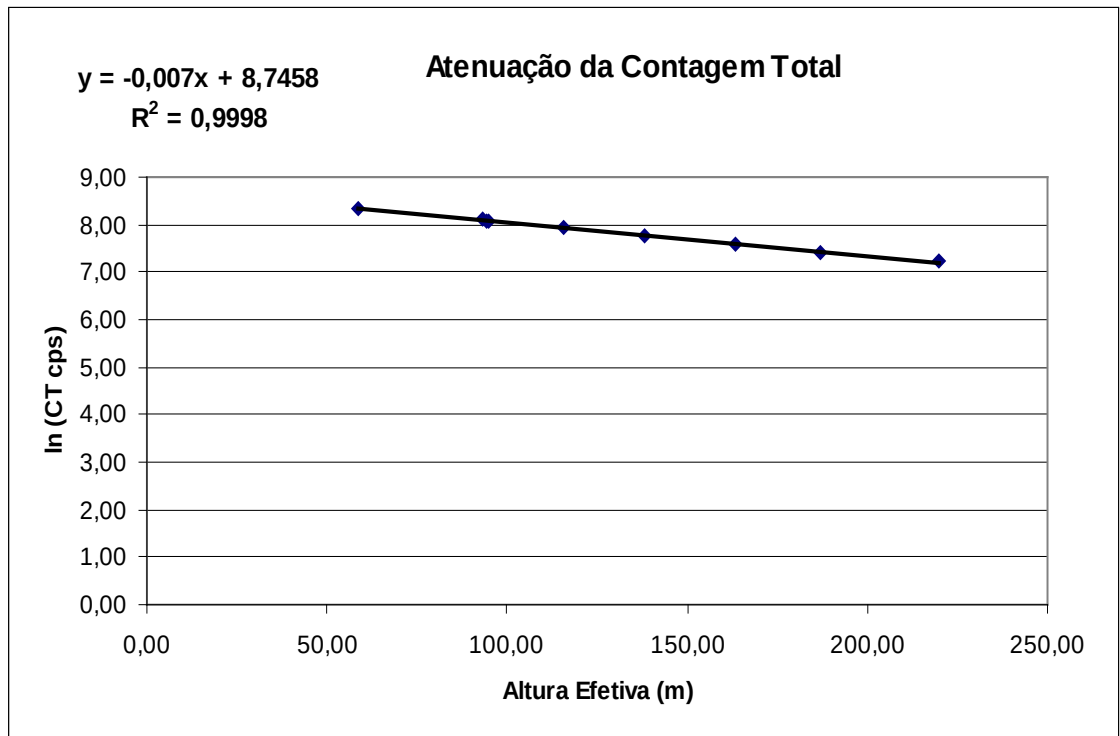


Figura 1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total.

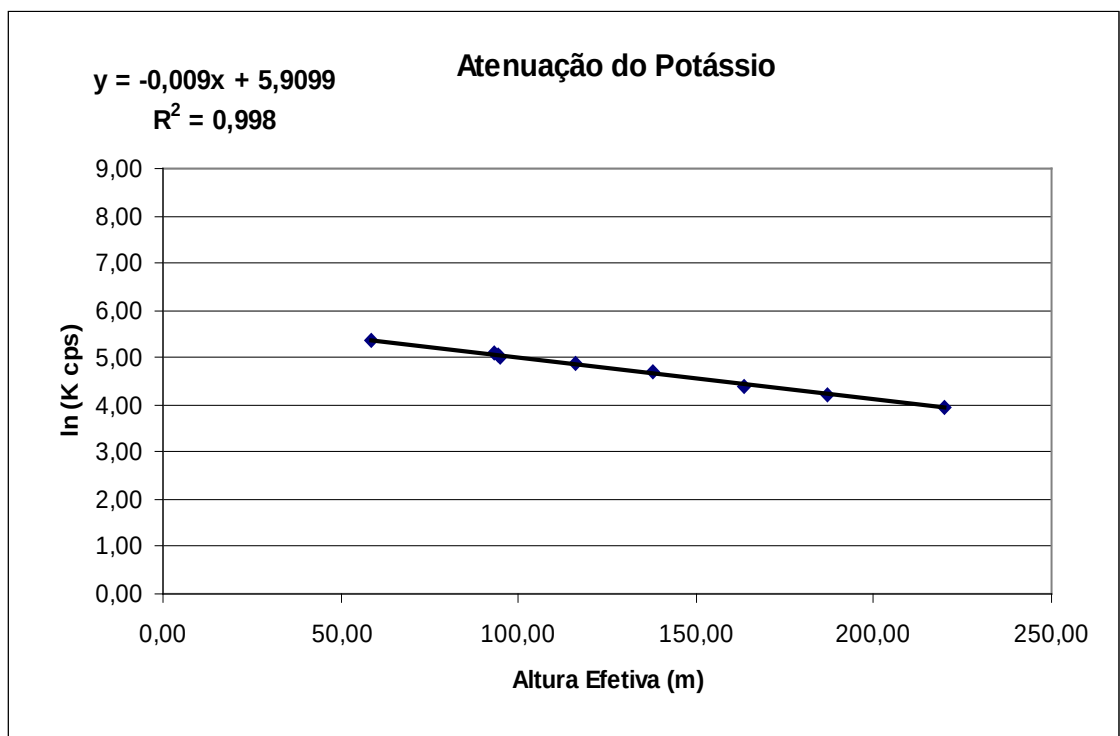


Figura 1b - Coeficiente de Atenuação – Potássio.

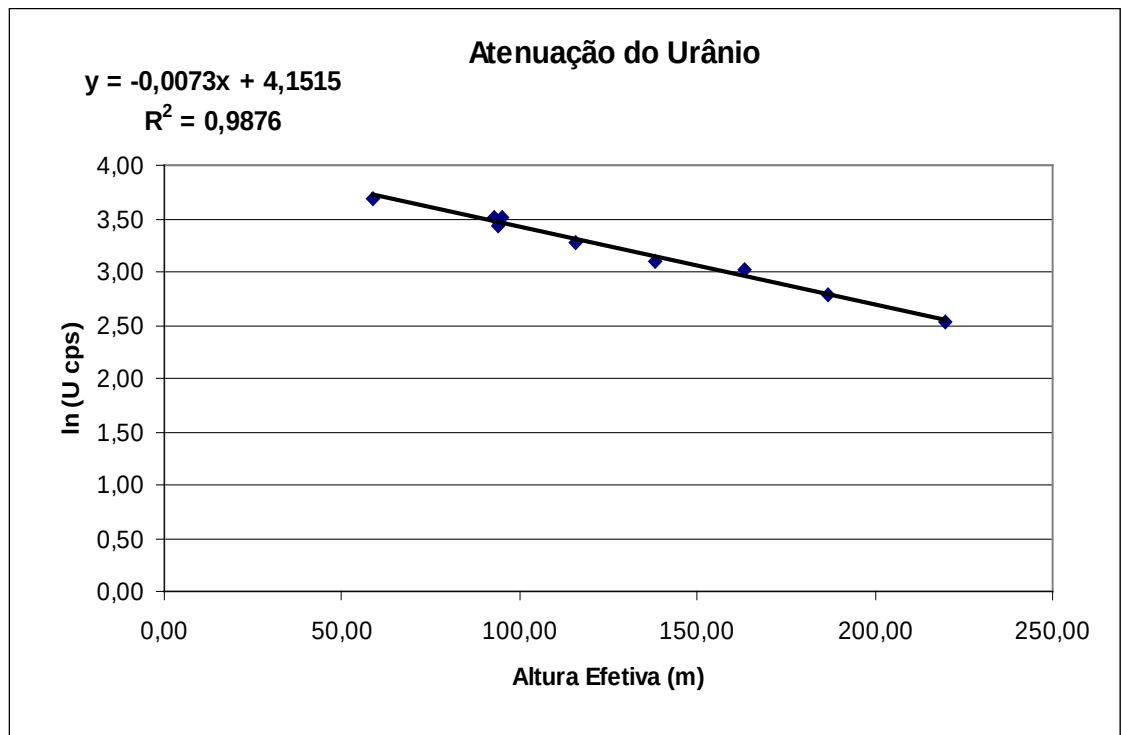


Figura 1c - Coeficiente de Atenuação – Urânio.

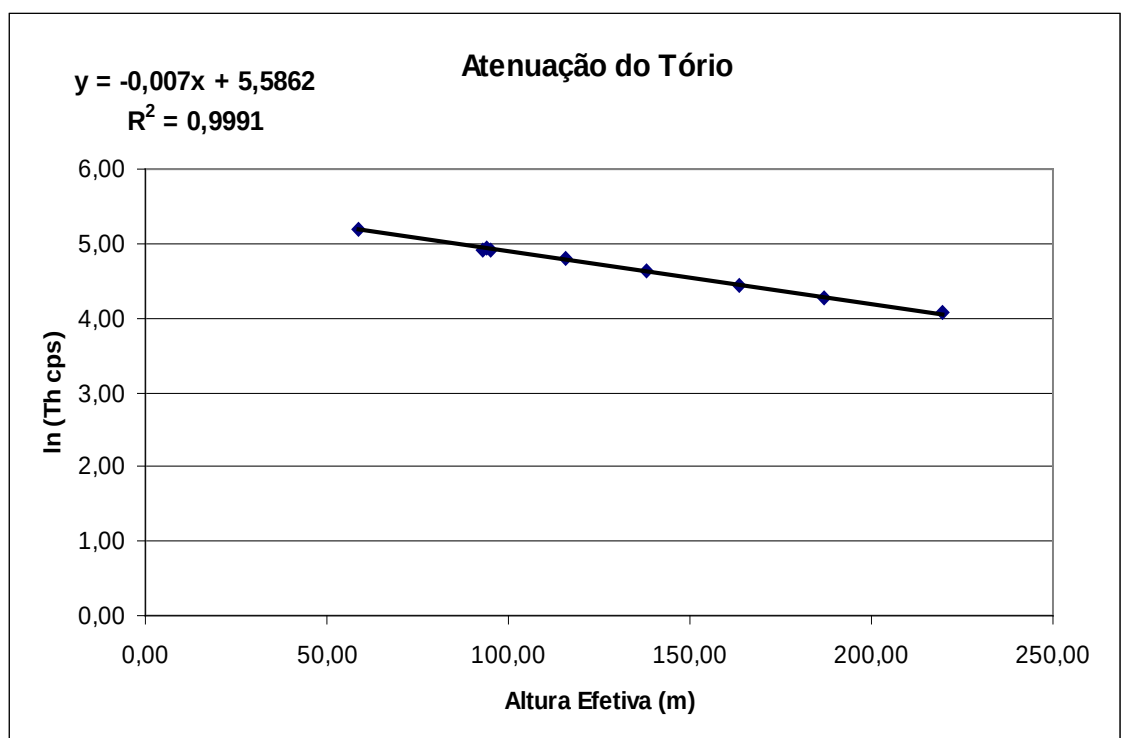


Figura 1d - Coeficiente de Atenuação – Tório.

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO NORTE DO CEARÁ

CPRM CONTRATO N.º 032/PR/08

ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA – RESULTADO DOS TESTES

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-350

PR-PRS

RIO DE JANEIRO - RJ
23 DE MAIO DE 2009

SUMÁRIO

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

Índice do Quadro, Tabelas e Figuras

Quadro 1 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica

Tabela 1 - Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

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

Figura - Coeficientes de Atenuação

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

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

Durante os vôos sobre a pista de calibração dinâmica (*dynamic calibration range - DCR*) realizados em 23/05/2009 nas proximidades de Maricá-RJ, objetivando a determinação dos coeficientes de sensibilidade para converter os dados aerogamaespectrométricos, medidos em contagens por segundo (cps), para concentração de elementos (%K, ppm para eU e eTh e $\mu\text{R/h}$ para o canal de contagem total), também são realizados vôos em diversas alturas (de 200 a 800 pés com intervalo de 100 pés) sobre a mencionada pista de calibração objetivando a correção altimétrica dos dados radiométricos através da determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) dos radioelementos Potássio, Urânio e Tório, bem como para o canal de contagem total.

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

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

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

N_H é a radiação à distância H da fonte,
 N_0 é a radiação na superfície do terreno ($H=0$),
 μ é o coeficiente de atenuação atmosférica.

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

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

que é a equação de uma reta de coeficiente angular $-\mu$ e coeficiente linear $\ln(N_0)$. Na determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) para cada um dos canais radiométricos são efetuadas regressões lineares dos logaritmos neperianos dos valores radiométricos $\ln(N_H)$ em relação às alturas de vôo (de 200, 330, 400, 500, 600, 700 e 800 pés) sobre a "pista de calibração dinâmica" (*dynamic calibration range - DCR*) situada no distrito de Inoã, Município de Maricá-RJ.

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

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

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

Dividindo-se (2) por (1), obtêm-se:

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

onde:

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

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

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

MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3889,58	319,76	101,96	164,80
331	3994,52	327,18	106,72	165,76
332	3942,26	325,82	102,92	164,10
400	3432,76	280,84	93,69	142,47
500	2935,98	230,16	82,02	119,90
600	2544,75	204,02	70,44	102,31
700	2207,08	172,58	64,65	91,37
800	1950,69	153,89	57,22	79,93
MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	402,84	45,47	15,56	11,52
331	399,38	45,71	15,12	11,22
332	393,46	45,86	15,54	10,84
400	408,70	47,11	16,49	11,67
500	413,96	45,54	17,07	11,14
600	419,80	45,69	16,51	11,44
700	420,38	44,73	17,53	11,46
800	414,27	44,09	16,56	11,54
MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3486,74	274,29	86,40	153,28
331	3595,14	281,47	91,60	154,54
332	3548,80	279,96	87,38	153,26
400	3024,06	233,73	77,20	130,80
500	2522,02	184,62	64,95	108,76
600	2124,95	158,33	53,93	90,87
700	1786,70	127,85	47,12	79,91
800	1536,42	109,80	40,66	68,39

* valores corrigidos do tempo morto

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

- Tempo morto
- *Background*
- Espalhamento *Compton*

Tabela 1b – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

LINHA	Altura Efetiva (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	96,42	3484,64	171,68	32,85	148,46
331	90,54	3591,38	174,37	38,09	149,57
332	90,37	3548,82	176,87	34,36	148,53
400	114,19	3016,76	142,14	30,29	126,45
500	139,39	2515,91	106,78	24,61	105,20
600	168,62	2122,58	92,74	18,97	88,10
700	190,74	1780,68	69,82	15,41	77,31
800	212,29	1532,66	59,39	12,83	66,27

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

Tabela 1c – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

LINHA	Altura Efetiva (m)	ln CT (cps)	ln K (cps)	ln U (cps)	ln Th (cps)
330	96,42	8,16	5,15	3,49	5,00
331	90,54	8,19	5,16	3,64	5,01
332	90,37	8,17	5,18	3,54	5,00
400	114,19	8,01	4,96	3,41	4,84
500	139,39	7,83	4,67	3,20	4,66
600	168,62	7,66	4,53	2,94	4,48
700	190,74	7,48	4,25	2,74	4,35
800	212,29	7,33	4,08	2,55	4,19

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

Quadro 1 – Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

Canal Radiométrico	μ em m^{-1}
Contagem Total	-0,0069
Potássio	-0,009
Urânio	-0,0084
Tório	-0,0067

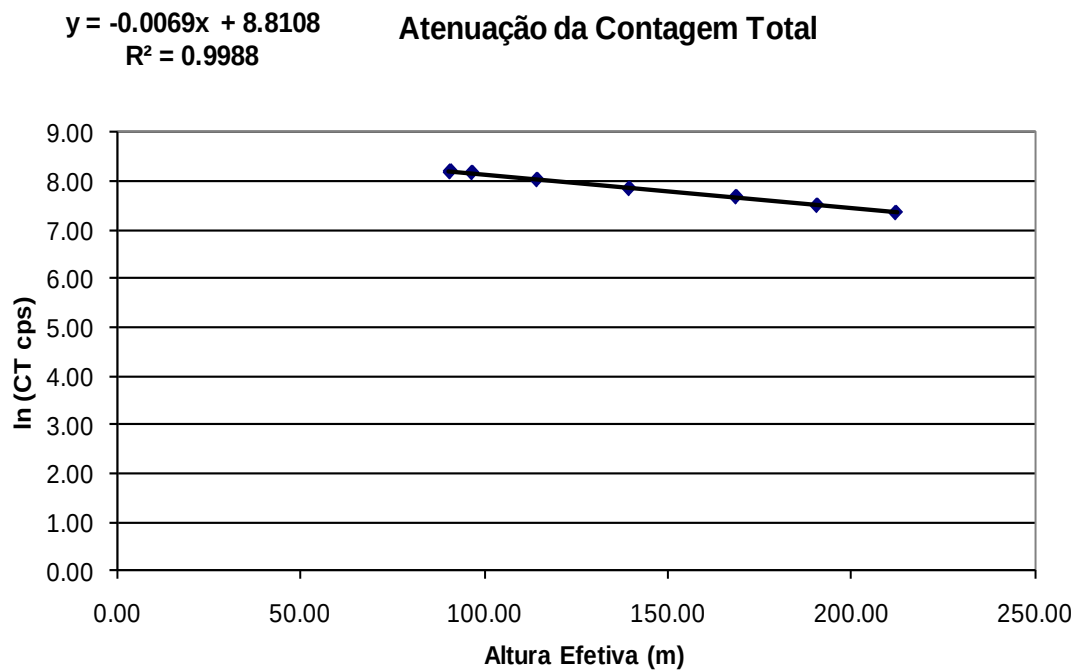


Figura 1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total.

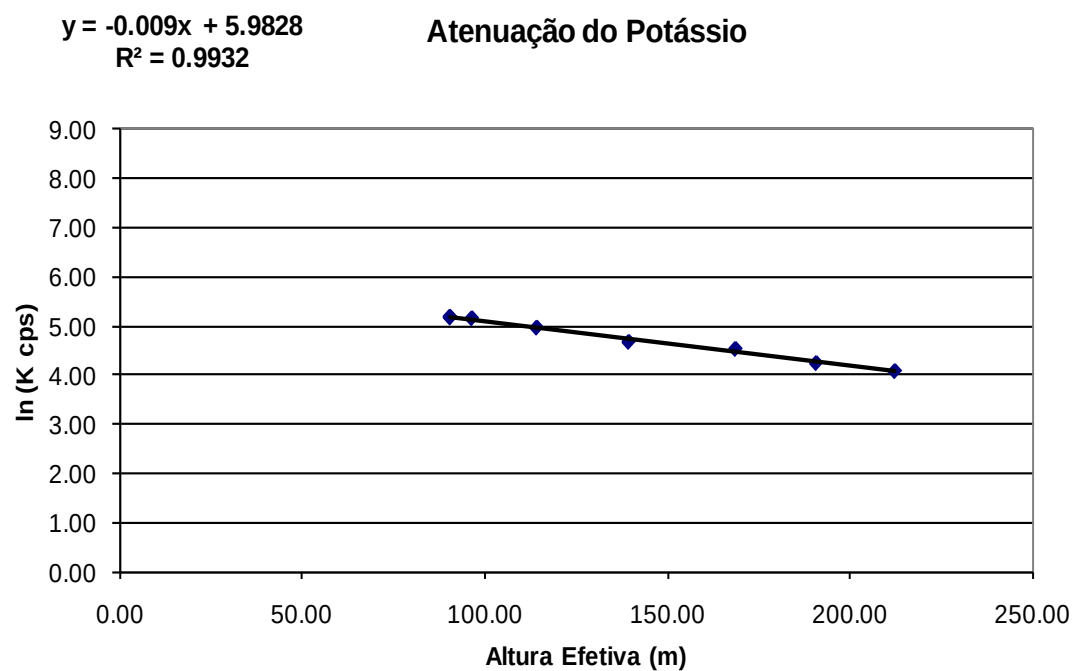


Figura 1b - Coeficiente de Atenuação – Potássio.

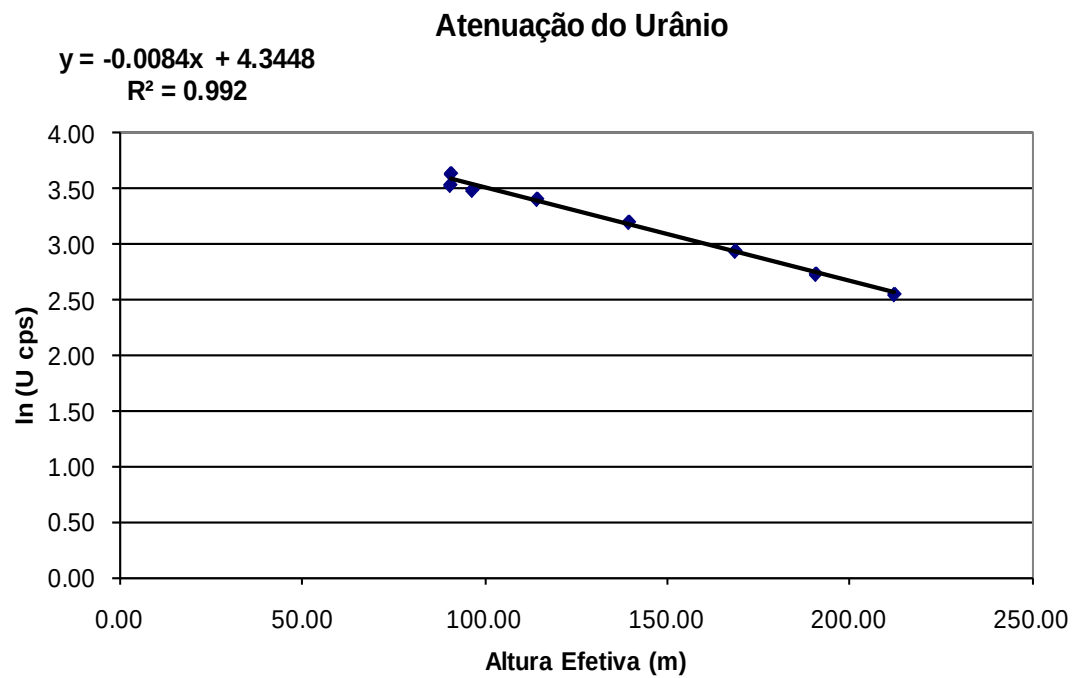


Figura 1c - Coeficiente de Atenuação – Urânio.

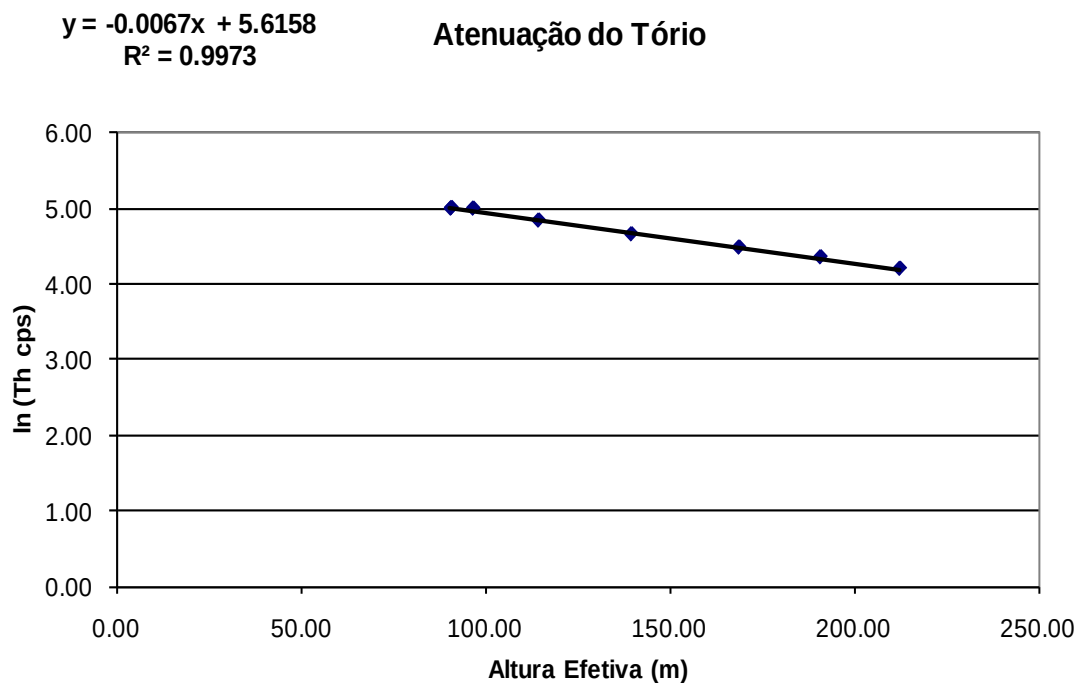


Figura 1d - Coeficiente de Atenuação – Tório.

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO NORTE DO CEARÁ

CPRM CONTRATO N.º 032/PR/08

ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA – RESULTADO DOS TESTES

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-310

PT-DYK

RIO DE JANEIRO - RJ
23 DE MAIO DE 2009

SUMÁRIO

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

Índice do Quadro, Tabelas e Figuras

Quadro 1 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica

Tabela 1 - Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

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

Figura - Coeficientes de Atenuação

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

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

Durante os vôos sobre a pista de calibração dinâmica (*dynamic calibration range - DCR*) realizados em 23/05/2009 nas proximidades de Maricá-RJ, objetivando a determinação dos coeficientes de sensibilidade para converter os dados aerogamaespectrométricos, medidos em contagens por segundo (cps), para concentração de elementos (%K, ppm para eU e eTh e $\mu\text{R/h}$ para o canal de contagem total), também são realizados vôos em diversas alturas (de 200 a 800 pés com intervalo de 100 pés) sobre a mencionada pista de calibração objetivando a correção altimétrica dos dados radiométricos através da determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) dos radioelementos Potássio, Urânio e Tório, bem como para o canal de contagem total.

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

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

$N_H = N_0 \cdot e^{-\mu H}$ (1), onde:
 N_H é a radiação à distância H da fonte,
 N_0 é a radiação na superfície do terreno ($H=0$),
 μ é o coeficiente de atenuação atmosférica.

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

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

que é a equação de uma reta de coeficiente angular $-\mu$ e coeficiente linear $\ln(N_0)$. Na determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) para cada um dos canais radiométricos são efetuadas regressões lineares dos logaritmos neperianos dos valores radiométricos $\ln(N_H)$ em relação às alturas de vôo (de 200, 330, 400, 500, 600, 700 e 800 pés) sobre a "pista de calibração dinâmica" (*dynamic calibration range - DCR*) situada no distrito de Inoã, Município de Maricá-RJ.

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

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

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

Dividindo-se (2) por (1), obtêm-se:

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

onde:

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

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

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

MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3769,54	314,91	96,98	162,32
331	3694,21	313,66	94,25	162,91
332	3785,73	316,38	98,84	165,21
400	3303,96	274,28	87,75	143,02
500	2820,12	228,30	79,23	116,88
600	2422,78	196,68	69,36	99,59
700	2118,85	168,46	63,32	85,97
800	1842,05	149,03	56,63	74,73
MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	355,39	44,76	13,28	9,39
331	361,40	45,92	13,13	9,23
332	365,07	44,80	13,49	9,34
400	356,72	43,85	13,88	9,29
500	356,71	42,84	13,46	9,62
600	361,86	42,77	13,97	9,88
700	370,63	43,46	14,38	9,63
800	380,92	41,99	15,44	9,85
MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3414,15	270,15	83,70	152,93
331	3332,81	267,74	81,12	153,68
332	3420,66	271,58	85,35	155,87
400	2947,24	230,43	73,87	133,73
500	2463,41	185,46	65,77	107,26
600	2060,92	153,91	55,39	89,71
700	1748,22	125,00	48,94	76,34
800	1461,13	107,04	41,19	64,88

* valores corrigidos do tempo morto

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

- Tempo morto
- *Background*
- Espalhamento *Compton*

Tabela 1b – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

LINHA	Altura Efetiva (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	91,12	3409,11	167,75	31,83	148,94
331	94,68	3336,50	167,19	28,91	150,14
332	91,52	3414,08	167,14	32,41	151,73
400	111,06	2946,17	139,33	27,29	130,46
500	137,09	2461,30	105,70	27,09	104,62
600	162,62	2055,51	85,96	21,83	87,35
700	185,79	1747,80	64,90	19,64	74,59
800	209,99	1457,82	55,74	15,44	63,26

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

Tabela 1c – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

LINHA	Altura Efetiva (m)	ln CT (cps)	ln K (cps)	ln U (cps)	ln Th (cps)
330	91,12	8,13	5,12	3,46	5,00
331	94,68	8,11	5,12	3,36	5,01
332	91,52	8,14	5,12	3,48	5,02
400	111,06	7,99	4,94	3,31	4,87
500	137,09	7,81	4,66	3,30	4,65
600	162,62	7,63	4,45	3,08	4,47
700	185,79	7,47	4,17	2,98	4,31
800	209,99	7,28	4,02	2,74	4,15

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

Quadro 1 – Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

Canal Radiométrico	μ em m^{-1}
Contagem Total	-0,0071
Potássio	-0,0096
Urânio	-0,0055
Tório	-0,0074

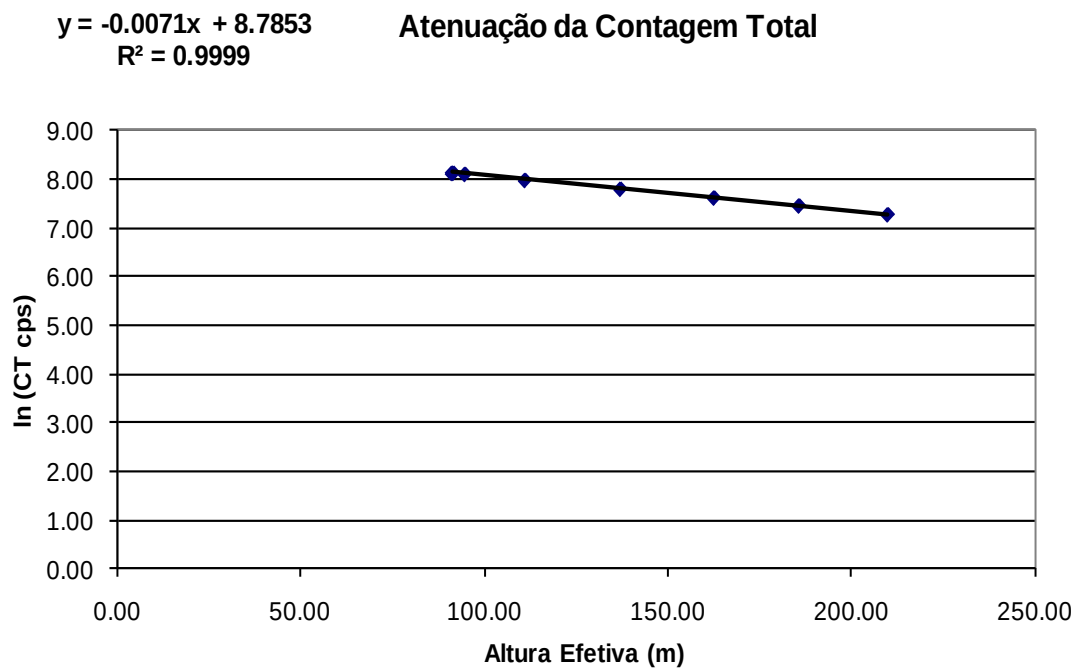


Figura 1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total.

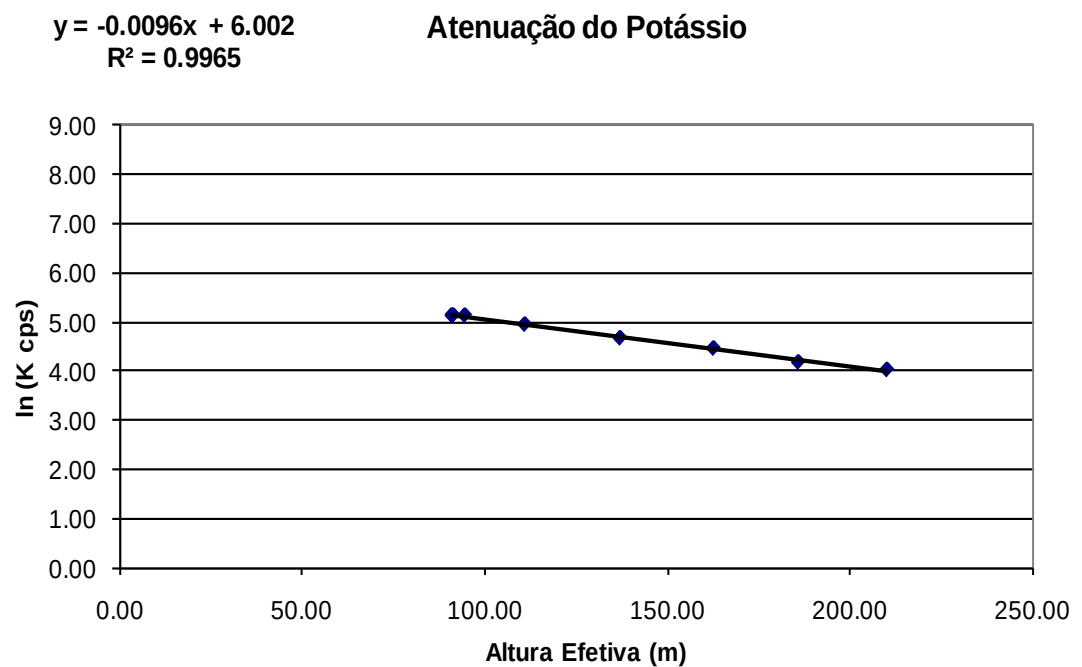


Figura 1b - Coeficiente de Atenuação – Potássio.

