



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

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

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL (PGB)

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RORAIMA

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

VOLUME I

TEXTO TÉCNICO

2010

PROSPECTORS AEROLEVANTAMENTOS E SISTEMAS LTDA.



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

CASA CIVIL

Dilma Roussef
Ministra-Chefe

GABINETE DE SEGURANÇA INSTITUCIONAL - GSI

Jorge Armando Félix
Ministro

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME

Edison Lobão
Ministro

Cláudio Scliar
Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

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

Rogério Guedes Soares
Diretor-Geral

Bruno Morelli Faria
Diretor de Administração e Finanças

Wougran Soares Galvão
Diretor de Produtos

Cristiano da Cunha Duarte
Diretor Técnico

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

Agamenon Sérgio Lucas Dantas
Diretor-Presidente

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

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

José Ribeiro Mendes
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial - DHT

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

Inácio de Medeiros Delgado
Departamento de Geologia - DEGEO

Maria Laura Vereza de Azevedo
Divisão de Geofísica – DIGEOF

Ludwig Zellner
Assistente - DIGEOF

João Batista Freitas de Andrade
Coordenador – DIGEOF

SUPERINTENDÊNCIA DE MANAUS

Marco Antônio de Oliveira
Superintendente

Marcelo Esteves Almeida
Gerência de Geologia e Recursos Minerais

FISCALIZAÇÃO DA AQUISIÇÃO DE DADOS

Ludwig Zellner
Bruno Menchio Faria

REVISÃO E COMPATIBILIZAÇÃO GERAL DOS RESULTADOS OBTIDOS

Alexandre Lisboa Lago
Paulo Marques Abreu

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

O desenvolvimento deste produto abrangeu uma área de 36.318 km² no Estado de Roraima. Os trabalhos nesta área foram desenvolvidos através do recobrimento de 76.376 km de perfis de alta resolução e foram realizados com os métodos magnetométrico e gamaespectrométrico, com linhas de vôo e controle espaçadas de 500 m e 10.000 m, respectivamente, orientadas nas direções N-S e E-W.

MANOEL BARRETTO

DIRETOR DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

RESUMO

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

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

De acordo com o *Programa de Atividades Técnicas 2006 (PAT 2006)*, a CPRM, em 02 de Agosto de 2010, celebrou com a Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda. o contrato nº 075/PR/10 para executar os serviços de aquisição e processamento de dados aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos do *Projeto Aerogeofísico Sudeste de Roraima*, o qual localiza-se no estado de Roraima na região norte do Brasil.

Para a etapa de aquisição de dados foram utilizadas as aeronaves Piper Navajo PA31-350 de prefixo PR-PEC e Cessna Caravan C208B de prefixo PT-MED da Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda., as quais realizaram o projeto no período de 22/10/2010 a 19/01/2011 totalizando 76.376 km de perfis.

Como base de operações para a etapa de aquisição de dados foi utilizada a cidade de Boa Vista, capital de Roraima. Foram usados magnetômetros de bombeamento ótico de vapor de césio da Geometrics, modelo G822-A, 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 Guia.

Para o recobrimento do projeto foram utilizadas cerca de 460,3 horas de vôo, que resultaram no levantamento efetivo de 76.376 km de perfis aprovados pela fiscalização da CPRM em uma área de cerca de 36.318 km². O processamento de dados e a elaboração do Relatório Final foram realizados entre os meses de Janeiro a Abril de 2011.

Os produtos finais do *Projeto Aerogeofísico Sudeste de Roraima* estão sendo apresentados sob a forma de Relatório Final (4 exemplares), que consiste em texto técnico (Volume I) e Anexos (Volumes II a XIV), 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 e Tório) e das Razões eU/eTh, eU/K e eTh/K, juntamente com os mapas de Traço de Vôo.

- 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 e Tório) e das Razões eU/eTh, eU/K e eTh/K.
- Escala 1:500.000 (Folha Única): Mapas de Pseudo-Iluminação do Campo Magnético Total Reduzido do IGRF (Campo Total, Primeira Derivada Vertical e Sinal Analítico) e Radiométrico em Concentração de Elementos (Contagem Total, Potássio, Urânio e Tório, Razões eU/eTh, eU/K e eTh/K e 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 I do Relatório Final do projeto em formato PDF, todos os arquivos gravados em DVD-ROM e CD-ROM.

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

PROJETO AEROGEOFÍSCO SUDESTE DE RORAIMA

ÍNDICE DOS VOLUMES

VOLUME I TEXTO TÉCNICO E ANEXOS

VOLUME II ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- MAPA DE CONTORNO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folhas 1 a 12)

VOLUME III ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- MAPA DE CONTORNO DA 1ª. DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folhas 1 a 12)

VOLUME IV ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- MAPA DE CONTORNO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folhas 1 a 12)

VOLUME V ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL.
(Folhas 1 a 12)

VOLUME VI ANEXOS – ESCALA 1:100.00

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO.
(Folhas 1 a 12)

VOLUME VII ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO.
(Folhas 1 a 12)

VOLUME VIII ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO.
(Folhas 1 a 12)

VOLUME IX ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO.
(Folhas 1 a 12)

VOLUME X ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO.
(Folhas 1 a 12)

VOLUME XI ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO.
(Folhas 1 a 12)

VOLUME XII ANEXOS – ESCALA 1:250.000

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

VOLUME XIII.1 ANEXOS – ESCALA 1:250.000

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

VOLUME XIII.2 ANEXOS – ESCALA 1:250.000

- MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO.
(Folhas I e II)
- MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO.
(Folhas I e II)
- MAPA RADIOMÉTRICA DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO.
(Folhas I e II)

VOLUME XIV 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 DE PSEUDO-ILUMINAÇÃO 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 SUDESTE DE RORAIMA

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.....	6
2.2.4. Sistema de Aquisição de Dados	7
2.2.5. Sistema de vídeo	8
2.2.6. Altímetros.....	8
2.2.7. Sistema de Navegação e Posicionamento	8
2.2.8. Magnetômetro Terrestre.....	9
2.3. Planejamento e Mobilização	9
2.3.1. Elaboração do Plano do vôo.....	10
2.3.2. Estatísticas das Operações	11
2.3.3. Mapa do Projeto de Vôo	12
2.3.4. Testes dos Equipamentos	12
2.3.5. Cálculo da Resolução dos Cristais Detectores (<i>downward</i> e <i>upward</i>)	19
2.3.6. Calibração dos Detectores <i>Downward Looking</i>	20
2.3.7. Calibração dos Detectores <i>Upward Looking</i>	22

2.4. Compilação dos dados	22
2.5. Equipe Técnica.....	23
3. PROCESSAMENTO DE DADOS	24
3.1. Fluxo de Processamento	24
3.1.1. Preparação do Banco de Dados do Levantamento	24
3.1.2. Processamento dos Dados Magnetométricos	24
3.1.2.1. Correção do Erro de Paralaxe	24
3.1.2.2. Remoção da Variação Magnética Diurna	25
3.1.2.3. Nivelamento dos Perfis	25
3.1.2.4. Micronivelamento dos Perfis	26
3.1.2.5. Remoção do IGRF	26
3.1.3. Processamento dos Dados Gamaespectrométricos	26
3.1.3.1. Correção do Tempo Morto	26
3.1.3.2. Aplicação de Filtragem	26
3.1.3.3. Correlação do Erro de Paralaxe	27
3.1.3.4. Cálculo da Altura Efetiva (h_c) de Vôo	27
3.1.3.5. Remoção do <i>background</i> da Aeronave e Cósmico	27
3.1.3.6. Remoção do <i>Background</i> do Radônio	27
3.1.3.7. Estimativa dos Coeficientes <i>Skyshine</i> (a_1 e a_2)	29
3.1.3.8. Correção do Efeito <i>Compton</i>	29
3.1.3.9. Correção Altimétrica (Coeficiente de Atenuação Atmosférica)	30
3.1.3.10. Conversão para Concentração de Elementos	30
3.1.4. Determinação das Razões eU/eTh, eU/K e eTh/K	31
3.2. Interpolação e Contorno	32
3.3. Arquivo Final de Dados.....	32
3.4. Equipe Envolvida no Processamento dos Dados.....	32
4. CRONOGRAMA GERAL DAS OPERAÇÕES.....	34
5. PRODUTOS FINAIS.....	34

5.1. Mapas de Contorno do Campo Magnético Total, da 1ª Derivada Vertical e do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	38
5.2. Mapas Radiométricos dos Canais de Potássio, Urânio, Tório e Contagem total.....	38
5.3. Mapa Radiométrico Ternário.....	38
5.4. Mapas das Razões Radiométricas eU/eTh, eU/K e eTh/K	38
5.5. Mapa de Pseudo-Iluminação do Modelo Digital do Terreno.....	39
5.6. Mapa de Traço de Linhas de Vôo	39
5.7. Relatório Final	39
5.8. Arquivos Digitais Finais	39
5.9. Arquivos Poligonais	42
5.10. Produtos Originais.....	42
6. PARTICIPAÇÃO DA CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL	49
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

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 Altímetros

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-PEC.	3
Figura 4 – Aeronave Cessna Caravan C208B – PT-MED.	4
Figura 5 – Exemplo de Registro de Magnetômetro de Base.	9
Figura 6 – Mapa das linhas de vôo.	10
Figura 7 – Gráfico da Estatística das Operações da aeronave PR-PEC.	11
Figura 8 – Gráfico da Estatística das Operações da aeronave PT-MED.	12
Figura 9 – Movimentos de <i>Roll</i> , <i>Pitch</i> e <i>Yaw</i>	13
Figura 10 – Fluxograma do processamento de dados.	33
Figura 11 – Cronograma Geral das Operações.	34
Figura 12 – Articulação das folhas na escala 1:100.000.	36
Figura 13 – Articulação das folhas na escala 1:250.000.	37
Figura 14 – Mapa pseudo-iluminado do campo magnético total (reduzido do IGRF).	43
Figura 15 – Mapa do sinal analítico do campo magnético total (reduzido do IGRF).	44
Figura 16 – Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do canal de Contagem Total.	45
Figura 17 – Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th).	46
Figura 18 – Mapa Radiométrico da razão Tório / Potássio.	47
Figura 19 – Mapa pseudo-iluminado do Modelo Digital do Terreno.	48

ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 1 – Coordenadas Geográficas do Projeto.	3
Tabela 2 – Equipamentos Utilizados.....	5
Tabela 3 – Faixas Energéticas do Gamaespectrômetro e os Canais Correspondentes.....	6
Tabela 4 – Quilometragem Produzida e Área Levantada.	10
Tabela 5 – Estatística das Operações.	11
Tabela 6 – Divisão das Linhas por Aeronave.	12
Tabela 7 – Testes de Manobras – Aeronave PR-PEC.....	14
Tabela 8 – Testes de Manobras – Aeronave PT-MED.....	14
Tabela 9 – Testes Diários de Repetibilidade Radioativas – PR-PEC.	16
Tabela 10 – Testes Diários de Repetibilidade Radioativas – PT-MED.	17
Tabela 11 – Concentração dos Tanques de Calibração Transportáveis.....	20
Tabela 12 – Coeficientes de Espalhamento <i>Compton</i>	21
Tabela 13 – <i>Background</i> das Aeronaves e <i>Cosmic Stripping Ratios</i>	21
Tabela 14 – Constantes de Calibração do Radônio.....	28
Tabela 15 – Coeficientes de <i>Skyshine</i>	29
Tabela 16 – Coeficiente de Atenuação Atmosférica.....	30
Tabela 17 – Coeficientes de Sensibilidade.....	31
Tabela 18 – Valores Mínimos para Cálculo das Razões Radiométricas.....	31
Tabela 19 – Características da Apresentação dos Mapas Aerogeofísicos.	35
Tabela 20 – Características dos intervalos de contorno dos mapas aerogeofísicos.	35
Tabela 21 – Banco de dados <i>Geosoft</i> (GDB) – Magnetometria.....	40
Tabela 22 – Banco de dados <i>Geosoft</i> (GDB) – Gamaespectrometria.....	41
Tabela 23 – Banco de dados <i>Geosoft</i> (GDB) – Gamaespectrometria 256 canais.....	41
Tabela 24 – Arquivo de Cruzamento XYZ – Magnetometria.....	42

1. INTRODUÇÃO

A área do levantamento aerogeofísico está localizado no estado de Roraima, localizado na região norte do Brasil conforme mostra a Figura 1.

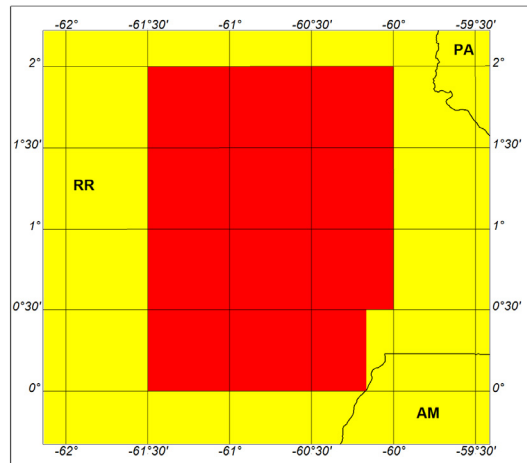


Figura 1 – Localização da Área do Projeto Aerogeofísico.

O levantamento aerogeofísico constou do recobrimento de 76.376 km de perfis aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos 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-PEC (Figura 3) e Cessna Caravan de prefixo PT-MED (Figura 4), da Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda. A aeronave PR-PEC realizou seus trabalhos durante o período de 08/11/2010 a 07/12/2010 adquirindo 21.250,67 km de linhas de vôo. A aeronave PT-MED realizou seus trabalhos durante o período de 22/10/2010 a 19/01/2011 adquirindo 55.125,33 km de linhas de vôo. Ambas as aeronaves utilizaram como base de operações a cidade de Boa Vista no estado de Roraima.

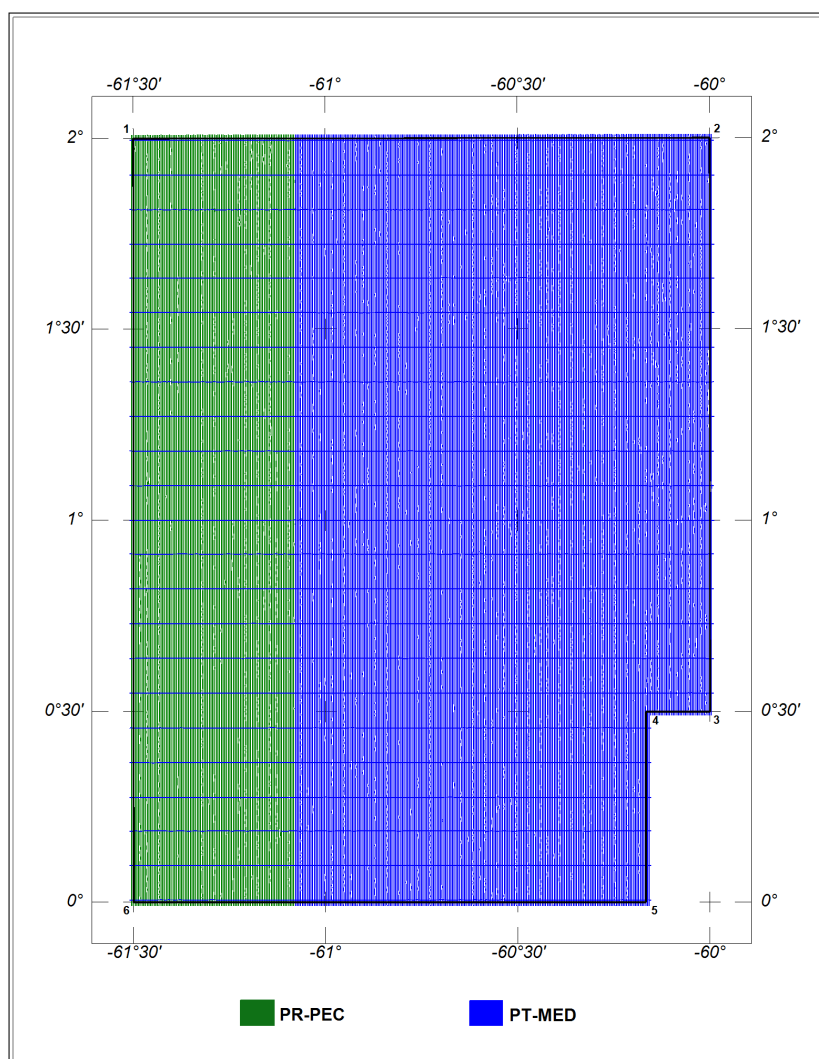


Figura 2 – Vértices do projeto e área de atuação da aeronave.

Tabela 1 – Coordenadas Geográficas do Projeto.

Vértice	Latitude	Longitude
1	02°00'	-61°30'
2	02°00'	-60°00'
3	00°30'	-60°00'
4	00°30'	-60°10'
5	00°00'	-60°10'
6	00°00'	-61°30'



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



Figura 4 – Aeronave Cessna Caravan C208B – PT-MED.

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, no aeroporto municipal.

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 na cidade do Rio de Janeiro-RJ para a aeronave PR-PEC e no aeroporto de Maricá-RJ para a aeronave PT-MED. 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 (gamaespectrômetro)
- Altura média de vôo: 100 m
- Velocidade aproximada de vôo: 270 km/h

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-PEC	PT-MED
Modelo da aeronave	Navajo PA31-350	Caravan C208B
Fabricante da aeronave	Piper	Cessna
Aeromagnetômetro	Geometrics G822A	Geometrics G822A
Gamaespectrômetro	RS-500	RS-500
Volume dos Cristais Detectores de Iodeto de Sódio	2.560 pol ³ <i>down</i> e 512 pol ³ <i>up</i>	2.560 pol ³ <i>down</i> e 512 pol ³ <i>up</i>
Sistema de navegação <i>"Real time"</i>	AG-NAV P151 GUIA <i>"Real time"</i>	AG-NAV P151 GUIA <i>"Real time"</i>
Sistema de Aquisição GPS <i>"Real time"</i>	TEEJET RX 410-P <i>"Real time"</i>	TEEJET RX 410-P <i>"Real time"</i>
Câmera de Vídeo	PANASONIC CCTV CP484	PANASONIC CCTV CP484
Radar Altímetro	<i>Free-Flight Systems</i> TRA-3000	<i>Free-Flight Systems</i> TRA-3000
Altímetro Barométrico	<i>Honeywell</i> PPT	<i>Honeywell</i> PPT
Magnetômetro Terrestre a Vapor de Césio	GEM GSM-19	GEM GSM-19
Sistema de Aquisição	RMS DAARC500 e DATA LOGGER IEI	RMS DAARC500 e DATA LOGGER IEI

2.2.1. Aeronave

O levantamento foi efetuado utilizando uma aeronave Piper Navajo PA31-350, prefixo PR-PEC e uma aeronave Cessna Caravan C208B, prefixo PT-MED. A aeronave PR-PEC é uma aeronave 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-MED é uma aeronave turbo-hélice, monomotor, de asa alta, trem de pouso fixo, equipada com motor Pratt & Whitney PT6A-114A de 675HP, opera a uma velocidade média de 270 km/h e possui autonomia de 5,5 horas.

2.2.2. Aeromagnetômetros

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

Sensor: Geometrics G822A

Resolução: 0,001 nT

Faixa: 20.000 – 95.000 nT

Montagem: Stinger

As leituras do magnetômetro são realizadas a cada 0,1 segundo, o que equivale, para a velocidade de 270 km/h da aeronave, a aproximadamente 7,5 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	115	131
Urânio	1,66	1,86	139	155
Tório	2,41	2,81	202	233
Cósmico	3,00	∞	256	-

As leituras dos gamaespectrômetros são realizadas a cada segundo, representando medições a intervalos de amostragem de aproximadamente 75 m no terreno.

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

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

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

2.2.4. Sistema de Aquisição de Dados

O computador do sistema de aquisição de dados DAARC500 é a principal unidade do sistema aeromagnético instalado a bordo das aeronaves. Todos os dados adquiridos são armazenados em *Pen Drives* conectados ao DATA LOGGER IEI, um computador de aquisição de dados digitais e analógicos que possui portas seriais, USB e *Ethernet*. As transferências dos dados para o computador de processamento são feitas através dos mesmos *Pen Drives* e para efeito de *backup* os dados são armazenados em disco óticos.

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 Vôo	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		*
1	Número de detectores <i>Down</i>	

Taxa de Amostragem (Hz)	Parâmetro	Unidade
1	Número de detectores <i>Up</i>	*
1	<i>Sample Time</i>	ms
1	<i>Live Time</i>	ms
1	Radiação cósmica	cps
1	Resolução do sistema	*
1	Contagem Total	Cps
1	Potássio	Cps
1	Urânio	Cps
1	Tório	Cps
1	Urânio <i>Up</i>	Cps
1	256 canais <i>Down</i>	Cps
1	256 canais <i>Up</i>	Cps

2.2.5. Sistema de vídeo

As aeronaves utilizam sistema de vídeo digital PANASONIC CCTV CP484. Os modelos são constituídos por câmera acoplada ao gravador digital e monitor do sistema de 8,5" disponível na cabine para visualização em tempo real. A câmera é instalada em janela especialmente projetada no piso da aeronave para permitir visibilidade do terreno.

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

2.2.6. Altímetros

A altura de vôo 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 apresenta precisão de 5 a 7% e alcance de 2500 pés. Os barômetros são transdutores de pressão que registram a temperatura e a altitude de vôo em relação ao nível do mar. O modelo de barômetro utilizado nas aeronaves foi o *Honeywell*. A precisão é de 0,005% e alcance de 1500 mBar.

2.2.7. Sistema de Navegação e Posicionamento

A navegação das aeronaves foi efetuada por sistema GPS com receptor *Teejet RX-410P*. As informações de posicionamento são enviadas ao computador de navegação AG NAV P151 GUIA, para posterior processamento, ficando disponíveis aos pilotos através de indicadores digitais e das telas dos computadores.

As coordenadas GPS (latitude/longitude) são armazenadas nos *Pen Drive* 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 foi utilizado um magnetômetro portátil, GEM, modelo GSM-19, com resolução de 0,1 nT e envoltória de ruídos em nível equivalente. As leituras do campo magnético total foram realizadas a cada 3 segundos 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, no aeroporto municipal da cidade utilizada como base para o projeto.

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

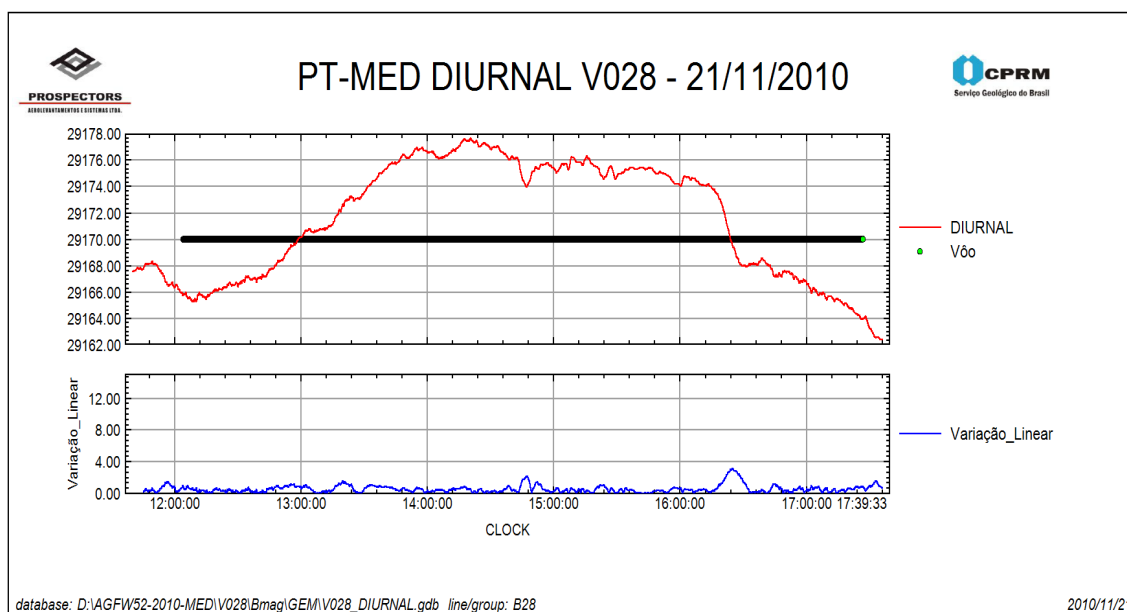


Figura 5 – Exemplo de Registro de Magnetômetro de Base.

2.3. Planejamento e Mobilização

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

- Seleção das bases de operações, instalada na cidade de Boa Vista-RR;
- Obtenção da autorização do aerolevante junto ao Ministério da Defesa;
- Preparação do plano de vôo e obtenção dos materiais necessários ao levantamento;
- Ajuste dos equipamentos às especificações contratuais;
- Realização dos testes pré-levantamento previstos contratualmente.

O levantamento recebeu do Ministério da Defesa a autorização nº 1010/10 e 1012/10 para PR-PEC e PT-MED respectivamente.

2.3.1. Elaboração do Plano do vôo

Para a cobertura completa da área relativa ao projeto, foram programadas 337 linhas de vôo e 23 linhas de controle, totalizando 76.376 km de perfis geofísicos, conforme a Tabela 4 a seguir. A Figura 6 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-PEC	10.477,01	21.250,67	-	21.250,67
PT-MED	25.840,99	51.384,38	3.740,95	55.125,33
Totais:	36.318,00	72.635,05	3.740,95	76.376,00

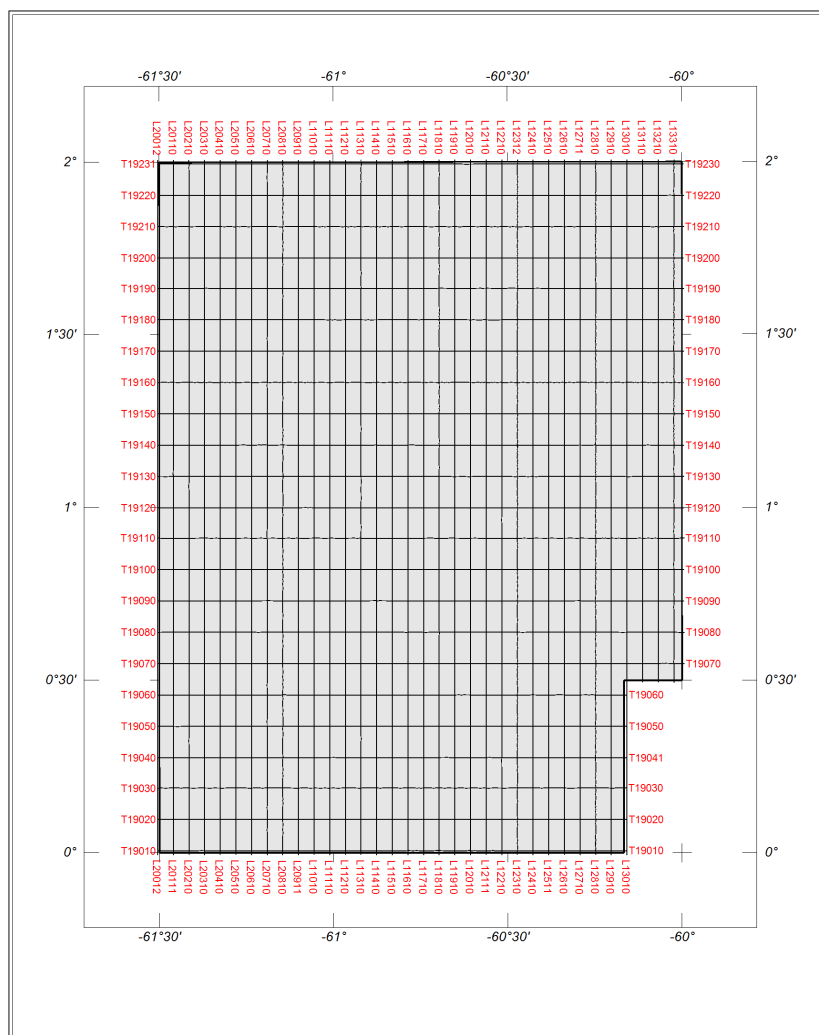


Figura 6 – Mapa das linhas de vôo.

2.3.2. Estatísticas das Operações

O projeto foi executado entre 22/10/2010 A 19/01/2011. A aeronave PR-PEC efetuou seus trabalhos entre 08/11/2010 e 07/12/2010 totalizando 37 dias e a aeronave PT-MED completou sua parte com 93 dias entre os dias 22/10/2010 e 19/01/2011. Foram gastas cerca de 460,3 horas de voo para aquisição de dados e testes. A Tabela 5 e os gráficos das Figuras 7 e 8, a seguir, mostram as estatísticas obtidas durante a fase de aquisição dos dados. Para a execução do levantamento, a aeronave PR-PEC, utilizou 135,16 horas de voo de produção e a aeronave PT-MED utilizou 316,1 horas de voo de produção.

Tabela 5 – Estatística das Operações.

Item	Indicadores do Levantamento	Aeronave			
		PR-PEC		PT-MED	
		Nº Dias	%	Nº Dias	%
1	Produção	19	51,35	58	62,37
2	Meteorologia	6	16,22	25	26,88
3	Manutenção de Aeronave	4	10,81	2	2,15
4	Tempestade Magnética	0	0	0	0
5	Falha de Equipamento	0	0	0	0
6	Testes Contratuais	2	5,40	2	2,15
7	Outros	6	16,22	6	6,45
	Total:	37*	100	93*	100

* número de dias despendido pela aeronave

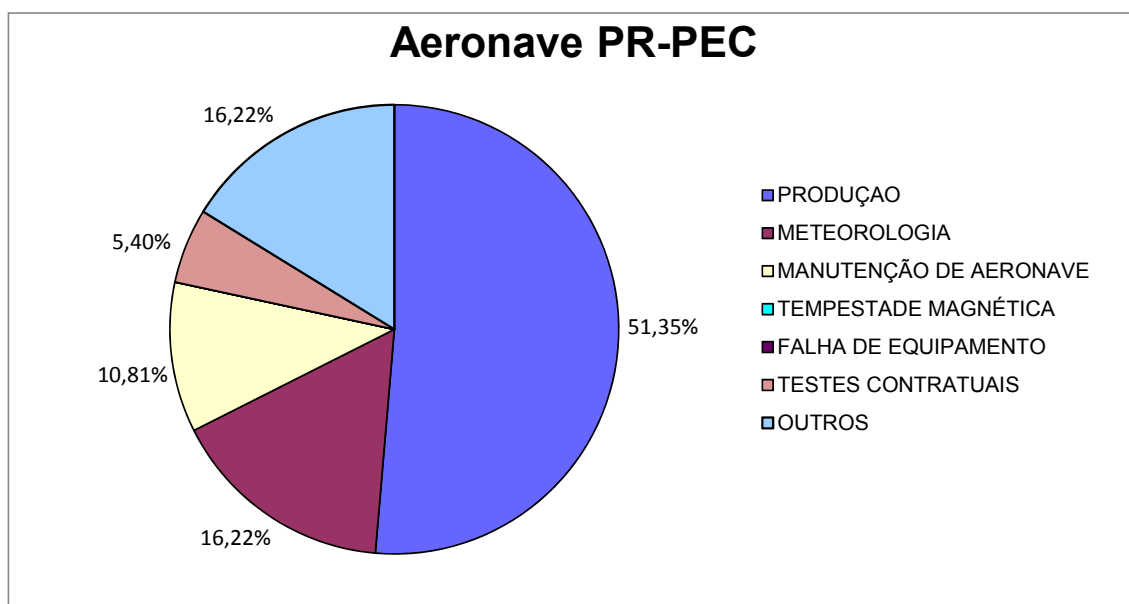


Figura 7 – Gráfico da Estatística das Operações da aeronave PR-PEC.

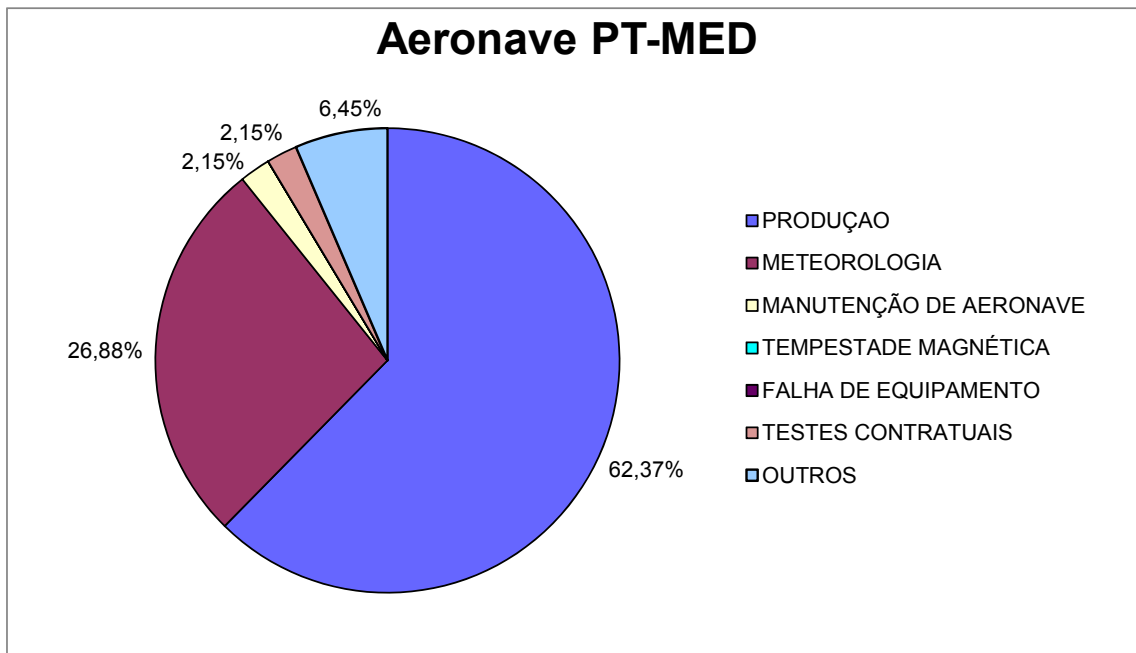


Figura 8 – Gráfico da Estatística das Operações da aeronave PT-MED.

2.3.3. Mapa do Projeto de Vôo

O mapa do projeto de vôo foi obtido analiticamente, sendo determinadas, por cálculo, as coordenadas UTM do início e fim de cada linha de vôo e de controle, considerando-se os espaçamentos de 0,5 km para as linhas de vôo e 10 km 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 por aeronave na 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-PEC	20010 – 20960	-
PT-MED	10970 – 13370	19010 – 19230

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 vôo no levantamento.

Os efeitos produzidos em cada uma das direções de vôo 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 9) são conduzidas para cada uma das direções de vôo 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.

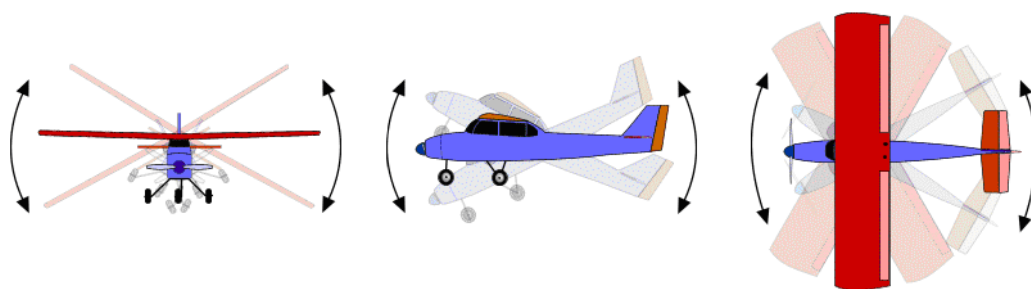


Figura 9 – Movimentos de *Roll*, *Pitch* e *Yaw*.

O sistema RMS DAARC500 possui 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 e 8 a seguir e os resultados completos podem ser consultados no Anexo II-b.

Tabela 7 – Testes de Manobras – Aeronave PR-PEC.

Data	Azimute	Roll (nT)	Pitch (nT)	Yaw (nT)	Total (nT)
07/11/2010	90°	0,06	0,08	0,09	0,23
	180°	0,15	0,12	0,07	0,34
	270°	0,06	0,06	0,04	0,16
	360°	0,06	0,06	0,06	0,18
Somatório					0,91

Tabela 8 – Testes de Manobras – Aeronave PT-MED.

Data	Azimute	Roll (nT)	Pitch (nT)	Yaw (nT)	Total (nT)
21/10/2010	90°	0,06	0,18	0,07	0,31
	180°	0,02	0,07	0,02	0,11
	270°	0,08	0,10	0,10	0,28
	360°	0,03	0,10	0,06	0,19
Somatório					0,89

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 0,40 para a aeronave PR-PEC e 0,45 para a aeronave PT-MED 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 9 e 10 para a aeronave PR-PEC e PT-MED respectivamente.

Tabela 9 – Testes Diários de Repetibilidade Radioativas – PR-PEC.

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA				
(LOW LEVEL = 100m) Base: Boa Vista-RR				
DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
08/nov/10	INÍCIO	305	37,25	35,75
	FIM		35,62	32,07
09/nov/10	INÍCIO	306	37,03	34,25
	FIM		35,96	31,70
10/nov/10	INÍCIO	307	36,08	32,10
	FIM		36,46	31,58
14/nov/10	INÍCIO	308	36,22	32,05
	FIM		35,81	31,50
15/nov/10	INÍCIO	309	35,80	32,21
	FIM		35,94	32,05
16/nov/10	INÍCIO	310	36,13	32,89
	FIM		36,05	32,38
17/nov/10	INÍCIO	311	36,13	32,68
	FIM		36,18	32,57
19/nov/10	INÍCIO	312	36,23	32,52
	FIM		36,17	32,35
20/nov/10	INÍCIO	314	36,13	32,13
	FIM		36,06	31,99
21/nov/10	INÍCIO	315	36,09	32,01
	FIM		36,05	31,89
22/nov/10	INÍCIO	316	36,20	31,99
	FIM		36,11	32,23
24/nov/10	INÍCIO	317	36,12	32,44
	FIM		36,08	32,36
25/nov/10	INÍCIO	318	36,20	32,51
	FIM		36,15	32,40
26/nov/10	INÍCIO	319	36,27	32,64
	FIM		36,30	32,59
27/nov/10	INÍCIO	320	36,24	32,63
	FIM		36,18	32,50
28/nov/10	INÍCIO	321	36,23	32,51
	FIM		36,19	32,40
29/nov/10	INÍCIO	322	36,24	32,46
	FIM		36,24	32,34
30/nov/10	INÍCIO	323	36,29	32,44
	FIM		36,30	32,38
02/dez/10	INÍCIO	324	36,36	32,45
	FIM		36,35	32,36
04/dez/10	INÍCIO	325	36,46	32,50
	FIM		36,47	32,41
05/dez/10	INÍCIO	326	36,47	32,43
	FIM		36,42	32,37
06/dez/10	INÍCIO	327	36,53	32,56
	FIM		36,57	32,57

Tabela 10 – Testes Diários de Repetibilidade Radioativas – PT-MED.

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA				
(LOW LEVEL = 100m) Base: Boa Vista-RR				
DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
22/out/10	INÍCIO	006	-	-
	FIM		-	-
23/out/10	INÍCIO	007	49,79	32,63
	FIM		46,19	29,12
24/out/10	INÍCIO	008	41,98	27,90
	FIM		39,78	28,21
26/out/10	INÍCIO	009	37,94	28,90
	FIM		36,85	28,96
27/out/10	INÍCIO	010	36,18	29,12
	FIM		-	-
29/out/10	INÍCIO	011	35,78	29,74
	FIM		35,26	29,48
30/out/10	INÍCIO	012	35,13	29,67
	FIM		34,75	29,20
31/out/10	INÍCIO	013	34,65	29,38
	FIM		34,42	29,11
01/nov/10	INÍCIO	014	34,61	29,84
	FIM		-	-
02/nov/10	INÍCIO	015	34,65	29,65
	FIM		34,59	29,00
04/nov/10	INÍCIO	016	34,61	29,27
	FIM		34,42	29,05
05/nov/10	INÍCIO	017	34,41	29,04
	FIM		34,31	28,90
06/nov/10	INÍCIO	018	34,33	29,09
	FIM		34,20	29,01
08/nov/10	INÍCIO	019	34,21	29,12
	FIM		34,10	29,07
09/nov/10	INÍCIO	020	34,13	29,36
	FIM		34,06	29,28
10/nov/10	INÍCIO	021	34,02	29,24
	FIM		34,05	29,20
14/nov/10	INÍCIO	022	33,97	29,26
	FIM		33,90	29,06
15/nov/10	INÍCIO	023	33,88	29,25
	FIM		33,73	29,11
16/nov/10	INÍCIO	024	33,65	29,23
	FIM		33,60	29,12
17/nov/10	INÍCIO	025	33,57	29,10
	FIM		33,50	29,11
20/nov/10	INÍCIO	027	33,48	29,12
	FIM		33,46	29,06
21/nov/10	INÍCIO	028	33,40	29,04
	FIM		33,33	28,99
22/nov/10	INÍCIO	029	33,28	28,91
	FIM		33,26	28,87

DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
24/nov/10	INÍCIO	030	33,25	28,89
	FIM		33,22	28,84
25/nov/10	INÍCIO	031	33,23	28,90
	FIM		33,26	28,90
26/nov/10	INÍCIO	032	33,28	28,92
	FIM		33,32	29,48
28/nov/10	INÍCIO	034	33,30	29,53
	FIM		33,30	29,46
29/nov/10	INÍCIO	035	33,26	29,50
	FIM		33,29	29,43
30/nov/10	INÍCIO	036	33,28	29,47
	FIM		33,28	29,44
02/dez/10	INÍCIO	037	33,28	29,46
	FIM		33,31	29,40
05/dez/10	INÍCIO	038	33,37	29,48
	FIM		33,38	29,46
06/dez/10	INÍCIO	039	33,44	29,57
	FIM		33,46	29,55
09/dez/10	INÍCIO	040	33,51	29,64
	FIM		33,53	29,61
10/dez/10	INÍCIO	041	33,56	29,72
	FIM		33,56	29,66
11/dez/10	INÍCIO	042	33,56	29,74
	FIM		33,59	29,71
12/dez/10	INÍCIO	043	33,62	29,74
	FIM		33,64	29,74
13/dez/10	INÍCIO	044	33,66	29,80
	FIM		33,64	29,74
14/dez/10	INÍCIO	045	33,68	29,82
	FIM		33,70	29,80
15/dez/10	INÍCIO	046	33,72	29,83
	FIM		33,74	29,84
19/dez/10	INÍCIO	047	33,75	29,90
	FIM		33,74	29,86
20/dez/10	INÍCIO	048	34,26	33,88
	FIM		34,11	30,80
23/dez/10	INÍCIO	050	33,87	30,28
	FIM		33,61	29,81
24/dez/10	INÍCIO	051	33,83	30,13
	FIM		33,87	29,64
26/dez/10	INÍCIO	052	33,80	29,86
	FIM		33,54	29,75
27/dez/10	INÍCIO	053	33,65	30,04
	FIM		33,45	29,75
28/dez/10	INÍCIO	054	33,55	29,85
	FIM		33,55	29,63
29/dez/10	INÍCIO	055	33,52	29,74
	FIM		33,45	29,48

DATA	HORÁRIO	VÔO	TÓRIO	URÂNIO
03/jan/11	INÍCIO	056	33,46	29,51
	FIM		33,40	29,62
05/jan/11	INÍCIO	057	33,42	29,60
	FIM		33,38	29,39
07/jan/11	INÍCIO	059	33,43	29,49
	FIM		33,45	29,31
09/jan/11	INÍCIO	060	33,43	29,30
	FIM		33,40	29,25
10/jan/11	INÍCIO	061	33,39	29,32
	FIM		33,37	29,22
11/jan/11	INÍCIO	062	33,37	29,21
	FIM		33,34	29,22
12/jan/11	INÍCIO	063	33,28	29,28
	FIM		33,23	29,19
13/jan/11	INÍCIO	064	33,21	29,14
	FIM		33,19	29,02
17/jan/11	INÍCIO	066	33,19	29,01
	FIM		33,23	29,03
18/jan/11	INÍCIO	067	33,28	29,12
	FIM		33,28	29,05
18/jan/11	INÍCIO	068	33,32	29,03
	FIM		33,36	29,03
19/jan/11	INÍCIO	69	33,41	29,06
	FIM		33,42	29,02

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

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

Para os atuais gamaespectrômetros auto-estabilizados, costuma-se usar o espectro do tório (^{208}Tl) para calcular a resolução dos “cristais detectores voltados para baixo” (*downward looking*), tanto para os cristais individuais (256 pol^3) quanto para os “pacotes” ou “caixas” de 1024 pol^3 cada, bem como espectro do cézio (^{137}Cs) para calcular a resolução dos “cristais detectores voltados para cima” (*upward looking*), tanto para cristais individuais (256 pol^3) quanto para o “pacote” ou “caixa” de 512 pol^3 no caso deste projeto.

