



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 RIO MADEIRA-ITUXI

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

VOLUME I

TEXTO TÉCNICO

2015

PROSPECTORS AEROLEVANTAMENTOS E SISTEMAS LTDA.



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME

Carlos Eduardo de Souza Braga
Ministro

Luiz Eduardo Barata
Secretário Executivo

Carlos Nogueira da Costa Júnior
Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

Manoel Barreto da Rocha Neto
Diretor-Presidente

Roberto Ventura Santos
Diretor de Geologia e Recursos Minerais – DGM

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

Stênio Petrovich Pereira
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial – DHT

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

Reginaldo Alves dos Santos
Departamento de Geologia – DEGEO

Luiz Gustavo R. Pinto
Divisão de Geofísica – DIGEOF

Maria Laura Vereza de Azevedo
Coordenadora – DEREM

Ludwig Zellner
Assistente – DGM

João Batista Freitas de Andrade
Coordenador – DIGEOF



SUPERINTENDÊNCIA DE MANAUS

Marco Antônio de Oliveira
Superintendente

Marcelo Esteves Almeida
Gerência de Geologia e Recursos Minerais

RESIDÊNCIA DE PORTO VELHO

Edgar Romeo Herrera fe Figueiredo Iza
Chefe de Residência

Cassiano Castro
Assistente de Geologia e Recursos Minerais

FISCALIZAÇÃO DA AQUISIÇÃO DE DADOS

Iago Souza Lima Costa

REVISÃO E COMPATIBILIZAÇÃO GERAL DOS RESULTADOS OBTIDOS

Alexandre Lisboa Lago
Iago Souza Lima Costa

APRESENTAÇÃO

Com o objetivo de levantar informações no chamado “vazio cartográfico” da Amazônia, o governo da Presidenta Dilma Rousseff, 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 de 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 a 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, resalta-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 RIO MADEIRA-ITUXI**, 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 projeto teve seu início no ano de 2014, com recursos provenientes do **Programa de Aceleração do Crescimento – PAC** e foi concluído no ano de 2015 através do **Projeto Cartografia da Amazônia**.

O desenvolvimento deste produto abrangeu uma área de 45.394 km² entre o Sudoeste do Estado do Amazonas e Noroeste do Estado de Rondônia. Os trabalhos nessa área foram realizados através do recobrimento de 95.311 km de perfis de alta resolução e foram realizados com os métodos magnetométrico e gamaespectrométrico, com linhas de voo e de controle espaçadas de 500 m e 10.000 m, respectivamente, orientadas nas direções N-S e E-W.

ROBERTO VENTURA SANTOS
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

RESUMO

No início do ano de 2004 o Governo Federal definiu, através do *Plano Plurianual 2004/2007 (PPA 2004-2007)*, as políticas públicas setoriais dos seus diversos Ministérios por meio dos Programas e respectivas Ações que foram mantidas e ampliadas nos *Planos Plurianuais 2008/2011 e 2012/2015*.

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.

A CPRM – Serviço Geológico do Brasil, em 12 de Julho de 2013, celebrou com a Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda. o contrato nº 069/PR/13 para executar os serviços de aquisição e processamento de dados aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos do *Projeto Aerogeofísico Rio Madeira-Ituxi*, localizado entre o Sudoeste do Estado do Amazonas e Noroeste do Estado de Rondônia, na região Norte do Brasil. O projeto teve o seu início no ano de 2014, com recursos provenientes do **Programa de Aceleração do Crescimento – PAC** e foi concluído no ano de 2015 através do **Projeto Cartografia da Amazônia**.

Para a etapa de aquisição de dados foram utilizadas as aeronaves Cessna Gran Caravan de prefixos PP-AGP e PR-MCY, a aeronave Piper Navajo PA31-350 de prefixo PR-PEC e a aeronave Embraer BEM 820C de prefixo PT-EPY da Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda., as quais realizaram o projeto no período de 17/09/2014 a 22/12/2015 totalizando 95.311 km de perfis.

Como base de operação para a etapa de aquisição de dados foram utilizadas as cidades de Rio Branco, no Acre e Porto Velho, em Rondônia. Foram usados magnetômetros da Geometrics, Aeromaster e KroumVS Instruments, e gamaespectrômetro da RADIATION SOLUTIONS (modelo RS-500), de 1024 canais espectrais, da Pico Envirotec (modelo GRS 410), de 512 canais espectrais, e Exploranium (modelo GR820), de 256 canais espectrais, sistema de navegação GPS com receptor de 12 canais da marca AG-NAV (modelo Guia), Javad (modelo Marant GGD) e da marca Techgeo (modelo GTR-G2).

Para o recobrimento do projeto foram utilizadas aproximadamente 673,77 horas de voo, que resultaram no levantamento efetivo de 95.311,00 km de perfis aprovados pela fiscalização da CPRM em uma área de cerca de 45.394,00 Km². O processamento de dados e a elaboração do Relatório Final foram realizados entre os meses de Dezembro de 2015 a Janeiro de 2016.

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

- ☒ 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 Voo.
- ☒ Escala 1:250.000: Mapas de Contorno do Campo Magnético Total reduzido do IGRF (Campo Total, Primeira Derivada Vertical e Sinal Analítico), de Contorno Radiométrico em Concentração de Elementos (Contagem Total, Potássio, Urânio 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* e *GeoTIFF*, 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 AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

ÍNDICE DOS VOLUMES

VOLUME I TEXTO TÉCNICO E ANEXOS

VOLUME II ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- Vol. II.1: MAPA DE CONTORNO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folhas 1 a 10)
- Vol. II.2: MAPA DE CONTORNO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folhas 11 a 21)

VOLUME III ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- Vol. III.1: MAPA DE CONTORNO DA 1ª. DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folhas 1 a 10)
- Vol. III.2: MAPA DE CONTORNO DA 1ª. DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folhas 11 a 21)

VOLUME IV ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- Vol. IV.1: MAPA DE CONTORNO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folhas 1 a 10)
- Vol. IV.2: MAPA DE CONTORNO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folhas 11 a 21)

VOLUME V ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- Vol. V.1: MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL.
(Folhas 1 a 10)
- Vol. V.2: MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL.
(Folhas 11 a 21)

VOLUME VI ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- Vol. VI.1: MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO.
(Folhas 1 a 10)
- Vol. VI.2: MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO.
(Folhas 11 a 21)

VOLUME VII ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- Vol. VII.1: MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO.
(Folhas 1 a 10)
- Vol. VII.2: MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO.
(Folhas 11 a 21)

VOLUME VIII ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- Vol. VIII.1: MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO.
(Folhas 1 a 10)
- Vol. VIII.2: MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO.
(Folhas 11 a 21)

VOLUME IX ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- Vol. IX.1: MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO.
(Folhas 1 a 10)
- Vol. IX.2: MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO.
(Folhas 11 a 21)

VOLUME X ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- Vol. X.1: MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO.
(Folhas 1 a 10)
- Vol. X.2: MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO.
(Folhas 11 a 21)

VOLUME XI ANEXOS – ESCALA 1:100.000

- Vol. XI.1: MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO.
(Folhas 1 a 10)
- Vol. XI.2: MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO.
(Folhas 11 a 21)

VOLUME XII ANEXOS – ESCALA 1:250.000

- Vol. XII.1: MAPA DE CONTORNO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folha I a V)
- Vol. XII.2: MAPA DE CONTORNO DA 1ª. DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folha I a V)
- Vol. XII.3: MAPA DE CONTORNO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folha I a V)

VOLUME XIII ANEXOS – 1:250.000

- Vol. XIII.1: MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL.
(Folha I a V)
- Vol. XIII.2: MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO.
(Folha I a V)
- Vol. XIII.3: MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO.
(Folha I a V)
- Vol. XIII.4: MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO.
(Folha I a V)

VOLUME XIV ANEXOS – 1:250.000

- Vol. XIV.1: MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO.
(Folha I a V)
- Vol. XIV.2: MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO.
(Folha I a V)
- Vol. XIV.3: MAPA RADIOMÉTRICA DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO.
(Folha I a V)

VOLUME XV ANEXOS – ESCALA 1:500.000

- MAPA DE PSEUDO-ILUMINAÇÃO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folha única)
- MAPA DE PSEUDO-ILUMINAÇÃO DA 1ª. DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folha única)
- MAPA DE PSEUDO-ILUMINAÇÃO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF).
(Folha única)
- MAPA RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL.
(Folha única)
- MAPA RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO.
(Folha única)
- MAPA RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO.
(Folha única)
- MAPA RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DE TÓRIO.
(Folha única)
- MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO.
(Folha única)
- MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO.
(Folha única)
- MAPA RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO.
(Folha única)
- MAPA 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 RIO MADEIRA-ITUXI

VOLUME I – TEXTO TÉCNICO

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. AQUISIÇÃO DE DADOS.....	6
2.1. Características do Levantamento.....	6
2.2. Equipamentos Utilizados	6
2.2.1. Aeronave	7
2.2.2. Aeromagnetômetros	7
2.2.3. Aerogamaespectrômetros.....	8
2.2.4. Sistema de Aquisição de Dados.....	9
2.2.5. Sistema de vídeo	10
2.2.6. Altímetros.....	10
2.2.7. Sistema de Navegação e Posicionamento	11
2.2.8. Magnetômetro Terrestre	11
2.3. Planejamento e Mobilização	12
2.3.1. Elaboração do Plano de voo	12
2.3.2. Estatísticas das Operações	14
2.3.3. Mapa do Projeto de Voo	16
2.3.4. Testes dos Equipamentos.....	17
2.3.5. Cálculo da Resolução dos Cristais Detectores (<i>downward</i> e <i>upward</i>)	20
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	23
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.....	27
3.1.3.1. Correção do Tempo Morto.....	27
3.1.3.2. Aplicação de Filtragem	27
3.1.3.3. Correlação do Erro de Paralaxe	27
3.1.3.4. Cálculo da Altura Efetiva (h_c) de Voo.....	27
3.1.3.5. Remoção do <i>Background</i> da Aeronave e Cósmico.....	28
3.1.3.6. Remoção do <i>Background</i> do Radônio	28
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>	30
3.1.3.9. Correção Altimétrica (Coeficiente de Atenuação Atmosférica)	30
3.1.3.10. Conversão para Concentração de Elementos	31
3.1.4. Determinação das Razões eU/eTh , eU/K e eTh/K	32
3.2. Interpolação e Contorno.....	32
3.3. Arquivo Final de Dados.....	32
3.4. Equipe Envolvida no Processamento dos Dados	33
4. CRONOGRAMA GERAL DAS OPERAÇÕES.....	35
5. PRODUTOS FINAIS.....	36
5.1. Mapas de Contorno do Campo Magnético Total, da 1ª Derivada Vertical e do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	40
5.2. Mapas Radiométricos dos Canais de Potássio, Urânio, Tório e Contagem total.....	40

5.3. Mapa Radiométrico Ternário.....	40
5.4. Mapas das Razões Radiométricas eU/eTh, eU/K e eTh/K	40
5.5. Mapa de Pseudo-Iluminação do Modelo Digital do Terreno	41
5.6. Mapa de Traço de Linhas de Voo	41
5.7. Relatório Final	41
5.8. Arquivos Digitais Finais.....	41
5.9. Arquivos Poligonais	44
5.10. Produtos Originais	44
 6. PARTICIPAÇÃO DA CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL.....	50
 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

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 II-d - Teste de Repetibilidade Radioativa

ANEXO III – Quadros Sinópticos 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 Cessna Gran Caravan – PP-AGP	4
Figura 4 – Aeronave Cessna Gran Caravan – PR-MCY	4
Figura 5 – Aeronave Cessna Gran Caravan – PR-PEC.	5
Figura 6 – Aeronave Cessna Gran Caravan – PT-EPY.	5
Figura 7 – Exemplo de Registro de Magnetômetro de Base.	11
Figura 8 – Mapa das linhas de voo.	13
Figura 9 – Gráfico da Estatística das Operações da aeronave PT-EPY	15
Figura 10 – Gráfico da Estatística das Operações da aeronave PP-AGP.	15
Figura 11 – Gráfico da Estatística das Operações da aeronave PR-MCY	15
Figura 12 – Gráfico da Estatística das Operações da aeronave PR-PEC	16
Figura 13 – Movimentos de <i>Roll</i> , <i>Pitch</i> e <i>Yaw</i>	18
Figura 14 – Fluxograma do processamento de dados.	34
Figura 15 – Cronograma Geral das Operações.	35
Figura 16 – Articulação das folhas na escala 1:100.000	38
Figura 17 – Articulação das folhas na escala 1:250.000	39
Figura 18 – Mapa pseudo-iluminado do campo magnético total (reduzido do IGRF)	45
Figura 19 – Mapa do sinal analítico do campo magnético total (reduzido do IGRF).	46
Figura 20 – Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do canal de Contagem Total	47
Figura 21 – Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th)	48
Figura 22 – Mapa Radiométrico da razão Tório / Potássio.	49

ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 1 – Coordenadas Geográficas do Projeto.	3
Tabela 2 – Equipamentos Utilizados.	6
Tabela 3 – Faixas Energéticas do Gamaespectrômetro e os Canais Correspondentes.	8
Tabela 4 – Quilometragem Produzida e Área Levantada.	12
Tabela 5 – Estatística das Operações.	14
Tabela 6 – Divisão das Linhas por Aeronave.	16
Tabela 7 – Concentração dos Tanques de Calibração Transportáveis.	21
Tabela 8 – Coeficientes de Espalhamento <i>Compton</i>	21
Tabela 9 – Constantes de Calibração do Radônio.	29
Tabela 10 – Coeficientes de <i>Skyshine</i>	30
Tabela 11 – Coeficiente de Atenuação Atmosférica.	31
Tabela 12 – Coeficientes de Sensibilidade.	31
Tabela 13 – Valores Mínimos para Cálculo das Razões Radiométricas.	32
Tabela 14 – Características da Apresentação dos Mapas Aerogeofísicos.	36
Tabela 15 – Características dos intervalos de contorno dos mapas aerogeofísicos.	37
Tabela 16 – Banco de dados <i>Geosoft</i> (GDB) – Magnetometria.	42
Tabela 17 – Banco de dados <i>Geosoft</i> (GDB) – Gamaespectrometria.	43
Tabela 18 – Banco de dados <i>Geosoft</i> (GDB) – Gamaespectrometria 256 canais.	43
Tabela 19 – Arquivo de Cruzamento XYZ – Magnetometria.	44

1. INTRODUÇÃO

A área do levantamento aerogeofísico Rio Madeira-Ituxi está localizada entre o Sudoeste do Estado do Amazonas e Noroeste do Estado de Rondônia, conforme mostra a Figura 1.

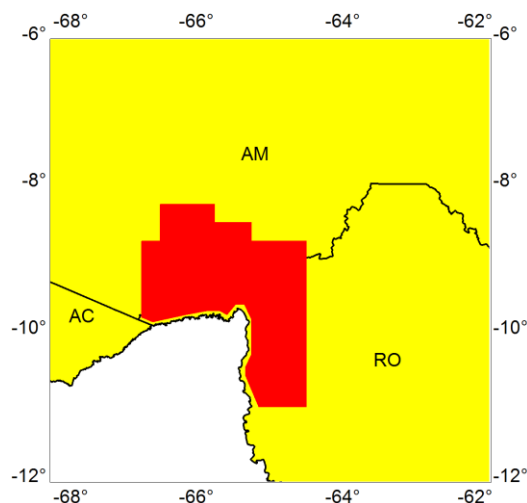


Figura 1 – Localização da Área do Projeto Aerogeofísico.

O levantamento aerogeofísico Rio Madeira-Ituxi constou do recobrimento de 95.311,00 km de perfis aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos de alta resolução, com linhas de voo 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 voo foi fixada em 100 m sobre o terreno, admitindo-se variações de mais ou menos 15 m.

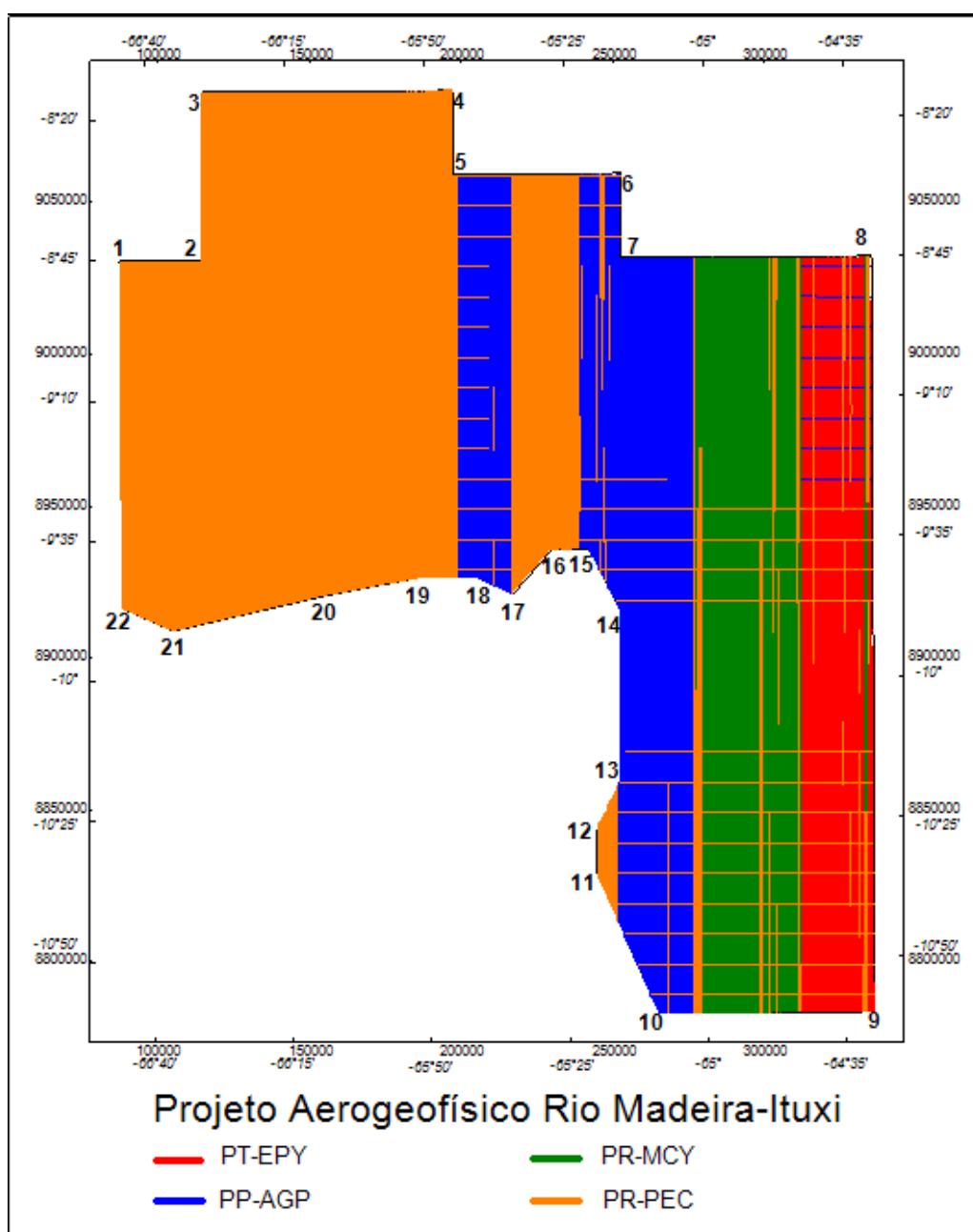


Figura 2 – Vértices do projeto e área de atuação da aeronave.

Tabela 1 – Coordenadas Geográficas do Projeto.

Vértice	Latitude	Longitude
1	-08°45'	-66°45'
2	-08°45'	-66°30'
3	-08°15'	-66°30'
4	-08°15'	-65°45'
5	-08°30'	-65°45'
6	-08°30'	-65°15'
7	-08°45'	-65°15'
8	-08°45'	-64°30'
9	-11°00'	-64°30'
10	-11°00'	-65°09'
11	-10°35'	-65°20'
12	-10°27'	-65°20'
13	-10°17'	-65°15'
14	-09°49'	-65°15'
15	-09°37'	-65°21'
16	-09°37'	-65°28'
17	-09°45'	-65°35'
18	-09°42'	-65°41'
19	-09°42'	-65°52'
20	-09°45'	-66°09'
21	-09°51'	-66°36'
22	-09°47'	-66°45'

Foram utilizadas para a execução deste projeto, as aeronaves Cessna Gran Caravan de prefixos PP-AGP (Figura 3) e PR-MCY (Figura 4), a aeronave Piper Navajo PA31-350 de prefixo PR-PEC (Figura 5) e a aeronave Embraer BEM 820C de prefixo PT-EPY (Figura 6), da Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda. A aeronave PT-EPY realizou seus trabalhos durante o período de 17/09/2014 a 09/12/2014 adquirindo 11.356,00 km de linhas de voo, utilizando como base de operações a cidade de Porto Velho no estado de Rondônia. A aeronave PP-AGP realizou seus trabalhos durante o período de 18/06/2015 a 31/08/2015 adquirindo 20.678,00 km de linhas de voo, utilizando como base de operações a cidade de Porto Velho no estado de Rondônia. A aeronave PR-MCY realizou seus trabalhos durante o período de 19/06/2015 a 17/07/2015 adquirindo 16.102,00 km de linhas de voo, utilizando como base de operações a cidade de Porto Velho no estado de Rondônia. A aeronave PR-PEC realizou seus trabalhos durante o período de 14/08/2015 a 22/12/2015 adquirindo 47.175,00 km de linhas de voo, utilizando como base de operações as cidades de Porto Velho no estado de Rondônia e Rio Branco no estado do Acre.



Figura 3 – Aeronave Cessna Gran Caravan – PP-AGP



Figura 4 – Aeronave Cessna Gran Caravan – PR-MCY.



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



Figura 6 – Aeronave Embraer BEM 820C – PT-EPY

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), foram conduzidas no aeroporto de Ubatuba, São Paulo para todas as aeronaves. 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 8.1 (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 voo: N-S
- Espaçamento entre as linhas de voo: 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 voo: 100 m
- Velocidade aproximada de voo: 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	PP-AGP	PR-MCY
Modelo da aeronave	Gran Caravan 208B	Gran Caravan
Fabricante da aeronave	Cessna	Cessna
Tipo de Sensor	Scintrex CS-3	Scintrex CS-3
Aeromagnetômetro	Aeromaster	KroumVS Instruments- KMAG 4
Gamaespectrômetro	Pico Envirotec - GRS 410	Exploraniun - GR820
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 "Real time"	Lotsman	Microsurvey
Sistema de Aquisição GPS - "Real time"	Javad	GTR-G2 GENERIC
Câmera de Vídeo	INTELBRAS VM 300	Seykon
Radar Altímetro	King Radio Corporation KRA10A/KI250/KA131	Terra TRA 2000
Altímetro Barométrico	Motorola – MPX 4115	Honeywell-PPT0020AWN2VA-C
Magnetômetro Terrestre	GEM GSM-19	GEM GSM-19
Sistema de Aquisição	Aeromaster – VN2001	Microsurvey - 2011

Prefixo da aeronave	PT-EPY	PR-PEC
Modelo da aeronave	EMB 820C Navajo	Navajo PA31-350
Fabricante da aeronave	Embraer	Piper
Tipo de Sensor	G-822	G-822A
Aeromagnetômetro	KroumVS Instruments- KAMAG 4	Geometrics G822A
Gamaespectrômetro	Pico Envirotec - GRS 410	RS-500
Volume dos Cristais Detectores de Iodeto de Sódio	2.560 pol ³ down e 512 pol ³ up	2.560 pol ³ down e 512 pol ³ up
Sistema de navegação "Real time"	Lotsman	AG-NAV P151 GUIA "Real time"
Sistema de Aquisição GPS - "Real time"	Javad - Marant GGD	HEMISPHERE R120
Câmera de Vídeo	Sony VHC	INTELBRAS VP 480S
Radar Altímetro	King Radio Corporation KRA10A/KI250/KA131	Free-Flight Systems TRA-3000
Altímetro Barométrico	Motorola – MPX 4115	Honeywell PPT
Magnetômetro Terrestre	GEM GSM-19	GEM GSM-19
Sistema de Aquisição	Aeromaster – VN2001	RMS DAARC500

2.2.1. Aeronave

O levantamento foi efetuado pelas aeronaves modelos Embraer EMB 820C Navajo (PT-EPY), Piper Navajo PA31-350 (PR-PEC) e Cessna Gran Caravan (PR-MCY e PP-AGP). O EMB 820C Navajo (PT-EPY) é uma aeronave de asa baixa equipada com dois motores Lycoming – Textron , de 350 HP e possui autonomia de aproximadamente 6h, opera à velocidade média de 270 km/h. Ambas aeronaves Gran Caravan (PR-MCY e PP-AGP) são aeronaves de asa alta equipadas com um motor Pratt & Withney PT6-114A de 600SHP, operam à uma velocidade média de 270 km/h e possuem autonomia de aproximadamente 6h. Já o Piper Navajo (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.

2.2.2. Aeromagnetômetros

Sistema aeromagnético acoplado a um sensor de vapor de césio montado na cauda (tipo *Stinger*) das aeronaves, conforme especificado abaixo. 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 de aquisição de dados das aeronaves.

Sensor: Scintrex CS-3

Resolução: 0,001 nT

Faixa: 20.000 – 100.000 nT

Montagem: Stinger

Sensor: Geometrics G822A

Resolução: 0,001 nT

Faixa: 20.000 – 95.000 nT

Montagem: Stinger

As leituras do magnetômetro na aeronave de prefixo PP-AGP, foram realizadas a cada 0,01 segundo (100 Hz), o que equivale, para a velocidade de 265 km/h da aeronave, a aproximadamente 0,736 m no terreno.

As leituras do magnetômetro nas aeronaves de prefixo PT-EPY e PR-MCY, foram realizadas a cada 0,1 segundo (10 Hz), o que equivale, para a velocidade de 265 km/h da aeronave, a aproximadamente 7,36 m no terreno.

As leituras do magnetômetro na aeronave de prefixo PR-PEC, foram realizadas a cada 0,1 segundo (10Hz), 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 os gamaespectrômetro Pico Envirotec, modelo GRS410, de 512 canais, nas aeronaves PP-AGP e PT-EPY e os gamaespectrômetros Exploranium, modelo GR820, de 256 canais espectrais na aeronave PR-MCY e o gamaespectrômetros *Radiations Solutions*, modelo RS-500, na aeronave PR-PEC. O espectro de cada um dos cristais detectores nesses sistemas é analisado individualmente para determinação precisa dos fotopicos de potássio, urânio e tório. Uma correção linear baseada na detecção do pico de Césio (^{137}Cs – 662 KeV) é aplicada individualmente a cada cristal, mantendo o espectro permanentemente alinhado. A radiação gama detectada pelos conjuntos é somada e as leituras reduzidas às saídas dos canais espectrais, separando os conjuntos de cristais voltados para baixo (*downward looking*) e para cima (*upward looking*).

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)		PP-AGP e PT-EPY (GRS410)		PR-MCY e PR-PEC (GR820 e RS-500)	
			Canais Correspondentes		Canais Correspondentes	
Contagem Total	0,41	2,81	73	482	34	233
Potássio	1,37	1,57	236	270	115	131
Urânio	1,66	1,86	285	319	139	155
Tório	2,41	2,81	414	482	202	233
Cósmico	3,00	∞	512	-	256	-

As leituras do gamaespectrômetro são realizadas a cada segundo, representando medições a intervalos de amostragem de aproximadamente 73,6 m (PT-EPY, PR-MCY e PP-AGP) e 75 m (PR-PEC) no terreno.

Os sistemas detectores voltado para baixo (*downward looking*) e para cima (*upward looking*) são constituídos por três conjuntos (caixas) de cristais de iodeto de sódio dopado com Tálcio (NaI[Tl]), que juntos possuem 12 cristais. Os sistemas GRS410 e GR820 possuem 12 cristais de 4,2L (256 pol³), totalizando 42L (2560 pol³) de cristais voltados para baixo e totalizando 8,4L (512 pol³) de cristais voltados para cima.

2.2.4. Sistema de Aquisição de Dados

Os computadores do sistema de aquisição de dados Aeromaster, modelo VN2001 para as aeronaves PP-AGP e PT-EPY, Microsurvey para a aeronave PR-MCY e DAARC500 para a aeronave PR-PEC são as principais unidades do sistemas de aquisição instalados a bordo das aeronaves. Todos os dados adquiridos são armazenados no disco rígido e posteriormente transferidos para discos rígidos externos, para efeito de backup e transferência dos dados para o computador de processamento.

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

Taxa de Amostragem (Hz)	Parâmetro	Unidade
1	Fiducial	s
1	Número da Linha	*
10	Magnetômetro compensado	nT
10	Magnetômetro bruto	nT
10	Componente X <i>fluxgate</i>	mV
10	Componente Y <i>fluxgate</i>	mV
10	Componente Z <i>fluxgate</i>	mV
10	Radar altímetro	μV
10	Temperatura	μV
10	Barômetro	μV
10	Temperatura	°C
10	Altura do Voo	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 sistemas de vídeo digital, com uma câmera de vídeo, verticalmente instalada na parte inferior da aeronave. O registro de vídeo apresenta marcas temporais e espaciais na imagem gerada. Cada imagem apresenta um registro temporal, contando os segundos do dia, através do uso do tempo GPS. A referência espacial é formada pelas coordenadas geográficas de longitude e latitude, referida ao sistema GPS (Elipsóide WGS84), também em sincronia com os dados geofísicos e o GPS. Um monitor de 9 polegadas permanece disponível na cabine para visualização das imagens obtidas pela câmera e anotações do operador de bordo quanto a possíveis fontes de interferência nos dados geofísicos.

2.2.6. Altímetros

A altura de voo da aeronave foi monitorada através dos altímetros de radar e dos barômetros de precisão incluídos no sistema aerogeofísico. O radar altímetro utilizado pelas aeronaves PP-AGP e PT-EPY é o Honeywell, modelo KRA10A/KI250/KA131 e apresenta precisão de 5 a 7% e alcance de 2500 pés. A aeronave PR-MCY utiliza o radar altímetro Terra TRA 2000, com alcance de 2500 pés e precisão de 1m. A aeronave PR-PEC utiliza o *Free-Flight Systems*, modelo TRA-3000 e apresenta precisão de 5 a 7% e alcance de 2500 pés.

A aeronave PP-AGP e PT-EPY possuem barômetro eletrônico modelo Motorola MPX 4115, as aeronaves PR-MCY e PR-PEC possuem barômetros eletrônicos modelo Honeywell-PPT. Os barômetros são transdutores de pressão que registram a altitude de voo em relação ao nível do mar. O barômetro tem saída digital e é ligado ao sistema de aquisição de dados proporcionando até cem medidas por segundo da pressão atmosférica, com precisão de $\pm 1,5\%$ da medida.

2.2.7. Sistema de Navegação e Posicionamento

A navegação das aeronaves PP-AGP, PT-EPY e PR-MCY foram realizadas com os sistemas Lotsman e Microsurvey, utilizando a aquisição Javad Marant GGD e GTR-G2 Generic, estes garantem a precisão do posicionamento das medidas realizadas assim como a trajetória da aeronave. Sinais de posição foram registrados com frequência de no mínimo 5 vezes por segundo. A navegação da aeronave PR-PEC foi efetuada por sistema GPS com receptores *Hemisphere* R120. 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 7 mostra um exemplo do registro do magnetômetro.

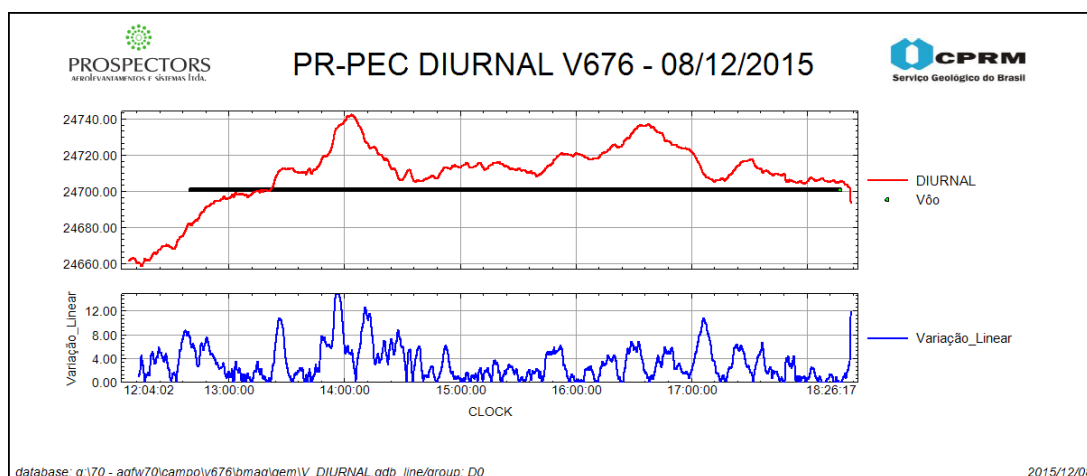


Figura 7 – Exemplo de Registro de Magnetômetro de Base.

2.3. Planejamento e Mobilização

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

- Seleção das bases de operações, instaladas nas cidades de Rio Branco no Acre e Porto Velho em Rondônia;
- Obtenção da autorização do aerolevanteamento junto ao Ministério da Defesa;
- Preparação do plano de voo e obtenção dos materiais necessários ao levantamento;
- Ajuste dos equipamentos às especificações contratuais;
- Realização dos testes pré-levantamento previstos contratualmente.