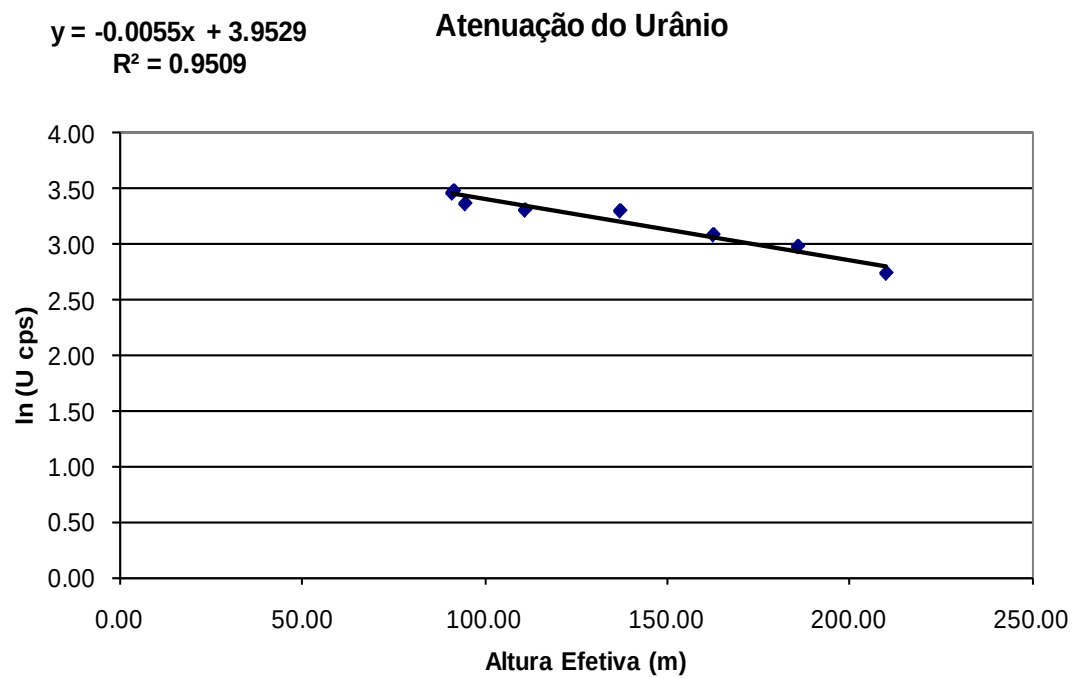


Figura 1c - Coeficiente de Atenuação – Urânio.

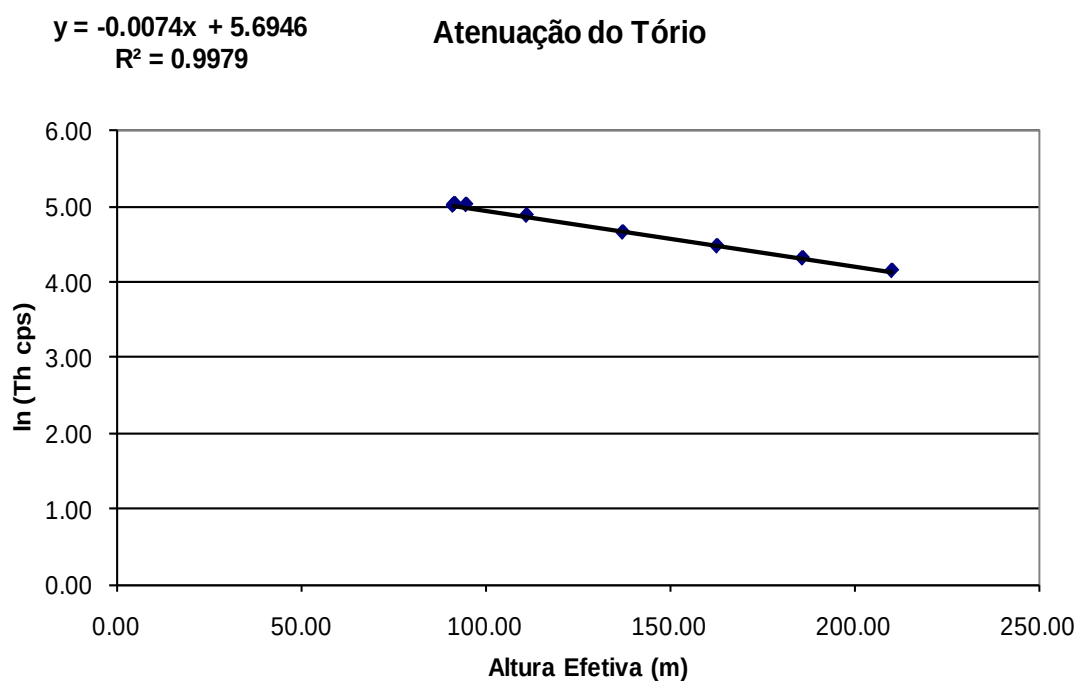


Figura 1d - Coeficiente de Atenuação – Tório.

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO NORTE DO CEARÁ

CPRM CONTRATO N.º 032/PR/08

ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA – RESULTADO DOS TESTES

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-350

PR-PEC

RIO DE JANEIRO - RJ
20 DE FEVEREIRO DE 2009

SUMÁRIO

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

Índice do Quadro, Tabelas e Figuras

Quadro 1 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica

Tabela 1 - Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

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

Figura - Coeficientes de Atenuação

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

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

Durante os vôos sobre a pista de calibração dinâmica (*dynamic calibration range - DCR*) realizados em 20/02/2009 nas proximidades de Maricá-RJ, objetivando a determinação dos coeficientes de sensibilidade para converter os dados aerogamaespectrométricos, medidos em contagens por segundo (cps), para concentração de elementos (%K, ppm para eU e eTh e $\mu\text{R/h}$ para o canal de contagem total), também são realizados vôos em diversas alturas (de 300 a 800 pés com intervalo de 100 pés) sobre a mencionada pista de calibração objetivando a correção altimétrica dos dados radiométricos através da determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) dos radioelementos Potássio, Urânio e Tório, bem como para o canal de contagem total.

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

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

$N_H = N_0 \cdot e^{-\mu H}$ (1), onde:
 N_H é a radiação à distância H da fonte,
 N_0 é a radiação na superfície do terreno ($H=0$),
 μ é o coeficiente de atenuação atmosférica.

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

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

que é a equação de uma reta de coeficiente angular $-\mu$ e coeficiente linear $\ln(N_0)$. Na determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) para cada um dos canais radiométricos são efetuadas regressões lineares dos logaritmos neperianos dos valores radiométricos $\ln(N_H)$ em relação às alturas de vôo (de 300, 330, 400, 500, 600, 700 e 800 pés) sobre a "pista de calibração dinâmica" (*dynamic calibration range - DCR*) situada no distrito de Inoã, Município de Maricá-RJ.

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

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

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

Dividindo-se (2) por (1), obtêm-se:

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

onde:

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

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

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

MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
300	3550,52	295,94	89,16	156,88
330	3346,96	274,21	84,12	145,46
331	3117,57	259,98	78,25	135,84
332	3253,51	272,82	82,38	142,36
400	2891,78	242,51	73,20	122,80
500	2576,38	213,79	66,70	112,92
600	2231,08	181,71	60,53	97,71
700	1950,44	159,85	54,51	82,69
800	1677,91	138,30	45,76	71,11
MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
300	273,52	38,19	7,48	9,85
330	276,60	38,59	7,79	9,05
331	279,89	39,20	8,24	9,52
332	275,23	38,12	8,23	8,95
400	278,84	38,79	8,49	8,96
500	281,06	37,63	9,13	9,48
600	279,34	37,81	8,58	9,20
700	287,91	38,17	9,25	9,64
800	289,80	37,12	9,44	10,25
MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
300	3277,00	257,75	81,68	147,03
330	3070,36	235,62	76,33	136,41
331	2837,68	220,78	70,01	126,32
332	2978,28	234,70	74,15	133,41
400	2612,94	203,72	64,71	113,84
500	2295,32	176,16	57,57	103,44
600	1951,74	143,90	51,95	88,51
700	1662,53	121,68	45,26	73,05
800	1388,11	101,18	36,32	60,86

* valores corrigidos do tempo morto

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

- Tempo morto
- *Background*
- Espalhamento *Compton*

Tabela 1b – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

LINHA	Altura Efetiva (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
300	82,07	3272,55	161,40	34,13	142,61
330	91,76	3068,49	145,26	31,64	132,46
331	104,18	2834,56	137,08	27,80	122,62
332	96,55	2974,12	146,50	30,05	129,43
400	116,83	2611,30	126,35	26,02	110,59
500	136,22	2293,19	106,21	21,39	100,50
600	161,81	1949,18	80,82	19,90	86,00
700	185,76	1658,44	66,80	17,94	70,91
800	209,30	1389,05	56,26	12,93	59,34

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

Tabela 1c – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

LINHA	Altura Efetiva (m)	ln CT (cps)	ln K (cps)	ln U (cps)	ln Th (cps)
300	82,07	8,09	5,08	3,53	4,96
330	91,76	8,03	4,98	3,45	4,89
331	104,18	7,95	4,92	3,33	4,81
332	96,55	8,00	4,99	3,40	4,86
400	116,83	7,87	4,84	3,26	4,71
500	136,22	7,74	4,67	3,06	4,61
600	161,81	7,58	4,39	2,99	4,45
700	185,76	7,41	4,20	2,89	4,26
800	209,30	7,24	4,03	2,56	4,08

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

Quadro 1 – Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

Canal Radiométrico	μ em m^{-1}
Contagem Total	-0,0067
Potássio	-0,0085
Urânio	-0,0069
Tório	-0,0067

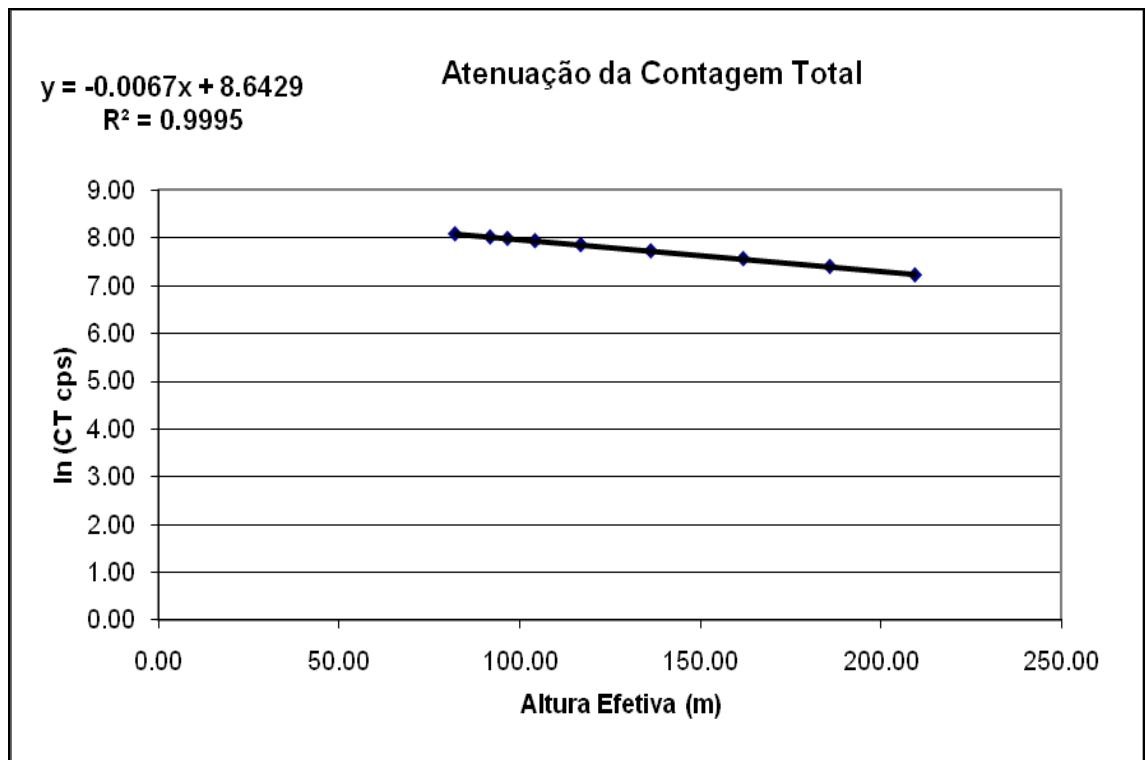


Figura 1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total.

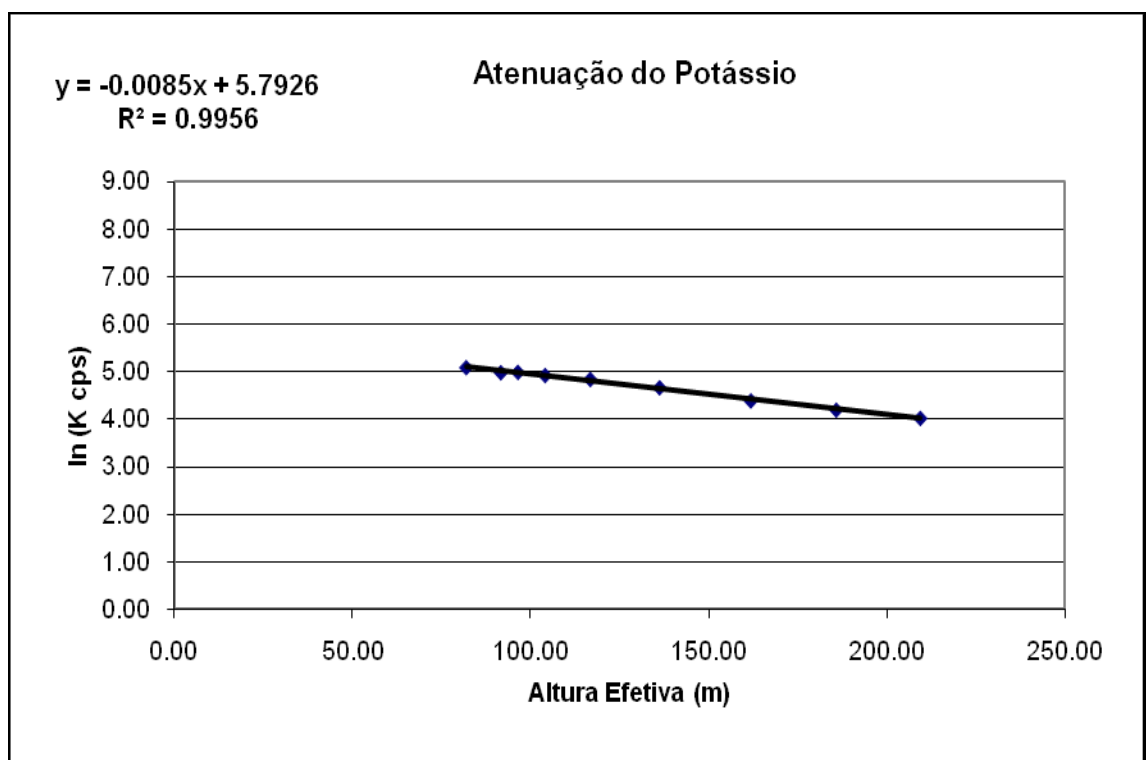


Figura 1b - Coeficiente de Atenuação – Potássio.

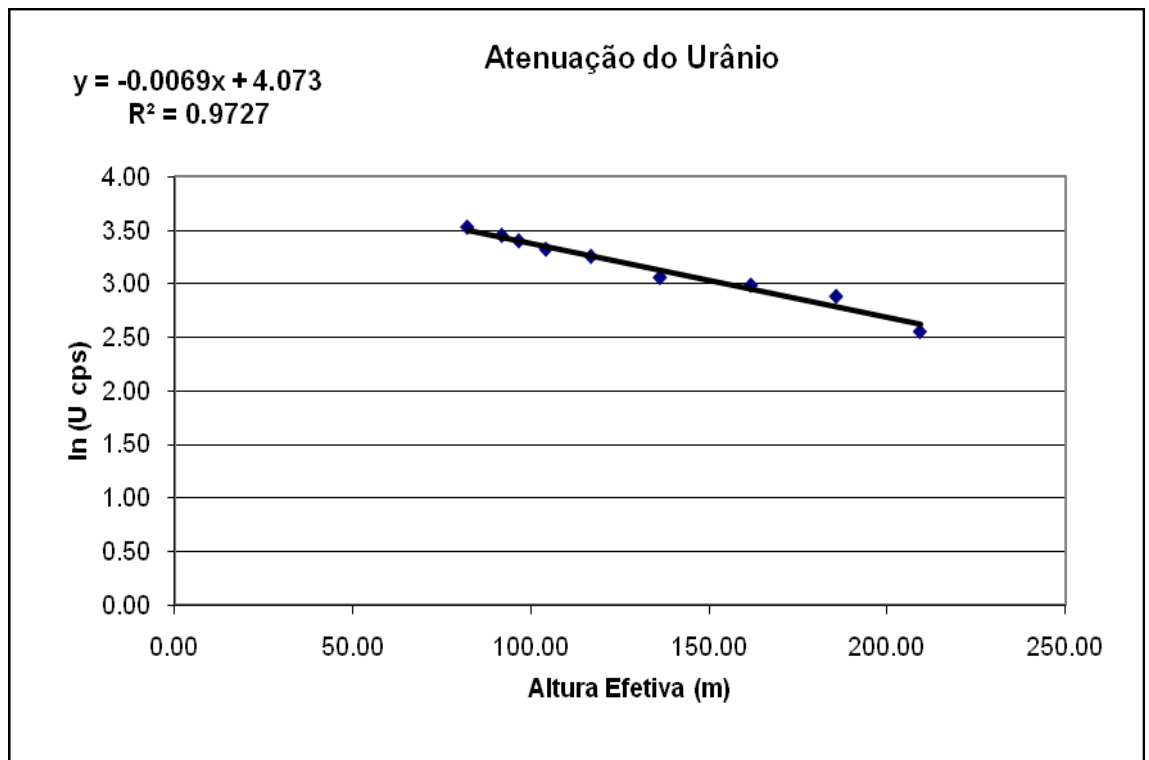


Figura 1c - Coeficiente de Atenuação – Urânio.

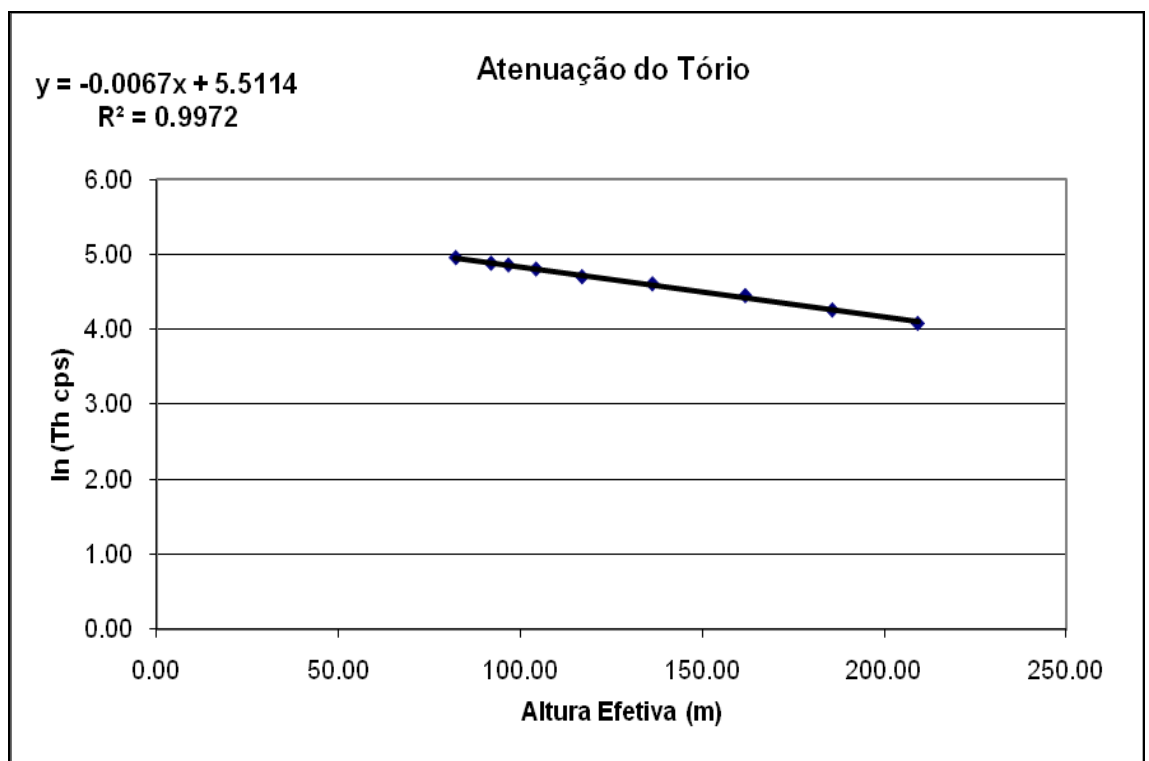


Figura 1d - Coeficiente de Atenuação – Tório.

ANEXO II – TESTES CONTRATUAIS

Anexo II-a – Teste de Altímetros

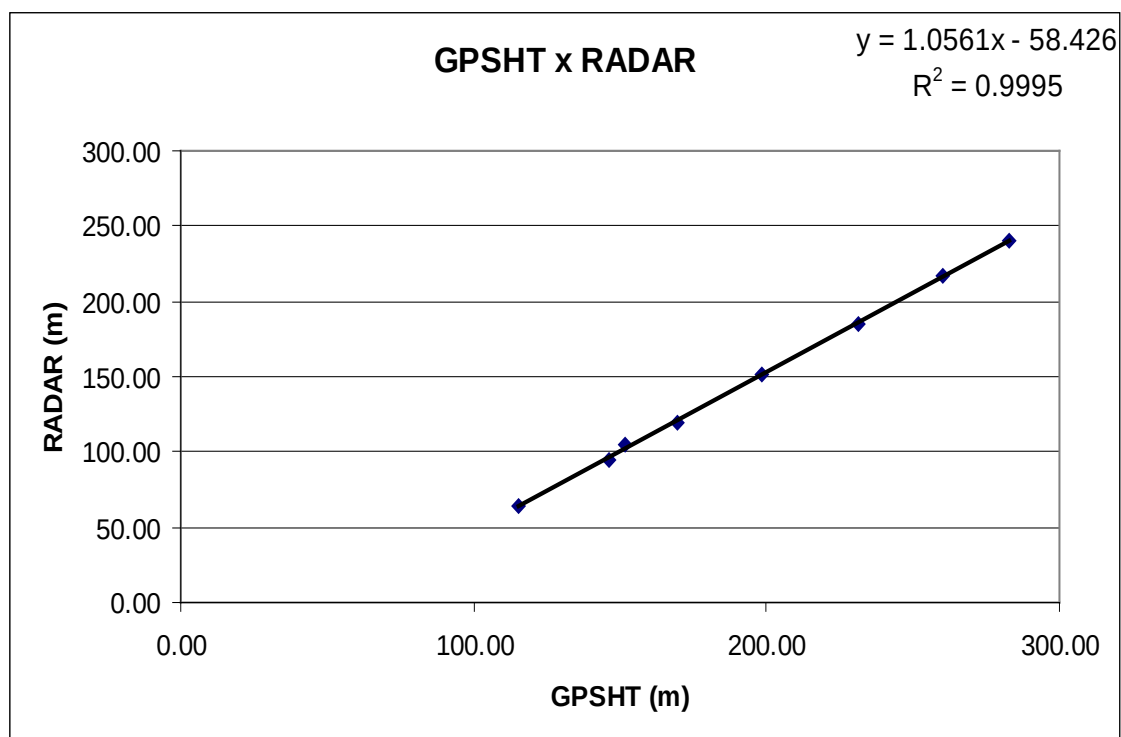
Nº Projeto	AGFW38-2008
Base	Fortaleza - CE
Aeronave	PR-PRS
Data	21/10/2008
Nº Vôo	603

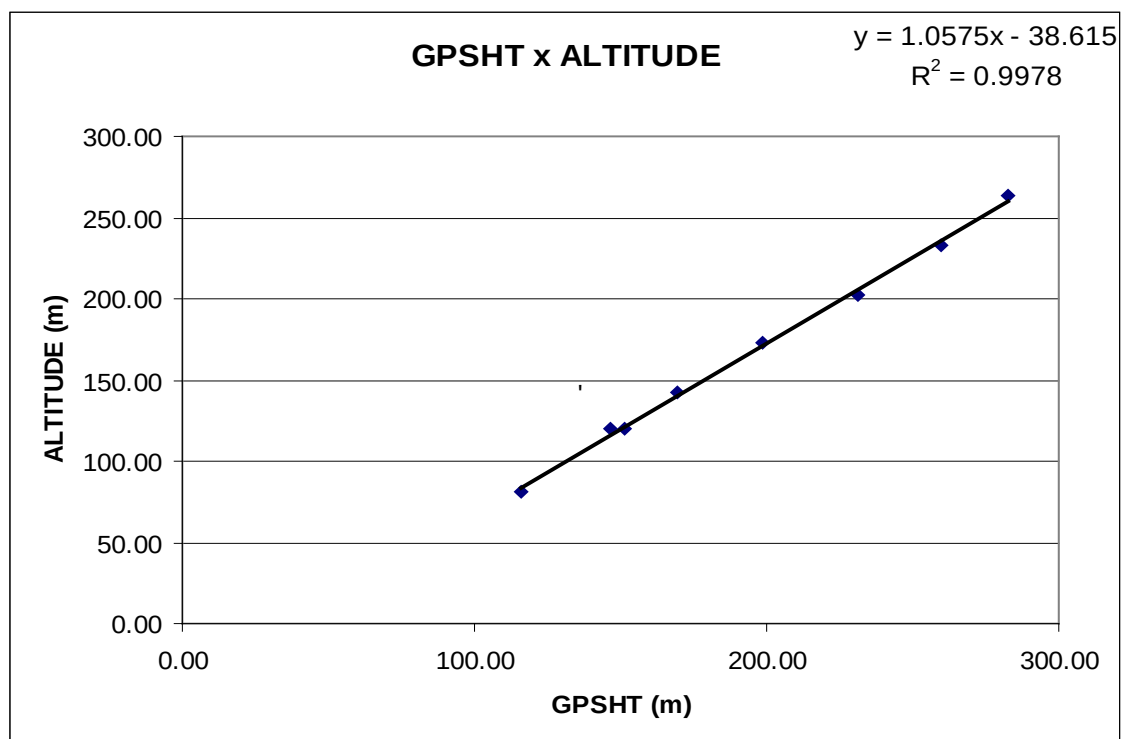
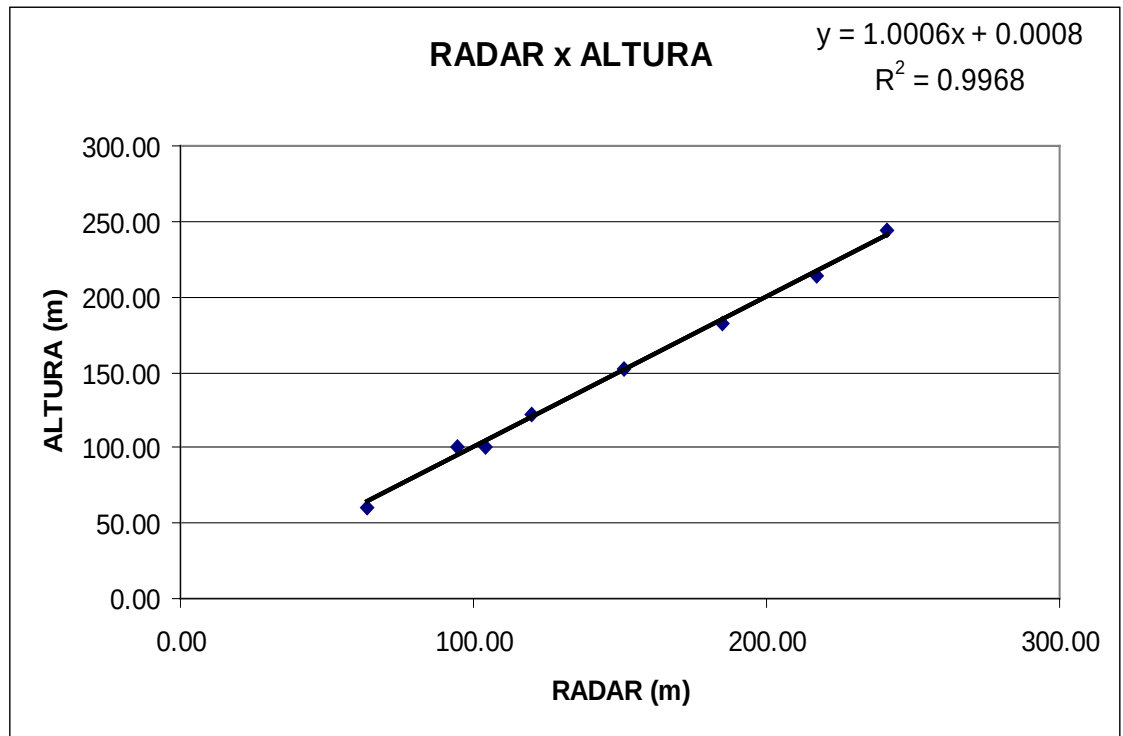
Altitude da Pista: 20m

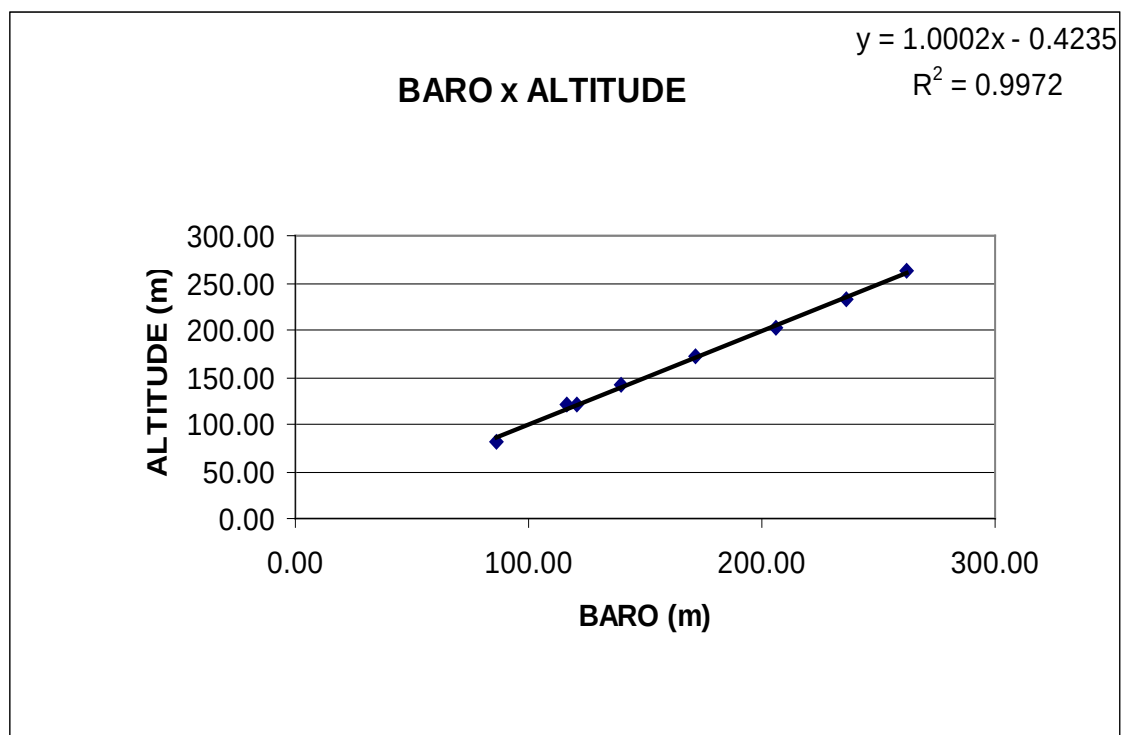
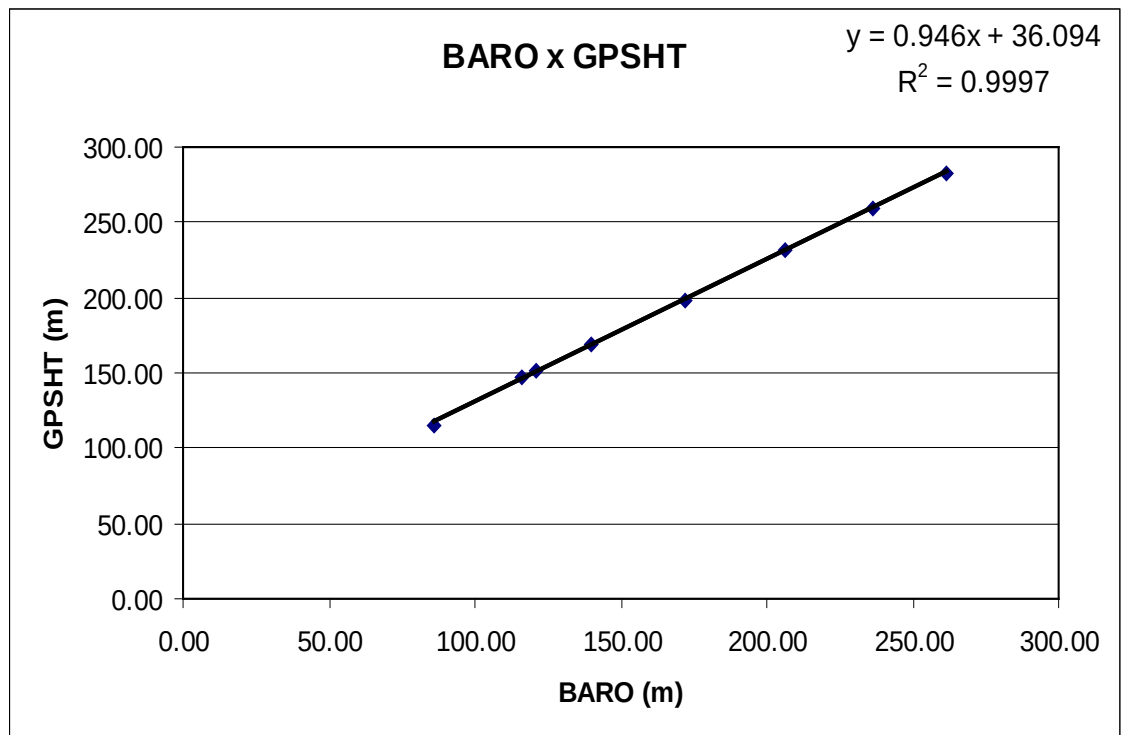
Altura: Altura teórica