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

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

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

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

O monitoramento da resolução do cristal e do tubo fotomultiplicador é o melhor procedimento para se manter o controle de qualidade e detectar qualquer tipo de deteriorização do sistema gamaespectrométrico. Os valores de resolução obtidos para os 3 pacotes de cristais detectores *downward looking* (2.560 pol³) ficaram abaixo de 7% e para os cristais detectores *upward looking* (512 pol³) ficaram abaixo de 12%, sendo, portanto estes testes aprovados. Os resultados dos testes de resolução encontram-se no Anexo I-a.

2.3.6. Calibração dos Detectores *Downward Looking*

Foram realizados testes gamaespectrométricos específicos objetivando a calibração dos sistemas detectores da aeronave. A aeronave PR-PEC foi calibrada em março de 2010 e a aeronave PT-MED foi calibrada em outubro de 2010. Essas calibrações obedeceram a duas etapas distintas.

- Calibração estática – Realizada no Aeroporto de Jacarepaguá (PR-PEC) no Rio de Janeiro e no aeroporto de Maricá-RJ (PT-MED). 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 (⁴⁰K), urânio (²³⁸U), tório (²³²Th) e *background* são empregados. As concentrações dos tanques de calibração transportáveis utilizados em Jacarepaguá, de propriedade da Lasa Prospecções S.A., e os utilizados em Maricá, de propriedade da Universidade de São Paulo – USP, estão indicadas na Tabela 11:

Tabela 11 – Concentração dos Tanques de Calibração Transportáveis.

Fonte Padrão	Tanques de Jacarepaguá			Tanques de Maricá		
	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)
<i>Background</i>	1,41 ± 0,01	0,97 ± 0,03	2,26 ± 0,10	0,70 ± 0,00	2,00 ± 0,20	8,80 ± 0,30
Potássio	8,71 ± 0,09	0,32 ± 0,02	0,74 ± 0,10	6,40 ± 0,20	0,10 ± 0,10	1,40 ± 0,20
Urânio	1,34 ± 0,02	59,9 ± 1,00	3,40 ± 0,14	0,90 ± 0,10	60,50 ± 0,60	26,50 ± 0,40
Tório	1,34 ± 0,02	2,96 ± 0,06	136,0 ± 2,10	0,80 ± 0,00	9,80 ± 0,50	142,82 ± 0,00

Para a determinação dos coeficientes de espalhamento *Compton*, a aeronave foi estacionada sobre os tanques de calibração transportáveis que foram seqüencialmente posicionados sob cada pacote detector, aí permanecendo por 10 minutos para acumulação de dados na seguinte ordem: *background*, Th, U, K e *background*. Os dados acumulados foram processados pelo programa PADWIN, fornecidos pelo fabricante dos tanques calibradores (Exploratium), 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 12. O Anexo I-b, no final deste relatório, apresenta os resultados dessas calibrações.

Tabela 12 – Coeficientes de Espalhamento *Compton*.

Aeronave	Data	α	β	γ	a	b	g
PR-PEC	08/03/2010	0,2872 ± 0,0026	0,4170 ± 0,0058	0,7819 ± 0,0084	0,0448 ± 0,0039	0,0069 ± 0,0024	0,0029 ± 0,0017
PT-MED	17/10/2010	0,2999 ± 0,0070	0,4294 ± 0,0075	0,8097 ± 0,0226	0,0695 ± 0,0061	0,0060 ± 0,0044	0,0043 ± 0,0042

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

a) Vôo Cósmico (*Cosmic Flight*)

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

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

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

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

b é a razão entre a contagem em determinada janela e a contagem no canal 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 13, 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 13 – *Background* das Aeronaves e *Cosmic Stripping Ratios*.

Canal	Coeficiente	PR-PEC (20/03/2010)	PT-MED (16/10/2010)
Contagem total	a (cps)	82,12	94,37
	B	1,1441	1,161
Potássio	a (cps)	23,36	22,73
	B	0,0644	0,062
Urânio	a (cps)	0,4716	1,741
	B	0,0512	0,052
Tório	a (cps)	0	0
	B	0,0588	0,057
U up	a (cps)	0,09	0,416
	B	0,0108	0,01

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 Radiation Solution RS-230 BGO SUPER SPEC), 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, 0,2 nT e 100 m em relação á 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 os chefes de equipe possuem um conjunto de equipamentos de processamento de dados, consistindo em:

- Microcomputadores Notebook Intel Core 2 DUO;
- Impressora Multifuncional;
- HD Externo;
- Celular.

2.5. Equipe Técnica

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

Álvaro Augusto Pereira	Chefe de equipe
Edmilson Linguanotto	
Fabiano Della Justina	
Leandro Moutinho	
Antonio Cezar da Fonseca	Supervisor de operador
Wesley Andrade	Operador de Equipamento
Bruno Almeida	
Marcelo di Santi	
Ranilson Costa	Piloto
José Hermes de Melo	
F. Samora	
J. Dalazen	
T. Baldasso	
Domingos Rodrigues	Mecânico
L. Guarasi	
E. Ramos	
Pedro Garcia	Suporte Técnico

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 vôo para formato ASCII XYZ *GEOSOFT*. A Figura 10 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 vôo, temperatura, etc.

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

t_0 = 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 0,40 segundos no PR-PEC e 0,45 segundo no PT-MED. 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 29.170,02 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 195 m, referidos ao ano de 2010 e atualizados para a data média de 07/11/2010 (2010,852).

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

3.1.3. Processamento dos Dados Gamaespectrométricos

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

3.1.3.1. Correção do Tempo Morto

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

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

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

T – temperatura do ar medida em °C,

P – pressão atmosférica em milibar.

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

3.1.3.5. Remoção do *background* da Aeronave e Cósmico

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

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

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

N – somatório das duas contribuições (em cps),

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

C – canal de radiação cósmica,

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

Os coeficientes aplicados aos dados (Tabela 13 – *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):

$$U_r = (u - a_1 U - a_2 Th) + (a_2 b_t - b_u) / (a_u - a_1 - a_2 a_t), \text{ onde:}$$

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

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

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

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

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

As contagens relativas ao urânio, tório e urânio *up* devem ser corrigidas previamente dos efeitos 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, op. Cit., p. 27).

No cálculo dos coeficientes a_{tc} , a_k , a_u e a_t (Tabela 14) 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 14 – Constantes de Calibração do Radônio.

Canal	Coefficiente	PR-PEC	PT-MED
Contagem Total	a_{tc}	14,56	15,24
Potássio	a_k	0,849	0,861
Urânio <i>up</i>	a_u	0,177	0,207
Tório	a_t	0,115	0,116

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*;

T_g – contribuição do solo na janela do tório *down*;

a_1 e a_2 – constantes de calibração requeridas.

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

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

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

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

Os valores obtidos no levantamento em pauta estão demonstrados na Tabela 15 abaixo.

Tabela 15 – Coeficientes de *Skyshine*.

Coeficiente	PR-PEC	PT-MED
a_1	0,0622	0,0699
a_2	0,0496	0,0438

3.1.3.8. Correção do Efeito *Compton*

É aplicada com objetivo principal de eliminar a influência das radiações atribuídas aos canais de mais alta energia que penetram nos canais de baixa energia, quais sejam: contribuições do tório no urânio e no potássio, assim como a contribuição do urânio no potássio. Nos sistemas de alta resolução, em uso atualmente, são também consideradas as influências de radiações de baixa energia nas janelas de energia mais alta, resultando, desta forma, nos seis coeficientes abaixo:

α – radiações de tório no urânio,

β – radiações de tório no potássio,

γ – radiações de urânio no potássio,

a – radiações de urânio no tório,

b – radiações de potássio no tório,

g – radiações de potássio no urânio.

Os valores adotados para correção do efeito *Compton* são os descritos na Tabela 12 – 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 16, 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 16 – Coeficiente de Atenuação Atmosférica.

Canal Radiométrico	μ em m^{-1}	
	PR-PEC (09/03/2010)	PT-MED (15/10/2010)
Contagem Total	-0,0069	-0,0071
Potássio	-0,0096	-0,0091
Urânio	-0,0069	-0,0072
Tório	-0,0068	-0,0070

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:

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

S corresponde à sensibilidade para cada janela,

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

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

A Tabela 17 a seguir, corresponde à sensibilidade dos detectores analisados (volume total de 42 litros e dimensões de 10 cm x 10 cm x 40 cm cada), tomando por base a altura de vôo de 100 m sobre o terreno.

Tabela 17 – Coeficientes de Sensibilidade.

Canal Radiométrico	Sensibilidade	
	PR-PEC (09/03/2010)	PT-MED (15/10/2010)
Contagem Total	145,62 cps/ μ R/h CT	225,41 cps/ μ R/h CT
Potássio	56,05 cps / %K	62,65 cps / %K
Urânio	7,03 cps / ppm eU	11,77 cps / ppm eU
Tório	2,68 cps /ppm eTh	4,36 cps /ppm eTh

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

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

K, **eU** e **eTh** correspondem às concentrações aparentes destes elementos definidas em terra, quando do levantamento da pista de calibração dinâmica. Os valores da concentração determinados para o canal de contagem total foram 18,67 μ R/h (PR-PEC) e 12,28 μ R/h (PT-MED).

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 18 a seguir, resume os valores utilizados.

Tabela 18 – Valores Mínimos para Cálculo das Razões Radiométricas.

Canal Radiométrico	Valor Mínimo
K (%)	0,03
eU (ppm)	0,21
eTh (ppm)	0,72

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 Sudeste de Roraima* esteve a cargo do economista Rodolfo Rocha Miranda.

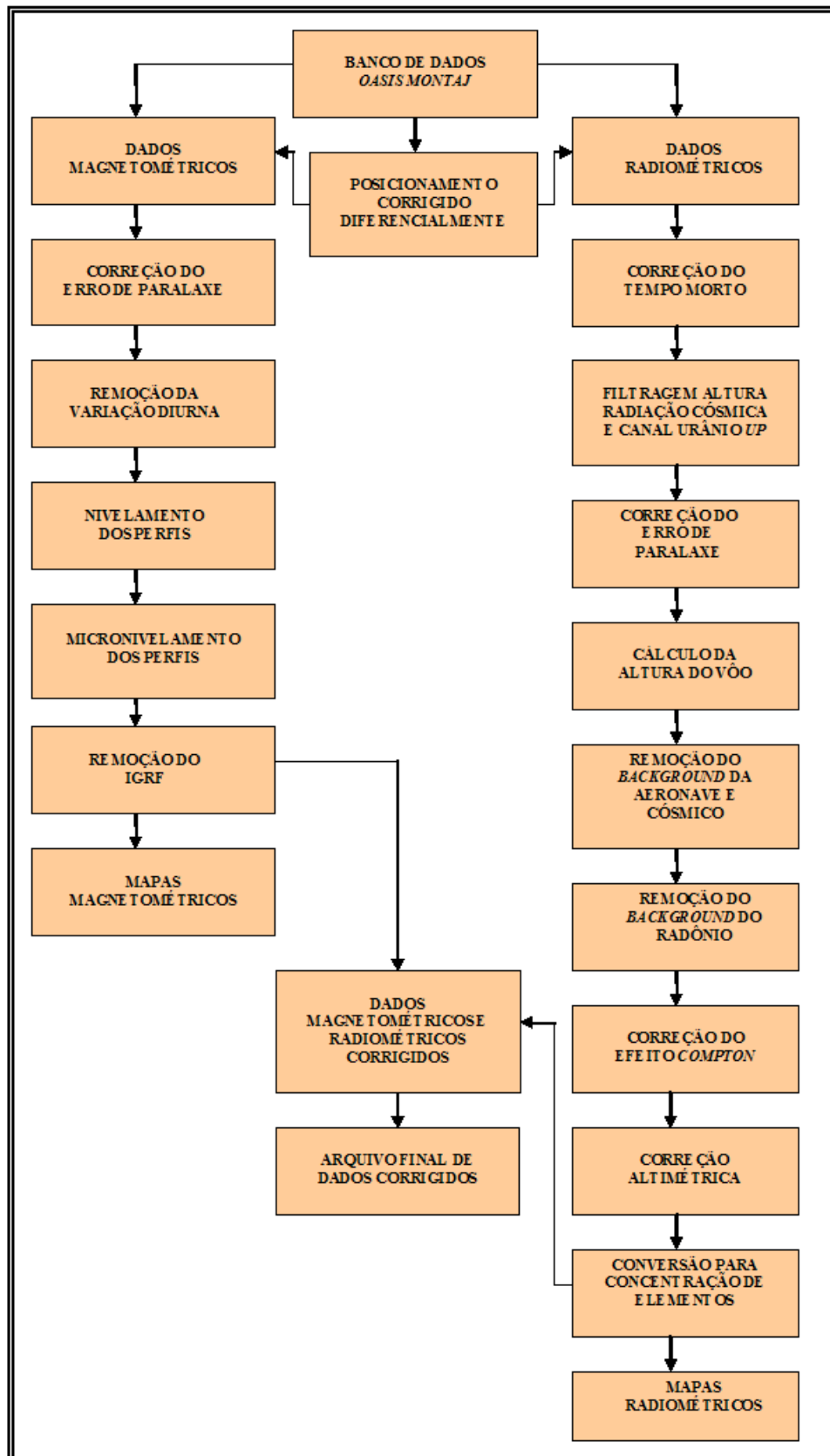


Figura 10 – Fluxograma do processamento de dados.

4. CRONOGRAMA GERAL DAS OPERAÇÕES

O levantamento do projeto foi executado no período de 22 de outubro de 2010 a 19 de janeiro de 2011. O processamento dos dados e elaboração do Relatório Final teve início após o término da fase de aquisição e foram concluídos em 15 de abril de 2011.

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

Ano	2010											2011				
	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	
Calibração Inicial																
Mobilização																
Aquisição de Dados																
Calibration Range																
Processamento e Relatório Final																

 Planejado


 Executado

Figura 11 – 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, nos formatos *GEOSOFT* e *PDF*.

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 NA.20 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 12 e 13 ilustram a articulação das folhas relativas aos mapas apresentados nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, respectivamente.

A Tabela 19 apresenta os diversos tipos de mapas apresentados e suas características:

Tabela 19 – 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 Voo (digital)	Traço de linhas de voo e Planimetria	-	-

As especificações dos intervalos de contorno utilizados constam da Tabela 20 a seguir:

Tabela 20 – Características dos intervalos de contorno dos mapas aerogeofísicos.

Tema	Padrão (1:100.000)	Padrão (1:250.000)
Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	25 e 125 nT	25 e 125 nT
1ª.Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	0,01 e 0,05 nT/m	0,01 e 0,05 nT/m
Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	0,01 e 0,05 nT/m	0,01 e 0,05 nT/m
Radiométrico de Contagem Total	1 e 5 µR/h	1 e 5 µR/h
Radiométrico de Potássio	0,1 e 0,5 %	0,1 e 0,5 %
Radiométrico de Urânio	0,5 e 2,5 ppm	0,5 e 2,5 ppm
Radiométrico de Tório	0,5 e 2,5 ppm	0,5 e 2,5 ppm
Razão Radiométrica eU/eTh	-	-
Razão Radiométrica eU/K	-	-
Razão Radiométrico eTh/K	-	-

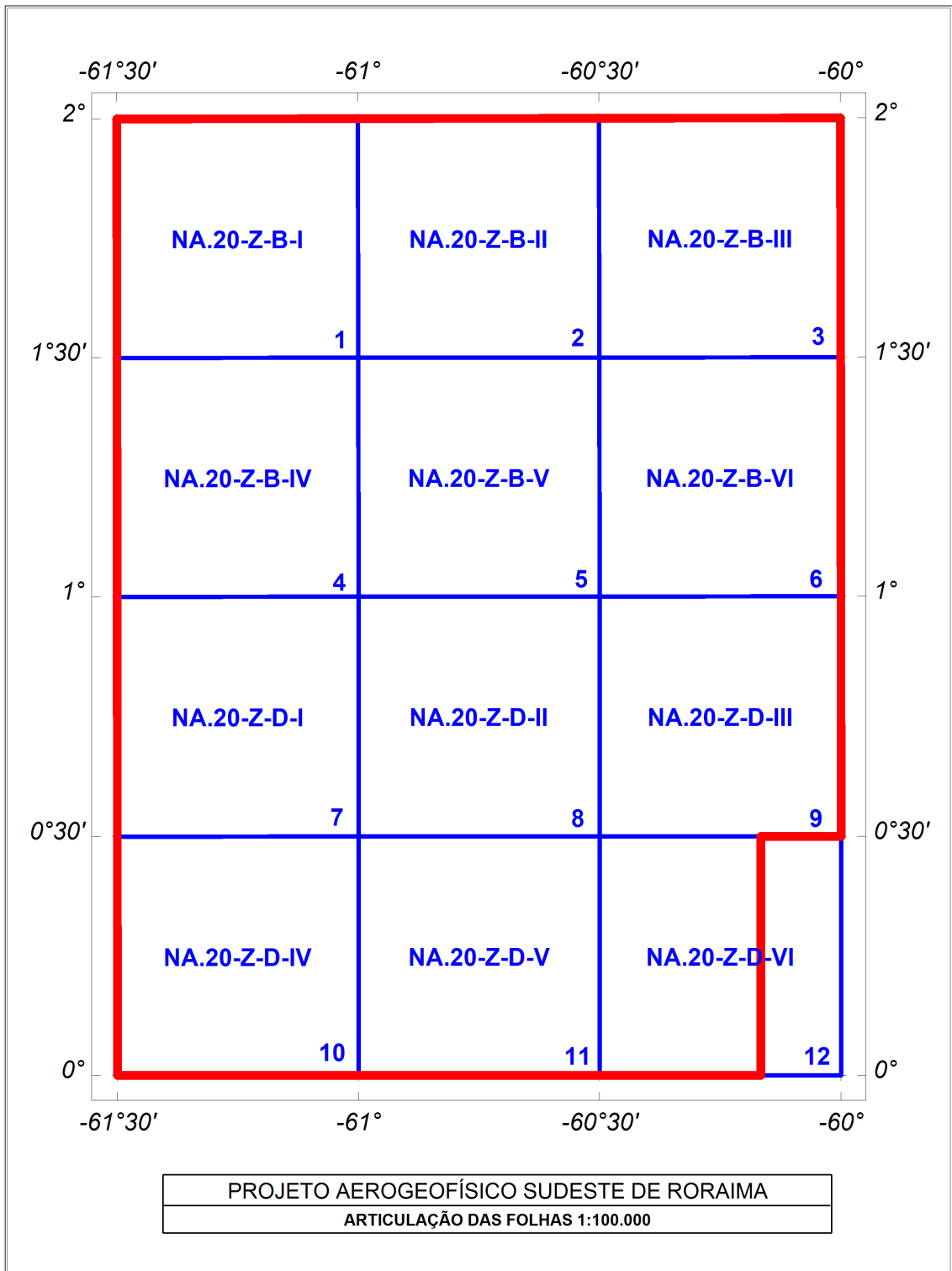


Figura 12 – Articulação das folhas na escala 1:100.000.

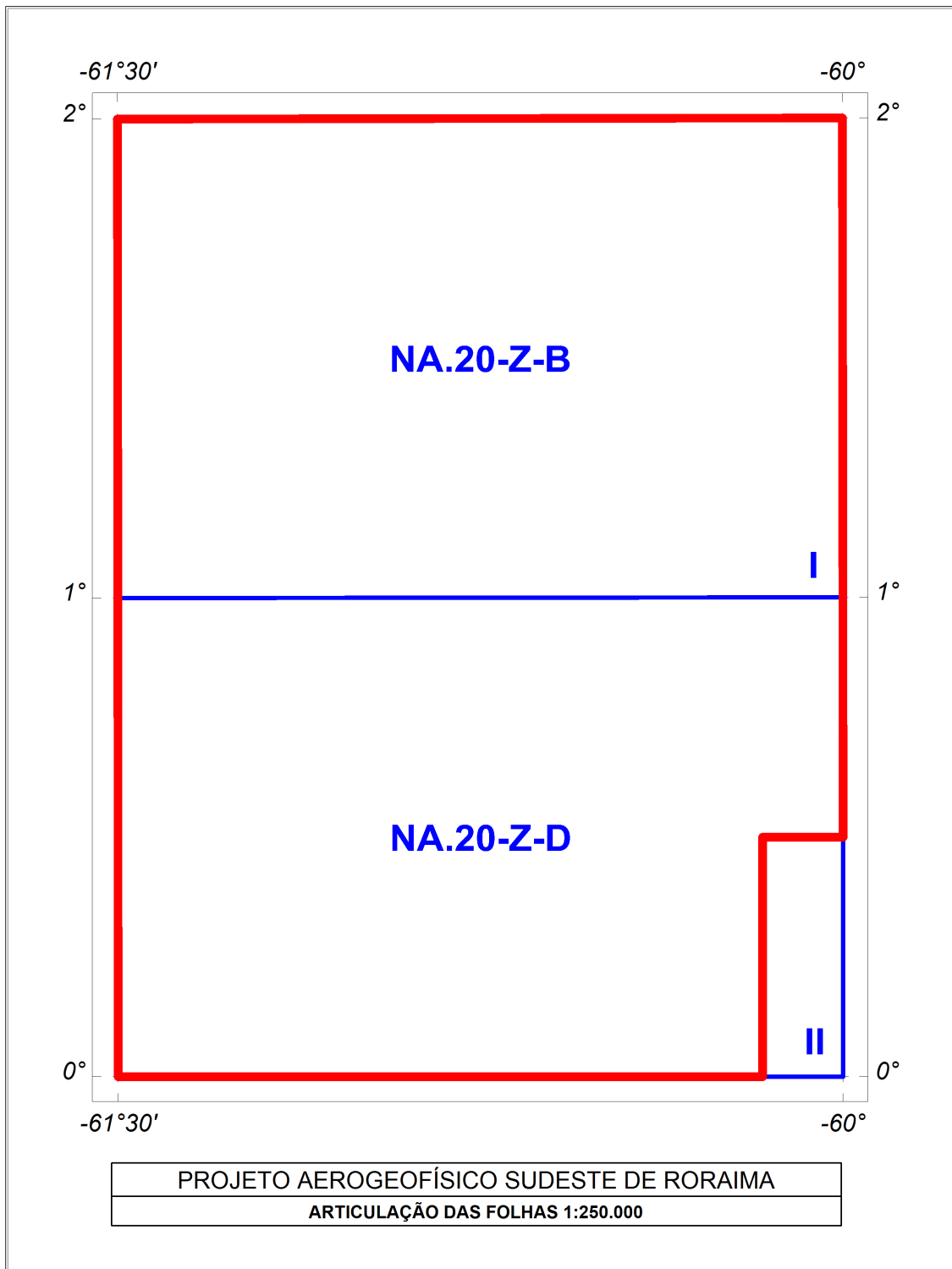


Figura 13 – Articulação das folhas na escala 1:250.000.

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

Os mapas magnetométricos, na escala 1:500.000, foram elaborados na forma de pseudo-iluminação projetada perpendicularmente às estruturas principais definidas pela Magnetometria. Nos mapas de pseudo-iluminação foram adotados o ângulo de 45° para azimute e de 45° para inclinação da fonte de iluminação aplicada.

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

A título de ilustração, os mapas magnetométricos do Campo Total e do Sinal Analítico estão sendo apresentados nas Figuras 14 e 15 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, as curvas de contorno não são apresentadas.

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

O mapa do canal radiométrico de Contagem Total, elaborado em escala reduzida para tamanho A4, está sendo apresentado na Figura 16.

5.3. Mapa Radiométrico Ternário

Mapa elaborado apenas na escala 1:500.000 (folha única), expressa a razão entre os três canais radiométricos (K, U, Th), cujas variações são indicadas por diferentes matizes de cores. As tonalidades variam entre o vermelho (100% K), verde (100% eTh) e azul (100% eU). 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 17.

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 18.

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

Este mapa, obtido através da subtração dos canais de Altura GPS e Radar Altimetro, está sendo apresentado na escala de 1:500.000 em cores e pseudo-iluminado, com inclinação da fonte de luz de 45° e direção da mesma em 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 19, 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 1:100.000 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 14 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 do geólogo Alexandre Lisboa Lago da CPRM - Serviço Geológico do Brasil.

5.8. Arquivos Digitais Finais

Os dados obtidos no processamento de dados estão sendo apresentados em 1 (um) CD-ROM e 4 (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 21, 22, 23 e 24.

Os dados digitais dos bancos de dados magnetométricos e gamaespectrométricos da *GEOSOFT* (GDB) são apresentados, respectivamente, nas Tabelas 21 e 22.

Os Arquivos de malha (*Grids*), os bancos de dados, bem como os arquivos XYZ e cruzamentos estão apresentados com as coordenadas métricas referenciada a zona UTM 20N (Meridiano Central 63° WGr). Maiores informações estão expostas no arquivo *Leiname.pdf* presente em cada mídia DVD, bem como no Anexo IV.

Os mapas foram gravados em arquivos de plotagem do tipo HPGL (*Hewlett Packard Graphics Language*), PDF (*Portable Document Format*) e *GEOSOFT MAP*. As informações planimétricas foram confeccionadas com auxílio do *software ArcGis Engine* versão 9.3.1770 (*ESRI, 2007*).

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 20010 a 20960 para a aeronave PR-PEC, e as linhas de vôo de 10970 a 13370 e as linhas de controle de 19010 a 19230 para a aeronave PT-MED. 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 21 – 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 22 – 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 23 – 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 24 – 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.

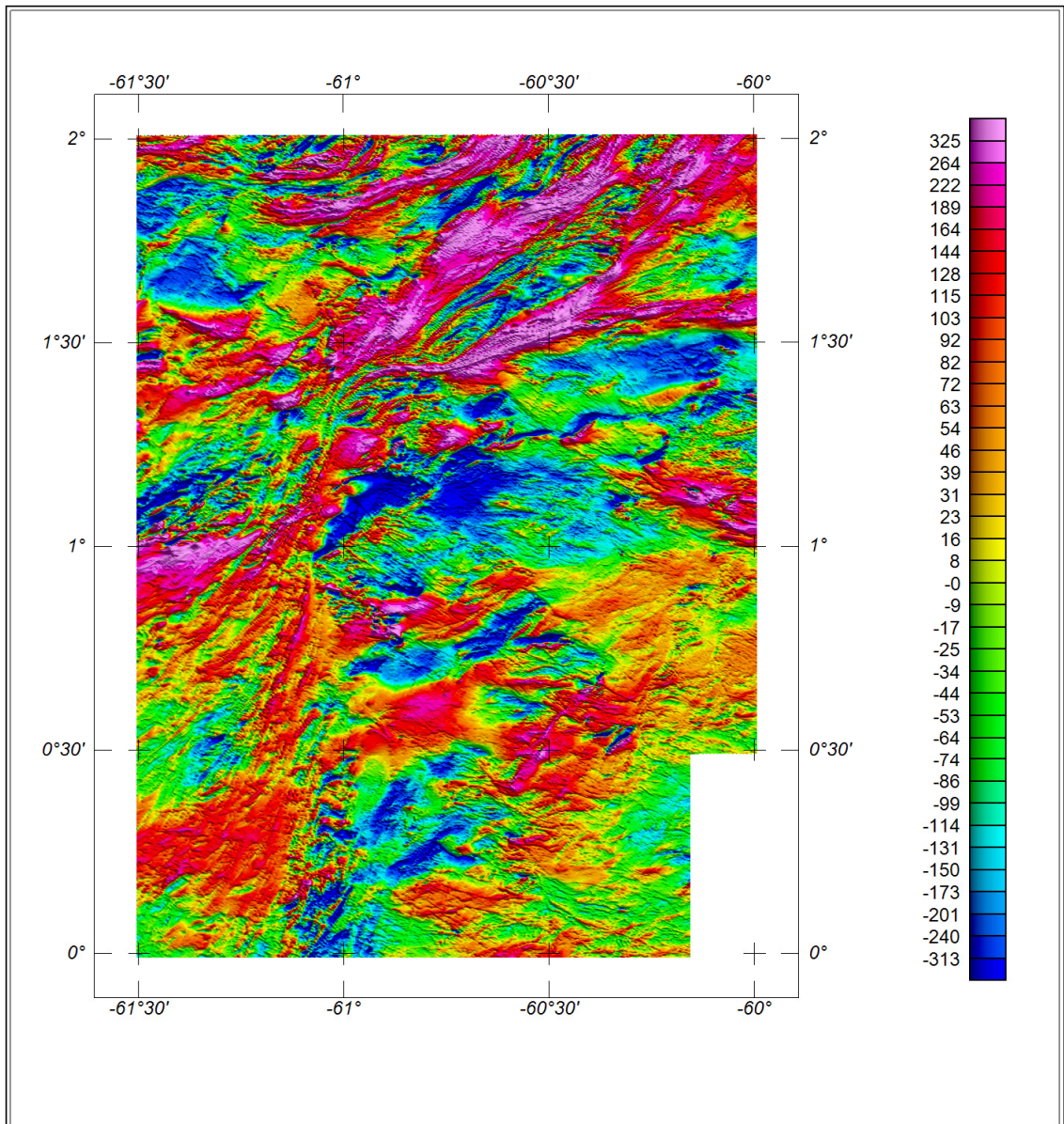


Figura 14 – Mapa pseudo-iluminado do campo magnético total (reduzido do IGRF).
(Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

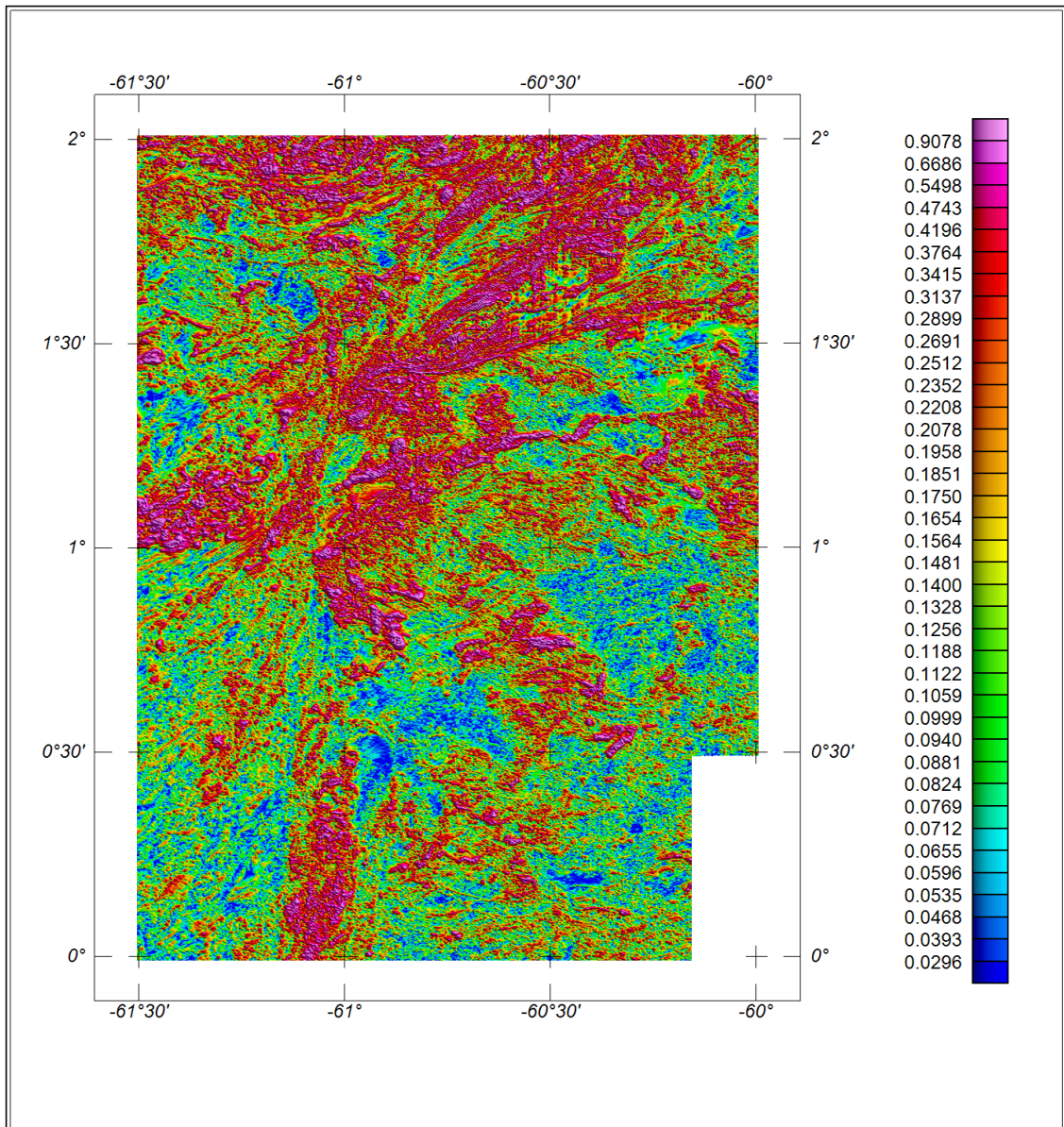


Figura 15 – Mapa do sinal analítico do campo magnético total (reduzido do IGRF).
(Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

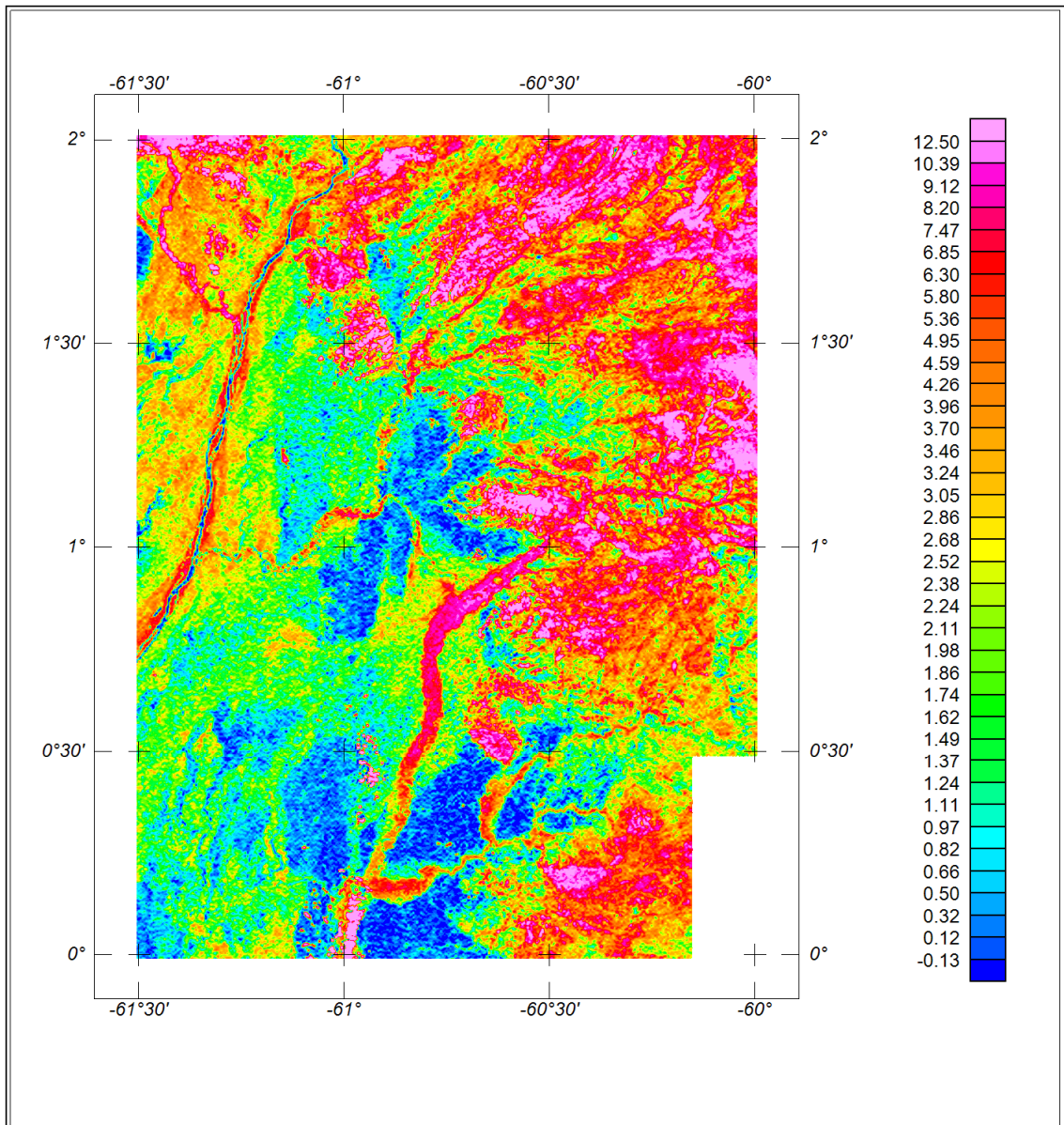


Figura 16 – Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do canal de Contagem Total.

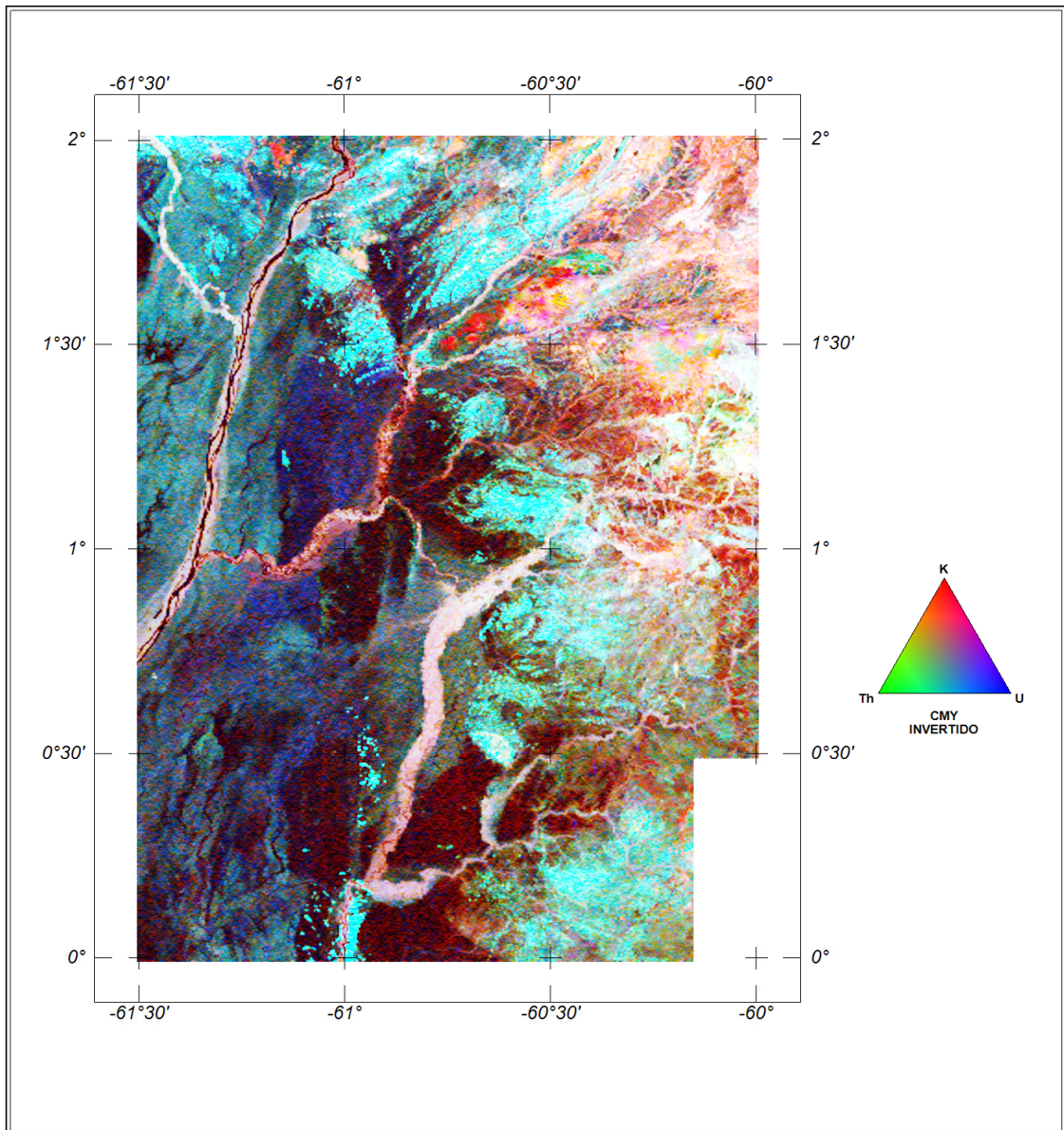


Figura 17 – Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th).