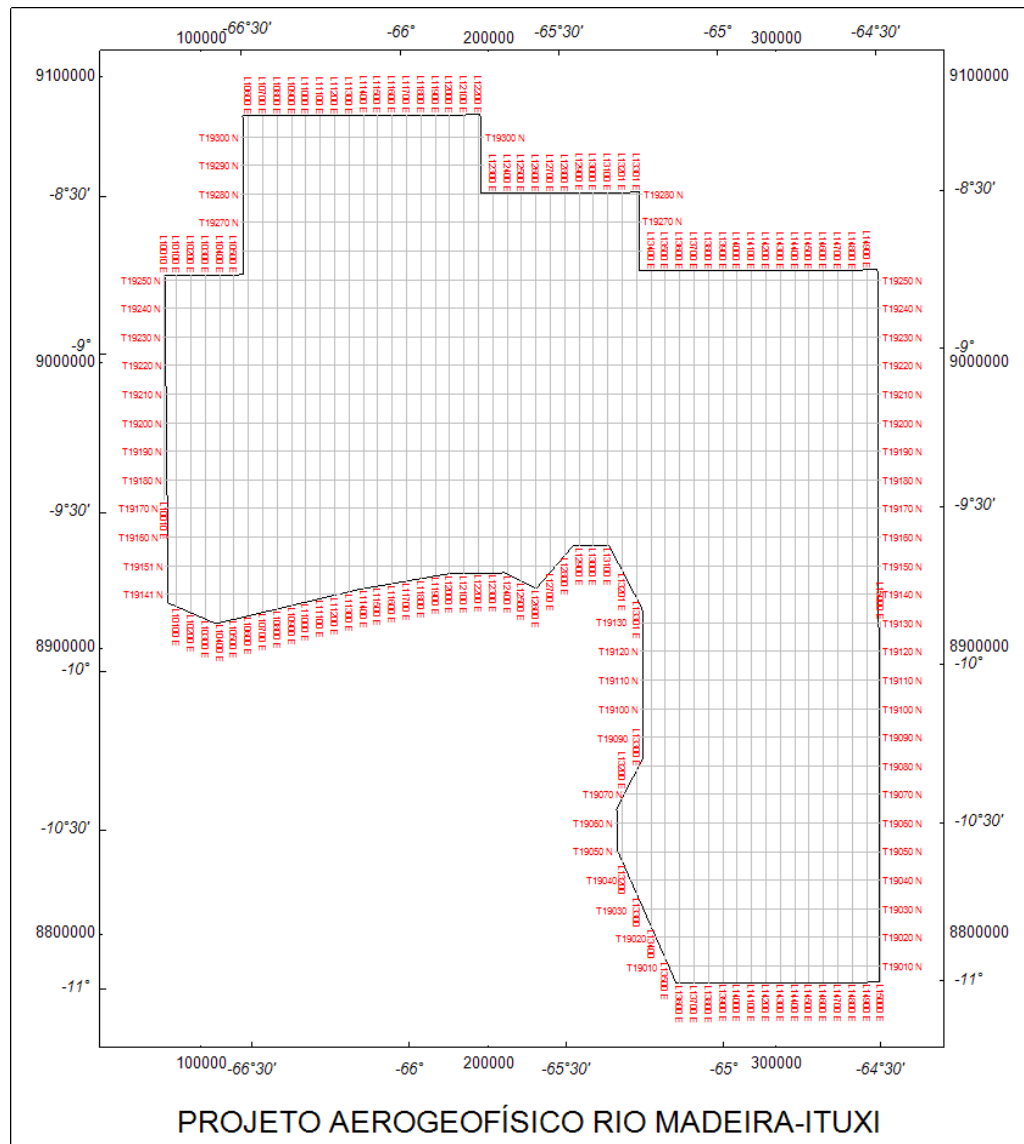
O levantamento recebeu do Ministério da Defesa a autorização nº 227/14 para as aeronaves PT-EPY, PR-MCY e PR-PEC, e nº 227/14 e nº137/15 para a aeronave PP-AGP.

2.3.1. Elaboração do Plano de voo

Para a cobertura completa da área relativa ao projeto, foram programadas 517 linhas de voo e 34 linhas de controle, totalizando 95.311,00 km de perfis geofísicos, conforme a Tabela 4 a seguir. A Figura 8 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 Voo (km)	Total de linhas de Controle (km)	Total de linhas de Voo+Controle (km)
PT-EPY	5.870	9.979,00	1.377,00	11.356,00
PR-MCY	8.581	16.102,00	-	16.102,00
PP-AGP	11.920	20.678,00	-	20.678,00
PR-PEC	19.023	43.991,00	3.184,00	47.175,00
Totais:	45.394,00	90.750,00	4.561,00	95.311,00



2.3.2. Estatísticas das Operações

O projeto foi executado entre 17/09/2014 a 09/12/2014 e entre 18/06/2015 e 22/12/2015. A aeronave PT-EPY efetuou seus trabalhos entre 17/09/2014 a 09/12/2014 totalizando 84 dias, a aeronave PP-AGP completou sua parte com 75 dias entre 18/06/2015 a 31/08/2015, a aeronave PR-MCY efetuou seus trabalhos entre 19/06/2015 a 17/07/2015, totalizando 32 dias e a aeronave PR-PEC completou seu trabalho em 131 dias, no período de 14/08/2015 a 22/12/2015. Foram gastas cerca de 673,77 horas de voo para aquisição de dados e testes. A Tabela 5 e os gráficos das Figuras 9, 10, 11 e 12, a seguir, mostram as estatísticas obtidas durante a fase de aquisição dos dados. Para a execução do levantamento, a aeronave PT-EPY utilizou 80,33 horas de voo de produção, a aeronave PP-AGP utilizou 147,83 horas de voo, a aeronave PR-MCY utilizou 98,48 horas de voo e a aeronave PR-PEC utilizou 347,12 horas de voo de produção.

Tabela 5 – Estatística das Operações.

Item	Indicadores do Levantamento	PT-EPY		PP-AGP		PR-MCY		PR-PEC	
		Nº Dias	%	Nº Dias	%	Nº Dias	%	Nº Dias	%
1	Produção	17	20,24	21	28,00	15	46,88	75	57,25
2	Meteorologia	22	26,19	14	18,67	3	9,38	9	6,87
3	Manutenção de Aeronave	29	34,52	3	4,00	9	28,13	15	11,45
4	Tempestade Magnética	6	7,14	4	5,33	1	3,12	10	7,63
5	Falha de Equipamento	5	5,95	0	0,00	0	0,00	9	6,87
6	Testes Contratuais	2	2,38	2	2,67	1	3,12	1	0,77
7	Outros	3	3,58	31	41,33	3	9,37	12	9,16
	Total:	84	100,00	75	100,00	32	100,00	131	100,00

* número de dias despendido pela aeronave

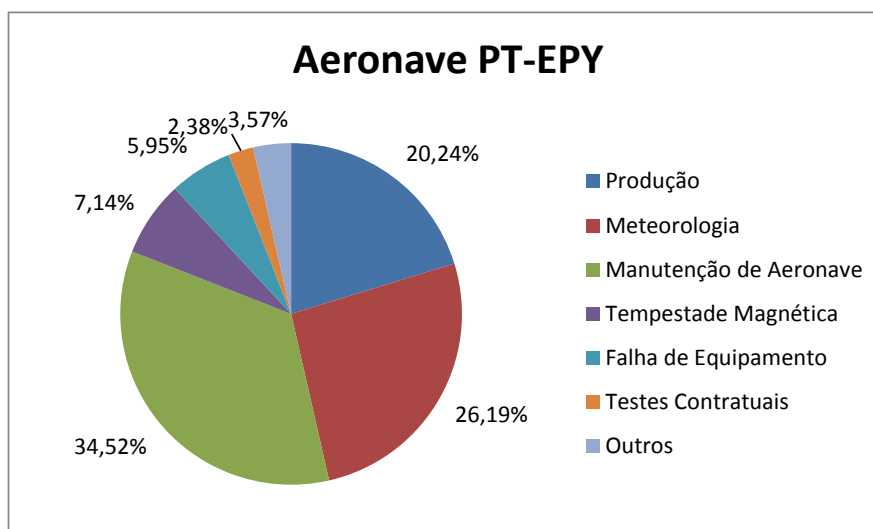


Figura 9 – Gráfico da Estatística das Operações da aeronave PT-EPY.

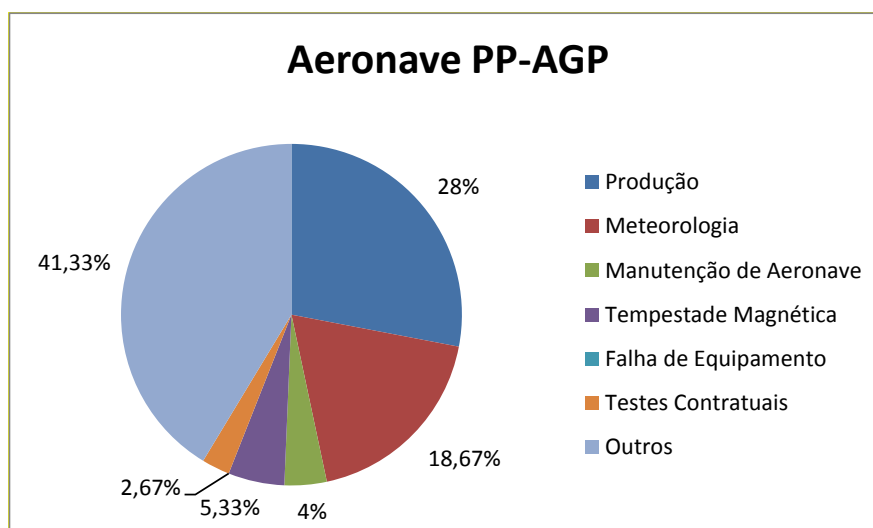


Figura 10 – Gráfico da Estatística das Operações da aeronave PP-AGP.

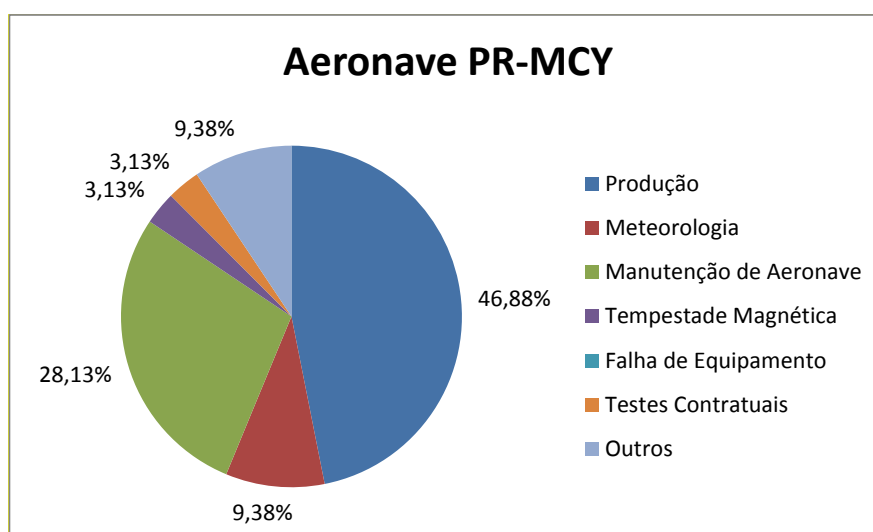


Figura 11 – Gráfico da Estatística das Operações da aeronave PR-MCY.

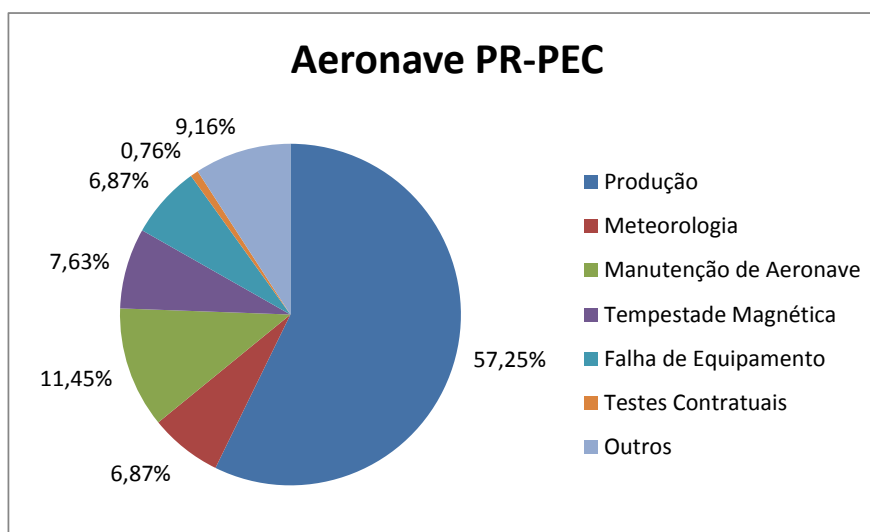


Figura 12 – Gráfico da Estatística das Operações da aeronave PR-PEC.

2.3.3. Mapa do Projeto de Voo

O mapa do projeto de voo foi obtido analiticamente, sendo determinadas, por cálculo, as coordenadas UTM do início e fim de cada linha de voo e de controle, considerando-se os espaçamentos de 0,5 km para as linhas de voo 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 voo	Linhas de controle
PR-PEC	10010 – 12230	19010 – 19090 19131 – 19300
	12600 – 13040	
	13150	
	13160	
	13170	
	13180	
	13190	
	13210	
	13220	
	13230	
	13240	
	13250	
	13260	
	13270	
	13280	
	13290	
	13300	

PP-AGP	12240 – 12590 13050 – 13140 13151 13161 13171 13181 13191 13201 13211 13221 13231 13241 13251 13261 13271 13281 13291 13301 13310 – 13790	-
PR-MCY	13800 – 14510	-
PT-EPY	14520 - 15000	19100 - 19130

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 atitude em relação ao vetor campo magnético terrestre, altera a intensidade deste. O ruído é proveniente das magnetizações permanentes, induzidas e dos efeitos da corrente de *Eddy* da plataforma, acrescidos dos efeitos de orientação do sensor propriamente.

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

Os efeitos produzidos em cada uma das direções de voo são medidos pelos magnetômetros *fluxgate*, instalados no *stinger* da aeronave e usados para medir o acoplamento dos três eixos com o *background* do campo magnético na região. Os

sensores *fluxgate* são muito sensíveis às mudanças de atitude sendo usados para monitorar acuradamente os efeitos decorrentes de tais mudanças.

A resposta de frequência e amostragem do módulo utilizado para medir os sinais do *fluxgate* é equivalente ao do módulo de processamento do sensor de vapor de césio do magnetômetro da aeronave, havendo portanto, perfeita sincronia dos eventos nos dois sistemas.

As séries de movimentos, envolvendo as manobras do tipo *Roll*, *Pitch* e *Yaw* (Figura 13) são conduzidas para cada uma das direções de voo do levantamento, com o objetivo de variar o acoplamento *fluxgate*/vetor campo, e acumular medições ao longo das diferentes manobras e direções. Estes dados são então processados com técnicas de regressão para determinar um conjunto de coeficientes de compensação do sistema.

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

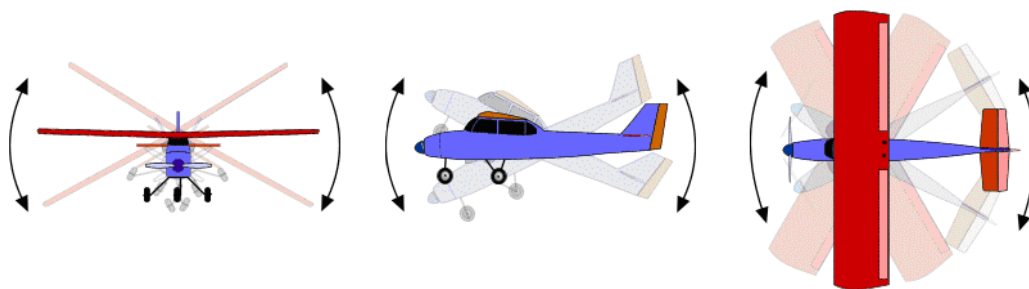


Figura 13 – Movimentos de *Roll*, *Pitch* e *Yaw*.

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, podem ser consultados no Anexo II-b.

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.

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 voos 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 voo, 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 voo.

Os valores médios em cps, obtidos em cada canal radiométrico, estão relacionados no Anexo II-d para todas as aeronaves.

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

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

Para os atuais gamaespectrômetros auto-estabilizados, costuma-se usar o espectro do tório (^{208}Tl) para calcular a resolução dos “cristais detectores voltados para baixo” (*downward looking*), tanto para os cristais individuais (256 pol³) quanto para os “pacotes” ou “caixas” de 1024 pol³ cada, bem como espectro do cézio (^{137}Cs) para calcular a resolução dos “cristais detectores voltados para cima” (*upward looking*), tanto para cristais individuais (256 pol³) quanto para o “pacote” ou “caixa” de 512 pol³ no caso deste projeto.

O procedimento para medir a resolução consiste em determinar as amplitudes a partir do fotopico do tório ou do 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 PT-EPY foi calibrada em 25/05/2014, a aeronave PP-AGP realizou os testes em 25/06/2015, a aeronave PR-MCY foi calibrada em 10/01/2015 e a aeronave PR-PEC realizou os testes em 13/04/2015. Essas calibrações obedeceram a duas etapas distintas.

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

calibração transportáveis utilizados em Ubatuba de propriedade da Universidade de São Paulo – USP, estão indicadas na Tabela 7:

Tabela 7 – Concentração dos Tanques de Calibração Transportáveis.

Fonte Padrão	Tanques de Ubatuba		
	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)
Background	0,70 ± 0,00	2,00 ± 0,20	8,80 ± 0,30
Potássio	6,40 ± 0,20	0,10 ± 0,10	1,40 ± 0,20
Urânio	0,90 ± 0,10	60,50 ± 0,60	26,50 ± 0,40
Tório	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 sequencialmente posicionados sob cada pacote detector, permanecendo por 10 minutos para acumulação de dados na seguinte ordem: *background*, Th, U, K e *background*. Os dados acumulados foram processados pelo programa PADWIN, fornecidos pelo fabricante dos tanques calibradores (*Exploratum*), resultando nos valores dos coeficientes *Compton* para cada pacote de detectores de 1.024 pol³, 512 pol³ e para o total de 2.560 pol³. Os valores encontrados para os coeficientes de espalhamento *Compton* estão resumidos na Tabela 8. O Anexo I-b, no final deste relatório, apresenta os resultados dessas calibrações.

Tabela 8 – Coeficientes de Espalhamento *Compton*.

Aeronave	Data	α	β	γ	a	b	g
PT-EPY	25/05/2014	0,2547 ± 0,0070	0,3800 ± 0,0071	0,7511 ± 0,0227	0,0622 ± 0,0070	0,0047 ± 0,0048	0,0103 ± 0,0044
PP-AGP	25/06/2015	0,2581 ± 0,0086	0,3856 ± 0,0114	0,7681 ± 0,0237	0,0752 ± 0,0085	0,0194 ± 0,0077	0,0043 ± 0,0065
PR-MCY	10/01/2015	0,2602 ± 0,0077	0,3905 ± 0,0088	0,7604 ± 0,0240	0,0822 ± 0,0068	0,0258 ± 0,0051	0,0022 ± 0,0047
PR-PEC	13/04/2015	0,2913 ± 0,0110	0,4102 ± 0,0165	0,8082 ± 0,0258	0,0994 ± 0,0101	-0,0084 ± 0,0100	-0,0054 ± 0,0086
PR-PEC	24/12/2015	0,2888 ± 0,0086	0,4299 ± 0,0090	0,7823 ± 0,0212	0,0964 ± 0,0053	-0,0089 ± 0,0043	0,0013 ± 0,0047

- 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) Voo 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 voo 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 apresentação dos resultados na forma de tabelas e gráficos encontra-se no Anexo I-c, no final deste relatório.

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

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

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

2.3.7. Calibração dos Detectores *Upward Looking*

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

- 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;
- Leituras dos arquivos dos voos 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 voo, 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 a linha teórica;
- Geração das plotagens dos traços das linhas de voo e controle, corrigidos diferencialmente, em superposição ao plano de voo para identificação dos possíveis trechos desviados em mais de 20% do espaçamento teórico (100 m) por mais de 1000 m;
- 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 I5;
- 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
Adriana Menezes Bello	
Luis Otávio de C. Simões	
Suze Guimarães	
Adriana Menezes Bello	Geofísico
Divanir Conego Jr.	
Renata Sicotti Maas	
Rodrigo Samões	
Mario Toda	Operador de Equipamento
Marcelo di Santi	
Lidervane Tavares	
Antonio das Neves Alves	

Raimundo Bezerra Freire Neto	
Julio Lima	Piloto
Hermes de Melo	
Ricardo de Miranda Frias	
Fagner José de Lima Guimarães	
Luis Carlos Jacome de Moura	
Francisco das Chagas Goes Justo	Piloto
Leony dos Santos Silva	Mecanico
João Alvarenga	
Edmilson Ribeiro	
Aguinaldo Vieira	
Antonio Fonseca	
Bruno Jonathan Neves de Almeida	Técnico Equipamentos
Fabício Silva	

3. PROCESSAMENTO DE DADOS

3.1. Fluxo de Processamento

No processamento de dados do projeto foi empregado o *software OASIS MONTAJ* versão 8.1, do sistema *GEOSOFT*, além das rotinas de pré-processamento proprietárias, que permitem a exploração do dado binário coletado em voo para formato ASCII XYZ *GEOSOFT*. A Figura 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 voo, temperatura, etc.

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

3.1.2. Processamento dos Dados Magnetométricos

3.1.2.1. Correção do Erro de Paralaxe

O processamento dos dados brutos do magnetômetro de bombeamento ótico pelo sistema de aquisição da aeronave, introduz um retardamento de tempo nos dados magnetométricos compensados, bem como a posição da antena receptora do GPS em relação à posição do sensor magnetométrico, causam uma defasagem entre o valor de posicionamento (X e Y) e o valor do campo que está sendo mostrado num mesmo intervalo de tempo. Sendo assim, uma correlação denominada de Paralaxe ou Correlação

de *Lag* deve ser aplicada. Uma linha especial de calibração foi voada para gravar as informações necessárias para qualificar este intervalo de tempo, para que os dados pudessem ser re-sincronizados.

O erro de paralaxe corresponde à defasagem no 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 0,30 segundos. 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 24899,83 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 8.1, 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 voo. Este procedimento assume que tais diferenças estão distribuídas de forma aleatória, de forma que um *trend* de no máximo 1ª ordem define o desnível entre as linhas de voo e controle.

O procedimento compreende duas etapas distintas, conforme a seguir:

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

2° - Após o nivelamento das linhas de controle, todas as linhas de voo são ajustadas às linhas de controle, de forma que os valores do campo magnético 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 voo nos pontos de cruzamento.

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

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

3.1.2.4. Micronivelamento dos Perfis

Os dados do levantamento foram ainda micronivelados para eliminação de qualquer resíduo de “desnivelamento” que tenha permanecido nos dados. O processo envolveu a geração de dois *grids* auxiliares, resultantes da aplicação de filtros passa-alta tipo *Butterworth* (comprimento de onda da ordem de 4 vezes o espaçamento das linhas de voo) e cosseno direcional atuando na direção das linhas de voo e perpendicularmente a elas, seguindo-se, então, a criação de um *grid* final decorrugado, que resultará do somatório dos *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 250 m, referidos ao ano de 2015 e atualizados para a data média de 28/07/2015 (2015,57).

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 Voo

A altura de voo 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 voo 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 foram aqueles definidos pelo voo cósmico pelo mar, em área distante da costa, cujos gráficos estão indicados no Anexo I-c.

3.1.3.6. Remoção do *Background* do Radônio

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

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

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,

a₁, a₂, a_u, a_t, b_u, b_t – coeficientes de proporcionalidade, sendo que **b_u** e **b_t** são zerados e **a₁** e **a₂** 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_c e TC_r são as contribuições do radônio nas demais janelas associadas ao detector *downward*. Se os componentes dos *backgrounds* da aeronave e cósmico são perfeitamente removidos, as constantes “b’s” (b_u , b_k , b_t e b_{tc}) devem ser zeradas (IAEA, 1991).

No cálculo dos coeficientes a_{tc} , a_k , a_u e a_t (Tabela 9) 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 9 – Constantes de Calibração do Radônio.

Canal	Coeficiente	PT-EPY	PP-AGP	PR-MCY	PR-PEC
Contagem Total	a_{tc}	14,9076	15,562	15,938	16,2282
Potássio	a_k	0,8280	0,8999	0,8305	0,8925
Urânio <i>up</i>	a_u	0,1721	0,1841	0,1745	0,1930
Tório	a_t	0,0765	0,1386	0,1311	0,0001

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:

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

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

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

Os valores obtidos no levantamento em pauta estão demonstrados na Tabela 10 abaixo.

Tabela 10 – Coeficientes de *Skyshine*.

Coeficiente	PT-EPY	PP-AGP	PR-MCY	PR-PEC
a₁	0,05279	0,04250	0,04250	0,0643
a₂	0,02968	0,02553	0,02553	0,0246

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 8 – 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 11, obtidos durante os testes realizados em Maricá-RJ. Os gráficos apresentando a correlação logarítmica entre as contagens e a altura de voo encontram-se no Anexo I-f.

Tabela 11 – Coeficiente de Atenuação Atmosférica.

Canal Radiométrico	μ em m^{-1}				
	PT-EPY (15/05/2014)	PP-AGP (27/06/2015)	PR-MCY (10/01/2015)	PR-PEC (16/04/2015)	PR-PEC (24/12/2015)
Contagem Total	-0,0069	-0,0069	-0,0072	-0,0073	-0,0073
Potássio	-0,0075	-0,0075	-0,0078	-0,0089	-0,0089
Urânio	-0,0061	-0,0061	-0,0067	-0,0080	-0,0080
Tório	-0,0071	-0,0069	-0,0071	-0,0071	-0,0071

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 12 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 voo de 100 m sobre o terreno.

Tabela 12 – Coeficientes de Sensibilidade.

Sensibilidade			
Canal Radiométrico	PT-EPY (15/05/2014)	PP-AGP (27/06/2015)	
Contagem Total	205,7 cps/μR/h CT	198,70 cps/μR/h CT	
Potássio	57,62 cps / %K	51,38 cps / %K	
Urânio	15,18 cps / ppm eU	13,81 cps / ppm eU	
Tório	4,23 cps /ppm eTh	4,41 cps /ppm eTh	
Sensibilidade			
Canal Radiométrico	PR-MCY (16/01/2015)	PR-PEC (16/04/2015)	PR-PEC (24/12/2015)
Contagem Total	302,0 cps/μR/h CT	231,8 cps/μR/h CT	231,8 cps/μR/h CT
Potássio	78,55 cps / %K	68,43 cps / %K	68,43 cps / %K
Urânio	18,55 cps / ppm eU	12,40 cps / ppm eU	12,40 cps / ppm eU
Tório	6,54 cps /ppm eTh	4,52 cps /ppm eTh	4,52 cps /ppm eTh

Para calcular a taxa de exposição (*Exposure Rate*) do canal de contagem total (em $\mu\text{R/h}$) 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 das concentrações determinados para o canal de contagem total foi 12,14 $\mu\text{R/h}$ para a aeronave PT-EPY, 10,74 $\mu\text{R/h}$ para a aeronave PP-AGP e 11,37 $\mu\text{R/h}$ para as aeronaves PR-MCY e PR-PEC.

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 13 a seguir, resume os valores utilizados.

Tabela 13 – Valores Mínimos para Cálculo das Razões Radiométricas.

Canal Radiométrico	Valor Mínimo
K (%)	0,20
eU (ppm)	0,80
eTh (ppm)	4,00

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 voo.

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 voo,
- Posicionamento GPS: Coordenadas UTM, Latitude, Longitude e elevação GPS.

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

3.4. Equipe Envolvida no Processamento dos Dados

Participou dos trabalhos de processamento:

Allen Duffy - Consultor

A direção geral das operações no *Projeto Aerogeofísico Rio Madeira-Ituxi* esteve a cargo do oceanógrafo Cristiano Fontoura.

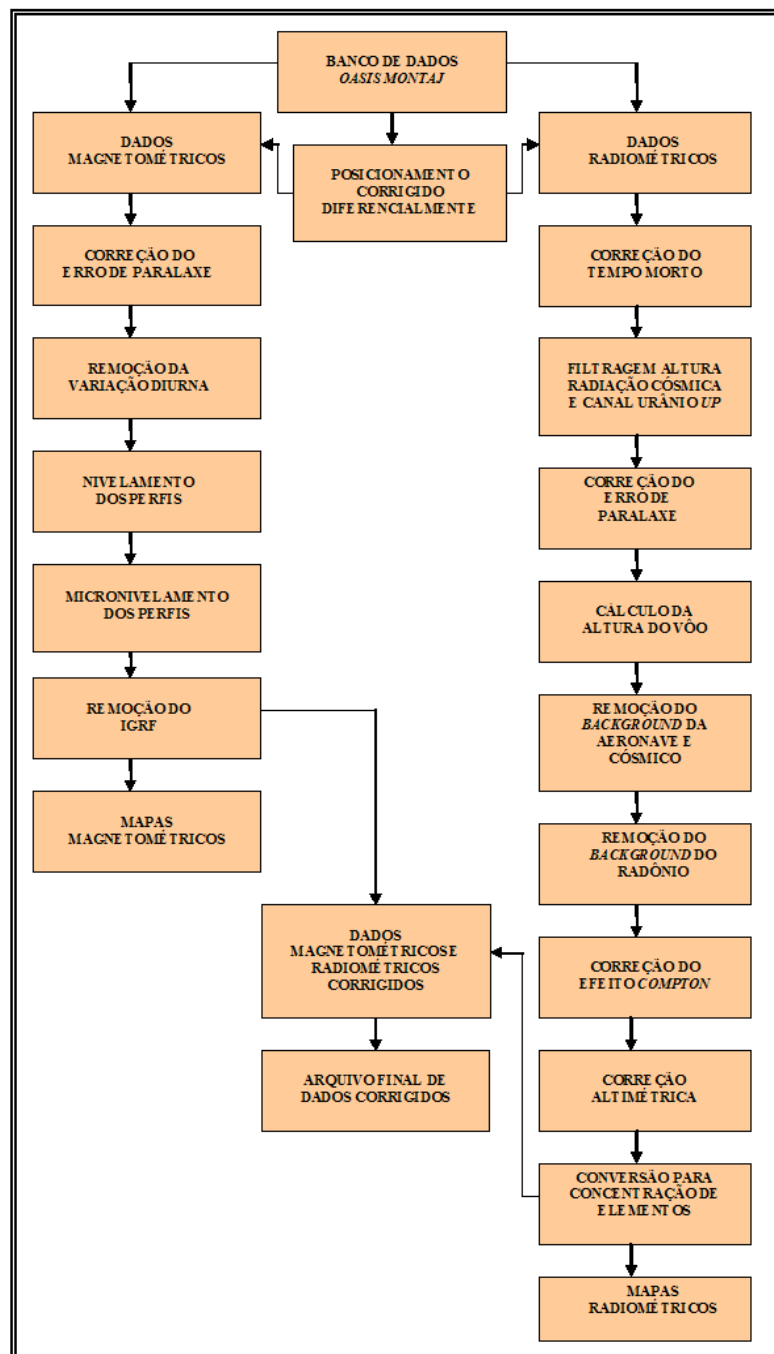


Figura 14 – Fluxograma do processamento de dados.

4. CRONOGRAMA GERAL DAS OPERAÇÕES

O levantamento do projeto foi executado no período de 17 de setembro de 2014 a 22 de dezembro de 2015. O processamento dos dados e elaboração do Relatório Final teve início após o término da fase de aquisição e foram concluídos em 30 de janeiro de 2016.

A Figura 15 fornece o quadro comparativo entre o cronograma previsto e a duração efetiva do projeto.