Altitude: Altura teórica corrigida com a pista

LINHA	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RADAR ALTÍMETRO (m)	BARÔMETRO (m)
200	60,96	80,96	115,66	63,94	86,19
330	100,58	120,58	151,51	104,18	120,70
330	100,58	120,58	146,49	94,55	116,35
400	121,92	141,92	169,40	119,86	139,98
500	152,40	172,40	198,61	151,09	171,75
600	182,88	202,88	231,58	184,66	206,46
700	213,36	233,36	259,88	216,81	236,52
800	243,84	263,84	282,92	240,76	261,71







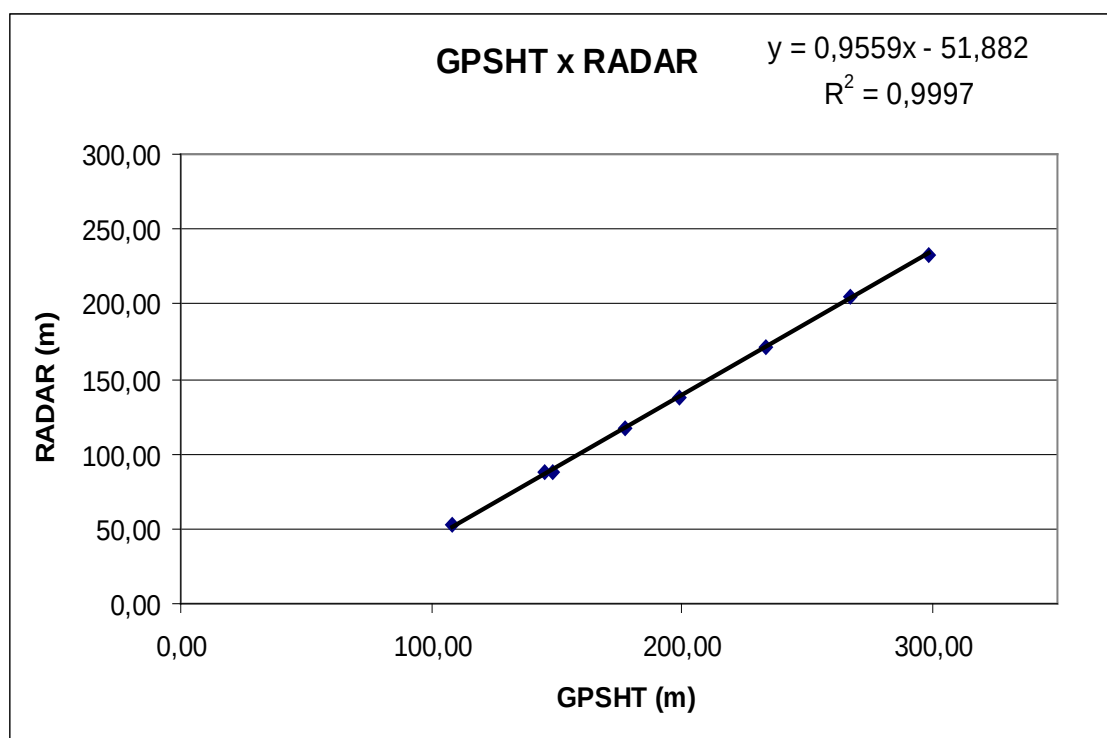
Nº Projeto	AGFW38-2008
Base	Fortaleza - CE
Aeronave	PR-PRS
Data	16/11/2008
Nº Voo	631

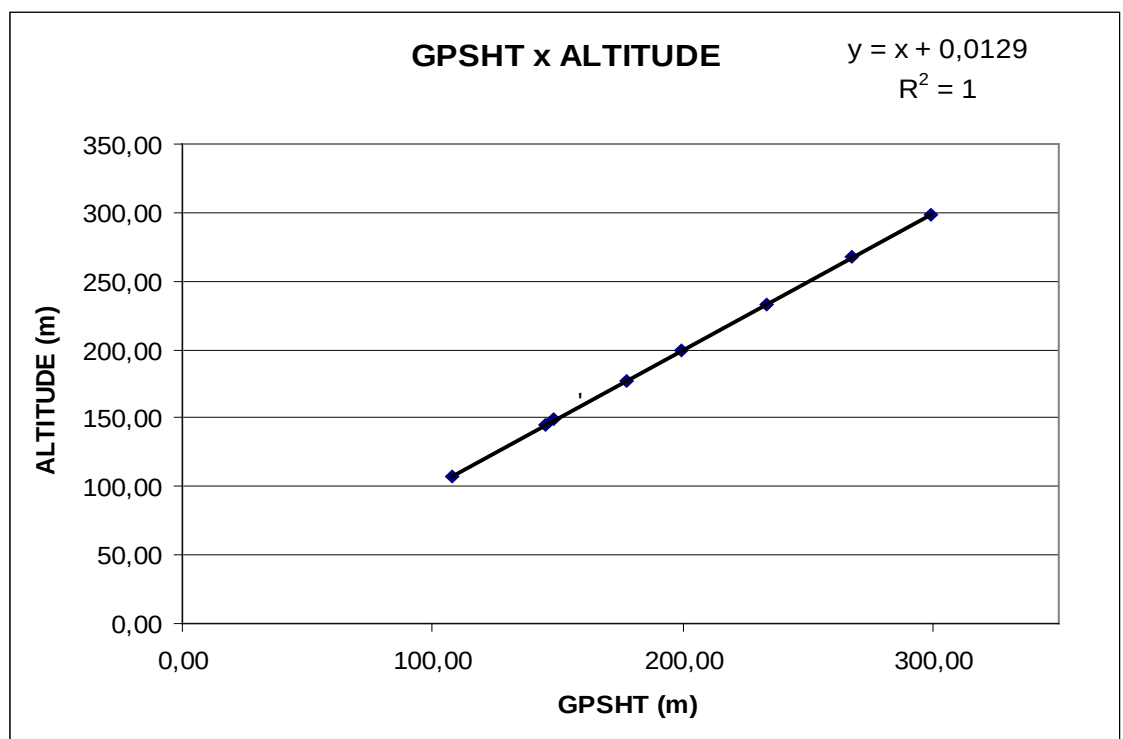
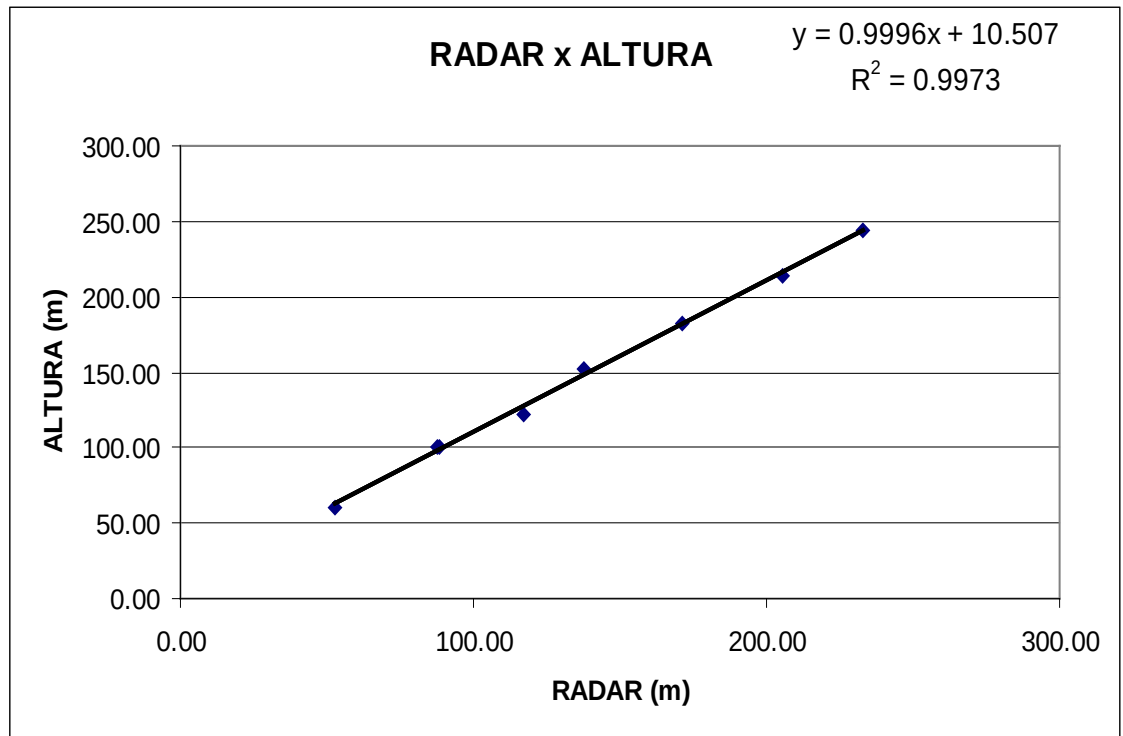
Altitude da Pista: 20m

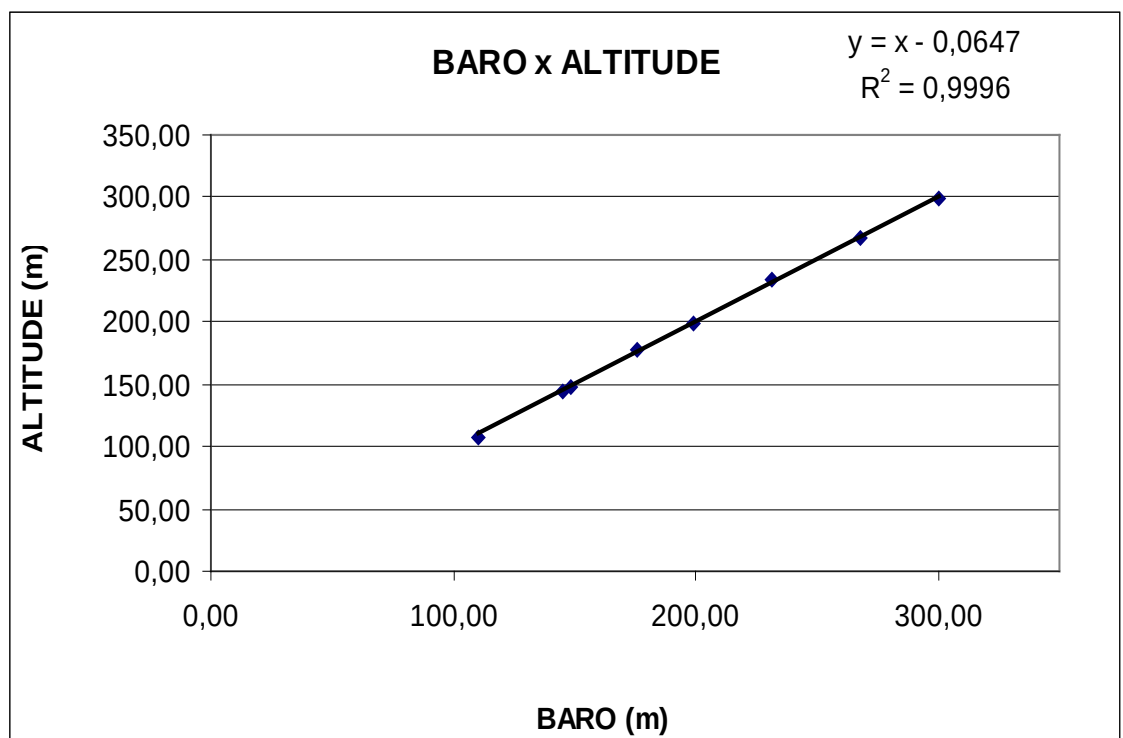
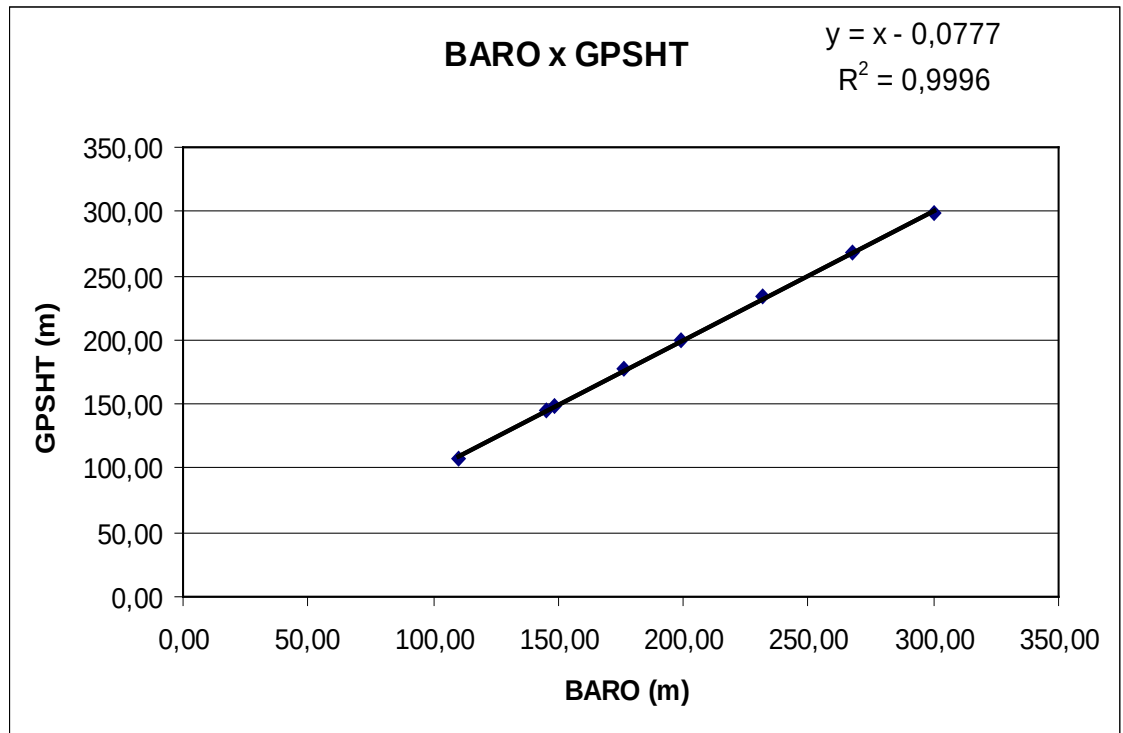
Altura: Altura teórica

Altitude: Altura teórica corrigida com a pista

LINHA	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RADAR ALTÍMETRO (m)	BARÔMETRO (m)
200	60,96	108,01	108,01	52,41	110,05
330	100,58	144,92	144,90	87,50	145,05
330	100,58	148,56	148,55	88,46	148,25
400	121,92	177,69	177,68	117,38	176,12
500	152,40	199,12	199,12	137,78	198,97
600	182,88	233,32	233,30	171,04	231,76
700	213,36	267,26	267,26	205,24	267,48
800	243,84	298,75	298,74	233,04	300,43







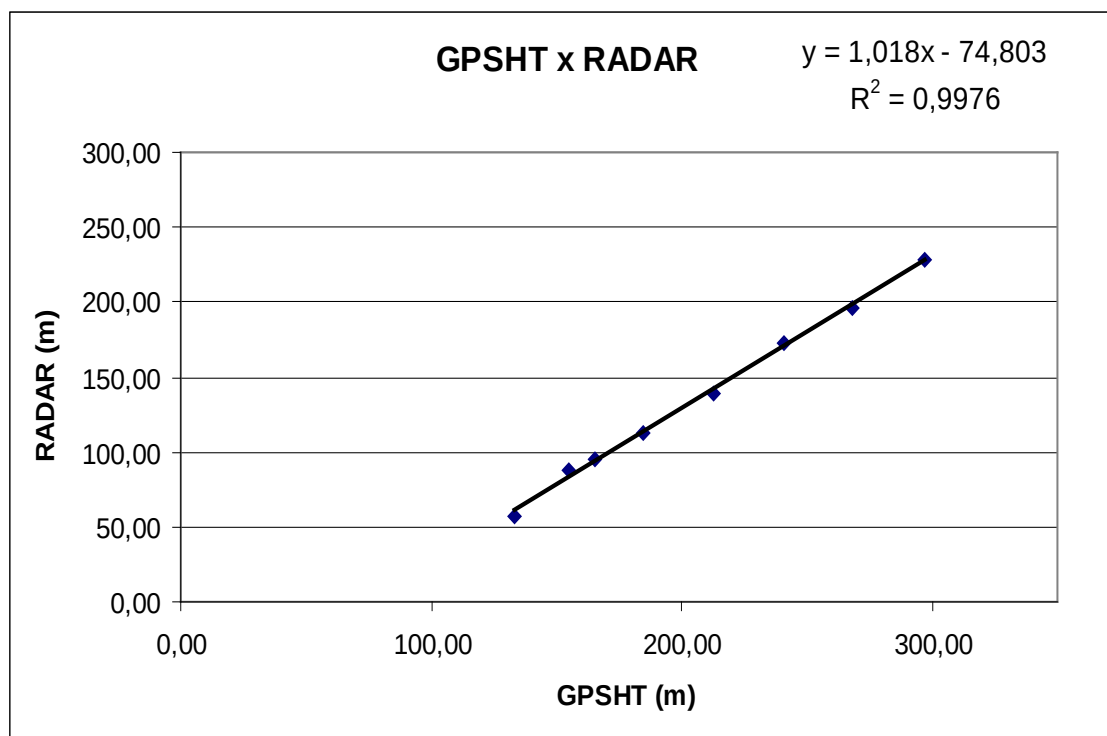
Nº Projeto	AGFW38-2008
Base	Sobral - CE
Aeronave	PR-PRS
Data	19/06/2009
Nº Voo	1201

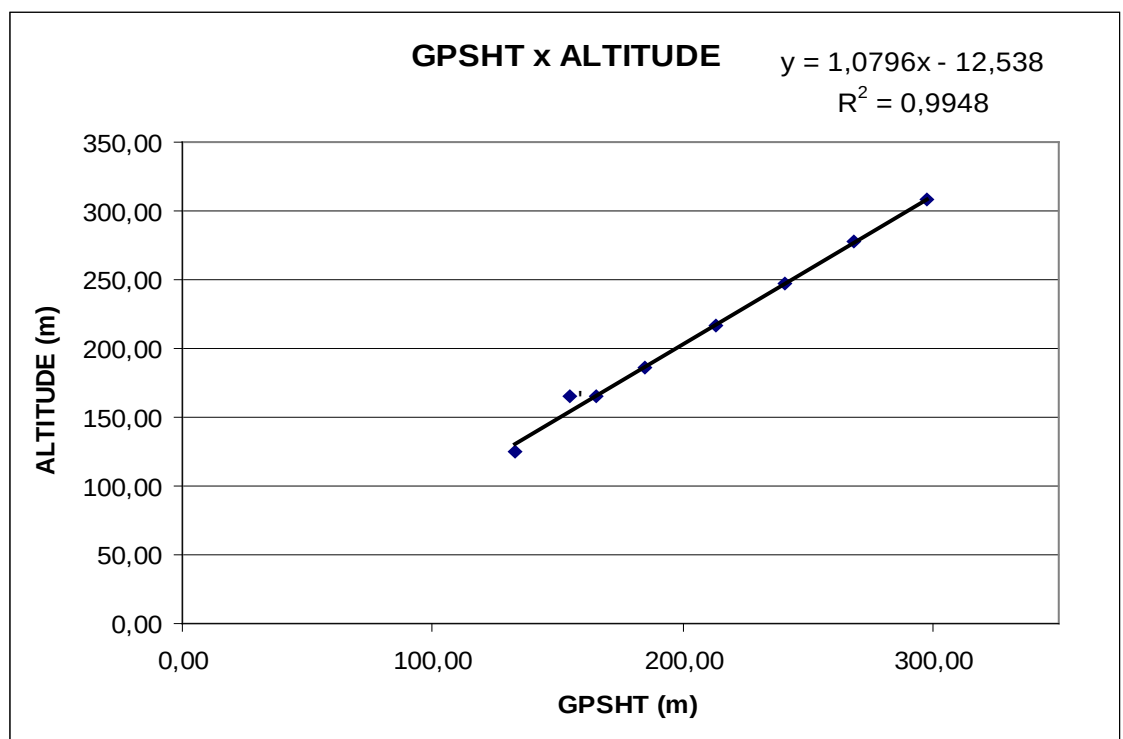
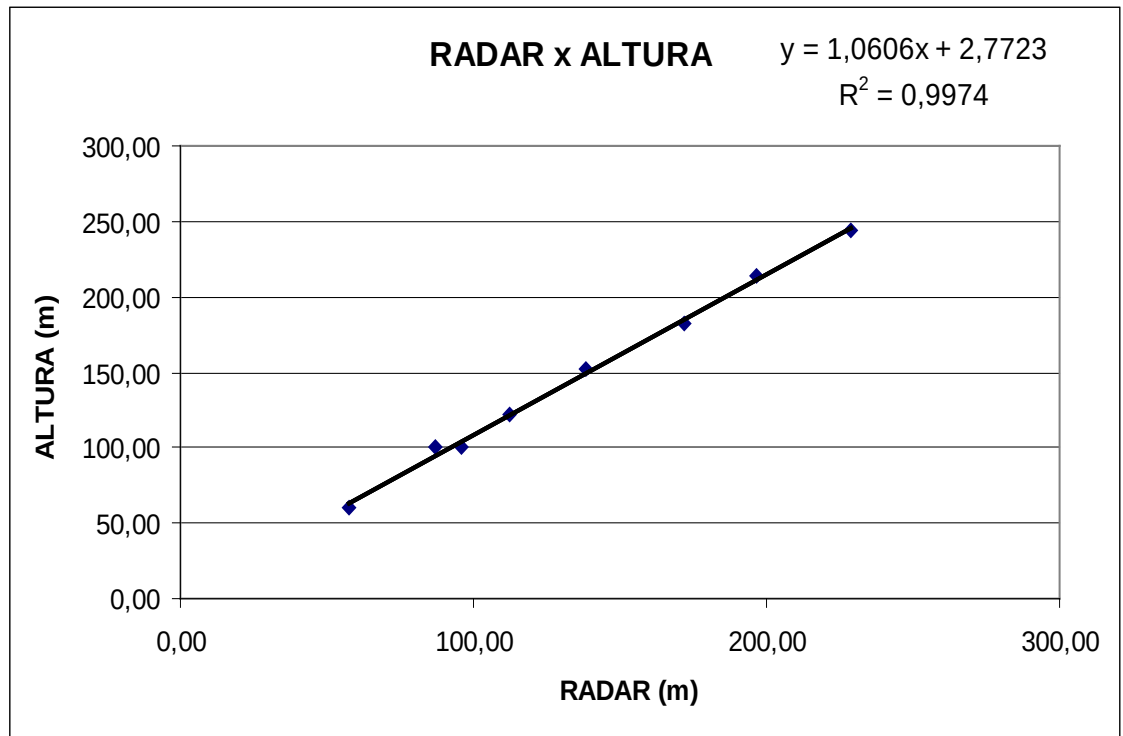
Altitude da Pista: 64 m

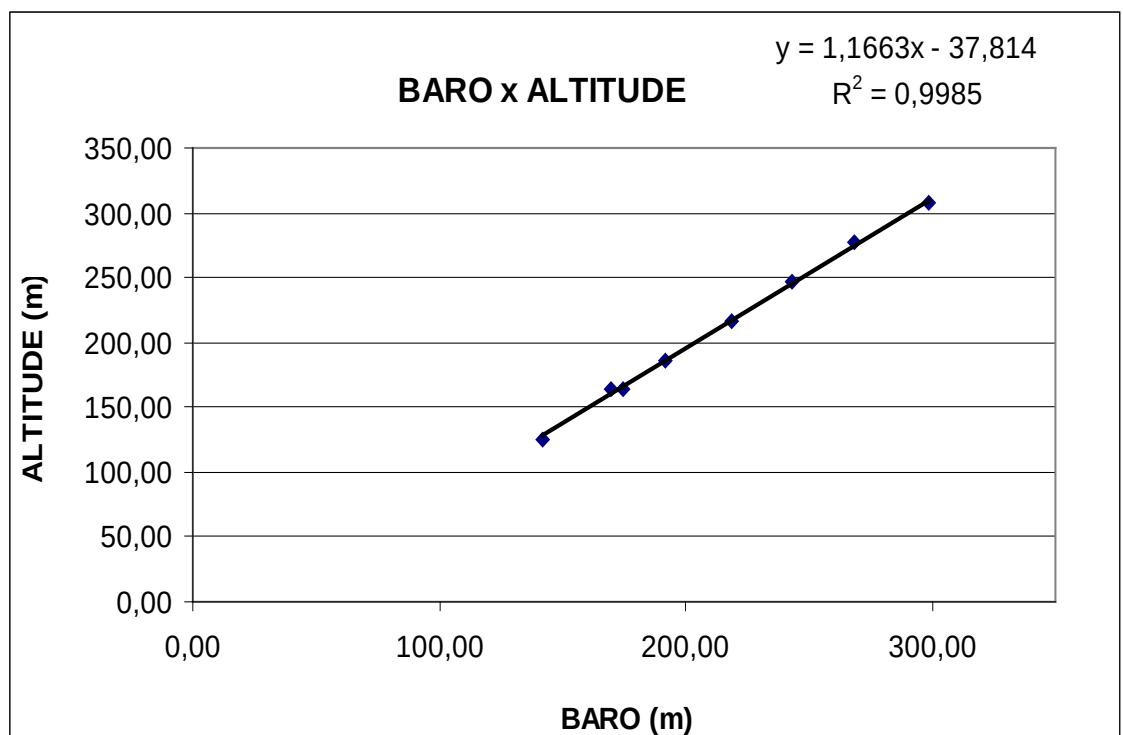
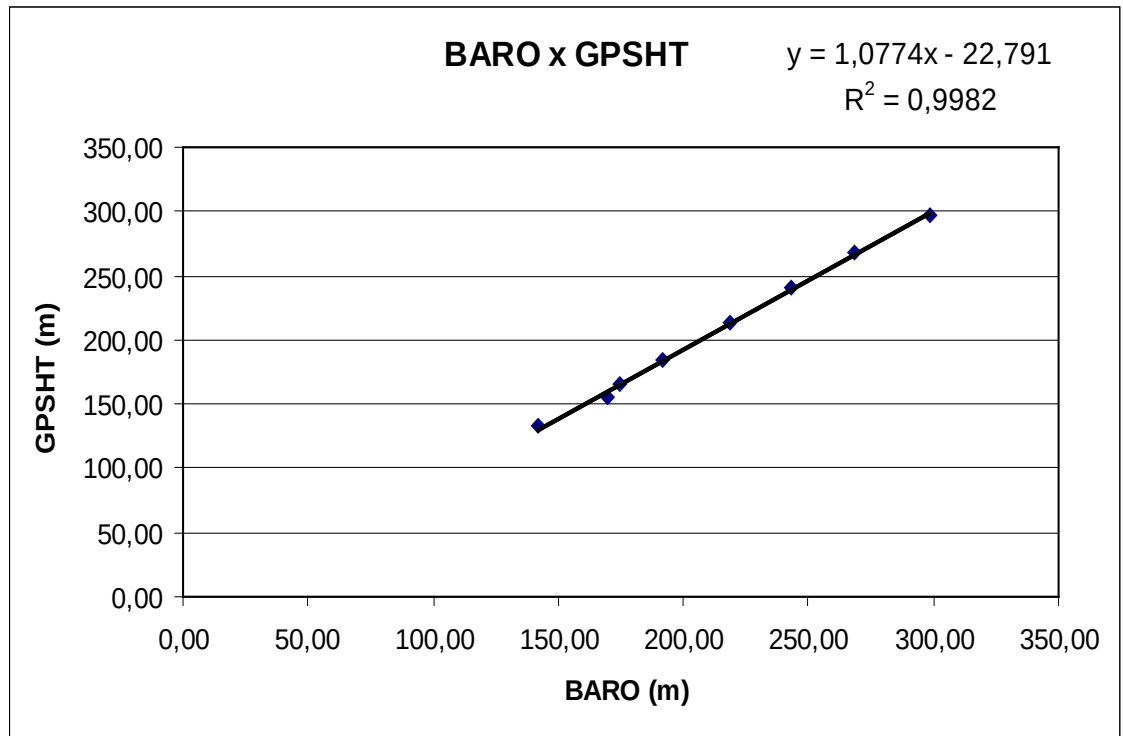
Altura: Altura teórica

Altitude: Altura teórica corrigida com a pista

LINHA	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RADAR ALTÍMETRO (m)	BARÔMETRO (m)
200	60,96	124,96	133,14	57,23	142,04
330	100,58	164,58	154,90	87,22	169,64
330	100,58	164,58	165,32	95,71	174,85
400	121,92	185,92	185,01	112,51	191,56
500	152,40	216,40	212,83	138,44	219,00
600	182,88	246,88	240,43	172,13	243,08
700	213,36	277,36	268,00	196,28	268,77
800	243,84	307,84	297,32	228,87	298,22







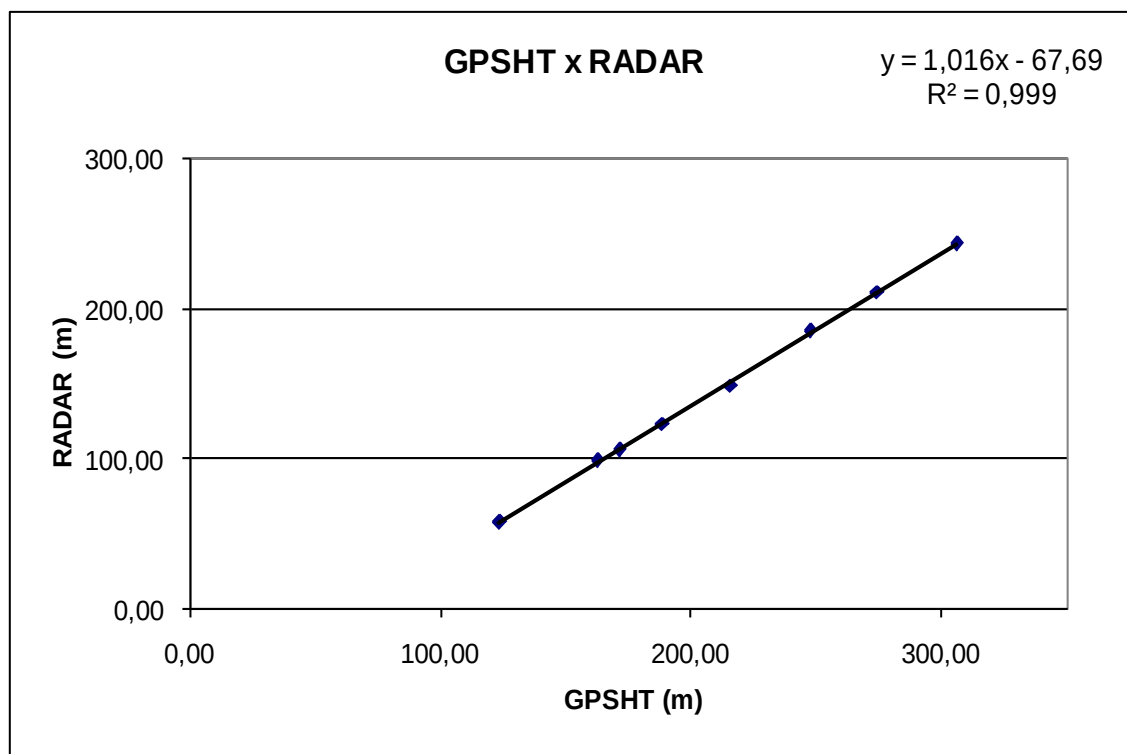
Nº Projeto	AGFW38-2008
Base	Sobral - CE
Aeronave	PT-DYK
Data	20/06/09
Nº Voo	1501