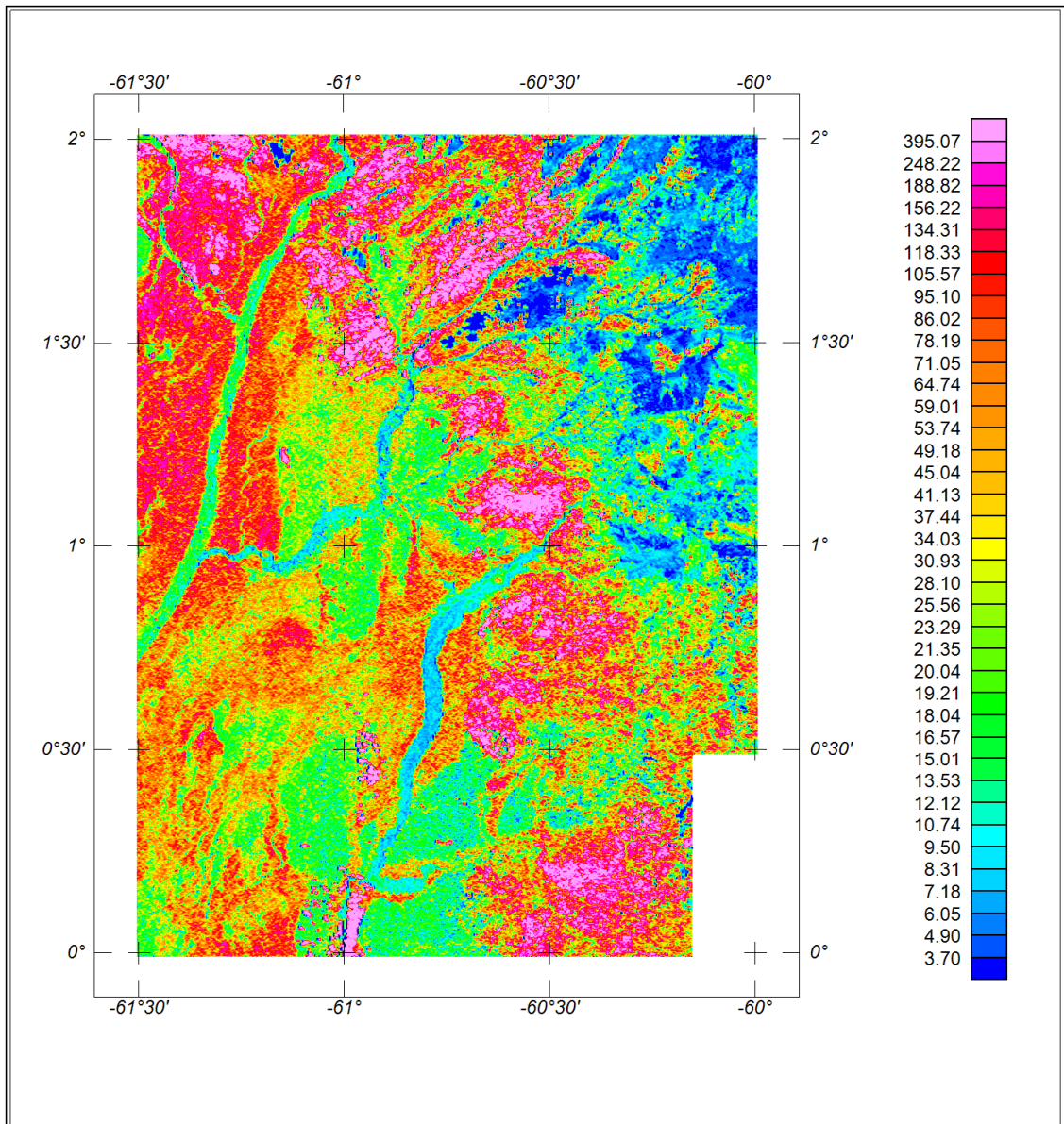


Figura 18 – Mapa Radiométrico da razão Tório / Potássio.

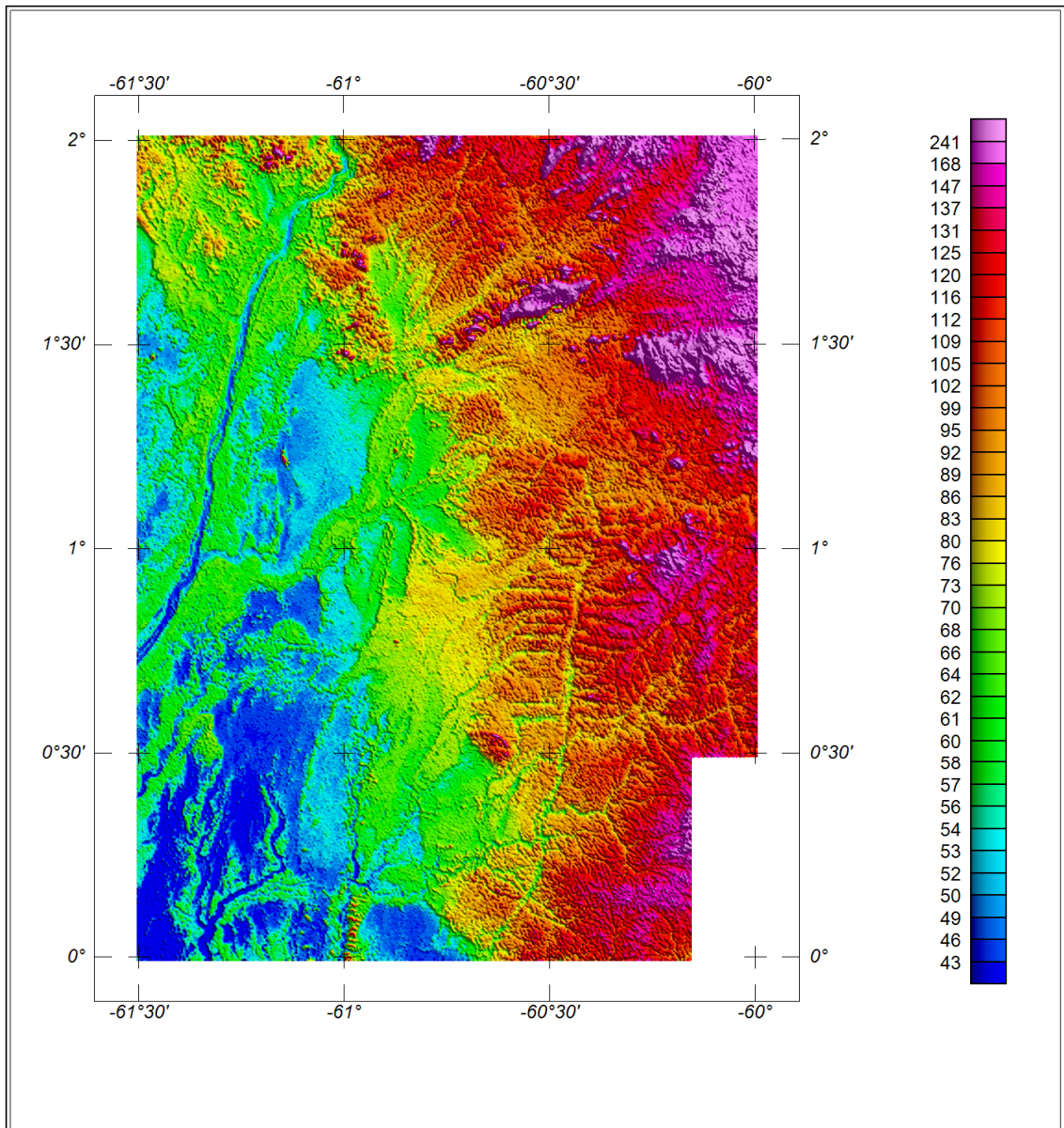


Figura 19 – Mapa pseudo-iluminado do Modelo Digital do Terreno.
(Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

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:

Miqueas Silva	Geofísico	SUREG-MA
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 9.3.1770 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*)**

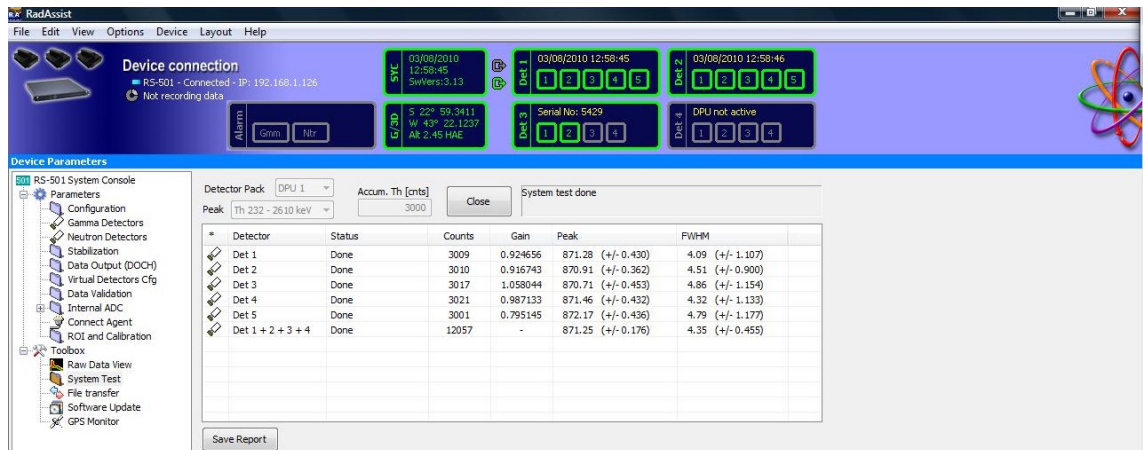
PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RORAIMA
CPRM CONTRATO N.º 075/PR/10

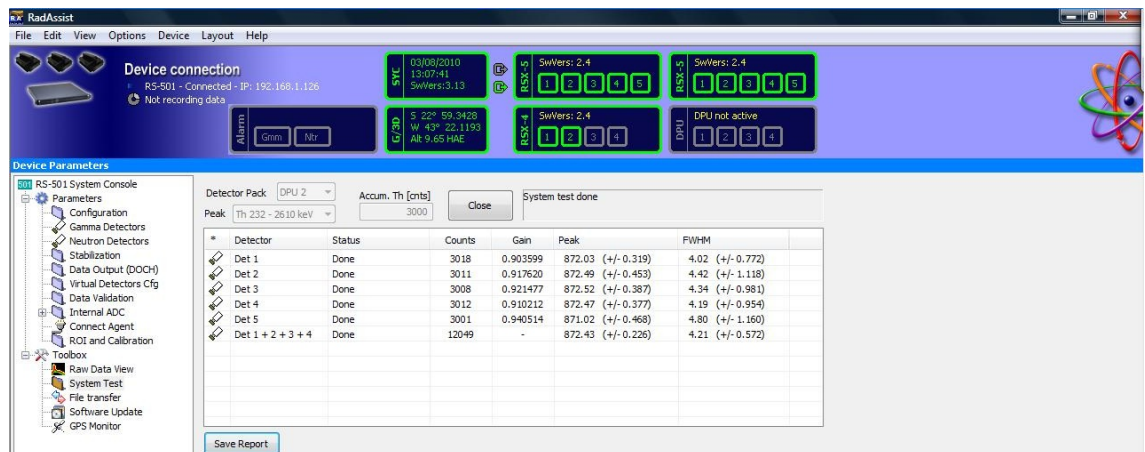
RESULTADOS DOS TESTES DA RESOLUÇÃO
DOS CRISTAIS DETECTORES
(*DOWNWARD E UPWARD*)

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-350
PR-PEC

RIO DE JANEIRO - RJ
08 DE MARÇO DE 2010



Arquivo (formato *.jpg) gravado no dia 08/03/10 no hangar em Jacarepaguá-RJ mostrando a resolução dos cristais do sistema Radiation Solutions RS-500 da aeronave PR-PEC (Caixa A).



Arquivo (formato *.jpg) gravado no dia 08/03/10 no hangar em Jacarepaguá-RJ mostrando a resolução dos cristais do sistema Radiation Solutions RS-500 da aeronave PR-PEC (Caixa B).



Arquivo (formato *.jpg) gravado no dia 08/03/10 no hangar em Jacarepaguá-RJ mostrando a resolução dos cristais do sistema Radiation Solutions RS-500 da aeronave PR-PEC (Caixa C).

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RORAIMA

CPRM CONTRATO N.º 075/PR/10

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

AERONAVE CESSNA CARAVAN C208B

PT-MED

MARICÁ - RJ
17 DE OUTUBRO DE 2010



Arquivo (formato *.jpg) gravado no dia 17/10/2010 no hangar em Maricá-RJ (Pads da USP) mostrando a resolução dos cristais do sistema Radiation Solutions RS-500 da aeronave PT-MED (Caixa A).



Arquivo (formato *.jpg) gravado no dia 17/10/2010 no hangar em Maricá-RJ (Pads da USP) mostrando a resolução dos cristais do sistema Radiation Solutions RS-500 da aeronave PT-MED (Caixa B).



Arquivo (formato *.jpg) gravado no dia 17/10/2010 no hangar em Maricá-RJ (Pads da USP) mostrando a resolução dos cristais do sistema Radiation Solutions RS-500 da aeronave PT-MED (Caixa C).

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

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RORAIMA

CPRM CONTRATO N.º 075/PR/10

RESULTADO DO TESTE DOS COEFICIENTES
DE ESPALHAMENTO *COMPTON*

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-350

PR-PEC

RIO DE JANEIRO - RJ
08 DE MARÇO DE 2010

**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	300,80	56,26	90,71
TH1	Tório	600	392,52	122,82	308,62
U1	Urânio	600	422,81	215,00	99,82
K1	Potássio	600	554,93	54,15	90,36
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	257,98	57,13	97,32
TH2	Tório	600	305,17	91,66	201,70
U2	Urânio	600	316,81	132,94	101,31
K2	Potássio	600	375,68	56,47	96,37
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	197,54	45,40	80,51
TH3	Tório	600	221,80	64,49	140,29
U3	Urânio	600	229,68	87,86	83,00
K3	Potássio	600	264,38	44,75	80,34

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 pol³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	180480	33754	54424
Tório	600	235512	73693	185169
Urânio	600	253684	128997	59890
Potássio	600	332958	32489	54215
Pacote de cristais B (1.024 pol³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	154790	34277	58389
Tório	600	183100	54994	121021
Urânio	600	190084	79767	60787
Potássio	600	225407	33880	57824
Pacote de cristais C (512 pol³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	118522	27239	48304
Tório	600	133081	38695	84174
Urânio	600	137810	52719	49800
Potássio	600	158629	26850	48205
Pacotes de cristais A, B e C (2.560 pol³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	453791	95270	161117
Tório	600	551693	167382	390364
Urânio	600	581578	261483	170477
Potássio	600	716994	93219	160244

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, 08/03/2010 - Caixa A - PR-PEC

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	180480.	33754.	54424.
K Pad	600.0	332958.	32489.	54215.
U Pad	600.0	253684.	128997.	59890.
T Pad	600.0	235512.	73693.	185169.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

3.516E+01 (4.669E-01)	2.382E+00 (5.283E-02)	6.688E-01 (1.449E-02)
7.669E-02 (6.229E-02)	3.047E+00 (6.016E-02)	4.524E-01 (8.374E-03)
3.036E-01 (8.284E-02)	1.401E-01 (1.244E-02)	1.627E+00 (2.630E-02)

INVERSE A-MATRIX:

2.853E-02 (3.806E-04)	-2.205E-02 (3.613E-04)	-5.596E-03 (1.854E-04)
7.316E-05 (6.148E-04)	3.324E-01 (6.521E-03)	-9.243E-02 (2.181E-03)
-5.330E-03 (1.460E-03)	-2.450E-02 (2.248E-03)	6.235E-01 (1.006E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 3.516E+01 (4.669E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 3.047E+00 (6.016E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.627E+00 (2.630E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 4.114E+01 (5.463E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 3.565E+00 (7.038E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.937E+00 (3.130E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2780 (.0029)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4109 (.0063)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7818 (.0092)

U INTO TH (A = A32/A22): .0460 (.0040)

K INTO TH (B = A31/A11): .0086 (.0024)

K INTO U (G = A21/A11): .0022 (.0018)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.474E+02 (1.174E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 5.217E+01 (4.078E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 8.646E+01 (5.303E-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, 08/03/2010 - Caixa B - PR-PEC

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	154790.	34277.	58389.
K Pad	600.0	225407.	33880.	57824.
U Pad	600.0	190084.	79767.	60787.
T Pad	600.0	183100.	54994.	121021.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

1.630E+01 (2.474E-01)	1.147E+00 (2.992E-02)	3.443E-01 (9.397E-03)
8.817E-02 (6.101E-02)	1.455E+00 (3.008E-02)	2.366E-01 (5.304E-03)
3.868E-02 (8.029E-02)	5.990E-02 (1.145E-02)	7.796E-01 (1.333E-02)

INVERSE A-MATRIX:

6.165E-02 (9.541E-04)	-4.809E-02 (1.028E-03)	-1.263E-02 (6.116E-04)
-3.280E-03 (2.796E-03)	6.986E-01 (1.430E-02)	-2.105E-01 (5.635E-03)
-2.806E-03 (6.398E-03)	-5.129E-02 (8.924E-03)	1.299E+00 (2.196E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.630E+01 (2.474E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.455E+00 (3.008E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 7.796E-01 (1.333E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.907E+01 (2.894E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.702E+00 (3.519E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 9.278E-01 (1.586E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .3034 (.0053)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4416 (.0103)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7885 (.0150)

U INTO TH (A = A32/A22): .0412 (.0078)

K INTO TH (B = A31/A11): .0024 (.0049)

K INTO U (G = A21/A11): .0054 (.0037)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.331E+02 (8.960E-01) COUNTS/M

U WINDOW : 5.506E+01 (3.914E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 9.544E+01 (5.130E-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, 08/03/2010 - Caixa C - PR-PEC

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	118522.	27239.	48304.
K Pad	600.0	158629.	26850.	48205.
U Pad	600.0	137810.	52719.	49800.
T Pad	600.0	133081.	38695.	84174.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

9.250E+00 (1.672E-01)	6.276E-01 (2.067E-02)	1.769E-01 (6.952E-03)
1.095E-02 (5.398E-02)	8.149E-01 (1.815E-02)	1.306E-01 (3.803E-03)
7.377E-02 (7.234E-02)	3.831E-02 (1.020E-02)	4.465E-01 (8.335E-03)

INVERSE A-MATRIX:

1.084E-01 (2.020E-03)	-8.257E-02 (2.389E-03)	-1.878E-02 (1.505E-03)
1.434E-03 (7.769E-03)	1.243E+00 (2.725E-02)	-3.643E-01 (1.180E-02)
-1.803E-02 (1.776E-02)	-9.303E-02 (2.465E-02)	2.274E+00 (4.139E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 9.250E+00 (1.672E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 8.149E-01 (1.815E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 4.465E-01 (8.335E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.082E+01 (1.956E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 9.534E-01 (2.123E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 5.313E-01 (9.919E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2926 (.0077)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .3963 (.0148)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7702 (.0223)

U INTO TH (A = A32/A22): .0470 (.0125)

K INTO TH (B = A31/A11): .0080 (.0078)

K INTO U (G = A21/A11): .0012 (.0058)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 1.835E+02 (7.466E-01) COUNTS/M

U WINDOW : 4.430E+01 (3.455E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 7.936E+01 (4.610E-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, 08/03/2010 - Caixa A+B+C - PR-PEC

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	453791.	95270.	161117.
K Pad	600.0	716994.	93219.	160244.
U Pad	600.0	581578.	261483.	170477.
T Pad	600.0	551693.	167382.	390364.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

6.071E+01 (7.943E-01)	4.157E+00 (9.049E-02)	1.190E+00 (2.471E-02)
1.758E-01 (1.055E-01)	5.317E+00 (1.043E-01)	8.196E-01 (1.468E-02)
4.161E-01 (1.428E-01)	2.383E-01 (2.130E-02)	2.854E+00 (4.580E-02)

INVERSE A-MATRIX:

1.653E-02 (2.172E-04)	-1.278E-02 (2.003E-04)	-3.223E-03 (9.939E-05)
-1.773E-04 (3.470E-04)	1.907E-01 (3.716E-03)	-5.469E-02 (1.252E-03)
-2.396E-03 (8.318E-04)	-1.406E-02 (1.258E-03)	3.555E-01 (5.696E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 6.071E+01 (7.943E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 5.317E+00 (1.043E-01) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 2.854E+00 (4.580E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 7.103E+01 (9.294E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 6.221E+00 (1.220E-01) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 3.396E+00 (5.451E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2872 (.0026)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4170 (.0058)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7819 (.0084)

U INTO TH (A = A32/A22): .0448 (.0039)

K INTO TH (B = A31/A11): .0069 (.0024)

K INTO U (G = A21/A11): .0029 (.0017)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 6.640E+02 (1.930E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 1.515E+02 (6.890E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 2.613E+02 (9.151E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RORAIMA

CPRM CONTRATO N.º 075/PR/10

RESULTADO DO TESTE DOS COEFICIENTES
DE ESPALHAMENTO *COMPTON*

AERONAVE CESSNA CARAVAN C208B

PT-MED

MARICÁ - RJ
17 DE OUTUBRO DE 2010

**Resumo das Contagens de Cada Elemento Sobre os
Tanques de Calibração Transportáveis
Aeronave PT-MED**

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento					
<u>Aeronave Cessna Caravan C208B - PT-MED</u>					
Obs.: Os valores abaixo foram corrigidos do <i>live time</i>					
Pacote de cristais A (1.024 pol³)			Elementos (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG1	<i>Background</i>	600	296,60	47,81	85,12
TH1	Tório	600	367,23	100,99	223,33
U1	Urânio	600	389,34	153,09	110,35
K1	Potássio	600	410,79	42,14	78,43
Pacote de cristais B (1.024 pol³)			Elementos (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG2	<i>Background</i>	600	289,16	49,63	85,31
TH2	Tório	600	361,55	104,52	221,95
U2	Urânio	600	381,97	152,63	110,08
K2	Potássio	600	401,32	45,61	77,84
Pacote de cristais C (512 pol³)			Elementos (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG3	<i>Background</i>	600	162,73	26,66	46,93
TH3	Tório	600	194,78	51,35	109,47
U3	Urânio	600	202,17	73,57	58,04
K3	Potássio	600	211,54	24,17	43,77

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento <u>Aeronave Cessna Caravan C208B - PT-MED</u> Obs.: Os valores abaixo foram corrigidos do <i>live time</i>				
Pacote de cristais A (1.024 pol³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	177958	28685	51069
Tório	600	220339	60594	133999
Urânio	600	233606	91852	66210
Potássio	600	246476	25284	47057
Pacote de cristais B (1.024 pol³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	173495	29775	51187
Tório	600	216928	62713	133170
Urânio	600	229180	91578	66050
Potássio	600	240795	27368	46707
Pacote de cristais C (512 pol³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	97633	15998	28154
Tório	600	116869	30808	65684
Urânio	600	121304	44140	34822
Potássio	600	126926	14504	26264
Pacotes de cristais A, B e C (2.560 pol³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	449085	74457	130409
Tório	600	554136	154115	332853
Urânio	600	584090	227570	167082
Potássio	600	614197	67156	120028

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

```

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

          PROGRAM PADWIN
          -----

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

          POTASSIUM  URANIUM  THORIUM

          1.17     1.17     1.19

Maricá-RJ, 17/10/2010 - Caixa A - PT-MED

WINDOW COUNTS:

          TIME (M)  K COUNTS  U COUNTS  TH COUNTS
B Pad   600.0  177958.  28685.   51069.
K Pad   600.0  246476.  25284.   47057.
U Pad   600.0  233606.  91852.   66210.
T Pad   600.0  220339.  60594.  133999.
1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

2.105E+01 (7.660E-01)  1.383E+00 (4.346E-02)  4.308E-01 (9.676E-03)
-3.850E-02 (1.027E-01)  1.710E+00 (2.115E-02)  2.973E-01 (7.858E-03)
1.968E-01 (1.175E-01)  1.208E-01 (1.264E-02)  1.024E+00 (5.653E-03)

INVERSE A-MATRIX:

4.751E-02 (1.727E-03)  -3.779E-02 (1.807E-03)  -9.014E-03 (6.403E-04)
2.713E-03 (2.925E-03)  5.950E-01 (7.163E-03)  -1.739E-01 (5.299E-03)
-9.448E-03 (5.516E-03)  -6.293E-02 (6.815E-03)  9.987E-01 (5.528E-03)

```

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.105E+01 (7.660E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.710E+00 (2.115E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.024E+00 (5.653E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.463E+01 (8.962E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 2.000E+00 (2.475E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.219E+00 (6.728E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2903 (.0077)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4207 (.0095)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .8089 (.0242)

U INTO TH (A = A32/A22): .0707 (.0073)

K INTO TH (B = A31/A11): .0093 (.0056)

K INTO U (G = A21/A11): -.0018 (.0049)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.753E+02 (1.072E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 4.180E+01 (5.571E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 7.572E+01 (5.966E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM URANIUM THORIUM

1.17 1.17 1.19

Maricá-RJ, 17/10/2010 - Caixa B - PT-MED

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	173495.	29775.	51187.
K Pad	600.0	240795.	27368.	46707.
U Pad	600.0	229180.	91578.	66050.
T Pad	600.0	216928.	62713.	133170.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

2.072E+01 (7.540E-01)	1.381E+00 (4.289E-02)	4.443E-01 (9.610E-03)
2.570E-01 (1.034E-01)	1.665E+00 (2.076E-02)	3.125E-01 (7.732E-03)
4.376E-02 (1.168E-01)	1.169E-01 (1.257E-02)	1.013E+00 (5.633E-03)

INVERSE A-MATRIX:

4.879E-02 (1.776E-03)	-3.982E-02 (1.898E-03)	-9.115E-03 (6.686E-04)
-7.292E-03 (3.102E-03)	6.197E-01 (7.553E-03)	-1.880E-01 (5.512E-03)
-1.266E-03 (5.669E-03)	-6.981E-02 (7.153E-03)	1.010E+00 (5.684E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.072E+01 (7.540E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.665E+00 (2.076E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.013E+00 (5.633E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.424E+01 (8.821E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.948E+00 (2.429E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.205E+00 (6.704E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .3086 (.0077)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4387 (.0096)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .8294 (.0243)

U INTO TH (A = A32/A22): .0702 (.0074)

K INTO TH (B = A31/A11): .0021 (.0056)

K INTO U (G = A21/A11): .0124 (.0049)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.680E+02 (1.060E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 4.336E+01 (5.541E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 7.614E+01 (5.943E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM URANIUM THORIUM

1.17 1.17 1.19

Maricá-RJ, 17/10/2010 - Caixa C - PT-MED

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	97633.	15998.	28154.
K Pad	600.0	126926.	14504.	26264.
U Pad	600.0	121304.	44140.	34822.
T Pad	600.0	116869.	30808.	65684.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

9.017E+00 (3.479E-01)	5.835E-01 (2.123E-02)	1.985E-01 (6.088E-03)
-1.974E-03 (6.267E-02)	7.594E-01 (1.080E-02)	1.400E-01 (4.060E-03)
6.596E-02 (7.747E-02)	4.942E-02 (7.838E-03)	4.638E-01 (3.845E-03)

INVERSE A-MATRIX:

1.110E-01 (4.302E-03)	-8.387E-02 (4.336E-03)	-2.222E-02 (1.870E-03)
3.264E-03 (9.706E-03)	1.341E+00 (1.874E-02)	-4.060E-01 (1.374E-02)
-1.614E-02 (1.885E-02)	-1.309E-01 (2.132E-02)	2.203E+00 (1.845E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 9.017E+00 (3.479E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 7.594E-01 (1.080E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 4.638E-01 (3.845E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.055E+01 (4.071E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 8.885E-01 (1.263E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 5.519E-01 (4.575E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .3018 (.0090)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4281 (.0135)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7683 (.0275)

U INTO TH (A = A32/A22): .0651 (.0103)

K INTO TH (B = A31/A11): .0073 (.0086)

K INTO U (G = A21/A11): -.0002 (.0070)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 1.535E+02 (6.952E-01) COUNTS/M

U WINDOW : 2.391E+01 (3.237E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 4.270E+01 (3.835E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM URANIUM THORIUM

1.17 1.17 1.19

Maricá-RJ, 17/10/2010 - Caixa A+B+C - PT-MED

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	449085.	74457.	130409.
K Pad	600.0	614197.	67156.	120028.
U Pad	600.0	584090.	227570.	167082.
T Pad	600.0	554136.	154115.	332853.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

5.079E+01 (1.813E+00)	3.348E+00 (9.999E-02)	1.074E+00 (1.895E-02)
2.169E-01 (2.139E-01)	4.135E+00 (4.798E-02)	7.498E-01 (1.782E-02)
3.068E-01 (2.263E-01)	2.872E-01 (2.554E-02)	2.501E+00 (9.744E-03)

INVERSE A-MATRIX:

1.978E-02 (7.045E-04)	-1.575E-02 (7.337E-04)	-3.769E-03 (2.397E-04)
-6.101E-04 (1.020E-03)	2.475E-01 (2.779E-03)	-7.395E-02 (2.047E-03)
-2.357E-03 (1.797E-03)	-2.649E-02 (2.299E-03)	4.089E-01 (1.576E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 5.079E+01 (1.813E+00) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 4.135E+00 (4.798E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 2.501E+00 (9.744E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 5.942E+01 (2.121E+00) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 4.837E+00 (5.613E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 2.976E+00 (1.160E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2999 (.0070)

TH INTO K (BETA = A13/A33): .4294 (.0075)

U INTO K (GAMMA = A12/A22): .8097 (.0226)

U INTO TH (A = A32/A22): .0695 (.0061)

K INTO TH (B = A31/A11): .0060 (.0044)

K INTO U (G = A21/A11): .0043 (.0042)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 6.968E+02 (2.060E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 1.091E+02 (1.196E+00) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.946E+02 (1.180E+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 SUDESTE DE RORAIMA

CPRM CONTRATO N.º 075/PR/10

DETERMINAÇÃO DOS *BACKGROUNDS* DA AERONAVE E CÓSMICO

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-350

PR-PEC

GUARAPARI - ES
20 DE MARÇO DE 2010

RESULTADO DO VÔO CÓSMICO DA AERONAVE PIPER NAVAJO

PA31-350 - PR-PEC

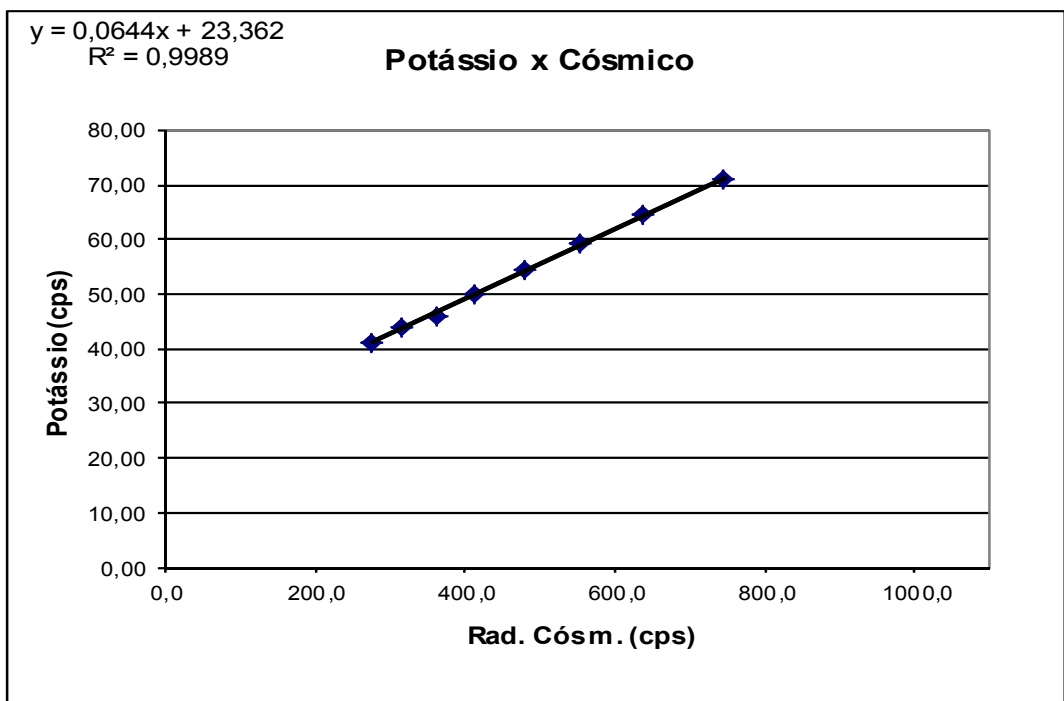
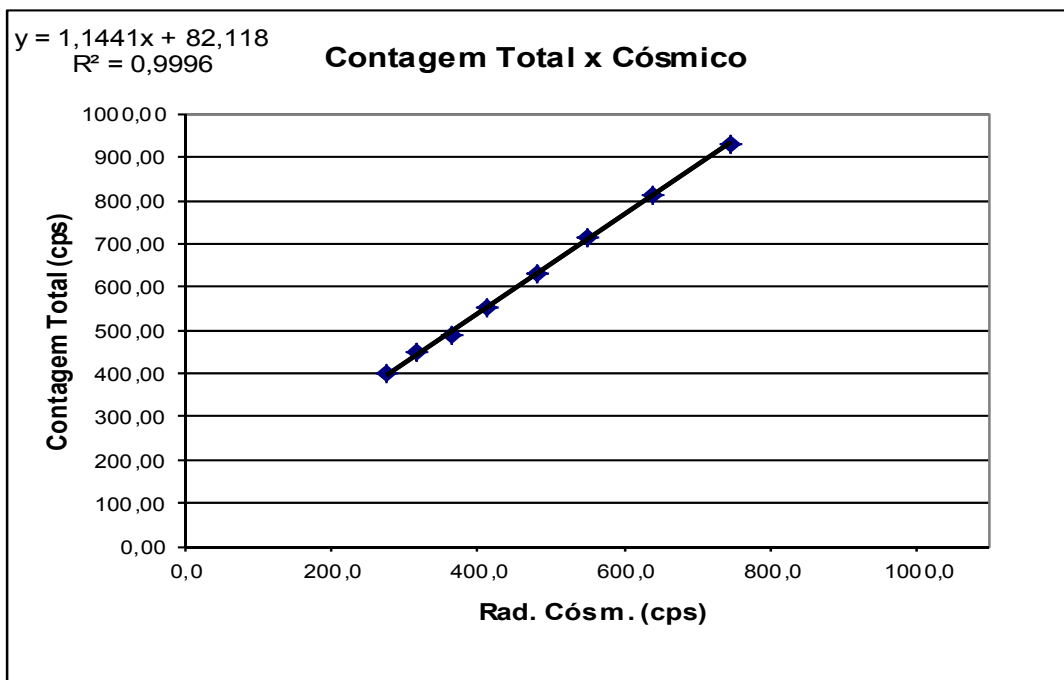
(Vol. Pacote de Cristais: 2.560 pol³)

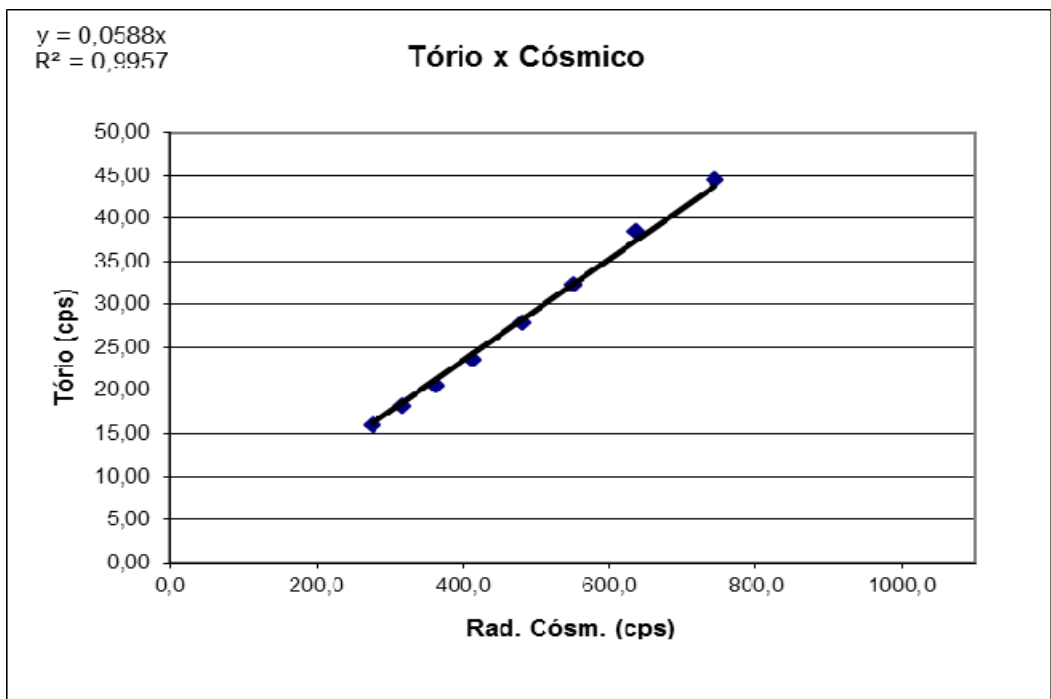
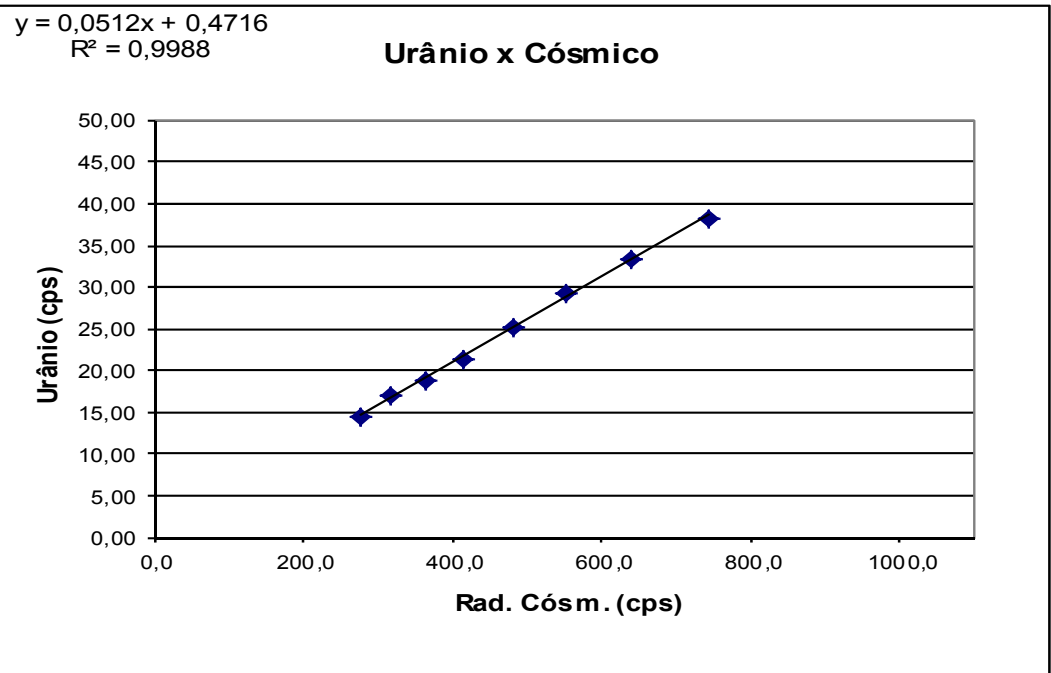
Realizado no litoral do município de Guarapari-ES em 20 de Março de 2010

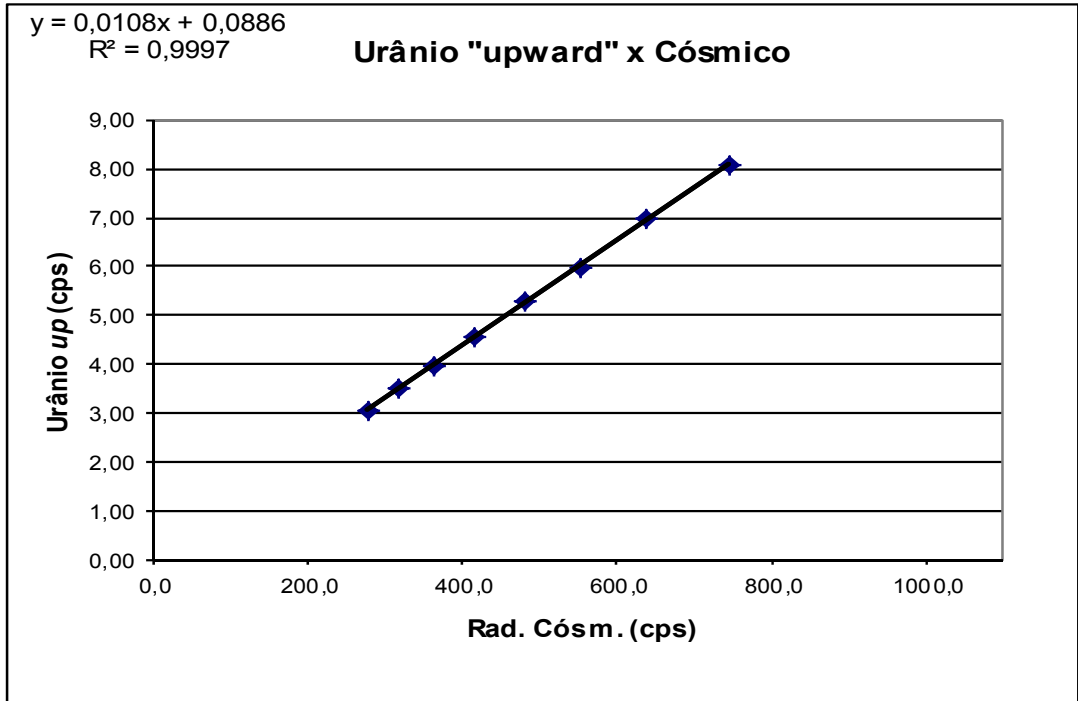
Altitude (m)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (cps)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
1601,10	276,43	14,53	41,22	15,92	3,05	399,48
1937,00	316,37	16,92	44,07	18,10	3,52	449,98
2260,90	363,10	18,85	46,13	20,62	3,96	491,30
2583,50	413,91	21,40	49,87	23,57	4,55	551,85
2933,60	480,44	25,11	54,38	27,86	5,30	630,97
3239,30	551,38	29,26	59,36	32,20	5,99	716,55
3556,00	637,59	33,22	64,54	38,50	6,99	813,00
3891,40	744,56	38,32	71,06	44,40	8,08	932,96