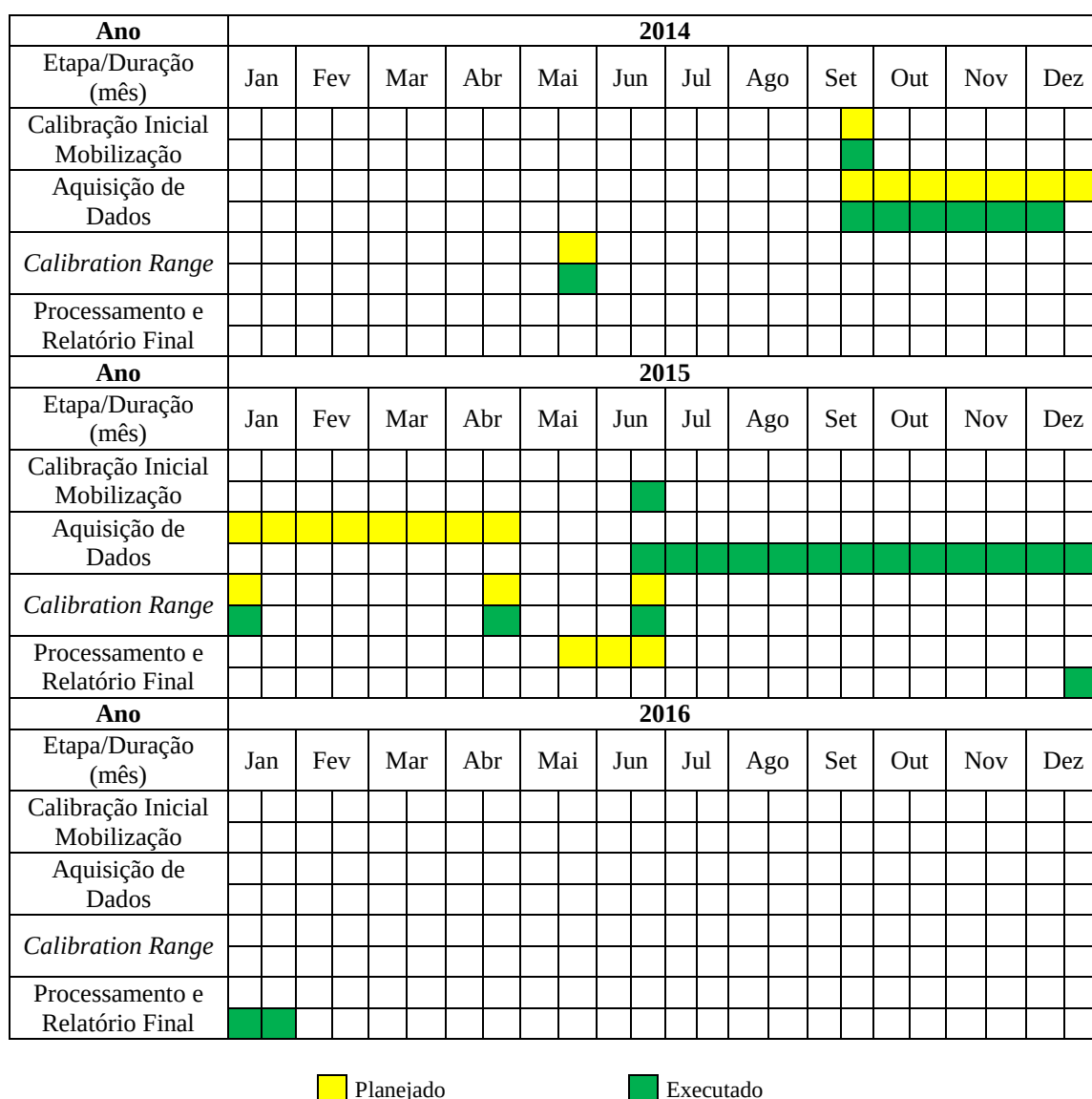


Figura 15: Cronograma Geral das Operações.

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 SC.19 e SC.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 16 e 17 ilustram a articulação das folhas relativas aos mapas apresentados nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, respectivamente.

A Tabela 14 apresenta os diversos tipos de mapas apresentados e suas características:

Tabela 14 – Características da Apresentação dos Mapas Aerogeofísicos.

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

As especificações dos intervalos de contorno utilizados constam na Tabela 15 a seguir:

Tabela 15 – Características dos intervalos de contorno dos mapas aerogeofísicos.

Tema	Padrão (1:100.000)	Padrão (1:250.000)
Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	20 e 100 nT	20 e 100 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	0.5 e 2.5 µR/h	0.5 e 2.5 µR/h
Radiométrico de Potássio	0,1 e 0,5 %	0,1 e 0,5 %
Radiométrico de Urânio	0.5 e 1 ppm	0.5 e 1 ppm
Radiométrico de Tório	1 e 5 ppm	1 e 5 ppm
Razão Radiométrica eU/eTh	-	-
Razão Radiométrica eU/K	-	-
Razão Radiométrico eTh/K	-	-

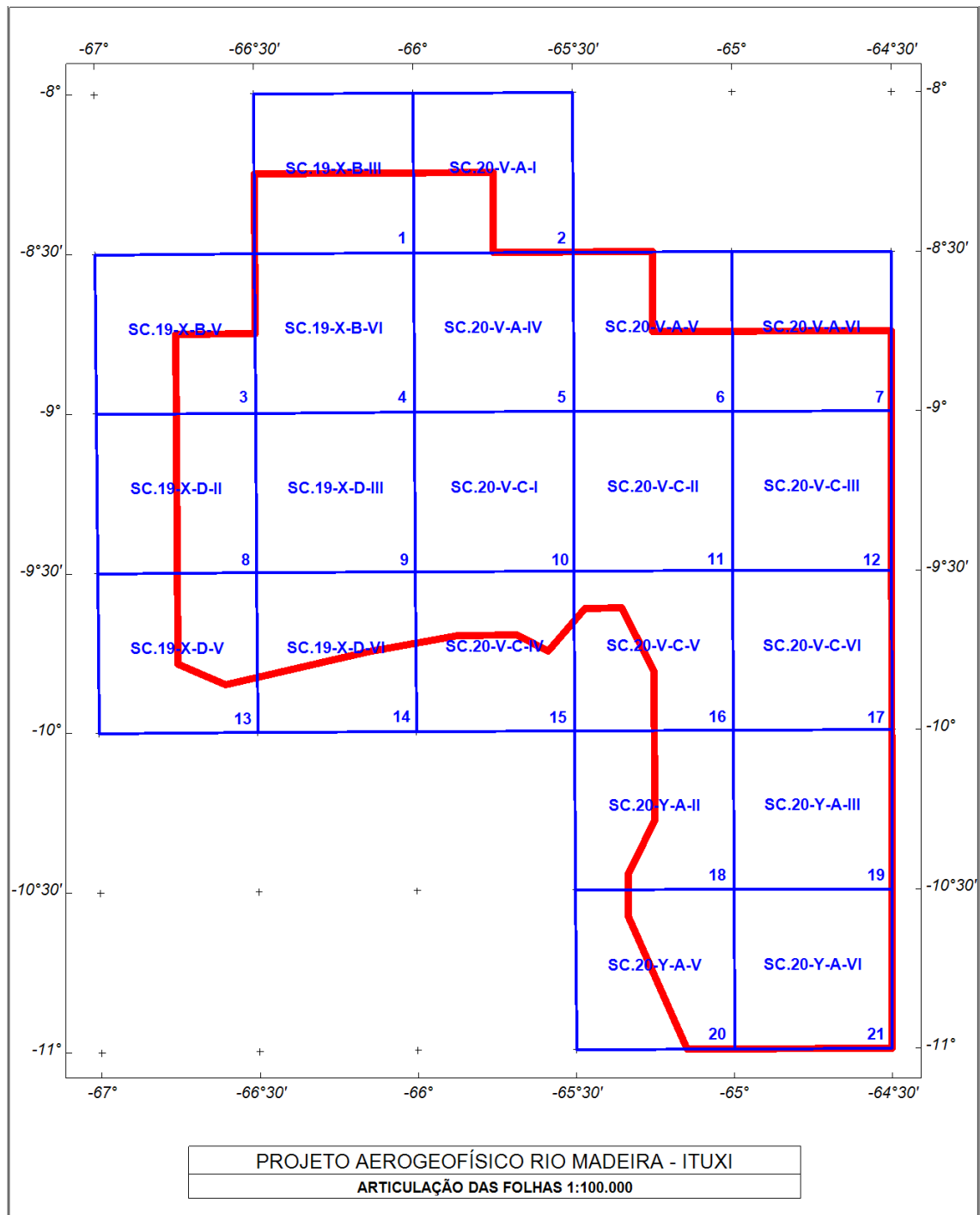


Figura 16 – Articulação das folhas na escala 1:100.000.

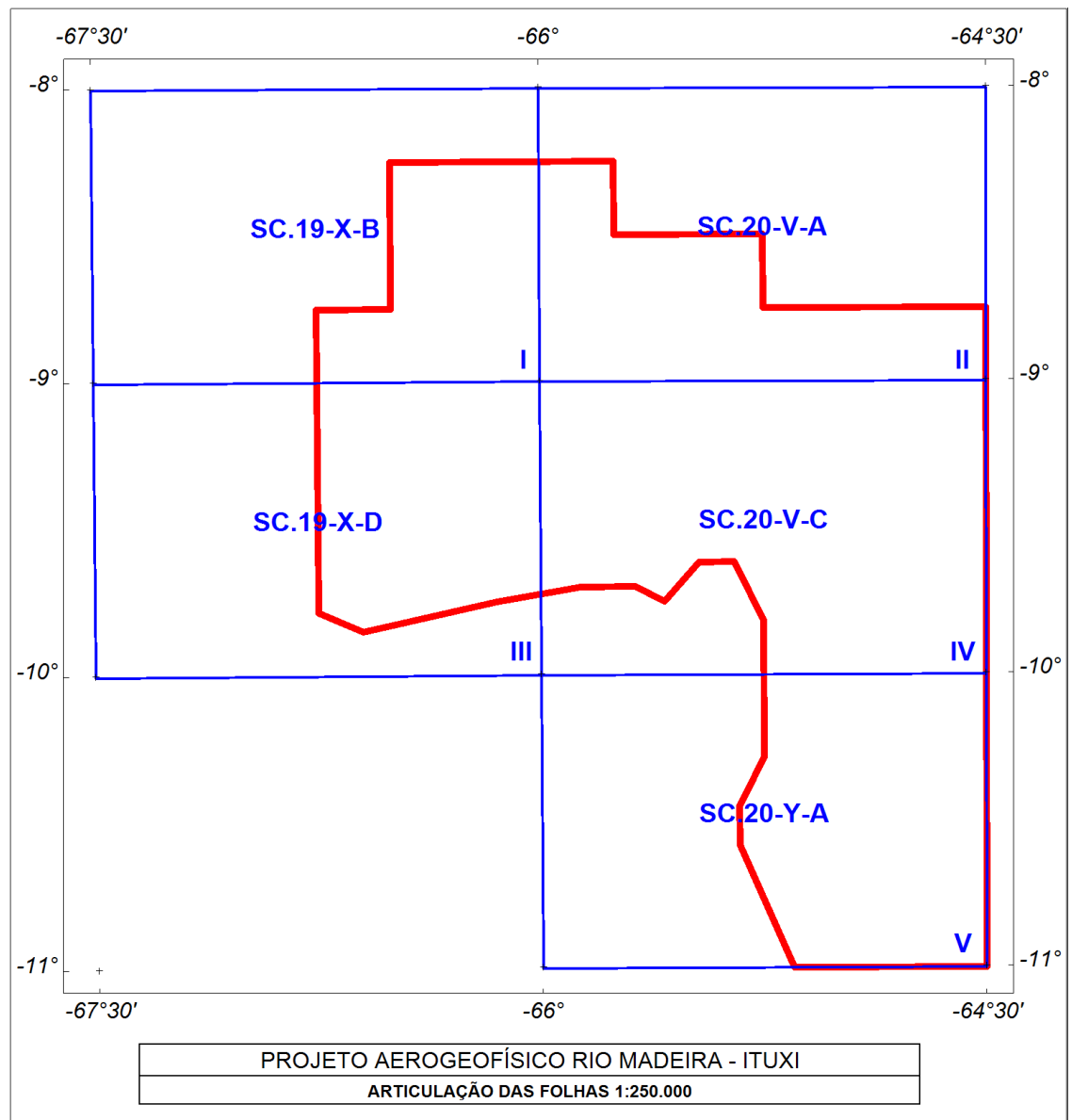


Figura 17 – Articulação das folhas na escala 1:250.000.

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 18 e 19 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 20.

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 21.

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 22.

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 23, 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 Voo

Estes mapas apresentam o caminho percorrido ao longo das linhas levantadas. A numeração das linhas é apresentada nas extremidades de cada linha e *ticks* a cada 10 fiduciais, sendo numeradas a cada 100 fiduciais. Os mapas de traço de linhas de voo são apresentados somente em escala 1:100.000 na forma digital, não sendo portanto apresentados impressos, não obstante os arquivos de plotagem 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 engenheiro cartógrafo e mestre em geofísica Álvaro Augusto Pereira. A revisão e edição final estiveram a cargo da Geofísica Adriana Menezes Bello 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 16, 17, 18 e 19.

Os dados digitais dos bancos de dados magnetométricos e gamaespectrométricos da GEOSOFT (GDB) são apresentados, respectivamente, nas Tabelas 16 e 17.

Os Arquivos de malha (*Grids*), os bancos de dados, bem como os arquivos XYZ e cruzamentos estão apresentados com as coordenadas métricas referenciada as zonas UTM 19S e 20S (Meridiano Central 69° WGr e 63° WGr). Maiores informações estão expostas no arquivo *Leiam.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*), GEOSOFT MAP e GeoTIFF. 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 voo apresentadas na Tabela 6 já citada. 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 16 – Banco de dados *Geosoft* (GDB) – Magnetometria.

Campo	Descrição	Unidade
X	Coordenada UTM Leste	m
Y	Coordenada UTM Norte	m
FIDUCIAL	Fiducial	-
GPSALT	Altitude GPS	m
BARO	Altitude Barométrica	m
ALTURA	Altura de Voo (Radar 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 17 – 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 UP	cps
LIVE_TIME	Tempo de Amostragem	ms
COSMICO	Radiação Cósmica	cps
TEMP	Temperatura	graus Celsius
CTCOR	Contagem Total Corrigido	cps
KCOR	Potássio Corrigido	cps
UCOR	Urânio Corrigido	cps
THCOR	Tório Corrigido	cps
CTEXP	Taxa de Exposição da Contagem Total	µR/h
KPERC	Potássio em Porcentagem	%
eU	Urânio em ppm	ppm
eTh	Tório em ppm	ppm
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 18 – 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 19 – Arquivo de Cruzamento XYZ – Magnetometria.

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

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.

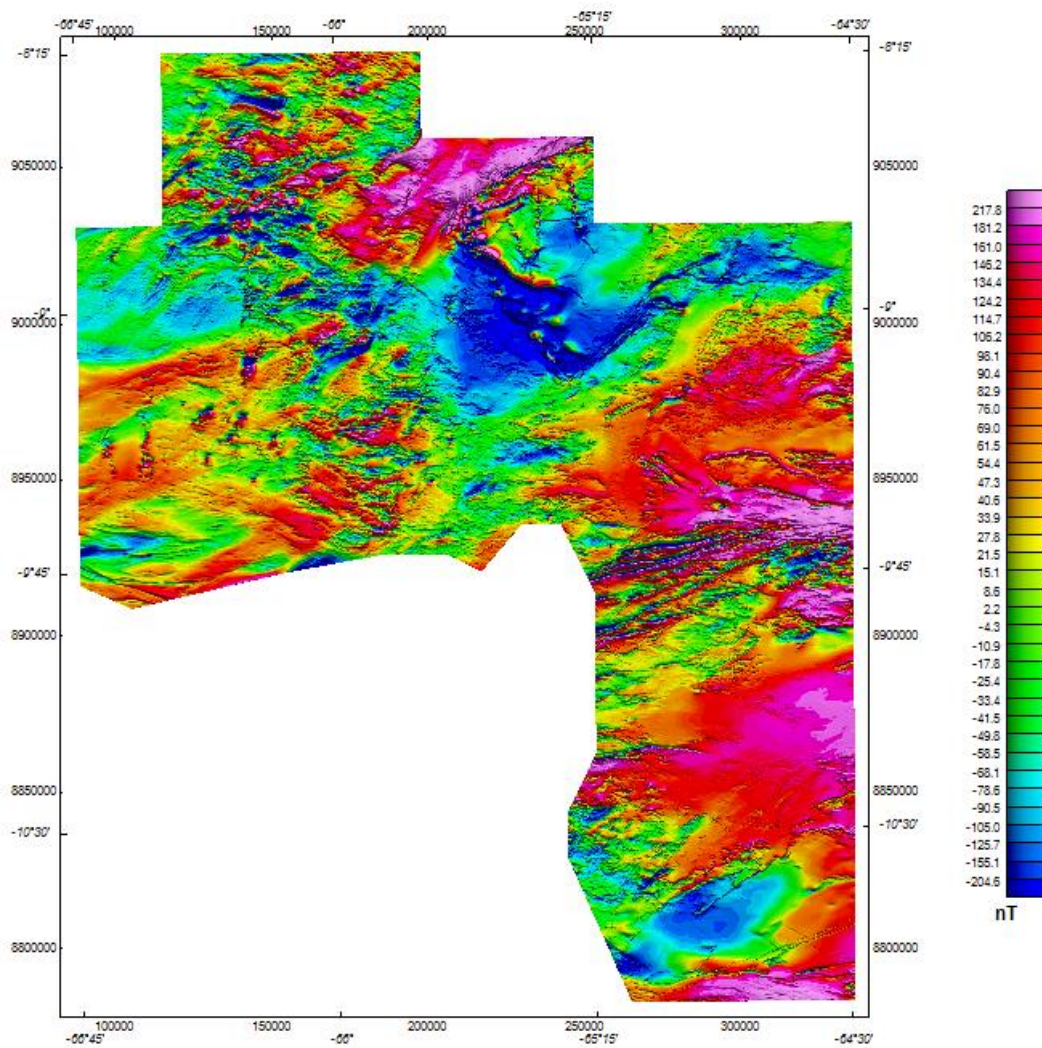


Figura 18 – Mapa pseudo-iluminado do campo magnético total (reduzido do IGRF).
(Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

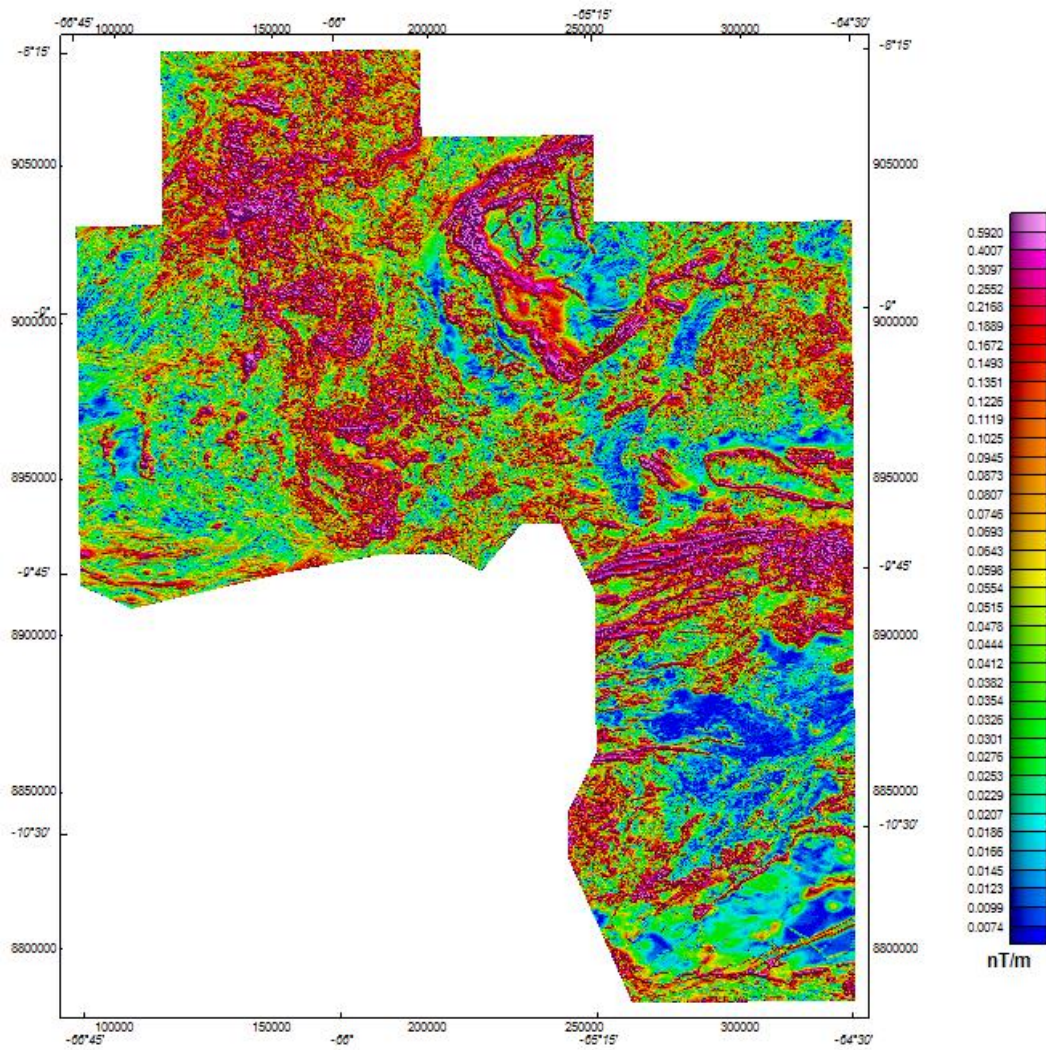


Figura 19 – Mapa do sinal analítico do campo magnético total (reduzido do IGRF).
(Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

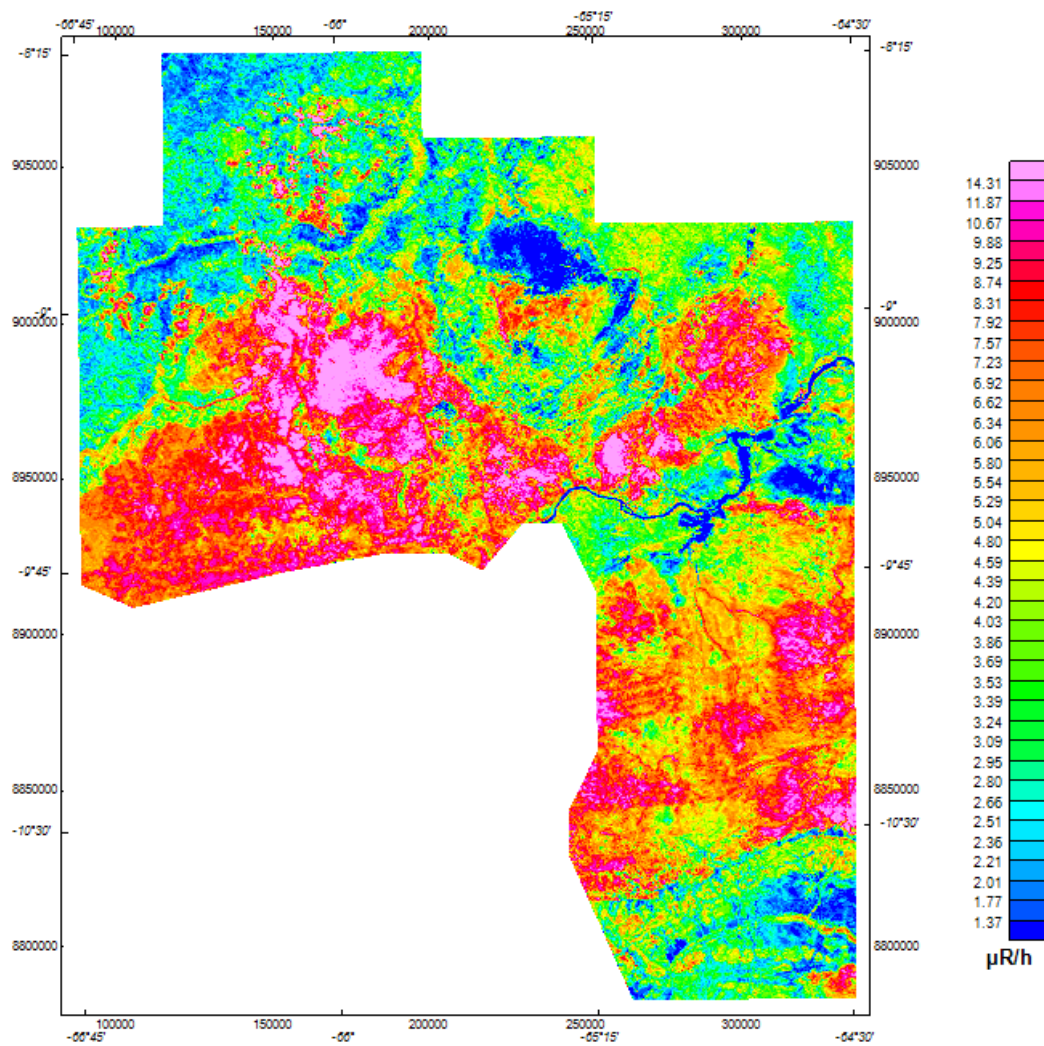


Figura 20 – Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do canal de Contagem Total.

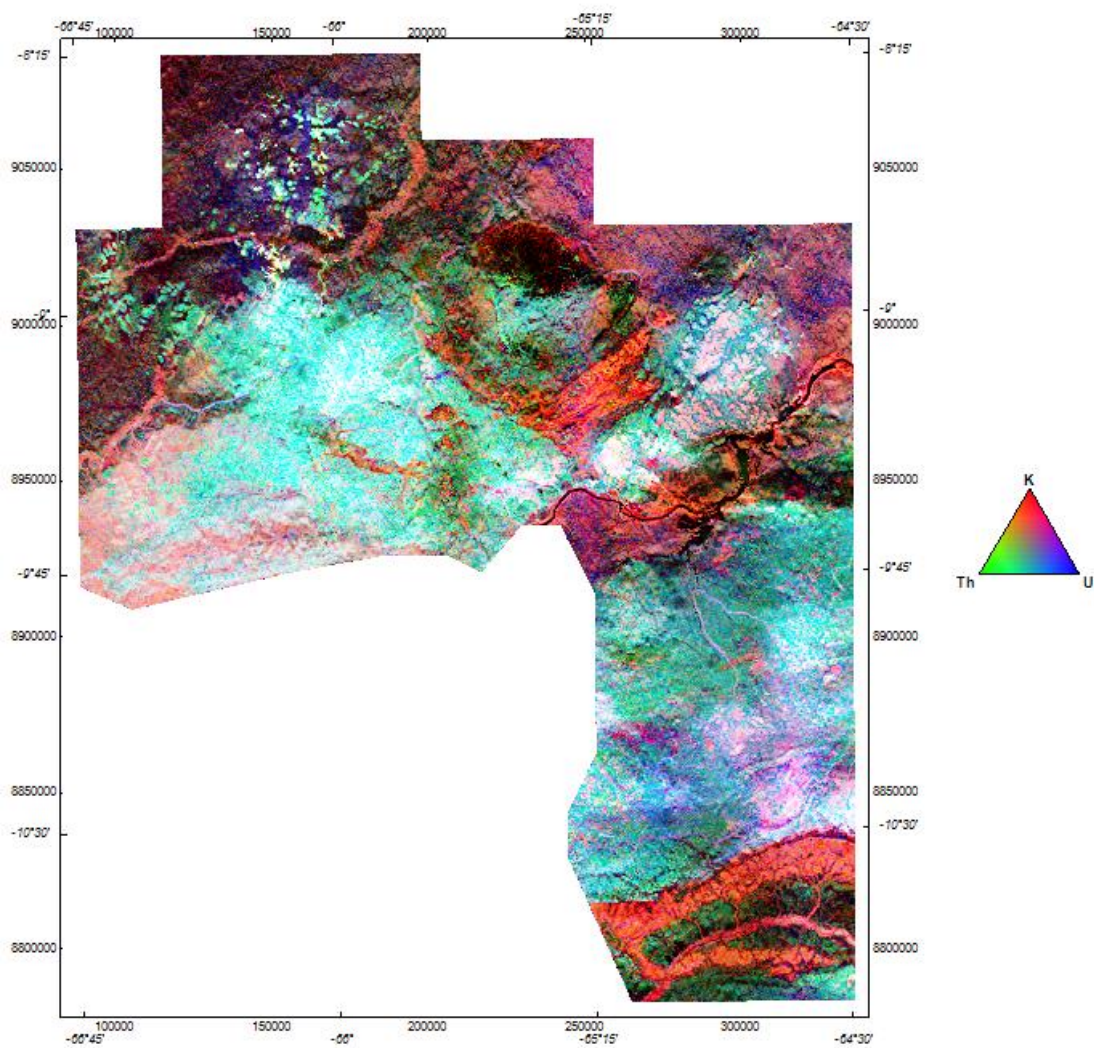


Figura 21 – Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th).

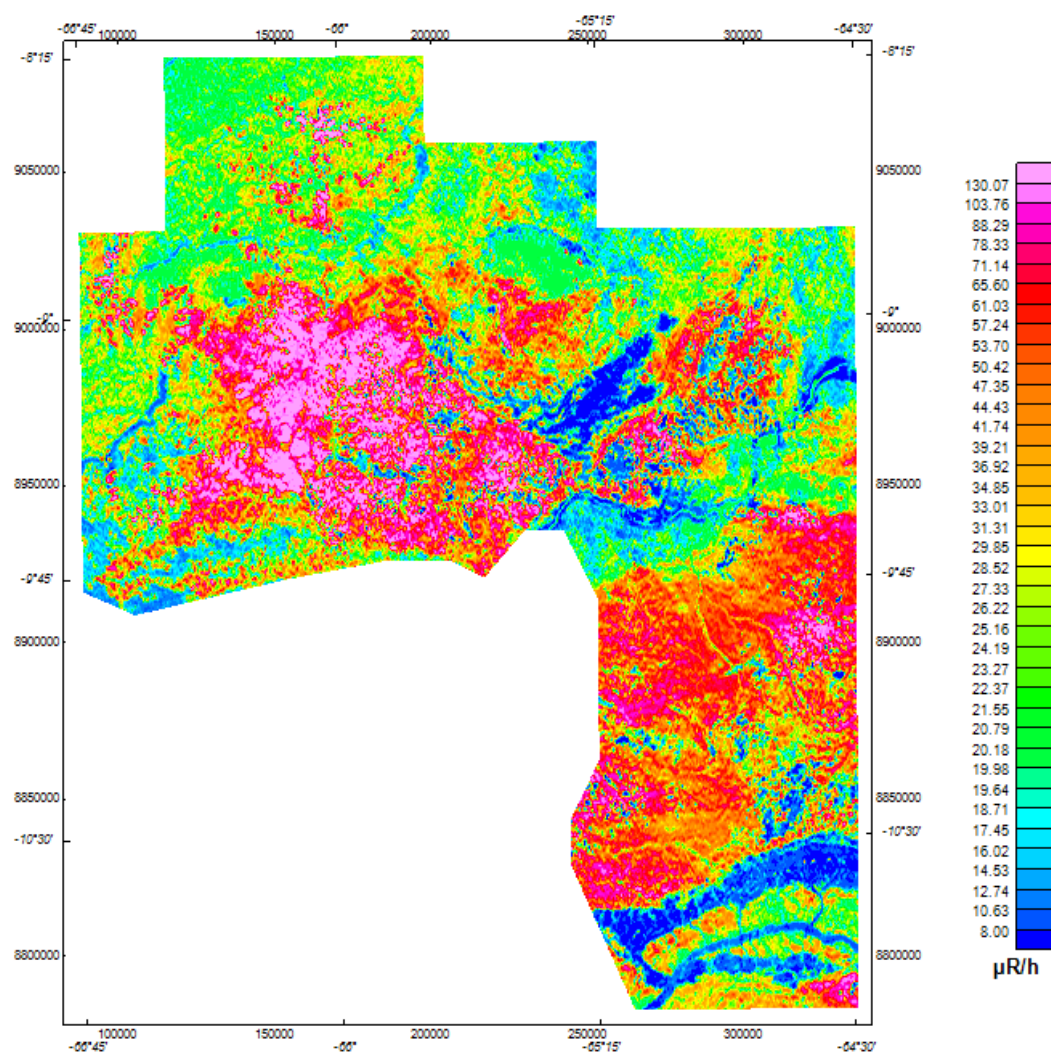


Figura 22 – Mapa Radiométrico da razão Tório / Potássio.