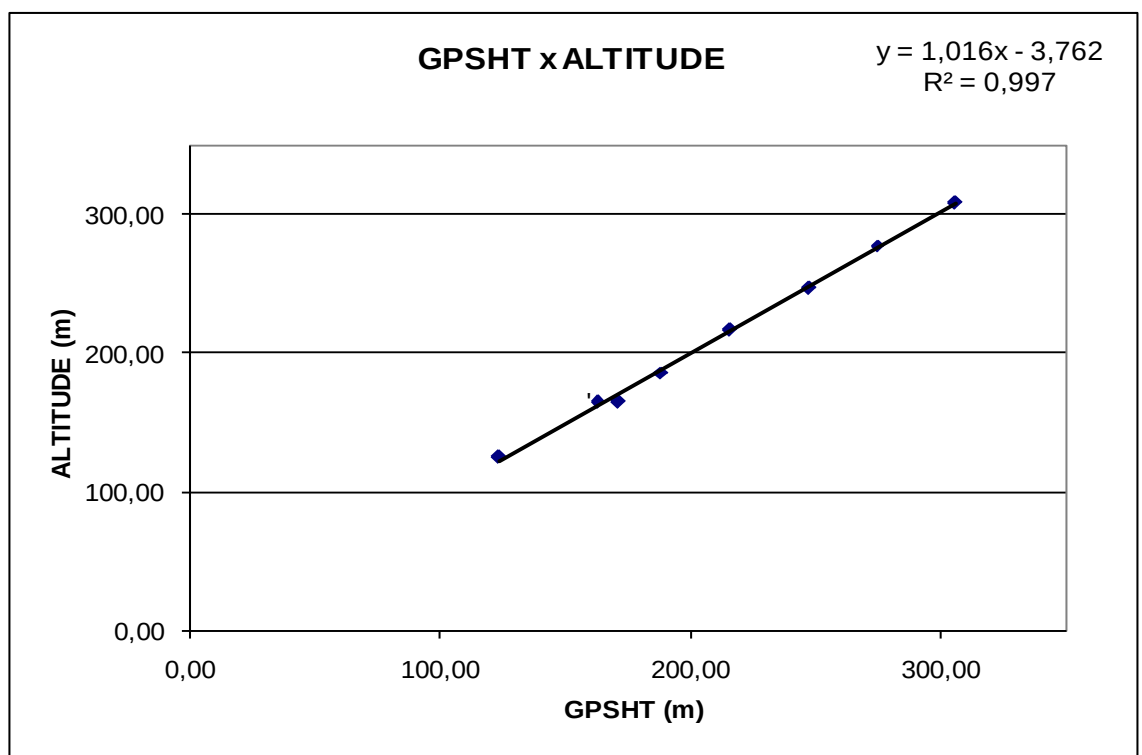
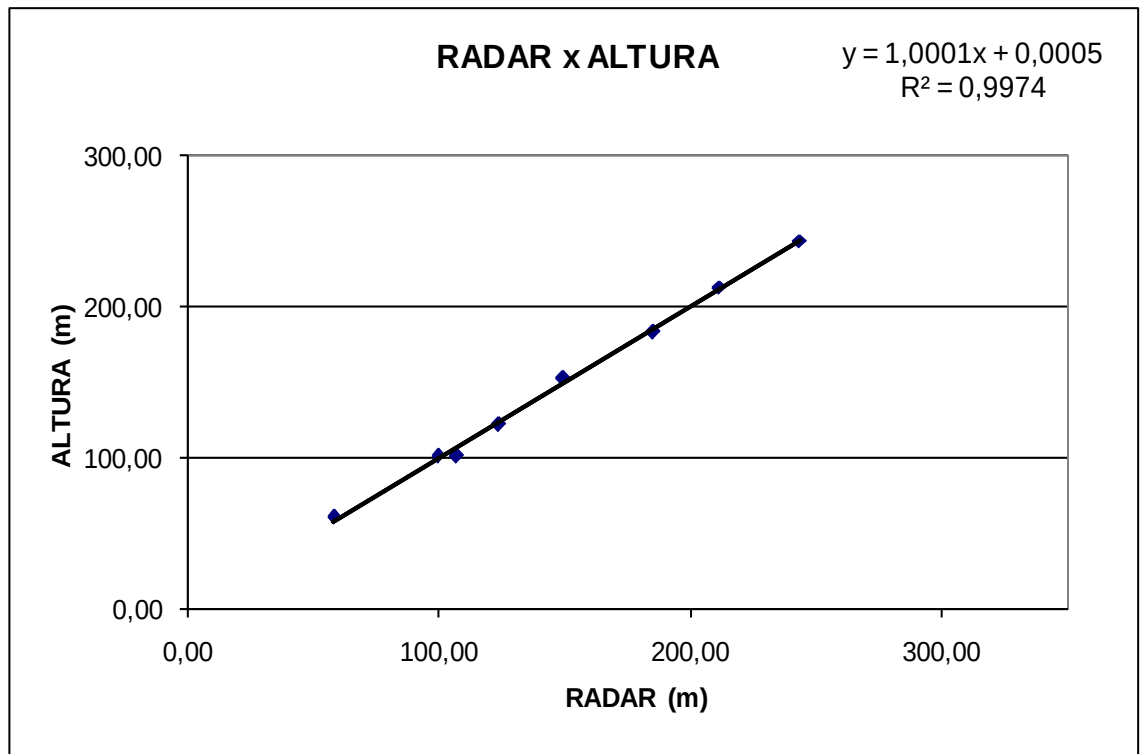
Altitude da Pista: 64m

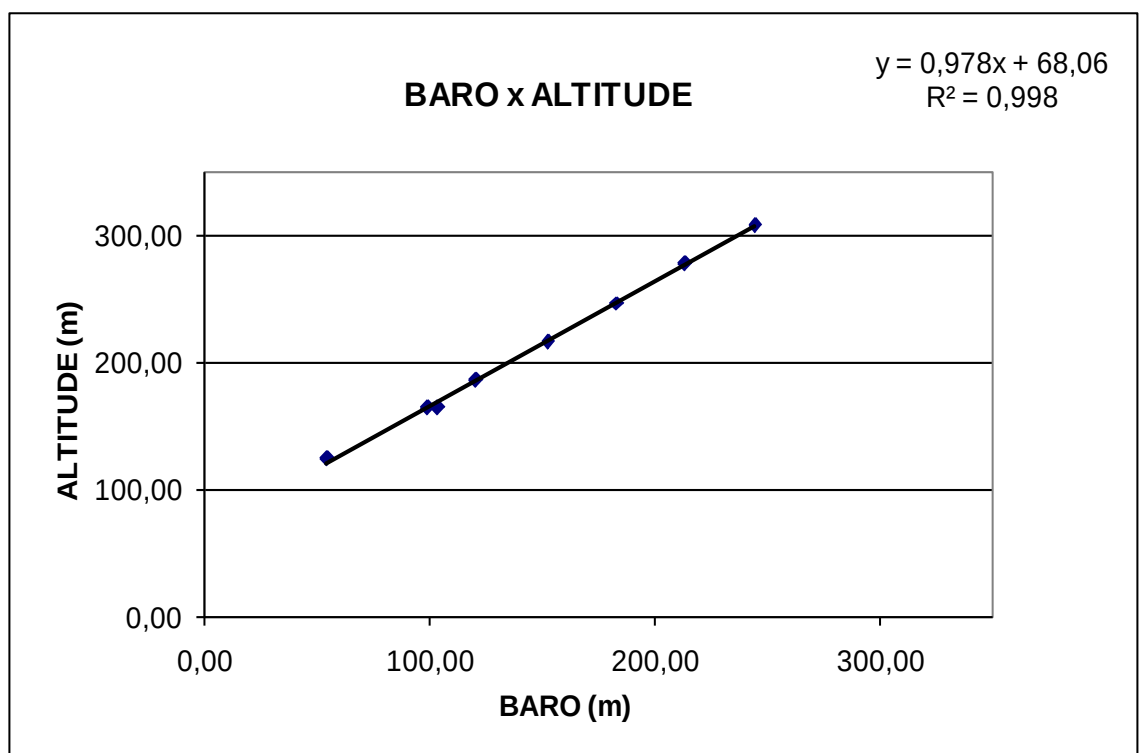
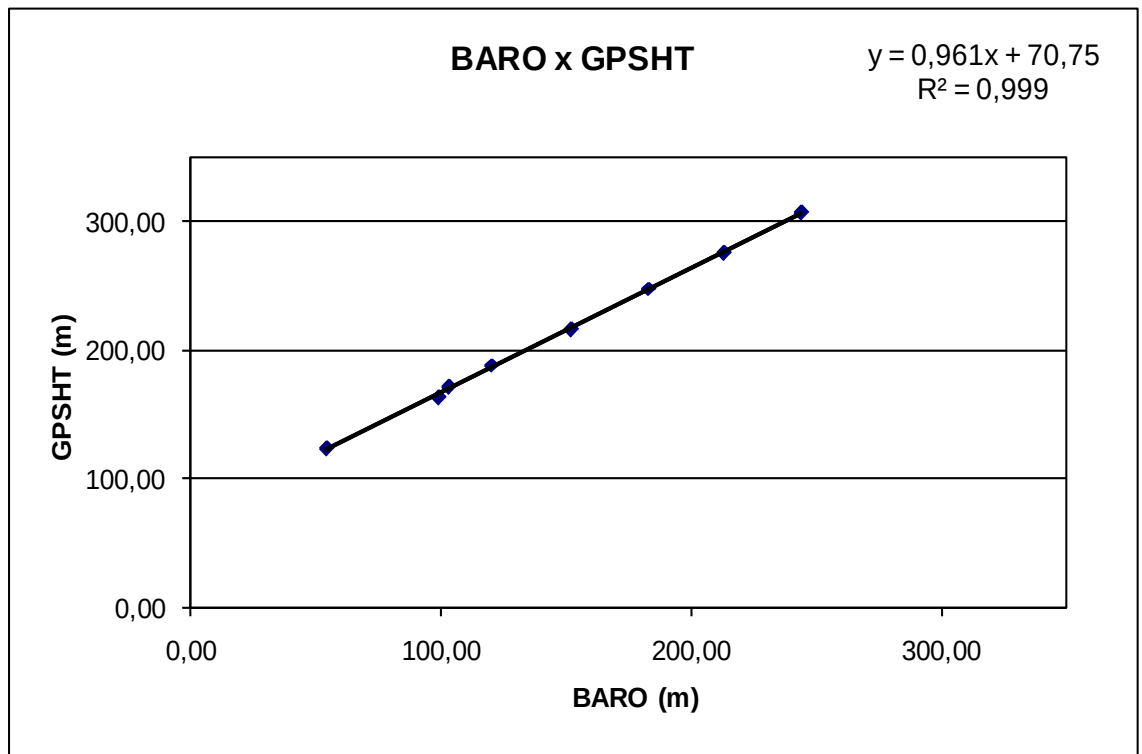
Altura: Altura teórica

Altitude: Altura teórica corrigida com a pista

LINHA	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RADAR ALTÍMETRO (m)	BARÔMETRO (m)
200	60,96	124,96	123,59	57,67	118,16
330	100,58	164,58	162,60	99,16	163,15
330	100,58	164,58	171,44	106,56	167,44
400	121,92	185,92	188,41	123,75	184,30
500	152,40	216,40	215,93	149,21	216,02
600	182,88	246,88	247,64	185,13	247,03
700	213,36	277,36	274,47	211,55	277,13
800	243,84	307,84	305,97	243,42	308,02







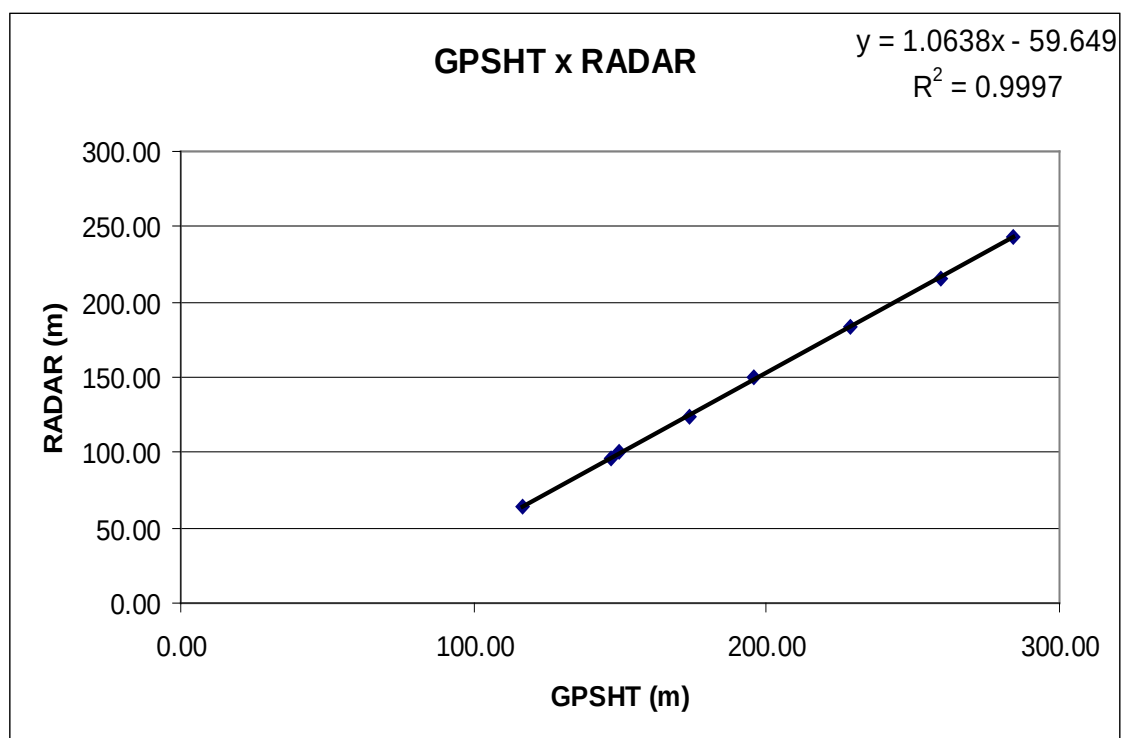
Nº Projeto	AGFW38-2008
Base	Fortaleza - CE
Aeronave	PR-PEC
Data	24/02/09
Nº Voo	901

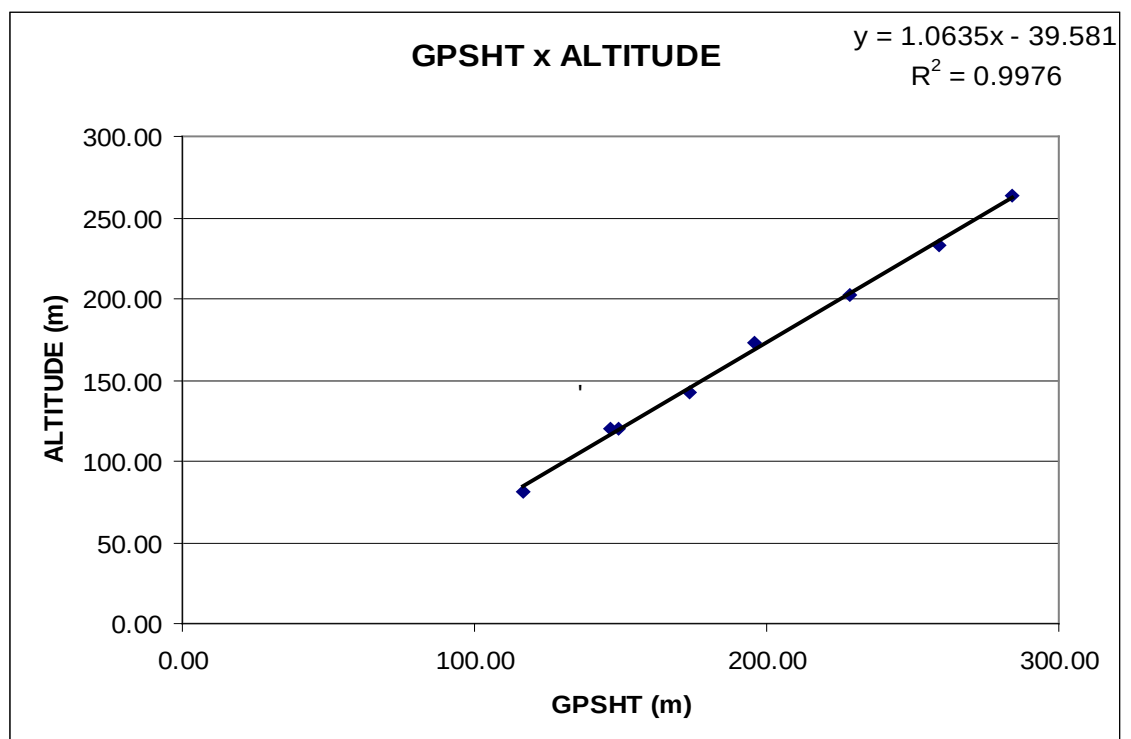
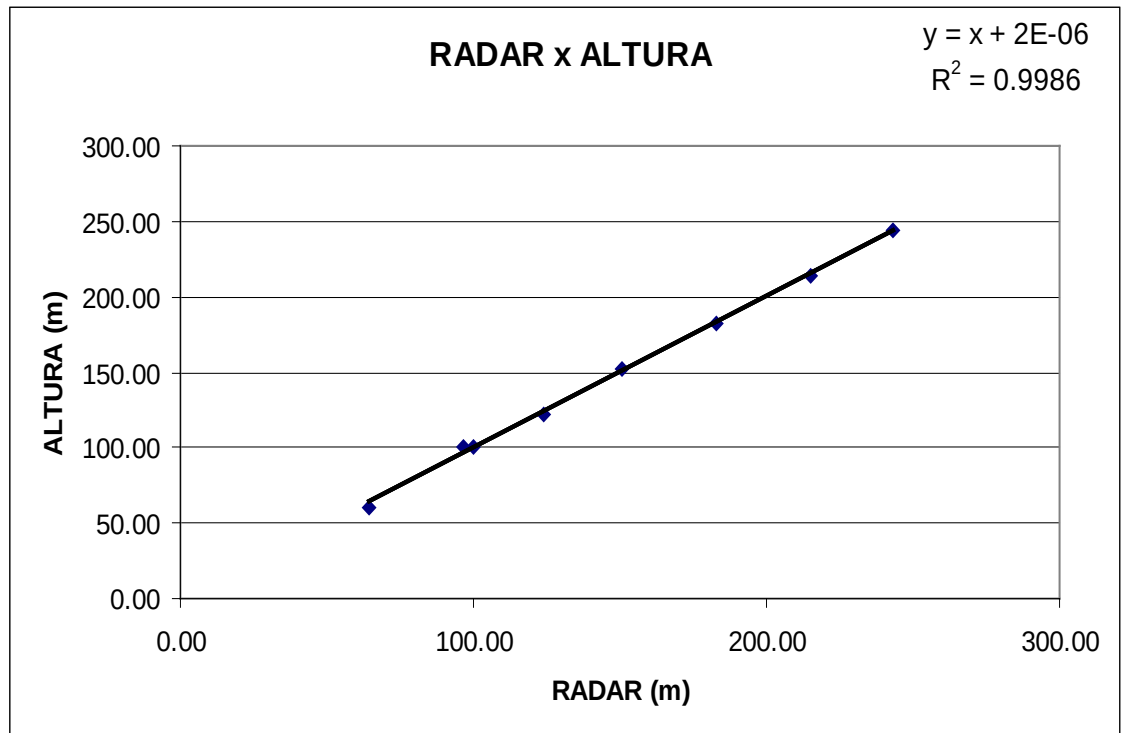
Altitude da Pista: 20m

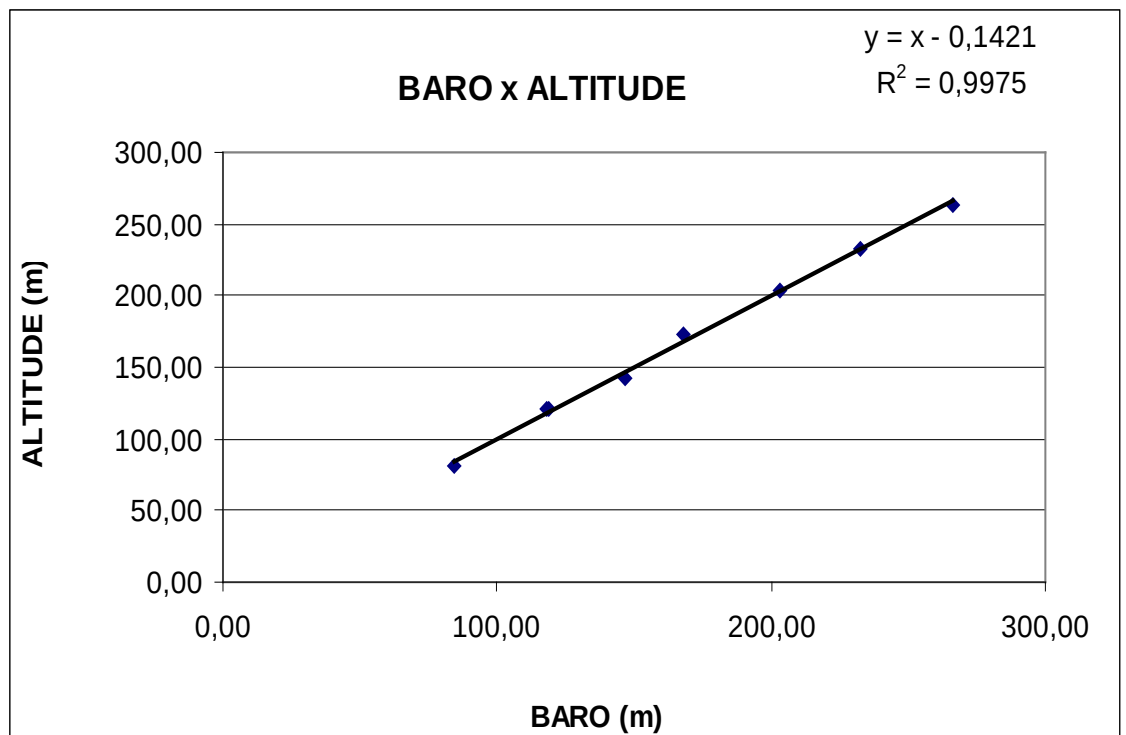
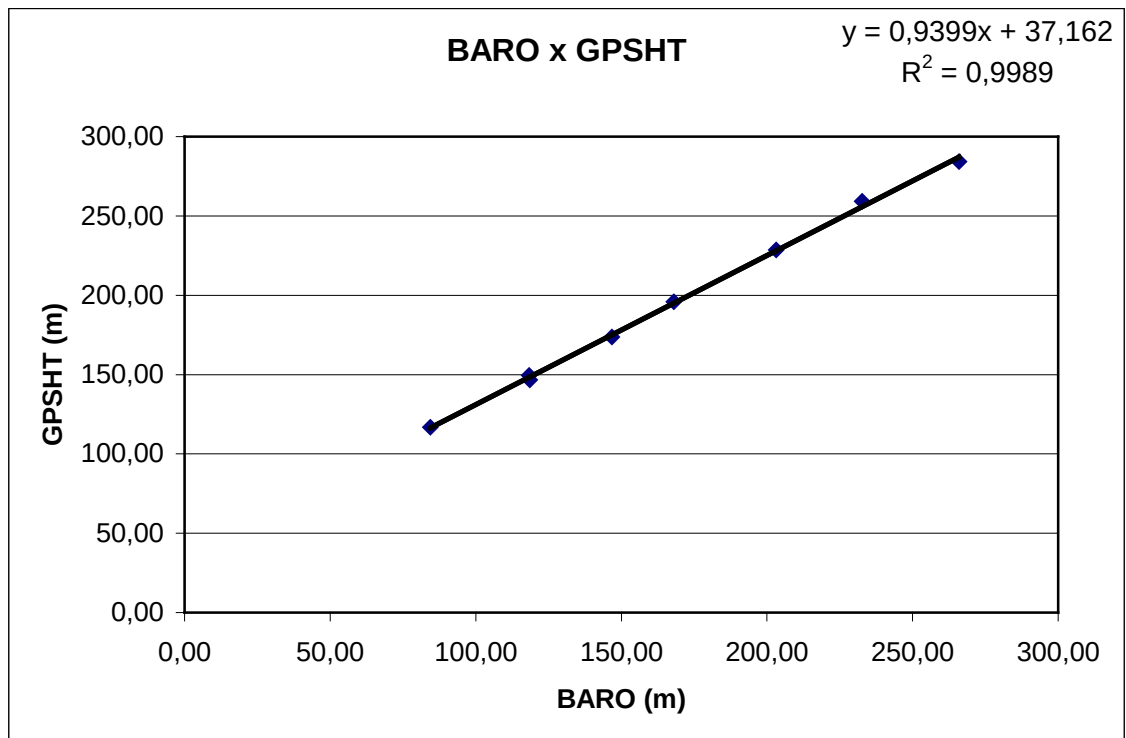
Altura: Altura teórica

Altitude: Altitude teórica corrigida com a pista

LINHA	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RADAR ALTÍMETRO (m)	BARÔMETRO (m)
200	60,96	80,96	116,76	64,21	84,37
330	100,58	120,58	149,53	99,91	118,31
330	100,58	120,58	146,62	96,35	118,51
400	121,92	141,92	173,68	124,02	146,73
500	152,40	172,40	195,91	150,68	167,96
600	182,88	202,88	228,54	182,81	203,16
700	213,36	233,36	259,17	215,12	232,65
800	243,84	263,84	284,33	243,42	265,95







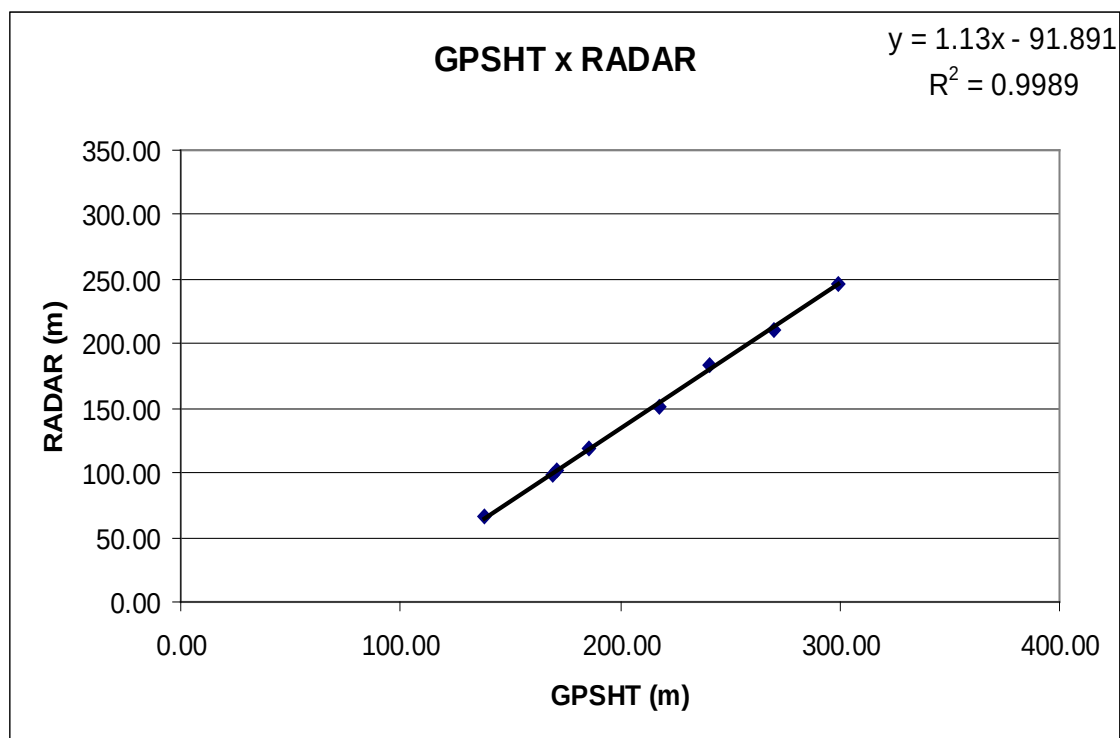
Nº Projeto	AGFW38-2008
Base	Sobral - CE
Aeronave	PR-PEC
Data	19/06/09
Nº Voo	928

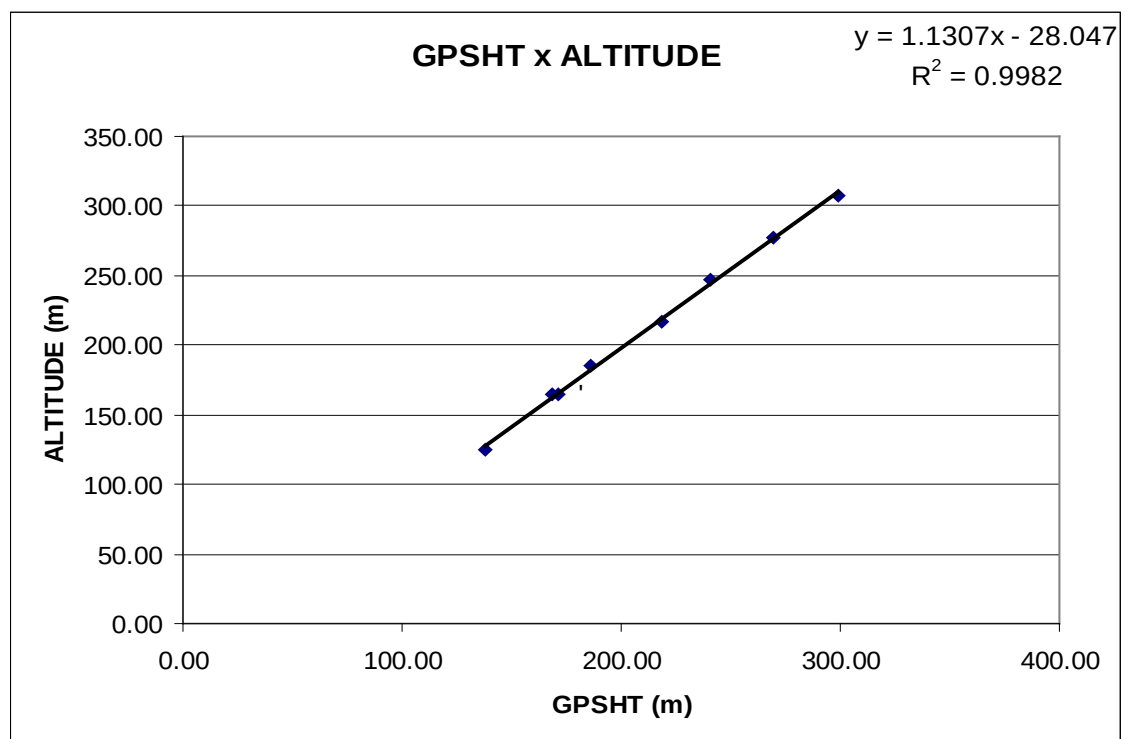
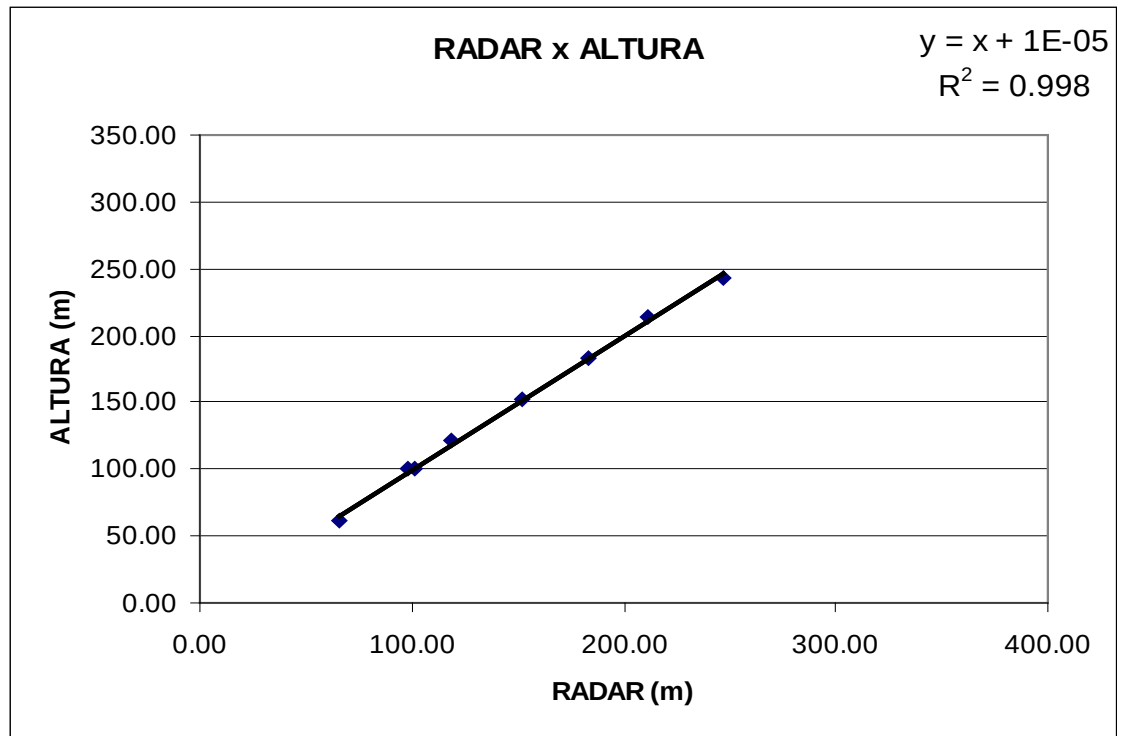
Altitude da Pista: 64m