** Altitudes utilizadas*

RESULTADO		
CANAL	Background Aeronave	Espalhamento da Radiação Cósmica
CT	82,12	1,1441
K	23,36	0,0644
U	0,4716	0,0512
Th	0	0,0588
Uup	0,09	0,0108







PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RORAIMA
CPRM CONTRATO N.º 075/PR/10

DETERMINAÇÃO DOS *BACKGROUNDS* DA AERONAVE E CÓSMICO

AERONAVE CESSNA CARAVAN C208B

PT-MED

MARICÁ - RJ
16 DE OUTUBRO DE 2010

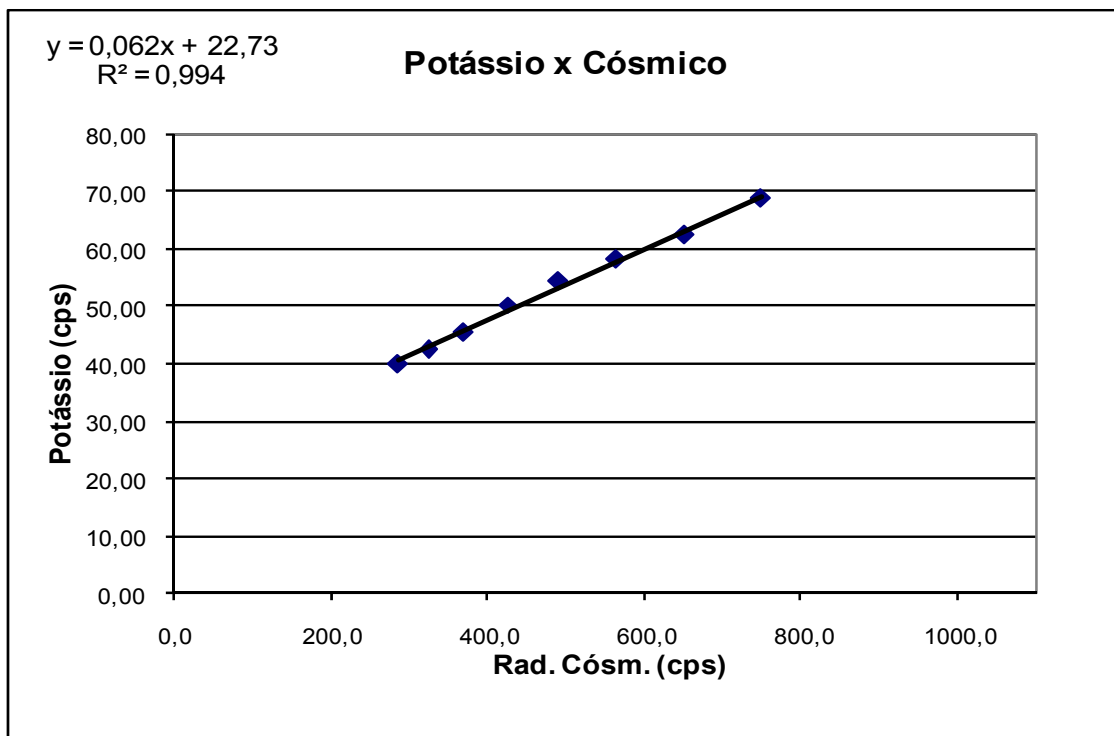
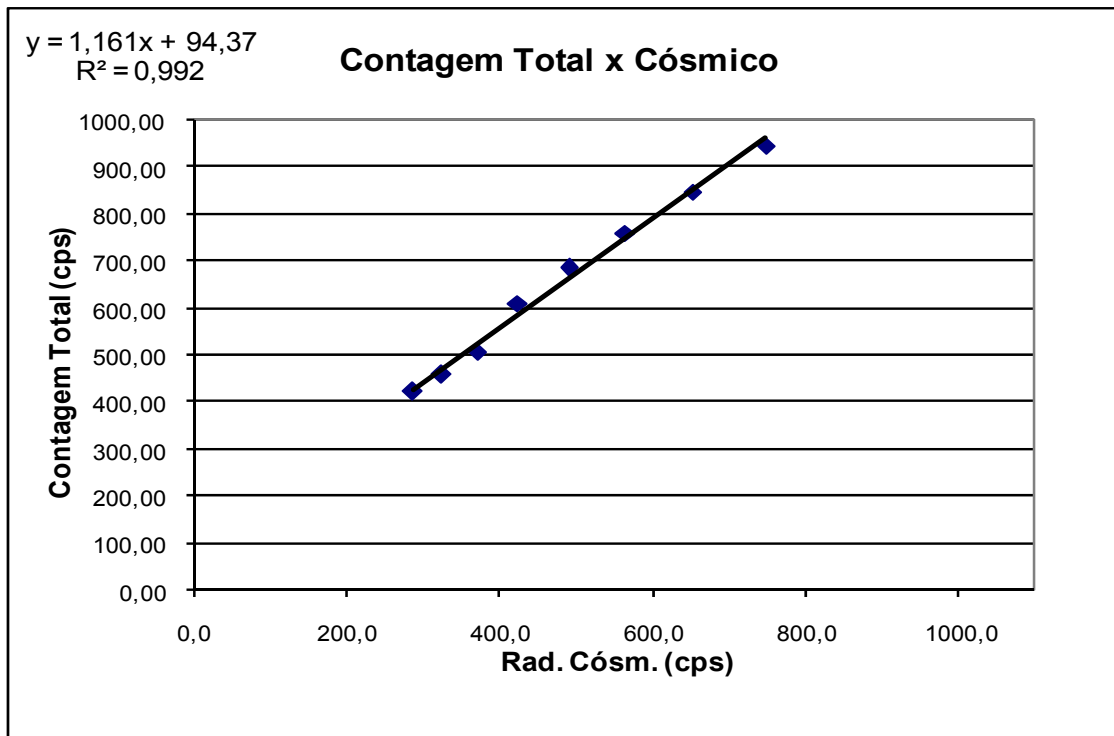
RESULTADO DO VÔO CÔSMICO DA AERONAVE CESSNA CARAVAN C208B
PT-MED

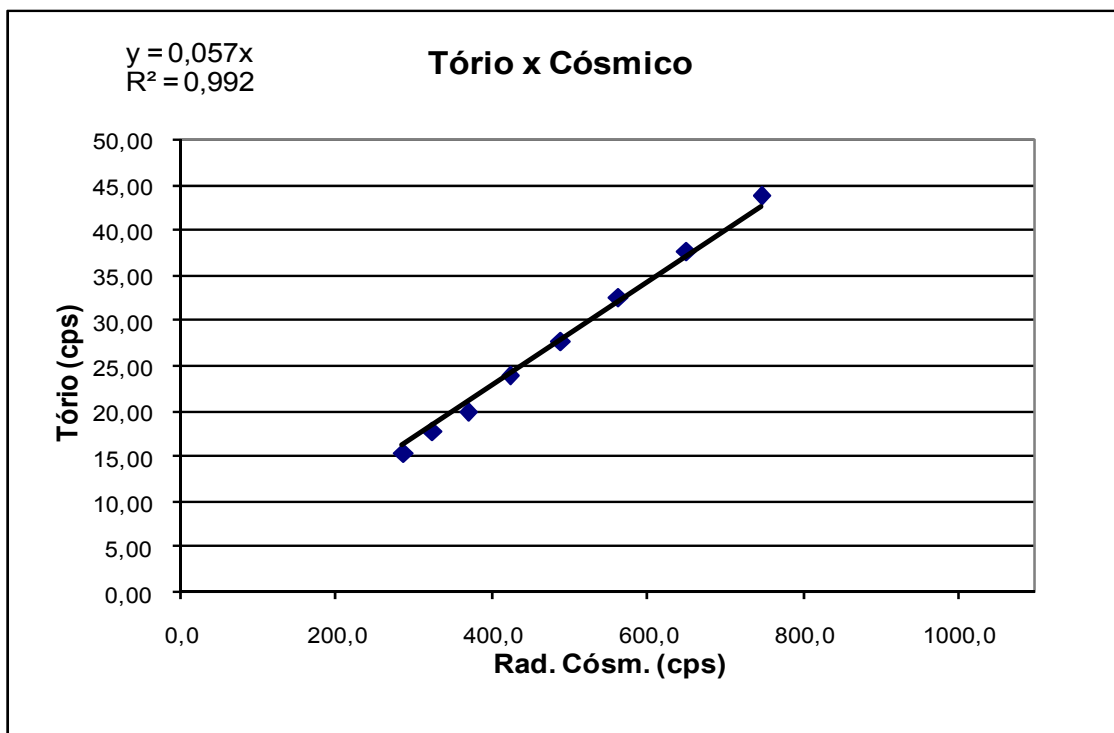
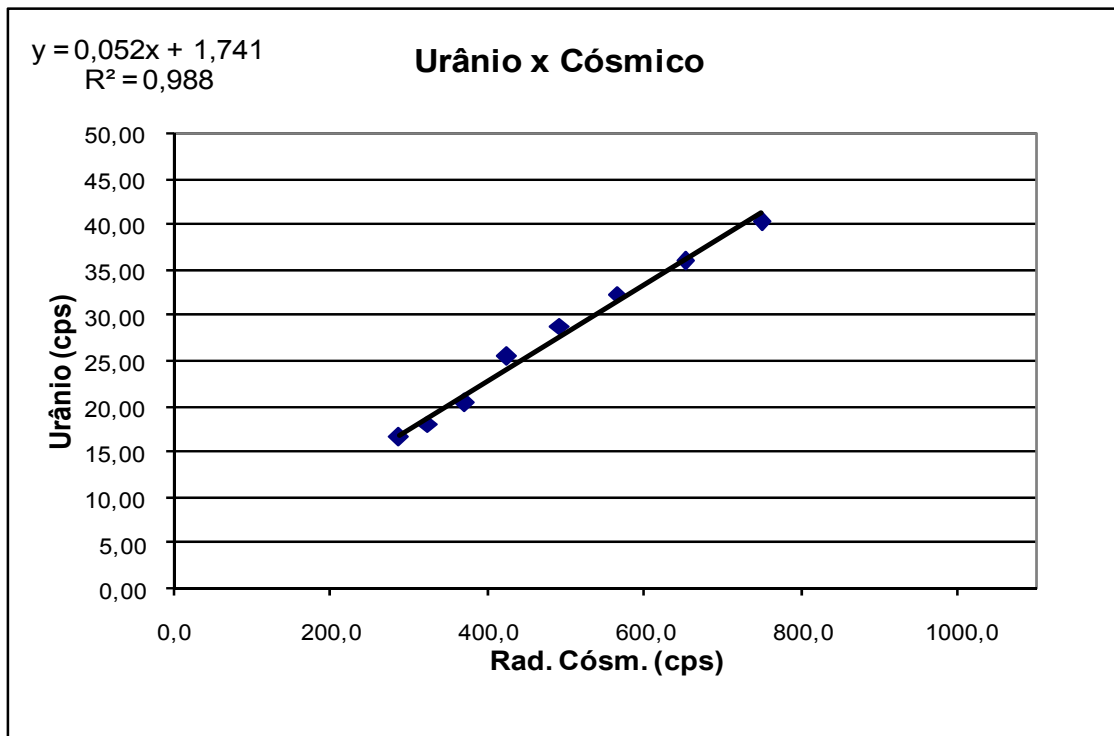
(Vol. Pacote de Cristais: 2.560 pol3)

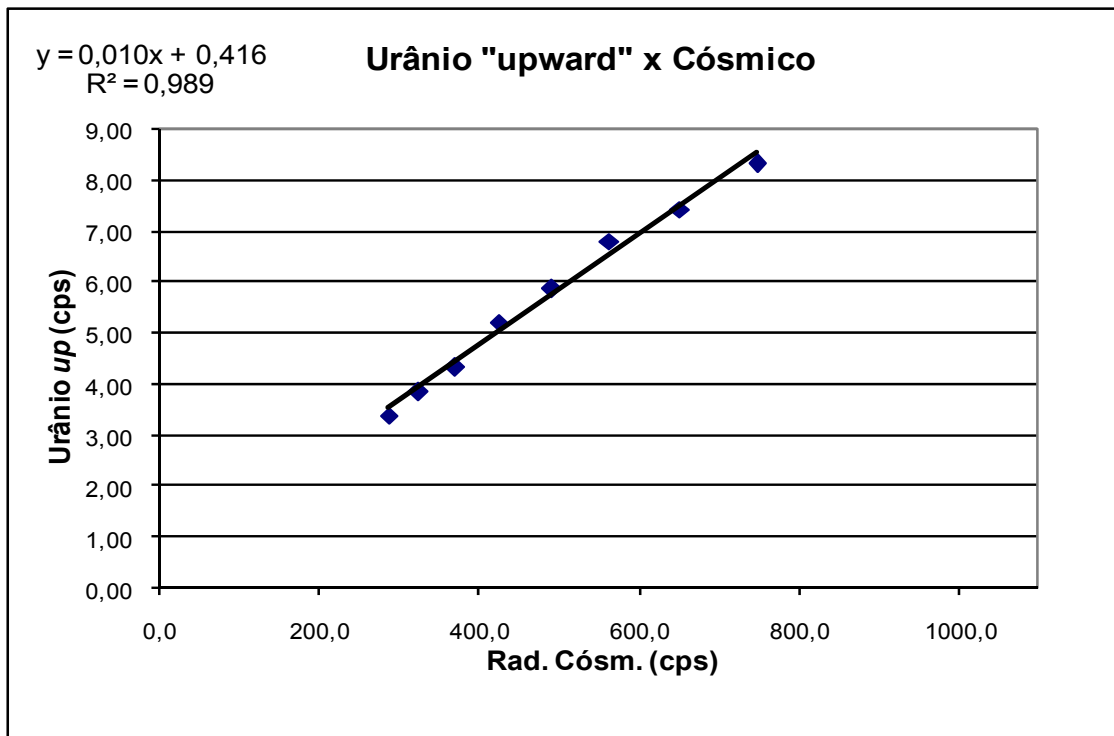
Realizado no litoral do município de Marica-RJ em 16 de Outubro de 2010

Altitude (m)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (cps)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
1593,04	286,58	16,61	39,83	15,21	3,39	420,84
1915,03	324,23	18,06	42,34	17,66	3,84	457,93
2238,22	369,95	20,38	45,55	19,89	4,32	507,08
2560,04	424,25	25,44	50,35	23,88	5,21	611,28
2891,57	490,32	28,84	54,27	27,53	5,87	684,64
3208,98	563,86	32,35	58,21	32,48	6,81	761,21
3545,72	651,49	35,95	62,54	37,63	7,44	848,08
3866,66	748,08	40,36	68,89	43,74	8,31	946,66

RESULTADO		
CANAL	Background Aeronave	Espalhamento da Radiação Cósmica
CT	94,37	1,161
K	22,73	0,062
U	1,741	0,052
Th	0	0,057
Uup	0,416	0,01





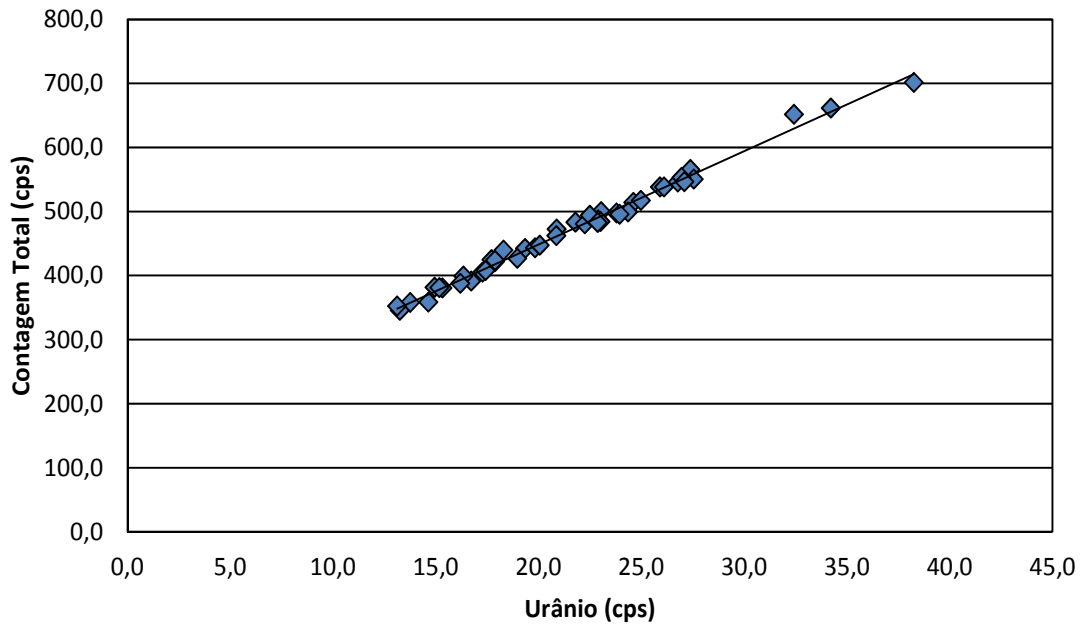


**ANEXO I-d - DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES DE CALIBRAÇÃO DO
RADÔNIO**

Aeronave PR-PEC - Médias por vôo (cps)						
Vôo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
305	538,27	49,33	25,91	14,13	5,70	221,07
	661,43	56,79	34,23	16,04	6,03	224,66
306	482,93	46,76	21,79	13,26	4,19	223,42
	651,60	56,85	32,42	16,79	5,85	225,17
307	381,36	40,03	14,94	13,16	2,89	219,03
	499,47	46,54	23,04	13,47	4,60	221,99
308	442,26	43,17	19,34	13,01	3,68	225,78
	565,55	51,16	27,38	14,62	5,32	221,79
309	421,51	41,66	17,88	13,38	3,32	223,91
	514,11	48,44	24,62	13,40	4,64	224,89
310	380,64	39,92	15,33	12,36	3,09	224,53
	499,15	47,92	24,36	13,23	4,27	225,82
311	424,63	43,27	17,71	12,86	3,48	219,06
	545,96	50,14	26,77	14,48	4,65	223,65
312	423,45	43,43	17,88	12,42	3,29	221,45
	517,29	47,47	24,98	13,54	4,80	220,88
314	443,02	43,25	19,84	12,73	3,54	222,78
	497,57	47,54	23,79	13,00	4,69	222,32
315	357,75	38,72	13,76	12,96	2,54	221,02
	486,90	46,43	22,90	13,49	4,25	223,28
316	381,02	40,13	15,18	13,09	2,95	223,14
	480,86	46,62	22,26	13,92	3,87	225,09
317	391,12	41,17	16,73	12,65	2,95	223,34
	493,90	47,28	22,50	13,39	4,46	227,71
318	405,29	42,23	17,27	12,51	3,52	220,29
	550,46	50,66	27,55	13,43	5,10	223,66
319	472,63	45,65	20,89	12,47	3,90	224,38
	701,39	58,02	38,25	13,58	6,85	221,76
320	462,07	44,06	20,87	13,44	4,23	220,01
	552,79	49,38	26,96	13,55	5,06	222,67
321	398,72	41,65	16,34	12,55	3,10	223,86
	446,98	44,54	20,06	13,21	3,89	225,08
322	345,63	38,32	13,26	12,55	2,63	224,22
	495,32	47,79	23,94	13,51	4,29	228,04
323	407,93	41,65	17,42	13,30	3,16	224,63
	546,58	49,82	27,10	13,68	5,01	226,73
324	439,54	43,69	18,30	12,72	3,40	221,54
	538,26	48,82	26,10	13,51	4,93	225,78
325	387,65	40,81	16,20	12,46	3,19	218,53
	484,33	45,56	23,01	13,35	4,51	225,90
326	352,16	38,19	13,12	12,84	2,47	221,79
	426,47	43,14	18,96	12,71	3,45	221,43
327	358,60	38,77	14,64	11,93	2,56	225,70
	482,70	45,92	22,88	13,10	4,17	221,56

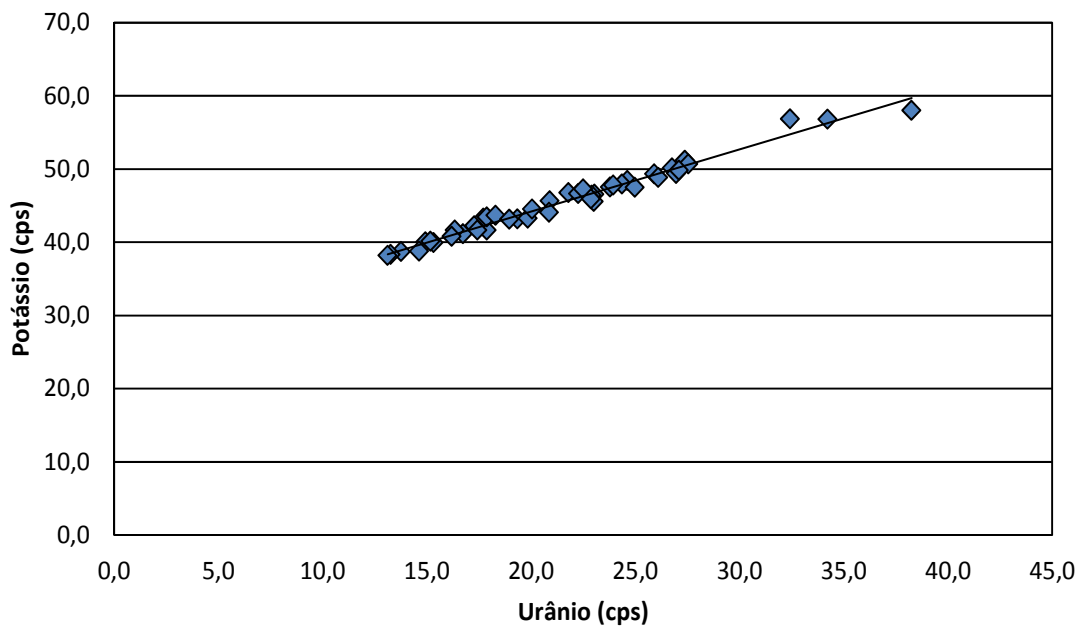
$y = 14,568x + 157,21$
 $R^2 = 0,9913$

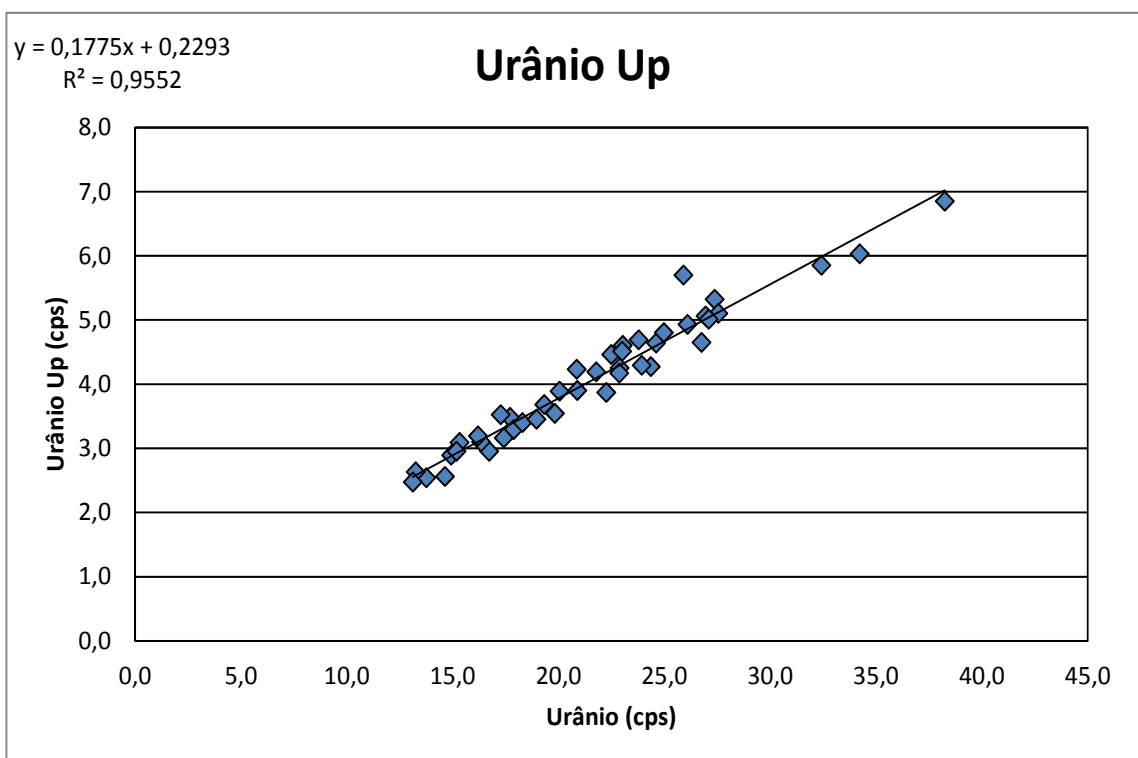
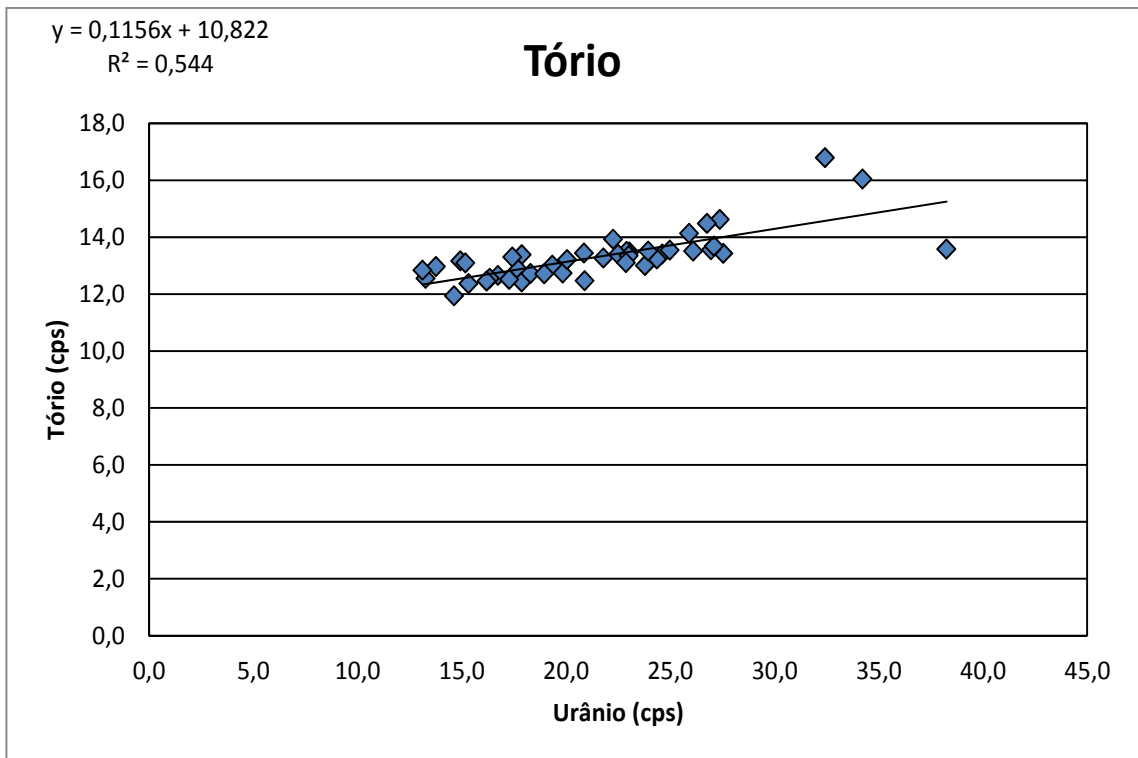
Contagem Total



$y = 0,8492x + 27,207$
 $R^2 = 0,9782$

Potássio





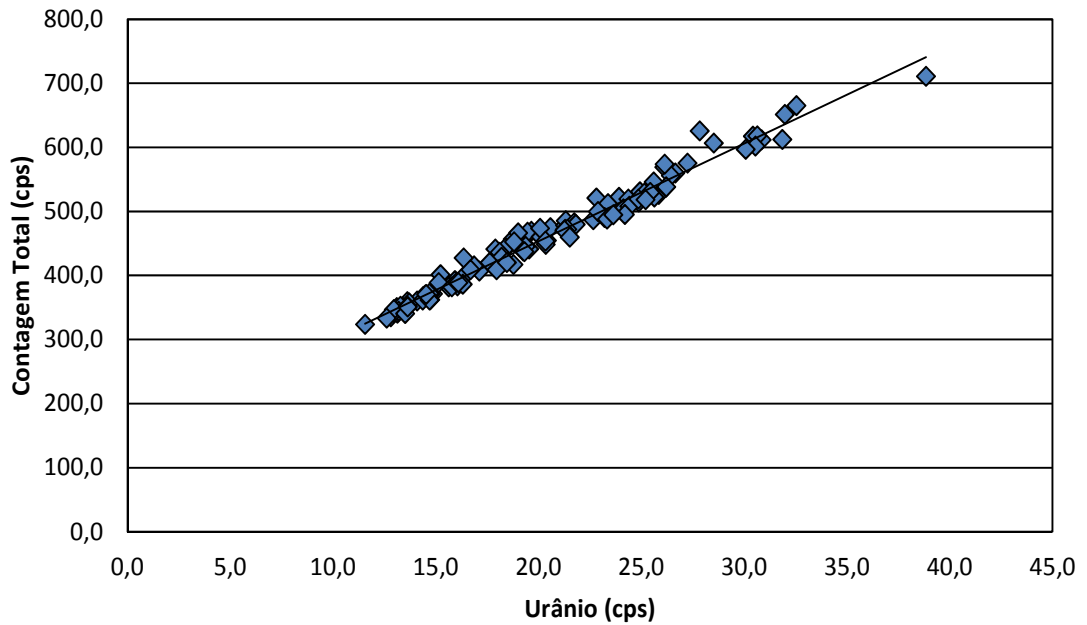
Aeronave PT-MED - Médias por vôo (cps)						
Vôo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
006	-	-	-	-	-	-
	569,19	51,47	26,12	14,99	4,54	231,69
007	356,56	38,78	13,69	11,66	2,88	216,96
	545,95	48,65	25,61	15,32	4,78	261,92
008	437,97	43,31	19,26	12,69	3,15	205,60
	440,88	44,17	19,55	13,09	4,03	234,69
009	468,64	45,76	19,65	15,44	3,92	286,95
	611,67	53,93	30,85	14,66	6,45	253,23
010	467,37	45,22	19,47	14,26	3,65	261,59
	-	-	-	-	-	-
011	352,78	38,65	13,67	12,28	2,77	224,88
	454,31	44,47	20,41	14,02	4,28	257,26
012	406,55	42,19	17,12	11,49	3,18	216,97
	559,66	49,96	26,65	14,03	4,93	214,87
013	445,34	43,59	19,37	12,02	3,75	214,08
	555,75	50,44	26,44	14,26	4,65	216,44
014	446,79	44,73	18,55	12,12	3,50	211,81
	-	-	-	-	-	-
015	460,24	45,89	20,11	12,04	3,72	213,45
	606,64	53,87	28,53	14,01	5,46	213,91
016	414,89	43,07	16,87	12,93	3,28	212,19
	573,61	52,36	26,14	14,04	4,89	216,00
017	520,42	48,04	22,82	13,56	4,24	214,24
	664,98	56,62	32,55	15,01	6,02	215,20
018	456,68	45,20	18,75	13,06	3,58	216,99
	625,59	54,66	27,84	16,00	5,12	215,88
019	521,85	48,33	23,91	12,81	4,65	212,14
	650,99	55,93	31,99	15,15	6,61	218,56
020	474,27	45,44	20,58	13,17	3,70	215,58
	575,35	52,23	27,25	14,35	5,07	216,65
021	441,16	43,17	17,90	13,14	3,12	216,85
	448,18	45,62	20,35	13,18	3,76	216,59
022	466,36	46,63	19,01	13,30	3,31	215,29
	530,37	48,61	24,93	13,33	4,81	218,39
023	391,92	41,66	15,94	11,68	2,98	215,82
	617,38	54,35	30,43	16,12	5,94	287,35
024	403,73	42,18	16,51	13,25	2,67	215,40
	519,12	49,37	24,37	13,54	4,61	213,99
025	473,34	46,17	20,08	13,89	3,39	213,81
	477,96	47,50	21,29	13,63	3,96	214,78
027	443,20	44,12	18,40	12,53	3,47	210,82
	503,51	47,79	24,13	12,88	4,62	212,54

Vão	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
028	400,93	42,37	15,24	13,53	2,99	214,58
	486,95	47,49	22,67	13,20	4,41	213,29
029	452,14	44,72	18,81	13,93	3,44	215,32
	617,85	55,88	30,65	13,68	6,90	216,49
030	427,38	43,80	16,36	13,13	2,82	210,00
	526,41	48,56	25,85	13,06	4,86	215,17
031	435,99	43,73	18,11	12,91	3,24	214,68
	528,28	50,05	25,14	13,54	5,35	215,74
032	485,18	46,46	21,32	12,14	4,15	213,25
	710,58	59,19	38,85	13,69	7,98	215,50
034	346,11	39,35	13,04	12,00	2,47	211,39
	474,55	45,50	21,52	12,55	4,27	213,58
035	349,55	38,78	13,10	12,11	2,61	213,30
	453,18	44,33	20,34	12,84	3,89	216,05
036	408,53	42,26	16,70	12,31	3,28	215,02
	512,05	48,55	23,38	12,82	4,51	218,47
037	428,23	43,31	18,21	12,30	3,57	215,52
	522,40	48,05	25,63	12,97	4,75	215,59
038	335,35	38,64	12,81	11,83	2,70	211,74
	537,52	49,95	26,20	13,24	5,35	219,40
039	371,08	40,94	14,87	12,40	2,88	213,56
	601,86	52,41	30,55	12,76	5,90	214,89
040	340,76	38,76	13,13	12,06	2,48	213,01
	472,05	44,88	21,29	12,56	3,81	213,73
041	381,97	40,87	15,63	12,58	2,87	220,46
	529,40	49,42	25,44	13,48	4,86	216,43
042	388,91	40,82	15,15	13,03	3,03	217,91
	514,33	48,21	24,87	13,14	4,59	219,56
043	367,06	39,38	14,40	12,82	2,77	215,52
	482,31	46,86	21,74	12,65	4,29	218,05
044	368,95	39,95	14,49	12,56	2,49	216,03
	507,74	47,86	24,41	13,29	4,87	218,25
045	358,75	39,78	13,62	12,35	2,55	217,85
	479,61	46,74	21,81	13,13	4,55	216,01
046	419,78	43,43	17,63	13,23	3,08	214,37
	611,90	54,22	31,86	13,13	7,04	219,58
047	360,06	38,74	14,09	11,78	2,60	220,71
	490,58	46,66	23,21	13,15	4,18	220,77
048	356,73	39,55	13,71	11,34	2,61	218,56
	538,16	50,01	26,22	12,73	5,28	220,28
050	361,62	39,45	14,36	11,83	2,83	216,97
	471,79	46,21	21,40	13,30	4,47	223,63
051	371,40	41,29	14,74	11,76	2,52	219,28
	499,42	48,11	22,89	12,79	4,44	215,10

Voo	Contagem Total	Potássio	Urânio	Tório	Urânio Upward	Cósmico
052	383,35	39,90	16,05	11,49	3,00	214,45
	624,73	55,20	33,00	12,83	7,34	217,99
053	350,71	38,74	13,38	11,22	2,58	221,30
	470,34	45,01	21,27	13,15	4,34	217,25
054	362,06	39,32	14,73	11,60	2,53	219,24
	494,86	47,76	24,20	12,32	5,31	220,92
055	323,55	37,38	11,56	12,35	2,28	223,43
	408,95	42,45	17,96	12,34	3,25	220,36
056	351,71	39,79	13,29	11,96	2,60	217,45
	459,36	45,54	21,52	12,64	4,08	214,12
057	343,98	38,68	13,19	12,03	2,34	215,09
	487,95	47,19	23,34	12,66	4,40	215,24
059	351,66	39,55	13,64	12,26	2,45	214,17
	494,39	46,38	23,64	12,55	4,95	213,92
060	371,67	39,60	14,69	12,47	2,87	212,54
	518,99	48,45	24,86	13,29	4,99	213,47
061	361,68	40,06	14,70	12,23	2,47	211,32
	436,99	44,17	19,32	12,53	3,84	213,79
062	341,76	38,98	12,96	12,27	2,16	212,81
	382,01	41,46	15,78	12,62	2,99	217,20
063	346,58	39,44	12,96	12,16	2,41	216,62
	416,74	42,30	18,78	12,56	3,59	213,58
064	389,40	41,18	16,03	12,92	2,99	212,27
	596,58	53,31	30,08	13,47	6,08	214,65
066	333,28	38,37	12,61	11,68	2,28	211,69
	385,99	41,10	16,32	12,20	3,30	211,92
067	340,42	38,65	13,51	11,96	2,67	213,89
	518,27	48,96	25,21	12,63	4,68	214,05
068	370,42	39,78	14,54	12,67	2,65	213,42
	388,46	41,14	16,11	12,05	3,48	215,18
069	350,56	39,84	13,63	11,66	2,54	213,09
	420,19	42,93	18,47	11,96	3,42	213,85

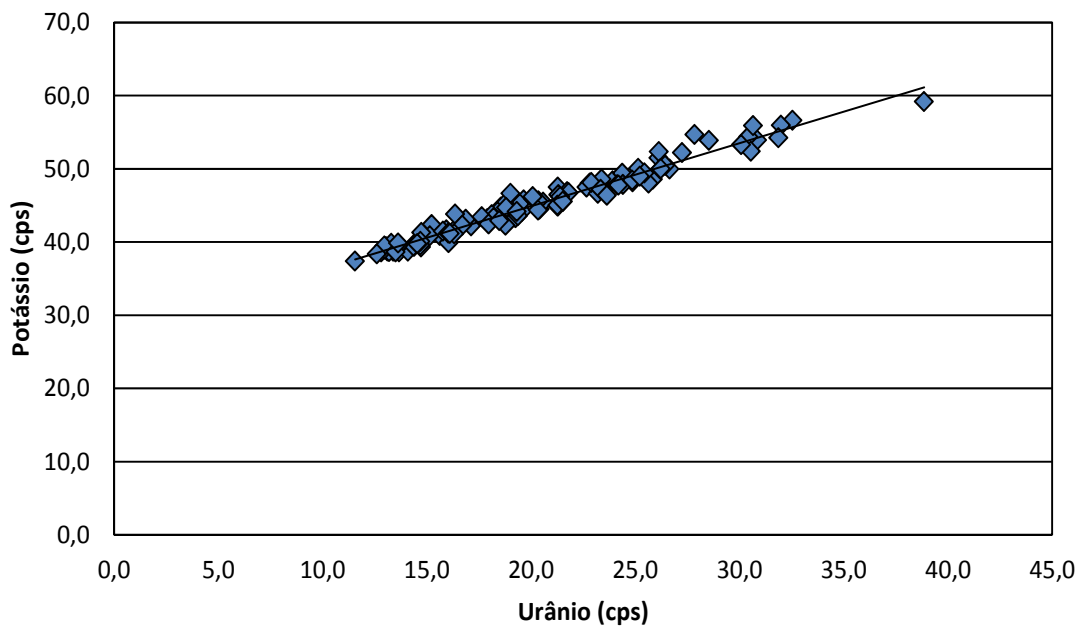
$y = 15,249x + 148,54$
 $R^2 = 0,9782$

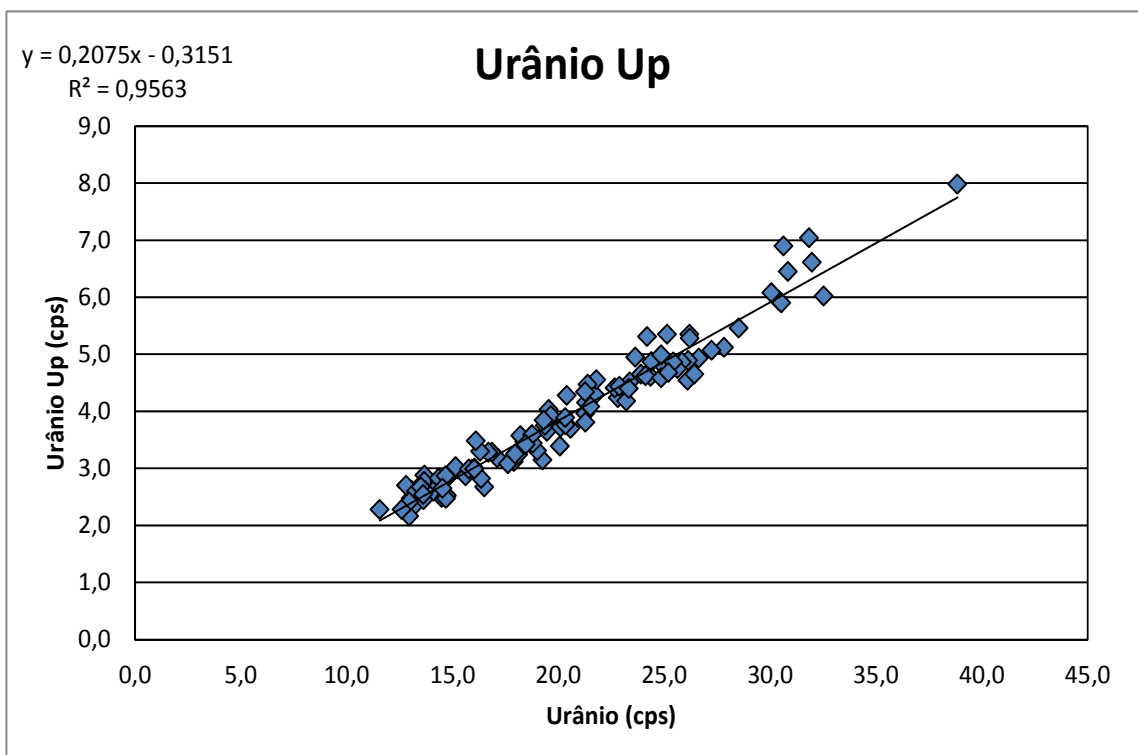
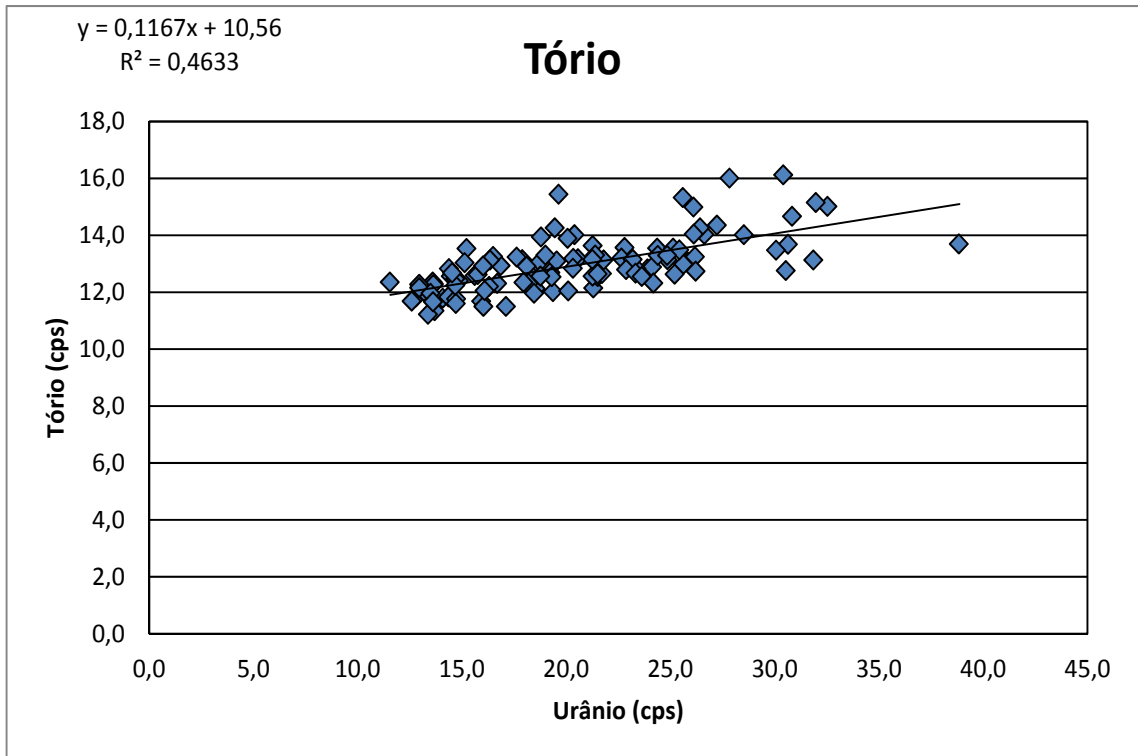
Contagem Total



$y = 0,8618x + 27,669$
 $R^2 = 0,9655$

Potássio





ANEXO I-e - CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RORAIMA

CPRM CONTRATO N.º 075/PR/10

CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-350

PR-PEC

MARICÁ - RJ
09 DE MARÇO DE 2010

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 RS-230 BGO SUPER SPEC
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 09 de março de 2010 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 gama espectrômetro portátil *Radiation Solutions*, modelo RS-230 Super-SPEC, 1024 canais, com detector de Óxido de Germanato de Bismuto (BGO) com $6,3 \text{ pol}^3$, como mostra a figura 1. As medidas foram armazenadas na memória interna do equipamento, bem como anotadas pelo operador em planilha apropriada.