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 pelo técnico:

Iago Souza

Geofísico

DIGEOF-ERJ

A revisão e compatibilização geral dos resultados obtidos apresentados no Relatório Final foram executadas pelo geólogo Alexandre Lisboa Lago e pelo geofísico Iago Sousa, com supervisão da gerente do contrato, a 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 AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

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

AERONAVE

PT-EPY

UBATUBA-SP
25 DE MAIO DE 2014

Aeronave: PT-EPY

Data: 25/05/2014

Local: Ubatuba, SP

Gamaespectrômetro: PICO ENVIROTEC

Caixa #1: Modelo GRS410, S/N 308-01 (1024)

Caixa #2: Modelo GRS410, S/N 308-03 (1024)

Caixa #3: Modelo GRS1024, Sem Número (512)

Resolução do Sistema

Nome	Canal Inicial	Canal Final	Pico Estabilizado
Contagem Total	69	477	-
Potássio	234	268	249
Urânio	282	316	300
Tório	409	477	444
Urânio Up	282	316	300

Fonte: Tório

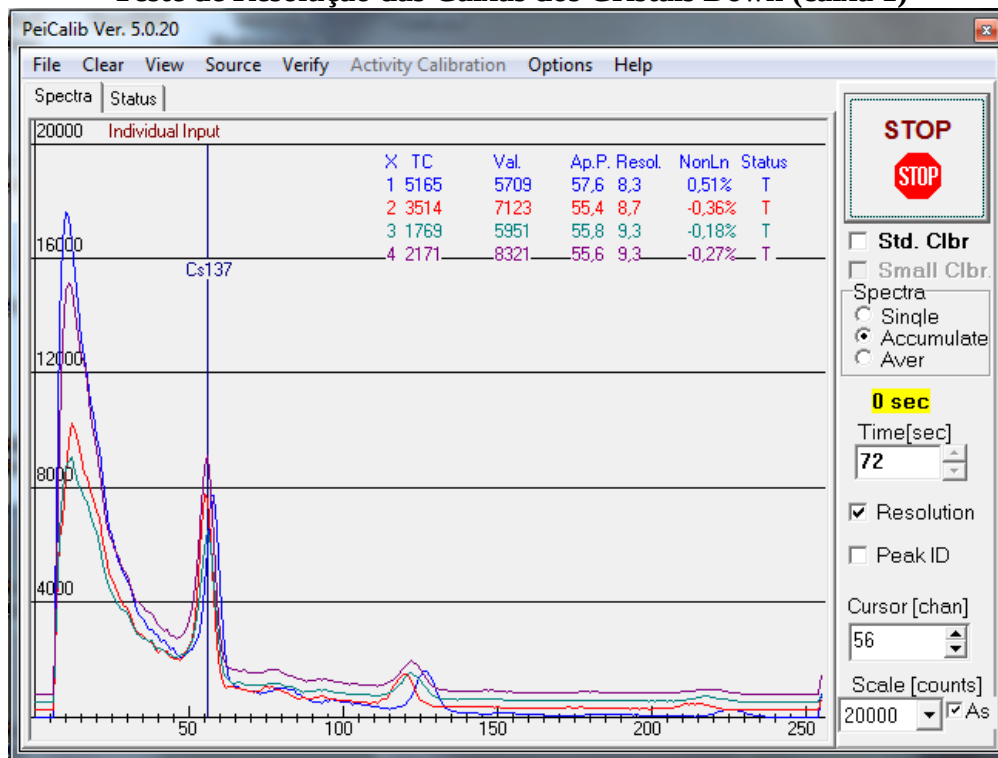
Referência: < 7 % Caixas 1 e 2 e cristais 3 e 4 da caixa 3 (Cristais down)

Referência: <12 % Cristais 1 e 2 da caixa 3 (Cristais Up)

Resolução dos Cristais Detectores do pico de Césio (137Cs – 662 KeV)

Caixa 1		Caixa 2		Caixa 3	
Cristal	Resolução	Cristal	Resolução	Cristal	Resolução
1	8,3 %	6	7,4 %	11	10,5 %
2	8,7 %	7	8,0 %	12	8,6 %
3	9,3 %	8	11,0 %	-	-
4	9,3 %	9	10,1 %	-	-
5 - up	12,0 %	10 - up	11,6%	-	-
Resolução da Caixa	8,9 %	Resolução da Caixa	9,1 %	Resolução da Caixa	9,5%
Resolução do Conjunto			9,1%		

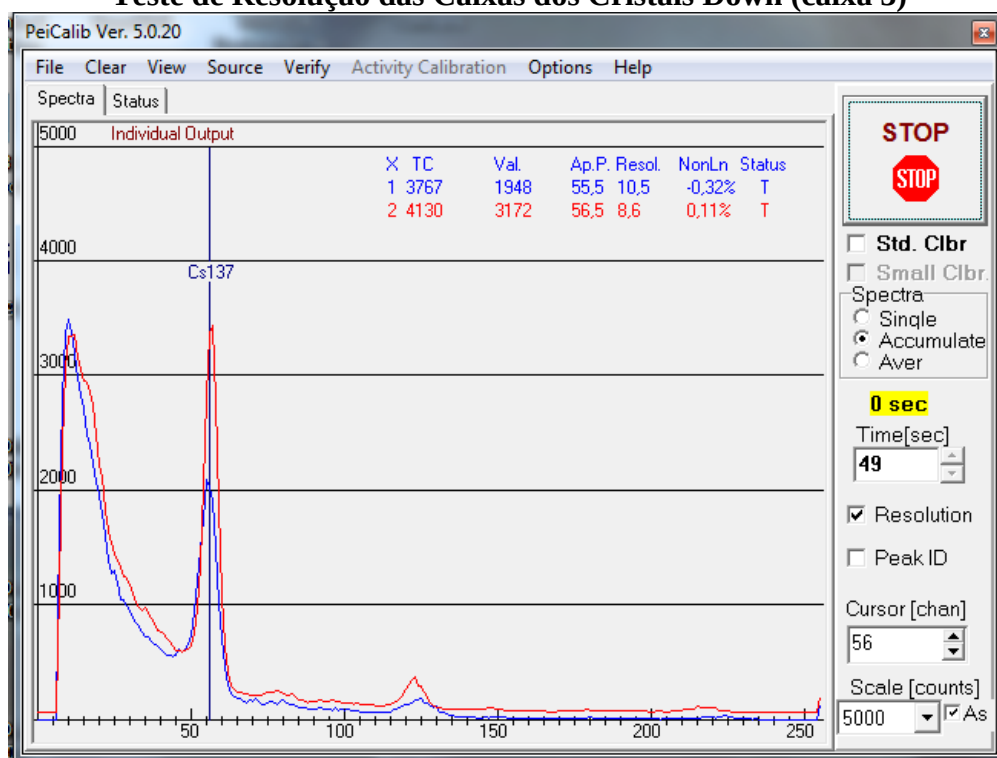
Teste de Resolução das Caixas dos Cristais Down (caixa 1)



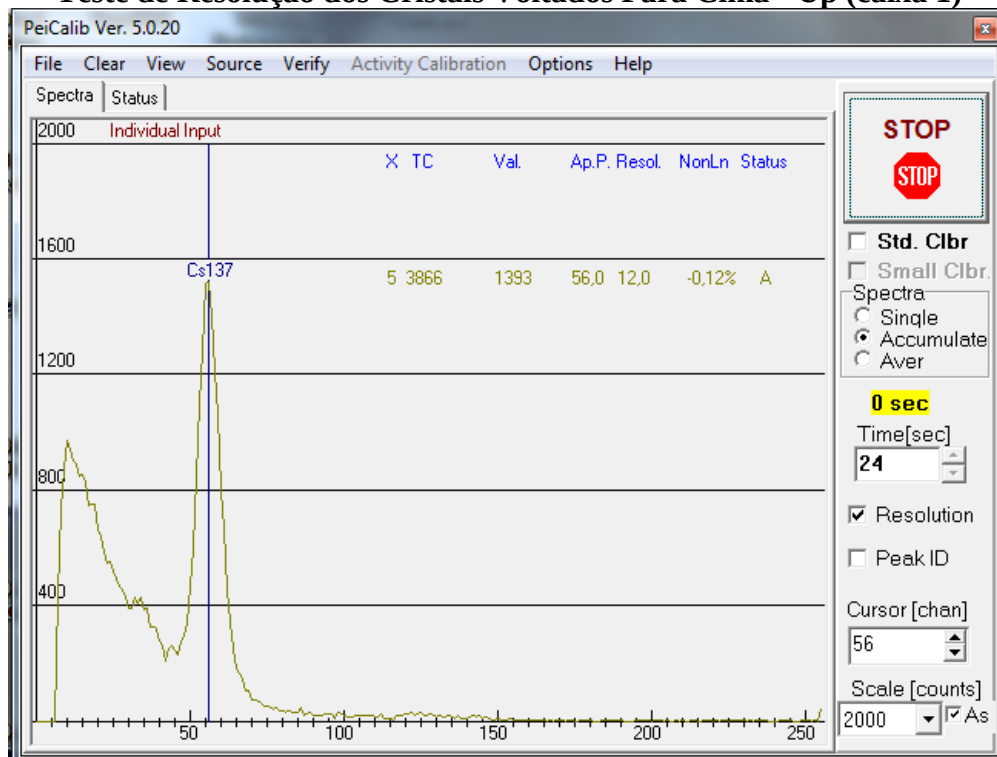
Teste de Resolução das Caixas dos Cristais Down (caixa 2)



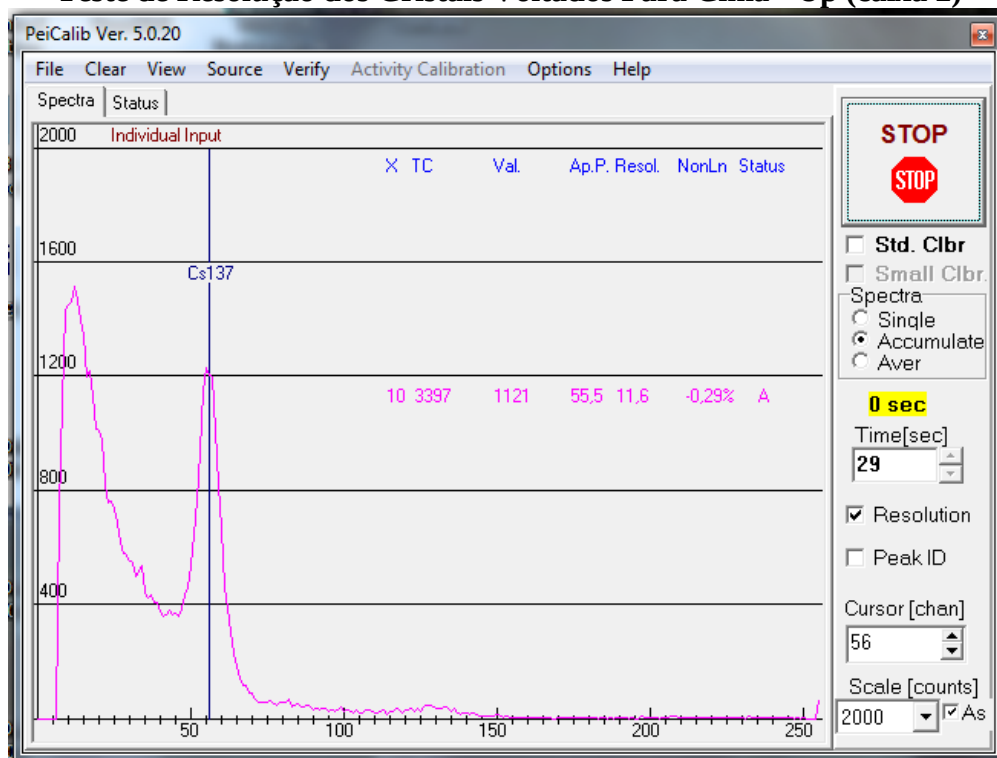
Teste de Resolução das Caixas dos Cristais Down (caixa 3)



Teste de Resolução dos Cristais Voltados Para Cima - Up (caixa 1)



Teste de Resolução dos Cristais Voltados Para Cima - Up (caixa 2)



PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

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

AERONAVE

PP-AGP

UBATUBA-SP
25 DE JUNHO DE 2015

Aeronave: PP-AGP

Data: 25/06/2015

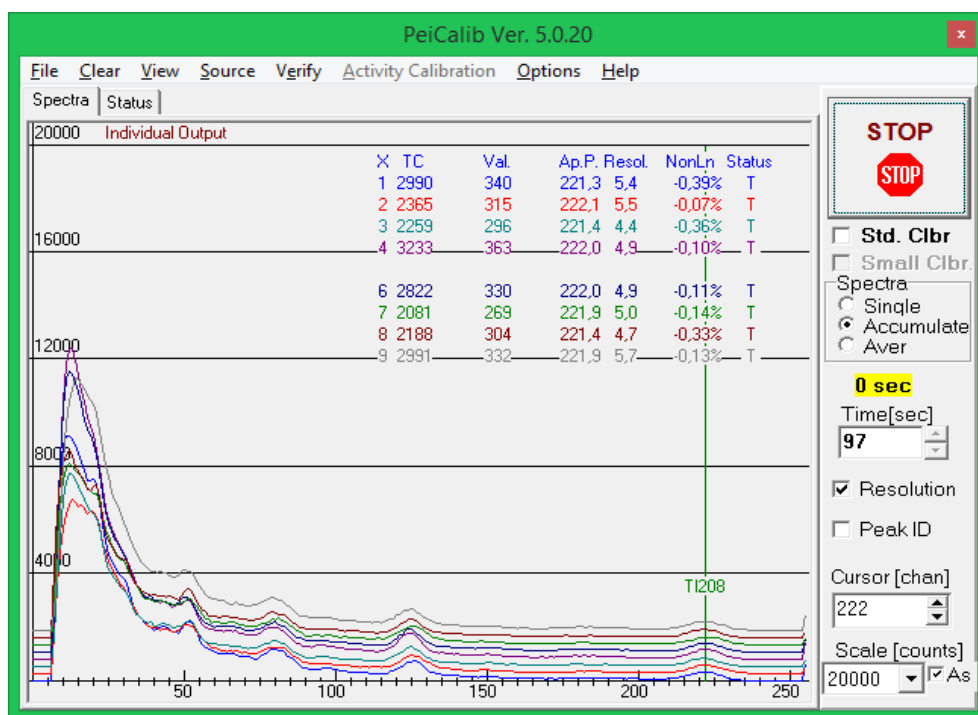
Local: UBATUBA, SP

Resolução do Sistema

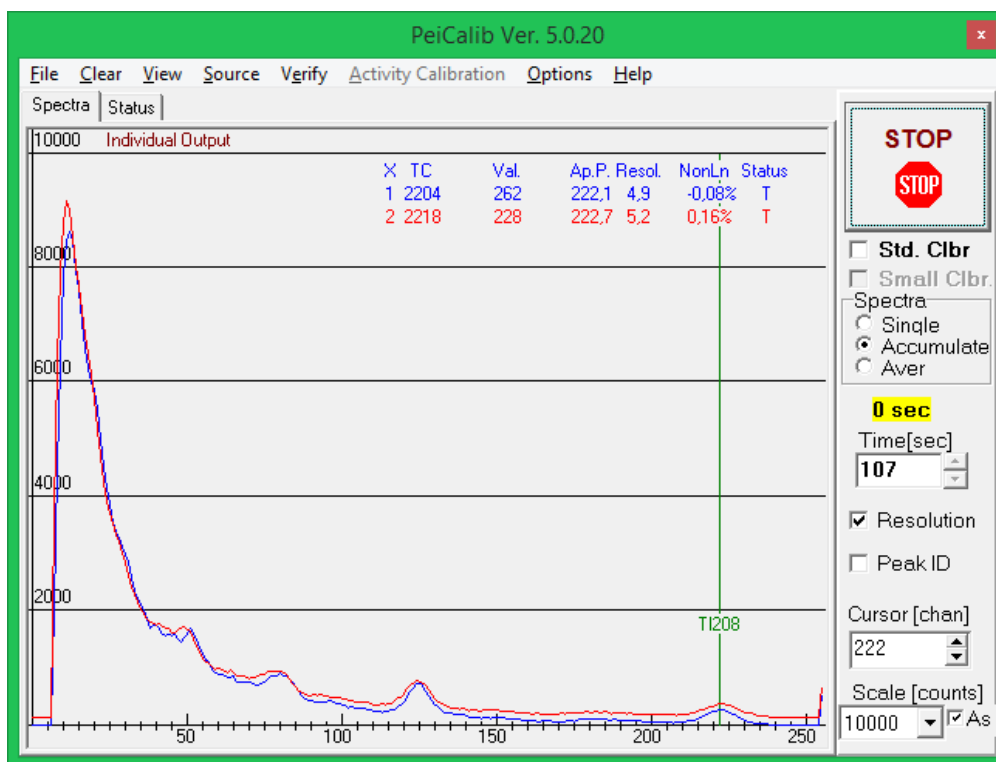
Nome	Canal Inicial	Canal Final	Pico Estabilizado
Contagem Total	71	478	-
Potássio	235	269	250
Urânio	284	318	302
Tório	410	478	445
Urânio Up	284	318	302

Resolução dos Cristais Detectores

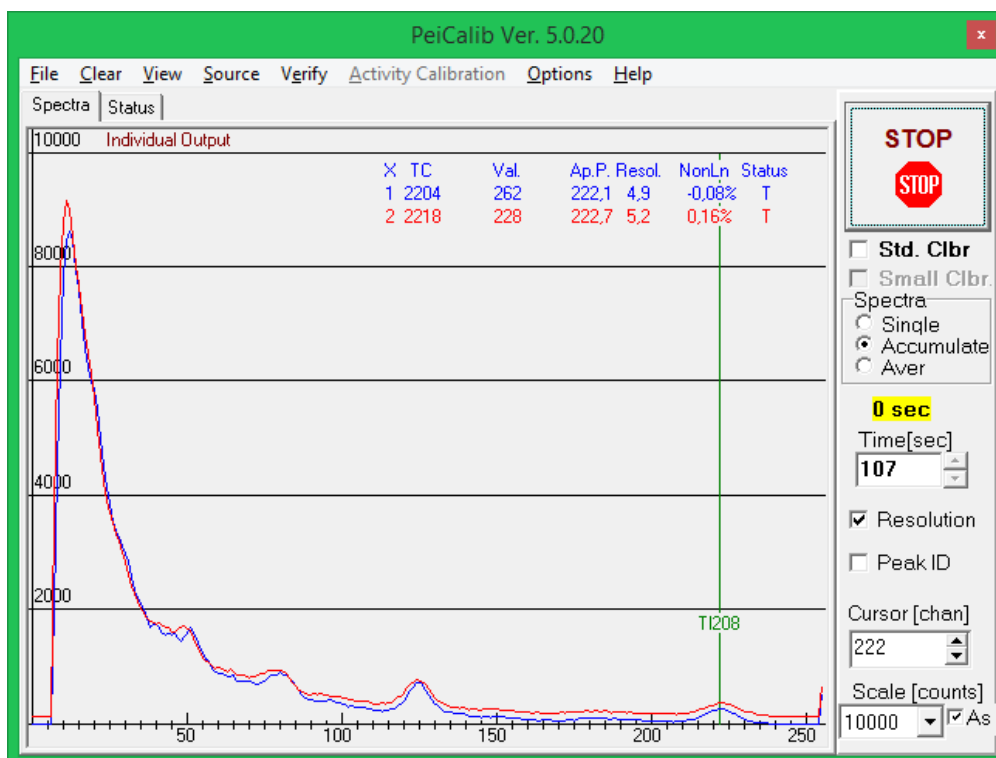
Caixa 1		Caixa 2		Caixa 3	
Cristal	Resolução	Cristal	Resolução	Cristal	Resolução
1	5,4 %	6	4,9 %	11	4,9 %
2	5,5 %	7	5,0 %	12	5,2 %
3	4,4 %	8	4,7 %	-	-
4	4,9 %	9	5,7 %	-	-
5 - up	8,5 %	10 - up	10,0%	-	-
Resolução da Caixa	5,0 %	Resolução da Caixa	5,1 %	Resolução da Caixa	5,1%
Resolução do Conjunto			5,1%		



Teste de Resolução das Caixas dos Cristais Down (caixas 1 e 2)



Teste de Resolução das Caixas dos Cristais Down (caixa 3)



Teste de Resolução dos Cristais Voltados Para Cima - Up (caixas 1 e 2)

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

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

AERONAVE

PR-MCY

UBATUBA-SP
10 DE JANEIRO DE 2015

Aeronave: PR-MCY

Data: 10/01/2015

Local: Ubatuba, SP

Gamaespectrômetro: Exploranium GR820

Resolução do Sistema

Nome	Canal Inicial	Canal Final	Pico Estabilizado
Contagem Total	34	233	-
Potássio	115	131	122
Urânio	139	155	147
Tório	202	233	218
Urânio Up	139	155	302

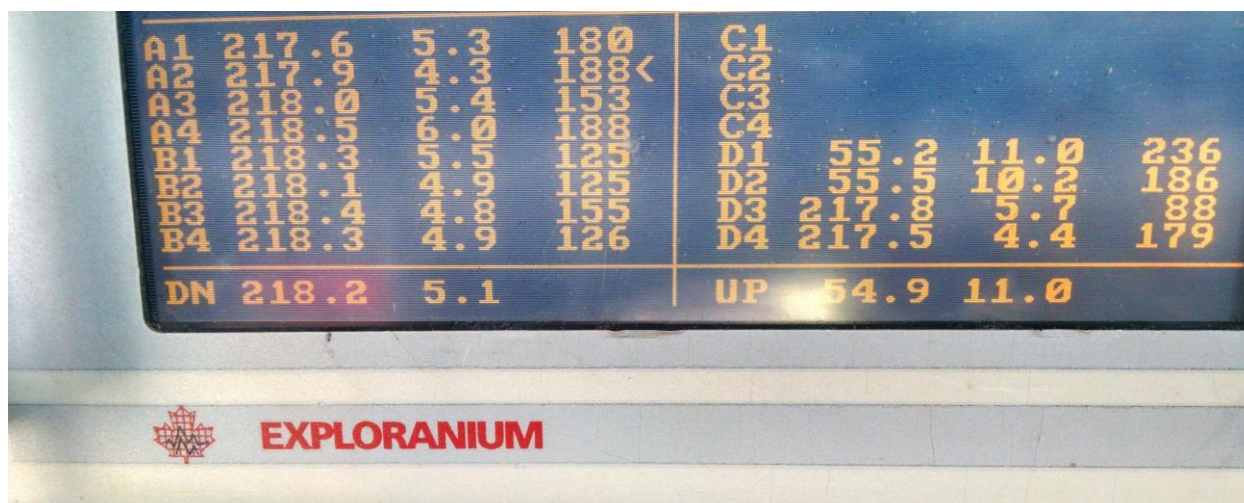
Fonte: Tório

Referência: < 7 % Caixas 1 e 2 e cristais 3 e 4 da caixa 3 (Cristais down)

Referência: <12 % Cristais 1 e 2 da caixa 3 (Cristais Up)

Resolução dos Cristais Detectores

Caixa 1		Caixa 2		Caixa 3	
Cristal	Resolução	Cristal	Resolução	Cristal	Resolução
A1	5,3 %	B1	5,5 %	D3	5,7 %
A2	4,3 %	B2	4,9 %	D4	4,4 %
A3	5,4 %	B3	4,8 %	-	-
A4	6,0 %	B4	4,9 %	-	-
D1 – up (Cs)	11,0 %	D2 – up (Cs)	10,2%	-	-
Resolução do Caixa	5,2 %	Resolução do Caixa	5,0 %	Resolução do Caixa	5,0%
Resolução do Conjunto			5,1%		



Fotografia da tela do sistema estabilizado

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

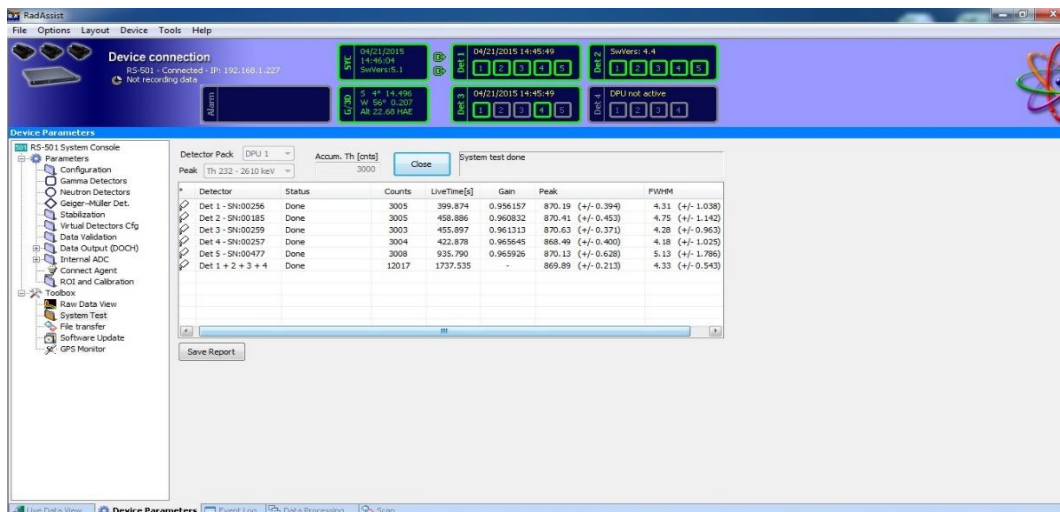
CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

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

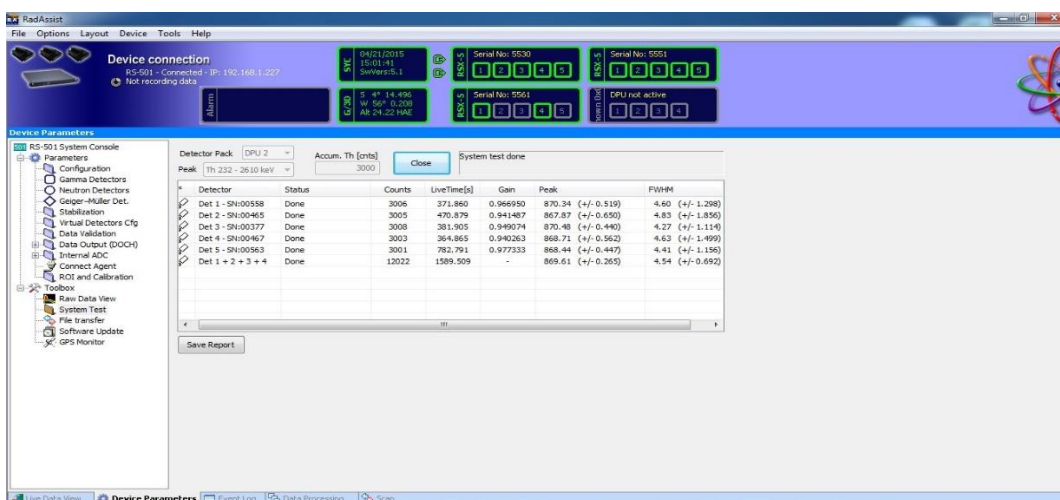
AERONAVE PIPER NAVAJO CHIEFTAIN PA31-350

PR-PEC

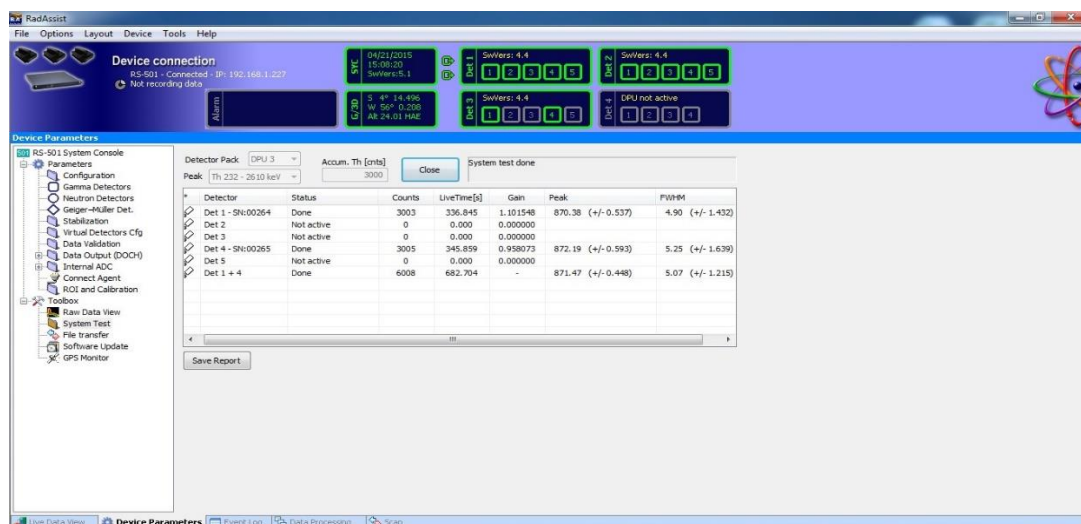
UBATUBA - SP
13 DE ABRIL DE 2015



Arquivo (formato *.jpg) gravado no dia 13/04/2015 no aeroporto municipal de Ubatuba-SP mostrando a resolução dos cristais do sistema Radiation Solutions RS-500 da aeronave PR-PEC (Caixa A) – a figura utilizada nesse relatório é do teste feito em Abril já que o sistema não sofreu grandes alterações.



Arquivo (formato *.jpg) gravado no dia 13/04/2015 no aeroporto municipal de Ubatuba-SP mostrando a resolução dos cristais do sistema Radiation Solutions RS-500 da aeronave PR-PEC (Caixa B) – a figura utilizada nesse relatório é do teste feito em Abril já que o sistema não sofreu grandes alterações.



Arquivo (formato *.jpg) gravado no dia 13/04/2015 no aeroporto municipal de Ubatuba-SP RJ mostrando a resolução dos cristais do sistema Radiation Solutions RS-500 da aeronave PR-PEC (Caixa C) – a figura utilizada nesse relatório é do teste feito em Abril já que o sistema não sofreu grandes alterações.

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

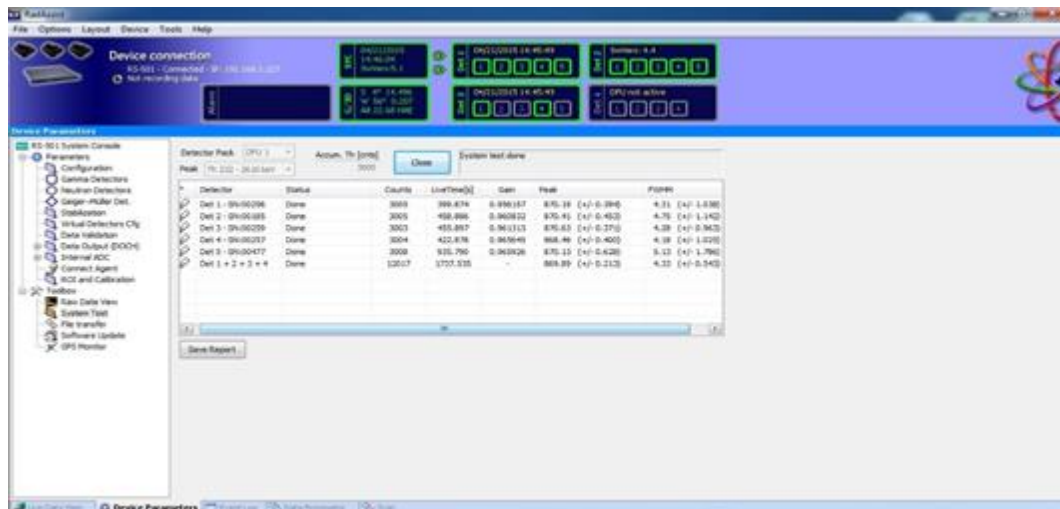
CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

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

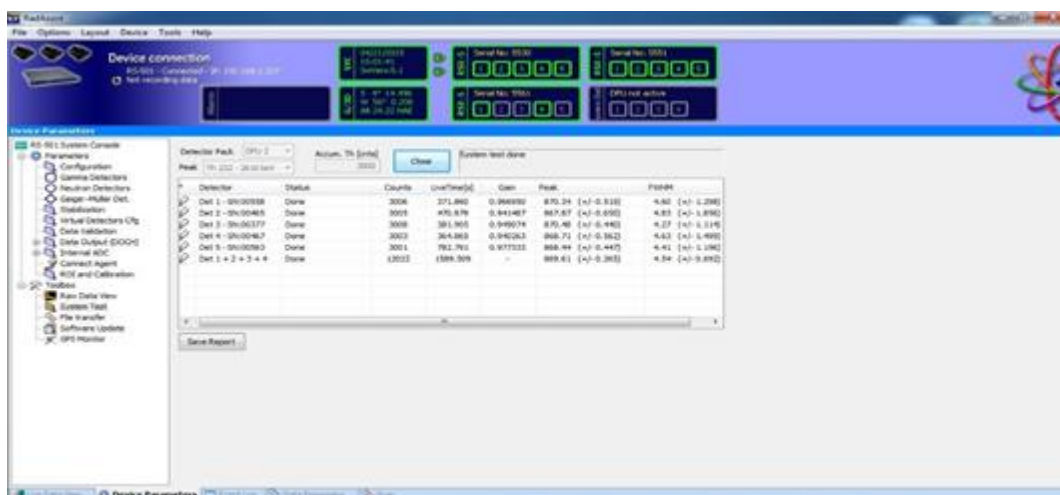
AERONAVE PIPER NAVAJO CHIEFTAIN PA31-350

PR-PEC

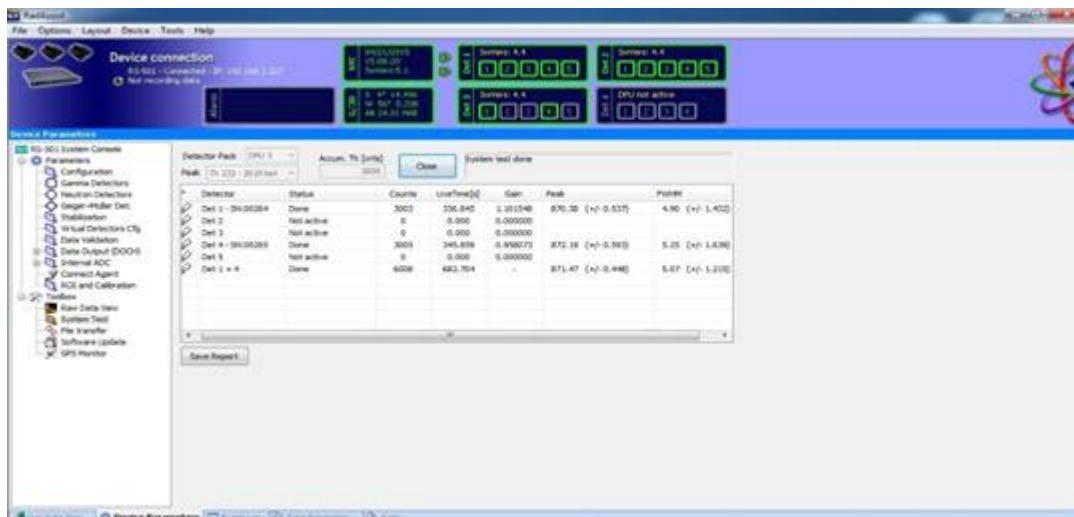
RIO DE JANEIRO - RJ
24 DE DEZEMBRO DE 2015



Arquivo (formato *.jpg) gravado no dia 13/04/2015 no aeroporto municipal de Ubatuba-SP mostrando a resolução dos cristais do sistema Radiation Solutions RS-500 da aeronave PR-PEC (Caixa A) – a figura utilizada nesse relatório é do teste feito em Abril já que o sistema não sofreu grandes alterações.



Arquivo (formato *.jpg) gravado no dia 13/04/2015 no aeroporto municipal de Ubatuba-SP mostrando a resolução dos cristais do sistema Radiation Solutions RS-500 da aeronave PR-PEC (Caixa B) – a figura utilizada nesse relatório é do teste feito em Abril já que o sistema não sofreu grandes alterações.