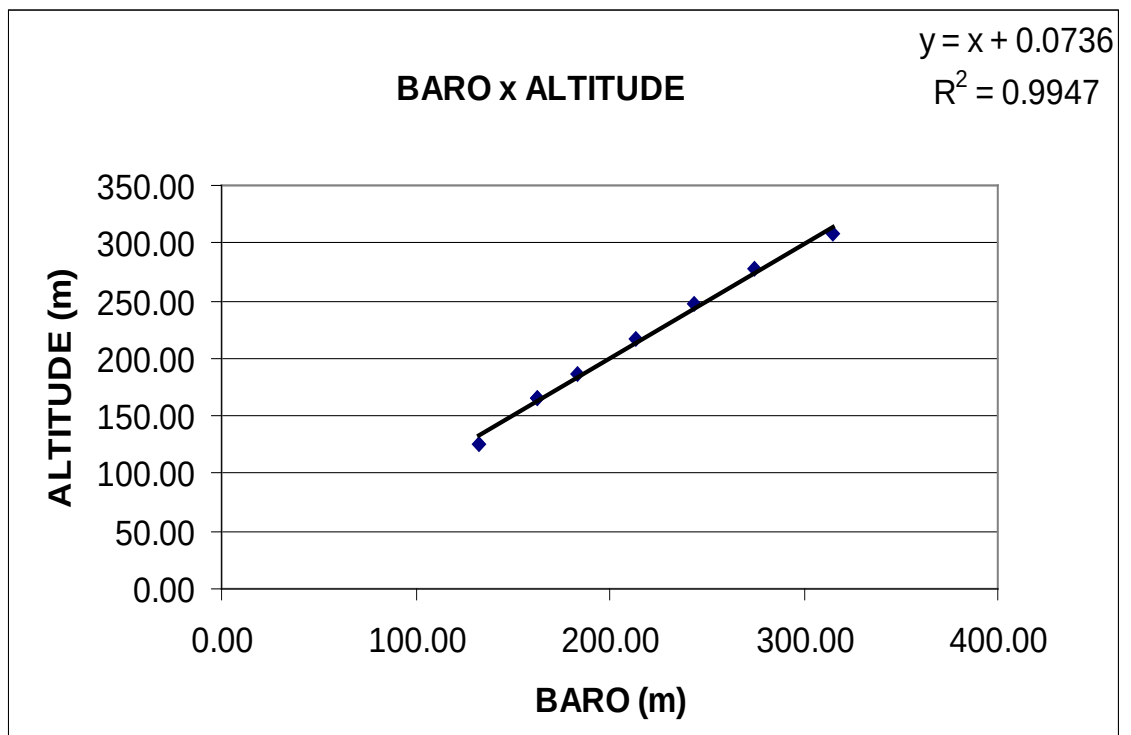
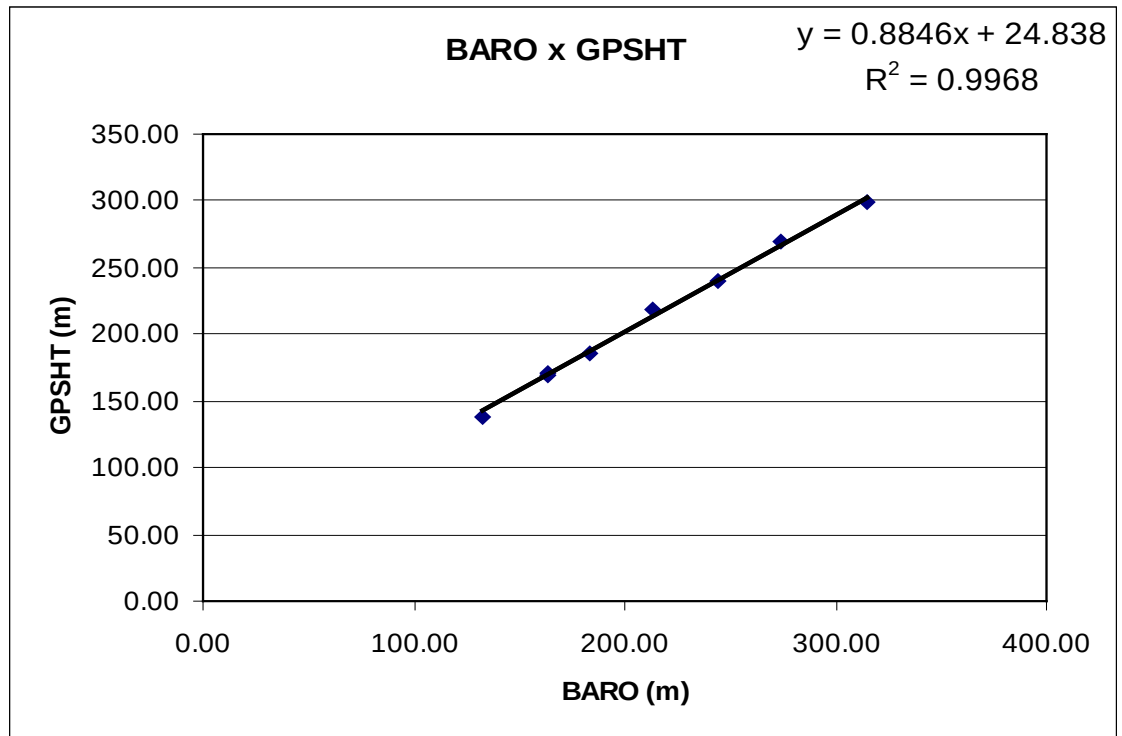
Altura: Altura teórica

Altitude: Altura teórica corrigida com a pista

LINHA	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RADAR ALTÍMETRO (m)	BARÔMETRO (m)
200	60,96	124,96	138,10	65,47	132,71
330	100,58	164,58	171,40	101,39	163,01
330	100,58	164,58	168,90	97,94	163,01
400	121,92	185,92	185,70	118,37	183,21
500	152,40	216,40	218,30	151,87	213,51
600	182,88	246,88	240,60	183,61	243,82
700	213,36	277,36	269,80	211,05	274,12
800	243,84	307,84	299,00	246,82	314,53







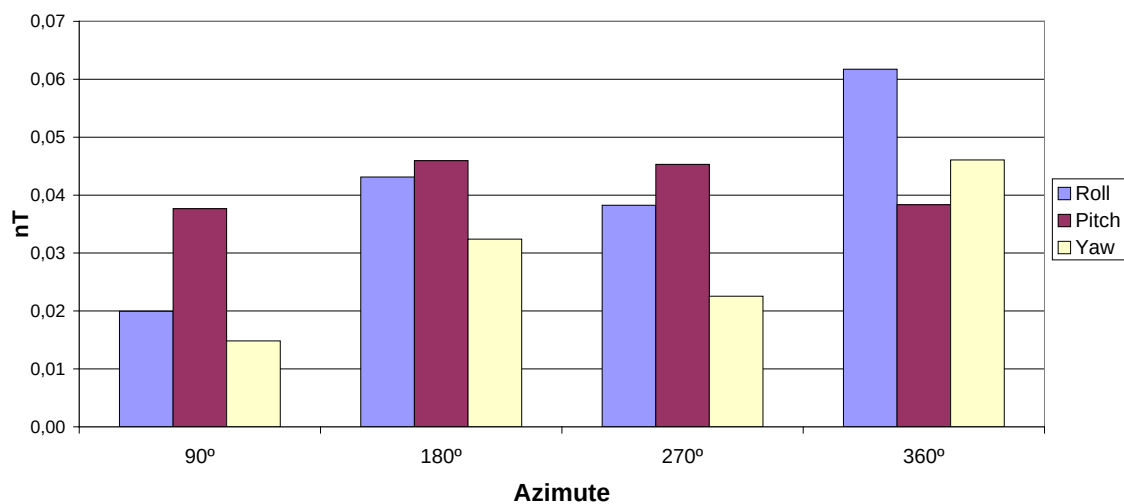
Anexo II-b – Compensação Magnética

Nº Projeto	AGFW38-2008
Base	Fortaleza – CE
Aeronave	PR-PRS
Data	20/10/2008
Nº Voo	602

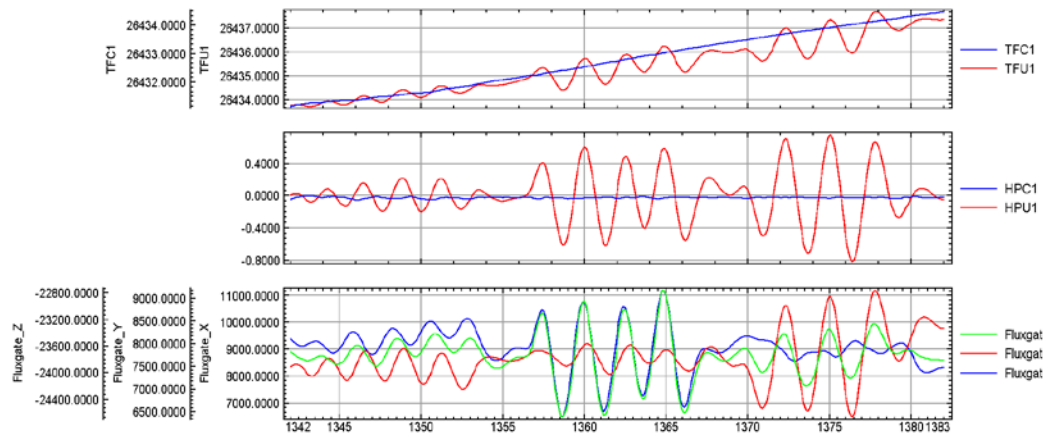
SENSOR 1

Nº da Linha	Azimute	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM (nT)
90	90°	0,02	0,04	0,01	0,07
180	180°	0,04	0,05	0,03	0,12
270	270°	0,04	0,05	0,02	0,11
360	360°	0,06	0,04	0,05	0,15
TOTAL					0,45

FOM SENSOR 1



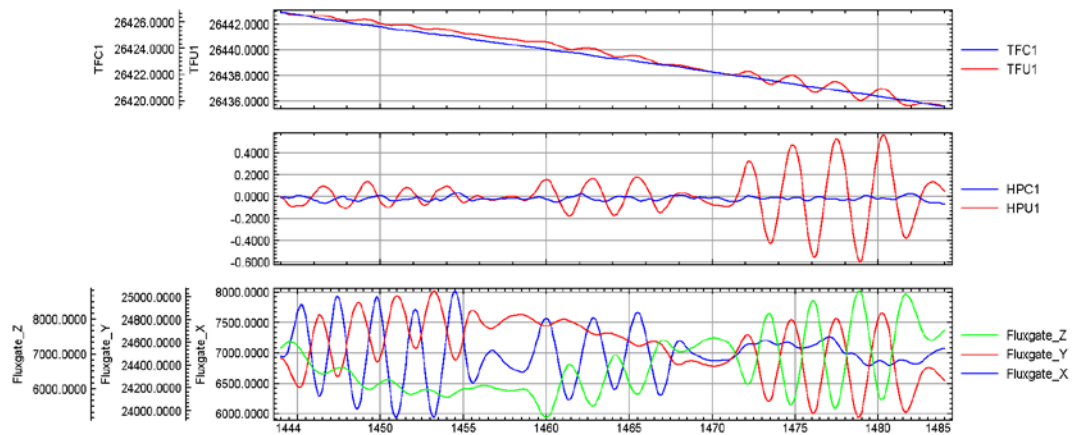
FOM PR-PRS - VÔO 602 - Azimute 90°



database: d:\agfw38-20081_testes\form_20081020\gsf11_Nav-Mag.gdb line/group: L90

2008/10/20

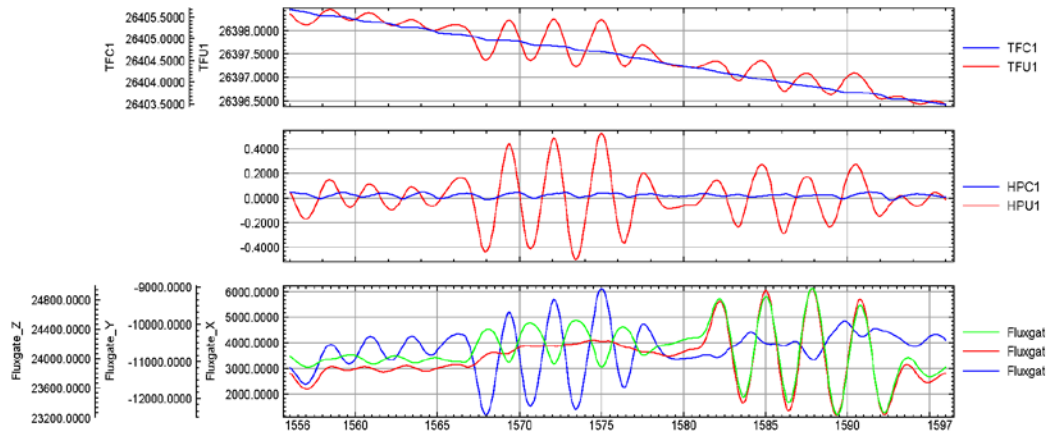
FOM PR-PRS - VÔO 602 - Azimute 180°



database: d:\agfw38-20081_testes\form_20081020\gsf11_Nav-Mag.gdb line/group: L180

2008/10/20

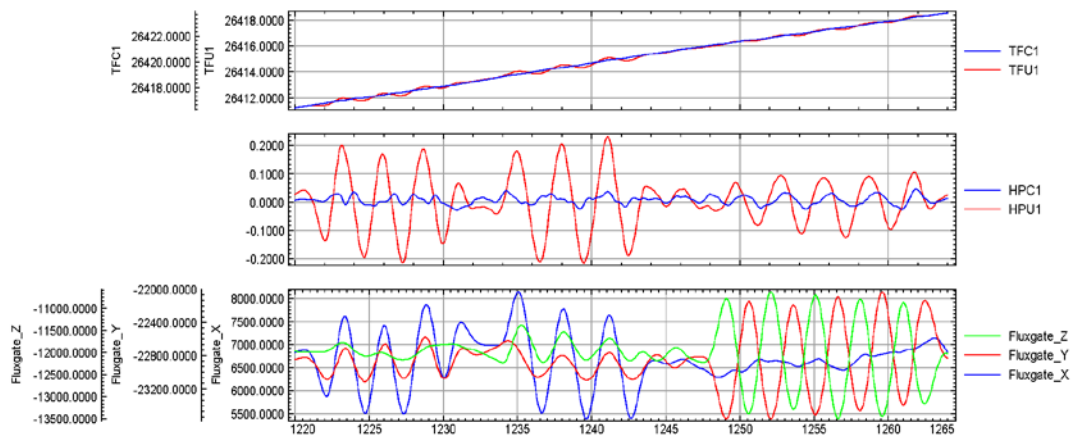
FOM PR-PRS - VÔO 602 - Azimute 270°



database: d:\agf\38-2008\testes\form_20081020\gsf11_Nav-Mag.gdb line/group: L270

2008/10/20

FOM PR-PRS - VÔO 602 - Azimute 360°



database: d:\agf\38-2008\testes\form_20081020\gsf11_Nav-Mag.gdb line/group: L360

2008/10/20

TFU1 – Campo Magnético Total não Compensado.

TFC1 – Campo Magnético Total Compensado.

HPU1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total não Compensado.

HPC1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total Compensado.

FluxgateX – Componente X da Fluxgate.

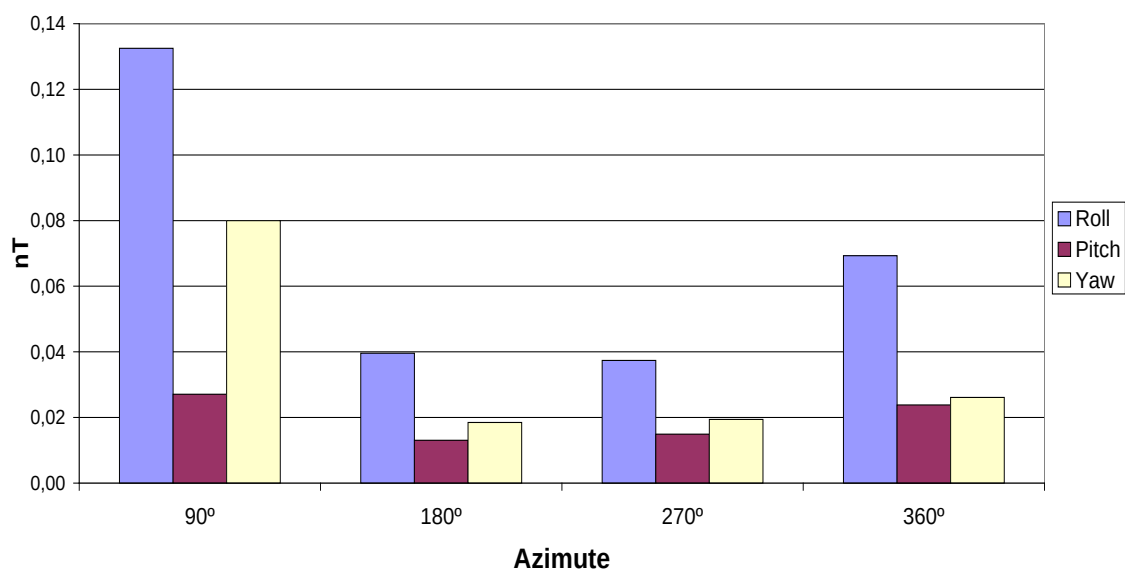
FluxgateY – Componente Y da Fluxgate.

FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate.

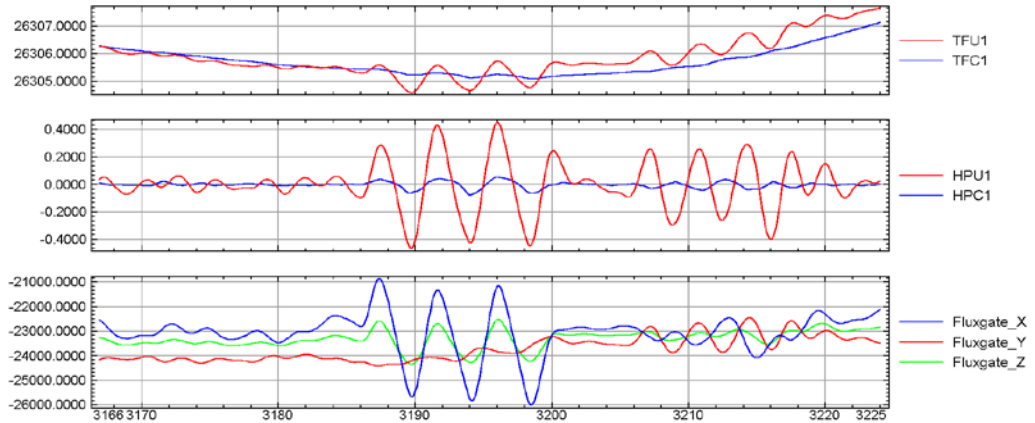
Nº Projeto	AGFW38-2008
Base	Fortaleza – CE
Aeronave	PR-PRS
Data	16/11/2008
Nº Voo	631

SENSOR 1					
Nº da Linha	Azimuth	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM (nT)
90	90°	0,13	0,03	0,08	0,24
180	180°	0,04	0,01	0,02	0,07
270	270°	0,04	0,01	0,02	0,07
360	360°	0,07	0,02	0,03	0,12
TOTAL					0,50

FOM SENSOR 1



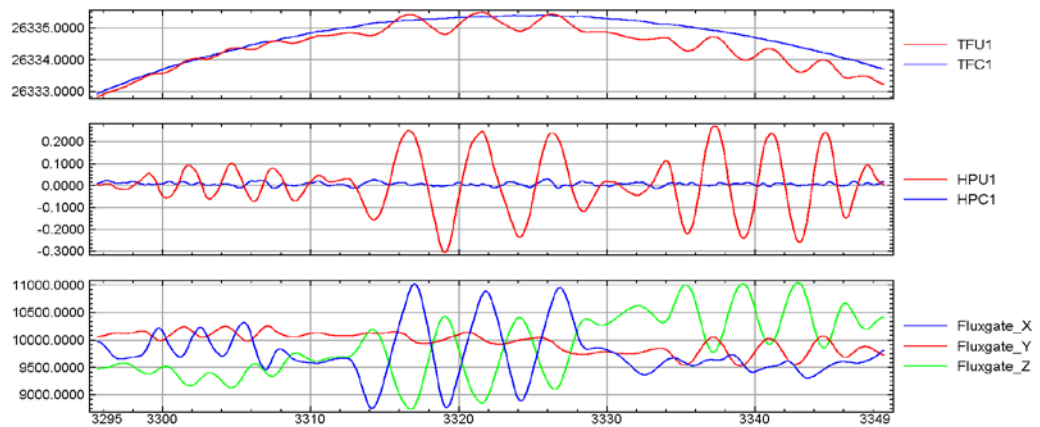
FOM PR-PRS - VÔO 631 - Azimute 90°



database: d:\agfw38-2008\testes\form_20081116\gsf\FOM.gdb line/group: L90

2008/11/16

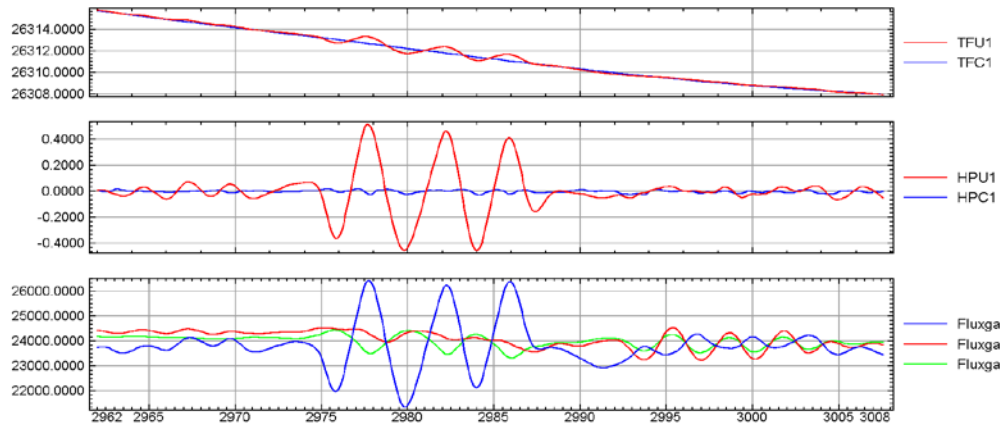
FOM PR-PRS - VÔO 631 - Azimute 180°



database: d:\agfw38-2008\testes\form_20081116\gsf\FOM.gdb line/group: L180

2008/11/16

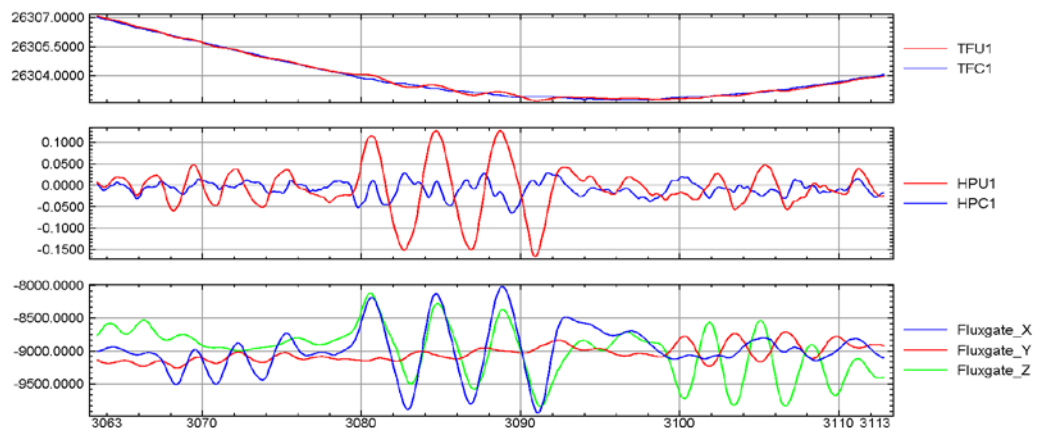
FOM PR-PRS - VÔO 631 - Azimute 270°



database: d:\agfw38-2008\testes\om_20081116\gsf\FOM.gdb line/group: L270

2008/11/16

FOM PR-PRS - VÔO 631 - Azimute 360°



database: d:\agfw38-2008\testes\om_20081116\gsf\FOM.gdb line/group: L360

2008/11/16

TFU1 – Campo Magnético Total não Compensado.

TFC1 – Campo Magnético Total Compensado.

HPU1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total não Compensado.

HPC1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total Compensado.

FluxgateX – Componente X da Fluxgate.

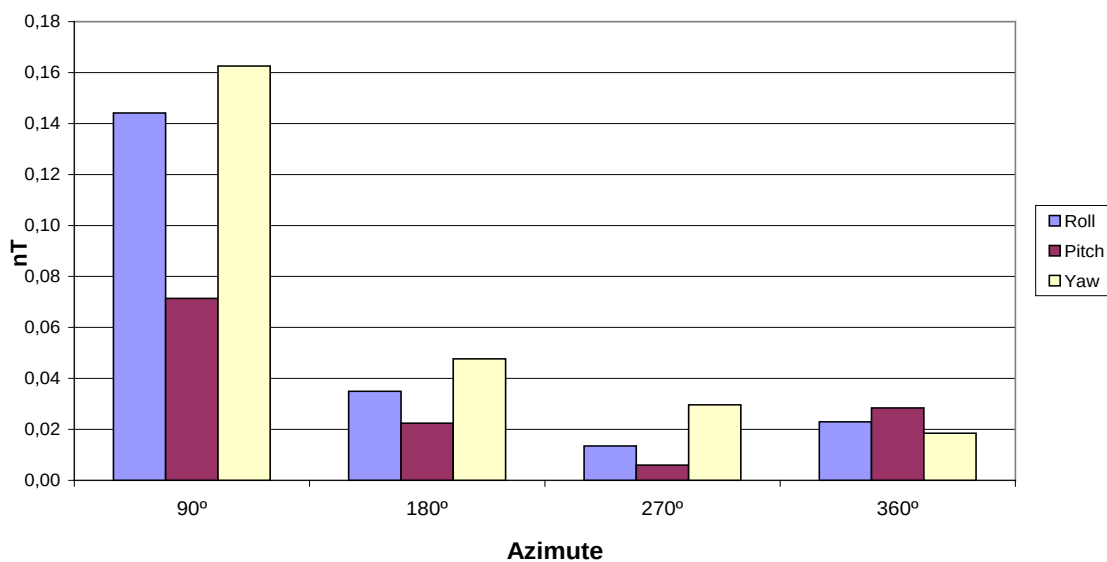
FluxgateY – Componente Y da Fluxgate.

FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate.

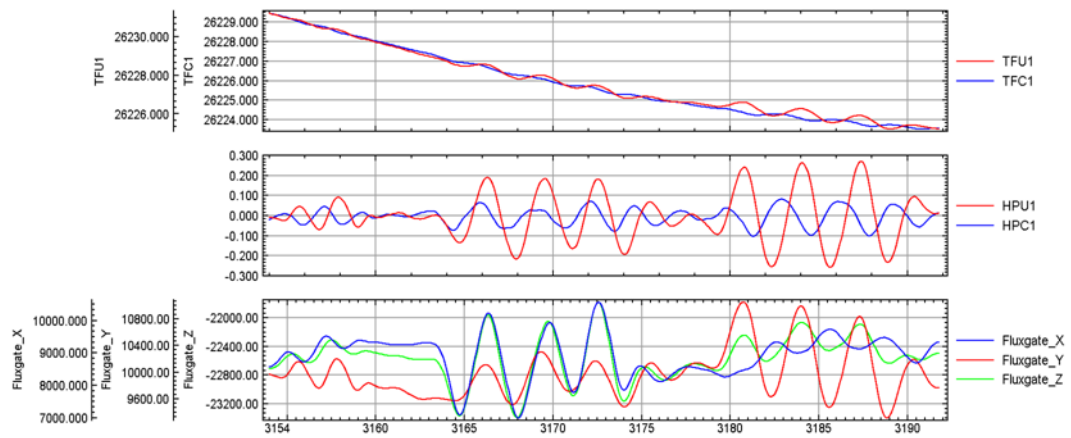
Nº Projeto	AGFW38-2008
Base	Sobral - CE
Aeronave	PR-PRS
Data	19/06/2009
Nº Vôo	1201

SENSOR 1					
Nº da Linha	Azimuth	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM (nT)
90	90°	0,14	0,07	0,16	0,37
180	180°	0,03	0,02	0,05	0,10
270	270°	0,01	0,01	0,03	0,05
360	360°	0,02	0,03	0,02	0,07
TOTAL					0,59

FOM SENSOR 1



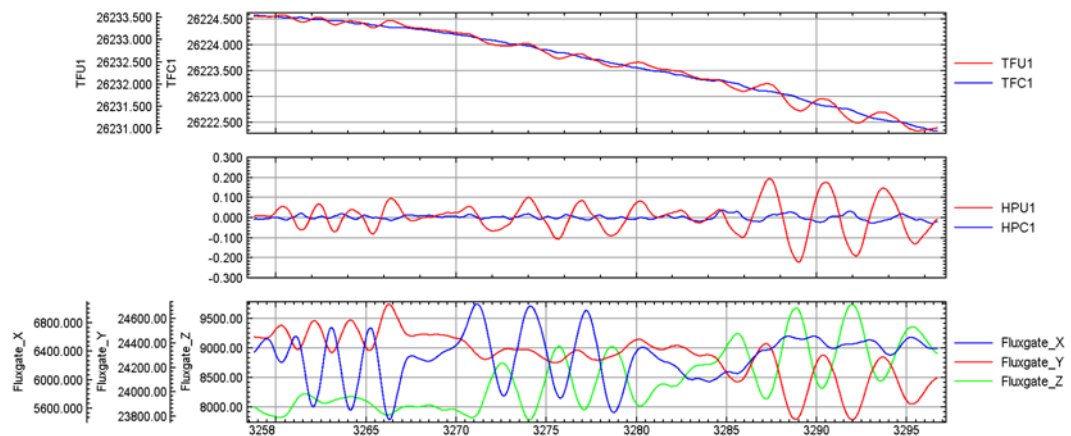
FOM PR-PRS - VÔO 1201 - Azimute 90°



database: c:\documents and settings\vf1\desktop\form_prs_sobra\teste-fom\gsf1_Nav-Mag.gdb line/group: L91

2009/08/18

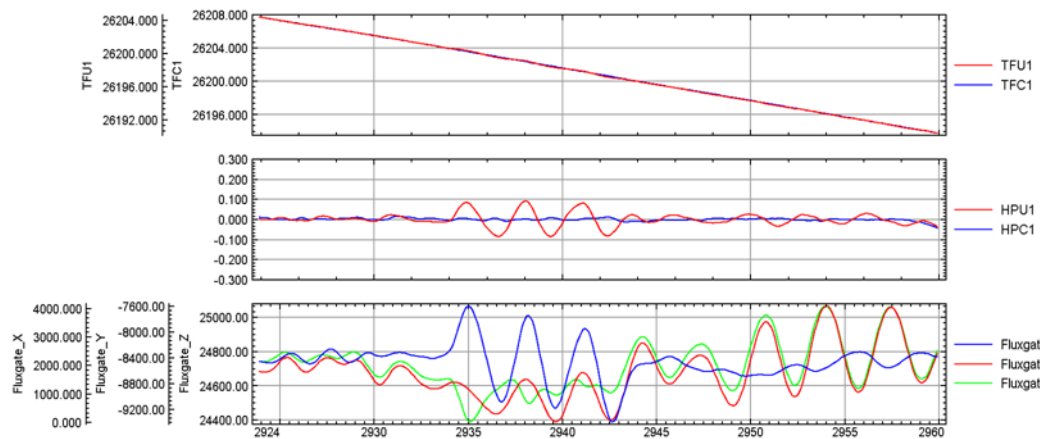
FOM PR-PRS - VÔO 1201 - Azimute 180°



database: c:\documents and settings\vf1\desktop\form_prs_sobra\teste-fom\gsf1_Nav-Mag.gdb line/group: L181

2009/08/18

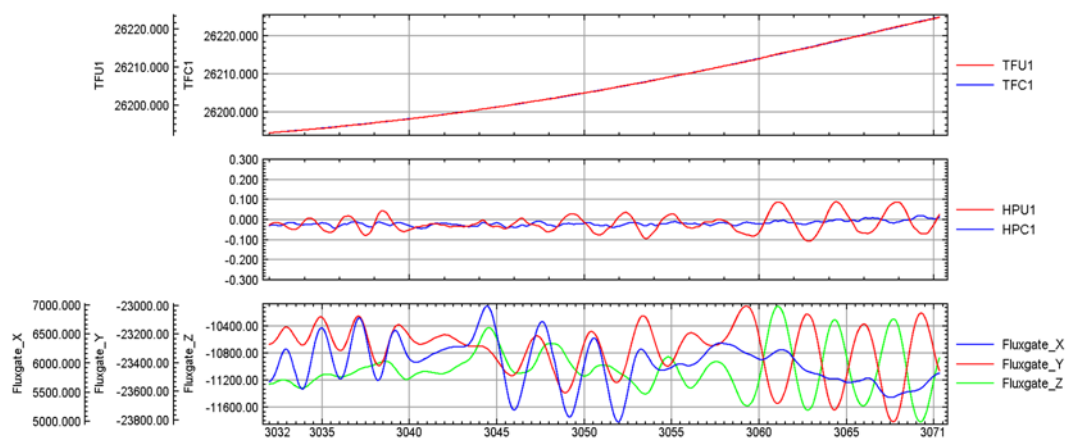
FOM PR-PRS - VÔO 1201 - Azimute 270°



database: c:\documents and settings\fl\Desktop\form_prs_sobra\teste-fom\gsf1_Nav-Mag.gdb line/group: L271

2009/08/18

FOM PR-PRS - VÔO 1201 - Azimute 360°



database: c:\documents and settings\fl\Desktop\form_prs_sobra\teste-fom\gsf1_Nav-Mag.gdb line/group: L361

2009/08/18

TFU1 – Campo Magnético Total não Compensado.