Figura 1 – Gamaespectrômetro Portátil Radiation Solutions RS-230 BGO SUPER SPEC.

Foram registradas 85 estações, sendo 77 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	19,36	2,48	4,26	44,75	4027,19	906,32	374,73	354,18
DESVIO PADRÃO	7,88	0,78	1,22	14,47	1097,34	241,73	123,79	119,86
ERRO NA MÉDIA (1)	0,90	0,09	0,14	1,65	125,05	27,55	14,11	13,66
INCERTEZA (%) (2)	0,05	0,04	0,03	0,04				

- (*) 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
- 77 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	0,69	0,09	0,38	1,09	137,75	31,25	15,75	9,00
DESVIO PADRÃO	0,11	0,04	0,12	0,24	15,27	7,09	1,83	1,77
ERRO NA MÉDIA	0,04	0,01	0,04	0,08	5,40	2,51	0,65	0,63
INCERTEZA (%)	0,06	0,14	0,11	0,08				

3. Levantamento Aéreo

Foi utilizada a aeronave PR-PEC equipada com gama espectrômetro 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-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	2718,80	133,96	27,26	117,15
DESVIO PADRÃO	23,18	7,13	2,65	0,93
ERRO NA MÉDIA	13,38	4,12	1,53	0,54
INCERTEZA (%)	0,00	0,03	0,06	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	18,67	2,39	3,88	43,66	3889,44	875,07	358,98	345,18
DESVIO PADRÃO	10,71	1,02	1,63	18,81	1547,46	344,87	158,06	152,57
ERRO NA MÉDIA	1,16	0,11	0,18	2,04	167,85	37,41	17,14	16,55
INCERTEZA (%)	0,06	0,05	0,05	0,05				

cpm = contagens por minuto

Quadro 5 - Coeficientes de Sensibilidade

	CT (cps/μR/h)	K (cps/%)	U (cps/ppm)	Th (cps/ppm)
SENSIBILIDADE (S)	145,62	56,05	7,03	2,68

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

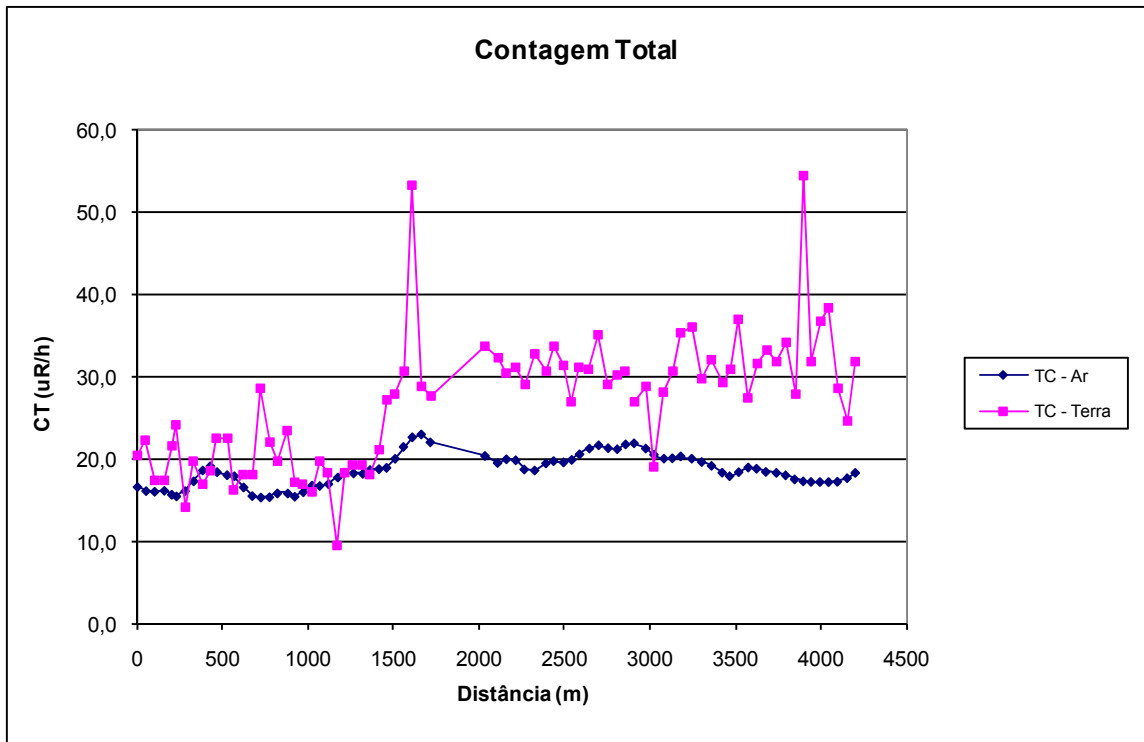


Figura 3 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Contagem Total

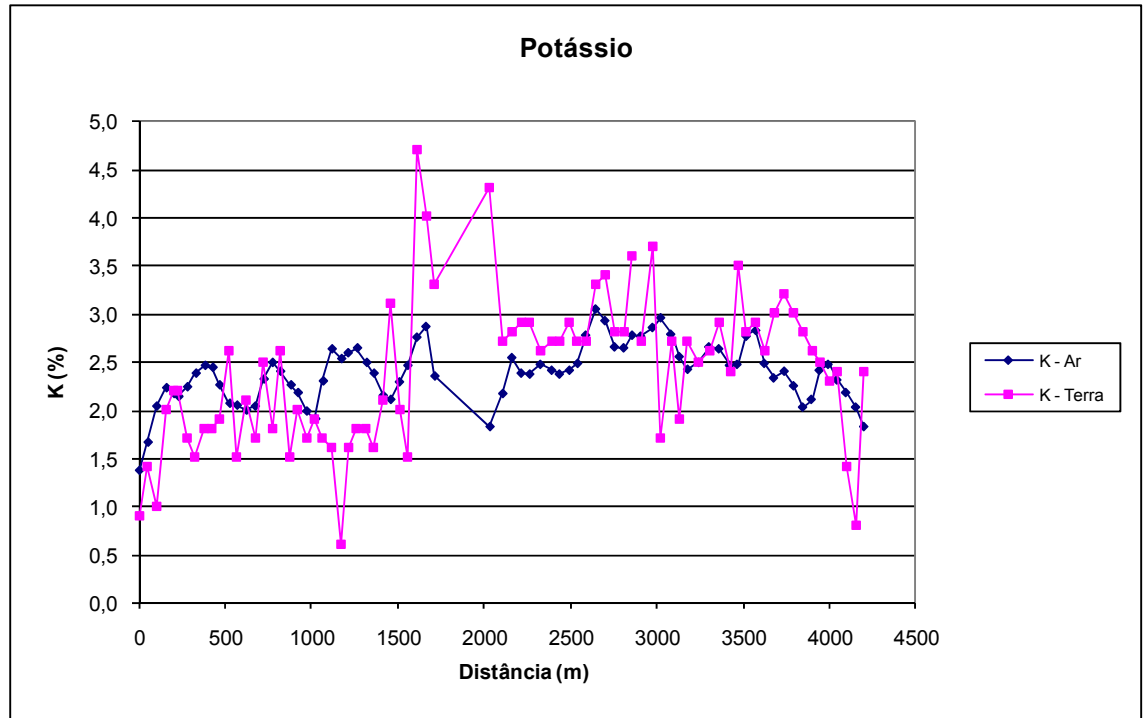


Figura 4 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Potássio

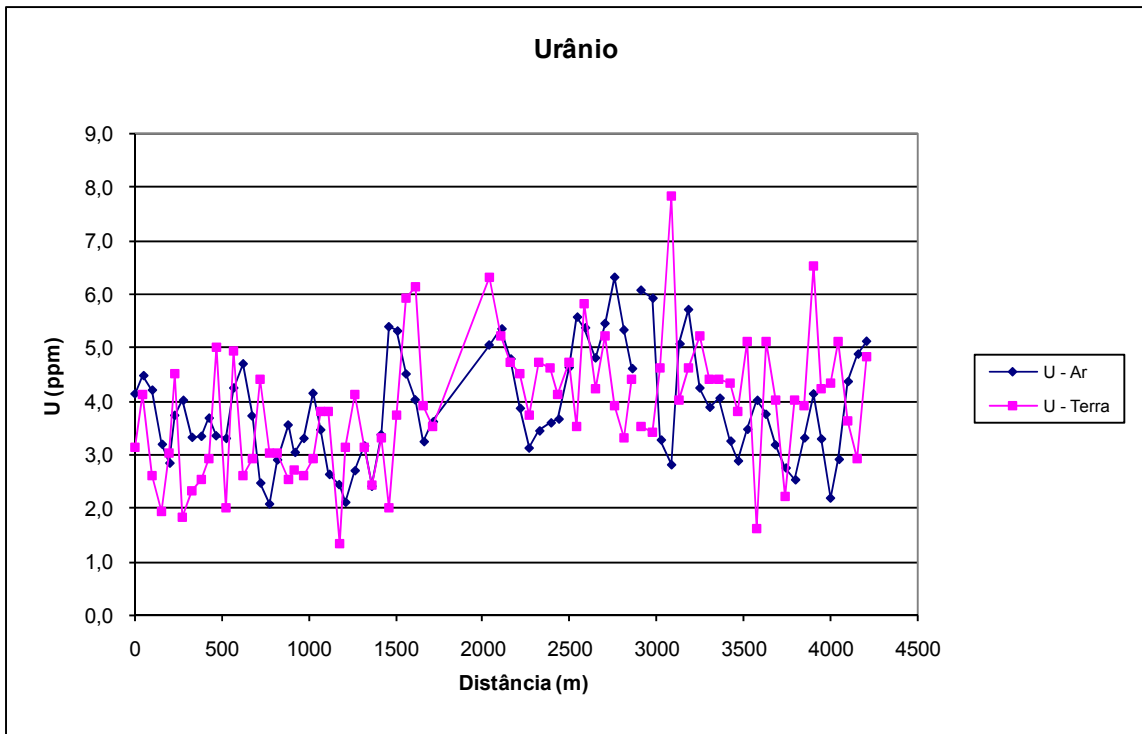


Figura 5 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Urânio

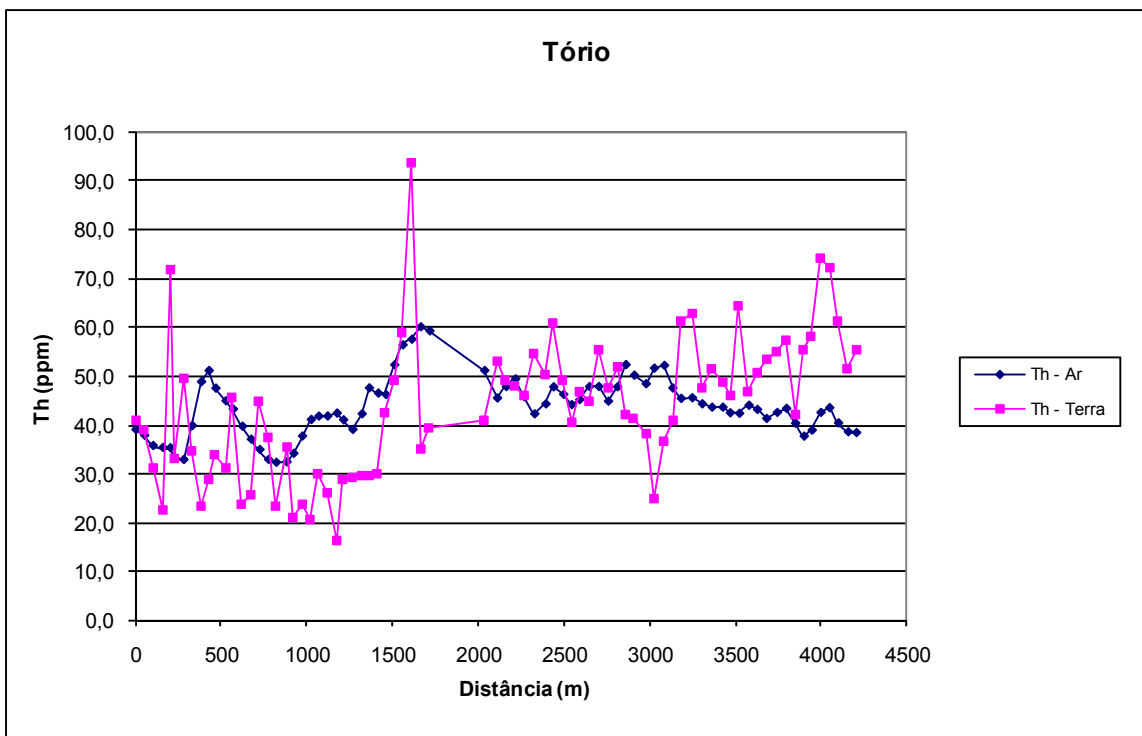


Figura 6 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Tório

**TABELA 1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE
 PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA – 09/03/2010
 DADOS BRUTOS – PR-PEC**

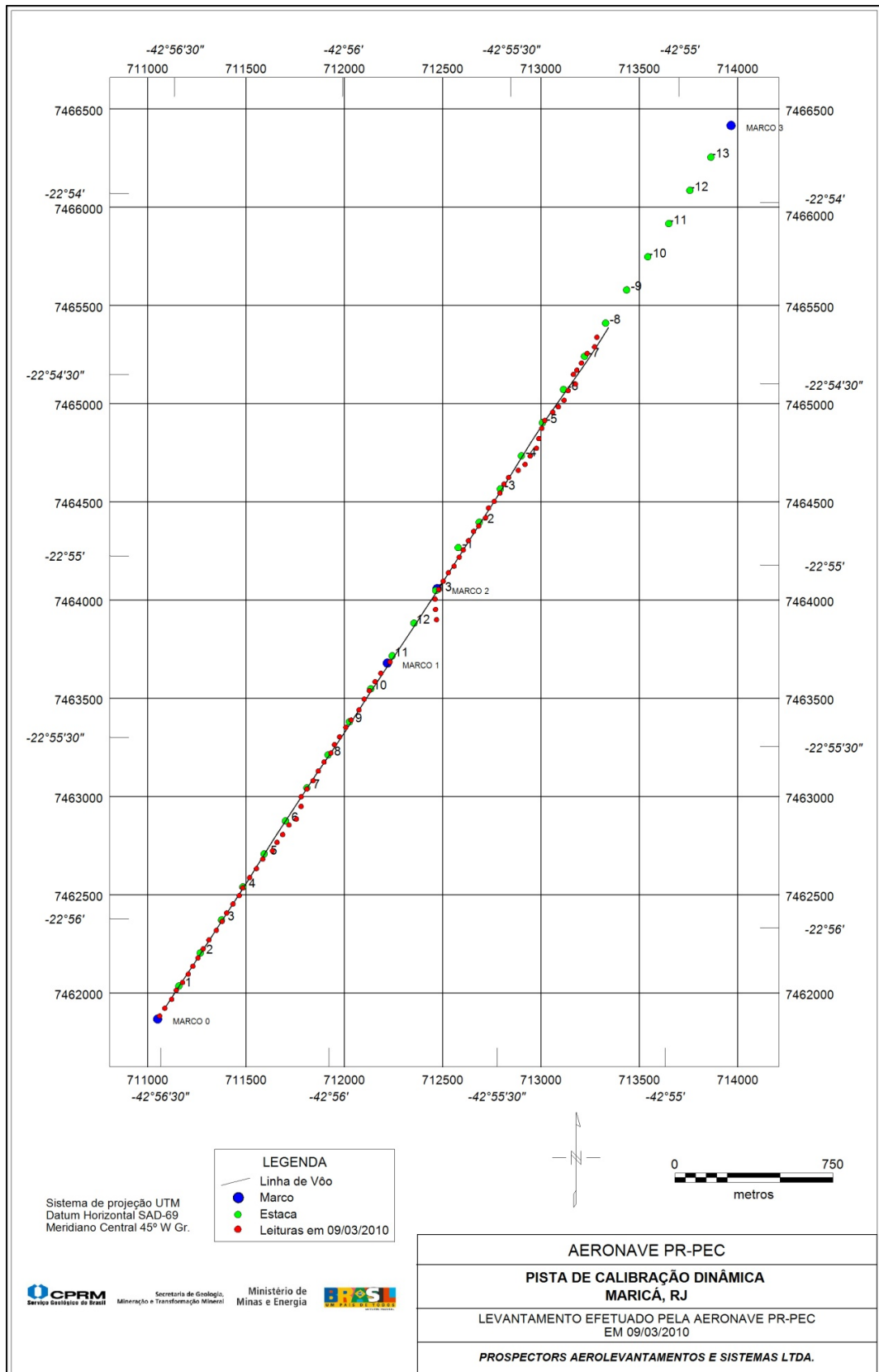
Estação	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
1	711050,94	7461866,17	20,60	1,00	3,50	42,00	3116,00	554,00	337,00	343,00
2	711017,47	7461835,51	31,80	2,50	5,20	56,50	4803,00	995,00	467,00	461,00
3	711043,67	7461875,15	24,60	0,90	3,30	52,60	3715,00	580,00	396,00	429,00
4	711078,51	7461920,81	28,70	1,50	4,00	62,30	4331,00	790,00	471,00	508,00
5	711101,95	7461966,64	38,50	2,50	5,50	73,40	5809,00	1120,00	576,00	598,00
6	711159,29	7462034,27	21,60	2,30	3,40	72,80	3266,00	769,00	280,00	267,00
7	711162,95	7462048,86	32,00	2,60	4,60	59,20	4831,00	1010,00	499,00	450,00
8	711186,31	7462088,53	54,50	2,70	6,90	56,70	5204,00	1089,00	512,00	463,00
9	711212,55	7462131,24	28,00	2,90	4,30	43,20	4233,00	997,00	365,00	351,00
10	711238,85	7462177,03	34,20	3,10	4,40	58,60	5165,00	1126,00	459,00	477,00
11	711267,99	7462222,78	31,80	3,30	2,60	56,30	4799,00	1121,00	402,00	457,00
12	711305,72	7462271,48	33,30	3,10	4,40	54,50	5022,00	1110,00	436,00	449,00
13	711267,65	7462202,38	17,10	1,90	2,90	24,40	2585,00	624,00	218,00	198,00
14	711358,26	7462359,97	27,40	3,00	2,00	48,00	4132,00	1003,00	337,00	389,00
15	711390,25	7462405,68	37,00	2,90	5,50	65,50	5589,00	1144,00	528,00	534,00
16	711422,20	7462448,31	30,90	3,60	4,20	47,20	4660,00	1157,00	387,00	384,00
17	711376,01	7462370,48	16,40	1,60	5,30	46,80	2474,00	590,00	256,00	171,00
18	711474,78	7462539,88	32,10	3,00	4,80	52,80	4851,00	1084,00	435,00	430,00
19	711509,62	7462585,55	29,80	2,70	4,80	48,70	4503,00	977,00	410,00	397,00
20	711541,66	7462634,33	36,00	2,60	5,60	64,00	5432,00	1083,00	521,00	522,00
21	711484,36	7462538,58	22,20	1,90	3,40	38,40	3358,00	723,00	315,00	319,00
22	711614,10	7462719,47	30,80	2,00	4,40	42,10	4654,00	1220,00	365,00	447,00
23	711643,16	7462759,06	28,10	2,80	8,20	37,60	4246,00	1010,00	430,00	308,00
24	711675,19	7462807,84	19,10	1,80	5,00	26,20	2877,00	664,00	282,00	215,00
25	711592,72	7462706,69	17,00	1,80	3,00	24,90	2572,00	606,00	224,00	203,00
26	711736,37	7462902,37	26,90	2,80	3,90	42,60	4069,00	949,00	352,00	346,00
27	711737,06	7462951,59	30,70	3,70	4,80	43,20	4640,00	1172,00	377,00	352,00
28	711766,12	7462991,18	30,20	2,90	3,70	53,10	4566,00	1031,00	409,00	432,00
29	711701,07	7462874,79	9,60	0,70	1,70	17,40	1448,00	291,00	146,00	142,00
30	711824,41	7463082,67	35,20	3,50	5,60	56,40	5308,00	1233,00	476,00	459,00
31	711853,55	7463128,42	30,90	3,40	4,60	46,10	4671,00	1125,00	391,00	375,00
32	711888,39	7463174,08	31,10	2,80	6,20	47,80	4689,00	1039,00	439,00	390,00
33	711809,43	7463042,90	18,20	1,70	2,80	30,70	2751,00	625,00	252,00	250,00
34	711932,30	7463256,54	31,50	3,00	5,10	50,10	4749,00	1076,00	487,00	409,00
35	711964,34	7463305,32	33,80	2,80	4,50	62,10	5106,00	1078,00	483,00	506,00
36	711990,51	7463341,88	30,70	2,80	5,00	51,50	4628,00	1030,00	433,00	420,00
37	712031,14	7463393,62	32,80	2,70	5,10	55,90	4959,00	1048,00	459,00	455,00
38	711917,79	7463211,00	30,70	1,60	6,30	60,10	4637,00	839,00	515,00	492,00
39	712083,81	7463491,34	31,10	3,00	4,90	49,20	4702,00	1058,00	416,00	401,00
40	712112,96	7463537,09	30,40	2,90	5,10	50,20	4590,00	1038,00	427,00	409,00
41	712142,06	7463579,75	32,40	2,80	5,60	54,00	4888,00	1058,00	461,00	441,00
42	712026,14	7463379,10	33,80	4,40	6,70	41,90	5103,00	1359,00	918,00	341,00
43	712418,15	7463957,41	53,30	4,80	6,50	94,60	8047,00	1756,00	725,00	770,00
44	712420,26	7463905,07	28,90	4,10	4,30	36,30	4370,00	1200,00	325,00	295,00
45	712425,23	7463852,70	27,60	3,40	3,90	40,40	4168,00	1068,00	338,00	321,00
46	712134,50	7463547,21	29,10	3,00	4,10	47,10	4392,00	1021,00	383,00	383,00
47	712459,35	7464049,14	28,00	2,10	4,10	50,40	4228,00	844,00	409,00	411,00
48	712485,60	7464091,85	27,20	3,20	2,40	43,80	4113,00	1011,00	322,00	256,00
49	712514,57	7464125,29	21,10	2,20	3,70	31,00	3187,00	745,00	277,00	252,00

Estação	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT ($\mu\text{R/h}$)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
50	712471,98	7464057,16	27,10	2,80	3,90	41,80	4090,00	942,00	346,00	341,00
51	712561,34	7464207,71	19,40	1,90	3,50	30,60	2926,00	671,00	269,00	249,00
52	712587,66	7464255,03	19,40	1,90	4,50	30,20	2928,00	689,00	293,00	246,00
53	712613,98	7464302,35	18,40	1,70	3,50	30,10	2781,00	621,00	267,00	246,00
54	712579,08	7464226,07	29,10	2,90	4,30	48,60	4388,00	1019,00	397,00	396,00
55	712674,82	7464372,27	18,50	1,70	4,20	27,40	2788,00	624,00	270,00	224,00
56	712689,77	7464421,29	19,80	1,80	4,20	31,30	2984,00	671,00	292,00	255,00
57	712718,74	7464454,72	16,10	2,00	3,30	21,70	2424,00	642,00	211,00	177,00
58	712686,18	7464394,97	28,90	3,80	3,80	39,50	4362,00	1148,00	330,00	321,00
59	712768,45	7464543,26	17,20	2,10	3,10	22,10	2590,00	663,00	209,00	180,00
60	712791,72	7464576,77	23,50	1,60	2,90	36,70	3548,00	860,00	292,00	299,00
61	712840,69	7464613,01	19,80	2,70	3,40	24,70	2983,00	804,00	233,00	201,00
62	712793,27	7464563,88	35,30	2,80	5,00	62,30	5338,00	1108,00	497,00	508,00
63	712901,58	7464686,00	28,60	2,60	4,80	46,00	4318,00	945,00	394,00	375,00
64	712933,49	7464725,55	18,20	1,80	3,30	26,80	2749,00	624,00	293,00	219,00
65	712945,59	7464774,61	18,20	2,20	3,00	24,80	2755,00	705,00	224,00	201,00
66	712900,37	7464732,79	29,40	2,50	4,70	49,70	4433,00	949,00	414,00	405,00
67	712975,39	7464866,50	22,70	2,70	2,40	32,20	3431,00	865,00	278,00	262,00
68	713015,89	7464909,00	22,70	2,00	5,40	35,10	3428,00	770,00	344,00	287,00
69	713044,78	7464936,29	18,60	1,90	3,30	30,00	2815,00	663,00	260,00	244,00
70	713007,47	7464901,70	31,70	2,70	5,50	51,80	4783,00	1029,00	446,00	423,00
71	713094,41	7465018,67	19,80	1,60	2,70	35,70	2990,00	626,00	281,00	291,00
72	713121,23	7465101,37	24,30	2,30	4,90	34,20	3666,00	821,00	327,00	279,00
73	713131,93	7465051,98	14,20	1,80	2,20	50,50	2146,00	558,00	176,00	166,00
74	713114,57	7465070,61	36,70	2,40	4,70	75,30	5541,00	1080,00	565,00	613,00
75	713161,95	7465159,25	17,40	2,10	2,30	23,90	2631,00	656,00	199,00	194,00
76	713191,15	7465208,07	17,60	1,10	3,00	32,40	2654,00	518,00	269,00	265,00
77	713228,67	7465241,39	22,40	1,50	4,50	40,10	3388,00	676,00	350,00	327,00
80	724166,98	7460282,42	0,90	0,10	0,40	1,10	134,00	37,00	15,00	9,00
81	724034,87	7460213,61	0,80	0,10	0,40	0,90	121,00	28,00	15,00	8,00
82	724021,26	7460256,89	0,90	0,10	0,40	1,10	137,00	30,00	16,00	9,00
83	723982,70	7460346,70	1,00	0,10	0,40	1,10	148,00	28,00	18,00	9,00
84	723957,65	7460387,08	1,00	0,10	0,20	1,60	156,00	37,00	14,00	13,00
85	723935,36	7460421,26	1,10	0,10	0,30	1,00	159,00	43,00	15,00	8,00
86	723939,61	7460131,94	0,80	0,00	0,60	0,80	128,00	22,00	19,00	7,00
87	723882,58	7460129,71	0,80	0,10	0,30	1,10	119,00	25,00	14,00	9,00

* *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 SUDESTE DE RORAIMA

CPRM CONTRATO N.º 075/PR/10

CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES

AERONAVE CESSNA CARAVAN C208B

PT-MED

MARICÁ - RJ
15 DE OUTUBRO DE 2010

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 RS-230 BGO SUPER-SPEC
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 aérea quanto portátil terrestre, devem ser calibrados aproximadamente a cada 12 meses.

No dia 15 de outubro de 2010 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 Radiation Solutions, modelo RS-230 Super-SPEC, 1024 canais, com detector de Óxido de Germanato de Bismuto (BGO) com 6,3 pol3, como mostra a figura 1. As medidas foram armazenadas na memória interna do equipamento, bem como anotadas pelo operador em planilha apropriada.



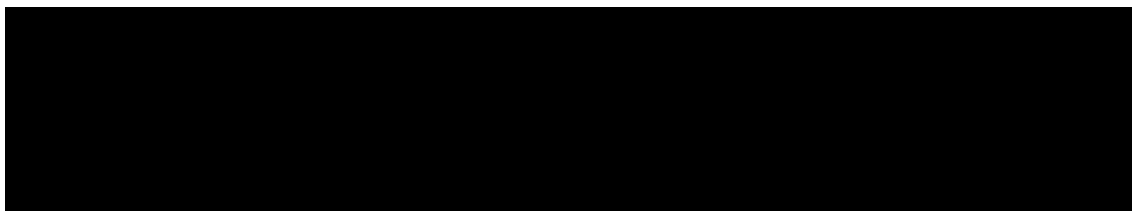
Figura 1 – Gama espectrômetro Portátil Radiation Solutions RS-230 Super-SPEC

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



(*) Valor obtido através da expressão:

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

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

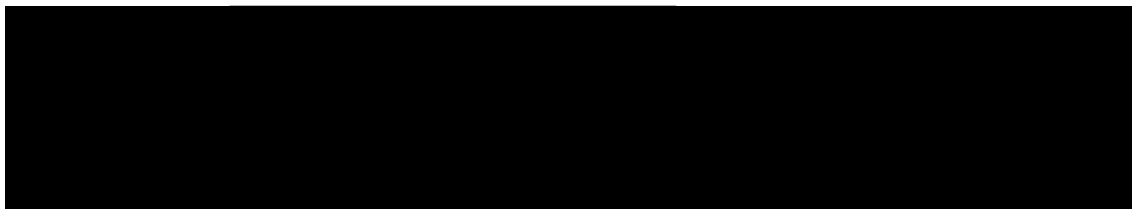
(1) Erro na média = Desvio Padrão / (Número de Estações)^{1/2}

(2) Incerteza = Erro na Média/Média

cpm = contagem por minuto

79 estações utilizadas no cálculo estatístico

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



3. Levantamento Aéreo

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

$S = N/C$, onde:

S corresponde à sensibilidade para cada janela,

N é a média das contagens corrigidas (em cps) para cada canal referente à altura do levantamento (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.

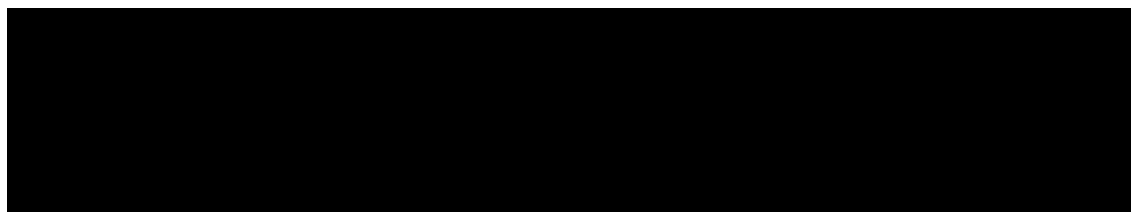
Os dados estatísticos e os resultados de calibração dinâmica são resumidos nos Quadros 3, 4 e 5, a seguir:

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

ESTATÍSTICA*	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
MÉDIA	2768,29	128,65	28,70	115,32
DESVIO PADRÃO	24,75	4,64	1,35	1,96
ERRO NA MÉDIA	14,29	2,68	0,78	1,13
INCERTEZA (%)	0,01	0,02	0,03	0,01

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

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



cpm = contagens por minuto

Quadro 5 - Coeficientes de Sensibilidade

	CT (cps/ μ R/h)	K (cps/%)	U (cps/ppm)	Th (cps/ppm)
SENSIBILIDADE (S)	225,41	62,65	11,77	4,36

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

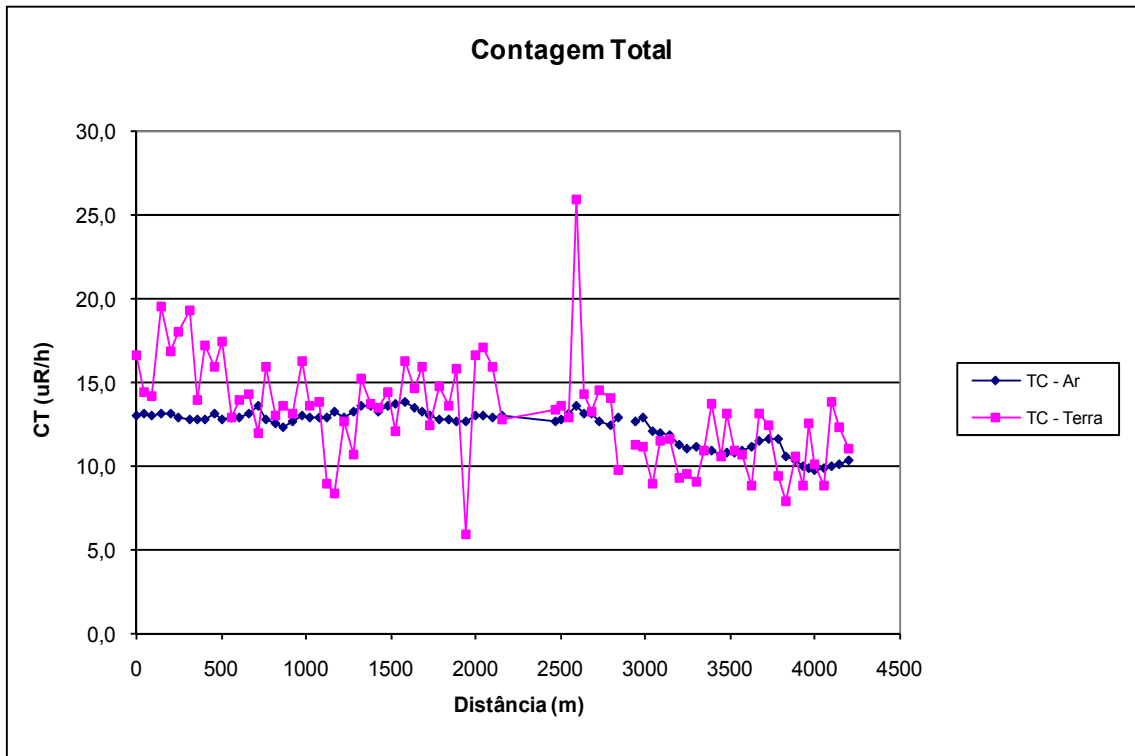


Figura 3 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Contagem Total

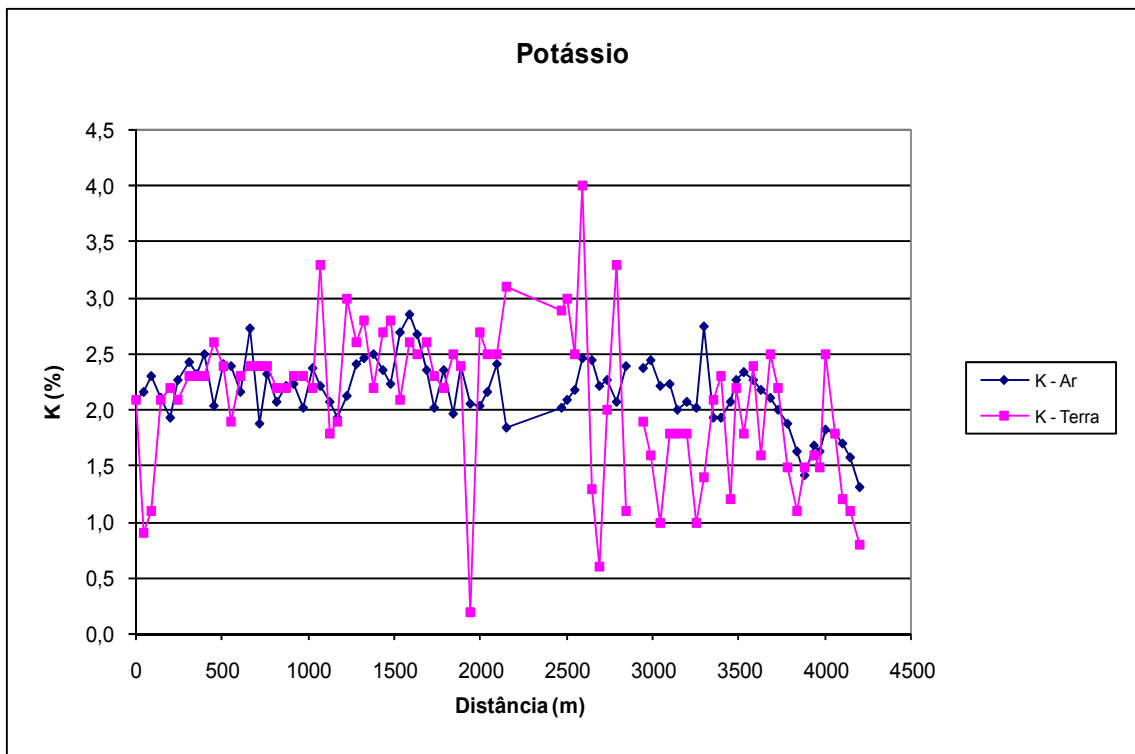


Figura 4 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Potássio

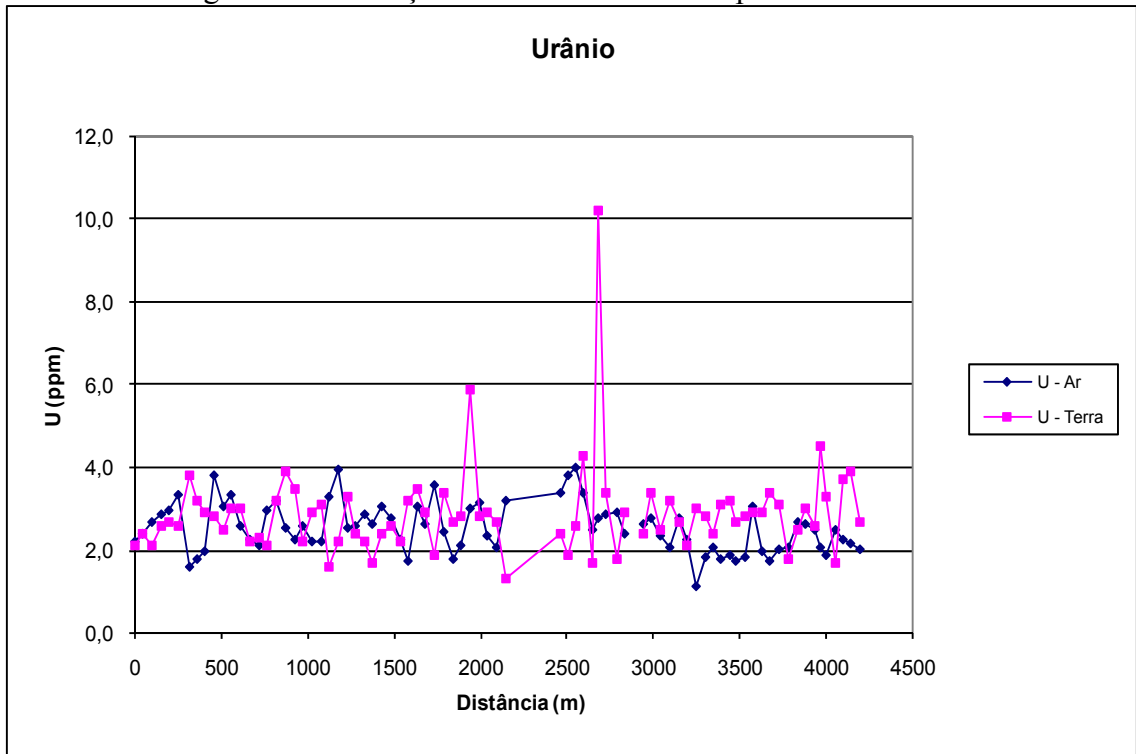


Figura 5 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Urânio

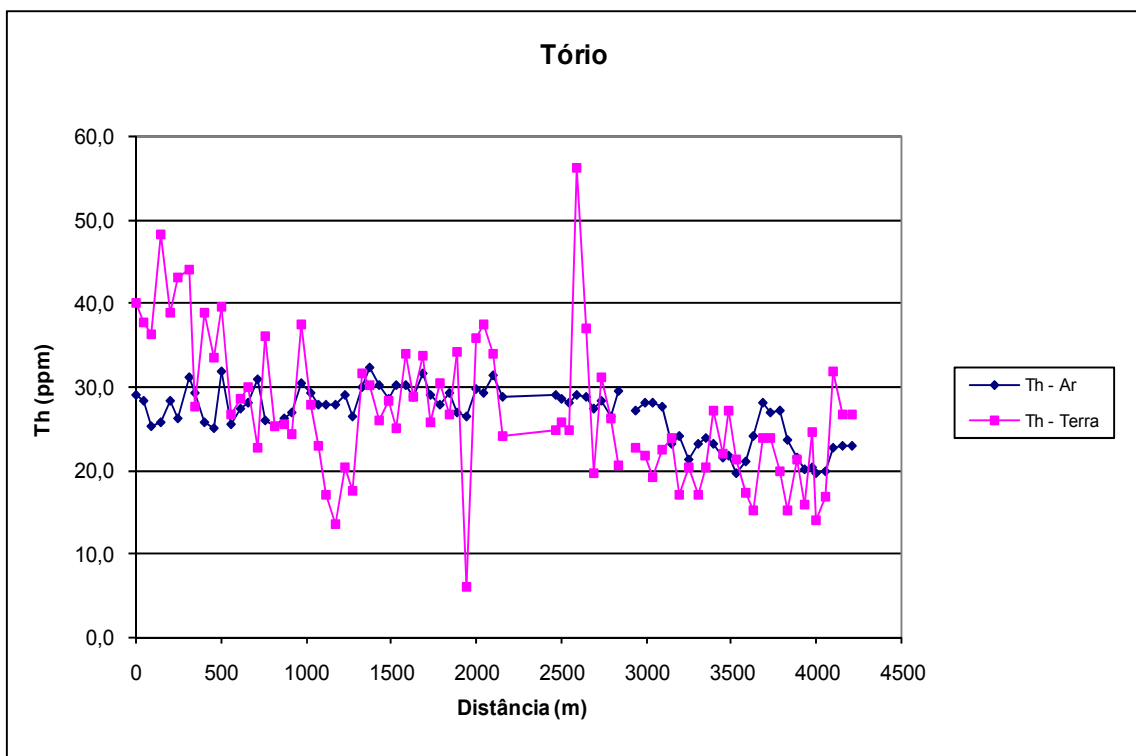


Figura 6 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Tório

**TABELA 1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE
PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA – 15/10/2010
DADOS BRUTOS – PT-MED**