Arquivo (formato *.jpg) gravado no dia 13/04/2015 no aeroporto municipal de Ubatuba-SP RJ mostrando a resolução dos cristais do sistema Radiation Solutions RS-500 da aeronave PR-PEC (Caixa C) – a figura utilizada nesse relatório é do teste feito em Abril já que o sistema não sofreu grandes alterações.

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

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

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

AERONAVE
PT-EPY

UBATUBA-SP
19 DE MAIO DE 2014

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

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento <u>Aeronave PT-EPY</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	230,460	50,513	81,248
K1	Potássio	600	323,602	46,917	75,100
U1	Urânio	600	298,006	133,214	100,946
TH1	Tório	600	281,734	89,195	193,044
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	272,319	59,876	96,776
K2	Potássio	600	382,114	56,082	89,999
U2	Urânio	600	354,405	161,004	120,525
TH2	Tório	600	335,942	105,814	234,700
Pacote de cristais C (512 pol³)			Elementos (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG3	<i>Background</i>	600	139,006	38,763	60,146
K3	Potássio	600	193,618	37,250	56,466
U3	Urânio	600	182,246	88,753	72,311
TH3	Tório	600	171,099	64,303	127,843

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento
Aeronave PT-EPY

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

Pacote de cristais A (1.024 pol³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	138276	30308	48749
Potássio	600	194161	28150	45060
Urânio	600	178804	79928	60568
Tório	600	169040	53517	115826
Pacote de cristais B (1.024 pol³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	163391	35926	58066
Potássio	600	229268	33649	53999
Urânio	600	212643	96602	72315
Tório	600	201565	63488	140820
Pacote de cristais C (512 pol³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	83404	23258	36088
Potássio	600	116171	22350	33880
Urânio	600	109348	53252	43387
Tório	600	102659	38582	76706
Pacotes de cristais A, B e C (2.560 pol³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	385071	89491	142902
Potássio	600	539600	84149	132939
Urânio	600	500794	229783	176269
Tório	600	473265	155587	333352

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

PROGRAMA CALIPAD

Obtenção dos coeficientes de stripping para Pads de calibração

Revisão (v.484 - 2006/09/12 17:27:17)

Número de PADS: 4 Data de geração do relatório: 19/05/2014

DESCRIÇÃO DOS PADS USADOS

1 - Concentrações

Descr PAD	K (%)	U eq (ppm)	Th (ppm)
BG 1	0.700 (0.000)	2.000 (0.200)	8.800 (0.300)
K	6.400 (0.200)	0.100 (0.100)	1.400 (0.200)
U	0.900 (0.100)	60.500 (0.600)	26.500 (0.400)
Th	0.800 (0.000)	9.800 (0.500)	142.800 (2.000)

2 - Contagens

Descr PAD	K (cps)	U eq (cps)	Th (cps)	T(s)
BG 1	230.460 (0.620)	50.513 (0.290)	81.248 (0.368)	600.0
K	323.602 (0.734)	46.917 (0.280)	75.100 (0.354)	600.0
U	298.007 (0.705)	133.213 (0.471)	100.947 (0.410)	600.0
Th	281.733 (0.685)	89.195 (0.386)	193.043 (0.567)	600.0

3 - Matriz de Sensibilidades

17.079 (0.625)	1.002 (0.035)	0.312 (0.009)	213.759 (0.910)
0.092 (0.094)	1.350 (0.017)	0.210 (0.007)	45.901 (0.495)
0.027 (0.109)	0.086 (0.012)	0.829 (0.014)	73.761 (0.557)

4 - Matriz inversa de Sensibilidades

5.88e-002 (2.15e-003)	-4.29e-002 (2.18e-003)	-1.12e-002 (7.84e-004)
-3.76e-003 (4.21e-003)	7.56e-001 (9.51e-003)	-1.90e-001 (6.62e-003)
-1.49e-003 (7.83e-003)	-7.67e-002 (1.09e-002)	1.23e+000 (2.07e-002)

5 - Coeficientes de stripping

alfa	0.2533 (0.0079)
beta	0.3757 (0.0098)
gama	0.7423 (0.0252)
a	0.0635 (0.0088)
b	0.0016 (0.0064)
g	0.0054 (0.0055)

6 - Sensibilidade das janelas para pequenas fontes

Potássio (K):	17.079 (0.625)
Urânio equivalente (U eq.):	1.350 (0.017)
Tório (Th):	0.829 (0.014)

7 - Sensibilidade das janelas com fatores geométricos

Potássio (K):	19.983 (0.731)	fator = 1.170
Urânio equivalente (U eq.):	1.579 (0.020)	fator = 1.170
Tório (Th):	0.987 (0.016)	fator = 1.190

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

PROGRAMA CALIPAD

Obtenção dos coeficientes de stripping para Pads de calibração

Revisão (v.484 - 2006/09/12 17:27:17)

Número de PADS: 4 Data de geração do relatório: 19/05/2014

DESCRIÇÃO DOS PADS USADOS

1 - Concentrações

Descr PAD	K (%)	U eq (ppm)	Th (ppm)
BG 1	0.700 (0.000)	2.000 (0.200)	8.800 (0.300)
K	6.400 (0.200)	0.100 (0.100)	1.400 (0.200)
U	0.900 (0.100)	60.500 (0.600)	26.500 (0.400)
Th	0.800 (0.000)	9.800 (0.500)	142.800 (2.000)

2 - Contagens

Descr PAD	K (cps)	U eq (cps)	Th (cps)	T(s)
BG 1	272.318 (0.674)	59.877 (0.316)	96.777 (0.402)	600.0
K	382.113 (0.798)	56.082 (0.306)	89.998 (0.387)	600.0
U	354.405 (0.769)	161.003 (0.518)	120.525 (0.448)	600.0
Th	335.942 (0.748)	105.813 (0.420)	234.700 (0.625)	600.0

3 - Matriz de Sensibilidades

20.173 (0.734)	1.217 (0.041)	0.389 (0.011)	252.342 (1.019)
0.205 (0.108)	1.653 (0.021)	0.246 (0.009)	54.258 (0.571)
0.172 (0.124)	0.096 (0.014)	1.024 (0.017)	87.458 (0.636)

4 - Matriz inversa de Sensibilidades

5.00e-002 (1.82e-003)	-3.62e-002 (1.79e-003)	-1.03e-002 (6.32e-004)
-5.03e-003 (3.30e-003)	6.17e-001 (7.52e-003)	-1.47e-001 (5.14e-003)
-7.92e-003 (6.07e-003)	-5.16e-002 (8.37e-003)	9.92e-001 (1.65e-002)

5 - Coeficientes de stripping

alfa	0.2407 (0.0076)
beta	0.3800 (0.0089)
gama	0.7358 (0.0238)
a	0.0579 (0.0083)
b	0.0085 (0.0061)
g	0.0102 (0.0053)

6 - Sensibilidade das janelas para pequenas fontes

Potássio (K):	20.173 (0.734)
Urânio equivalente (U eq.):	1.653 (0.021)
Tório (Th):	1.024 (0.017)

7 - Sensibilidade das janelas com fatores geométricos

Potássio (K):	23.602 (0.858)	fator = 1.170
Urânio equivalente (U eq.):	1.934 (0.024)	fator = 1.170
Tório (Th):	1.218 (0.020)	fator = 1.190

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

PROGRAMA CALIPAD

Obtenção dos coeficientes de stripping para Pads de calibração

Revisão (v.484 - 2006/09/12 17:27:17)

Número de PADS: 4 Data de geração do relatório: 19/05/2014

DESCRIÇÃO DOS PADS USADOS

1 - Concentracoes

Descr PAD	K (%)	U eq (ppm)	Th (ppm)
BG 1	0.700 (0.000)	2.000 (0.200)	8.800 (0.300)
K	6.400 (0.200)	0.100 (0.100)	1.400 (0.200)
U	0.900 (0.100)	60.500 (0.600)	26.500 (0.400)
Th	0.800 (0.000)	9.800 (0.500)	142.800 (2.000)

2 - Contagens

Descr PAD	K (cps)	U eq (cps)	Th (cps)	T(s)
BG 1	139.007 (0.481)	38.763 (0.254)	60.147 (0.317)	600.0
K	193.618 (0.568)	37.250 (0.249)	56.467 (0.307)	600.0
U	182.247 (0.551)	88.753 (0.385)	72.312 (0.347)	600.0
Th	171.098 (0.534)	64.303 (0.327)	127.843 (0.462)	600.0

3 - Matriz de Sensibilidades

10.049 (0.378)	0.646 (0.022)	0.194 (0.007)	128.970 (0.664)
0.191 (0.074)	0.811 (0.012)	0.143 (0.005)	35.748 (0.375)
0.025 (0.088)	0.056 (0.009)	0.502 (0.009)	55.600 (0.436)

4 - Matriz inversa de Sensibilidades

1.01e-001 (3.83e-003)	-7.94e-002 (4.03e-003)	-1.65e-002 (1.53e-003)
-2.34e-002 (9.72e-003)	1.28e+000 (1.83e-002)	-3.55e-001 (1.28e-002)
-2.36e-003 (1.78e-002)	-1.39e-001 (2.29e-002)	2.03e+000 (3.65e-002)

5 - Coeficientes de stripping

alfa	0.2855 (0.0091)
beta	0.3873 (0.0120)
gama	0.7970 (0.0270)
a	0.0691 (0.0111)
b	0.0025 (0.0087)
g	0.0190 (0.0073)

6 - Sensibilidade das janelas para pequenas fontes

Potássio (K):	10.049 (0.378)
Urânio equivalente (U eq.):	0.811 (0.012)
Tório (Th):	0.502 (0.009)

7 - Sensibilidade das janelas com fatores geométricos

Potássio (K):	11.757 (0.442)	fator = 1.170
Urânio equivalente (U eq.):	0.948 (0.014)	fator = 1.170
Tório (Th):	0.597 (0.010)	fator = 1.190

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

PROGRAMA CALIPAD

Obtenção dos coeficientes de stripping para Pads de calibração

Revisão (v.484 - 2006/09/12 17:27:17)

Número de PADS: 4 Data de geração do relatório: 19/05/2014

DESCRIÇÃO DOS PADS USADOS

1 - Concentrações

Descr PAD	K (%)	U eq (ppm)	Th (ppm)
BG 1	0.700 (0.000)	2.000 (0.200)	8.800 (0.300)
K	6.400 (0.200)	0.100 (0.100)	1.400 (0.200)
U	0.900 (0.100)	60.500 (0.600)	26.500 (0.400)
Th	0.800 (0.000)	9.800 (0.500)	142.800 (2.000)

2 - Contagens

Descr PAD	K (cps)	U eq (cps)	Th (cps)	T(s)
BG 1	641.785 (1.034)	149.152 (0.499)	238.170 (0.630)	600.0
K	899.333 (1.224)	140.248 (0.483)	221.565 (0.608)	600.0
U	834.657 (1.179)	382.972 (0.799)	293.782 (0.700)	600.0
Th	788.775 (1.147)	259.312 (0.657)	555.587 (0.962)	600.0

3 - Matriz de Sensibilidades

47.301 (1.687)	2.864 (0.092)	0.895 (0.022)	595.071 (1.887)
0.488 (0.209)	3.814 (0.045)	0.600 (0.019)	135.905 (1.147)
0.223 (0.228)	0.237 (0.027)	2.355 (0.037)	216.817 (1.205)

4 - Matriz inversa de Sensibilidades

2.13e-002 (7.60e-004)	-1.58e-002 (7.59e-004)	-4.09e-003 (2.42e-004)
-2.45e-003 (1.16e-003)	2.68e-001 (3.04e-003)	-6.74e-002 (2.11e-003)
-1.77e-003 (2.06e-003)	-2.55e-002 (3.20e-003)	4.32e-001 (7.01e-003)

5 - Coeficientes de stripping

alfa	0.2547 (0.0070)
beta	0.3800 (0.0071)
gama	0.7511 (0.0227)
a	0.0622 (0.0070)
b	0.0047 (0.0048)
g	0.0103 (0.0044)

6 - Sensibilidade das janelas para pequenas fontes

Potássio (K):	47.301 (1.687)
Urânio equivalente (U eq.):	3.814 (0.045)
Tório (Th):	2.355 (0.037)

7 - Sensibilidade das janelas com fatores geométricos

Potássio (K):	55.342 (1.974)	fator = 1.170
Urânio equivalente (U eq.):	4.462 (0.052)	fator = 1.170
Tório (Th):	2.802 (0.044)	fator = 1.190

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

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

AERONAVE
PP- AGP

UBATUBA-SP
25 DE JUNHO DE 2015

**Resumo das Contagens de Cada Elemento Sobre os
Tanques de Calibração Transportáveis
Aeronave PP-AGP**

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento Aeronave PP-AGP 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	240,742	48,934	82,260
TH1	Tório	600	292,774	46,914	80,279
U1	Urânio	600	279,641	95,281	93,295
K1	Potássio	600	268,512	69,643	143,235
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	232,599	46,480	79,034
TH2	Tório	600	268,362	44,434	77,276
U2	Urânio	600	266,194	86,782	88,684
K2	Potássio	600	255,886	63,739	127,239
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	109,228	23,824	38,097
TH3	Tório	600	137,457	22,759	35,989
U3	Urânio	600	133,741	53,294	44,841
K3	Potássio	600	127,115	37,785	73,802

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento				
Aeronave PP-AGP				
Obs.: Os valores abaixo foram corrigidos do <i>live time</i>				
Pacote de cristais A (1.024 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	144445	29360	49356
Tório	600	175664	28148	48167
Urânio	600	167785	57169	55977
Potássio	600	161107	41786	85941
Pacote de cristais B (1.024 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	139559	27888	47420
Tório	600	161017	26660	46366
Urânio	600	159716	52069	53210
Potássio	600	153532	38243	76343
Pacote de cristais C (512 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	65537	14294	22858
Tório	600	82474	13655	21593
Urânio	600	80245	31976	26905
Potássio	600	76269	22671	44281
Pacotes de cristais A, B e C (2.560 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	349541	71543	119635
Tório	600	419156	68464	116126
Urânio	600	407746	141214	136092
Potássio	600	390908	102700	206566

Cópia do arquivo de saída do programa CALIPAD com o resultado do Teste sobre o Tanque de Calibração da USP e referente ao pacote de cristais A:

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

Ubatuba-SP, 25/06/2015 - Caixa A - PP-AGP

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	144445.	29360.	49356.
K Pad	600.0	175664.	28148.	48167.
U Pad	600.0	167785.	57169.	55977.
T Pad	600.0	161107.	41786.	85941.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

9.538E+00 (3.763E-01)	5.821E-01 (2.336E-02)	1.662E-01 (7.054E-03)
4.178E-02 (7.989E-02)	7.588E-01 (1.161E-02)	1.103E-01 (4.449E-03)
2.559E-01 (9.998E-02)	5.106E-02 (9.558E-03)	4.518E-01 (4.529E-03)

INVERSE A-MATRIX:

1.057E-01 (4.210E-03)	-7.979E-02 (4.334E-03)	-1.940E-02 (1.908E-03)
2.935E-03 (1.157E-02)	1.338E+00 (1.996E-02)	-3.278E-01 (1.433E-02)
-6.021E-02 (2.355E-02)	-1.060E-01 (2.649E-02)	2.261E+00 (2.208E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 9.538E+00 (3.763E-01) COUNTS/ M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 7.588E-01 (1.161E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 4.518E-01 (4.529E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.116E+01 (4.403E-01) COUNTS/ M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 8.877E-01 (1.359E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 5.377E-01 (5.390E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2442 (.0100)
 TH INTO K (BETA = A13/A33): .3679 (.0160)
 U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7671 (.0307)
 U INTO TH (A = A32/A22): .0673 (.0126)
 K INTO TH (B = A31/A11): .0268 (.0104)
 K INTO U (G = A21/A11): .0044 (.0084)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW: 2.314E+02 (8.264E-01) COUNTS/M
 U WINDOW: 4.642E+01 (3.994E-01) COUNTS/M
 TH WINDOW: 7.800E+01 (4.839E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

Cópia do arquivo de saída do programa CALIPAD com o resultado do Teste sobre o Tanque de Calibração da USP e referente ao pacote de cristais B:

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

Ubatuba-SP, 25/06/2015 - Caixa B - PP-AGP

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	139559.	27888.	47420.
K Pad	600.0	161017.	26660.	46366.
U Pad	600.0	159716.	52069.	53210.
T Pad	600.0	153532.	38243.	76343.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

6.625E+00 (2.863E-01)	5.095E-01 (1.958E-02)	1.392E-01 (6.791E-03)
-2.130E-02 (7.647E-02)	6.617E-01 (1.063E-02)	9.028E-02 (4.093E-03)
1.732E-01 (9.625E-02)	5.657E-02 (9.085E-03)	3.563E-01 (4.295E-03)

INVERSE A-MATRIX:

1.514E-01 (6.641E-03)	-1.140E-01 (6.168E-03)	-3.025E-02 (3.154E-03)
1.524E-02 (1.841E-02)	1.533E+00 (2.469E-02)	-3.945E-01 (1.899E-02)
-7.601E-02 (4.171E-02)	-1.881E-01 (3.896E-02)	2.884E+00 (3.364E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 6.625E+00 (2.863E-01) COUNTS/ M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 6.617E-01 (1.063E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 3.563E-01 (4.295E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 7.751E+00 (3.349E-01) COUNTS/ M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 7.742E-01 (1.244E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 4.240E-01 (5.112E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2534 (.0118)
 TH INTO K (BETA = A13/A33): .3906 (.0195)
 U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7700 (.0298)
 U INTO TH (A = A32/A22): .0855 (.0137)
 K INTO TH (B = A31/A11): .0261 (.0145)
 K INTO U (G = A21/A11): -.0032 (.0115)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW: 2.257E+02 (7.927E-01) COUNTS/M
 U WINDOW: 4.438E+01 (3.800E-01) COUNTS/M
 TH WINDOW: 7.566E+01 (4.644E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

Cópia do arquivo de saída do programa CALIPAD com o resultado do Teste sobre o Tanque de Calibração da USP e referente ao pacote de cristais C:

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

Ubatuba-SP, 25/06/2015 - Caixa C - PP-AGP

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	65537.	14294.	22858.
K Pad	600.0	82474.	13655.	21539.
U Pad	600.0	80245.	31976.	26905.
T Pad	600.0	76269.	22671.	44281.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

5.216E+00 (2.172E-01)	3.685E-01 (1.436E-02)	1.081E-01 (4.759E-03)
7.219E-02 (5.497E-02)	4.805E-01 (7.957E-03)	7.616E-02 (3.034E-03)
-3.064E-02 (6.648E-02)	3.541E-02 (6.439E-03)	2.644E-01 (3.182E-03)

INVERSE A-MATRIX:

1.935E-01 (8.190E-03)	-1.457E-01 (7.997E-03)	-3.718E-02 (3.979E-03)
-3.334E-02 (2.378E-02)	2.152E+00 (3.592E-02)	-6.062E-01 (2.724E-02)
2.690E-02 (4.945E-02)	-3.051E-01 (5.067E-02)	3.859E+00 (4.579E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 5.216E+00 (2.172E-01) COUNTS/ M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 4.805E-01 (7.957E-03) COUNTS/ M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 2.644E-01 (3.182E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 6.102E+00 (2.542E-01) COUNTS/ M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 5.622E-01 (9.310E-03) COUNTS/ M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 3.146E-01 (3.786E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2881 (.0119)
 TH INTO K (BETA = A13/A33): .4090 (.0186)
 U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7669 (.0301)
 U INTO TH (A = A32/A22): .0737 (.0134)
 K INTO TH (B = A31/A11): -.0059 (.0127)
 K INTO U (G = A21/A11): .0138 (.0105)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW: 1.039E+02 (5.482E-01) COUNTS/M
 U WINDOW: 2.214E+01 (2.733E-01) COUNTS/M
 TH WINDOW: 3.572E+01 (3.243E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

Cópia do arquivo de saída do programa CALIPAD com o resultado do Teste sobre o tanque de Calibração da USP e referente aos pacotes de cristais A, B e C:

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

Ubatuba-SP, 25/06/2015 - Caixa A+B+C - PP-AGP

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	349541.	71543.	119635.
K Pad	600.0	419156.	68464.	116126.
U Pad	600.0	407746.	141214.	136092.
T Pad	600.0	390908.	102700.	206566.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

2.138E+01 (7.973E-01)	1.460E+00 (4.695E-02)	4.135E-01 (1.205E-02)
9.264E-02 (1.402E-01)	1.901E+00 (2.440E-02)	2.768E-01 (9.216E-03)
4.139E-01 (1.647E-01)	1.430E-01 (1.636E-02)	1.072E+00 (7.229E-03)

INVERSE A-MATRIX:

4.710E-02 (1.762E-03)	-3.550E-02 (1.715E-03)	-9.000E-03 (6.582E-04)
3.583E-04 (3.585E-03)	5.362E-01 (6.728E-03)	-1.385E-01 (5.063E-03)
-1.823E-02 (7.292E-03)	-5.778E-02 (7.718E-03)	9.544E-01 (6.207E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.138E+01 (7.973E-01) COUNTS/ M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 1.901E+00 (2.440E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 1.072E+00 (7.229E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.501E+01 (9.328E-01) COUNTS/ M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 2.224E+00 (2.855E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 1.276E+00 (8.603E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2581 (.0086)
 TH INTO K (BETA = A13/A33): .3856 (.0114)
 U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7681 (.0237)
 U INTO TH (A = A32/A22): .0752 (.0085)
 K INTO TH (B = A31/A11): .0194 (.0077)
 K INTO U (G = A21/A11): .0043 (.0065)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW: 5.610E+02 (1.373E+00) COUNTS/M
 U WINDOW: 1.129E+02 (7.279E-01) COUNTS/M
 TH WINDOW: 1.894E+02 (8.102E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

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

AERONAVE
PR-MCY

UBATUBA-SP
10 DE JANEIRO DE 2015

**Resumo das Contagens de Cada Elemento Sobre os
Tanques de Calibração Transportáveis
Aeronave PR-MCY**

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento <u>Aeronave PR-MCY</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	326,061	62,704	103,596
TH1	Tório	600	422,542	58,428	102,401
U1	Urânio	600	393,931	143,723	122,875
K1	Potássio	600	373,499	98,474	209,390
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	324,130	64,425	104,817
TH2	Tório	600	409,896	60,775	99,429
U2	Urânio	600	386,192	141,021	124,323
K2	Potássio	600	370,407	98,856	200,154
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	160,380	33,623	51,714
TH3	Tório	600	199,500	32,402	50,035
U3	Urânio	600	193,874	71,957	61,350
K3	Potássio	600	186,753	53,073	101,213

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento				
<u>Aeronave PR-MCY</u>				
Obs.: Os valores abaixo foram corrigidos do <i>live time</i>				
Pacote de cristais A (1.024 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	195637	37622	62158
Tório	600	253525	35057	61440
Urânio	600	236359	86234	73725
Potássio	600	224100	59085	125634
Pacote de cristais B (1.024 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	194478	38655	62890
Tório	600	245938	36465	59657
Urânio	600	231715	84613	74594
Potássio	600	222244	59314	120092
Pacote de cristais C (512 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	96228	20174	31028
Tório	600	119700	19441	30021
Urânio	600	116324	43174	36810
Potássio	600	112052	31844	60728
Pacotes de cristais A, B e C (2.560 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	486343	96451	156076
Tório	600	619163	90963	151119
Urânio	600	584398	214021	185129
Potássio	600	558396	150242	306454

Cópia do arquivo de saída do programa CALIPAD com o resultado do Teste sobre o Tanque de Calibração da USP e referente ao pacote de cristais A:

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

Ubatuba-SP, 10/01/2015 - Caixa A - PR-MCY

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	195637.	37622.	62158.
K Pad	600.0	253525.	35057.	61440.
U Pad	600.0	236359.	86234.	73725.
T Pad	600.0	224100.	59085.	125634.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

1.763E+01 (6.516E-01)	1.015E+00 (3.724E-02)	2.818E-01 (8.940E-03)
-6.115E-02 (9.995E-02)	1.328E+00 (1.751E-02)	1.897E-01 (6.575E-03)
8.372E-01 (1.225E-01)	8.961E-02 (1.202E-02)	7.835E-01 (5.488E-03)

INVERSE A-MATRIX:

5.705E-02 (2.113E-03)	-4.291E-02 (2.200E-03)	-1.013E-02 (8.283E-04)
1.152E-02 (4.366E-03)	7.570E-01 (9.634E-03)	-1.874E-01 (7.089E-03)
-6.227E-02 (8.751E-03)	-4.072E-02 (1.069E-02)	1.309E+00 (9.013E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.763E+01 (6.516E-01) COUNTS/ M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 1.328E+00 (1.751E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 7.835E-01 (5.488E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.063E+01 (7.623E-01) COUNTS/ M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 1.553E+00 (2.049E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 9.324E-01 (6.531E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2421 (.0084)
 TH INTO K (BETA = A13/A33): .3596 (.0116)
 U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7642 (.0274)
 U INTO TH (A = A32/A22): .0675 (.0090)
 K INTO TH (B = A31/A11): .0475 (.0067)
 K INTO U (G = A21/A11): -.0035 (.0057)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW: 3.092E+02 (1.038E+00) COUNTS/M
 U WINDOW: 5.842E+01 (5.194E-01) COUNTS/M
 TH WINDOW: 9.594E+01 (5.863E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

Cópia do arquivo de saída do programa CALIPAD com o resultado do Teste sobre o Tanque de Calibração da USP e referente ao pacote de cristais B:

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

Ubatuba-SP, 10/01/2015 - Caixa B - PR-MCY

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	194478.	38655.	62890.
K Pad	600.0	245938.	36465.	59657.
U Pad	600.0	231715.	84613.	74594.
T Pad	600.0	222244.	59314.	120092.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

1.572E+01 (5.875E-01)	9.225E-01 (3.417E-02)	2.799E-01 (8.709E-03)
1.633E-02 (9.930E-02)	1.254E+00 (1.683E-02)	1.839E-01 (6.343E-03)
9.203E-03 (1.164E-01)	1.203E-01 (1.167E-02)	7.044E-01 (5.381E-03)

INVERSE A-MATRIX:

6.368E-02 (2.388E-03)	-4.557E-02 (2.396E-03)	-1.340E-02 (1.009E-03)
-7.254E-04 (5.297E-03)	8.187E-01 (1.081E-02)	-2.135E-01 (8.113E-03)
-7.081E-04 (1.076E-02)	-1.392E-01 (1.265E-02)	1.456E+00 (1.088E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.572E+01 (5.875E-01) COUNTS/ M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 1.254E+00 (1.683E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 7.044E-01 (5.381E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.839E+01 (6.874E-01) COUNTS/ M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 1.467E+00 (1.969E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 8.382E-01 (6.404E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2611 (.0091)
 TH INTO K (BETA = A13/A33): .3974 (.0126)
 U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7358 (.0266)
 U INTO TH (A = A32/A22): .0960 (.0092)
 K INTO TH (B = A31/A11): .0006 (.0074)
 K INTO U (G = A21/A11): .0010 (.0063)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW: 3.088E+02 (1.011E+00) COUNTS/M
 U WINDOW: 6.029E+01 (5.120E-01) COUNTS/M
 TH WINDOW: 9.837E+01 (5.752E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

Cópia do arquivo de saída do programa CALIPAD com o resultado do Teste sobre o Tanque de Calibração da USP e referente ao pacote de cristais C:

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

Ubatuba-SP, 10/01/2015 - Caixa C - PR-MCY

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	96228.	20174.	31028.
K Pad	600.0	119700.	19441.	30021.
U Pad	600.0	116324.	43174.	36810.
T Pad	600.0	112052.	31844.	60728.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

7.240E+00 (2.909E-01)	4.987E-01 (1.860E-02)	1.624E-01 (5.851E-03)
1.343E-01 (6.645E-02)	6.219E-01 (9.758E-03)	1.088E-01 (3.739E-03)
1.986E-01 (7.931E-02)	5.328E-02 (7.708E-03)	3.661E-01 (3.744E-03)

INVERSE A-MATRIX:

1.410E-01 (5.742E-03)	-1.105E-01 (5.875E-03)	-2.967E-02 (2.739E-03)
-1.750E-02 (1.594E-02)	1.664E+00 (2.612E-02)	-4.868E-01 (1.925E-02)
-7.393E-02 (3.086E-02)	-1.822E-01 (3.387E-02)	2.818E+00 (2.895E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 7.240E+00 (2.909E-01) COUNTS/ M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 6.219E-01 (9.758E-03) COUNTS/ M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 3.661E-01 (3.744E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 8.471E+00 (3.403E-01) COUNTS/ M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 7.276E-01 (1.142E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 4.357E-01 (4.455E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2973 (.0105)
 TH INTO K (BETA = A13/A33): .4435 (.0165)
 U INTO K (GAMMA = A12/A22): .8019 (.0297)
 U INTO TH (A = A32/A22): .0857 (.0123)
 K INTO TH (B = A31/A11): .0274 (.0109)
 K INTO U (G = A21/A11): .0185 (.0091)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW: 1.529E+02 (6.729E-01) COUNTS/M
 U WINDOW: 3.133E+01 (3.311E-01) COUNTS/M
 TH WINDOW: 4.825E+01 (3.849E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

Cópia do arquivo de saída do programa CALIPAD com o resultado do Teste sobre o tanque de Calibração da USP e referente aos pacotes de cristais A, B e C:

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

Ubatuba-SP, 10/01/2015 - Caixa A+B+C - PR-MCY

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	486343.	96451.	156076.
K Pad	600.0	619163.	90963.	151119.
U Pad	600.0	584398.	214021.	185129.
T Pad	600.0	558396.	150242.	306454.