TFC1 – Campo Magnético Total Compensado.

HPU1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total não Compensado.

HPC1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total Compensado.

FluxgateX – Componente X da Fluxgate.

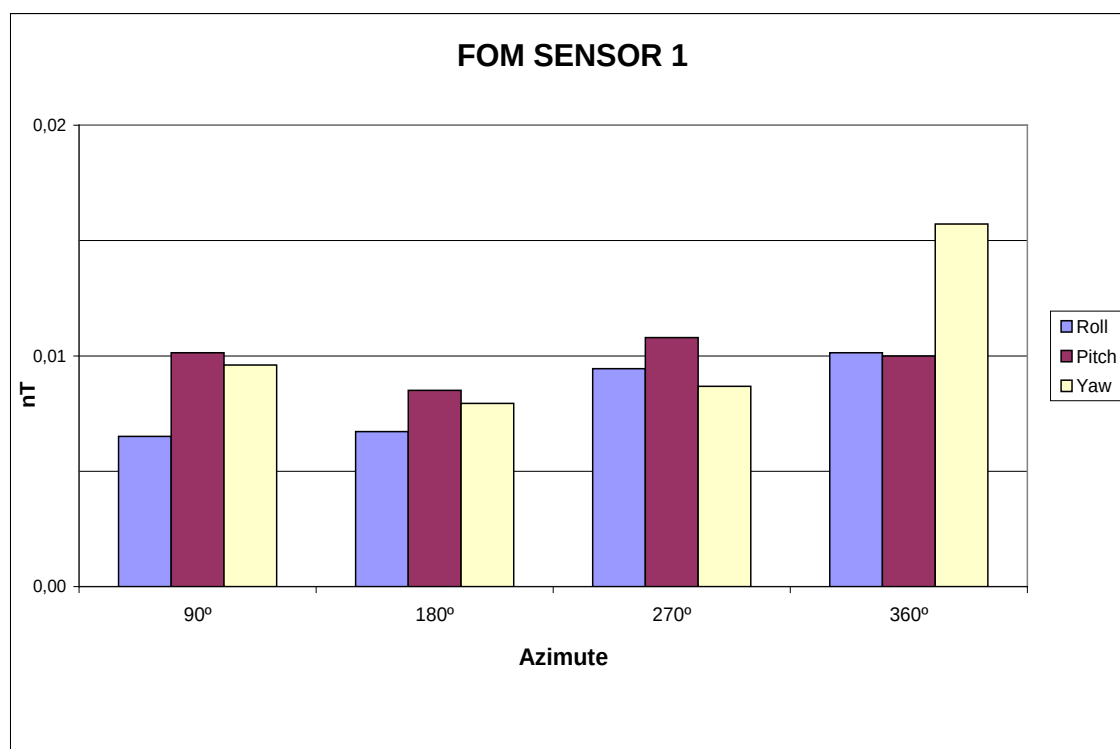
FluxgateY – Componente Y da Fluxgate.

FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate.

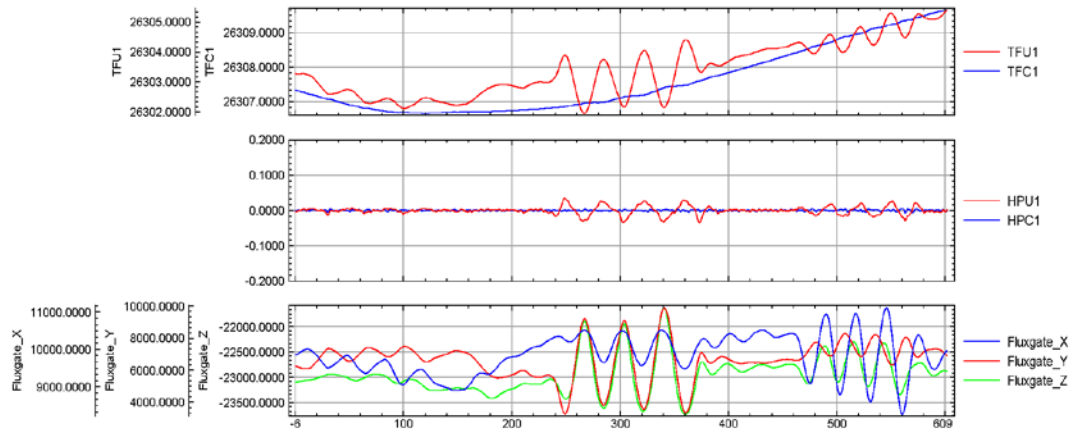
Nº Projeto	AGFW38-2008
Base	Sobral – CE
Aeronave	PT-DYK
Data	20/06/2009
Nº Voo	1501

SENSOR 1

Nº da Linha	Azimuth	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM (nT)
90	90°	0,01	0,01	0,01	0,03
180	180°	0,01	0,01	0,01	0,03
270	270°	0,01	0,01	0,01	0,03
360	360°	0,01	0,01	0,02	0,04
TOTAL					0,13



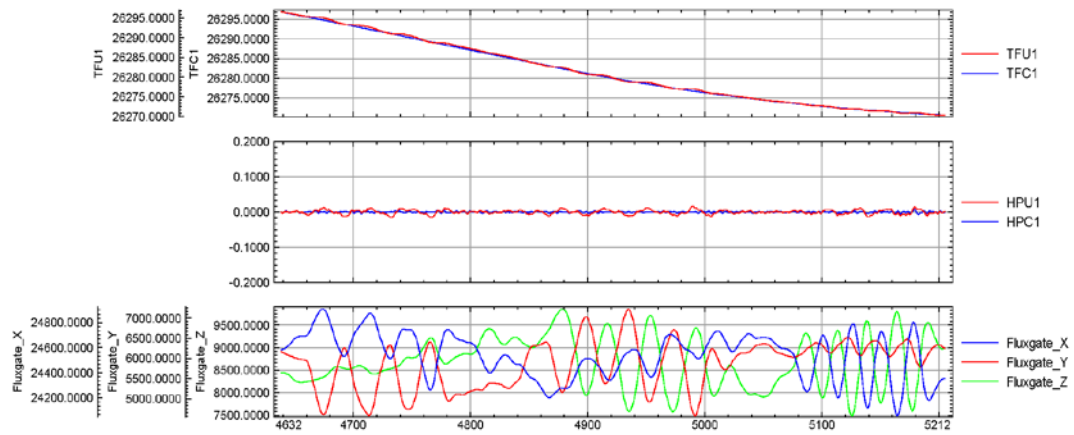
FOM PT-DYK - VÔO 1501 - Azimute 90°



database: C:\AGFW38-2009-DYK\TESTES\FOM_20090620\IGS\IV1501_FOM.gdb line/group: L90

2009/06/21

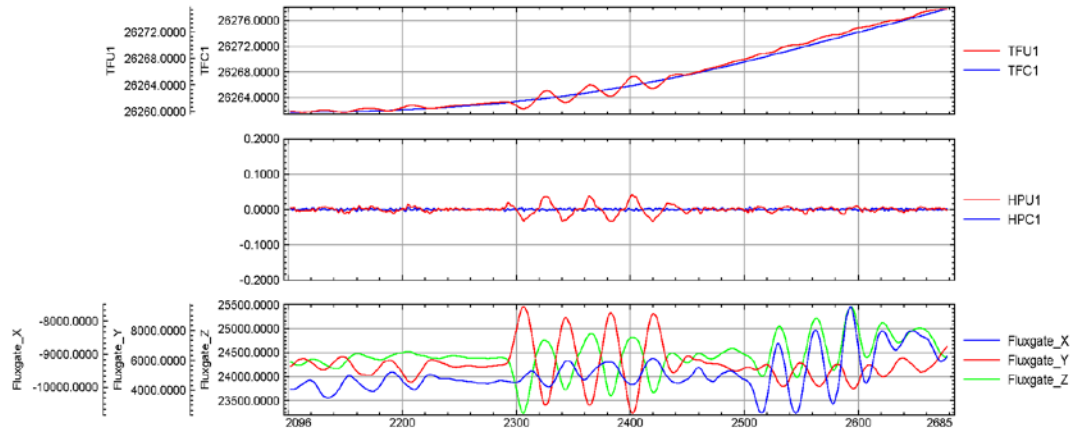
FOM PT-DYK - VÔO 1501 - Azimute 180°



database: C:\AGFW38-2009-DYK\TESTES\FOM_20090620\IGS\IV1501_FOM.gdb line/group: L180

2009/06/21

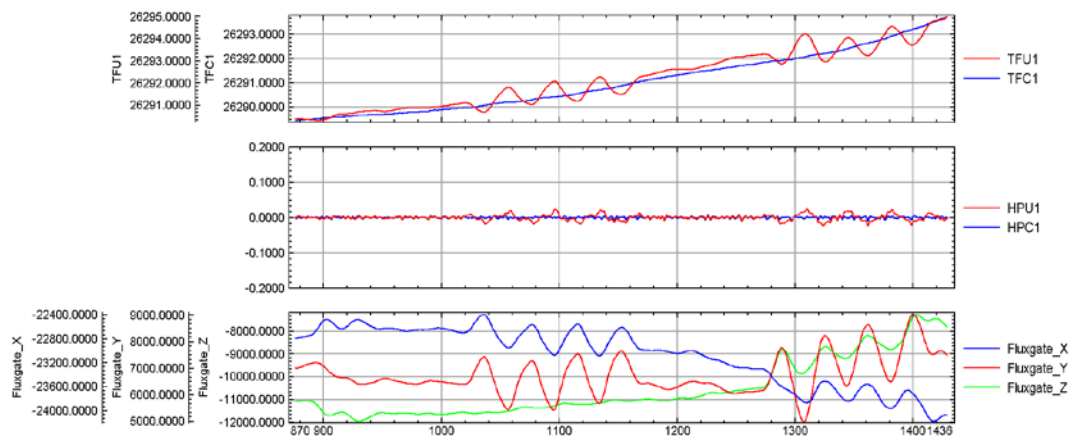
FOM PT-DYK - VÔO 1501 - Azimute 270°



database: C:\AGFW\38-2009-DYK_TESTES\FOM_20090620\GstV1501_FOM.gdb line/group: L270

2009/06/21

FOM PT-DYK - VÔO 1501 - Azimute 360°



database: C:\AGFW\38-2009-DYK_TESTES\FOM_20090620\GstV1501_FOM.gdb line/group: L360

2009/06/21

TFU1 – Campo Magnético Total não Compensado.

TFC1 – Campo Magnético Total Compensado.

HPU1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total não Compensado.

HPC1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total Compensado.

FluxgateX – Componente X da Fluxgate.

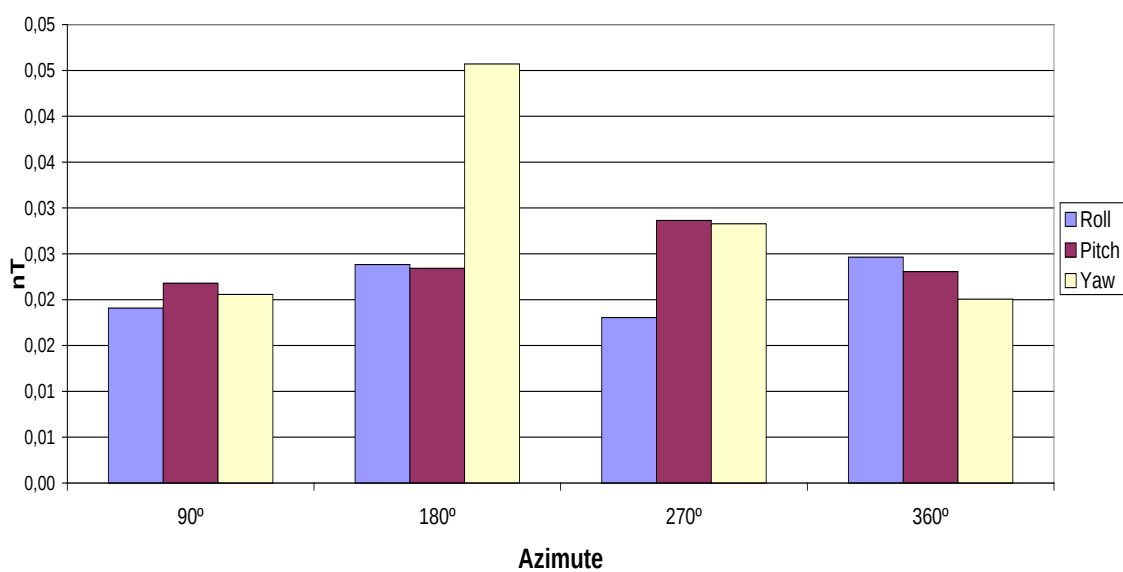
FluxgateY – Componente Y da Fluxgate.

FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate.

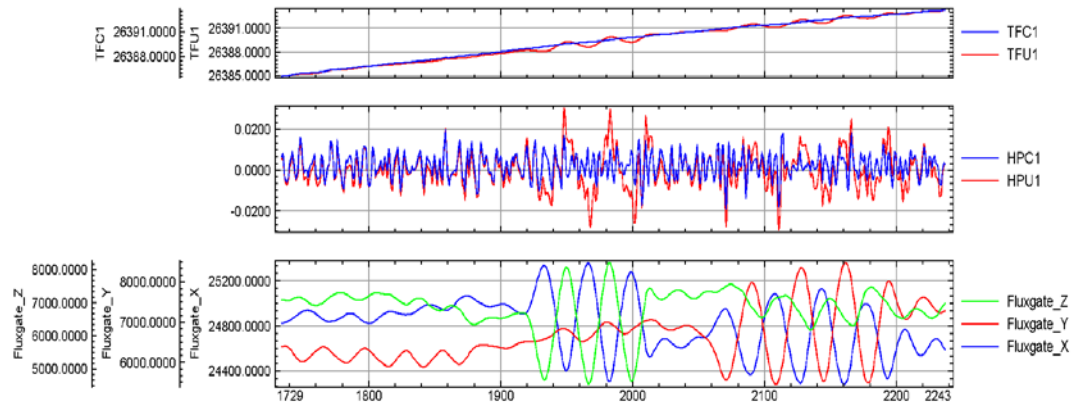
Nº Projeto	AGFW38-2008
Base	Fortaleza – CE
Aeronave	PR-PEC
Data	24/2/2009
Nº Voo	901

SENSOR 1					
Nº da Linha	Azimuth	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM (nT)
90	90°	0,02	0,02	0,02	0,06
180	180°	0,02	0,02	0,05	0,09
270	270°	0,02	0,03	0,03	0,08
360	360°	0,02	0,02	0,02	0,06
TOTAL					0,29

FOM SENSOR 1



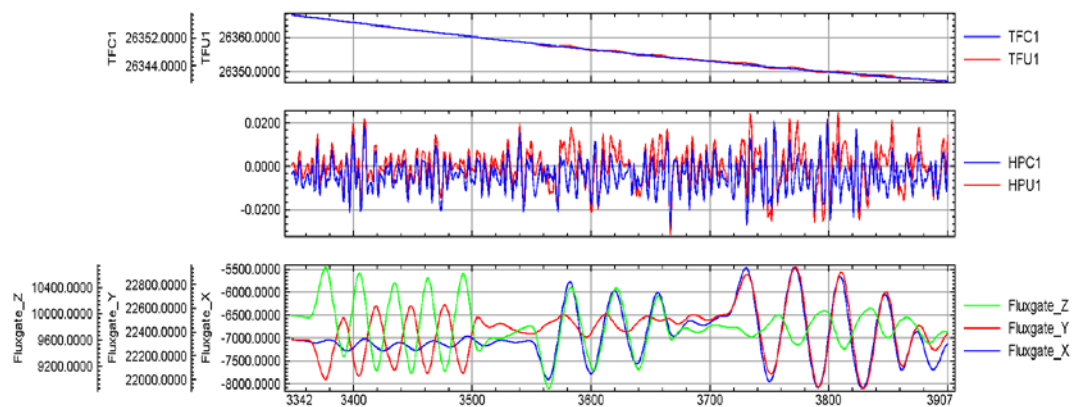
FOM PR-PEC - VÔO 901 - Azimute 90°



database: d:\agfw38-2009\testes\com_20090224\gsf_V901_MAG.gdb line/group: L90

2009/02/24

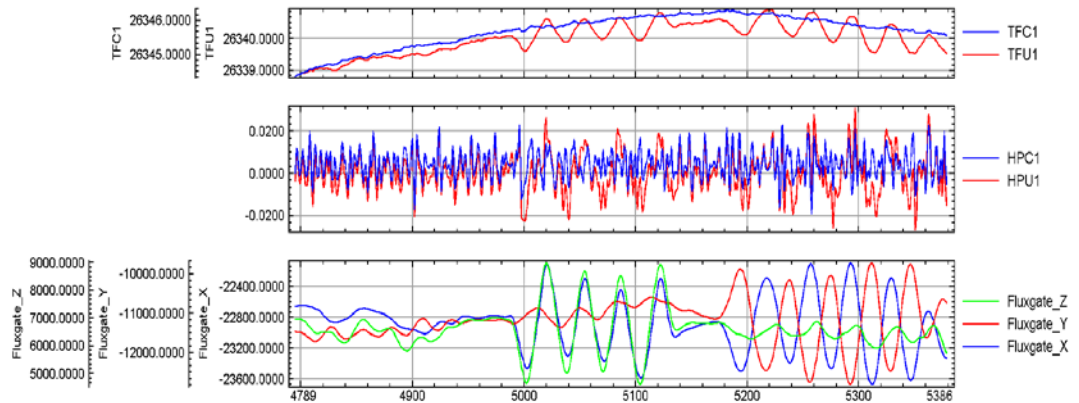
FOM PR-PEC - VÔO 901 - Azimute 180°



database: d:\agfw38-2009\testes\com_20090224\gsf_V901_MAG.gdb line/group: L180

2009/02/24

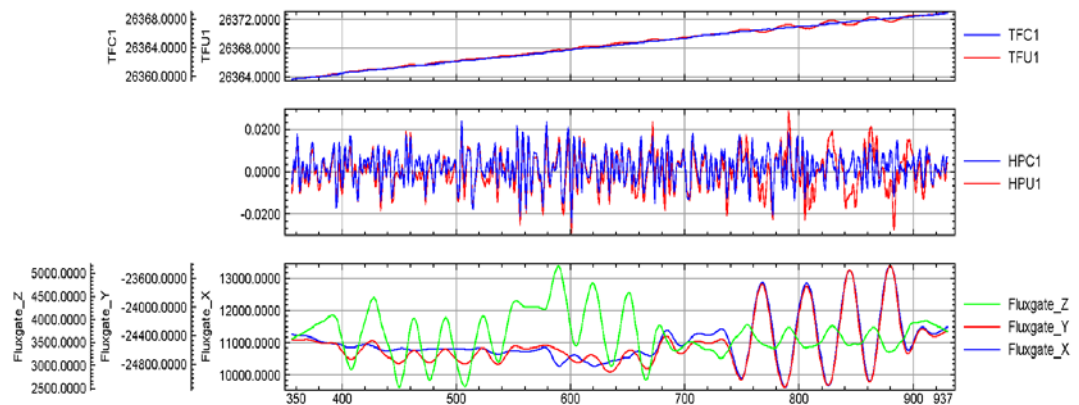
FOM PR-PEC - VÔO 901 - Azimute 270°



database: d:\agfiv38-2009\testes\form_20090224\gsf_V901_MAG.gdb line/group: L270

2009/02/24

FOM PR-PEC - VÔO 901 - Azimute 360°



database: d:\agfiv38-2009\testes\form_20090224\gsf_V901_MAG.gdb line/group: L360

2009/02/24

TFU1 – Campo Magnético Total não Compensado.

TFC1 – Campo Magnético Total Compensado.

HPU1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total não Compensado.

HPC1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total Compensado.

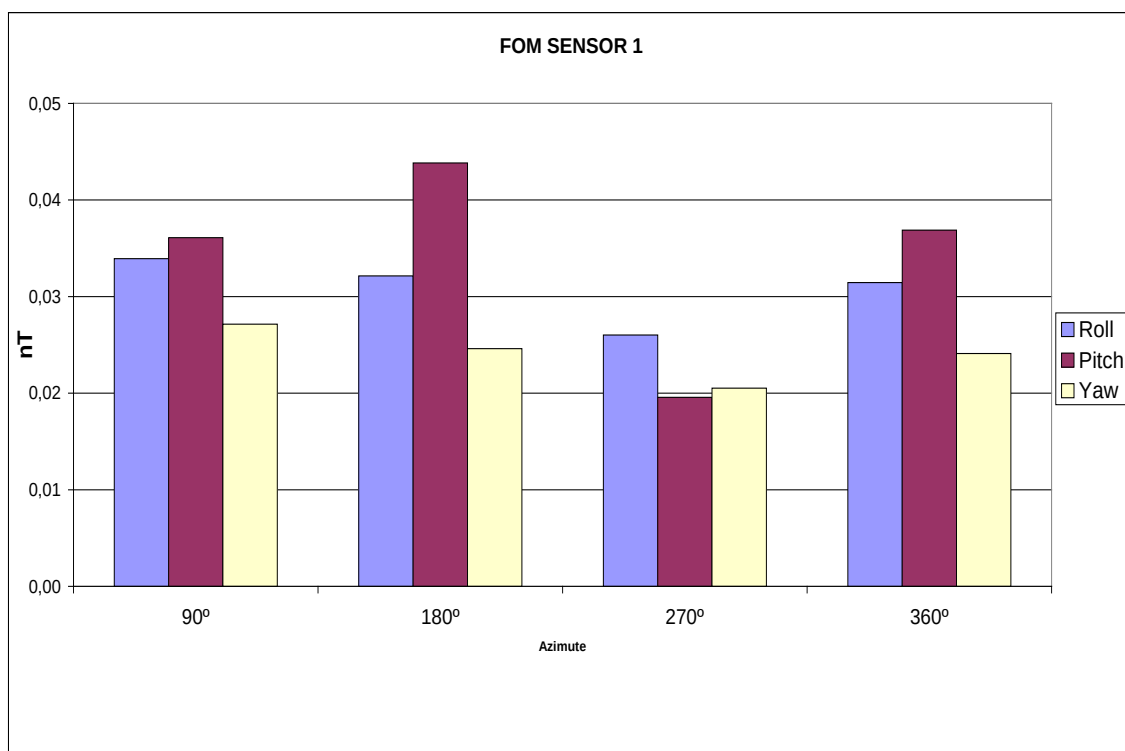
FluxgateX – Componente X da Fluxgate.

FluxgateY – Componente Y da Fluxgate.

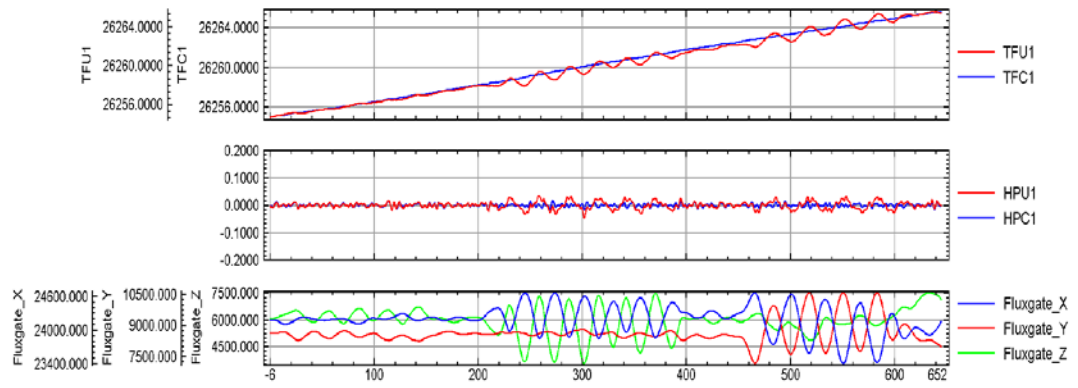
FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate.

Nº Projeto	AGFW38-2008
Base	Sobral - CE
Aeronave	PR-PEC
Data	20/6/2009
Nº Voo	929

SENSOR 1					
Nº da Linha	Azimute	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM (nT)
90	90°	0,03	0,04	0,03	0,10
180	180°	0,03	0,04	0,02	0,09
270	270°	0,03	0,02	0,02	0,07
360	360°	0,03	0,04	0,02	0,09
TOTAL					0,35



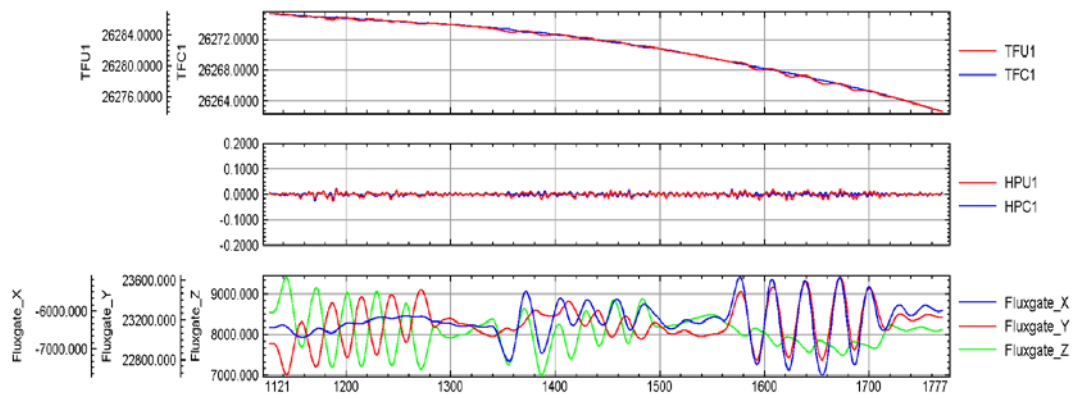
FOM PR-PEC - VÔO 929 - Azimute 90°



database: d:\agf\38-2009\testes\form_20090620\w929c\gsf\V929C_MAG.gdb line/group: L90

2009/06/21

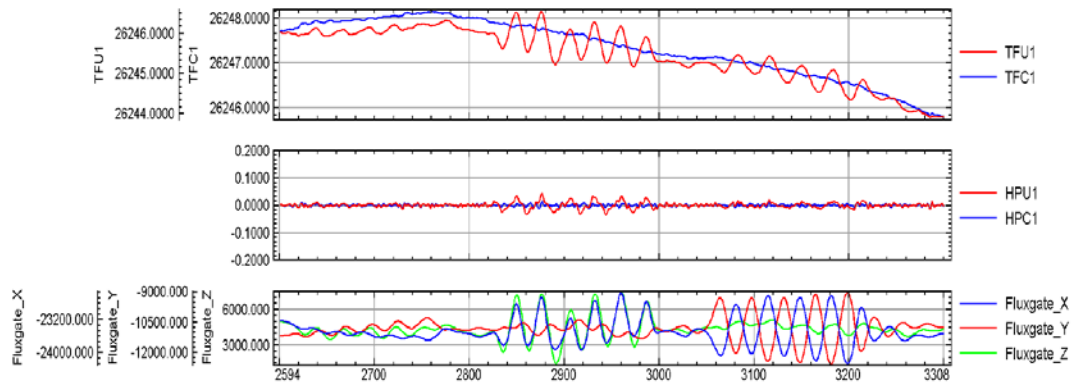
FOM PR-PEC - VÔO 929 - Azimute 180°



database: d:\agf\38-2009\testes\form_20090620\w929c\gsf\V929C_MAG.gdb line/group: L180

2009/06/21

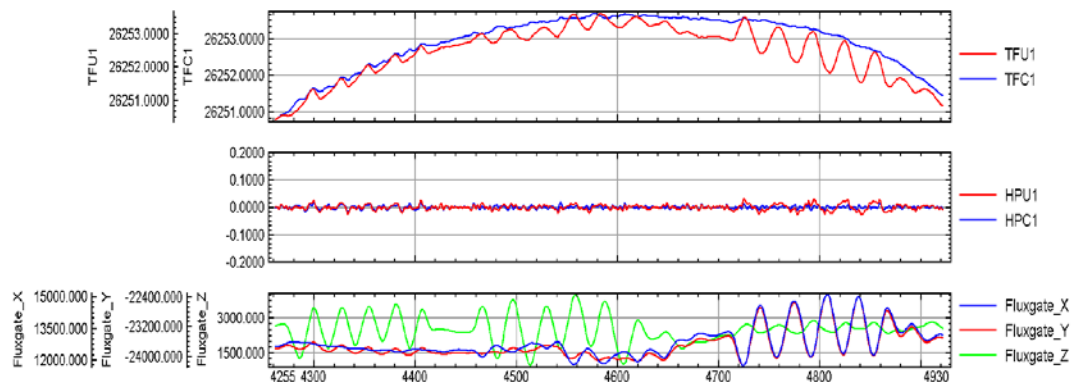
FOM PR-PEC - VÔO 929 - Azimute 270°



database: d:\agf\38-2009\testes\form_20090620\929c\gsf_V929C_MAG.gdb line/group: L270

2009/06/21

FOM PR-PEC - VÔO 929 - Azimute 360°



database: d:\agf\38-2009\testes\form_20090620\929c\gsf_V929C_MAG.gdb line/group: L360

2009/06/21

TFU1 – Campo Magnético Total não Compensado.

TFC1 – Campo Magnético Total Compensado.

HPU1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total não Compensado.

HPC1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total Compensado.

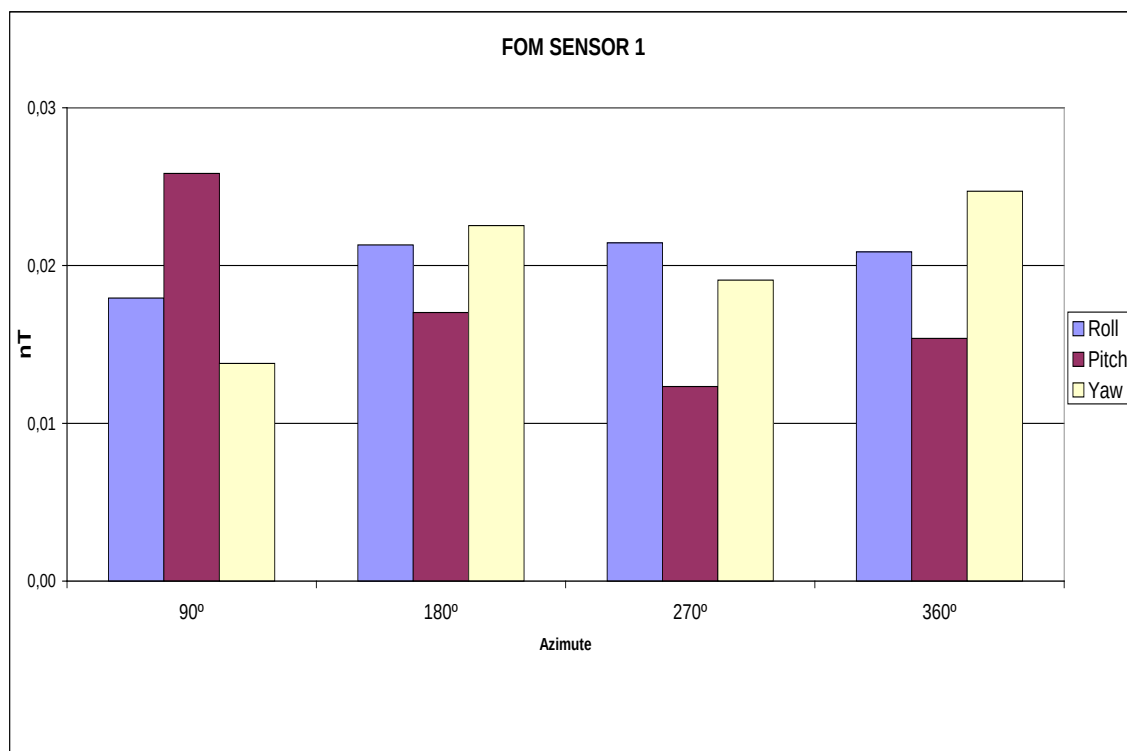
FluxgateX – Componente X da Fluxgate.

FluxgateY – Componente Y da Fluxgate.