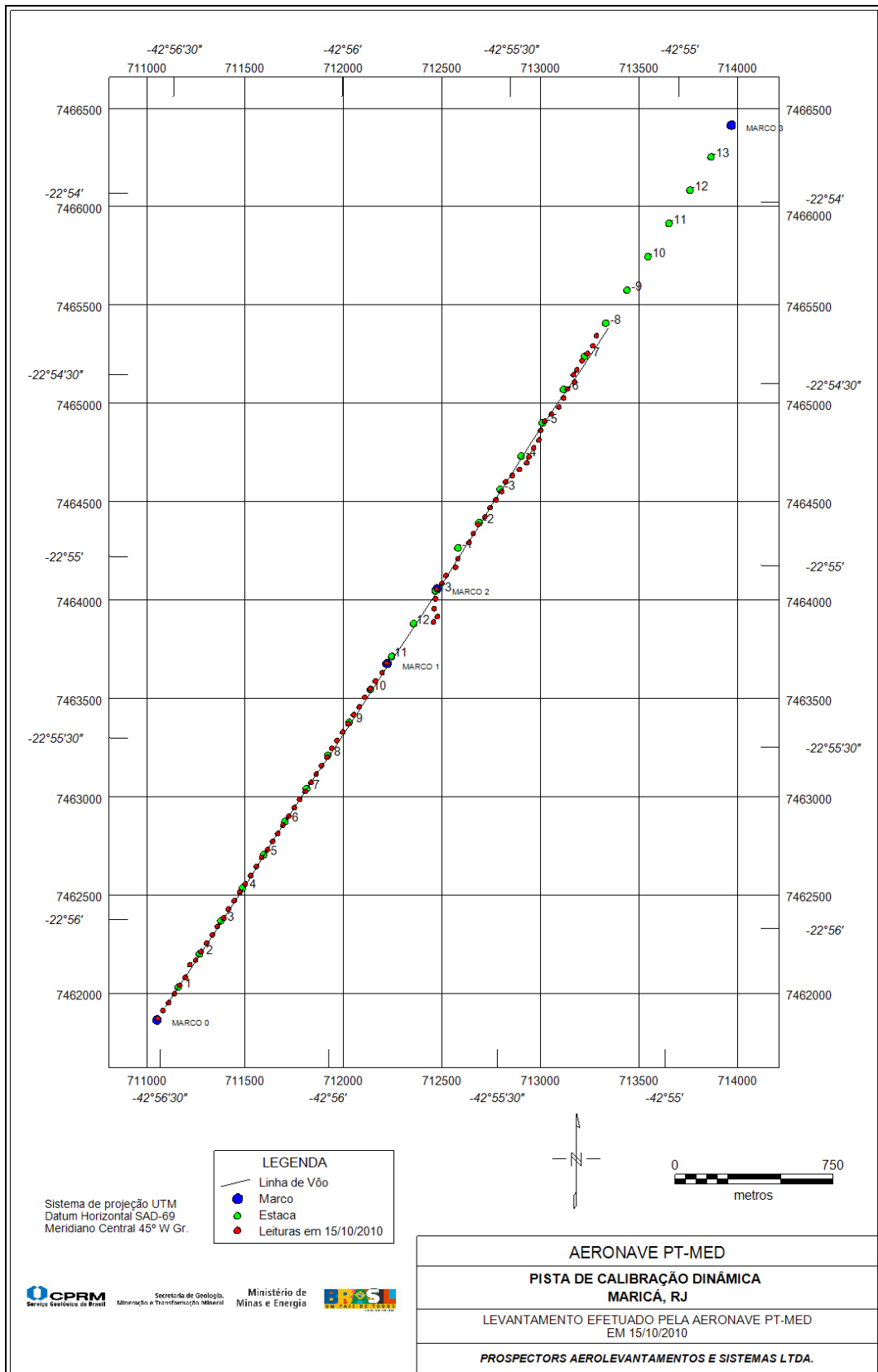
Estação	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
1	711055,58	7461875,36	16,70	2,10	2,10	40,00	6544,20	562,30	131,20	347,10
2	711081,79	7461915,00	14,40	0,90	2,40	37,70	5742,30	323,80	132,20	327,70
3	711110,84	7461954,59	14,20	1,10	2,10	36,40	5728,30	371,40	123,80	316,70
4	711139,98	7462000,34	19,60	2,10	2,60	48,20	7932,90	604,90	159,70	418,30
5	711166,22	7462043,05	16,90	2,20	2,70	38,80	6556,60	594,80	138,50	336,70
6	711195,28	7462082,64	18,00	2,10	2,60	43,00	7322,70	586,30	147,00	373,60
7	711218,98	7462146,92	19,30	2,30	3,80	44,10	7419,90	640,90	169,60	384,10
8	711247,82	7462171,14	14,00	2,30	3,20	27,70	5719,30	585,60	120,20	241,20
9	711274,06	7462213,85	17,20	2,30	2,90	38,90	6833,40	617,40	141,20	337,70
10	711303,16	7462256,51	16,00	2,60	2,80	33,60	6456,40	656,10	126,50	292,10
11	711332,26	7462299,18	17,40	2,40	2,50	39,70	7285,10	636,60	136,50	344,70
12	711358,51	7462341,89	12,90	1,90	3,00	26,70	5345,00	487,50	115,40	232,70
13	711390,45	7462384,52	14,00	2,30	3,00	28,60	5430,50	576,00	118,50	248,90
14	711413,90	7462430,35	14,30	2,40	2,20	30,10	5756,90	602,40	109,20	261,60
15	711442,99	7462473,02	12,00	2,40	2,30	22,80	4849,20	569,00	92,80	198,10
16	711472,09	7462515,69	16,00	2,40	2,10	36,00	6426,90	618,90	120,70	312,00
17	711498,34	7462558,40	13,00	2,20	3,20	25,30	5099,00	548,10	113,80	220,10
18	711527,44	7462601,07	13,60	2,20	3,90	25,60	5338,80	566,50	126,40	223,80
19	711556,58	7462646,81	13,20	2,30	3,50	24,40	5285,00	580,60	117,50	212,20
20	711582,87	7462692,60	16,30	2,30	2,20	37,40	6443,40	601,60	126,00	324,60
21	711611,93	7462732,19	13,60	2,20	2,90	27,80	5540,00	555,10	114,40	242,20
22	711638,18	7462774,90	13,80	3,30	3,10	22,90	5818,60	747,50	106,00	199,20
23	711664,39	7462814,53	9,00	1,80	1,60	17,00	3758,70	434,50	67,10	147,70
24	711690,64	7462857,24	8,40	1,90	2,20	13,70	3387,30	439,70	69,70	118,90
25	711719,78	7462902,99	12,70	3,00	3,30	20,30	5011,50	683,60	102,80	176,60
26	711748,88	7462945,66	10,70	2,60	2,40	17,50	4464,40	588,80	80,30	152,00
27	711775,13	7462988,36	15,30	2,80	2,20	31,70	5887,00	680,50	112,30	274,70
28	711804,19	7463027,96	13,70	2,20	1,70	30,20	5774,70	555,30	100,30	262,20
29	711833,33	7463073,70	13,50	2,70	2,40	26,00	5513,20	642,00	102,30	225,90
30	711859,58	7463116,41	14,40	2,80	2,60	28,30	5815,10	663,20	110,70	245,90
31	711885,83	7463159,12	12,10	2,10	2,20	25,10	4902,10	514,00	96,00	218,00
32	711914,93	7463201,79	16,30	2,60	3,20	34,00	6565,70	657,70	134,40	295,30
33	711938,38	7463247,61	14,70	2,50	3,50	28,80	5859,50	619,80	127,50	251,20
34	711964,58	7463287,25	16,00	2,60	2,90	33,80	6419,20	645,10	129,10	293,70
35	711993,69	7463329,91	12,50	2,30	1,90	25,70	5102,00	551,20	92,80	223,20
36	712022,79	7463372,58	14,80	2,20	3,40	30,40	5940,20	576,90	130,70	264,30
37	712049,08	7463418,37	13,60	2,50	2,70	26,80	5511,40	600,10	109,10	233,20
38	712078,14	7463457,96	15,80	2,40	2,80	34,30	6211,10	608,90	129,60	297,80
39	712104,48	7463506,82	5,90	0,20	5,90	6,20	6124,30	130,50	117,60	57,30
40	712133,58	7463549,49	16,70	2,70	2,80	35,80	6693,90	671,40	132,80	310,50
41	712159,79	7463589,12	17,10	2,50	2,90	37,40	6713,80	653,00	138,00	324,60
42	712194,59	7463631,71	15,90	2,50	2,70	34,00	6331,00	637,20	126,00	295,20
43	712218,08	7463680,61	12,80	3,10	1,30	24,20	5408,40	694,80	78,20	209,10
44	712454,74	7463889,59	13,40	2,90	2,40	24,90	5413,50	669,70	98,10	215,90
45	712475,08	7463917,00	13,60	3,00	1,90	25,70	5538,60	698,50	92,30	222,70
46	712458,54	7463957,23	12,90	2,50	2,60	24,80	5276,00	592,00	102,90	215,50
47	712464,94	7464006,37	25,90	4,00	4,30	56,20	10187,10	1024,20	205,70	488,40
48	712471,33	7464055,51	14,30	1,30	1,70	37,10	5587,70	391,40	117,60	322,00
49	712497,41	7464085,92	13,30	0,60	10,20	19,70	9115,60	312,10	224,20	177,00

Estação	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
50	712517,92	7464125,63	14,60	2,00	3,40	31,10	5485,70	525,50	131,20	271,10
51	712566,97	7464168,01	14,10	3,30	1,80	26,20	5656,50	749,10	91,90	227,00
52	712578,98	7464210,92	9,80	1,10	2,90	20,60	3934,40	326,00	98,10	180,30
53	712634,30	7464293,22	11,30	1,90	2,40	22,80	4716,80	470,10	95,50	198,60
54	712657,74	7464339,05	11,20	1,60	3,40	21,80	4499,60	425,00	110,60	190,70
55	712681,19	7464384,87	9,00	1,00	2,50	19,10	3693,90	293,60	89,20	167,20
56	712715,95	7464424,38	11,50	1,80	3,20	22,40	4708,80	455,40	107,50	195,50
57	712742,25	7464470,16	11,70	1,80	2,70	24,00	4767,40	461,20	102,30	208,60
58	712771,31	7464509,76	9,30	1,80	2,10	17,10	3738,10	436,20	76,00	148,80
59	712800,42	7464552,42	9,60	1,00	3,00	20,40	4003,20	295,10	99,60	178,10
60	712821,06	7464601,36	9,10	1,40	2,80	17,10	3609,20	358,30	89,10	149,30
61	712855,74	7464634,72	10,90	2,10	2,40	20,40	4805,80	511,40	88,70	177,70
62	712890,37	7464665,00	13,70	2,30	3,10	27,10	5365,10	576,10	117,00	235,90
63	712927,90	7464698,32	10,60	1,20	3,20	22,10	4375,40	345,90	108,00	192,80
64	712939,73	7464728,92	13,20	2,20	2,70	27,20	5385,00	544,70	109,70	236,40
65	712963,18	7464774,75	11,00	1,80	2,80	21,40	4172,00	451,20	98,60	186,50
66	712989,39	7464814,38	10,70	2,40	2,90	17,40	4398,20	560,60	89,20	151,50
67	712998,64	7464863,48	8,90	1,60	2,90	15,30	3788,10	395,00	85,50	133,60
68	713019,24	7464909,34	13,10	2,50	3,40	24,00	5123,90	601,20	114,40	208,60
69	713053,96	7464945,78	12,50	2,20	3,10	23,90	5247,00	544,60	109,60	208,10
70	713091,53	7464982,17	9,40	1,50	1,80	19,80	4002,00	377,30	77,60	172,40
71	713114,98	7465027,99	7,90	1,10	2,50	15,30	3498,20	301,70	79,20	133,60
72	713135,58	7465073,86	10,60	1,50	3,00	21,30	4239,80	390,30	102,80	186,00
73	713170,30	7465110,29	8,90	1,60	2,60	16,00	3542,40	397,40	81,20	139,30
74	713165,12	7465147,29	12,60	1,50	4,50	24,50	5102,00	436,60	135,80	214,90
75	713182,57	7465171,66	10,10	2,50	3,30	14,00	4093,90	581,30	87,60	122,10
76	713208,87	7465217,44	8,90	1,80	1,70	16,90	3748,00	421,10	68,20	146,70
77	713235,04	7465253,99	13,80	1,20	3,70	31,90	5379,50	378,70	139,50	278,30
78	713264,10	7465293,58	12,30	1,10	3,90	26,80	4852,70	351,30	131,60	234,80
79	713281,94	7465345,64	11,10	0,80	2,70	26,70	4546,50	278,50	110,70	232,70
80	723991,52	7461706,70	0,40	0,00	0,20	0,80	200,60	13,30	5,40	7,50
81	723962,80	7461691,74	0,60	0,10	0,50	0,50	168,30	25,30	9,50	4,80
82	723950,99	7461664,22	0,80	0,00	0,50	1,70	273,70	0,80	12,10	15,30
83	723933,53	7461639,86	0,50	0,00	0,20	0,80	151,10	14,90	5,40	7,50
84	723905,17	7461649,52	0,60	0,10	0,60	0,60	216,30	22,70	11,10	5,90
85	723848,36	7461662,67	0,40	0,00	0,50	0,30	188,60	11,20	9,00	2,80
86	723797,30	7461678,82	0,30	0,00	0,40	0,10	163,60	12,30	6,90	1,20
87	723729,33	7461707,52	0,50	0,00	0,60	0,10	189,70	15,90	11,10	1,20

* *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 SUDESTE DE RORAIMA

CPRM CONTRATO N.º 075/PR/10

ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA – RESULTADO DOS TESTES

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-350

PR-PEC

MARICÁ - RJ
09 DE MARÇO DE 2010

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 voos sobre a pista de calibração dinâmica (*dynamic calibration range - DCR*) realizados em 09/03/2010 nas proximidades de Maricá (RJ), objetivando a determinação dos coeficientes de sensibilidade para converter os dados aerogamaespetrométricos, 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 voos 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 aerolevanteamento (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 voo (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 voo (100m);
- H é a altura medida.

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

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

MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3286,60	279,10	86,65	138,98
331	3304,91	272,67	89,44	140,58
332	3319,07	274,98	84,13	141,20
400	2902,17	240,21	79,68	123,15
500	2577,34	209,04	70,79	105,30
600	2178,87	175,78	61,89	90,51
700	1940,62	155,23	55,62	78,73
800	1650,10	130,29	51,69	67,16
MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	370,83	41,61	14,94	9,47
331	391,21	44,86	14,76	11,00
332	366,96	41,08	14,55	9,95
400	392,58	45,69	15,95	10,55
500	378,51	42,49	15,60	9,78
600	401,71	43,19	15,89	11,06
700	385,69	40,94	15,36	9,88
800	398,71	43,24	16,49	10,33
MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	2915,77	237,49	71,71	129,51
331	2913,70	227,81	74,68	129,58
332	2952,11	233,90	69,58	131,25
400	2509,59	194,52	63,73	112,60
500	2198,83	166,55	55,19	95,52
600	1777,16	132,59	46,00	79,45
700	1554,93	114,29	40,26	68,85
800	1251,39	87,05	35,20	56,83

* 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	92,12	2909,28	152,94	28,92	125,25
331	89,94	2909,91	140,84	32,13	125,45
332	89,66	2951,21	151,04	26,49	127,21
400	110,59	2512,23	119,10	25,76	109,36
500	132,40	2196,61	100,77	21,84	92,59
600	159,39	1773,20	77,00	17,15	76,96
700	181,54	1563,41	65,30	14,83	67,32
800	212,95	1253,50	44,13	13,23	55,36

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	92,12	7,98	5,03	3,36	4,83
331	89,94	7,98	4,95	3,47	4,83
332	89,66	7,99	5,02	3,28	4,85
400	110,59	7,83	4,78	3,25	4,69
500	132,40	7,69	4,61	3,08	4,53
600	159,39	7,48	4,34	2,84	4,34
700	181,54	7,35	4,18	2,70	4,21
800	212,95	7,13	3,79	2,58	4,01

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	-0,0096
Urânio	-0,0069
Tório	-0,0068

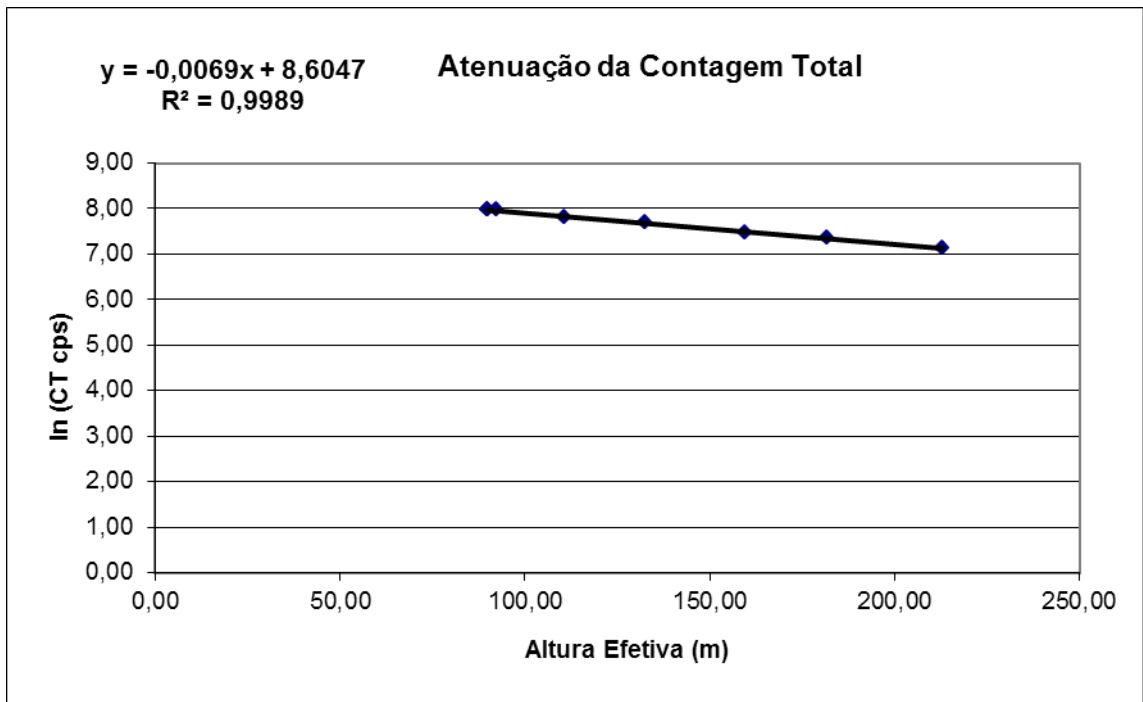


Figura 1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total

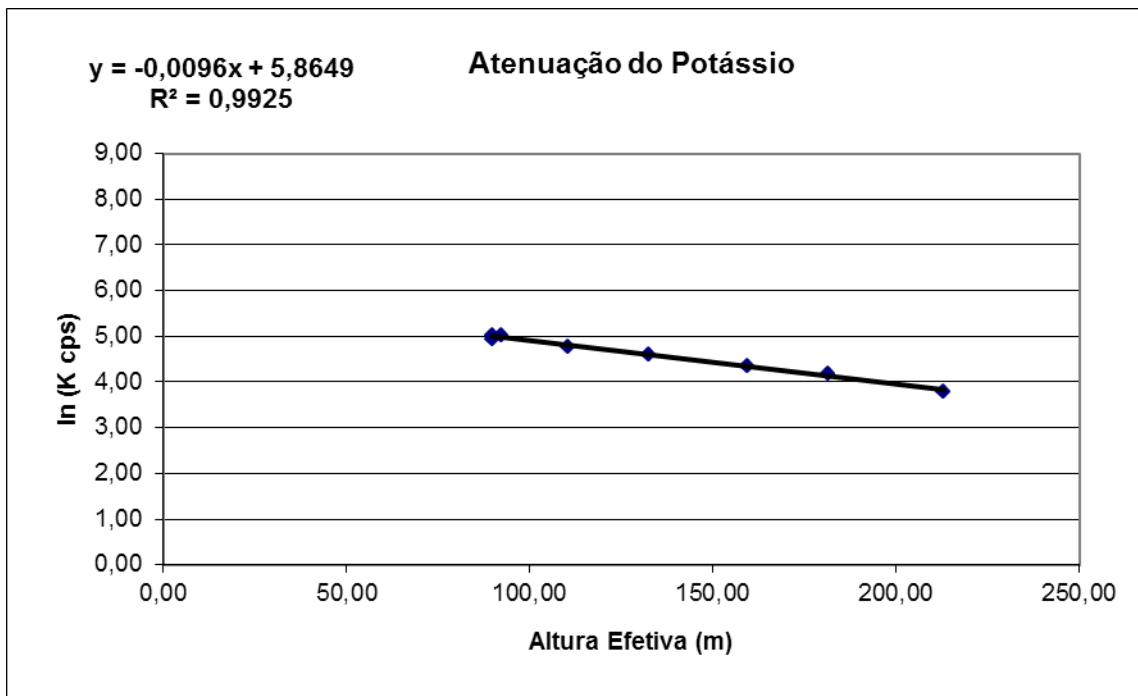


Figura 1b - Coeficiente de Atenuação - Potássio

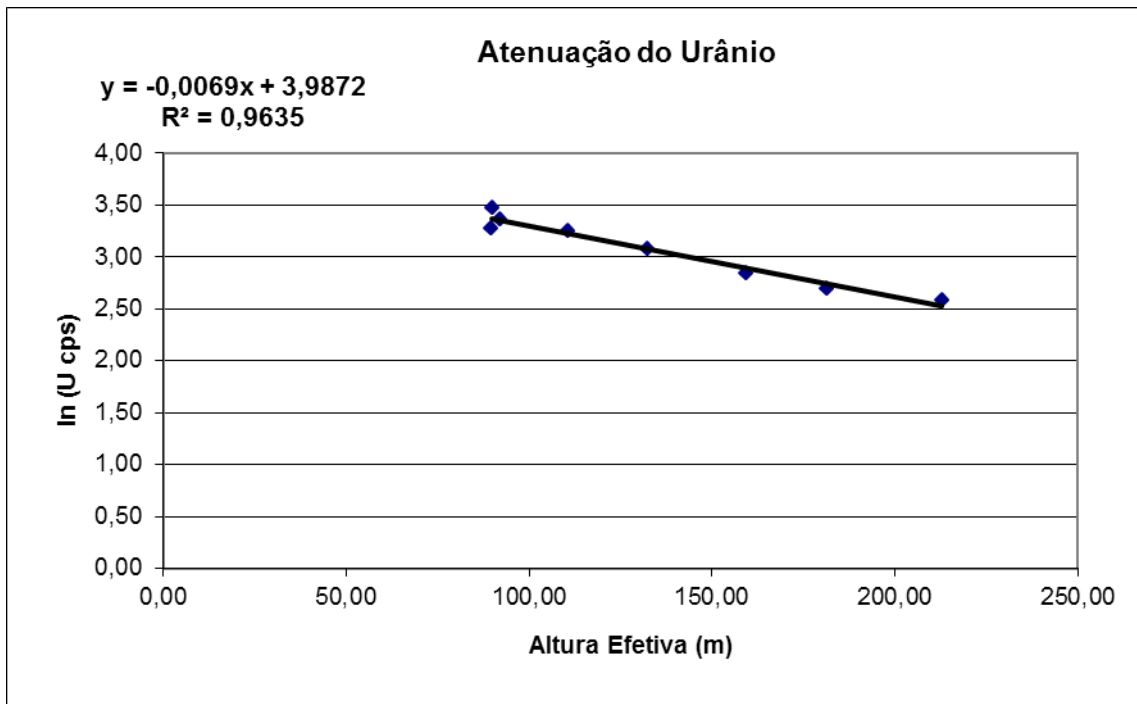


Figura 1c - Coeficiente de Atenuação - Urânio

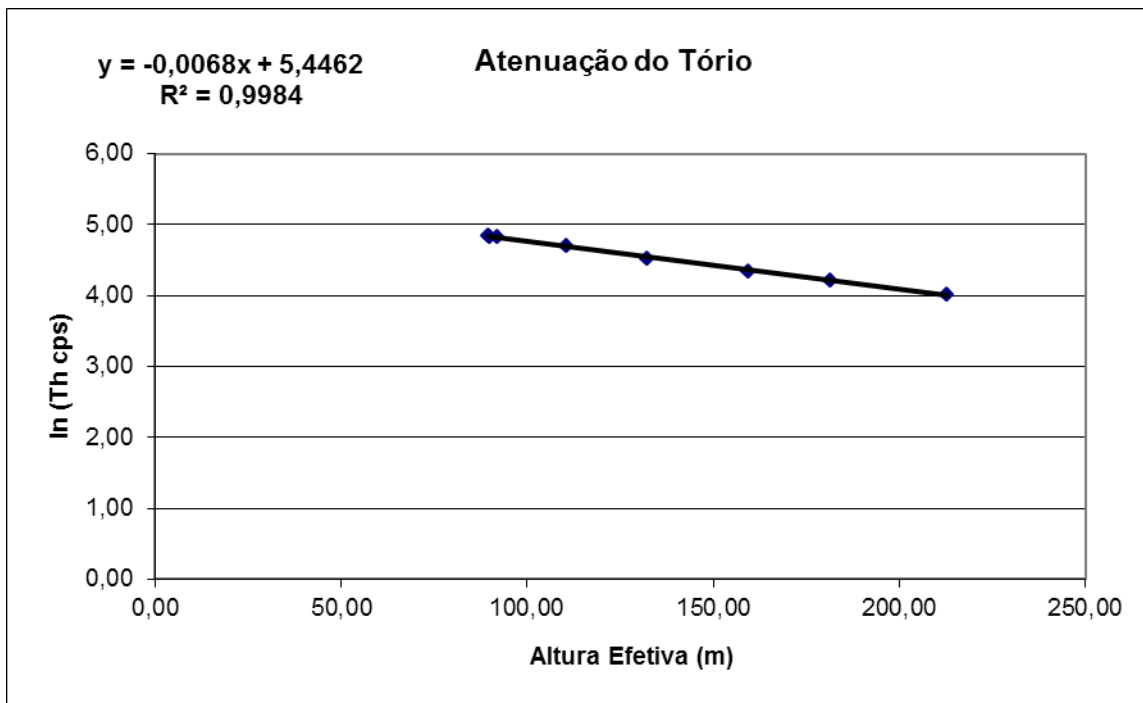


Figura 1d - Coeficiente de Atenuação - Tório

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO PILOTO DE INVESTIMENTO - PPI

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RORAIMA

CPRM CONTRATO N.º 075/PR/10

ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA – RESULTADO DOS TESTES

AERONAVE PIPER NAVAJO PA31-350

PT-MED

MARICÁ - RJ
15 DE OUTUBRO DE 2010

SUMÁRIO

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

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-MED

Durante os voos sobre a pista de calibração dinâmica (*dynamic calibration range - DCR*) realizados em 15/10/2010 nas proximidades de Maricá (RJ), objetivando a determinação dos coeficientes de sensibilidade para converter os dados aerogamaespetrométricos, 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 voos 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 voo (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 voo (100m);
- H é a altura medida.

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

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

MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
200	4293,73	361,06	104,89	184,00
300	3550,16	289,49	92,76	150,90
330	3421,27	277,14	90,36	145,66
331	3334,10	274,31	85,77	142,21
332	3379,34	282,92	86,92	140,13
400	2975,30	242,63	80,63	125,17
500	2541,78	208,95	68,52	105,40
600	2155,32	172,10	60,65	89,14
700	1877,21	149,89	52,76	77,30
800	1618,50	129,91	47,86	65,77
900	1421,72	115,33	42,25	56,91
1000	1245,31	102,18	39,85	50,49
MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
200	305,62	38,80	10,14	8,77
300	310,18	38,62	10,81	8,92
330	306,36	40,85	10,91	8,68
331	310,98	42,91	10,62	8,83
332	310,27	41,78	10,55	8,60
400	304,00	37,29	10,49	8,82
500	306,37	37,94	10,58	8,45
600	315,19	37,91	10,97	9,71
700	313,71	36,57	11,54	9,91
800	321,24	37,38	12,72	9,08
900	328,32	38,19	12,40	9,69
1000	335,59	39,09	13,00	9,39
MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
200	3988,11	322,26	94,75	175,23
300	3239,98	250,87	81,95	141,98
330	3114,91	236,29	79,45	136,98
331	3023,12	231,40	75,15	133,38
332	3069,07	241,14	76,37	131,53
400	2671,30	205,34	70,14	116,35
500	2235,41	171,01	57,94	96,95
600	1840,13	134,19	49,68	79,43
700	1563,50	113,32	41,22	67,39
800	1297,26	92,53	35,14	56,69
900	1093,40	77,14	29,85	47,22
1000	909,72	63,09	26,85	41,10

* 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	51,68	3983,33	212,33	38,49	166,60
300	77,53	3239,39	155,92	34,78	135,26
330	84,62	3114,32	143,98	33,47	130,53
331	86,57	3017,09	143,35	30,04	126,85
332	85,84	3063,13	152,34	31,99	125,09
400	104,35	2672,22	123,69	30,06	111,01
500	129,36	2231,87	102,52	23,21	92,38
600	156,71	1840,18	75,25	20,29	75,90
700	180,50	1562,79	63,63	15,45	64,41
800	205,95	1302,84	49,82	12,92	54,52
900	231,09	1092,63	40,60	10,63	45,20
1000	260,32	910,58	30,03	9,59	39,45

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	51,68	8,29	5,36	3,65	5,12
300	77,53	8,08	5,05	3,55	4,91
330	84,62	8,04	4,97	3,51	4,87
331	86,57	8,01	4,97	3,40	4,84
332	85,84	8,03	5,03	3,47	4,83
400	104,35	7,89	4,82	3,40	4,71
500	129,36	7,71	4,63	3,14	4,53
600	156,71	7,52	4,32	3,01	4,33
700	180,50	7,35	4,15	2,74	4,17
800	205,95	7,17	3,91	2,56	4,00
900	231,09	7,00	3,70	2,36	3,81
1000	260,32	6,81	3,40	2,26	3,68

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	-0,0091
Urânio	-0,0072
Tório	-0,007

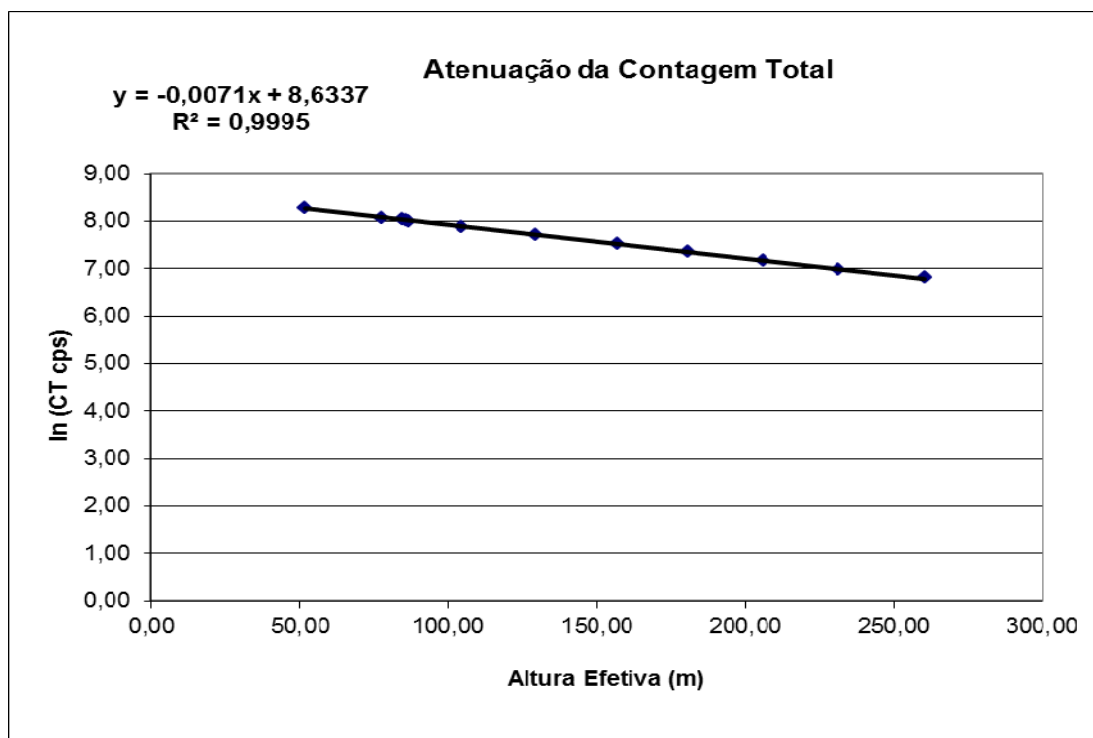


Figura 1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total

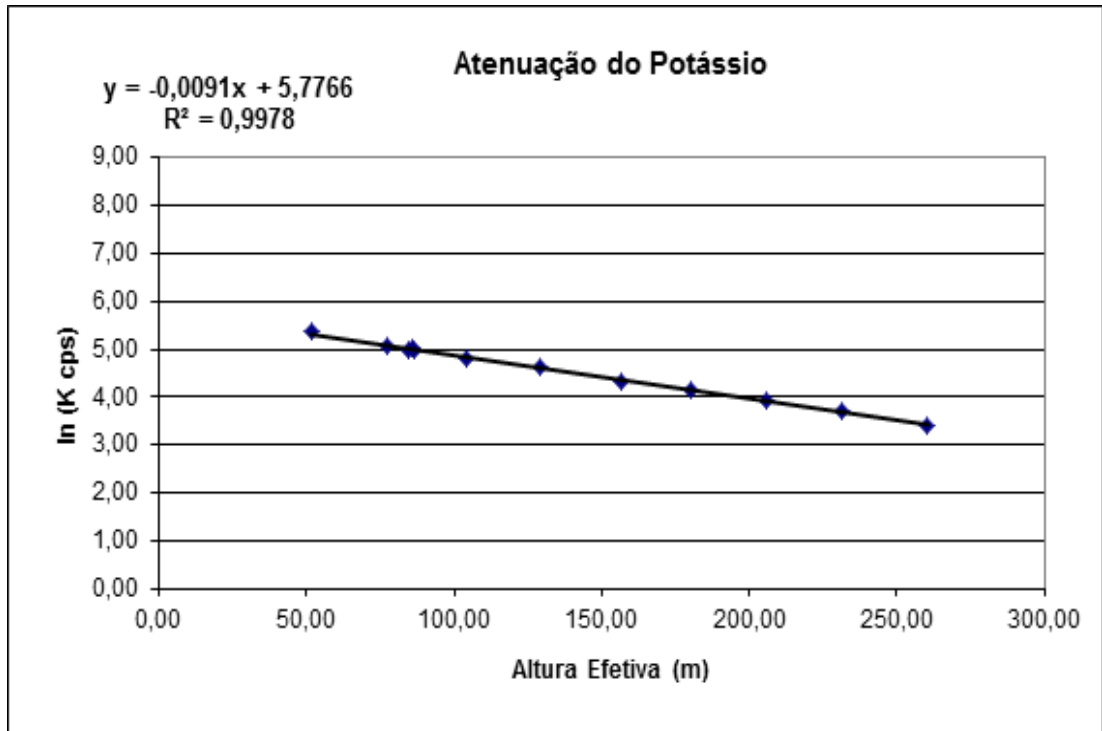


Figura 1b - Coeficiente de Atenuação - Potássio

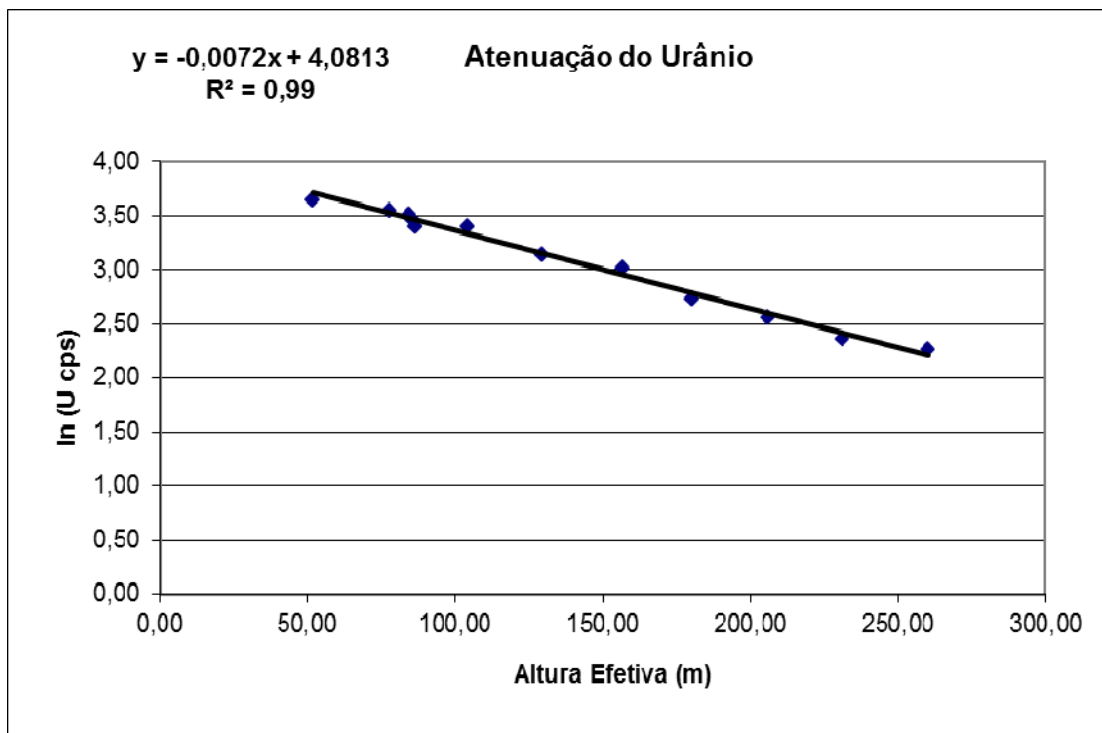


Figura 1c - Coeficiente de Atenuação - Urânio

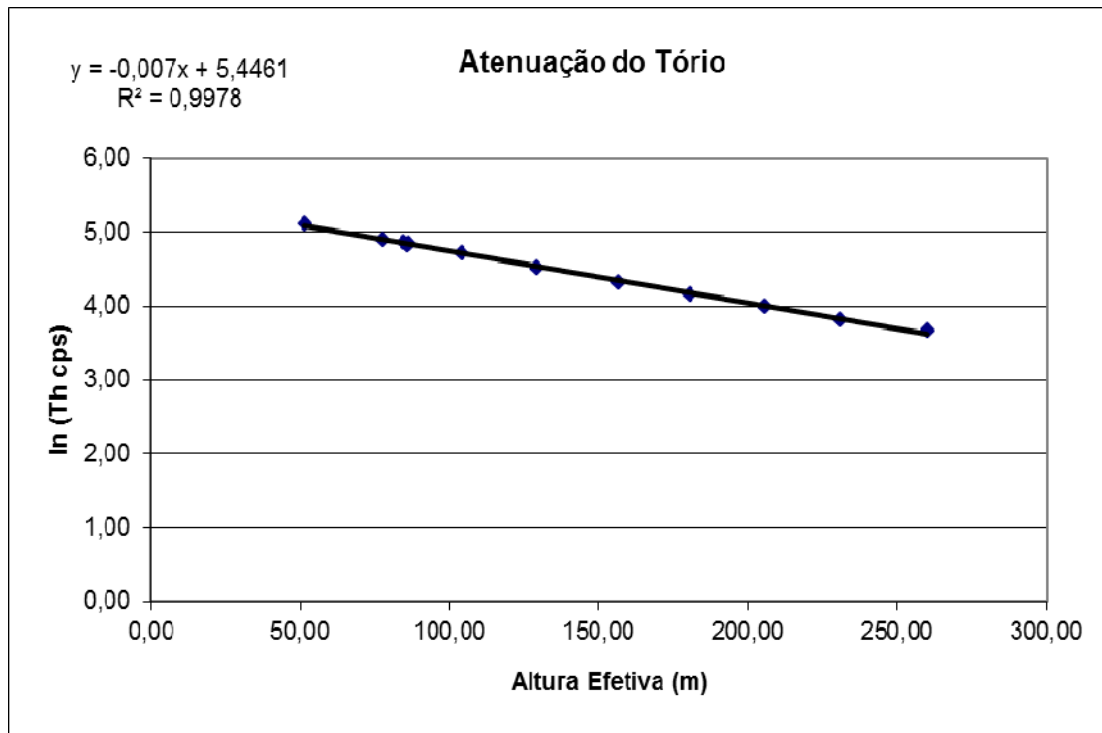


Figura 1d - Coeficiente de Atenuação – Tório

ANEXO II – TESTES CONTRATUAIS

Anexo II-a – Teste de Altimetros

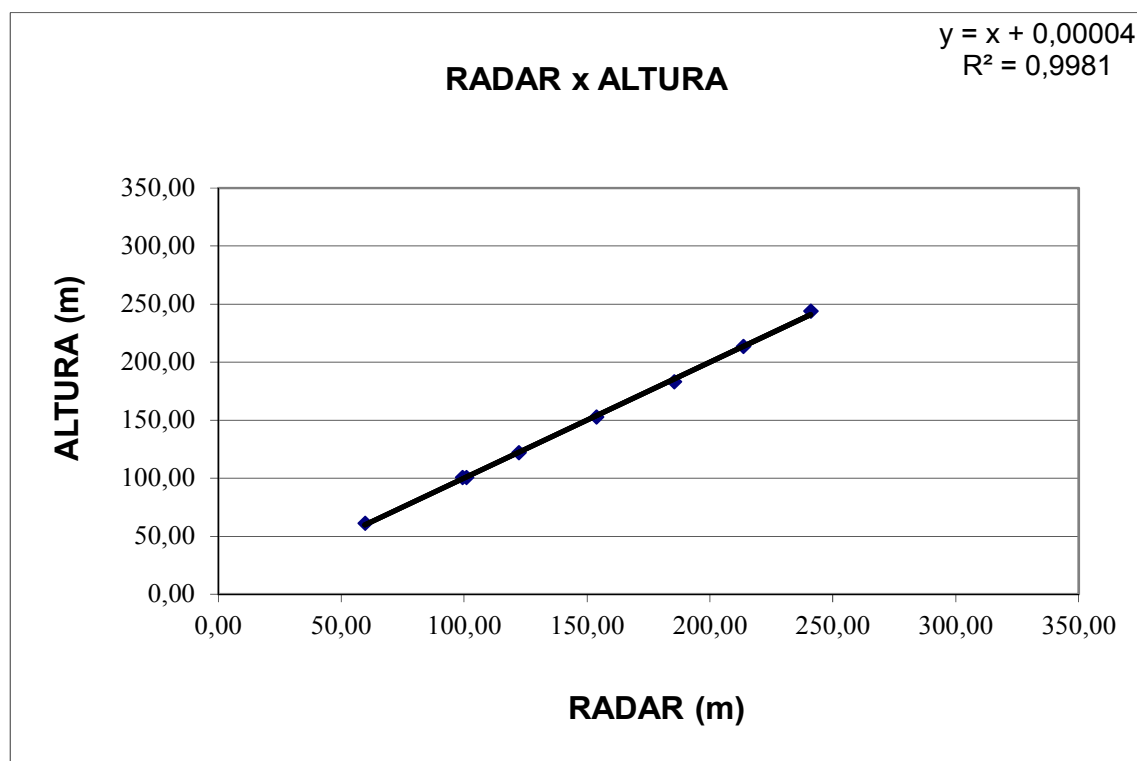
Nº Projeto	AGFW52-2010
Base	Boa Vista - RR
Aeronave	PR-PEC
Data	06/11/2010
Nº Voo	303