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

4.059E+01 (1.461E+00)	2.436E+00 (8.076E-02)	7.240E-01 (1.628E-02)
8.942E-02 (1.908E-01)	3.203E+00 (3.835E-02)	4.824E-01 (1.434E-02)
1.045E+00 (2.123E-01)	2.632E-01 (2.223E-02)	1.854E+00 (9.081E-03)

INVERSE A-MATRIX:

2.480E-02 (8.926E-04)	-1.846E-02 (9.042E-04)	-4.883E-03 (3.163E-04)
1.445E-03 (1.493E-03)	3.179E-01 (3.693E-03)	-8.329E-02 (2.753E-03)
-1.419E-02 (2.821E-03)	-3.473E-02 (3.476E-03)	5.540E-01 (2.624E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 4.059E+01 (1.461E+00) COUNTS/ M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 3.203E+00 (3.835E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 1.854E+00 (9.081E-03) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 4.749E+01 (1.710E+00) COUNTS/ M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 3.748E+00 (4.487E-02) COUNTS/ M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 2.206E+00 (1.081E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): .2602 (.0077)
 TH INTO K (BETA = A13/A33): .3905 (.0088)
 U INTO K (GAMMA = A12/A22): .7604 (.0240)
 U INTO TH (A = A32/A22): .0822 (.0068)
 K INTO TH (B = A31/A11): .0258 (.0051)
 K INTO U (G = A21/A11): .0022 (.0047)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW: 7.709E+02 (1.855E+00) COUNTS/M
 U WINDOW: 1.500E+02 (1.030E+00) COUNTS/M
 TH WINDOW: 2.426E+02 (1.058E+00) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

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

AERONAVE PIPER NAVAJO CHIEFTAIN PA31-350

PR-PEC

UBATUBA - SP
13 DE ABRIL DE 2015

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 - 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)	Th (média)	U (média)	K (média)
BG1	<i>Background</i>	600	57,88	36,63	174,39
TH1	Tório	600	108,99	57,14	202,51
U1	Urânio	600	66,76	73,14	206,75
K1	Potássio	600	54,44	34,19	217,51
Pacote de cristais B (1.024 pol ³)			Elementos (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	Th (média)	U (média)	K (média)
BG2	<i>Background</i>	600	110,57	69,84	338,95
TH2	Tório	600	145,15	84,31	355,77
U2	Urânio	600	118,77	107,98	371,45
K2	Potássio	600	108,99	68,21	369,60
Pacote de cristais C (512 pol ³)			Elementos (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	Th (média)	U (média)	K (média)
BG3	<i>Background</i>	600	92,57	58,31	279,22
TH3	Tório	600	116,21	67,73	290,82
U3	Urânio	600	99,36	84,80	302,15
K3	Potássio	600	90,45	56,94	301,70

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento

Aeronave Piper Navajo - PR-PEC

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

Pacote de cristais A (1.024 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	Th	U	K
<i>Background</i>	600	34725	21975	104630
Tório	600	65392	34287	121507
Urânio	600	40054	43882	124047
Potássio	600	32662	20513	130503
Pacote de cristais B (1.024 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	Th	U	K
<i>Background</i>	600	66343	41902	203368
Tório	600	87088	50586	213464
Urânio	600	71264	64786	222873
Potássio	600	65395	40925	221762
Pacote de cristais C (512 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	Th	U	K
<i>Background</i>	600	55539	34987	167533
Tório	600	69723	40634	174492
Urânio	600	59617	50878	181291
Potássio	600	54271	34164	181020
Pacotes de cristais A, B e C (2.560 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	Th	U	K
<i>Background</i>	600	156606	98864	475531
Tório	600	222203	125507	509463
Urânio	600	170935	159546	528211
Potássio	600	152328	95602	533285

Cópia do arquivo de saída do programa PADWIN com o resultado do Teste sobre o Tanque de Calibração da USP 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: <table> <tr> <td></td> <td>PCT K</td> <td>PPM EU</td> <td>PPMTH</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B Pad</td> <td>0.700 (0.000)</td> <td>2.00 (0.20)</td> <td>8.80 (0.30)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>K Pad</td> <td>6.400 (0.200)</td> <td>0.10 (0.10)</td> <td>1.40 (0.20)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>U Pad</td> <td>0.900 (0.100)</td> <td>60.50 (0.60)</td> <td>26.50 (0.40)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T Pad</td> <td>0.800 (0.000)</td> <td>9.80 (0.50)</td> <td>142.82 (0.00)</td> <td></td> </tr> </table> GEOMETRIC CORRECTION FACTORS: POTASSIUM URANIUM THORIUM 1.17 1.17 1.19 Ubatuba, 13/04/2015 - Caixa A - PR-PEC WINDOW COUNTS: <table> <tr> <td></td> <td>TIME (M)</td> <td>K COUNTS</td> <td>U COUNTS</td> <td>TH COUNTS</td> </tr> <tr> <td>B Pad</td> <td>600.0</td> <td>104630.</td> <td>21975.</td> <td>34725.</td> </tr> <tr> <td>K Pad</td> <td>600.0</td> <td>130503.</td> <td>20513.</td> <td>32662.</td> </tr> <tr> <td>U Pad</td> <td>600.0</td> <td>124047.</td> <td>43882.</td> <td>40054.</td> </tr> <tr> <td>T Pad</td> <td>600.0</td> <td>121507.</td> <td>34287.</td> <td>65392.</td> </tr> </table> 1 A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION: 7.952E+00 (3.156E-01) 4.726E-01 (1.969E-02) 1.764E-01 (6.039E-03) -7.696E-02 (6.789E-02) 5.884E-01 (9.603E-03) 1.189E-01 (3.732E-03) -9.836E-02 (8.298E-02) 3.741E-02 (8.048E-03) 3.793E-01 (3.901E-03) INVERSE A-MATRIX: 1.245E-01 (4.990E-03) -9.825E-02 (5.511E-03) -2.710E-02 (2.553E-03) 9.954E-03 (1.556E-02) 1.726E+00 (2.774E-02) -5.459E-01 (1.984E-02) 3.130E-02 (2.793E-02) -1.957E-01 (3.407E-02) 2.683E+00 (2.789E-02) WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES: K SENSITIVITY (A11) = 7.952E+00 (3.156E-01) COUNTS/M PER PCT K U SENSITIVITY (A22) = 5.884E-01 (9.603E-03) COUNTS/M PER PPM EU TH SENSITIVITY (A33) = 3.793E-01 (3.901E-03) COUNTS/M PER PPM TH WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES: K SENSITIVITY (A11) = 9.304E+00 (3.693E-01) COUNTS/M PER PCT K U SENSITIVITY (A22) = 6.884E-01 (1.124E-02) COUNTS/M PER PPM EU TH SENSITIVITY (A33) = 4.513E-01 (4.642E-03) COUNTS/M PER PPM TH STRIPPING RATIOS: TH INTO U (ALPHA = A23/A33): 0.3136 (0.0102) TH INTO K (BETA = A13/A33): 0.4652 (0.0165) U INTO K (GAMMA = A12/A22): 0.8032 (0.0338) U INTO TH (A = A32/A22): 0.0636 (0.0136) K INTO TH (B = A31/A11): -0.0124 (0.0104) K INTO U (G = A21/A11): -0.0097 (0.0085) BACKGROUND COUNT RATES: K WINDOW : 1.663E+02 (7.025E-01) COUNTS/M U WINDOW : 3.446E+01 (3.390E-01) COUNTS/M TH WINDOW : 5.453E+01 (4.059E-01) COUNTS/M NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS						PCT K	PPM EU	PPMTH		B Pad	0.700 (0.000)	2.00 (0.20)	8.80 (0.30)		K Pad	6.400 (0.200)	0.10 (0.10)	1.40 (0.20)		U Pad	0.900 (0.100)	60.50 (0.60)	26.50 (0.40)		T Pad	0.800 (0.000)	9.80 (0.50)	142.82 (0.00)			TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS	B Pad	600.0	104630.	21975.	34725.	K Pad	600.0	130503.	20513.	32662.	U Pad	600.0	124047.	43882.	40054.	T Pad	600.0	121507.	34287.	65392.
	PCT K	PPM EU	PPMTH																																																			
B Pad	0.700 (0.000)	2.00 (0.20)	8.80 (0.30)																																																			
K Pad	6.400 (0.200)	0.10 (0.10)	1.40 (0.20)																																																			
U Pad	0.900 (0.100)	60.50 (0.60)	26.50 (0.40)																																																			
T Pad	0.800 (0.000)	9.80 (0.50)	142.82 (0.00)																																																			
	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS																																																		
B Pad	600.0	104630.	21975.	34725.																																																		
K Pad	600.0	130503.	20513.	32662.																																																		
U Pad	600.0	124047.	43882.	40054.																																																		
T Pad	600.0	121507.	34287.	65392.																																																		

Cópia do arquivo de saída do programa PADWIN com o resultado do Teste sobre o Tanque de Calibração da USP 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	PPMTH
B Pad	0.700 (0.000)	2.00 (0.20)	8.80 (0.30)
K Pad	6.400 (0.200)	0.10 (0.10)	1.40 (0.20)
U Pad	0.900 (0.100)	60.50 (0.60)	26.50 (0.40)
T Pad	0.800 (0.000)	9.80 (0.50)	142.82 (0.00)

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM URANIUM THORIUM

1.17 1.17 1.19

Ubatuba, 13/04/2015 - Caixa B - PR-PEC

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	203368.	41902.	66343.
K Pad	600.0	221762.	40925.	65395.
U Pad	600.0	222873.	64786.	71264.
T Pad	600.0	213464.	50586.	87088.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

5.667E+00 (2.810E-01)	5.086E-01 (2.093E-02)	9.173E-02 (7.946E-03)
1.700E-02 (9.147E-02)	6.303E-01 (1.127E-02)	7.130E-02 (4.441E-03)
7.391E-02 (1.116E-01)	6.302E-02 (1.023E-02)	2.543E-01 (4.711E-03)

INVERSE A-MATRIX:

1.772E-01 (9.032E-03)	-1.405E-01 (8.255E-03)	-2.452E-02 (5.673E-03)
1.078E-03 (2.766E-02)	1.631E+00 (3.123E-02)	-4.578E-01 (2.998E-02)
-5.178E-02 (7.985E-02)	-3.635E-01 (7.088E-02)	4.054E+00 (7.258E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 5.667E+00 (2.810E-01) COUNTS/M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 6.303E-01 (1.127E-02) COUNTS/M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 2.543E-01 (4.711E-03) COUNTS/M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 6.630E+00 (3.288E-01) COUNTS/M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 7.375E-01 (1.319E-02) COUNTS/M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 3.026E-01 (5.606E-03) COUNTS/M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): 0.2804 (0.0180)
 TH INTO K (BETA = A13/A33): 0.3608 (0.0318)
 U INTO K (GAMMA = A12/A22): 0.8068 (0.0340)
 U INTO TH (A = A32/A22): 0.1000 (0.0162)
 K INTO TH (B = A31/A11): 0.0130 (0.0197)
 K INTO U (G = A21/A11): 0.0030 (0.0161)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.332E+02 (9.414E-01) COUNTS/M
 U WINDOW : 6.794E+01 (4.473E-01) COUNTS/M
 TH WINDOW : 1.082E+02 (5.351E-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 da USP 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	PPMTH
B Pad	0.700 (0.000)	2.00 (0.20)	8.80 (0.30)
K Pad	6.400 (0.200)	0.10 (0.10)	1.40 (0.20)
U Pad	0.900 (0.100)	60.50 (0.60)	26.50 (0.40)
T Pad	0.800 (0.000)	9.80 (0.50)	142.82 (0.00)

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM URANIUM THORIUM

1.17 1.17 1.19

Ubatuba, 13/04/2015 - Caixa C - PR-PEC

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	167533.	34987.	55539.
K Pad	600.0	181020.	34164.	54271.
U Pad	600.0	181291.	50878.	59617.
T Pad	600.0	174492.	40634.	69723.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

4.144E+00 (2.310E-01)	3.589E-01 (1.790E-02)	6.256E-02 (7.092E-03)
-3.619E-02 (8.205E-02)	4.393E-01 (9.316E-03)	4.468E-02 (3.730E-03)
-1.251E-01 (1.015E-01)	6.434E-02 (9.278E-03)	1.727E-01 (4.241E-03)

INVERSE A-MATRIX:

2.385E-01 (1.380E-02)	-1.893E-01 (1.302E-02)	-3.740E-02 (1.004E-02)
2.167E-03 (4.917E-02)	2.364E+00 (5.502E-02)	-6.123E-01 (5.268E-02)
1.719E-01 (1.484E-01)	-1.018E+00 (1.386E-01)	5.990E+00 (1.428E-01)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 4.144E+00 (2.310E-01) COUNTS/M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 4.393E-01 (9.316E-03) COUNTS/M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 1.727E-01 (4.241E-03) COUNTS/M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 4.849E+00 (2.703E-01) COUNTS/M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 5.140E-01 (1.090E-02) COUNTS/M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 2.056E-01 (5.047E-03) COUNTS/M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): 0.2587 (0.0223)
 TH INTO K (BETA = A13/A33): 0.3622 (0.0419)
 U INTO K (GAMMA = A12/A22): 0.8168 (0.0425)
 U INTO TH (A = A32/A22): 0.1465 (0.0212)
 K INTO TH (B = A31/A11): -0.0302 (0.0245)
 K INTO U (G = A21/A11): -0.0087 (0.0198)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.751E+02 (8.479E-01) COUNTS/M
 U WINDOW : 5.707E+01 (3.978E-01) COUNTS/M
 TH WINDOW : 9.100E+01 (4.862E-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 da USP 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	PPMTH
B Pad	0.700 (0.000)	2.00 (0.20)	8.80 (0.30)
K Pad	6.400 (0.200)	0.10 (0.10)	1.40 (0.20)
U Pad	0.900 (0.100)	60.50 (0.60)	26.50 (0.40)
T Pad	0.800 (0.000)	9.80 (0.50)	142.82 (0.00)

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM URANIUM THORIUM

1.17 1.17 1.19

Ubatuba, 13/04/2015 - Caixa A+B+C - PR-PEC

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	475531.	98864.	156606.
K Pad	600.0	533285.	95602.	152328.
U Pad	600.0	528211.	159546.	170935.
T Pad	600.0	509463.	125507.	222203.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

1.776E+01 (6.953E-01) 1.340E+00 (4.367E-02) 3.307E-01 (1.311E-02)
 -9.614E-02 (1.518E-01) 1.658E+00 (2.288E-02) 2.349E-01 (8.804E-03)
 -1.492E-01 (1.774E-01) 1.648E-01 (1.689E-02) 8.063E-01 (7.571E-03)

INVERSE A-MATRIX:

5.597E-02 (2.209E-03) -4.424E-02 (2.186E-03) -1.007E-02 (1.021E-03)
 1.831E-03 (5.513E-03) 6.196E-01 (8.613E-03) -1.813E-01 (7.358E-03)
 9.983E-03 (1.272E-02) -1.348E-01 (1.282E-02) 1.275E+00 (1.157E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.776E+01 (6.953E-01) COUNTS/M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 1.658E+00 (2.288E-02) COUNTS/M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 8.063E-01 (7.571E-03) COUNTS/M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.078E+01 (8.134E-01) COUNTS/M PER PCT K
 U SENSITIVITY (A22) = 1.940E+00 (2.676E-02) COUNTS/M PER PPM EU
 TH SENSITIVITY (A33) = 9.595E-01 (9.009E-03) COUNTS/M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (ALPHA = A23/A33): 0.2913 (0.0110)
 TH INTO K (BETA = A13/A33): 0.4102 (0.0165)
 U INTO K (GAMMA = A12/A22): 0.8082 (0.0258)
 U INTO TH (A = A32/A22): 0.0994 (0.0101)
 K INTO TH (B = A31/A11): -0.0084 (0.0100)
 K INTO U (G = A21/A11): -0.0054 (0.0086)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 7.745E+02 (1.516E+00) COUNTS/M
 U WINDOW : 1.595E+02 (7.670E-01) COUNTS/M
 TH WINDOW : 2.537E+02 (8.624E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

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

AERONAVE PIPER NAVAJO CHIEFTAIN PA31-350

PR-PEC

UBATUBA - SP
23 DE DEZEMBRO DE 2015

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

Aeronave PR-PEC

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento Aeronave Piper Navajo PA 31-350 - PR-PEC 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)	Th (média)	U (média)	K (média)
BG1	<i>Background</i>	600	93.82	74.88	350.90
TH1	Tório	600	251.13	136.82	416.22
U1	Urânio	600	125.19	210.65	452.72
K1	Potássio	600	82.94	67.78	467.99
Pacote de cristais B (1.024 pol³)			Elementos (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	Th (média)	U (média)	K (média)
BG2	<i>Background</i>	600	82.42	62.27	295.84
TH2	Tório	600	170.87	98.92	349.51
U2	Urânio	600	104.75	161.93	380.03
K2	Potássio	600	75.41	58.15	403.16
Pacote de cristais C (512 pol³)			Elementos (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	Th (média)	U (média)	K (média)
BG3	<i>Background</i>	600	56.27	42.79	218.01
TH3	Tório	600	99.21	61.27	244.51
U3	Urânio	600	63.56	72.74	247.71
K3	Potássio	600	53.73	41.93	253.15

Planilha contendo o Resumo das Contagens de Cada Elemento
Aeronave Piper Navajo PA 31-350 - PR-PEC

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

Pacote de cristais A (1.024 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	Th	U	K
<i>Background</i>	600	55678	44524	203959
Tório	600	150676	82094	249731
Urânio	600	75111	126392	271631
Potássio	600	49763	40669	280794
Pacote de cristais B (1.024 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	Th	U	K
<i>Background</i>	600	49342	37750	177720
Tório	600	102524	59352	209709
Urânio	600	62852	97159	228018
Potássio	600	45248	34888	241894
Pacote de cristais C (512 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	Th	U	K
<i>Background</i>	600	33714	25913	131635
Tório	600	59525	36759	146707
Urânio	600	38133	43644	148628
Potássio	600	32238	25156	151891
Pacotes de cristais A, B e C (2.560 pol ³)		Elementos (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	Th	U	K
<i>Background</i>	600	138734	108186	513313
Tório	600	312725	178205	606147
Urânio	600	176096	267195	648277
Potássio	600	127249	100713	674579

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	PPMTH	
B Pad	0.700 (0.000)	2.00 (0.20)	8.80 (0.30)	
K Pad	6.400 (0.200)	0.10 (0.10)	1.40 (0.20)	
U Pad	0.900 (0.100)	60.50 (0.60)	26.50 (0.40)	
T Pad	0.800 (0.000)	9.80 (0.50)	142.82 (0.00)	
GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:				
	POTASSIUM	URANIUM	THORIUM	
	1.17	1.17	1.19	
Ubatuba, 23/12/2015 - Caixa A - PR-PEC				
WINDOW COUNTS:				
	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	203959.	44524.	55678.
K Pad	600.0	280794.	40669.	49763.
U Pad	600.0	271631.	126392.	75111.
T Pad	600.0	249731.	82094.	150676.
1				
A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:				
	2.362E+01 (8.573E-01)	1.710E+00 (4.905E-02)	4.520E-01 (1.093E-02)	
	5.420E-02 (1.309E-01)	2.230E+00 (2.703E-02)	3.374E-01 (1.005E-02)	
	-1.441E-01 (1.263E-01)	2.002E-01 (1.395E-02)	1.170E+00 (6.072E-03)	
INVERSE A-MATRIX:				
	4.236E-02 (1.536E-03)	-3.184E-02 (1.470E-03)	-7.185E-03 (5.163E-04)	
	-1.867E-03 (2.549E-03)	4.617E-01 (5.505E-03)	-1.324E-01 (4.424E-03)	
	5.536E-03 (4.646E-03)	-8.293E-02 (5.175E-03)	8.766E-01 (4.492E-03)	
WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:				
K SENSITIVITY (A11) = 2.362E+01 (8.573E-01) COUNTS/M PER PCT K				
U SENSITIVITY (A22) = 2.230E+00 (2.703E-02) COUNTS/M PER PPM EU				
TH SENSITIVITY (A33) = 1.170E+00 (6.072E-03) COUNTS/M PER PPM TH				
WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:				
K SENSITIVITY (A11) = 2.764E+01 (1.003E+00) COUNTS/M PER PCT K				
U SENSITIVITY (A22) = 2.609E+00 (3.163E-02) COUNTS/M PER PPM EU				
TH SENSITIVITY (A33) = 1.392E+00 (7.226E-03) COUNTS/M PER PPM TH				
STRIPPING RATIOS:				
TH INTO U (ALPHA = A23/A33): 0.2884 (0.0085)				
TH INTO K (BETA = A13/A33): 0.3864 (0.0093)				
U INTO K (GAMMA = A12/A22): 0.7670 (0.0206)				
U INTO TH (A = A32/A22): 0.0898 (0.0061)				
K INTO TH (B = A31/A11): -0.0061 (0.0053)				
K INTO U (G = A21/A11): 0.0023 (0.0055)				
BACKGROUND COUNT RATES:				
K WINDOW : 3.160E+02 (1.179E+00) COUNTS/M				
U WINDOW : 6.674E+01 (7.106E-01) COUNTS/M				
TH WINDOW : 8.220E+01 (6.479E-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	PPMTH	
B Pad	0.700 (0.000)	2.00 (0.20)	8.80 (0.30)	
K Pad	6.400 (0.200)	0.10 (0.10)	1.40 (0.20)	
U Pad	0.900 (0.100)	60.50 (0.60)	26.50 (0.40)	
T Pad	0.800 (0.000)	9.80 (0.50)	142.82 (0.00)	
GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:				
	POTASSIUM	URANIUM	THORIUM	
	1.17	1.17	1.19	
Ubatuba, 23/12/2015 - Caixa B - PR-PEC				
WINDOW COUNTS:				
	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	177720.	37750.	49342.
K Pad	600.0	241894.	34888.	45248.
U Pad	600.0	228018.	97159.	62852.
T Pad	600.0	209709.	59352.	102524.
1				
A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:				
	1.959E+01 (7.158E-01)	1.272E+00 (4.077E-02)	3.091E-01 (9.276E-03)	
	-6.517E-02 (1.077E-01)	1.640E+00 (2.063E-02)	1.732E-01 (7.653E-03)	
	-2.894E-01 (1.039E-01)	1.890E-01 (1.077E-02)	6.506E-01 (4.959E-03)	
INVERSE A-MATRIX:				
	5.071E-02 (1.855E-03)	-3.772E-02 (1.868E-03)	-1.405E-02 (9.084E-04)	
	-3.795E-04 (3.505E-03)	6.292E-01 (7.932E-03)	-1.673E-01 (7.809E-03)	
	2.267E-02 (8.346E-03)	-1.996E-01 (9.921E-03)	1.579E+00 (1.159E-02)	
WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:				
K SENSITIVITY (A11) = 1.959E+01 (7.158E-01) COUNTS/M PER PCT K				
U SENSITIVITY (A22) = 1.640E+00 (2.063E-02) COUNTS/M PER PPM EU				
TH SENSITIVITY (A33) = 6.506E-01 (4.959E-03) COUNTS/M PER PPM TH				
WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:				
K SENSITIVITY (A11) = 2.292E+01 (8.375E-01) COUNTS/M PER PCT K				
U SENSITIVITY (A22) = 1.919E+00 (2.414E-02) COUNTS/M PER PPM EU				
TH SENSITIVITY (A33) = 7.742E-01 (5.902E-03) COUNTS/M PER PPM TH				
STRIPPING RATIOS:				
TH INTO U (ALPHA = A23/A33): 0.2663 (0.0116)				
TH INTO K (BETA = A13/A33): 0.4752 (0.0143)				
U INTO K (GAMMA = A12/A22): 0.7757 (0.0239)				
U INTO TH (A = A32/A22): 0.1152 (0.0064)				
K INTO TH (B = A31/A11): -0.0148 (0.0053)				
K INTO U (G = A21/A11): -0.0033 (0.0055)				
BACKGROUND COUNT RATES:				
K WINDOW : 2.772E+02 (1.041E+00) COUNTS/M				
U WINDOW : 5.816E+01 (5.710E-01) COUNTS/M				
TH WINDOW : 7.634E+01 (5.155E-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	PPMTH	
B Pad	0.700 (0.000)	2.00 (0.20)	8.80 (0.30)	
K Pad	6.400 (0.200)	0.10 (0.10)	1.40 (0.20)	
U Pad	0.900 (0.100)	60.50 (0.60)	26.50 (0.40)	
T Pad	0.800 (0.000)	9.80 (0.50)	142.82 (0.00)	
GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:				
	POTASSIUM	URANIUM	THORIUM	
	1.17	1.17	1.19	
Ubatuba, 23/12/2015 - Caixa C - PR-PEC				
WINDOW COUNTS:				
	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	131635.	25913.	33714.
K Pad	600.0	151891.	25156.	32238.
U Pad	600.0	148628.	43644.	38133.
T Pad	600.0	146707.	36759.	59525.
1				
A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:				
	6.267E+00 (2.731E-01)	4.147E-01 (1.858E-02)	1.586E-01 (6.527E-03)	
	7.547E-02 (7.188E-02)	4.724E-01 (8.921E-03)	1.073E-01 (3.570E-03)	
	-7.298E-03 (8.093E-02)	2.932E-02 (7.718E-03)	3.193E-01 (3.739E-03)	
INVERSE A-MATRIX:				
	1.612E-01 (7.197E-03)	-1.395E-01 (8.259E-03)	-3.321E-02 (4.021E-03)	
	-2.716E-02 (2.655E-02)	2.185E+00 (4.147E-02)	-7.211E-01 (2.853E-02)	
	6.178E-03 (4.145E-02)	-2.039E-01 (5.015E-02)	3.197E+00 (3.847E-02)	
WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:				
K SENSITIVITY (A11) = 6.267E+00 (2.731E-01) COUNTS/M PER PCT K				
U SENSITIVITY (A22) = 4.724E-01 (8.921E-03) COUNTS/M PER PPM EU				
TH SENSITIVITY (A33) = 3.193E-01 (3.739E-03) COUNTS/M PER PPM TH				
WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:				
K SENSITIVITY (A11) = 7.332E+00 (3.196E-01) COUNTS/M PER PCT K				
U SENSITIVITY (A22) = 5.527E-01 (1.044E-02) COUNTS/M PER PPM EU				
TH SENSITIVITY (A33) = 3.799E-01 (4.450E-03) COUNTS/M PER PPM TH				
STRIPPING RATIOS:				
TH INTO U (ALPHA = A23/A33): 0.3362 (0.0118)				
TH INTO K (BETA = A13/A33): 0.4968 (0.0212)				
U INTO K (GAMMA = A12/A22): 0.8778 (0.0402)				
U INTO TH (A = A32/A22): 0.0621 (0.0163)				
K INTO TH (B = A31/A11): -0.0012 (0.0129)				
K INTO U (G = A21/A11): 0.0120 (0.0115)				
BACKGROUND COUNT RATES:				
K WINDOW : 2.128E+02 (7.668E-01) COUNTS/M				
U WINDOW : 4.125E+01 (3.515E-01) COUNTS/M				
TH WINDOW : 5.333E+01 (3.935E-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	PPMTH	
B Pad	0.700 (0.000)	2.00 (0.20)	8.80 (0.30)	
K Pad	6.400 (0.200)	0.10 (0.10)	1.40 (0.20)	
U Pad	0.900 (0.100)	60.50 (0.60)	26.50 (0.40)	
T Pad	0.800 (0.000)	9.80 (0.50)	142.82 (0.00)	
GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:				
	POTASSIUM	URANIUM	THORIUM	
	1.17	1.17	1.19	
Ubatuba, 23/12/2015 - Caixa A+B+C - PR-PEC				
WINDOW COUNTS:				
	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	513313.	108186.	138734.
K Pad	600.0	674579.	100713.	127249.
U Pad	600.0	648277.	267195.	176096.
T Pad	600.0	606147.	178205.	312725.
1				
A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:				
	4.948E+01 (1.771E+00)	3.398E+00 (9.855E-02)	9.198E-01 (1.945E-02)	
	6.481E-02 (2.328E-01)	4.343E+00 (5.052E-02)	6.179E-01 (1.881E-02)	
	-4.408E-01 (2.133E-01)	4.186E-01 (2.373E-02)	2.140E+00 (9.362E-03)	
INVERSE A-MATRIX:				
	2.019E-02 (7.214E-04)	-1.539E-02 (7.152E-04)	-4.236E-03 (2.588E-04)	
	-9.188E-04 (1.104E-03)	2.375E-01 (2.716E-03)	-6.821E-02 (2.295E-03)	
	4.340E-03 (2.040E-03)	-4.964E-02 (2.419E-03)	4.798E-01 (2.004E-03)	
WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:				
K SENSITIVITY (A11) = 4.948E+01 (1.771E+00) COUNTS/M PER PCT K				
U SENSITIVITY (A22) = 4.343E+00 (5.052E-02) COUNTS/M PER PPM EU				
TH SENSITIVITY (A33) = 2.140E+00 (9.362E-03) COUNTS/M PER PPM TH				
WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:				
K SENSITIVITY (A11) = 5.789E+01 (2.072E+00) COUNTS/M PER PCT K				
U SENSITIVITY (A22) = 5.081E+00 (5.911E-02) COUNTS/M PER PPM EU				
TH SENSITIVITY (A33) = 2.546E+00 (1.114E-02) COUNTS/M PER PPM TH				
STRIPPING RATIOS:				
TH INTO U (ALPHA = A23/A33): 0.2888 (0.0086)				
TH INTO K (BETA = A13/A33): 0.4299 (0.0090)				
U INTO K (GAMMA = A12/A22): 0.7823 (0.0212)				
U INTO TH (A = A32/A22): 0.0964 (0.0053)				
K INTO TH (B = A31/A11): -0.0089 (0.0043)				
K INTO U (G = A21/A11): 0.0013 (0.0047)				
BACKGROUND COUNT RATES:				
K WINDOW : 8.060E+02 (2.101E+00) COUNTS/M				
U WINDOW : 1.661E+02 (1.286E+00) COUNTS/M				
TH WINDOW : 2.119E+02 (1.099E+00) COUNTS/M				
NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS				

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

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

RESULTADO DA COMPILAÇÃO DO VOO CÓSMICO
PARA DETERMINAÇÃO DOS *BACKGROUNDS*
DA AERONAVE E CÓSMICO

AERONAVE

PT-EPY

UBATUBA-SP
14 DE MAIO DE 2014

RESULTADO DO VOO CÓSMICO DA AERONAVE PT-EPY

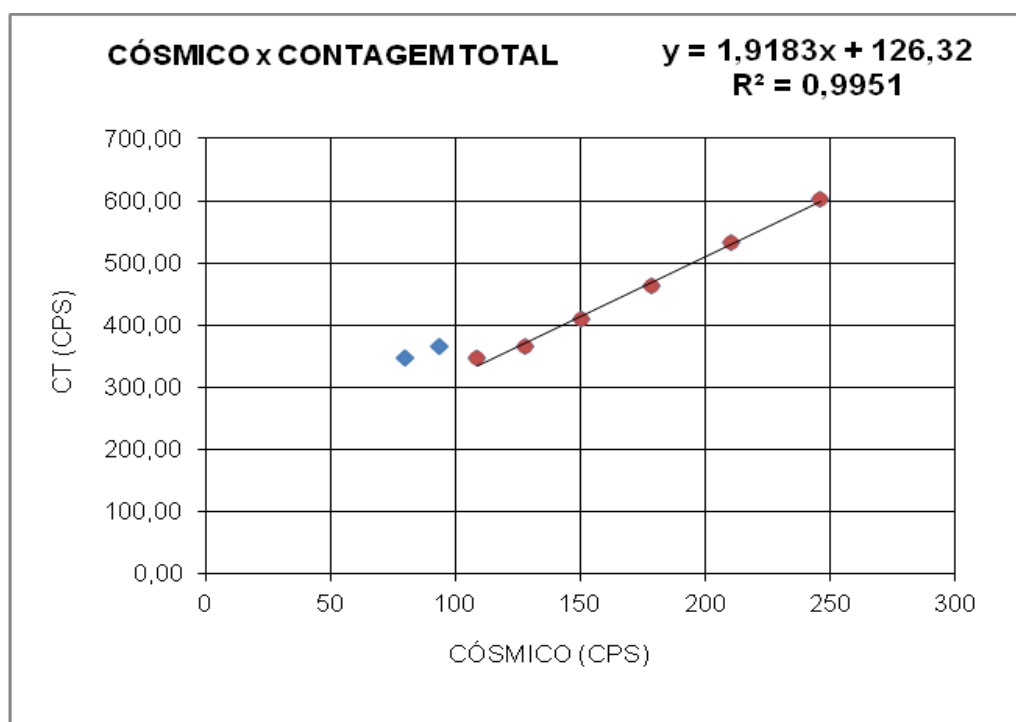
(Vol. Pacote de Cristais: 2.560 pol³)

Gamaespectrômetro: PICO ENVIROTEC

Realizado no litoral do município de Rio de Janeiro em 25 de Março de 2014

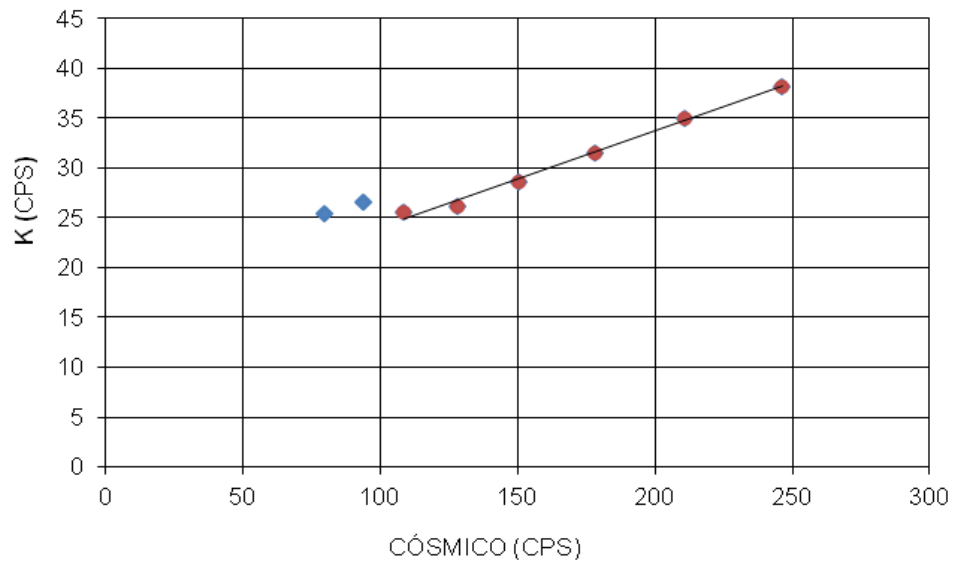
Linha	Cósmico (cps)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)	UUP (cps)	GPSHT (m)
12000	246,26	602,36	38,14	24,12	28,16	5,70	3841,97
11000	210,66	532,46	34,99	21,08	24,00	4,88	3520,14
10000	178,30	463,27	31,55	18,01	20,61	4,43	3191,52
9000	150,29	409,01	28,54	16,24	17,89	3,91	2874,54
8000	128,05	365,56	26,09	14,21	15,25	3,28	2560,92
7000	108,80	346,42	25,53	13,78	13,57	3,14	2237,41
6000	93,84	365,07	26,57	15,45	12,05	3,43	1926,96
5000	79,66	346,68	25,44	15,07	10,68	3,21	1612,51

Canal	Background da Aeronave	Espalhamento da Radiação Cósmica
CT	126,32	1,9183
K	14,301	0,0969
U	4,6590	0,0777
Th	2,1794	0,1043
Uup	1,0126	0,0188