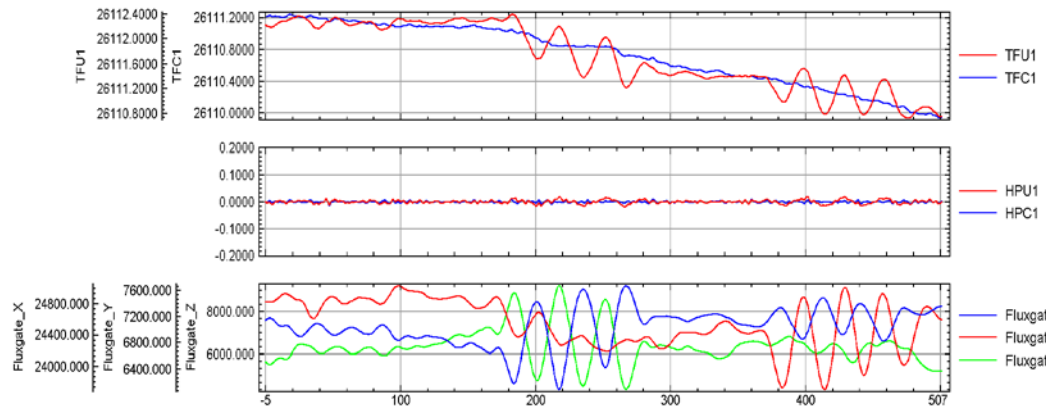
FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate.

Nº Projeto	AGFW38-2008
Base	Sobral - CE
Aeronave	PR-PEC
Data	02/07/2009
Nº Vôo	940

SENSOR 1					
Nº da Linha	Azimuth	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM (nT)
90	90°	0.02	0.03	0.01	0.06
180	180°	0.02	0.02	0.02	0.06
270	270°	0.02	0.01	0.02	0.05
360	360°	0.02	0.02	0.02	0.06
TOTAL					0.23



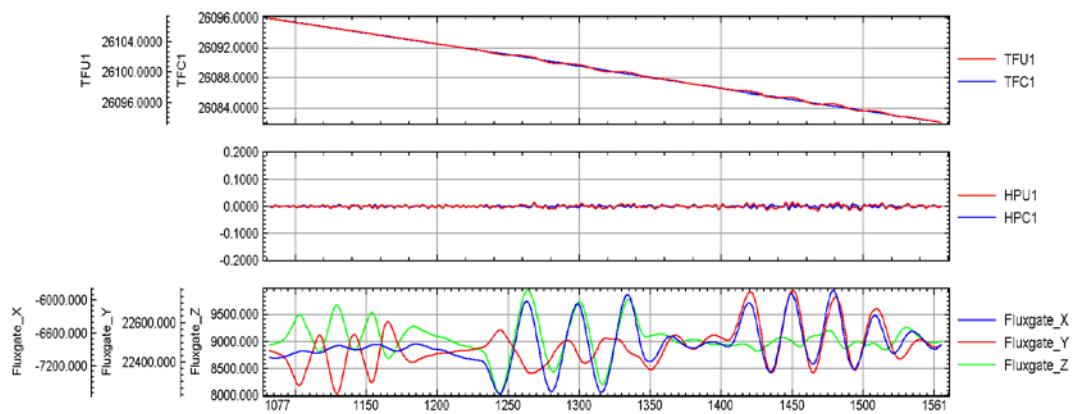
FOM PR-PEC - VÔO 940 - Azimute 90°



database: d:\agf\38-2009\940\gsf_V940_MAG.gdb line/group: L90

2009/07/04

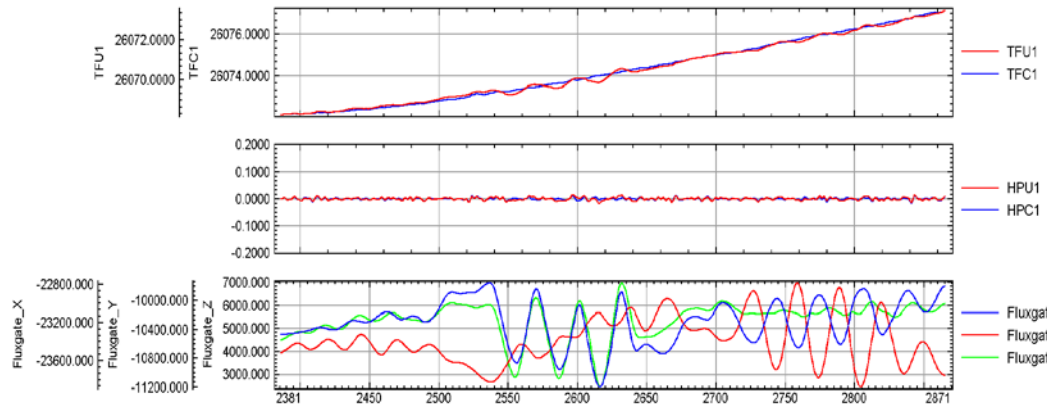
FOM PR-PEC - VÔO 940 - Azimute 180°



database: d:\agf\38-2009\940\gsf_V940_MAG.gdb line/group: L180

2009/07/04

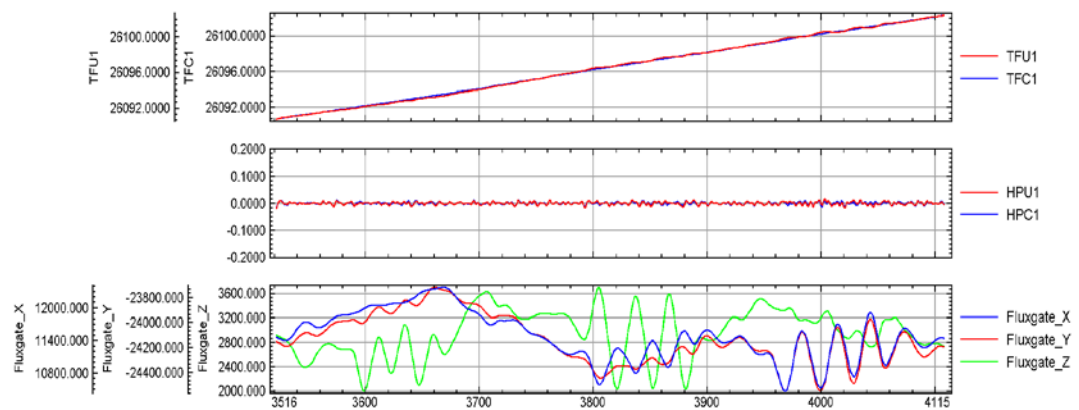
FOM PR-PEC - VÔO 940 - Azimute 270°



database: d:\agfw38-2009\w940\gsf_V940_MAG.gdb line/group: L270

2009/07/04

FOM PR-PEC - VÔO 940 - Azimute 360°



database: d:\agfw38-2009\w940\gsf_V940_MAG.gdb line/group: L360

2009/07/04

TFU1 – Campo Magnético Total não Compensado.

TFC1 – Campo Magnético Total Compensado.

HPU1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total não Compensado.

HPC1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total Compensado.

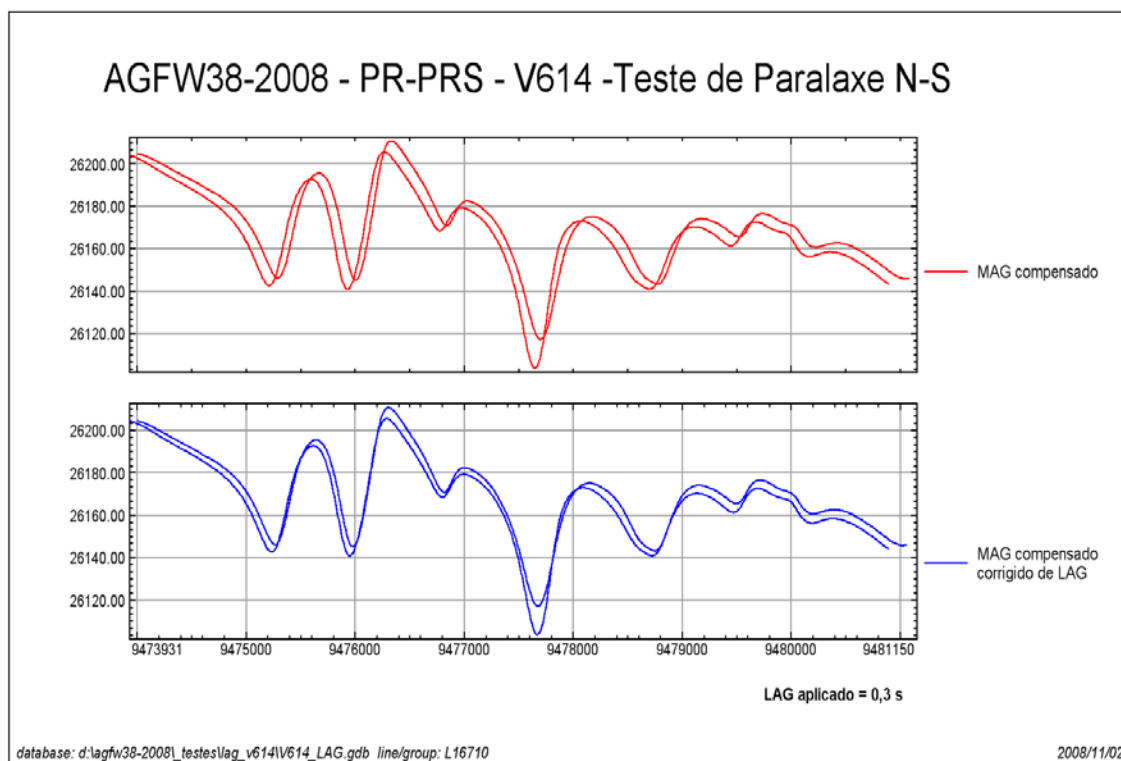
FluxgateX – Componente X da Fluxgate.

FluxgateY – Componente Y da Fluxgate.

FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate.

Anexo II-c – Teste de Paralaxe

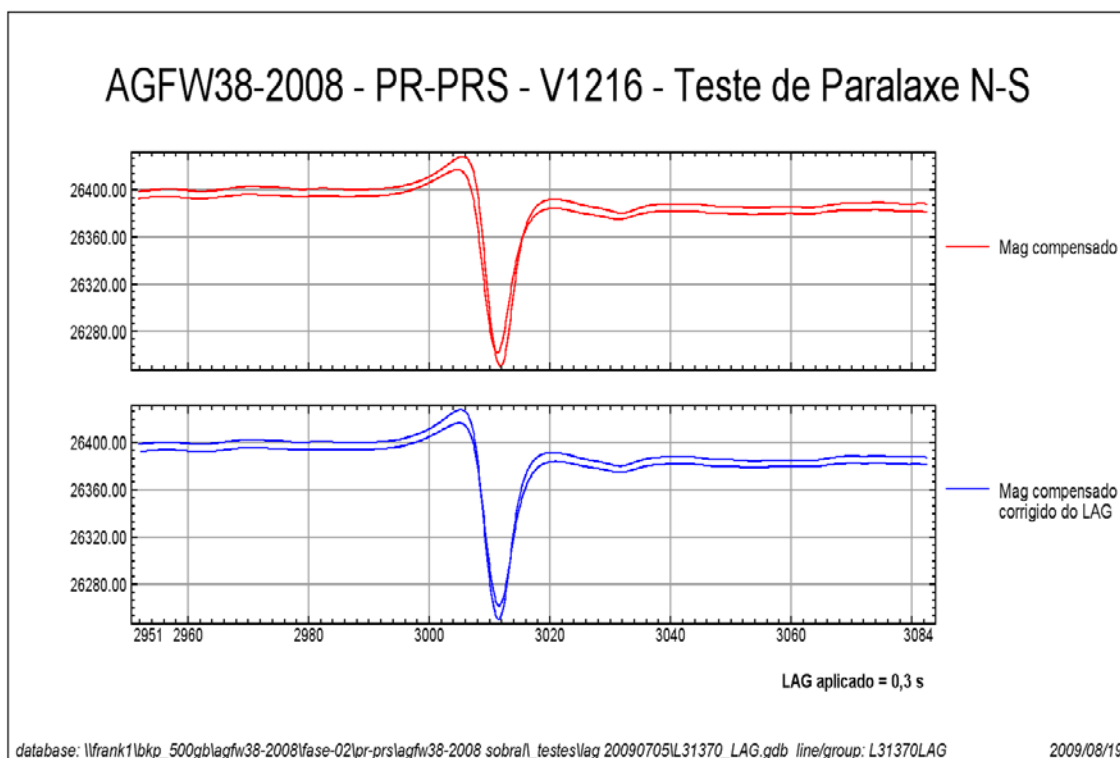
Nº Projeto	AGFW38-2008
Base	Fortaleza – CE
Aeronave	PR-PRS
Data	02/11/2008
Nº Voo	614



MAG Compensado = Campo Magnético Total Compensado

MAG Compensado corrigido de LAG = Campo Magnético Total Compensado Corrigido Paralaxe (0,3 segundo)

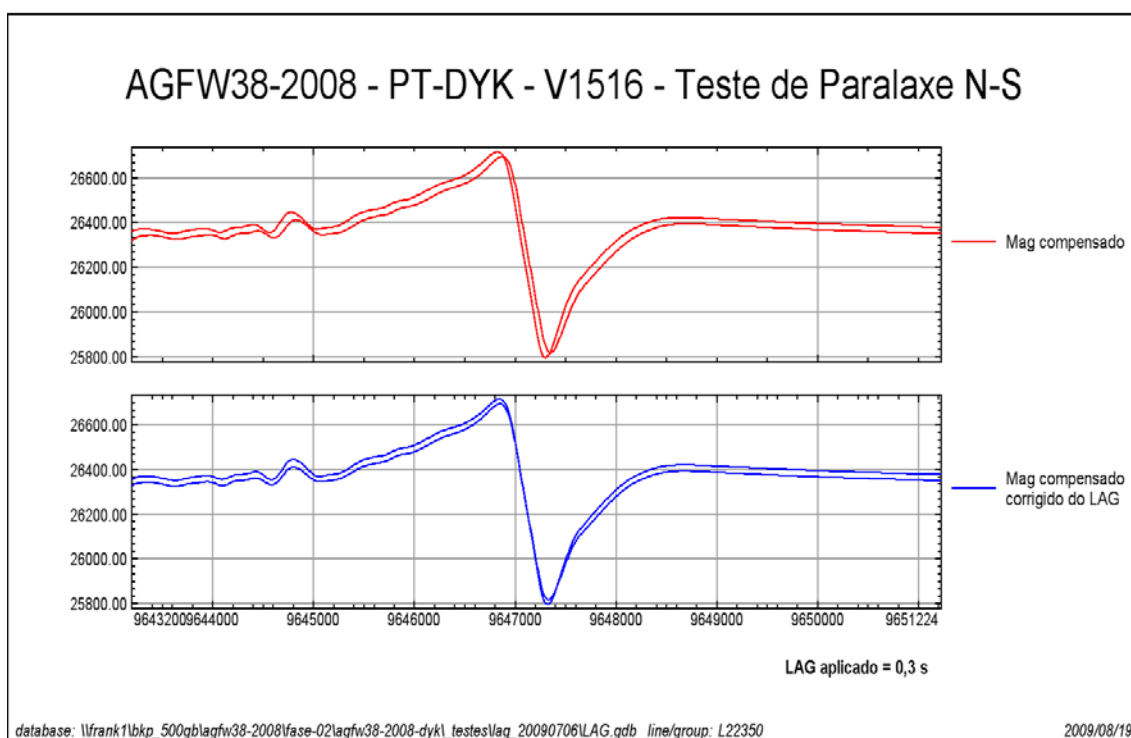
Nº Projeto	AGFW38-2008
Base	Sobral – CE
Aeronave	PR-PRS
Data	05/07/2009
Nº Voo	1216



MAG Compensado = Campo Magnético Total Compensado

MAG Compensado corrigido de LAG = Campo Magnético Total Compensado Corrigido Paralaxe (0,3 segundo)

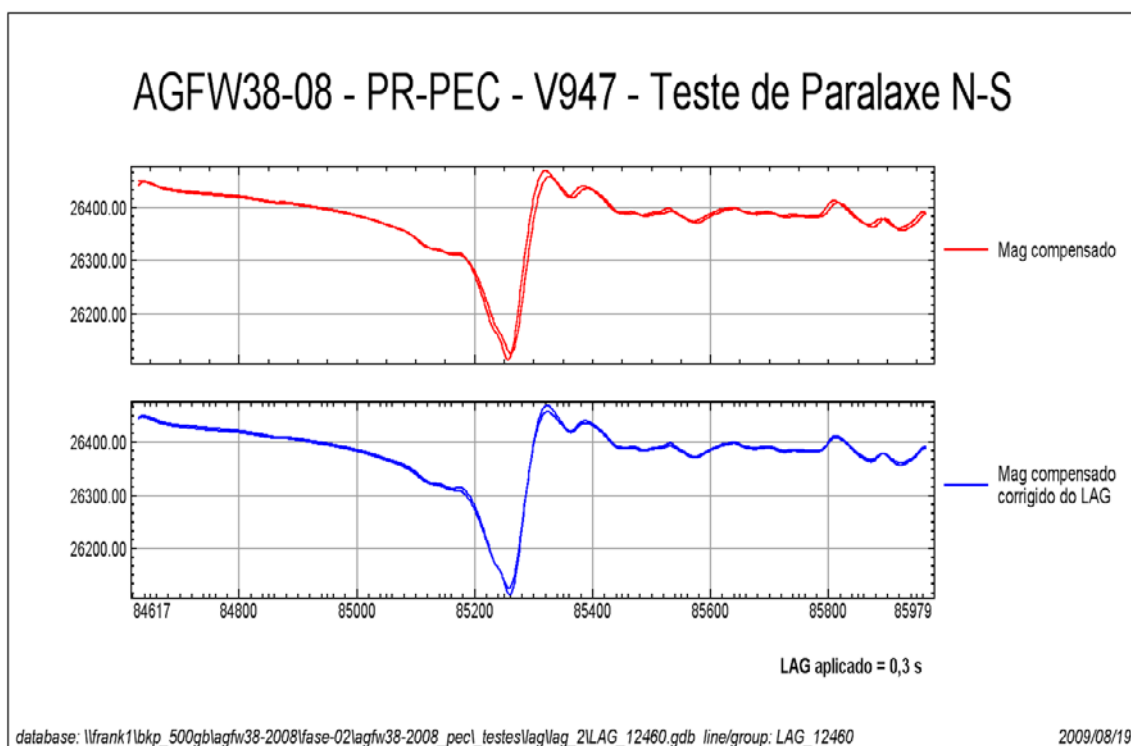
Nº Projeto	AGFW38-2008
Base	Sobral – CE
Aeronave	PT-DYK
Data	06/07/2009
Nº Voo	1516



MAG Compensado = Campo Magnético Total Compensado

MAG Compensado corrigido de LAG = Campo Magnético Total Compensado Corrigido Paralaxe (0,3 segundo)

Nº Projeto	AGFW38-2008
Base	Sobral – CE
Aeronave	PR-PEC
Data	08/07/2009
Nº Voo	947



MAG Compensado = Campo Magnético Total Compensado

MAG Compensado corrigido de LAG = Campo Magnético Total Compensado Corrigido Paralaxe (0,3 segundo)

ANEXO III – QUADROS SINÓPTICOS DAS OPERAÇÕES DE CAMPO

ANEXO IV – CONTEÚDO DO CD-ROM E DOS DVDs-ROM

Este arquivo apresenta a relação do conteúdo dos arquivos digitais que compõe o acervo do Projeto Aerogeofísico Norte do Ceará.

Um total de 1 CD-ROM e 3 DVDs-ROM compõem a totalidade dos arquivos conforme descrito abaixo:

Mídia	Conteúdo
CD#01	Relatório Final, Arquivo de Metadados do Projeto e <i>Arc Gis Engine</i>
DVD#01	<i>Grids</i>
	Arquivos de Mapas <i>Geosoft</i>
	Arquivos de Poligonais das Folhas 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000 <i>Geosoft</i> PLY
DVD#02	Arquivos com as articulações das Folhas 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000 (PDF)
	Banco de Dados <i>Geosoft</i>
	Arquivos XYZ - Magnetometria e Gamaespectrometria
DVD#03	Arquivos de Plotagem HPGL

Estrutura dos Arquivos de Mapas:

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

1086_*_1DV = 1ª. Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)

1086_*_MAG = Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)

1086_*_SA = Sinal Analítico do Campo Magnético Total

1086_MDT = Modelo Digital do Terreno

1086_*_CTexp = Contagem Total ($\mu\text{R/h}$)

1086_*_Kperc = Potássio (%)

1086_*_eU = Urânio (ppm)

1086_*_eTh = Tório (ppm)

1086_*_ThKrazao = Razão Tório/Potássio

1086_*_UTHrazao = Razão Urânio/Tório

1086_*_ThKrazao = Razão Tório/Potássio

1086_*_UKrazao = Razão Urânio/Potássio

1086_TERNÁRIO = Ternário (K-U-Th)

Exemplos:

1086_SA-24-Y-C-II_MAG.map = *Geosoft* MAP da Folha SA.24-Y-C-II Escala 1:100.000 do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)

1086_SA-24-Y-C_SA.map = *Geosoft* MAP da Folha SA.24-Y-C Escala 1:250.000 do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)

1086_ThKrazao.map = *Geosoft* MAP da Folha Única na Escala 1:500.000 da Razão Tório/Potássio

Observações:

A codificação para os arquivos HGPL segue a mesma regra utilizada para os arquivos de Mapas *Geosoft* (*.map).

A sigla HPGL significa: *Hewlett-Packard Graphics Language*.

O prefixo 1086 em todos os arquivos corresponde ao n^o do projeto na Base Aero da CPRM.

Relação dos Arquivos: georeferenciados a zona UTM 24S (Meridiano Central 39°W Gr).

Arquivos de *GRIDS*:

Arquivo	Conteúdo	Unidade
1086_MAG.grd	Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)	nT
1086_1DV.grd	1a. Derivada Vertical do Campo Magnético Total	nT/m
1086_SA.grd	Sinal Analítico do Campo Magnético Total	nT/m
1086_CTexp.grd	Taxa de Exposição da Contagem Total	μR/h
1086_Kperc.grd	Concentração de Potássio	%
1086_eU.grd	Concentração de Urânio	ppm
1086_eTh.grd	Concentração de Tório	ppm
1086_ThKrazao.grd	Razão Tório/Potássio	-
1086_UKrazao.grd	Razão Urânio/Potássio	-
1086_UThrazao.grd	Razão Urânio/Tório	-
1086_MDT.grd	Modelo Digital do Terreno	m

Arquivos de Banco de Dados GDB:

Arquivo	Conteúdo
1086_GamaLine.gdb	Banco de dados de gamaespectrometria com as linhas de vôo
1086_GamaTie.gdb	Banco de dados de gamaespectrometria com as linhas de controle
1086_MagLine.gdb	Banco de dados de magnetometria com as linhas de vôo
1086_MagTie.gdb	Banco de dados de magnetometria com as linhas de controle
1086_Gama256.gdb	Banco de dados de gamaespectrometria com os 256 canais <i>up</i> e <i>down</i>

Arquivos de Banco de Dados XYZ:

Arquivo	Conteúdo
1086_GamaLine.XYZ	Gamaespectrometria Linhas de Vão
1086_GamaTie.XYZ	Gamaespectrometria Linhas de Controle
1086_MagLine.XYZ	Magnetometria Linhas de Vão
1086_MagTie.XYZ	Magnetometria Linhas de Controle

Arquivos de cruzamentos:

Arquivo	Conteúdo
1086_Cruzamentos.XYZ	Cruzamentos do Nivelamento Magnetométrico

Arquivos de Poligonais:

Arquivo	Conteúdo
1086_SA-24-Y-C-II	Polígono Referente à Folha SA.24-Y-C-II
1086_SA-24-Y-C-III	Polígono Referente à Folha SA.24-Y-C-III
1086_SA-24-Y-D-I	Polígono Referente à Folha SA.24-Y-D-I
1086_SA-24-Y-D-II	Polígono Referente à Folha SA.24-Y-D-II
1086_SA-24-Y-C-V	Polígono Referente à Folha SA.24-Y-C-V
1086_SA-24-Y-C-VI	Polígono Referente à Folha SA.24-Y-C-VI
1086_SA-24-Y-D-IV	Polígono Referente à Folha SA.24-Y-D-IV
1086_SA-24-Y-D-V	Polígono Referente à Folha SA.24-Y-D-V
1086_SA-24-Y-D-VI	Polígono Referente à Folha SA.24-Y-D-VI
1086_SA-24-Z-C-IV	Polígono Referente à Folha SA.24-Z-C-IV
1086_SB-24-V-B-I	Polígono Referente à Folha SB.24-V-B-I
1086_SB-24-V-B-II	Polígono Referente à Folha SB.24-V-B-II
1086_SB-24-V-B-III	Polígono Referente à Folha SB.24-V-B-III
1086_SA-24-X-A-I	Polígono Referente à Folha SA.24-X-A-I
1086_SB-24-V-B-IV	Polígono Referente à Folha SB.24-V-B-IV
1086_SB-24-V-B-V	Polígono Referente à Folha SB.24-V-B-V
1086_SB-24-V-B-VI	Polígono Referente à Folha SB.24-V-B-VI
1086_SB-24-X-A-IV	Polígono Referente à Folha SB.24-X-A-IV
1086_SB-24-X-A-V	Polígono Referente à Folha SB.24-X-A-V
1086_SA-24-Y-C	Polígono Referente à Folha SA.24-Y-C
1086_SA-24-Y-D	Polígono Referente à Folha SA.24-Y-D
1086_SA-24-Z-C	Polígono Referente à Folha SA.24-Z-C
1086_SA-24-V-B	Polígono Referente à Folha SA.24-V-B
1086_SA-24-X-A	Polígono Referente à Folha SA.24-X-A
1086_AreaTotal	Polígono Referente à Folha Única

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

ANEXO V – FORMATO DE GRAVAÇÃO DOS DADOS DO PROJETO

[illegible]

FOLHA 1 DE 1

REGISTRO MESTRE DAS LINHAS DE VÔO	TIE	NÚMERO DA LINHA																					
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95		
REGISTRO DE DETALHE	UTM E (F11.0)	UTM N (F11.0)	NÚMERO DA FIDUCIAL (F9.1)	ALTURA DO OPS (F9.2)	ALTURA DO VÔO (F10.3)	CORRIGIDO DA VARIAÇÃO DIURNA (F11.3)	APÓS O NIVELAMENTO (F11.3)	VALOR APLICADO AO NIVELAMENTO (F9.3)	ALTURA DO VÔO (F5.0)														
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
	5	10	15	20	25	30	3																

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

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
10010	1202	2199,7	2941,6
10020	1202	3074,3	3877,7
10030	1202	3987,8	4726,1
10040	1202	4855,1	5647,9
10050	1202	5774,7	6520,2
10060	1202	6648,4	7448,3
10070	1203	2513,4	3285,6
10080	1203	3416,8	4263,4
10090	1203	4405,8	5183,0
10100	1203	5313,2	5796,1
10101	1203	6161,1	6537,9
10110	1203	6972,6	7752,0
10120	1203	7887,4	8726,6
10130	1203	8862,6	9632,8
10140	1203	9773,8	10614,7
10150	1203	10741,6	11501,4
10160	1203	11655,3	12499,5
10170	1203	12652,7	13425,4
10180	1203	13567,3	14411,4
10190	1203	14546,8	15315,6
10200	1203	15460,4	16310,9
10210	1203	16439,1	17199,7
10220	1203	17315,1	18124,7
10230	1204	2346,9	3130,7
10240	1204	3251,0	4076,2
10250	1204	4198,1	4970,7
10260	1204	5091,6	5904,3
10270	1204	6059,3	6828,6
10280	1204	6970,6	7800,4
10290	1204	7918,3	8674,7
10300	1204	8796,0	9641,5
10310	1204	9766,2	10522,8
10320	1204	10646,8	11475,8
10330	1204	11598,0	12355,6
10340	1204	12477,7	13313,1
10350	1204	13436,9	14181,7
10360	1204	14304,3	15141,6
10370	1204	15256,5	16006,0
10380	1204	16118,7	16943,2
10390	1204	17048,8	17787,9
10400	1204	17904,1	18708,9
10410	1205	2479,0	3245,2
10420	1205	3380,2	4213,2
10430	1205	4327,0	5106,2
10440	1205	5222,0	6062,6
10450	1205	6174,5	6945,5
10460	1205	7075,4	7909,2
10470	1205	8039,7	8801,1
10480	1205	8917,6	9743,5
10490	1205	9868,6	10641,1

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
10500	1205	10758,5	11581,5
10510	1205	11709,5	12481,2
10520	1205	12609,7	13437,2
10530	1205	13549,4	14304,4
10540	1205	14415,0	15215,2
10550	1206	2293,6	3073,6
10560	1206	3187,8	4101,1
10570	1206	4624,4	5815,5
10580	1206	5927,9	7185,8
10590	1206	7306,9	8453,2
10600	1206	8581,1	9804,6
10610	1207	1845,0	2987,0
10620	1207	3109,4	4345,8
10630	1207	4471,4	5627,6
10640	1207	5917,3	7152,0
10650	1207	7277,7	8420,3
10660	1207	8534,3	9778,1
10670	1207	9949,9	11066,7
10680	1207	11183,5	12400,6
10690	1207	12503,5	13612,4
10700	1207	13719,1	14948,2
10710	1207	15046,1	16154,1
10720	1207	16264,0	17473,3
10730	1207	17566,5	18700,8
10740	1207	18798,4	19972,5
10750	1208	1937,8	3071,6
10760	1208	3177,9	4449,7
10770	1208	4560,8	5675,3
10780	1208	5783,8	7068,0
10790	1208	7172,8	8149,6
10791	1208	8459,6	8626,5
10800	1208	8776,7	10034,6
10810	1208	10144,3	11280,3
10820	1208	11403,6	12665,7
10830	1208	12762,8	13893,8
10840	1208	14001,0	15267,0
10850	1208	15364,0	16484,7
10860	1208	16600,5	17871,8
10870	1208	17988,3	19096,0
10880	1208	19187,3	20383,6
10890	1208	20486,3	21601,2
10900	1208	21686,7	22878,5
10910	1209	1631,7	2067,3
10911	1209	2385,3	3087,8
10920	1209	3223,7	4437,3
10930	1209	4555,2	5660,0
10940	1209	5781,6	7007,9
10950	1209	7118,0	8225,4
10960	1209	8341,7	9570,4
10970	1209	9680,6	10800,0

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
10980	1209	10919,1	11684,3
10981	1209	12103,3	12436,9
10982	1218	2775,3	2933,3
10990	1209	12549,9	13654,3
11000	1209	13767,7	14977,9
11010	1209	15091,8	15537,3
11011	1209	301,3	468,6
11012	1218	3403,3	3943,3
11020	1209	572,2	1742,3
11030	1209	1850,2	2978,2
11040	1209	3089,3	4268,1
11050	1210	1415,5	2518,6
11060	1210	2632,2	3886,6
11070	1210	4001,7	4707,2
11071	1210	5088,2	5246,2
11072	1210	5952,2	6120,2
11073	1211	3298,7	3448,7
11080	1210	6244,1	7516,7
11090	1210	7640,1	8761,2
11100	1210	8872,8	10128,2
11110	1210	10255,0	11371,2
11120	1210	11482,1	12733,9
11130	1210	13250,9	14770,5
11140	1210	14879,9	16517,1
11150	1210	16608,5	18109,1
11160	1210	18207,0	19813,1
11170	1210	19915,4	21446,8
11180	1210	21547,8	21981,2
11181	1211	3919,7	5148,8
11190	1211	5257,7	6745,2
11200	1211	6859,3	8578,7
11210	1211	8687,1	10202,4
11220	1211	10308,9	11983,4
11230	1211	12506,7	13606,8
11231	1218	1795,3	2207,3
11240	1211	13714,6	15385,1
11250	1211	15489,1	16996,3
11260	1211	17104,9	18474,7
11261	1211	18751,7	19044,7
11270	1211	19156,2	20663,4
11280	1211	20772,3	22392,3
11290	1212	1679,6	2501,0
11291	1212	21499,0	22192,6
11300	1212	2612,8	4331,2
11310	1212	4454,3	5990,1
11320	1212	6111,5	7825,5
11330	1212	7934,1	9456,9
11340	1212	9573,0	11270,4
11350	1212	11384,5	12877,0