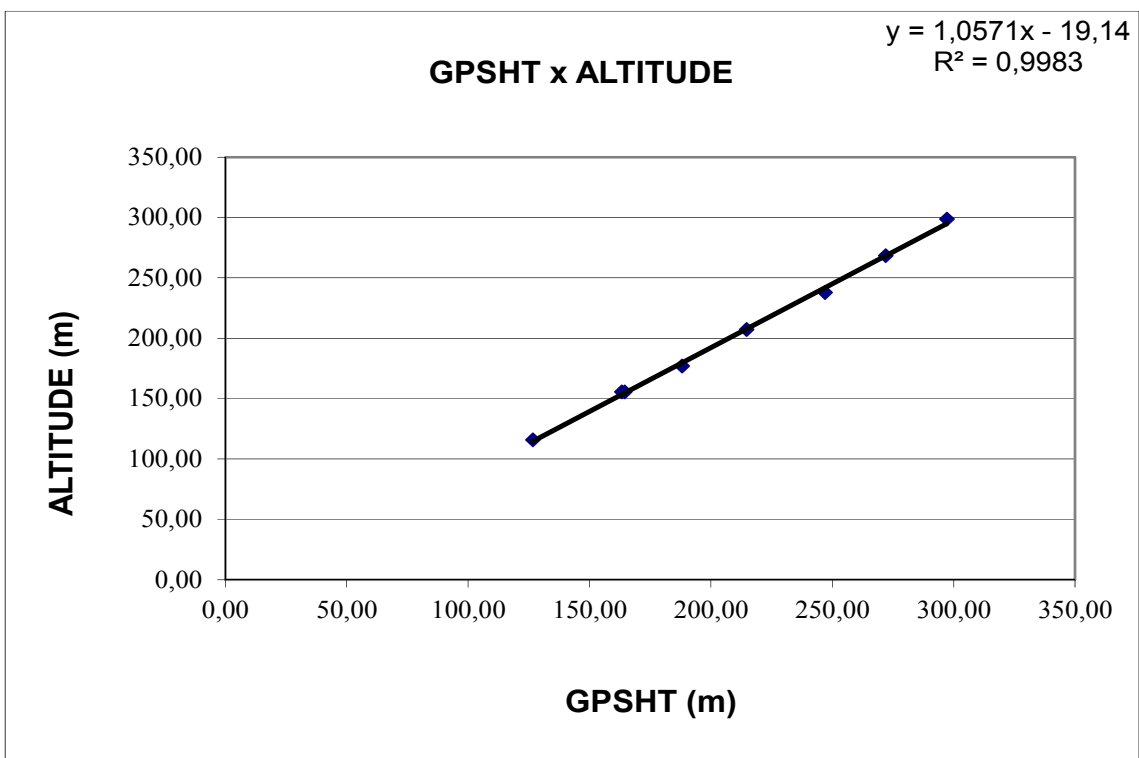
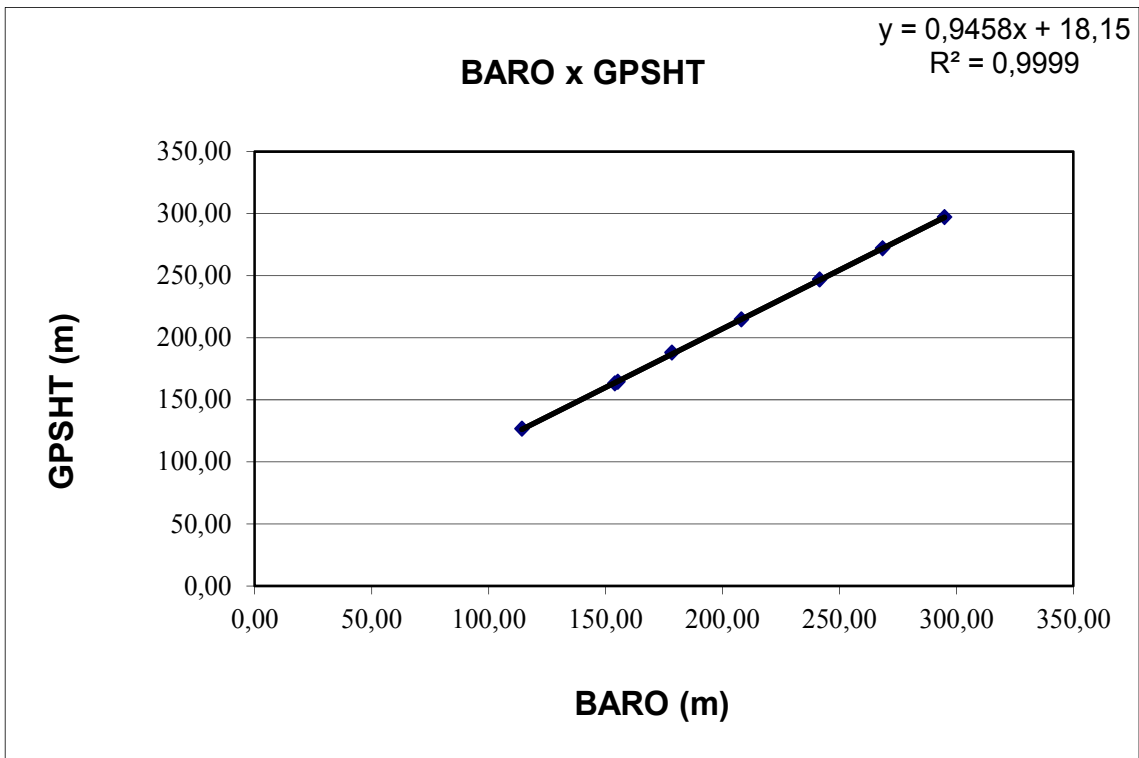
Altitude da Pista: 54,86 m

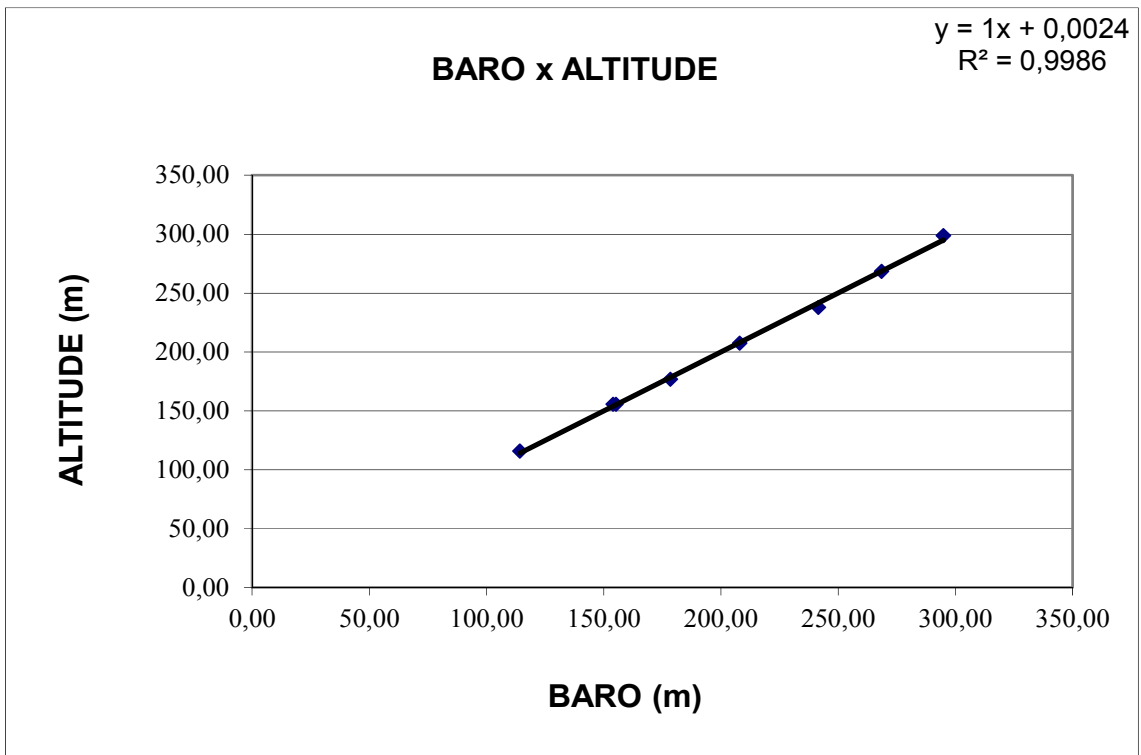
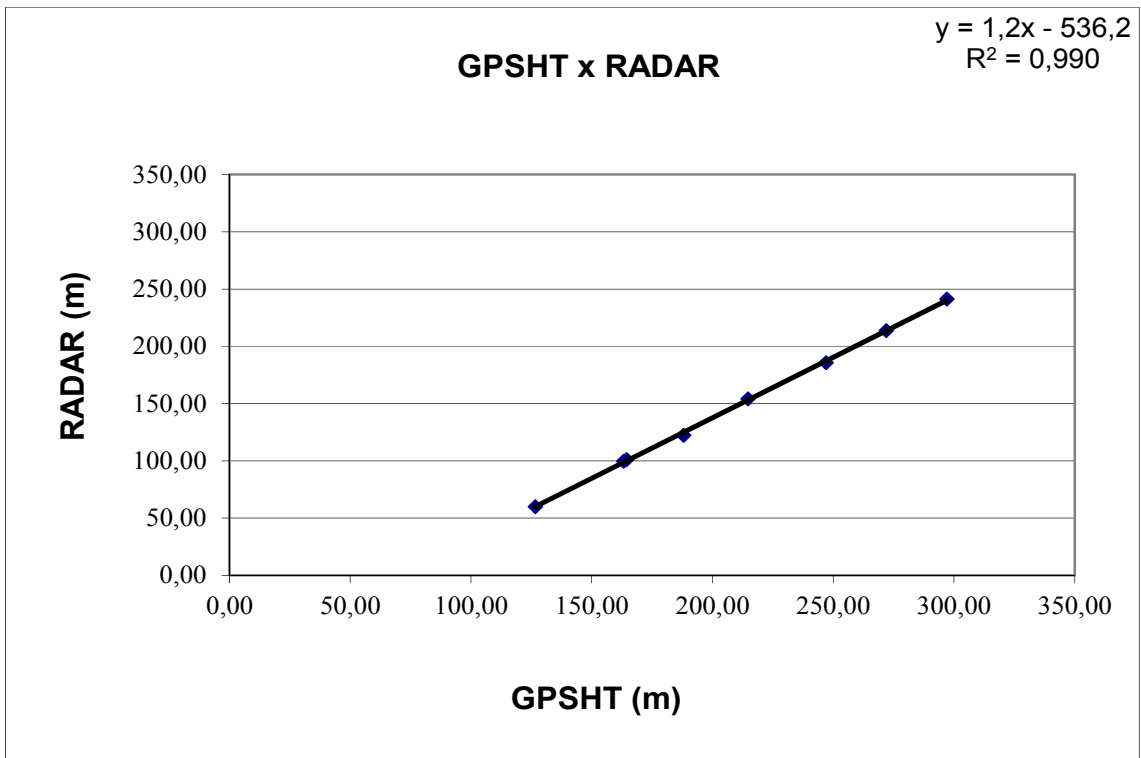
Altura: Altura teórica

Altitude: Altura teórica corrigida com a pista

LINHA	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RADAR ALTÍMETRO (m)	BARÔMETRO (m)
200	60,96	115,82	126,59	59,72	114,29
330	100,58	155,45	164,40	101,00	155,37
330	100,58	155,45	163,27	99,43	154,02
400	121,92	176,78	188,02	122,26	178,47
500	152,40	207,26	214,70	153,87	208,15
600	182,88	237,74	247,00	185,50	241,60
700	213,36	268,22	271,97	213,66	268,57
800	243,84	298,70	297,09	240,98	294,96







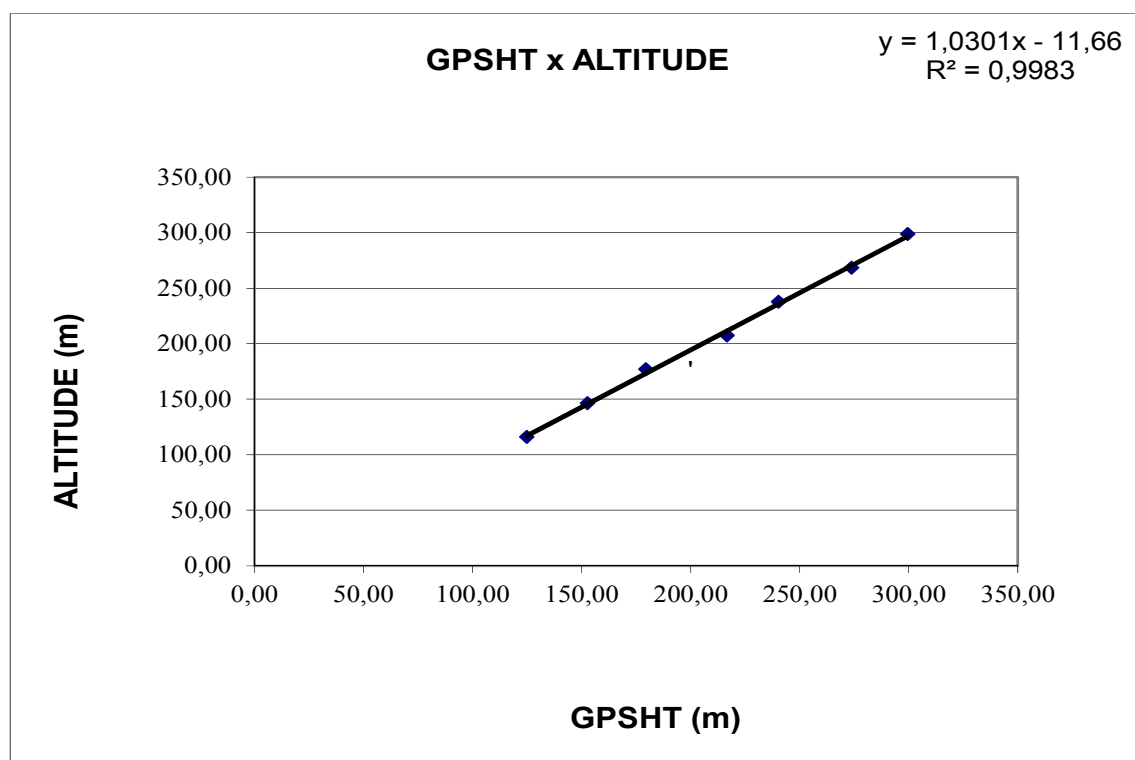
Nº Projeto	AGFW52-2010
Base	Boa Vista – RR
Aeronave	PT-MED
Data	20/10/2010
Nº Vôo	004

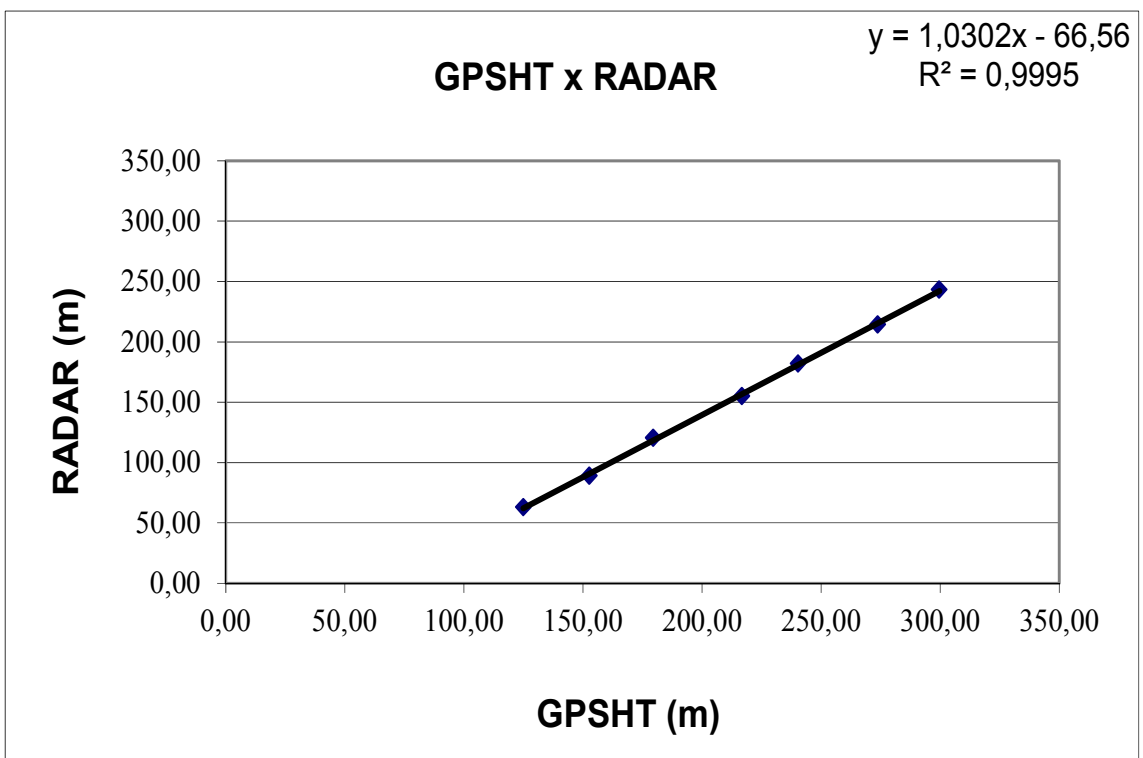
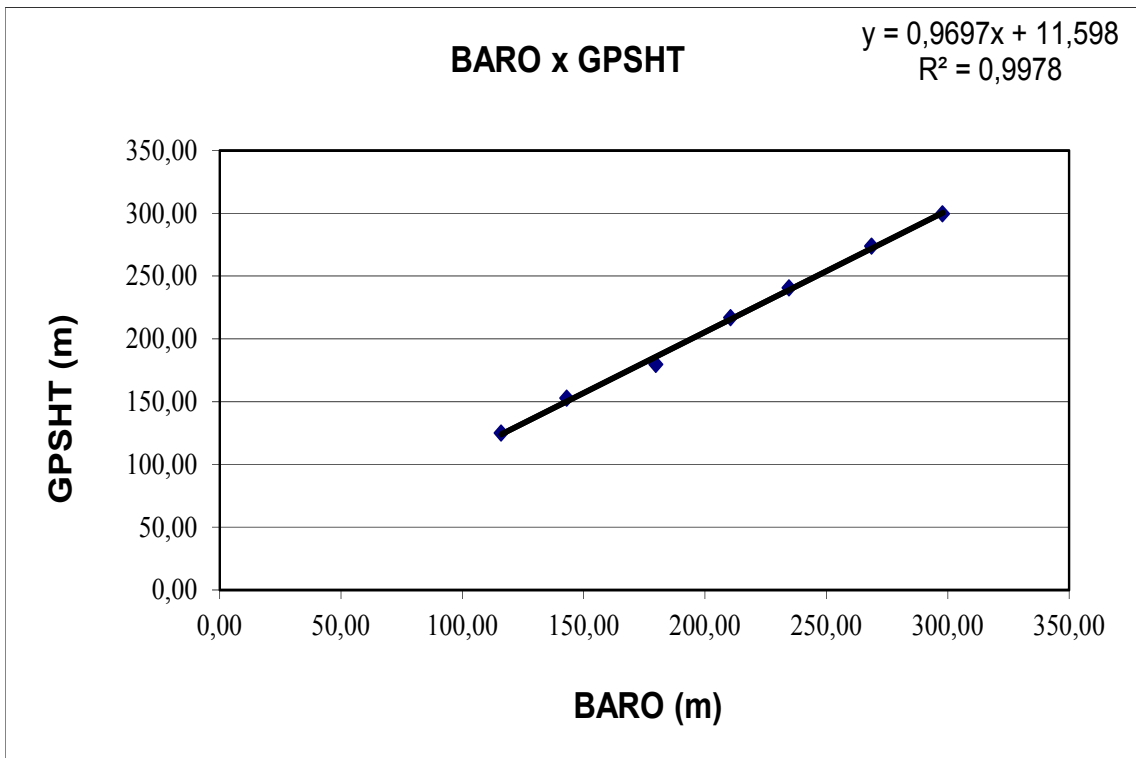
Altitude da Pista: 54,86 m

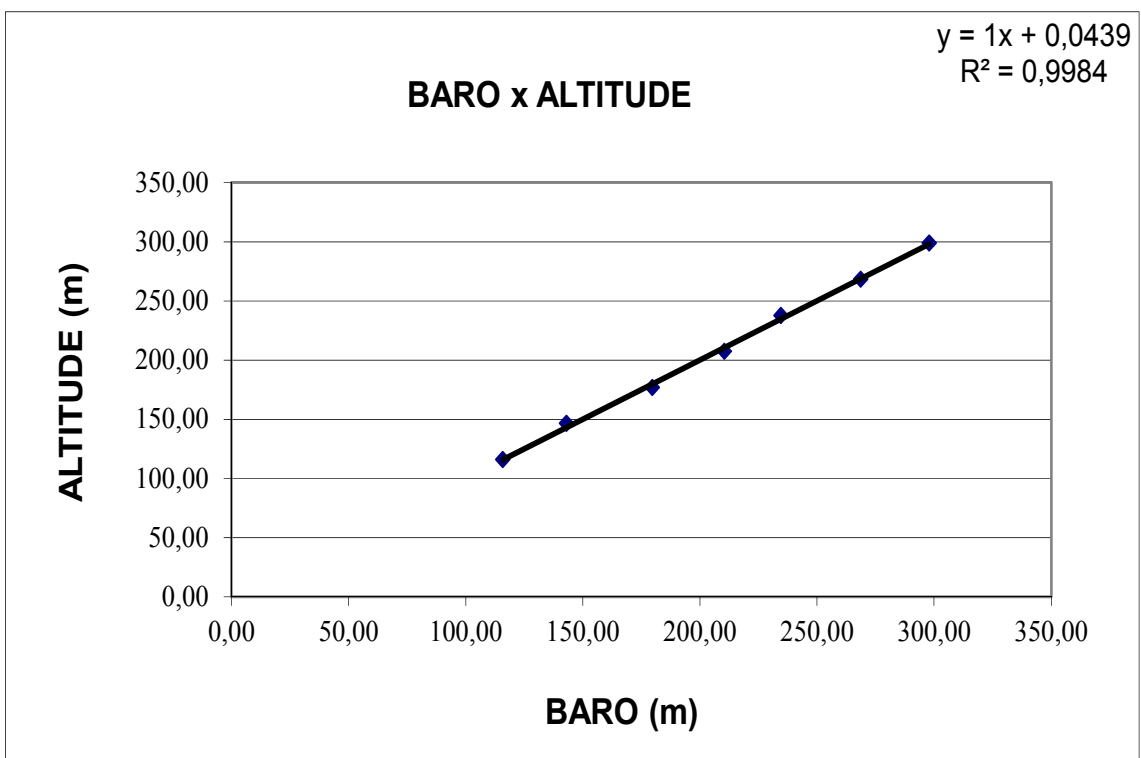
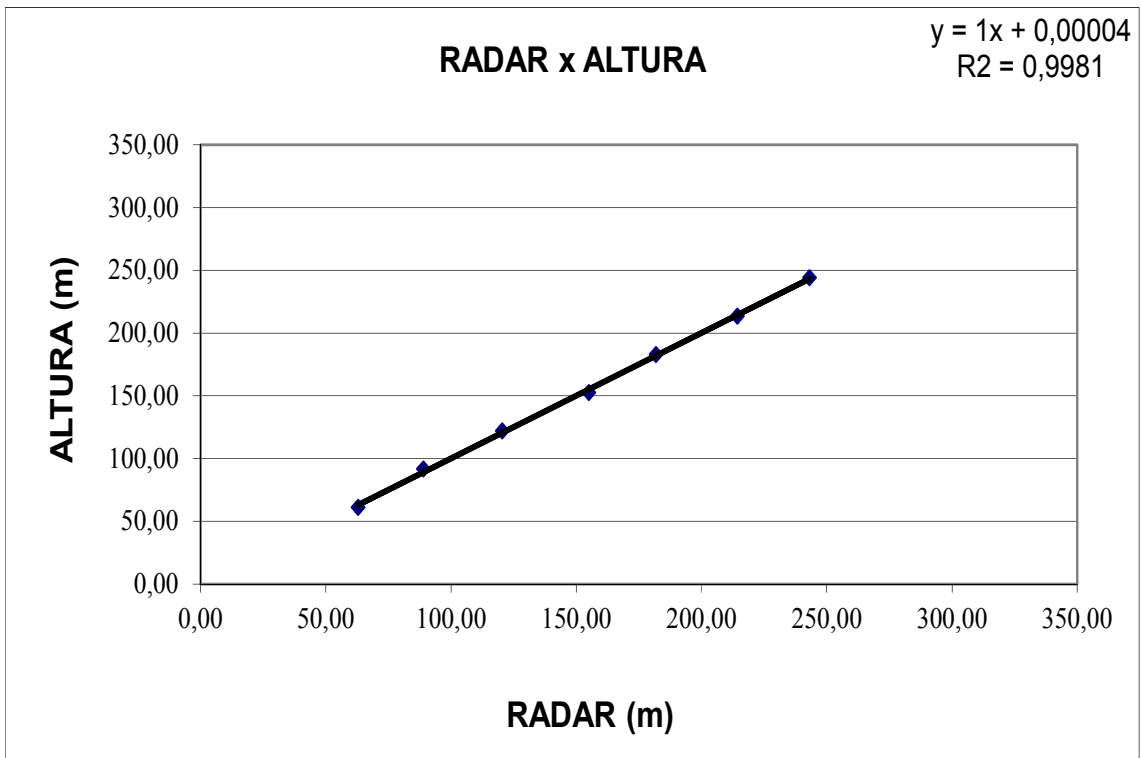
Altura: Altura teórica

Altitude: Altura teórica corrigida com a pista

LINHA	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RADAR ALTÍMETRO (m)	BARÔMETRO (m)
200	60,96	115,82	124,95	62,96	115,97
330	91,44	146,30	152,70	88,98	143,03
400	121,92	176,78	179,47	120,43	179,74
500	152,40	207,26	216,77	155,10	210,54
600	182,88	237,74	240,43	181,84	234,61
700	213,36	268,22	273,81	214,40	268,72
800	243,84	298,70	299,59	243,11	297,92



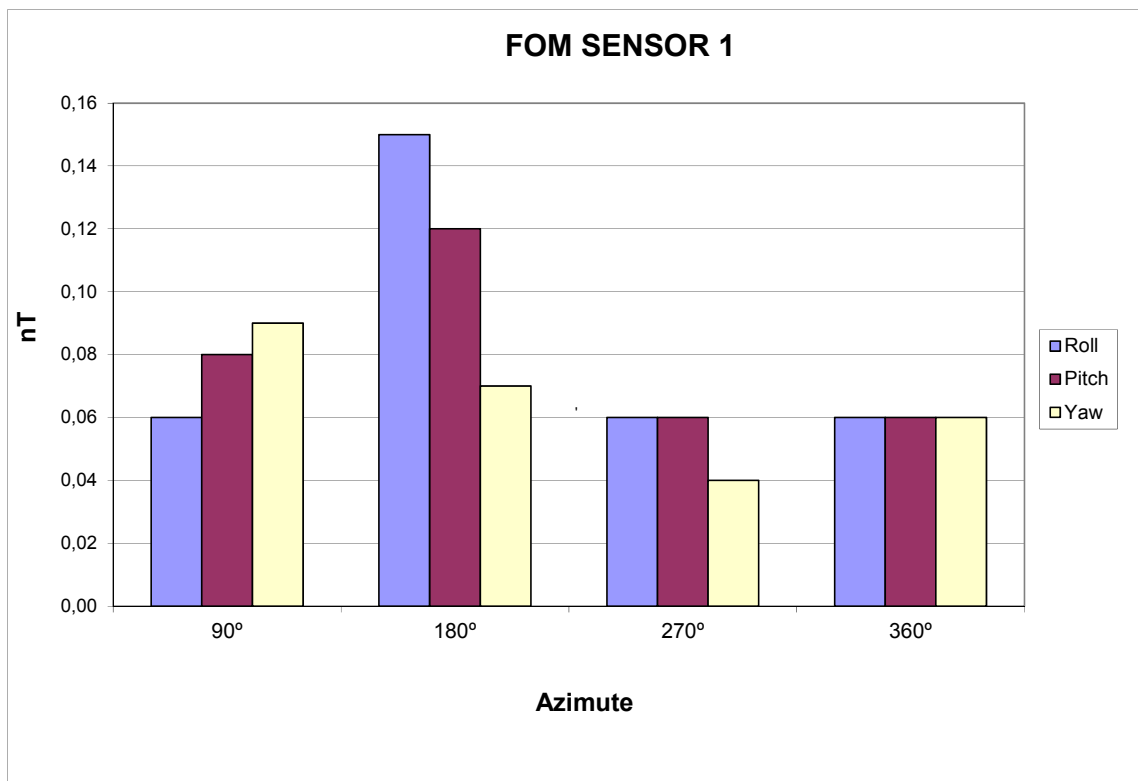




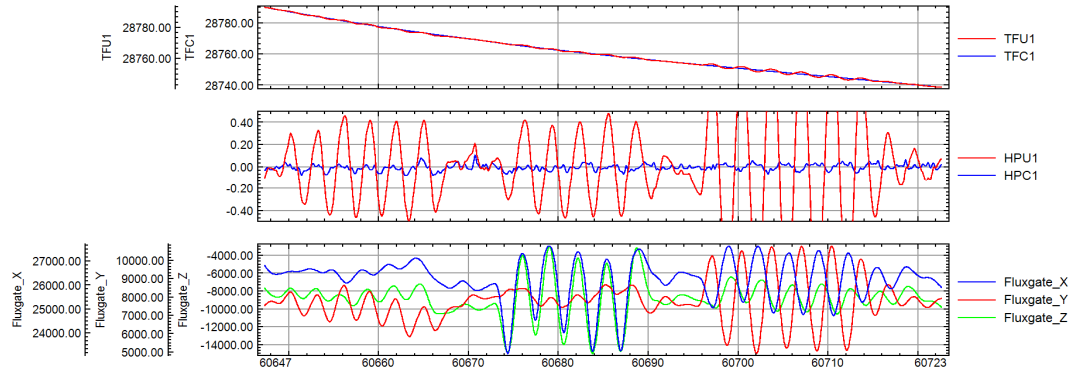
Anexo II-b – Compensação Magnética

Nº Projeto	AGFW52-2010
Base	Boa Vista – RR
Aeronave	PR-PEC
Data	07/11/2010
Nº Voo	304

SENSOR 1					
Nº da Linha	Azimute	ROLL	PITCH	YAW	FOM
		(nT)	(nT)	(nT)	(nT)
90	90°	0,06	0,08	0,09	0,23
180	180°	0,15	0,12	0,07	0,34
270	270°	0,06	0,06	0,04	0,16
360	360°	0,06	0,06	0,06	0,18
TOTAL					0,91



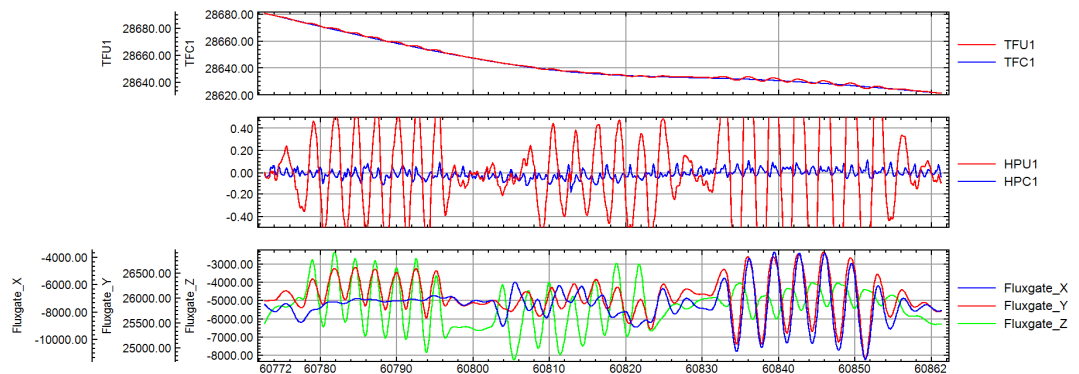
FOM PR-PEC - VÔO 304 - AZIMUTE 90°



database: C:_AGFW52-2010\TESTES\20101107_FOM\Gsf\FOM_2.gdb line/group: L900

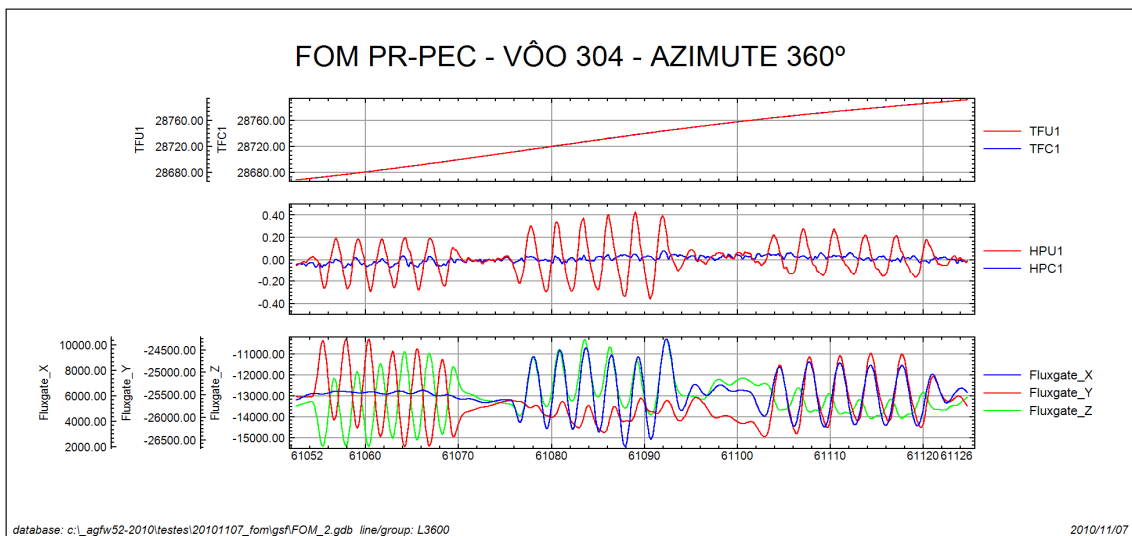
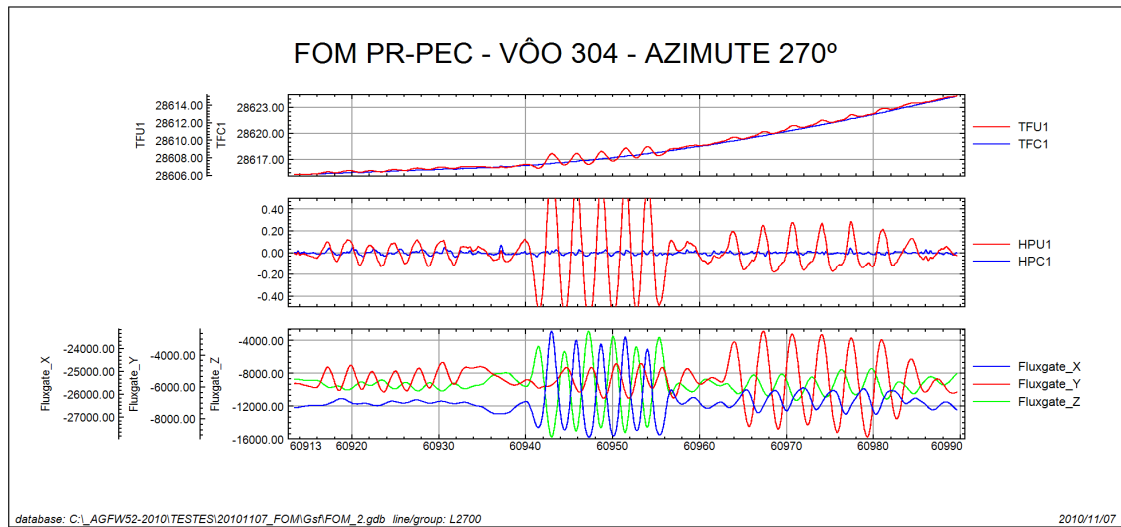
2010/11/07