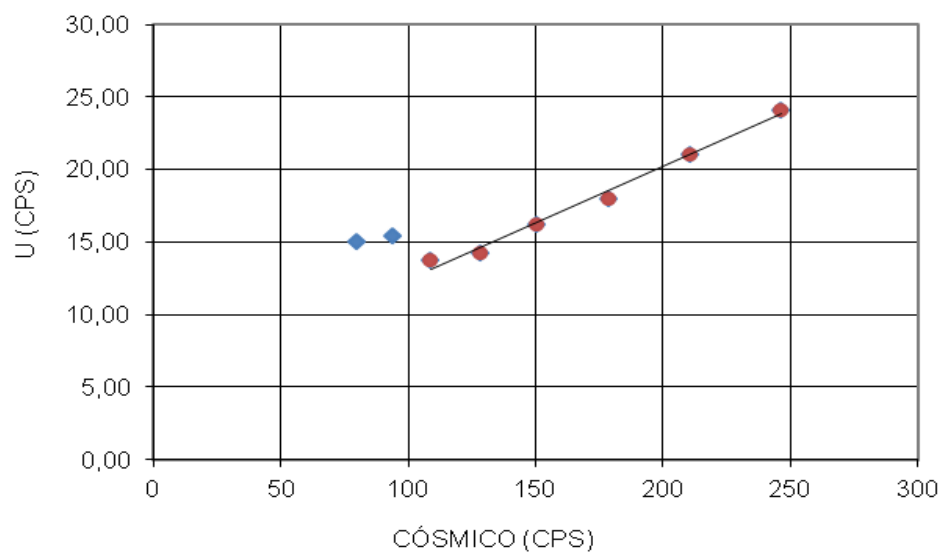
CÓSMICO x PÓTASSIO

$$y = 0,0969x + 14,301$$
$$R^2 = 0,9918$$



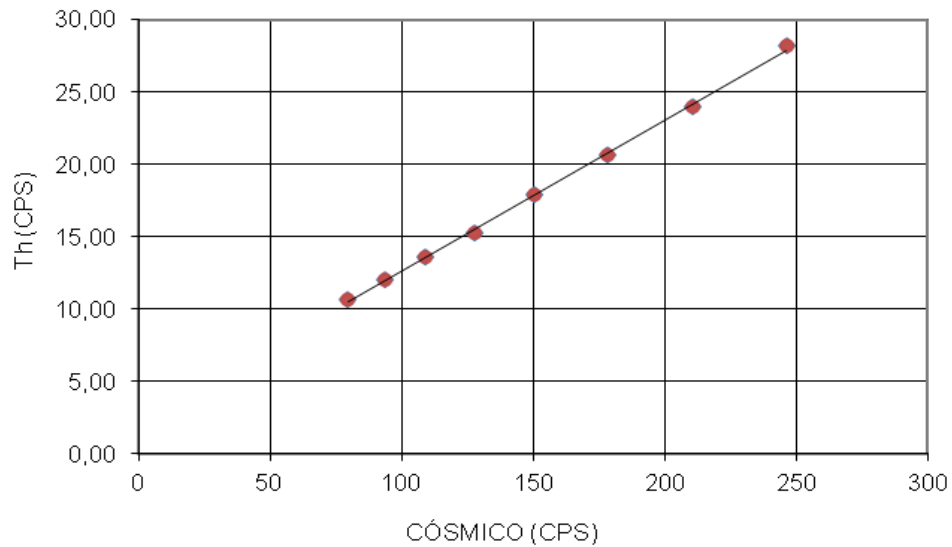
CÓSMICO x URÂNIO

$$y = 0,0777x + 4,6590$$
$$R^2 = 0,9881$$



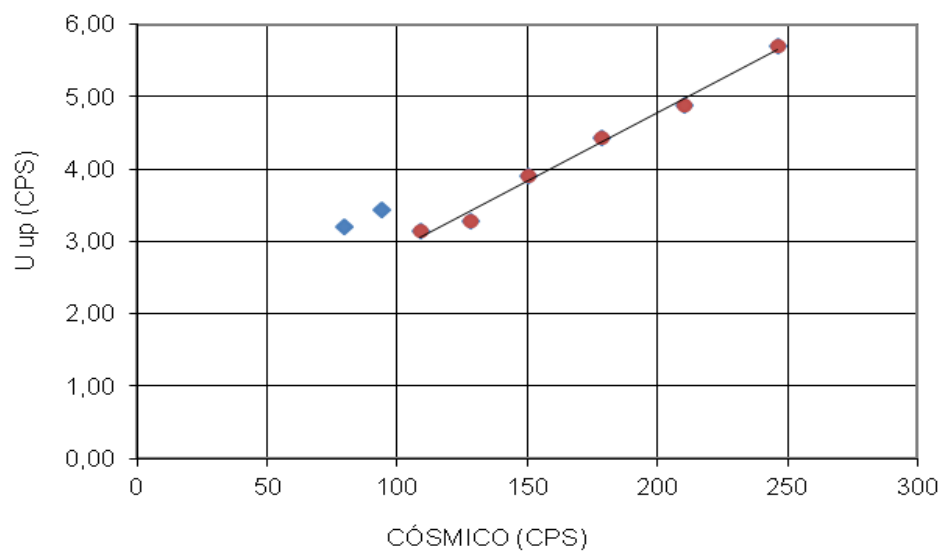
CÓSMICO x TÓRIO

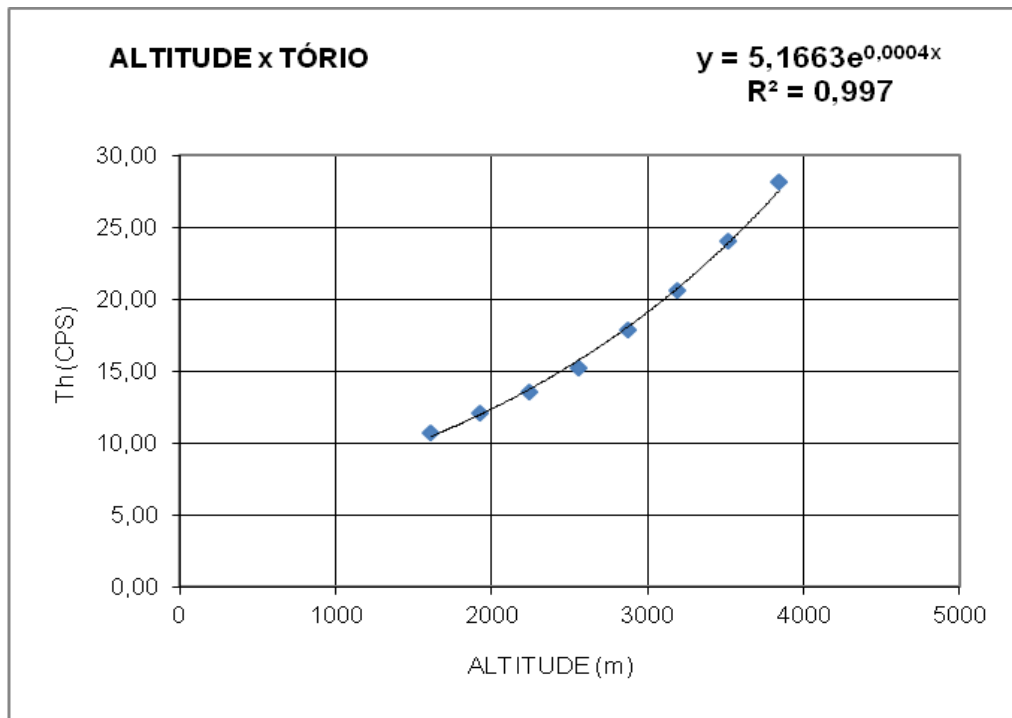
$$y = 0,1043x + 2,1794$$
$$R^2 = 0,999$$



CÓSMICO x URÂNIO UP

$$y = 0,0188x + 1,0126$$
$$R^2 = 0,9902$$





PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

RESULTADO DA COMPILAÇÃO DO VOO CÓSMICO
PARA DETERMINAÇÃO DOS BACKGROUNDS
DA AERONAVE E CÓSMICO

AERONAVE

PP-AGP

UBATUBA-SP
27 DE JUNHO DE 2015

RESULTADO DO VOO CÓSMICO DA AERONAVE PP-AGP

(Vol. Pacote de Cristais: 2.560 pol³)

Gamaespectrômetro: PICO ENVIROTEC

Caixa #1: Modelo GRS410, S/N 308-02 (1024)

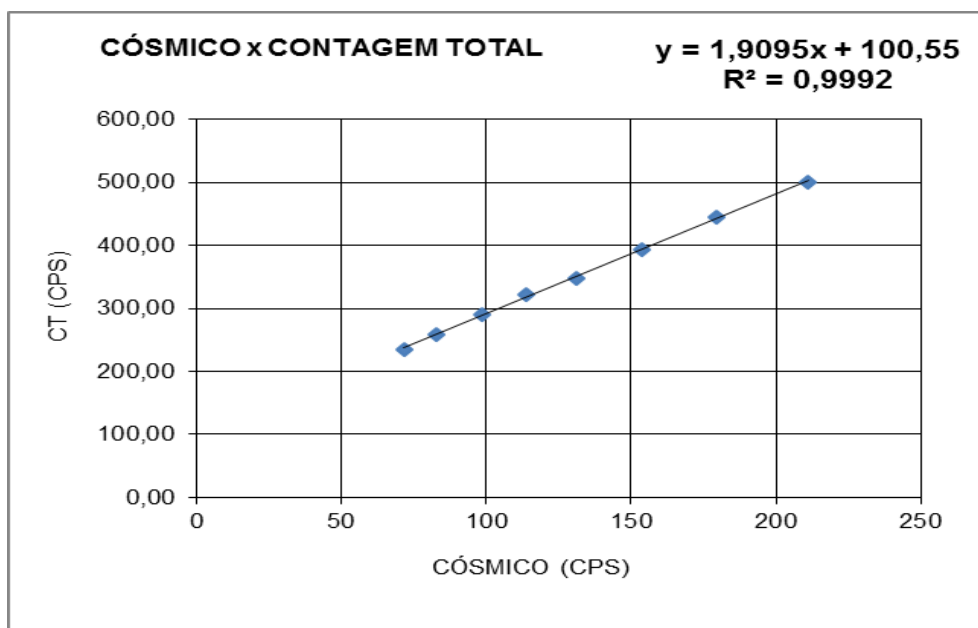
Caixa #2: Modelo GRS410, S/N 308-07 (1024)

Caixa #3: Modelo GRS1024, S/N 023 (512)

Realizado no litoral de Ubatuba – SP no dia 27/06/2015

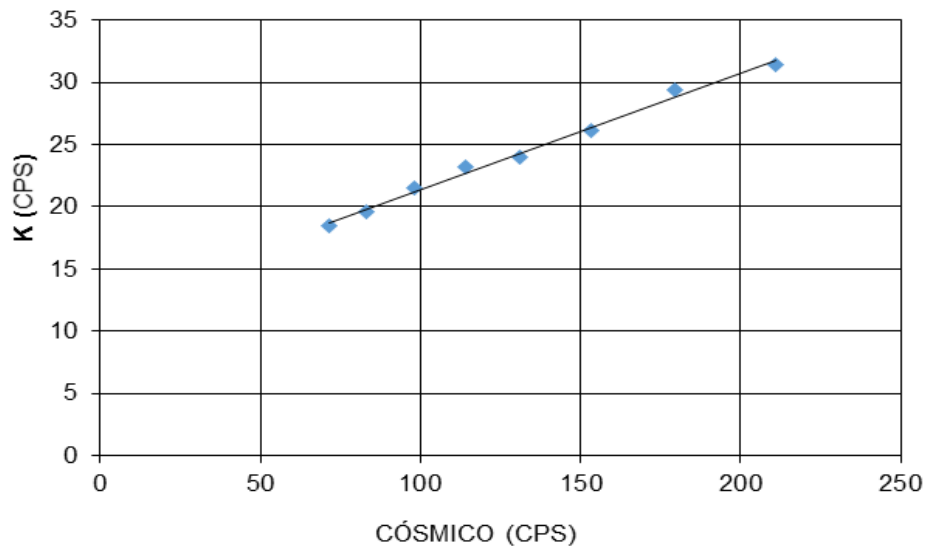
Linha	Cósmico (cps)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)	UUP (cps)	GPSHT (m)
12000	211,05	501,02	31,43	18,68	21,70	4,73	3884,91
11000	179,30	445,45	29,33	16,54	18,67	4,08	3565,25
10000	153,50	393,82	26,08	14,40	16,01	3,47	3246,33
9000	131,25	348,67	24,03	12,36	13,78	3,03	2928,64
8000	113,97	322,28	23,16	11,27	12,31	2,79	2613,38
7000	98,27	290,55	21,46	9,81	10,97	2,32	2299,16
6000	83,02	257,70	19,54	8,48	9,36	1,98	1985,36
5000	71,65	234,69	18,42	7,34	8,17	1,75	1672,97

Canal	Background da Aeronave	Espalhamento da Radiação Cósmica
CT	100,55	1,9095
K	11,950	0,0939
U	1,7373	0,0816
Th	1,3212	0,0964
Uup	0,2414	0,0213



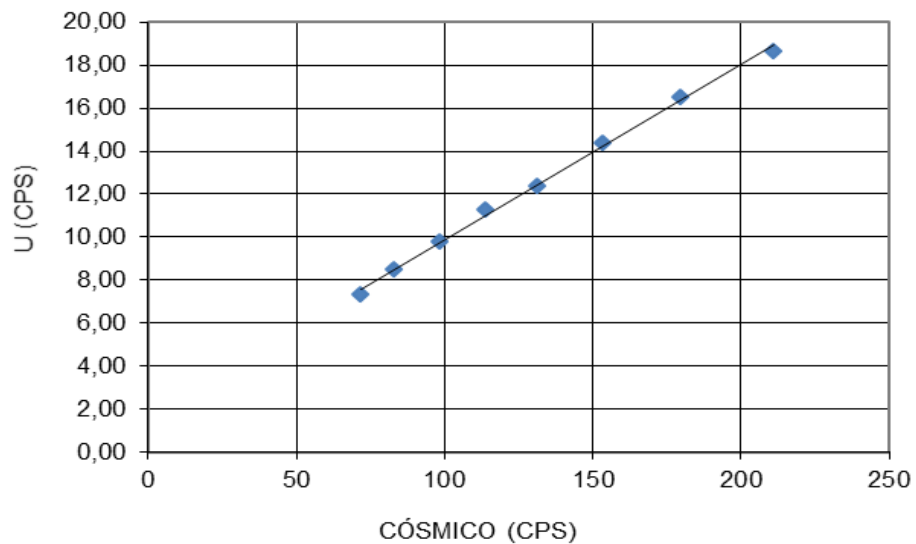
CÓSMICO x PÓTASSIO

$$y = 0,0939x + 11,9501$$
$$R^2 = 0,9932$$



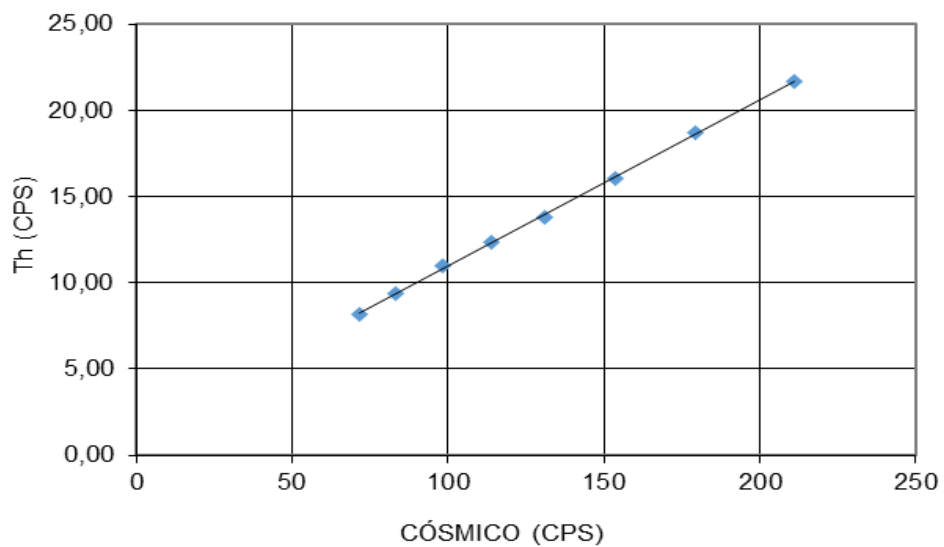
CÓSMICO x URÂNIO

$$y = 0,0816x + 1,7373$$
$$R^2 = 0,9977$$



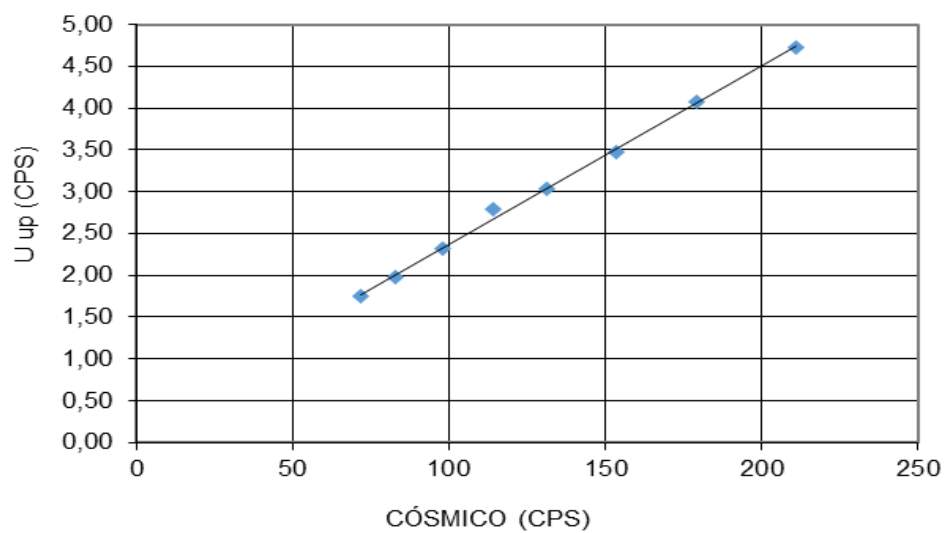
CÓSMICO x TÓRIO

$$y = 0,0964x + 1,3212$$
$$R^2 = 0,9994$$



CÓSMICO x URÂNIO UP

$$y = 0,0213x + 0,2414$$
$$R^2 = 0,9976$$



PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

RESULTADO DA COMPILAÇÃO DO VOO CÓSMICO
PARA DETERMINAÇÃO DOS *BACKGROUNDS*
DA AERONAVE E CÓSMICO

AERONAVE

PR-MCY

RIO DE JANEIRO-RJ
09 DE JANEIRO DE 2015

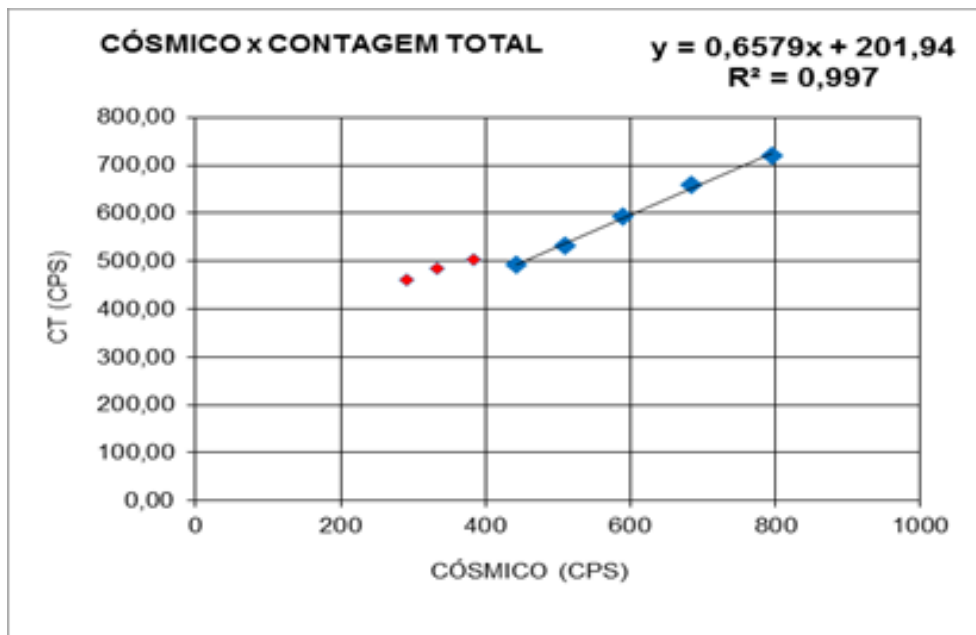
RESULTADO DO VOO CÓSMICO DA AERONAVE PR-MCY
(Vol. Pacote de Cristais: 2.560 pol3)

Gamaespectrômetro: EXPLORANIUM GR820

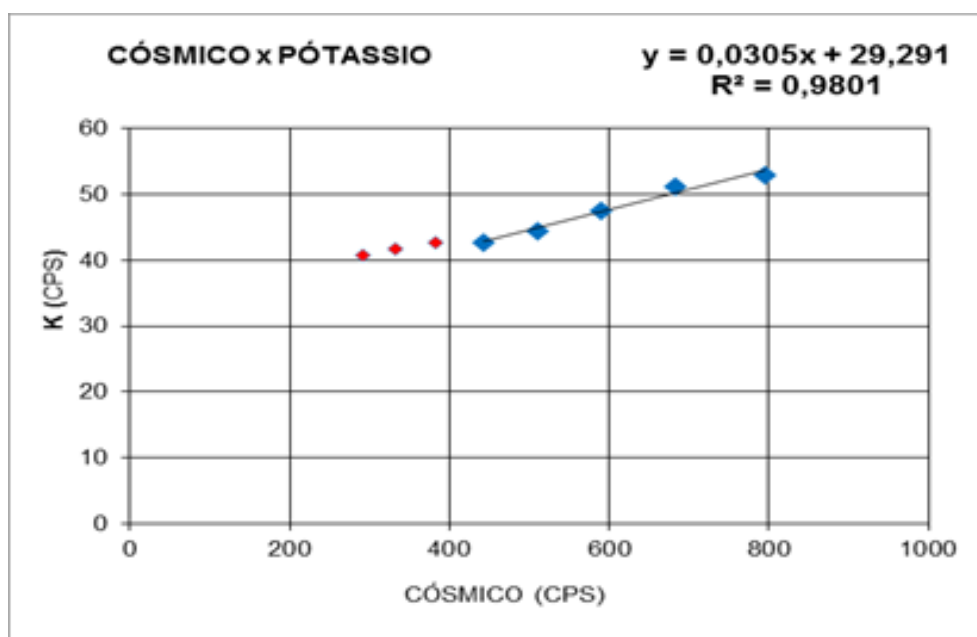
Realizado no litoral do município de Rio de Janeiro em 25 de Março de 2014

Linha	Cósmico (cps)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)	UUP (cps)	GPSHT (m)
12000	796,27	720,77	52,96	26,91	30,99	5,21	3892,87
11000	684,08	659,43	51,11	24,83	27,45	4,68	3566,09
10000	590,56	592,31	47,45	22,07	24,22	4,18	3242,11
9000	510,10	533,27	44,44	19,68	21,48	3,64	2918,46
8000	442,30	492,95	42,74	18,20	18,92	3,34	2592,13
7000	383,59	504,00	42,73	19,39	17,23	3,43	2265,27
6000	333,04	485,25	41,61	19,08	15,54	3,21	1941,38
5000	292,38	461,44	40,66	18,30	13,95	3,23	1619,72

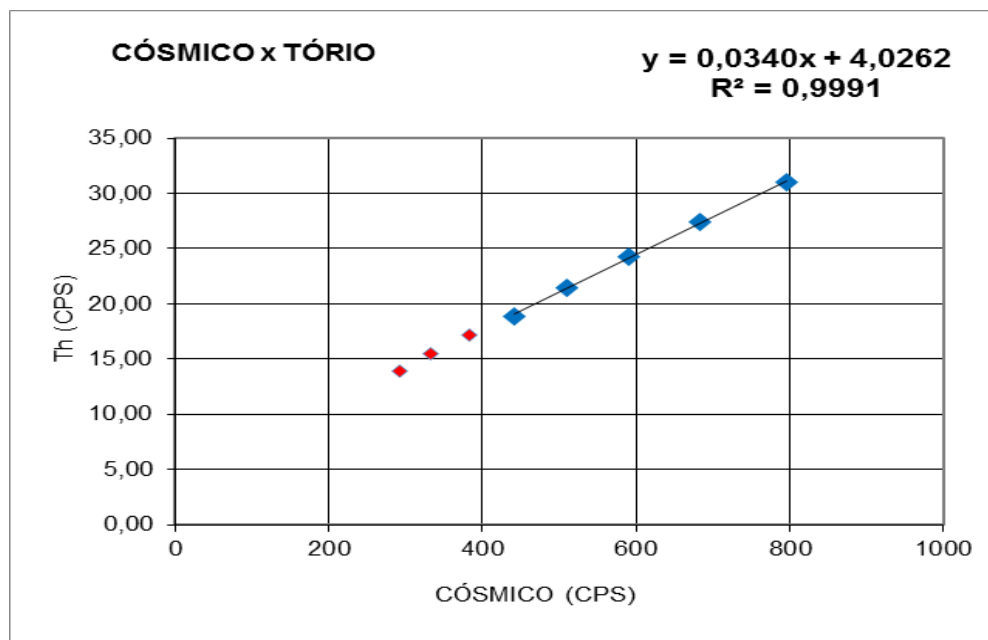
Canal	Background da Aeronave	Espalhamento da Radiação Cósmica
CT	201,94	0,6579
K	29,291	0,0305
U	6,9300	0,0255
Th	4,0262	0,0340
Uup	0,9411	0,0054



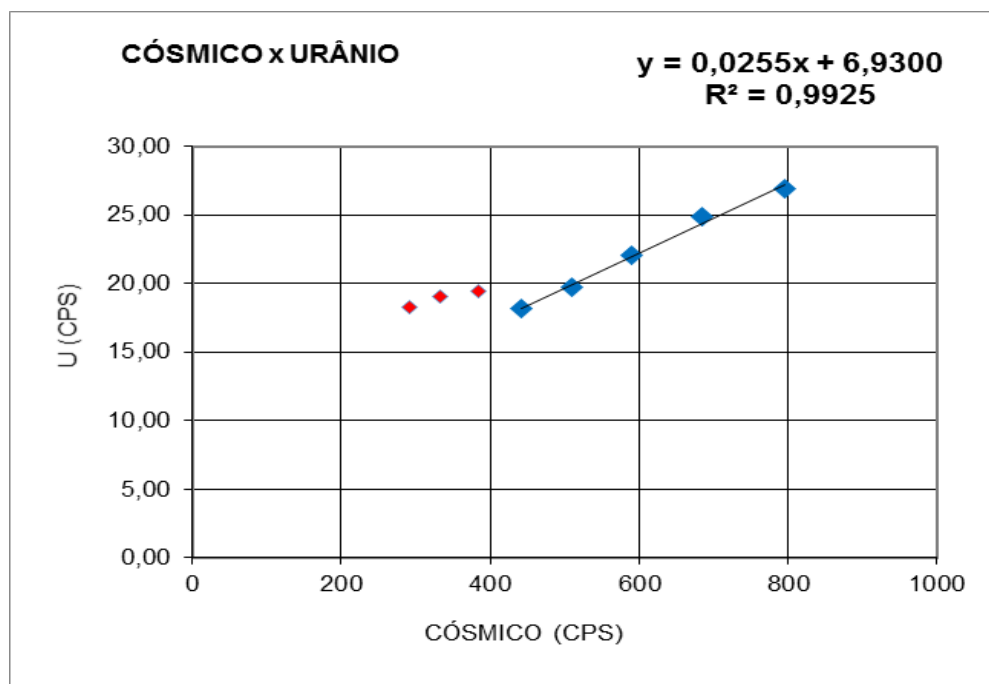
Dados excluídos para melhor ajuste dos coeficientes



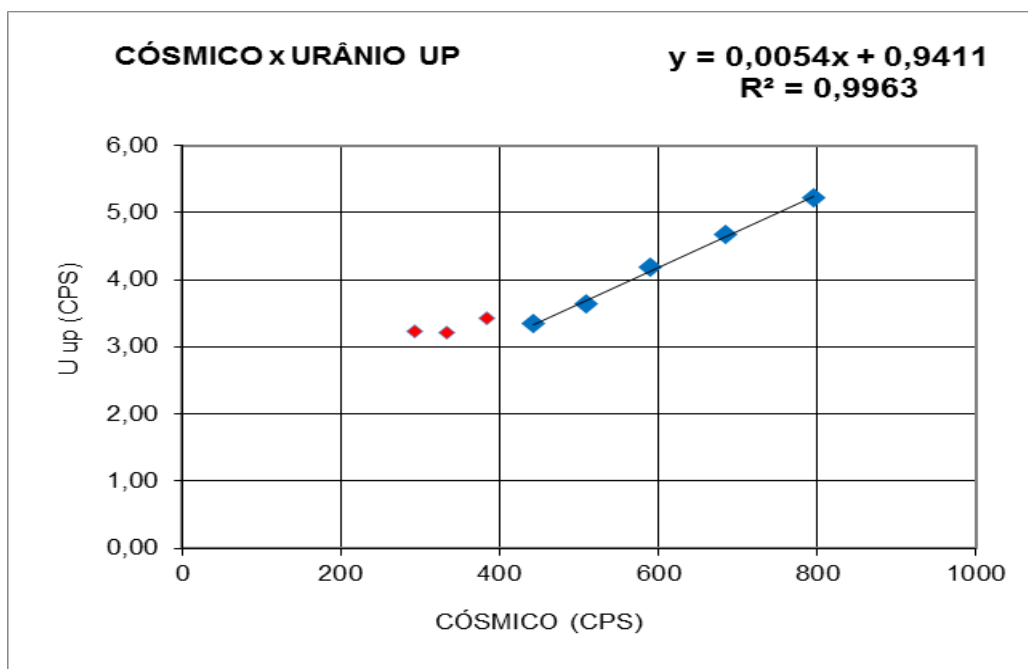
■ Dados excluídos para melhor ajuste dos coeficientes



■ Dados excluídos para melhor ajuste dos coeficientes



■ Dados excluídos para melhor ajuste dos coeficientes



■ Dados excluídos para melhor ajuste dos coeficientes

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

RESULTADO DA COMPILAÇÃO DO VOO CÓSMICO
PARA DETERMINAÇÃO DOS *BACKGROUNDS*
DA AERONAVE E CÓSMICO

AERONAVE PIPER NAVAJO CHIEFTAIN PA31-350

PR-PEC

UBATUBA - SP
15 DE ABRIL DE 2015

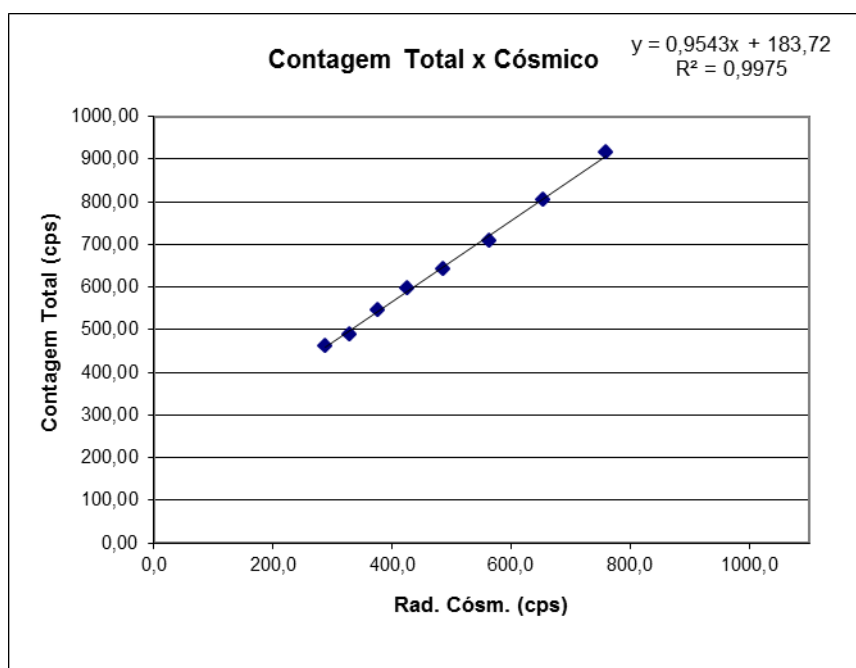
RESULTADO DO VOO CÓSMICO DA AERONAVE PIPER NAVAJO CHIEFTAIN PA31-350 - PR-PEC

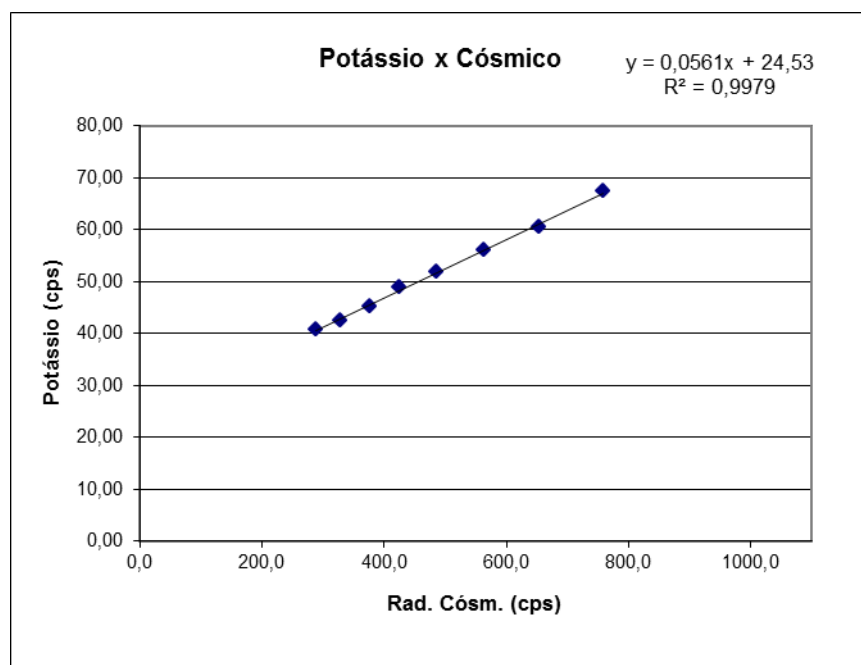
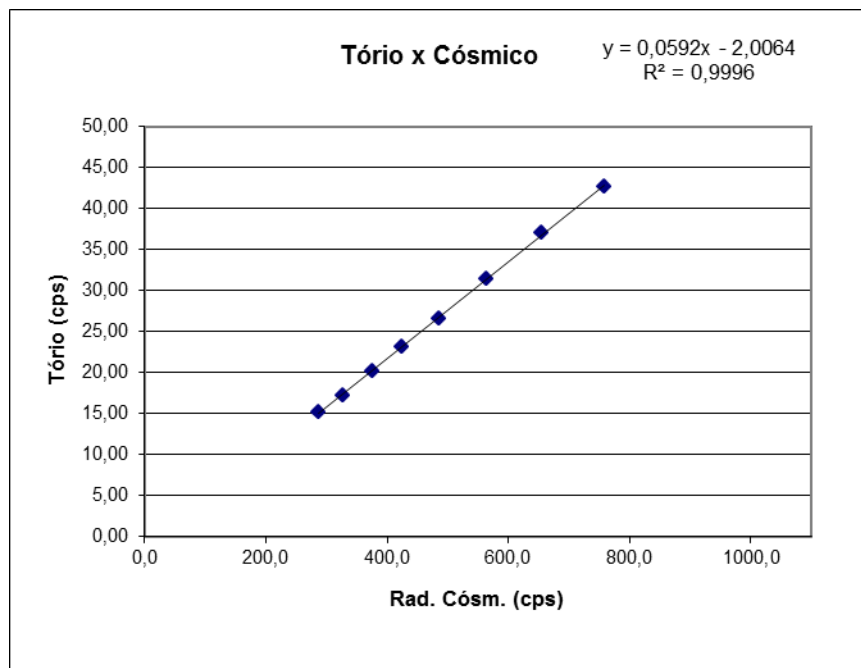
(Vol. Pacote de Cristais: 2.560 pol³)