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
11360	1212	12986,7	14691,9
11370	1212	14782,0	16285,2
11380	1212	16387,3	18048,6
11390	1212	18143,2	19637,2
11400	1212	19736,8	21364,7
11410	1214	1417,2	2889,7
11420	1214	3011,4	4734,9
11430	1214	4838,4	6353,5
11440	1214	6458,4	8164,8
11450	1214	8273,1	9783,7
11460	1214	9887,8	11571,6
11470	1214	11677,0	13183,3
11480	1214	13286,7	14921,3
11490	1214	15020,5	16521,8
11500	1214	16620,4	18271,2
11510	1214	18387,8	19884,1
11520	1214	19984,2	21642,7
11530	1216	1273,3	2771,9
11540	1216	3627,3	5437,5
11550	1216	5536,4	7040,7
11560	1216	7146,6	8898,1
11570	1213	1712,9	3213,7
11580	1213	3354,0	5029,2
11590	1213	5133,7	6596,7
11600	1213	6703,9	8387,3
11610	1216	8999,7	10513,3
11620	1216	10624,5	12323,2
11630	1216	12487,6	14009,4
11640	1216	14101,2	15775,1
11650	1216	15866,3	17393,8
11660	1216	17494,2	19123,1
11670	1216	19218,2	20766,7
11680	1216	20890,3	22480,1
11690	1217	2352,8	3549,3
11691	1217	5503,7	5928,8
11700	1217	3659,5	5357,0
11710	1217	6170,8	7306,1
11711	1217	20537,1	20970,8
11720	1217	7412,9	9102,3
11730	1217	9207,0	10748,6
11740	1217	10851,3	12488,7
11750	1217	12587,5	14116,4
11760	1217	14229,0	15880,9
11770	1217	15984,1	16135,8
11771	1217	16425,8	17569,7
11772	1217	19315,8	19616,8
11780	1217	17671,7	19154,8
11781	1217	19997,8	20138,5
11790	1218	4722,7	6403,7

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
11800	1218	8124,5	9788,3
11810	1509	98452,0	114557,0
11820	1509	82639,0	96841,0
11830	1509	64818,0	81269,0
11840	1509	28533,0	45085,0
11850	1509	12805,0	27155,0
11860	1507	32779,0	48807,0
11870	1507	16496,0	31200,0
11880	1506	91835,0	107842,0
11890	1506	75690,0	90372,0
11900	1506	58440,0	74397,0
11910	1506	42457,0	57058,0
11920	1506	25068,0	41137,0
11930	1506	13820,0	23398,0
11931	1506	109739,0	115093,0
11940	1502	19052,0	33242,0
11950	1502	35482,0	52123,0
11960	1502	53632,0	68113,0
11970	1502	70125,0	86658,0
11980	1502	88434,0	102910,0
11990	1502	104643,0	120744,0
12000	1504	20074,0	29650,0
12001	1505	107368,0	112754,0
12010	1505	23518,0	39712,0
12020	1505	41361,0	56084,0
12030	1505	57434,0	73111,0
12040	1505	74511,0	89013,0
12050	1505	90411,0	106179,0
12060	1505	115590,0	124978,0
12061	1506	124761,0	130177,0
12070	1505	126214,0	136279,0
12071	1506	117804,0	123306,0
12080	1507	50934,0	65805,0
12090	1507	67510,0	83089,0
12100	1507	84530,0	99180,0
12110	1507	100733,0	116451,0
12120	1509	47804,0	62212,0
12130	1510	100749,0	115673,0
12140	1510	91263,0	99494,0
12141	1510	116939,0	124359,0
12150	1510	81849,0	90053,0
12151	1511	11071,0	17822,0
12160	1510	72387,0	80660,0
12161	1511	19064,0	26596,0
12170	1510	62996,0	71240,0
12171	1511	27799,0	34584,0
12180	1510	53358,0	61709,0
12181	1511	35817,0	43404,0
12190	1510	43938,0	52105,0
12191	1511	44630,0	51361,0

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
12200	1508	43556,0	52073,0
12201	1511	62260,0	68956,0
12210	1508	26961,0	42091,0
12220	1508	10429,0	25674,0
12231	1504	32593,0	48379,0
12240	1503	46655,0	59895,0
12241	1504	120075,0	130656,0
12242	1505	15315,0	20917,0
12250	1503	61795,0	69523,0
12251	1504	68928,0	99003,0
12260	1504	52682,0	67609,0
12261	1504	101477,0	118695,0
12270	1510	27710,0	42474,0
12271	1511	87220,0	102041,0
12280	1510	10712,0	26372,0
12281	1511	70451,0	86268,0
12290	1511	52796,0	60243,0
12291	1514	10279,0	17352,0
12292	1515	11725,0	29616,0
12300	1511	102821,0	118497,0
12301	1512	12310,0	28406,0
12310	1512	29610,0	45299,0
12311	1513	11169,0	15515,0
12312	1513	16838,0	24845,0
12313	1517	135408,0	136853,0
12320	1512	46734,0	64346,0
12321	1513	26220,0	41335,0
12330	1512	65595,0	81289,0
12331	1514	18244,0	31737,0
12340	1512	82501,0	100121,0
12341	1514	32957,0	47654,0
12350	1512	102270,0	117873,0
12351	1514	48474,0	62009,0
12360	1513	42751,0	58353,0
12361	1514	63247,0	79091,0
12370	1513	59519,0	73870,0
12371	1514	79936,0	94819,0
12380	1513	75009,0	90800,0
12381	1514	95910,0	108614,0
12382	1514	135428,0	138298,0
12390	1513	91963,0	106444,0
12391	1514	109530,0	121853,0
12392	1515	115542,0	118354,0
12400	1514	122941,0	134237,0
12401	1516	57972,0	77655,0
12410	1515	100049,0	111644,0
12411	1516	40705,0	45115,0
12412	1517	117505,0	127803,0
12413	1517	84853,0	87504,0
12420	1515	80228,0	96405,0

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
12421	1516	32817,0	37253,0
12422	1517	47573,0	50601,0
12423	1517	107946,0	116719,0
12430	1515	64918,0	79002,0
12431	1516	27283,0	31667,0
12432	1517	52020,0	54679,0
12433	1517	98692,0	106704,0
12440	1515	47299,0	63585,0
12441	1516	18423,0	22930,0
12442	1517	23792,0	35275,0
12450	944	183687,0	197605,0
12451	946	90674,0	107984,0
12460	944	168929,0	182016,0
12461	946	83863,0	89061,0
12462	946	109312,0	119127,0
12470	944	153713,0	167506,0
12471	946	76394,0	82420,0
12472	946	120917,0	132254,0
12480	944	138352,0	151374,0
12481	946	69425,0	74768,0
12482	946	133472,0	143438,0
12490	944	122957,0	136884,0
12491	946	61743,0	67656,0
12492	947	14906,0	25814,0
12500	944	108376,0	121309,0
12501	946	53859,0	60332,0
12502	947	27207,0	35726,0
12510	944	88894,0	106975,0
12511	946	45086,0	52461,0
12512	947	40171,0	45682,0
12520	944	70880,0	87409,0
12521	946	36870,0	43574,0
12522	947	47151,0	52039,0
12530	944	50781,0	69488,0
12531	946	24764,0	33590,0
12532	947	58195,0	62321,0
12540	944	33051,0	49634,0
12541	946	11519,0	23241,0
12550	943	179768,0	194623,0
12551	944	15808,0	31631,0
12560	943	151285,0	178338,0
12570	943	120045,0	149903,0
12580	943	91114,0	118240,0
12590	943	59411,0	90057,0
12600	943	30670,0	57968,0
12610	942	180847,0	196041,0
12611	943	13865,0	29187,0
12620	942	151733,0	179239,0
12630	942	120882,0	150441,0
12640	942	92455,0	119569,0

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
12650	942	60923,0	90974,0
12660	942	31873,0	59508,0
12670	912	167184,0	178750,0
12671	913	19447,0	36582,0
12680	912	137676,0	165848,0
12690	941	190931,0	207999,0
12691	942	15314,0	30439,0
12700	941	160328,0	189535,0
12710	941	126506,0	159087,0
12720	941	95627,0	124833,0
12730	941	61551,0	94201,0
12740	941	31700,0	60041,0
12750	939	187655,0	203336,0
12751	941	15016,0	30335,0
12760	939	158569,0	186159,0
12770	939	126400,0	157320,0
12780	939	96970,0	125054,0
12790	939	64634,0	95399,0
12800	939	35160,0	62997,0
12810	938	216487,0	231959,0
12811	939	12899,0	27772,0
12820	938	187173,0	215342,0
12830	938	155368,0	185895,0
12840	938	126128,0	153976,0
12850	938	92274,0	124480,0
12860	938	62503,0	90734,0
12870	936	192141,0	220564,0
12880	936	159812,0	190749,0
12890	936	130261,0	158335,0
12900	936	45515,0	66761,0
12901	936	221993,0	232101,0
12910	936	68257,0	96791,0
12920	936	98307,0	128681,0
12930	926	131683,0	147773,0
12931	930	11992,0	24914,0
12940	926	102367,0	130673,0
12950	926	71753,0	101453,0
12960	925	116016,0	130783,0
12961	926	14661,0	21897,0
12962	926	53851,0	61792,0
12970	925	92154,0	113817,0
12971	926	62904,0	70668,0
12980	924	128910,0	147488,0
12981	925	80222,0	91002,0
12990	924	98402,0	127719,0
13000	924	60402,0	68180,0
13001	924	75746,0	97373,0
13010	924	29940,0	59290,0
13020	923	85059,0	112489,0
13021	924	27018,0	28724,0

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
13030	911	133037,0	161781,0
13040	911	163068,0	173557,0
13041	915	15582,0	33636,0
13050	923	60427,0	84080,0
13051	923	114659,0	118439,0
13052	924	24239,0	25906,0
13060	923	31093,0	38955,0
13061	923	42105,0	58130,0
13062	924	17534,0	23089,0
13070	922	101800,0	116355,0
13071	923	15592,0	29975,0
13080	922	71040,0	100743,0
13090	922	48185,0	57732,0
13091	922	62124,0	69891,0
13092	924	72371,0	73924,0
13093	938	15781,0	28112,0
13100	926	23408,0	52332,0
13110	930	27140,0	58527,0
13120	921	154004,0	181763,0
13130	921	124038,0	152398,0
13140	912	125329,0	131007,0
13141	913	106642,0	129346,0
13150	921	93762,0	121669,0
13160	921	63661,0	92173,0
13170	921	33942,0	62171,0
13180	918	121607,0	132406,0
13181	921	14133,0	32358,0
13190	918	97412,0	119738,0
13191	919	47865,0	54055,0
13200	918	73680,0	96172,0
13201	919	39545,0	46094,0
13210	918	49907,0	72180,0
13211	919	31422,0	37661,0
13220	914	145040,0	155770,0
13221	919	16910,0	29880,0
13222	920	14492,0	19923,0
13230	914	115453,0	143615,0
13240	914	85139,0	113893,0
13250	914	55647,0	83615,0
13260	914	24711,0	54139,0
13270	913	155596,0	172026,0
13271	914	11453,0	23276,0
13280	913	42631,0	71430,0
13290	912	118045,0	123263,0
13291	913	131181,0	154420,0
13300	912	103133,0	116765,0
13301	913	72488,0	87728,0
13310	912	86743,0	99794,0
13311	913	89362,0	104806,0
13320	912	56788,0	85446,0

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
13330	912	25723,0	55104,0
13340	911	27035,0	55943,0
13350	910	171288,0	181722,0
13351	911	14740,0	25586,0
13352	911	57658,0	65730,0
13360	907	149207,0	157847,0
13361	908	31375,0	53553,0
13370	907	118567,0	147690,0
13380	907	34154,0	60559,0
13390	907	63029,0	88159,0
13400	907	89584,0	116243,0
13410	908	56205,0	81848,0
13420	908	83477,0	109856,0
13430	908	111351,0	136777,0
13440	908	138124,0	164219,0
13450	908	165710,0	192614,0
13460	910	16185,0	41941,0
13470	910	150838,0	169203,0
13471	912	13840,0	20709,0
13480	910	124303,0	148993,0
13490	910	98138,0	122927,0
13500	910	71311,0	96347,0
13510	910	44141,0	69787,0
13520	911	76326,0	101134,0
13530	911	102648,0	126641,0
13531	915	101121,0	102516,0
13540	915	104248,0	116698,0
13541	915	121349,0	133575,0
13550	915	135073,0	160455,0
13560	915	162003,0	169423,0
13561	920	23989,0	34811,0
13562	925	65643,0	72323,0
13570	916	68568,0	94751,0
13580	915	66092,0	91615,0
13590	915	42704,0	63560,0
13591	915	92987,0	96894,0
13600	916	97522,0	122533,0
13610	916	123917,0	150120,0
13620	916	151489,0	169391,0
13621	918	17525,0	24665,0
13630	918	26361,0	44011,0
13631	919	60740,0	68507,0
13640	919	70405,0	90478,0
13641	920	43666,0	48299,0
13650	919	92862,0	113205,0
13651	920	36500,0	39664,0
13652	925	26278,0	27825,0
13660	919	114710,0	131068,0
13661	925	19536,0	24759,0
13662	925	30096,0	33404,0

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
13670	920	49618,0	73974,0
13680	920	75411,0	100276,0
13690	920	101757,0	126203,0
13700	920	127655,0	152251,0
13710	922	31070,0	41866,0
13711	934	59706,0	66799,0
13712	934	186680,0	194571,0
13720	925	34717,0	58326,0
13721	934	37320,0	40009,0
13730	933	41959,0	49764,0
13731	934	41645,0	58502,0
13740	906	59039,0	76069,0
13741	933	14669,0	22491,0
13750	933	24052,0	31430,0
13751	934	13980,0	28723,0
13752	934	128168,0	130900,0
13753	935	15632,0	17049,0
13760	935	19032,0	27632,0
13761	935	164093,0	180245,0
13770	935	29321,0	56199,0
13780	935	57656,0	81877,0
13790	935	83653,0	109532,0
13800	935	111049,0	135150,0
13810	935	136771,0	163176,0
13820	937	170953,0	183315,0
13821	938	39564,0	53146,0
13830	937	145390,0	169518,0
13840	937	118973,0	143777,0
13850	937	93635,0	117223,0
13860	937	38361,0	63639,0
13870	937	25202,0	36864,0
13871	937	64910,0	77381,0
13880	936	17479,0	30884,0
13881	937	79352,0	92165,0
13890	934	158465,0	184748,0
13900	934	132715,0	156996,0
13910	934	69155,0	94235,0
13920	931	166480,0	178062,0
13921	934	95722,0	108170,0
13930	931	157804,0	164651,0
13931	931	183509,0	185762,0
13932	934	109930,0	122506,0
13940	661	2496,5	4626,7
13950	661	4764,7	6976,7
13960	661	7105,0	9219,9
13970	661	9352,3	11599,1
13980	661	11777,9	13853,1
13990	661	13974,0	16221,6
14000	663	1868,6	4060,6
14010	663	4214,9	4612,3

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
14011	663	5027,4	5562,0
14012	663	5992,8	7218,2
14020	663	7397,2	9364,2
14021	663	9810,3	10090,2
14030	663	10361,5	12506,4
14040	667	2316,6	4604,8
14050	667	10709,1	12833,3
14060	667	12974,3	13593,5
14061	669	2754,8	4364,2
14070	669	4508,9	6597,0
14080	669	6754,1	8964,9
14090	669	9080,3	11175,4
14100	669	11311,6	13420,3
14110	669	13538,3	15607,9
14120	670	2317,5	4521,7
14130	670	4649,9	6829,4
14140	670	6975,2	9116,0
14150	670	9263,2	11369,8
14160	670	11542,7	13668,2
14170	670	13822,7	15912,7
14180	672	2857,6	5008,2
14190	672	5174,8	6323,9
14191	672	6440,2	6968,5
14192	672	7094,6	7303,6
14193	677	1934,3	2064,5
14194	677	3716,7	3854,2
14200	672	7537,8	8256,2
14201	672	8733,1	10218,8
14210	672	10368,5	12568,9
14220	672	13052,3	13390,9
14221	672	13494,1	15207,5
14222	677	2446,7	2575,0
14230	672	15338,3	17197,4
14231	677	4377,0	4701,0
14240	674	2476,8	4603,2
14250	674	4802,2	6925,8
14260	675	2248,2	4313,0
14270	675	4457,8	6581,2
14280	675	6795,1	8828,1
14290	675	9009,0	9922,2
14291	675	10891,2	11610,8
14292	677	2837,4	3356,6
14300	675	11780,6	13829,7
14310	675	13959,8	16069,3
14320	676	2229,2	4346,4
14330	676	4474,5	6567,5
14340	676	6782,6	7232,1
14341	676	7746,6	9424,9
14350	676	9567,3	11666,8
14360	676	11840,9	13930,5

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
14370	676	14082,0	16141,5
14380	673	13782,8	14177,4
14381	673	14679,6	16425,0
14390	673	11601,1	13675,3
14400	673	9266,1	11413,7
14410	673	6970,5	9070,2
14420	673	4588,7	6771,8
14430	673	2248,8	4411,6
14440	668	10484,1	12494,7
14450	668	7603,3	8627,9
14451	668	9166,2	10362,2
14460	668	4707,0	5632,8
14461	668	6165,0	7367,6
14470	668	2364,1	4602,3
14480	666	10770,5	12836,3
14490	666	9445,5	10632,5
14491	666	13077,3	14097,7
14500	662	14158,7	16316,1
14510	662	11818,1	14029,0
14520	662	9463,7	11664,8
14530	662	7164,2	9342,3
14540	662	4793,6	6968,4
14550	662	2482,7	4680,0
14560	660	11812,7	14038,6
14570	660	9591,0	11719,5
14580	660	7201,1	9486,0
14590	660	4948,7	7107,2
14600	660	2614,8	4858,6
14610	660	339,3	2527,0
14620	658	9111,2	11246,1
14630	658	6865,6	8998,0
14640	658	4653,6	6759,5
14650	658	2441,9	4551,0
14660	658	161,8	2295,9
14670	658	2718,6	4900,6
14680	657	14357,3	16630,8
14690	656	8940,3	11129,2
14700	656	6685,1	8837,6
14710	656	4418,0	6573,5
14720	656	2161,6	4302,9
14730	654	13521,0	15631,1
14740	654	11285,0	13403,1
14750	654	9033,9	11177,8
14760	654	6799,8	8930,5
14770	654	4550,9	6686,0
14781	654	3516,3	4444,0
14782	657	11140,6	12205,7
14783	677	5123,5	5339,3
14790	652	12353,4	14520,2
14800	652	10106,0	12247,0

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
14810	652	7819,7	9987,0
14820	652	5531,9	7713,2
14830	652	3156,7	5356,5
14840	652	837,4	3042,6
14850	650	3475,6	5679,6
14860	650	1801,9	3372,5
14861	650	5807,9	6418,5
14870	647	13016,3	15112,8
14880	647	10698,4	12907,9
14890	647	7801,4	8219,7
14891	647	8856,5	10589,3
14900	647	5432,9	7685,7
14910	647	3184,4	5320,8
14920	647	1598,3	3068,2
14921	647	15196,8	15964,7
14930	643	12542,5	14704,0
14940	643	10230,8	12410,9
14950	643	7969,2	10120,4
14960	643	5593,8	7835,9
14970	643	3274,2	5486,9
14980	641	3199,5	4481,2
14981	643	14803,1	15672,8
14990	639	1725,9	3336,7
14991	639	14903,6	15505,4
15000	639	3514,5	5646,5
15010	639	5753,5	7935,4
15020	639	8082,4	10225,0
15030	639	10330,0	12499,0
15040	639	12660,3	14805,8
15050	637	13078,6	15209,7
15060	637	10778,7	12937,6
15070	637	8514,7	10650,6
15080	637	6205,2	8400,5
15090	637	3956,4	6069,3
15101	637	15337,8	15936,1
15102	641	1449,5	1859,3
15103	641	2250,1	3043,6
15104	677	6171,1	6563,6
15110	635	17000,6	19140,6
15120	635	14741,3	16880,2
15130	635	12485,9	14631,6
15140	635	10196,0	12370,0
15150	635	7917,4	10091,5
15160	635	5585,6	7785,0
15170	633	4005,3	6123,3
15180	633	2945,3	3876,9
15181	633	15395,8	16671,4
15190	633	6246,1	8472,1
15200	633	8607,1	10719,7
15210	633	10851,7	13042,4

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
15220	633	13172,0	15276,5
15230	633	17087,6	18170,2
15231	657	12801,6	13875,1
15240	635	1375,3	3089,3
15241	635	19322,8	19803,4
15250	635	3209,1	5374,1
15260	657	8422,3	10690,3
15270	657	6139,3	8312,2
15280	657	3766,9	6045,0
15290	657	1423,0	3624,2
15300	655	13913,6	16174,1
15310	655	11536,9	13627,8
15320	655	9189,3	11442,1
15330	655	6937,0	9085,1
15340	655	4574,7	6826,2
15350	655	2276,2	4439,8
15360	653	4332,9	6587,1
15370	653	2427,7	4235,8
15371	653	6829,3	7175,7
15380	651	14179,7	16496,7
15390	651	11845,5	14075,2
15400	651	9371,2	11751,9
15410	651	6930,3	9226,2
15420	651	4318,1	6705,3
15430	651	1334,0	2908,0
15431	651	3715,7	4135,2
15432	651	16687,4	17043,7
15440	648	12750,7	15106,9
15450	648	10284,4	12635,4
15460	648	7832,9	10169,8
15470	648	5236,9	7629,6
15480	648	2778,5	5123,6
15490	648	420,4	1906,2
15491	648	2162,5	2602,0
15492	648	15334,4	15568,7
15493	651	3021,3	3327,4
15500	646	15185,7	17576,2
15510	646	12745,2	15043,6
15520	646	8262,5	9557,9
15521	646	11329,3	12421,4
15530	646	5707,5	8047,1
15540	646	3202,8	5587,1
15550	646	1204,9	3035,7
15551	646	17823,6	18302,2
15560	644	12946,8	15183,5
15570	644	10574,9	12751,4
15580	644	7691,9	7969,8
15581	644	8470,4	10461,8
15590	644	5647,6	7542,1
15591	644	15341,7	15697,8

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
15600	644	3632,8	5543,1
15610	644	1618,9	3481,6
15620	642	5050,2	6942,1
15630	642	3045,7	4900,5
15640	640	13241,3	15135,9
15650	640	10840,9	11907,1
15651	640	12374,5	13121,8
15660	640	8848,4	10722,2
15670	640	6873,9	8739,1
15680	640	4891,4	6756,4
15690	640	2327,1	2753,3
15691	640	3312,9	4765,1
15700	638	13147,1	15034,0
15710	638	11201,4	13019,4
15720	638	9247,5	11095,2
15730	638	7077,3	8917,8
15740	638	4472,4	5722,6
15741	638	6347,7	6958,9
15750	638	2536,2	4352,9
15760	634	11454,2	11996,0
15761	634	12353,7	13692,4
15770	634	9499,2	11314,9
15780	634	7535,6	9369,6
15790	634	5018,9	5414,7
15791	634	6007,6	7403,2
15800	634	3106,0	4896,6
15810	632	5022,7	6799,3
15821	632	3600,8	4747,9
15822	638	15252,2	15903,4
15830	625	9990,9	10356,1
15831	634	1449,3	2939,6
15840	625	8090,1	9868,1
15850	625	5959,1	6474,1
15851	625	6740,7	7976,0
15860	625	4016,0	5836,9
15870	625	2111,1	3884,6
15880	624	13239,0	15186,2
15890	624	11298,9	13061,9
15900	624	9211,1	11159,6
15910	624	7790,6	9078,1
15911	624	15298,8	15823,8
15920	623	8492,2	10470,2
15930	623	6450,1	8342,9
15940	623	4377,2	6308,1
15950	623	2574,7	4226,6
15951	623	10628,8	10888,5
15960	621	9832,3	11530,7
15970	621	7861,3	9717,3
15980	621	5953,5	7702,7
15990	621	3960,0	5836,4

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
16000	621	3315,9	3778,9
16001	636	11280,4	12866,1
16010	622	15201,4	16947,1
16020	622	13241,6	15078,7
16030	622	11376,9	13093,4
16040	622	9396,0	11247,7
16050	622	7473,0	9241,6
16060	622	6662,0	7347,4
16061	677	7368,7	8474,3
16071	624	6126,1	7538,4
16072	677	10337,0	10819,5
16081	624	4703,9	5993,0
16082	677	9612,7	10114,6
16091	624	3090,5	4335,2
16092	677	8673,2	9300,1
16100	622	1886,3	2175,7
16102	624	1639,2	2929,8
16103	636	13307,2	13590,1
16110	621	2480,9	2773,9
16111	621	11781,7	12161,9
16112	621	12733,9	13893,8
16120	620	7874,9	8710,4
16121	623	11366,6	11942,8
16122	636	10517,0	11069,7
16130	620	5390,0	6787,9
16132	636	9692,5	10167,2
16140	620	3953,9	5237,3
16141	636	8967,7	9531,5
16150	620	1263,2	2222,9
16152	623	12047,8	12576,6
16153	636	7841,6	8324,4
16160	619	13510,0	15292,3
16170	619	11952,8	13390,9
16171	636	13818,7	14253,2
16180	619	9673,9	11223,6
16181	638	16916,2	17193,6
16190	619	8218,4	9557,1
16191	638	16227,6	16742,2
16200	619	6518,6	7946,5
16201	640	15675,8	16070,4
16210	619	4895,2	6398,6
16211	642	2154,3	2545,2
16220	619	3286,2	4715,1
16221	623	1391,4	1795,4
16230	619	1713,2	3161,8
16231	638	1710,8	2076,9
16240	618	11401,5	11892,5
16241	636	5245,2	6713,7
16250	618	9298,4	11280,1
16260	618	7355,5	9152,7

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
16270	617	15197,4	16724,1
16271	621	17178,9	17423,9
16280	617	13271,0	15069,7
16290	617	11286,9	13054,8
16300	617	9279,1	11142,0
16310	617	7296,8	9091,3
16320	617	5947,5	7163,5
16321	621	16068,1	16729,9
16330	617	4610,1	5786,5
16331	621	15286,9	15890,4
16340	617	3287,5	4482,9
16341	621	17903,9	18543,9
16350	616	11909,8	13580,6
16351	618	6928,5	7189,8
16360	616	9381,0	10177,0
16361	616	10986,4	11767,2
16362	618	6043,1	6304,6
16370	616	7143,9	8805,5
16371	618	5646,5	5898,2
16381	616	5531,5	6054,1
16382	616	6299,6	6985,1
16383	616	10414,3	10554,0
16384	636	3703,1	4290,4
16390	616	2908,0	4311,5
16391	618	1921,4	2445,5
16400	616	1356,3	2756,0
16401	618	3980,0	4487,7
16410	615	15721,3	17462,9
16420	615	13747,2	15609,2
16430	615	11825,4	13572,8
16440	615	9773,3	11697,8
16450	615	7819,1	9553,9
16460	615	5734,1	7684,9
16470	615	3693,3	5448,8
16480	615	2039,1	3563,8
16481	615	17631,9	18020,2
16490	614	18423,3	20220,1
16500	614	16616,0	18064,3
16501	614	20418,1	20789,4
16510	614	12982,9	14385,5
16511	614	14804,4	15182,3
16520	612	1499,2	2990,4
16521	614	1680,9	2096,4
16530	614	2392,6	3914,1
16531	614	15507,6	15891,4
16540	611	3311,6	5172,6
16550	610	17910,7	19486,4
16551	610	20120,1	20369,9
16560	610	2697,0	4662,5
16570	609	11973,6	13554,2

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
16572	611	2918,3	3157,0
16580	609	1931,5	3438,1
16581	610	20524,7	20917,1
16590	608	18654,9	20705,6
16600	608	1772,8	3481,8
16601	608	21013,9	21417,0
16610	607	18890,6	20757,3
16620	607	2594,9	4620,1
16630	606	17000,5	18532,1
16631	607	2026,5	2401,6
16640	606	539,9	2168,9
16641	607	21054,2	21420,5
16650	605	17051,2	18849,2
16660	605	2274,5	4340,3
16670	604	18742,9	20037,1
16671	605	1575,3	2051,8
16680	604	1389,5	2601,3
16681	604	3130,1	3581,7
16682	605	19033,4	19429,3
16690	603	12705,5	14522,4
16700	603	1718,0	3671,0
16710	614	11111,5	11819,9
16720	614	10221,9	10978,8
16730	614	9375,1	10090,0
16740	614	8495,1	9252,4
16750	614	7650,0	8365,2
16760	614	6762,0	7524,2
16770	614	5923,7	6637,7
16780	614	5036,8	5801,5
16790	614	4198,9	4912,5
16800	612	4212,5	4994,1
16810	612	3273,3	4044,8
16820	611	6957,0	7710,6
16830	611	6095,5	6815,5
16840	610	16864,9	17629,6
16850	610	15988,7	16718,1
16860	610	15095,5	15862,9
16870	610	14333,1	14931,5
16871	611	5551,0	5689,6
16880	610	13293,8	14061,8
16890	610	12430,5	13162,7
16900	610	11307,4	12083,2
16910	610	10426,3	11160,7
16920	610	9524,4	10298,0
16930	610	8646,0	9384,4
16940	610	7735,2	8517,3
16950	610	6860,4	7598,5
16960	610	5942,5	6724,3
16970	610	5074,8	5818,6
16980	609	10660,2	11421,7

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
16990	609	9739,3	10515,2
17000	609	8821,8	9582,2
17010	609	7903,5	8676,6
17020	609	6999,5	7767,5
17030	609	6060,6	6830,6
17040	609	5017,9	5793,1
17050	609	4086,8	4855,6
17060	608	17131,1	17881,4
17070	608	16095,3	16939,3
17080	608	15054,8	15809,5
17090	608	14078,1	14913,0
17100	608	13168,5	13926,9
17110	608	12148,9	12976,1
17120	608	11193,3	11965,6
17130	608	10215,5	11030,9
17140	608	9176,0	9962,5
17150	608	8215,5	9029,4
17160	608	7322,2	8068,4
17170	608	6438,6	7204,2
17180	608	5553,6	6305,3
17190	608	4655,0	5414,2
17200	607	17504,3	18263,9
17210	607	16631,5	17384,2
17220	607	15717,6	16484,1
17230	607	14840,0	15591,3
17240	607	13932,3	14694,0
17250	607	13034,1	13784,4
17260	607	12107,9	12868,1
17270	607	11208,2	11950,9
17280	607	10330,1	11079,3
17290	607	9342,5	9950,0
17291	608	4142,1	4286,8
17300	607	8258,1	9016,2
17310	607	7142,0	7891,1
17320	607	6181,9	6968,8
17330	607	5258,1	5994,7
17340	606	15640,7	16443,0
17350	606	14733,7	15502,6
17360	606	13751,8	14569,0
17370	606	12760,5	13529,3
17380	606	11779,8	12597,3
17390	606	10800,0	11573,0
17400	606	9844,2	10662,9
17410	606	8915,9	9693,7
17420	606	7942,8	8764,2
17430	606	6973,0	7743,4
17440	606	5993,0	6812,4
17450	606	5000,8	5769,4
17460	606	3954,2	4778,2
17470	606	3011,9	3777,9

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
17480	605	15617,5	16415,3
17490	605	14751,6	15462,3
17500	605	13800,5	14607,9
17510	605	12940,0	13654,5
17520	605	11966,9	12782,9
17530	605	11080,0	11798,0
17540	605	10090,6	10908,3
17550	605	9203,0	9917,5
17560	605	8233,9	9041,0
17570	605	7304,7	8013,4
17580	605	6277,6	7108,7
17590	605	5390,2	6095,9
17600	604	17124,0	17913,6
17610	604	16246,7	16966,6
17620	604	15286,8	16083,0
17630	604	14407,6	15122,2
17640	604	13419,4	14225,5
17650	604	12521,2	13239,2
17660	604	11510,8	12330,2
17670	604	10621,9	11343,1
17680	604	9649,9	10466,8
17690	604	8590,5	9312,4
17700	604	7599,6	8423,6
17710	604	6671,3	7389,7
17720	604	5658,3	6492,0
17730	604	4765,2	5488,7
17740	603	11191,4	11944,0
17750	603	10237,7	10989,1
17760	603	9284,4	10062,2
17770	603	8334,4	9082,5
17780	603	7381,5	8167,6
17790	603	6459,0	7219,6
17800	603	5522,9	6310,9
17810	603	4606,8	5360,3
19010	667	4863,7	7578,6
19015	930	66561,0	77202,0
19020	667	7943,2	10379,4
19025	930	79343,0	91374,0
19030	665	9447,8	12290,0
19035	930	93486,0	103966,0
19040	665	6830,6	9203,5
19045	930	106355,0	118120,0
19050	665	3825,7	6579,2
19055	930	120314,0	130588,0
19060	665	1209,4	3595,3
19065	930	132789,0	144736,0
19070	666	2532,8	4252,4
19075	930	146663,0	156867,0
19080	666	4713,7	6659,7
19085	930	159127,0	170969,0

Linha	Vôo	Fiducial Início	Fiducial Final
19090	666	6950,5	8659,0
19095	930	172964,0	183323,0
19100	664	9532,7	11288,0
19105	930	185602,0	197358,0
19110	664	11547,0	13473,9
19115	930	199223,0	209599,0
19120	664	13673,7	15384,6
19125	931	17942,0	35650,0
19130	664	15660,5	17547,9
19135	931	38101,0	57932,0
19140	664	6541,7	8487,0
19145	931	60086,0	77979,0
19150	664	5162,0	6200,4
19155	931	83938,0	106629,0
19160	664	3707,5	4824,6
19165	931	109182,0	129827,0
19170	664	1880,0	2978,1
19175	931	132033,0	154433,0
19185	932	19718,0	36213,0
19186	932	90578,0	98073,0
19195	932	45579,0	70857,0
19205	932	73068,0	87382,0
19206	932	114967,0	124176,0
19215	932	102986,0	112840,0
19216	932	135295,0	148243,0
19225	916	41767,0	65167,0
19235	916	17187,0	39604,0