FOM PR-PEC - VÔO 304 - AZIMUTE 180°



database: C:_AGFW52-2010\TESTES\20101107_FOM\Gsf\FOM_2.gdb line/group: L1800

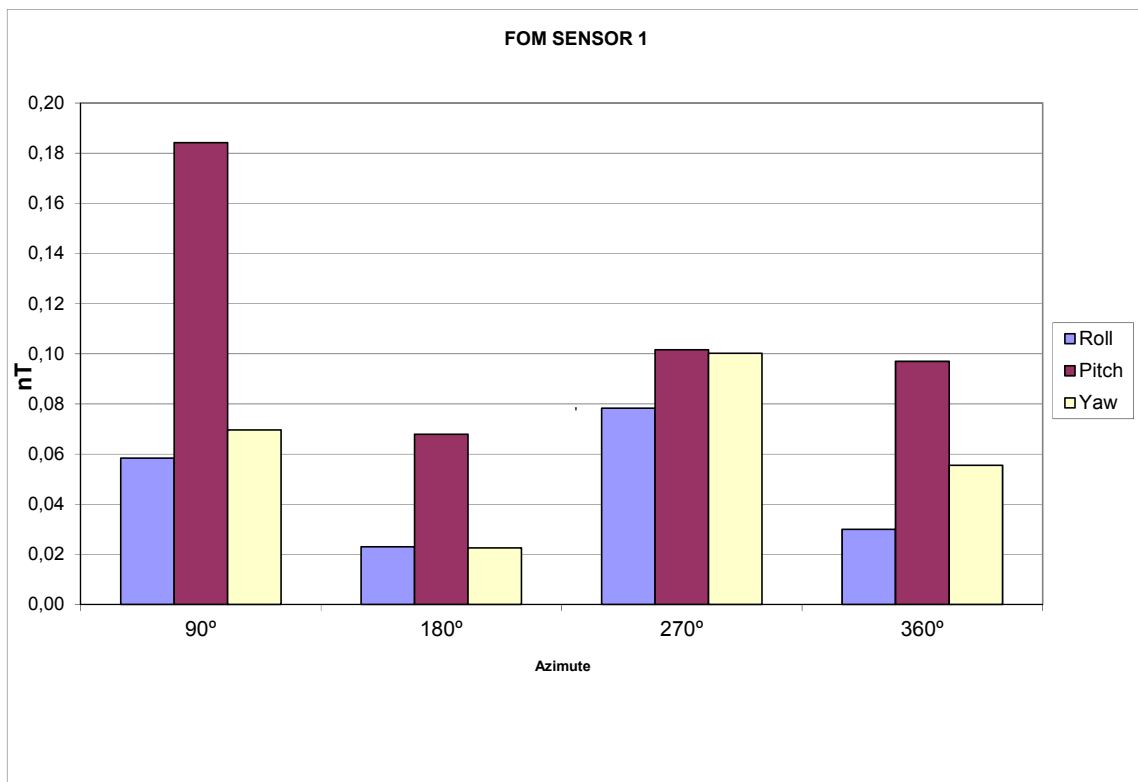
2010/11/07

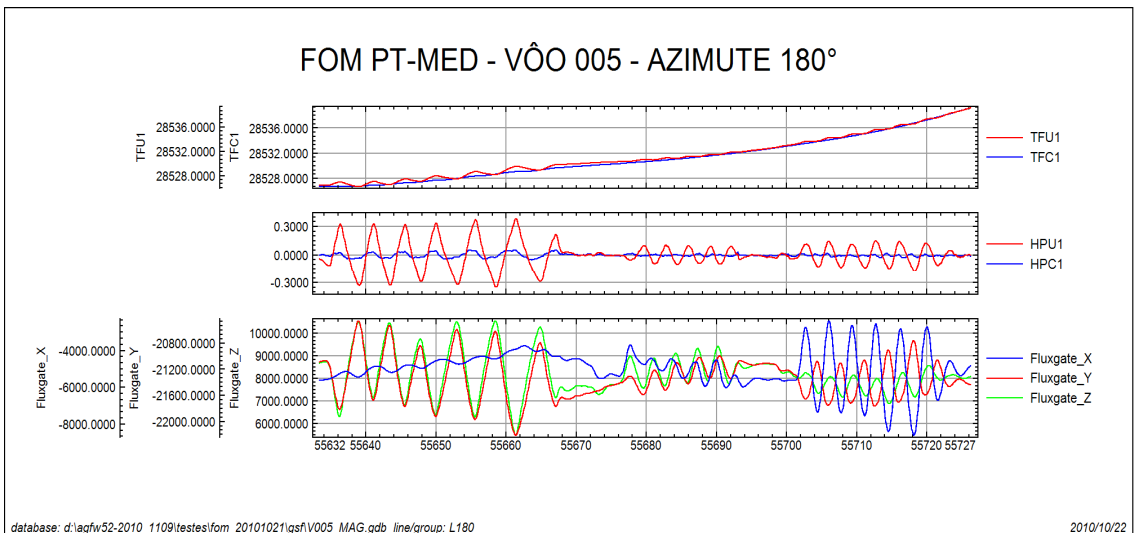
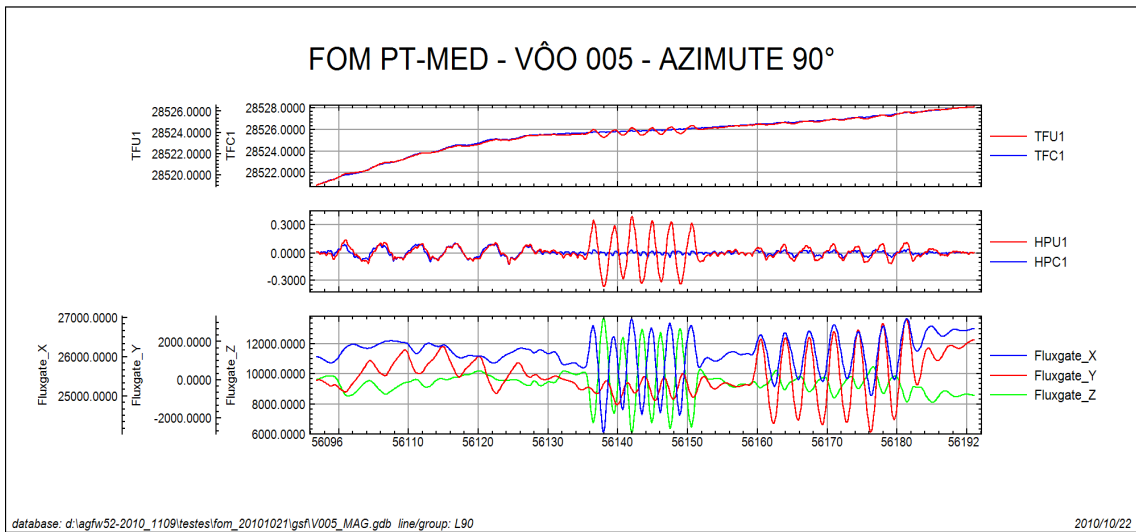


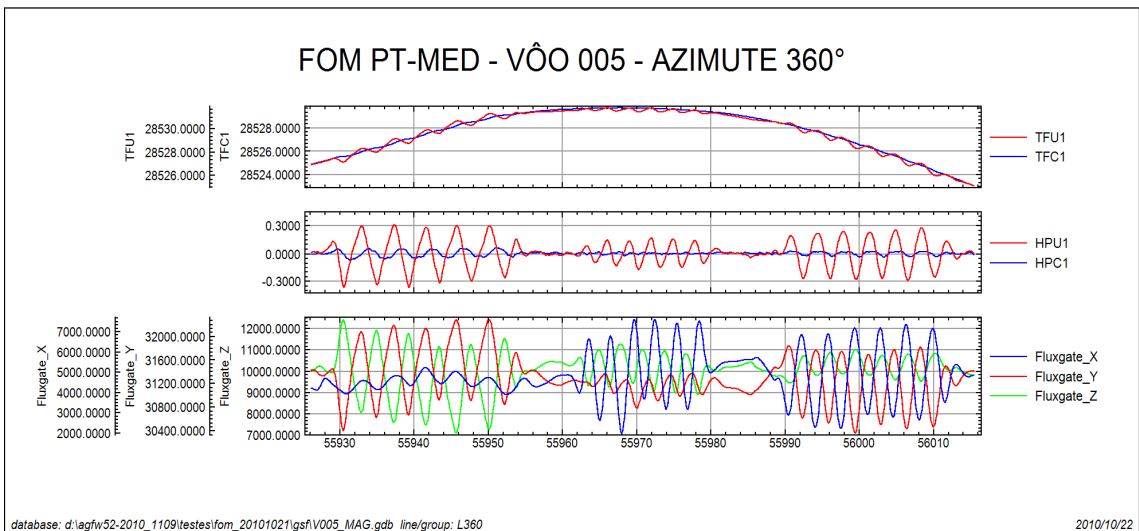
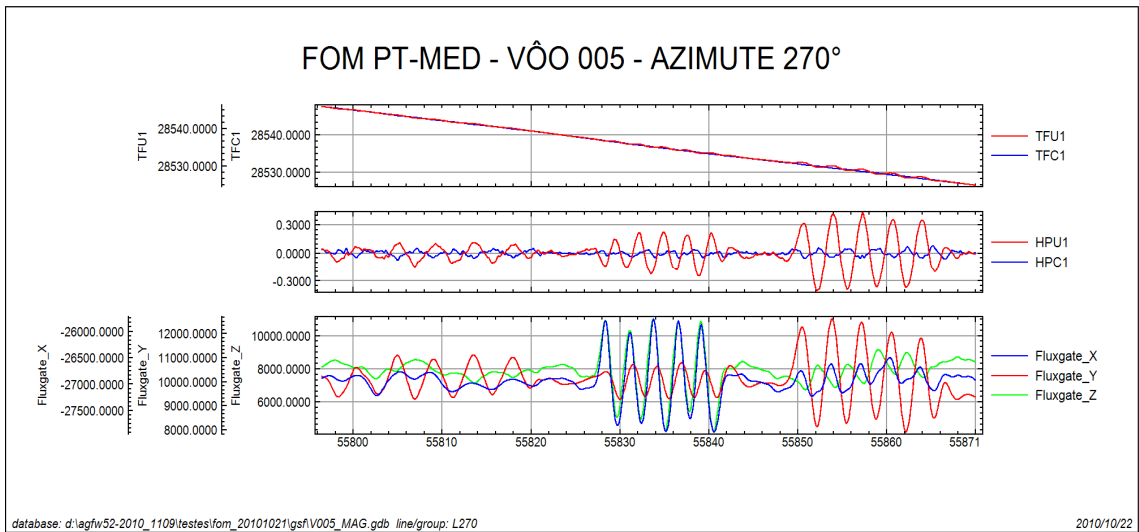
TFU1 – Campo Magnético Total não Compensado.
 TFC1 – Campo Magnético Total Compensado.
 HPU1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total não Compensado.
 HPC1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total Compensado.
 FluxgateX – Componente X da Fluxgate.
 FluxgateY – Componente Y da Fluxgate.
 FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate.

Nº Projeto	AGFW52-2010
Base	Boa Vista – RR
Aeronave	PT-MED
Data	21/10/2010
Nº Voo	005

SENSOR 1					
Nº da Linha	Azimute	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM (nT)
90	90°	0,06	0,18	0,07	0,31
180	180°	0,02	0,07	0,02	0,11
270	270°	0,08	0,10	0,10	0,28
360	360°	0,03	0,10	0,06	0,19
TOTAL					0,89



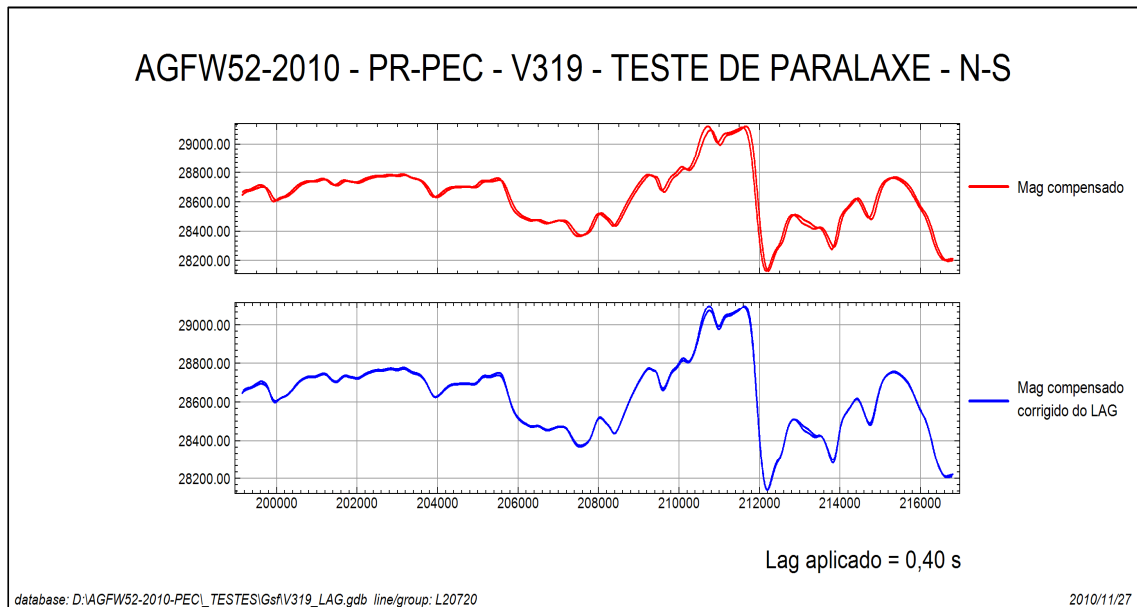




- TFU1 – Campo Magnético Total não Compensado.
- TFC1 – Campo Magnético Total Compensado.
- HPU1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total não Compensado.
- HPC1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total Compensado.
- FluxgateX – Componente X da Fluxgate.
- FluxgateY – Componente Y da Fluxgate.
- FluxgateZ – Componente Z da Fluxgate.

Anexo II-c – Teste de Paralaxe

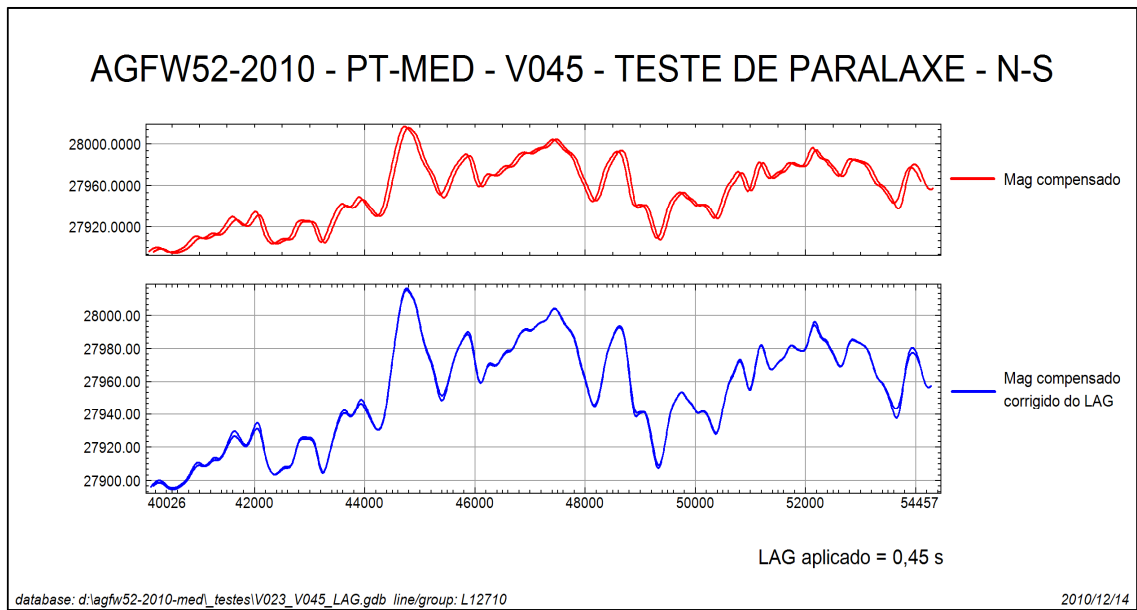
Nº Projeto	AGFW52-2010
Base	Boa Vista – RR
Aeronave	PR-PEC
Data	26/11/2010
Nº Vôo	319



MAG Compensado = Campo Magnético Total Compensado

MAG Compensado corrigido de LAG = Campo Magnético Total Compensado Corrigido Paralaxe (0,40 segundo)

Nº Projeto	AGFW52-2010
Base	Boa Vista – RR
Aeronave	PT-MED
Data	14/12//2010
Nº Voo	045



MAG Compensado = Campo Magnético Total Compensado

MAG Compensado corrigido de LAG = Campo Magnético Total Compensado Corrigido Paralaxe (0,45 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 Sudeste de Roraima.

Um total de 1 CD-ROM e 4 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 PLY</i>
DVD#02	Arquivos com as articulações das Folhas 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000
	Banco de Dados <i>Geosoft</i>
	Arquivos XYZ - Magnetometria e Gamaespectrometria
DVD#03	Arquivos de Plotagem HPGL
DVD#04	Arquivos de Mapas em formato PDF

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:

1109_*_1DV = 1ª. Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)

1109_*_MAG = Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)

1109_*_SA = Sinal Analítico do Campo Magnético Total

1109_MDT = Modelo Digital do Terreno

1109_*_CTexp = Contagem Total ($\mu\text{R/h}$)

1109_*_Kperc = Potássio (%)

1109_*_eU = Urânio (ppm)

1109_*_eTh = Tório (ppm)

1109_*_ThKrazao = Razão Tório/Potássio

1109_*_UTHrazao = Razão Urânio/Tório

1109_*_ThKrazao = Razão Tório/Potássio

1109_*_UKrazao = Razão Urânio/Potássio

1109_TERNÁRIO = Ternário (K-U-Th)

Exemplos:

1109_NA-20-Z-B-I_MAG.map = *Geosoft* MAP da Folha NA.20-Z-B-I Escala 1:100.000 do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)

1109_NA-20-Z-B_SA.map = *Geosoft* MAP da Folha NA.20-Z-B Escala 1:250.000 do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)

1109_ThKrazao.map = *Geosoft* MAP da Folha Única na Escala 1:500.000 da Razão Tório/Potássio

Observações:

A codificação para os arquivos HGPL e PDF seguem a mesma regra utilizada para os arquivos de Mapas *Geosoft* (*.map).

A sigla HPGL significa: *Hewlett-Packard Graphics Language*.

A sigla PDF significa: *Portable Document Format*.

O prefixo 1109 em todos os arquivos corresponde ao n^o do projeto na Base Aero da CPRM.

Relação dos Arquivos: georeferenciados a zona UTM 20N (Meridiano Central 63°W Gr).

Arquivos de *GRIDS*:

Arquivo	Conteúdo	Unidade
1109_MAG.grd	Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)	nT
1109_1DV.grd	1a. Derivada Vertical do Campo Magnético Total	nT/m
1109_SA.grd	Sinal Analítico do Campo Magnético Total	nT/m
1109_CTexp.grd	Taxa de Exposição da Contagem Total	μR/h
1109_Kperc.grd	Concentração de Potássio	%
1109_eU.grd	Concentração de Urânio	ppm
1109_eTh.grd	Concentração de Tório	ppm
1109_ThKrazao.grd	Razão Tório/Potássio	-
1109_UKrazao.grd	Razão Urânio/Potássio	-
1109_UThrazao.grd	Razão Urânio/Tório	-
1109_MDT.grd	Modelo Digital do Terreno	m

Arquivos de Banco de Dados GDB:

Arquivo	Conteúdo
1109_GamaLine.gdb	Banco de dados de gamaespectrometria com as linhas de vôo
1109_GamaTie.gdb	Banco de dados de gamaespectrometria com as linhas de controle
1109_MagLine.gdb	Banco de dados de magnetometria com as linhas de vôo
1109_MagTie.gdb	Banco de dados de magnetometria com as linhas de controle
1109_Gama256.gdb	Banco de dados de gamaespectrometria com os 256 canais <i>up e down</i>

Arquivos de Banco de Dados XYZ:

Arquivo	Conteúdo
1109_GamaLine.XYZ	Gamaespectrometria Linhas de Vôo
1109_GamaTie.XYZ	Gamaespectrometria Linhas de Controle
1109_MagLine.XYZ	Magnetometria Linhas de Vôo
1109_MagTie.XYZ	Magnetometria Linhas de Controle

Arquivos de cruzamentos:

Arquivo	Conteúdo
1109_Cruzamentos.XYZ	Cruzamentos do Nivelamento Magnetométrico

Arquivos de Poligonais:

Arquivo	Conteúdo
1109_NA-20-Z-B-I	Polígono Referente à Folha NA-20-Z-B-I
1109_NA-20-Z-B-II	Polígono Referente à Folha NA-20-Z-B-II
1109_NA-20-Z-B-III	Polígono Referente à Folha NA-20-Z-B-III
1109_NA-20-Z-B-IV	Polígono Referente à Folha NA-20-Z-B-IV
1109_NA-20-Z-B-V	Polígono Referente à Folha NA-20-Z-B-V
1109_NA-20-Z-B-VI	Polígono Referente à Folha NA-20-Z-B-VI
1109_NA-20-Z-D-I	Polígono Referente à Folha NA-20-Z-D-I
1109_NA-20-Z-D-II	Polígono Referente à Folha NA-20-Z-D-II
1109_NA-20-Z-D-III	Polígono Referente à Folha NA-20-Z-D-III
1109_NA-20-Z-D-IV	Polígono Referente à Folha NA-20-Z-D-IV
1109_NA-20-Z-D-V	Polígono Referente à Folha NA-20-Z-D-V
1109_NA-20-Z-D-VI	Polígono Referente à Folha NA-20-Z-D-VI
1109_NA-20-Z-B	Polígono Referente à Folha NA-20-Z-B
1109_NA-20-Z-D	Polígono Referente à Folha NA-20-Z-D
1109_1109	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**

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RORAIMA

FORMATO DIGITAL DOS DADOS RADIOMÉTRICOS PARA AS LINHAS DE VÔO - LINES

Arquivos XYZ (FORMATO GEOSOFT) PARA DADOS RADIOMÉTRICOS (LINHAS DE VÔO - LINES)

REGISTRO MESTRE DAS LINHAS DE VOO	NÚMERO DA LINHA																																																																	
X	COORDENADA UTM LESTE (m) F10.0	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	Y	COORDENADA UTM NORTE (m) F10.0	FIDUCIAL (F8.1)	GPSALT (ALTITUDE GPS) (m) (F8.2)	BARO (ALTITUDE BAROMÉTRICA) (m) (F8.2)	ALTURA (RADAR ALTIMETRO) (m) (F8.2)	MDT (m) (F8.2)	KB (CPS) (F6.0)	UB (CPS) (F6.0)	THB (CPS) (F6.0)	UIJP (CPS) (F6.0)	LIVE_TIME (ms) (F6.0)	CÔSMICO (RAD COSM) (CPS) (F6.0)																																								
		Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18	Z19	Z20	Z21	Z22	Z23																																																						
REGISTRO DE DETALHE RADIOMÉTRICO	TEMP °C (F8.2)	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18	Z19	Z20	Z21	Z22	Z23	Z24	UTHRAZÃO (F9.3)	Z25	LONGITUDE (GRAUS DECIMAS) (F11.6)	Z26	LATITUDE (GRAUS DECIMAS) (F11.6)	Z27	DATA (AA/MM/DD) (A10)	Z28	HORA (HHMMSS.S) (A10)	Z29	KPERC (CONCENTRAÇÃO DE K) (%) (F9.3)	eU (CONCENTRAÇÃO DE U) (PPM) (F9.3)	eTH (CONCENTRAÇÃO DE TH) (PPM) (F9.3)	THKRAZÃO (F9.3)	UKRAZÃO (F9.3)																																						
		Z29	Z30	Z31	Z32	Z33	Z34	Z35	Z36	Z37	Z38	Z39																	Z40	Z41	Z42	Z43	Z44	Z45	Z46	Z47	Z48	Z49	Z50	Z51	Z52	Z53	Z54	Z55	Z56	Z57	Z58	Z59	Z60	Z61	Z62	Z63	Z64	Z65	Z66	Z67	Z68	Z69	Z70	Z71	Z72	Z73	Z74	Z75	Z76	Z77

PROJETO AEROGEOFÍSICO SUDESTE DE RORAIMA

FORMATO DIGITAL DOS DADOS RADIOMÉTRICOS PARA AS LINHAS DE CONTROLE - TIES

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

REGISTRO MESTRE DAS LINHAS DE VOO	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 DADOS RADIOMÉTRICO	X	COORDENADA UTM LESTE (m) F10.0	Z1	FIDUCIAL	Z2	GPSALT (ALTITUDE GPS) (m) (F8.2)	Z3	BARO (ALTITUDE BAROMÉTRICA) (m) (F8.2)	Z4	ALTURA (RAZAR-ALTIMETRO) (m) (F8.2)	Z5	MDT (m) (F8.2)	Z6	CTB (CPS) (F6.0)	Z7	KB (CPS) (F6.0)	Z8	UB (CPS) (F6.0)	Z9	THB (CPS) (F6.0)	Z10	UIJP (CPS) (F6.0)	Z11	LIVE_TIME (ms) (F6.0)	Z12	CÓSMICO (RAD COSM) (CPS) (F6.0)
			Z13	TEMP °C (F8.2)	Z14	CTCOR (CONT. TOTAL CORRIGIDO) (CPS) (F9.3)	Z15	KCOR (POTASSIO CORRIGIDO) (CPS) (F9.3)	Z16	UCOR (URÂNIO CORRIGIDO) (CPS) (F9.3)	Z17	THCOR (TÓRIO CORRIGIDO) (CPS) (F9.3)	Z18	CTEXP (TAXA DE EXPOSIÇÃO CT) (MicroRöntgen/H) (F9.3)	Z19	KPERC (CONCENTRAÇÃO DE K) (%) (F9.3)	Z20	eU (CONCENTRAÇÃO DE U) (PPM) (F9.3)	Z21	eTh (CONCENTRAÇÃO DE TH) (PPM) (F9.3)	Z22	THKRAZAO (F9.3)	Z23	UKRAZAO (F9.3)		
REGISTRO DE DETALHE RADIOMÉTRICO	Z24	UTHRAZAO (F9.3)	Z25	LONGITUDE (GRAUS DECIMAIS) (F11.6)	Z26	LATITUDE (GRAUS DECIMAIS) (F11.6)	Z27	DATA (AA/MM/DD) (A1.0)	Z28	HORA (HH:MM:SS.S) (A1.0)	Z29		Z30		Z31		Z32		Z33		Z34		Z35		Z36	
			Z37		Z38		Z39		Z40		Z41		Z42		Z43		Z44		Z45		Z46		Z47		Z48	

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

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
10960	66	61201.8	64212.5
10970	66	58114.2	61054.0
10980	66	54908.0	57968.7
10990	66	53241.4	54728.7
10991	67	45178.4	46654.8
11000	66	51426.6	53057.0
11001	67	47124.0	48636.8
11010	66	48318.9	51256.1
11020	64	63023.2	63881.5
11021	67	51469.4	53624.1
11030	64	60012.6	62846.4
11040	64	56680.4	59862.1
11050	64	49956.5	52839.1
11060	63	58027.7	59576.3
11061	64	52979.0	54648.6
11070	63	56389.0	57833.1
11071	64	55116.8	56567.3
11080	63	53013.0	56247.2
11090	63	49964.6	52843.9
11100	63	46609.3	49793.3
11110	63	43549.0	46441.2
11120	62	57491.1	60730.9
11130	62	54355.6	57304.1
11140	62	50892.8	54204.3
11150	62	44045.8	46973.5
11160	61	65275.7	66864.8
11161	62	47124.7	48821.8
11170	61	63617.9	65063.5
11171	62	49300.0	50742.6
11180	61	60249.0	63459.9
11190	61	57167.5	60080.5
11200	61	53778.8	57033.1
11210	61	50679.3	53610.0
11220	60	66719.1	69835.2
11230	60	59845.7	62046.1
11231	67	48855.6	49699.3
11240	60	57306.2	59629.1
11241	67	55183.0	56036.3
11250	60	53908.3	54330.4
11251	60	54677.2	57129.0
11252	69	50458.2	50605.8
11260	59	59940.2	62141.5
11261	68	73932.1	74905.9
11270	59	56779.5	59763.3
11280	59	56052.1	56627.7
11281	60	62175.4	64310.9
11282	67	59424.1	59860.0
11290	59	55204.6	55748.0

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
11291	60	64591.4	66602.1
11292	67	54293.8	54709.9
11300	59	51931.1	55043.6
11310	59	48767.9	51756.0
11320	57	57611.7	60756.9
11330	57	53793.9	55510.2
11331	64	64769.6	66141.4
11340	57	49090.6	51930.1
11350	56	56198.2	58502.9
11351	57	52085.4	52541.9
11352	59	62767.5	63200.5
11360	56	54124.8	55937.3
11361	57	46934.9	47619.3
11362	57	53018.2	53436.4
11370	56	51558.7	53955.8
11371	57	48184.5	48890.9
11380	56	48418.4	51393.1
11390	55	57955.4	59342.9
11391	57	55929.1	57499.9
11400	55	54493.0	57858.8
11410	55	51325.2	54355.5
11420	55	47926.3	51237.5
11430	55	44656.3	47774.0
11440	54	55834.0	59189.1
11450	54	52102.2	53949.6
11451	55	59459.0	60925.7
11460	54	48975.3	51999.2
11470	54	45494.4	48838.8
11480	54	42306.3	45395.2
11490	53	55714.7	58917.9
11500	53	52434.8	53827.6
11501	54	54084.7	55754.1
11510	53	49076.0	52355.5
11520	53	42931.7	46037.9
11530	52	50618.3	52120.6
11531	53	46187.0	47540.9
11532	67	58450.4	58875.5
11540	52	48454.0	49606.7
11541	52	52215.3	52539.9
11542	53	47675.0	48943.0
11543	67	57490.7	57903.2
11550	51	55891.6	57309.9
11551	53	53921.7	55596.7
11560	51	52553.0	55804.6
11570	51	49279.0	52420.0
11580	51	45952.5	49193.2
11590	51	42630.9	45819.6
11600	50	59180.3	62380.7

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
11610	50	56019.2	59091.8
11620	50	52647.2	55916.6
11630	50	49410.7	52504.8
11640	48	55409.6	58640.8
11650	48	51734.5	53523.9
11651	51	57435.0	58906.6
11660	48	48544.2	51598.4
11670	48	45166.0	48453.1
11680	48	41864.5	45022.4
11690	47	55705.4	57082.9
11691	48	53657.0	55326.5
11700	47	52382.5	55610.5
11710	47	49145.5	52245.6
11720	47	45770.5	49060.0
11730	47	42486.3	45636.7
11740	46	45844.9	49008.5
11750	46	42524.0	45717.7
11760	45	54950.4	56724.9
11761	47	57225.0	58709.1
11770	45	45830.8	49132.0
11780	45	42549.5	45688.2
11790	44	56416.0	59661.6
11800	44	53351.6	54843.9
11801	45	57353.0	59119.2
11810	44	50142.6	53217.5
11820	44	46589.0	49908.1
11830	44	43372.4	46438.0
11840	43	57118.6	58505.9
11841	44	54918.0	56297.1
11842	45	56895.0	57182.9
11850	43	53692.1	57039.2
11860	43	50507.5	53553.9
11870	43	47105.7	50420.9
11880	43	43897.0	46963.3
11890	42	56184.1	59439.5
11900	42	52486.2	54282.5
11901	43	58623.0	60119.0
11910	42	49315.4	52387.1
11920	42	45896.6	49168.5
11930	42	42720.5	45793.2
11940	41	55914.3	57589.9
11941	42	54653.6	56063.1
11950	41	52560.4	55823.7
11960	41	49376.4	52429.4
11970	41	46027.7	49289.7
11980	41	42766.2	45890.4
11990	40	52462.9	53935.9
11991	41	57674.0	59420.1
12000	40	49271.9	52321.7

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
12010	40	45872.6	49138.1
12020	40	42596.2	45752.7
12030	39	61171.7	62759.2
12031	40	54087.0	55700.2
12040	39	57922.5	61075.1
12050	39	54710.6	57842.0
12060	39	46293.4	49439.9
12070	38	60566.0	61631.7
12071	39	49568.6	51737.6
12080	38	59268.2	60387.1
12081	39	52554.3	54610.4
12090	38	55896.2	59133.3
12100	38	46933.8	50024.4
12110	38	46352.0	46825.2
12111	38	50147.4	52984.9
12120	38	45724.9	46166.9
12121	38	53122.0	55786.9
12130	37	58959.8	62162.6
12140	37	52295.9	55544.2
12150	37	55698.9	58774.2
12160	37	48538.0	50316.9
12161	39	62966.3	63528.2
12162	40	56619.0	57508.6
12170	37	45270.8	48383.7
12180	36	58910.5	60482.1
12181	37	50651.0	52191.2
12190	36	54288.7	57054.1
12191	36	58311.2	58766.9
12200	36	51040.7	54149.2
12210	36	47627.3	50919.1
12220	36	44386.6	47505.2
12230	35	60568.3	63746.4
12240	35	57348.7	60478.2
12250	35	51641.9	54940.8
12260	35	44651.9	45101.9
12261	35	45389.0	47768.5
12262	36	57374.2	57702.1
12270	35	47973.5	49620.9
12271	36	60797.2	62419.6
12280	34	58751.9	60315.9
12281	35	49953.0	51488.8
12290	34	55319.8	58579.8
12300	34	52074.6	55170.7
12310	32	59161.2	60423.4
12312	34	60760.0	62118.9
12313	45	51531.0	52096.9
12320	32	57700.5	58994.2
12321	34	48713.0	49704.9
12322	35	55115.7	55994.5

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
12330	32	56238.7	57523.4
12331	34	50061.0	51099.9
12332	35	56304.6	57225.5
12340	32	54476.5	56074.6
12341	34	44042.2	45639.9
12350	32	52679.1	54245.4
12351	34	45989.0	47672.5
12360	32	45784.2	49052.1
12370	31	62638.3	62954.5
12371	31	63359.6	65797.0
12372	45	53991.0	54426.9
12380	31	59464.4	62539.7
12390	31	57704.0	59344.9
12391	32	49208.8	50784.9
12400	31	52461.7	55736.9
12410	31	47164.3	50250.6
12420	30	64756.5	67228.7
12421	31	50409.3	51165.9
12430	30	62185.0	64554.4
12431	31	51635.0	52368.9
12440	30	58730.1	60294.4
12441	32	50933.0	52543.7
12450	30	55361.6	58571.5
12460	30	50015.4	53158.8
12470	29	57904.7	60030.9
12471	29	60756.0	61804.0
12480	29	54050.2	55769.9
12481	30	60606.5	62060.4
12490	29	50802.3	53910.7
12500	29	48144.0	50641.9
12501	30	53291.8	54045.9
12510	29	45409.8	47807.9
12511	30	54507.1	55238.9
12520	28	58130.2	61340.6
12530	28	54919.1	57973.0
12540	28	51696.7	53078.9
12541	29	56075.0	57789.5
12550	28	48302.8	51549.1
12560	28	45044.0	48147.9
12570	27	58365.1	61566.6
12580	27	55200.8	58213.1
12590	27	51717.4	55059.8
12600	27	47368.2	49491.9
12601	28	53563.0	54795.9
12610	27	44169.9	47218.0
12620	25	58449.4	60104.2
12621	27	50202.0	51586.4
12630	25	55113.6	58340.8
12640	25	51847.4	54963.0

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
12650	25	48438.1	51697.4
12660	25	45189.2	48283.9
12670	24	57032.9	60240.4
12680	24	53802.6	56874.9
12690	24	50394.4	53654.0
12700	24	47157.1	50240.8
12710	23	53364.2	53963.9
12711	25	60924.5	62671.6
12712	45	52615.0	53461.9
12720	23	51126.7	53177.5
12721	24	44093.9	45241.0
12730	23	48894.2	50887.5
12731	24	45816.0	47048.7
12740	23	45520.1	48757.4
12750	22	60621.9	63815.6
12760	22	57416.8	60515.8
12770	22	54079.2	56261.9
12771	45	49986.5	50998.9
12780	22	46120.4	49316.3
12790	21	60827.1	63094.5
12791	22	49463.8	50497.4
12800	21	58610.1	60673.9
12801	22	51223.9	52227.0
12810	21	55158.4	58504.9
12820	21	46039.7	49184.1
12830	20	59357.0	60977.7
12831	21	49279.6	50906.5
12840	20	57636.1	59200.6
12841	21	53514.5	55079.6
12850	20	54225.5	57490.3
12860	20	50941.7	54115.8
12870	20	47477.3	50792.9
12880	20	44145.3	47382.2
12890	19	63602.2	64775.9
12891	19	65358.6	66590.0
12892	21	52277.8	52733.7
12893	22	52349.0	52815.7
12900	19	59885.5	63012.6
12910	19	56415.6	59746.0
12920	19	49147.7	52347.5
12930	18	61837.3	63499.1
12931	19	52509.7	54152.2
12940	18	60015.6	61632.6
12941	19	54686.2	56299.0
12950	18	56611.6	59866.6
12960	18	53318.6	56473.2
12970	18	49832.8	53168.6
12980	18	46542.7	49693.5
12990	17	54255.7	57563.7

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
13000	6	59735.2	62845.2
13010	17	50991.3	54137.1
13020	7	49526.2	51834.7
13030	7	62875.1	65269.4
13040	8	46069.4	48342.3
13050	8	60479.1	62861.2
13060	17	48356.3	50862.5
13070	17	45852.6	48214.6
13080	16	59894.9	62302.9
13090	16	57400.3	59739.9
13100	16	54787.9	57253.5
13110	16	52271.6	54638.2
13120	16	49595.9	52099.2
13130	16	47086.8	49463.0
13140	15	61781.8	64178.0
13150	15	59261.2	61665.4
13160	15	56748.0	59133.2
13170	15	54226.2	56648.9
13180	15	51727.9	54111.1
13190	15	49216.9	51634.3
13200	14	58310.4	60114.9
13201	15	48499.9	49117.1
13210	14	55809.7	58188.0
13220	14	53259.4	55680.5
13230	14	50792.0	53148.0
13240	14	48197.8	50644.4
13250	14	45701.5	48067.2
13260	13	58208.0	60603.1
13270	13	55634.6	58048.3
13280	13	53175.4	55533.3
13290	13	50657.0	53037.1
13300	13	48137.6	50525.8
13310	13	45614.6	48009.0
13320	12	58722.8	61113.0
13330	12	56173.1	58569.4
13340	12	53563.4	55964.0
13350	12	51072.4	53403.1
13360	12	48487.6	50927.3
13370	12	46015.3	48346.5
20012	325	44450.8	47580.9
20022	325	47727.4	51051.3
20031	325	51185.2	54237.0
20041	325	56372.8	59675.5
20051	306	50605.9	52026.4
20052	326	48858.5	50441.9
20061	306	48886.8	50370.0
20062	326	50596.0	52411.7
20070	306	45642.8	48707.0
20080	306	52175.9	55452.9

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
20090	306	55641.6	58653.8
20100	306	58830.4	62067.2
20110	306	62233.5	63589.1
20111	307	49888.8	51467.6
20120	306	63773.4	65245.5
20121	307	47939.6	49687.7
20130	307	44936.5	47842.6
20140	307	51543.7	54718.5
20150	307	54882.4	57733.9
20160	307	57824.9	60959.5
20170	308	47189.5	50185.3
20180	308	50275.1	53370.2
20190	308	53501.2	56479.2
20200	308	56549.9	59610.3
20210	308	59746.2	62693.1
20220	308	62769.6	65791.6
20230	309	44246.0	47322.2
20240	309	47397.8	50397.9
20250	309	50558.1	53613.6
20260	309	53685.0	56660.9
20270	309	56800.2	59768.7
20280	309	59849.7	62838.7
20290	310	43676.2	46560.8
20300	310	46639.8	49836.7
20310	310	49950.6	52862.5
20320	310	52940.6	56093.7
20330	310	56214.0	58946.5
20331	311	47350.8	47515.8
20340	310	59225.4	62149.3
20341	311	47027.9	47200.3
20350	311	43990.1	46946.0
20360	311	47576.4	50707.8
20370	311	50837.6	53751.6
20380	311	53827.2	56946.9
20390	311	57088.9	59967.2
20400	311	60045.8	63105.0
20410	312	43219.7	46116.7
20420	312	46195.7	49356.2
20430	312	49472.1	52370.3
20440	312	52449.1	52904.9
20441	312	53173.0	55142.9
20443	325	54980.0	55286.9
20444	326	52782.5	53217.9
20450	312	55694.7	58607.1
20460	312	58680.6	61032.9
20461	312	61294.0	61739.3
20462	326	53525.0	53815.9
20470	314	53501.6	56378.6
20480	314	56466.7	59613.1

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
20490	315	46633.0	49306.2
20491	315	65135.8	65420.9
20500	315	49462.7	52613.9
20510	315	52745.6	55615.9
20520	315	55746.2	58866.0
20530	315	58997.9	61846.5
20540	315	61987.2	65041.3
20550	316	43232.3	46358.9
20560	316	46475.4	49855.7
20570	316	49980.5	53057.6
20580	316	53159.0	56480.9
20590	316	56624.1	59512.0
20600	316	59641.1	62725.0
20610	317	44424.5	47516.8
20620	317	47632.5	50842.7
20630	317	50982.7	54032.3
20640	317	54147.3	57320.3
20650	317	57458.1	60450.5
20660	317	60594.7	63728.8
20670	318	43529.4	46589.7
20680	318	46700.0	50012.1
20690	318	50157.0	53215.7
20700	318	53356.7	56609.4
20710	318	56764.2	59834.5
20720	318	59937.9	63129.6
20730	319	42654.7	45827.5
20741	327	48197.2	51289.0
20751	327	51413.0	54596.6
20760	320	47192.5	50378.4
20770	320	50543.6	53686.7
20780	320	53827.8	56934.3
20790	320	57091.7	60222.0
20800	320	60354.5	63465.3
20810	321	43126.8	46197.7
20820	321	46321.5	49619.6
20830	321	49761.8	52875.1
20840	321	52994.4	56262.6
20850	321	56401.3	59414.0
20860	321	59559.0	62797.5
20870	322	43115.4	46177.2
20880	322	46288.8	49622.5
20890	322	49754.7	52780.8
20900	322	52898.8	56144.1
20910	323	43694.7	44442.9
20911	323	44983.0	46842.7
20912	324	44514.0	45096.9

Linha	Vôo	Fiducial Inicial	Fiducial Final
20920	323	46937.5	48923.9
20921	324	45227.0	46668.7
20930	324	46808.0	49885.9
20940	324	50034.0	53345.2
20950	324	53462.3	56513.5
20960	324	56652.9	59878.7
19010	6	49254.8	51350.3
19020	6	51601.8	53809.6
19030	6	54036.0	56117.0
19040	6	56319.9	57854.6
19041	6	58488.9	59143.4
19050	7	52106.6	54204.0
19060	7	54429.2	56626.5
19070	7	57086.5	59460.5
19080	7	59684.3	62089.5
19090	8	49147.1	51428.7
19100	8	51698.0	54216.7
19110	8	54514.4	56787.5
19120	8	57020.0	59518.5
19130	9	47298.1	49664.7
19140	9	49894.4	52335.9
19150	9	52567.6	54946.6
19160	9	55126.3	57528.6
19170	9	57734.9	60129.5
19180	9	60364.8	62735.3
19190	11	54740.6	57069.0
19200	11	52006.1	54505.2
19210	11	49449.8	51758.8
19220	11	46750.4	49191.1
19230	10	53923.2	55085.9
19231	11	45192.2	46472.0