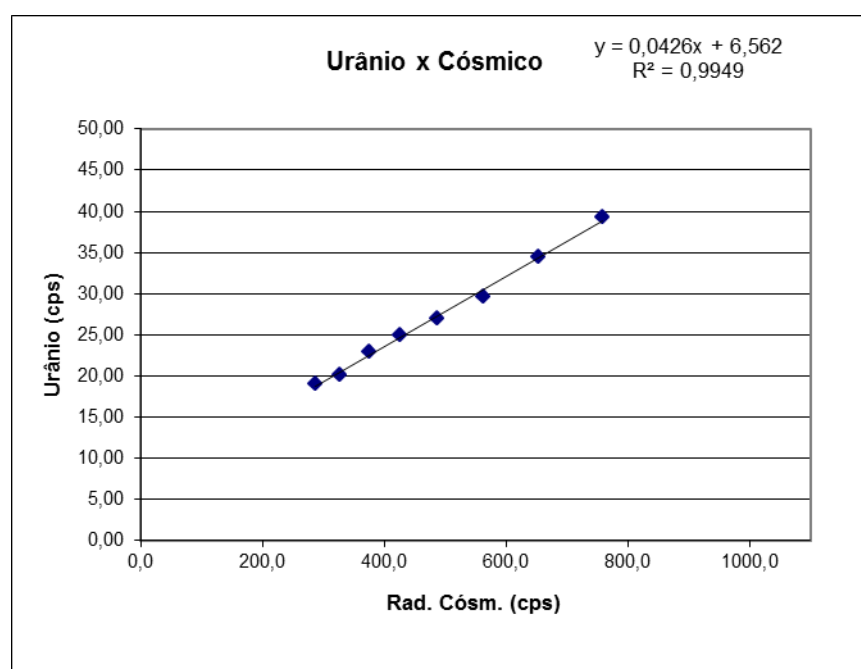
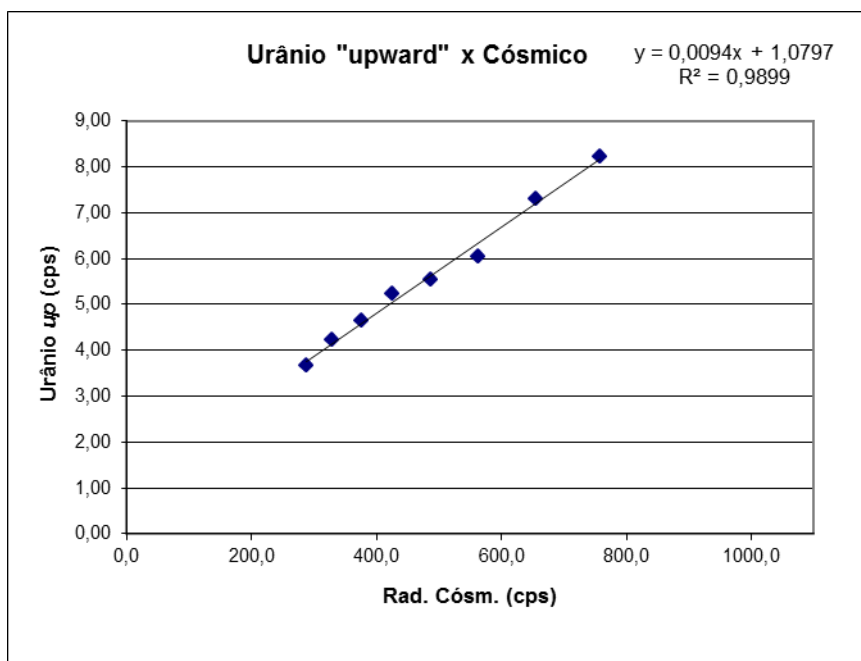
Realizado no litoral do município de Ubatuba-SP em 15 de Abril de 2015

Altitude (m)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (cps)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
1669,00	287,25	19,09	40,89	15,24	3,66	462,98
1982,90	327,74	20,14	42,46	17,22	4,22	490,50
2301,40	375,34	23,00	45,30	20,16	4,65	546,03
2610,40	425,02	24,96	49,03	23,09	5,24	597,04
2947,50	485,91	26,95	52,03	26,67	5,55	643,78
3239,50	563,08	29,60	56,05	31,39	6,04	707,61
3551,80	654,02	34,42	60,66	37,05	7,30	804,65
3880,90	757,79	39,33	67,37	42,68	8,22	916,39

RESULTADO		
CANAL	Background Aeronave	Espalhamento da Radiação Cósmica
CT	183,72	0,95
K	24,53	0,06
U	0,00	0,05
Th	0,00	0,06
Uup	0,00	0,01







PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

RESULTADO DA COMPILAÇÃO DO VOO CÓSMICO
PARA DETERMINAÇÃO DOS *BACKGROUNDS*
DA AERONAVE E CÓSMICO

AERONAVE PIPER NAVAJO CHIEFTAIN PA31-350

PR-PEC

UBATUBA - SP
24 DE DEZEMBRO DE 2015

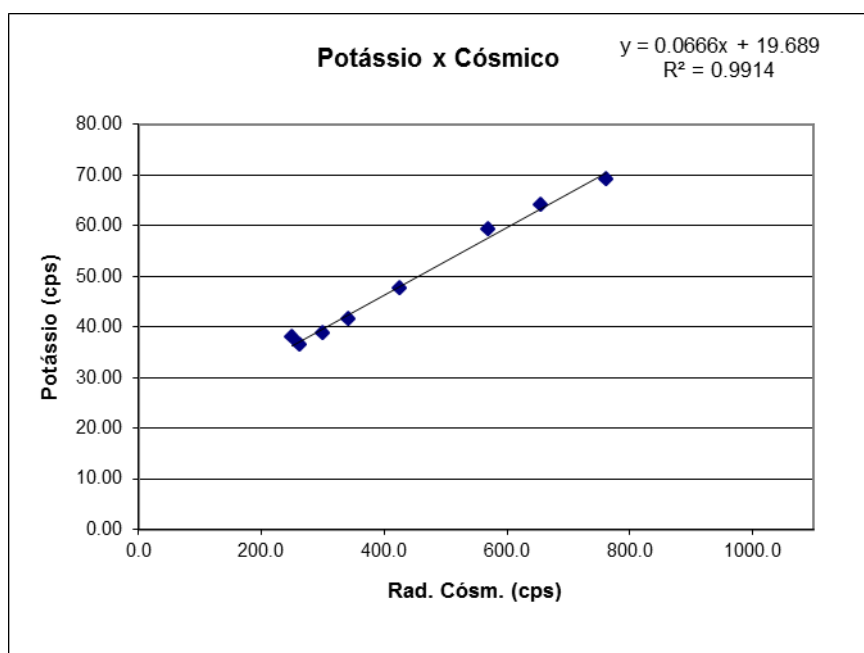
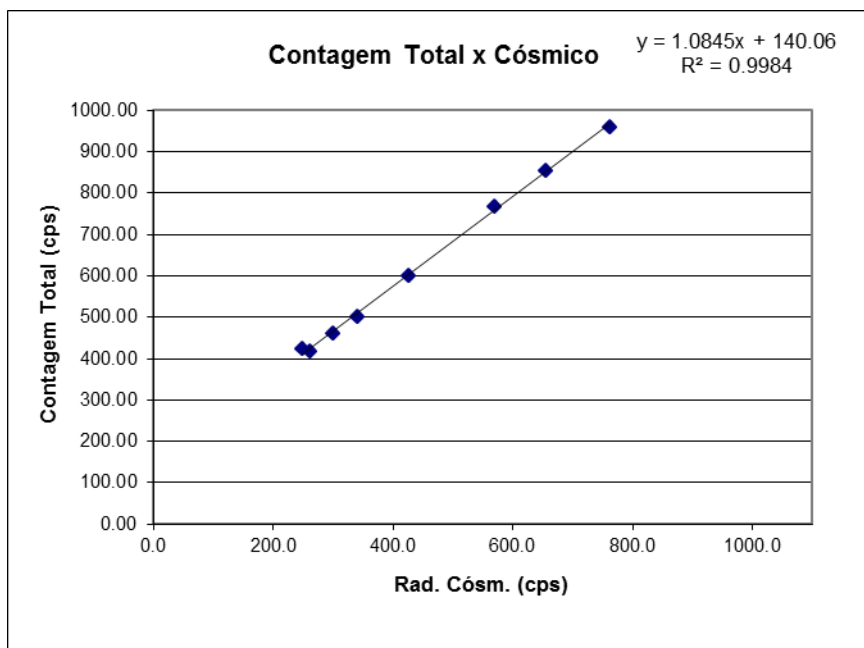
RESULTADO DO VOO CÓSMICO DA AERONAVE PIPER NAVAJO CHIEFTAIN PA31-350 - PR-PEC

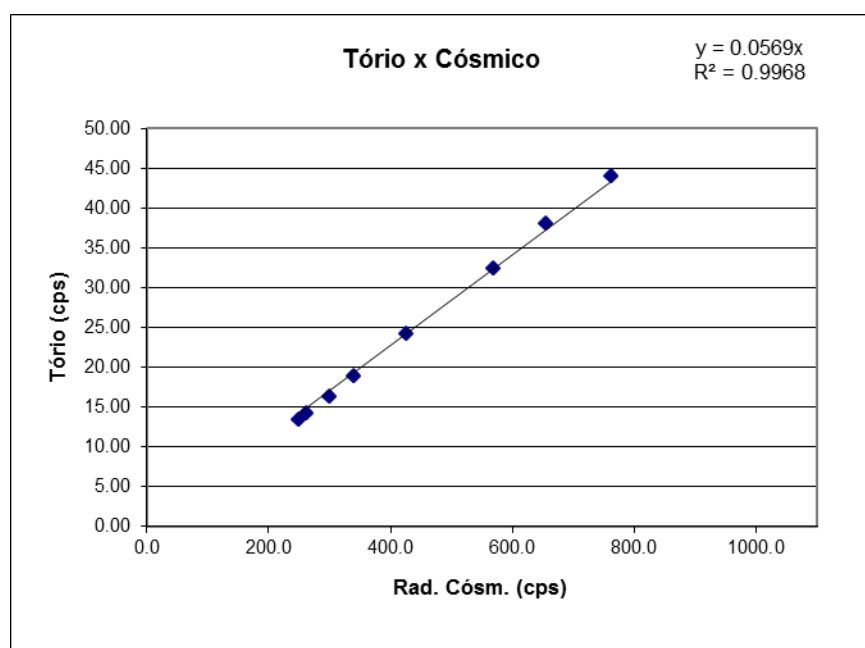
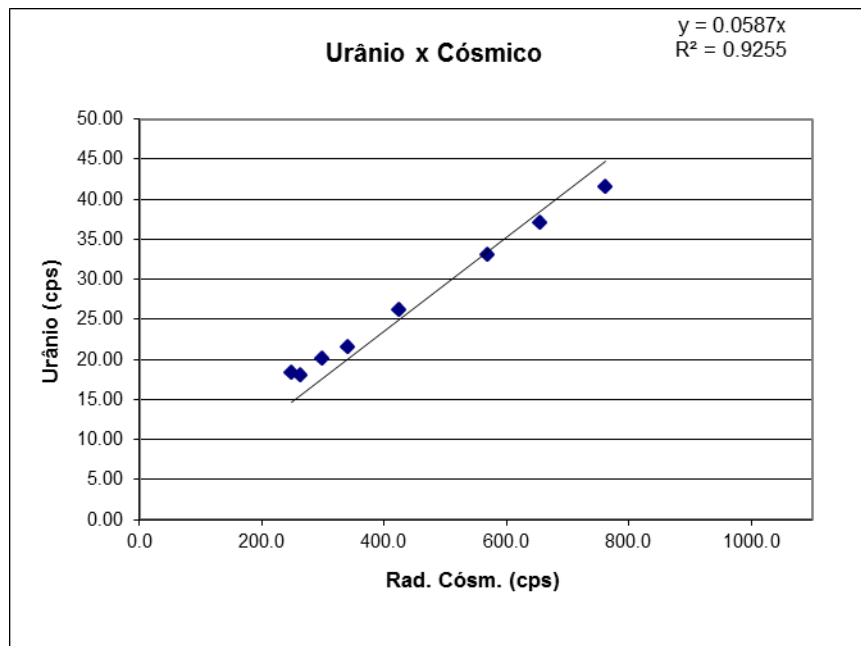
(Vol. Pacote de Cristais: 2.560 pol³)

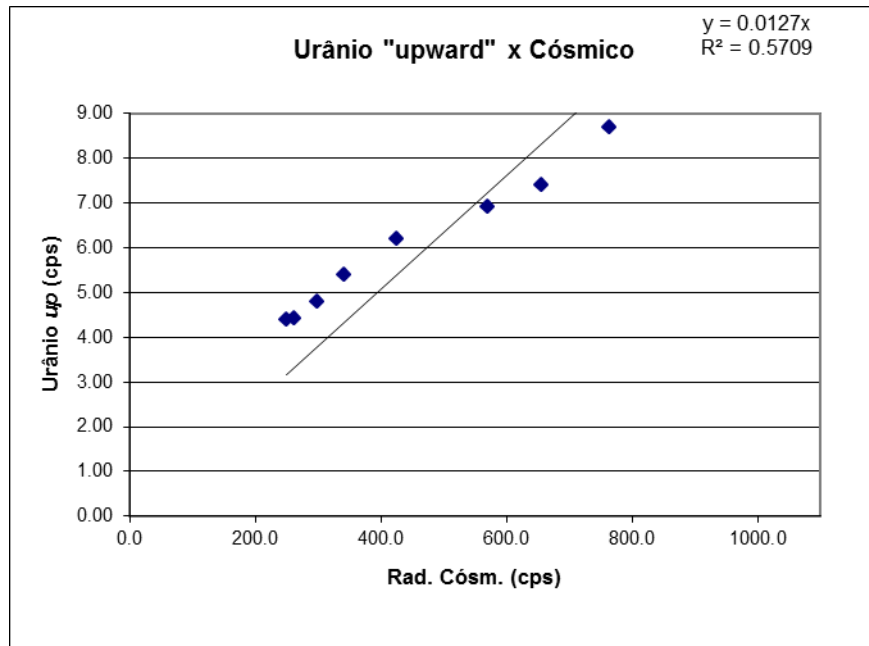
Realizado no litoral do município de Ubatuba - SP em 23 de Dezembro de 2015

Altitude (m)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (%)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
1604.10	249.43	18.41	37.99	13.35	4.38	423.83
1933.70	262.42	18.07	36.52	14.26	4.42	417.70
2258.80	299.48	20.05	38.71	16.21	4.78	459.31
2578.40	340.90	21.63	41.43	18.87	5.39	502.35
2918.70	425.40	26.22	47.72	24.13	6.19	601.34
3232.10	569.63	33.14	59.37	32.32	6.91	768.02
3554.20	655.06	37.09	64.04	38.02	7.41	854.72
3893.40	762.91	41.62	69.27	43.96	8.68	959.87

RESULTADO		
CANAL	Background Aeronave	Espalhamento da Radiação Cósmica
CT	140.06	1.08
K	19.69	0.07
U	0.00	0.06
Th	0.00	0.06
Uup	0.00	0.01





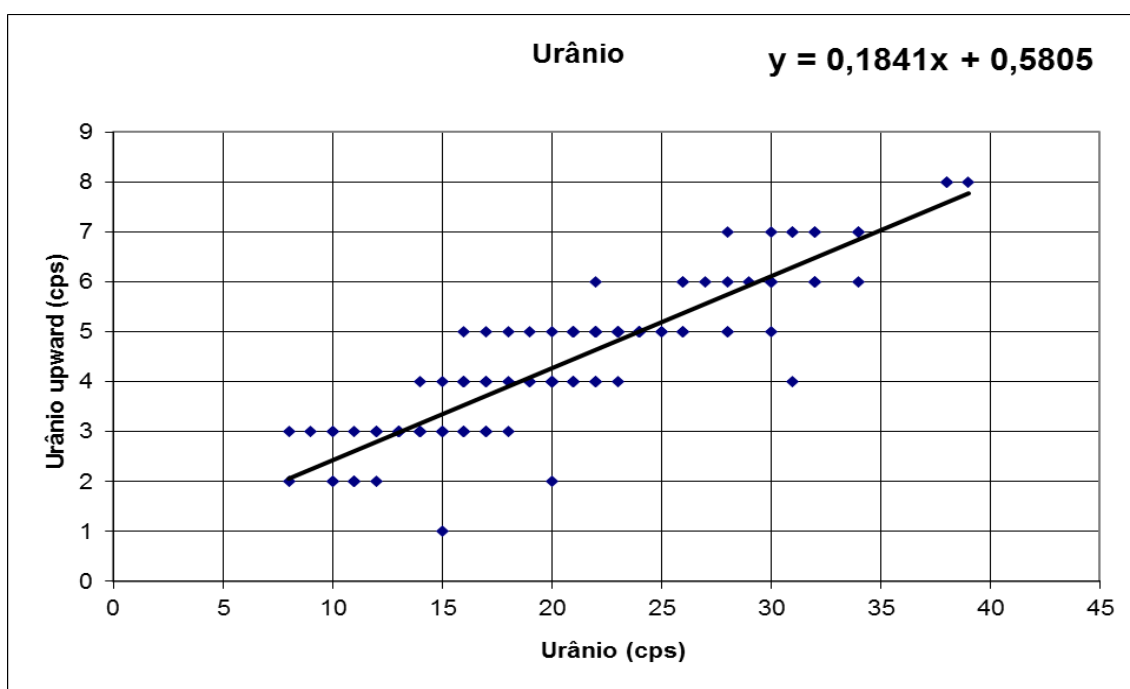
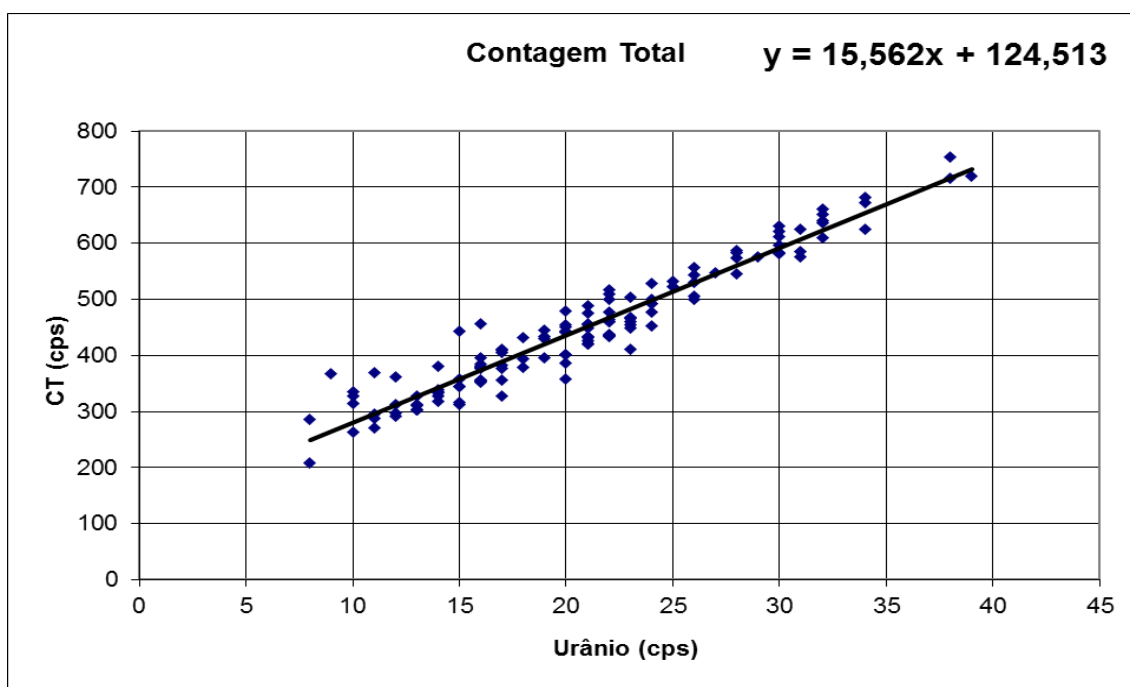


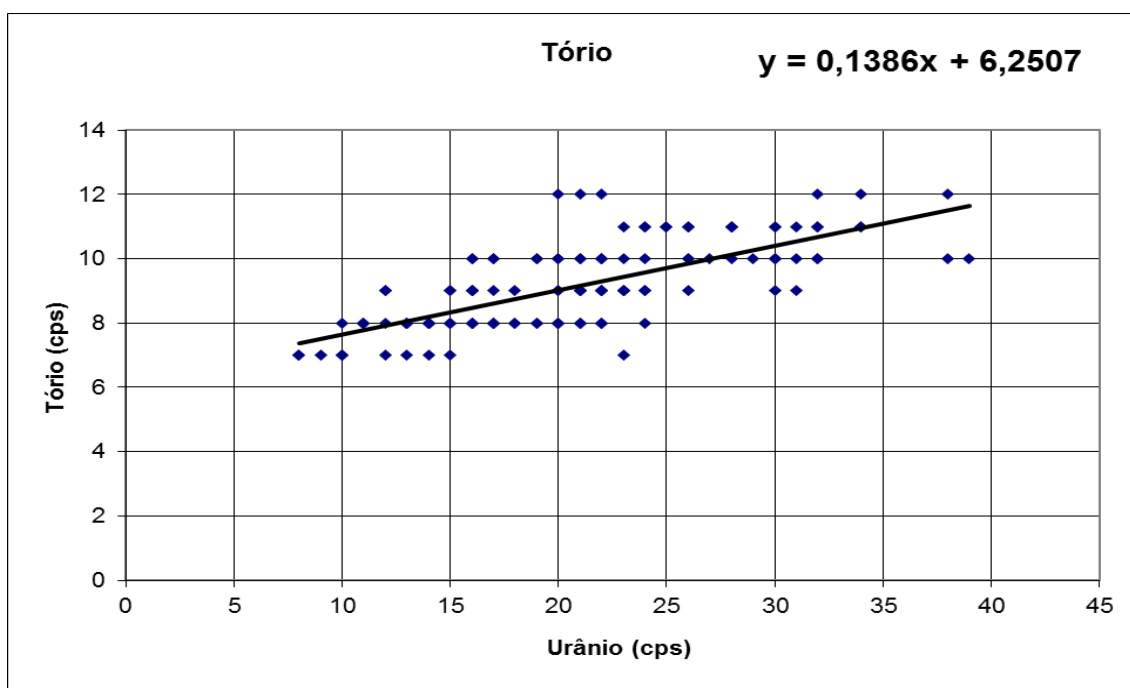
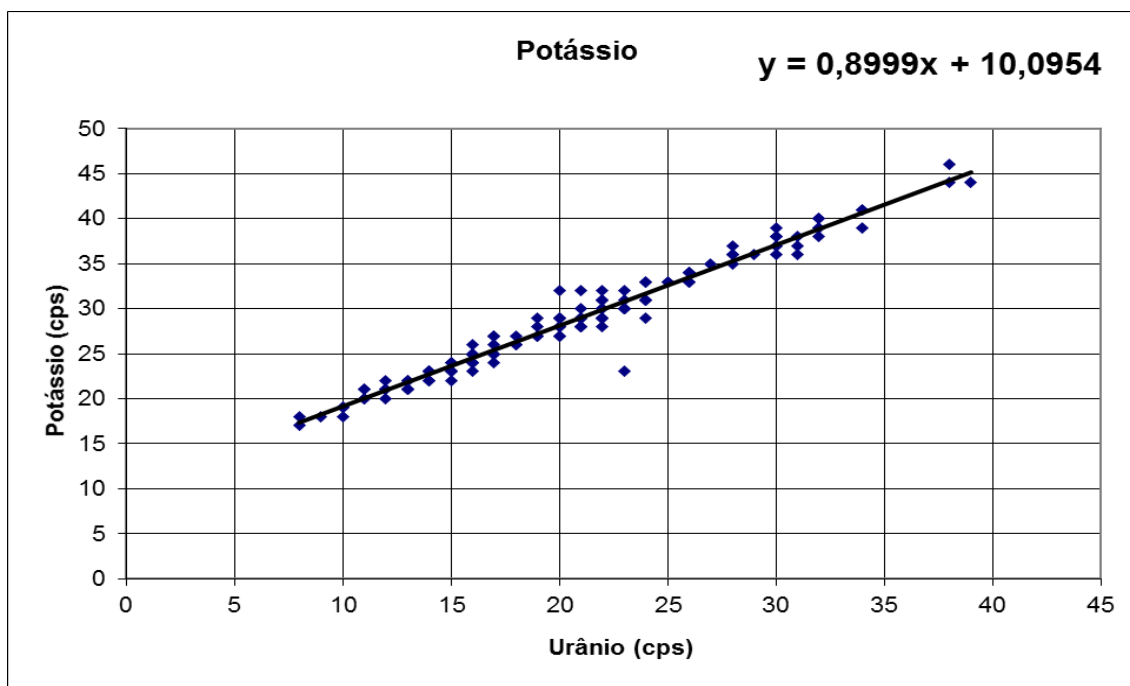
**ANEXO I-d - DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES DE CALIBRAÇÃO DO
RADÔNIO**

Aeronave PP-AGP - Médias por voo (cps)						
Voo	Urânio	Potássio	Contagem Total	Tório	Cósmico	Urânio Upward
007	8	18	209	7	56	2
	17	24	327	8	57	4
016	15	23	317	8	57	1
	34	39	624	11	58	6
018	17	25	355	8	58	3
	23	30	449	9	56	5
023	15	23	312	7	48	3
	20	28	387	8	48	4
031	17	26	406	9	58	4
	32	38	609	10	59	6
032	22	32	510	12	59	4
	34	41	672	11	59	7
033	20	29	441	9	55	4
	24	33	500	11	55	5
034	17	25	376	8	49	5
	30	36	581	9	50	6
035	16	25	381	9	56	4
	30	38	611	10	57	7
036	21	30	475	9	57	4
	34	41	682	12	57	7
037	22	30	478	9	58	4
	25	33	533	11	59	5
038	16	26	395	10	57	3
	32	39	641	10	56	6
039	17	27	411	10	57	3
	24	33	529	11	57	5
040	17	27	409	10	58	3
	28	36	574	11	58	5
041	20	29	450	10	58	2
	31	38	625	11	58	4
042	26	34	544	11	59	5
	28	36	587	11	58	7
043	22	31	499	10	59	4
	32	39	636	11	58	7
044	30	38	621	11	58	6
	32	40	651	11	58	7
045	30	39	631	11	59	6
	38	46	754	12	58	8
046	28	37	583	11	60	5
	24	31	492	9	58	5
047	32	40	661	12	57	6
050	15	23	345	9	58	3
	26	34	531	10	59	5
051	19	29	433	10	59	4
	30	37	597	10	58	6

Voo	Urânio	Potássio	Contagem Total	Tório	Cósmico	Urânio Upward
052	20	32	480	12	58	4
	30	37	584	10	55	5
057	15	24	357	8	58	3
	27	35	547	10	58	6
058	21	32	489	12	58	4
	28	35	545	10	59	6
059	21	29	455	10	69	4
	24	31	492	10	71	5
060	19	28	429	10	58	4
	29	36	575	10	58	6
061	21	29	449	10	67	4
	22	30	460	10	73	5
062	18	27	394	9	59	3
	38	44	715	10	58	8
063	20	28	443	10	80	4
	25	33	523	11	71	5
064	21	29	456	9	58	5
	39	44	719	10	58	8
065	23	32	504	11	81	5
	26	34	556	11	70	6
066	16	25	376	10	82	4
	23	30	466	10	75	5
070	16	25	456	8	50	4
	19	27	445	8	50	5
071	12	21	361	9	74	3
	18	26	432	8	62	5
072	10	19	336	7	50	2
	14	22	380	8	51	4
073	11	21	369	8	51	3
	20	27	454	8	52	5
074	9	18	367	7	57	3
	15	22	444	8	56	4
075	8	17	286	7	55	3
	16	23	385	8	54	5
076	10	18	327	7	54	3
	23	23	410	7	55	4
078	10	19	315	7	54	3
	22	28	516	8	55	6
081	20	29	357	9	54	4
	16	25	354	9	73	4
082	16	25	378	9	58	3
	23	31	468	9	54	5
083	13	22	327	8	58	3
	18	26	379	8	58	4
084	16	24	355	8	62	4
	22	31	464	10	54	5
085	11	20	288	8	57	2
	22	29	434	9	59	5

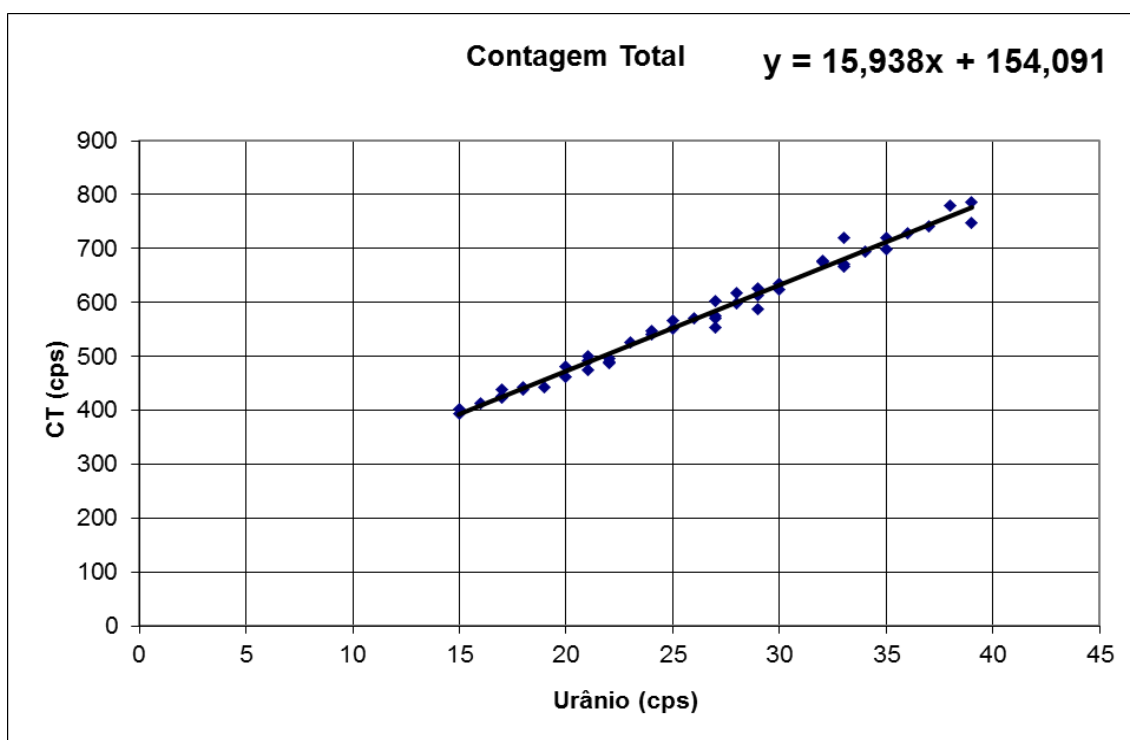
Voo	Urânio	Potássio	Contagem Total	Tório	Cósmico	Urânio Upward
086	11	20	271	8	58	2
	21	28	426	8	54	5
087	14	22	327	8	60	3
	21	29	434	9	58	5
088	16	24	355	9	60	3
	26	33	500	9	60	6
089	12	20	292	8	57	2
	22	29	436	9	60	5
090	15	24	344	9	57	3
	24	31	478	9	59	5
091	14	23	338	7	56	3
	20	27	402	8	59	4
092	10	19	263	8	59	2
	24	29	453	8	59	5
093	12	21	297	7	60	3
	22	31	461	8	55	5
094	13	21	303	7	59	3
	21	28	420	8	59	5
095	12	22	312	9	59	3
	19	27	395	8	60	4
096	13	21	303	8	62	3
	21	29	432	8	59	5
097	14	23	336	8	63	3
	21	28	421	9	60	5
098	16	24	352	8	61	3
	22	29	435	8	58	5
099	11	21	296	8	61	2
	23	30	455	9	62	5
100	13	22	310	8	62	3
	23	30	461	9	60	5
101	14	23	318	8	60	3
	26	33	506	10	59	5
102	14	23	334	8	62	3
	31	36	586	9	57	7
103	17	25	383	8	61	4
	31	37	576	10	60	7
104	13	21	303	8	61	3
	22	29	438	9	57	5
105	13	22	312	8	62	3
	20	28	402	8	60	4

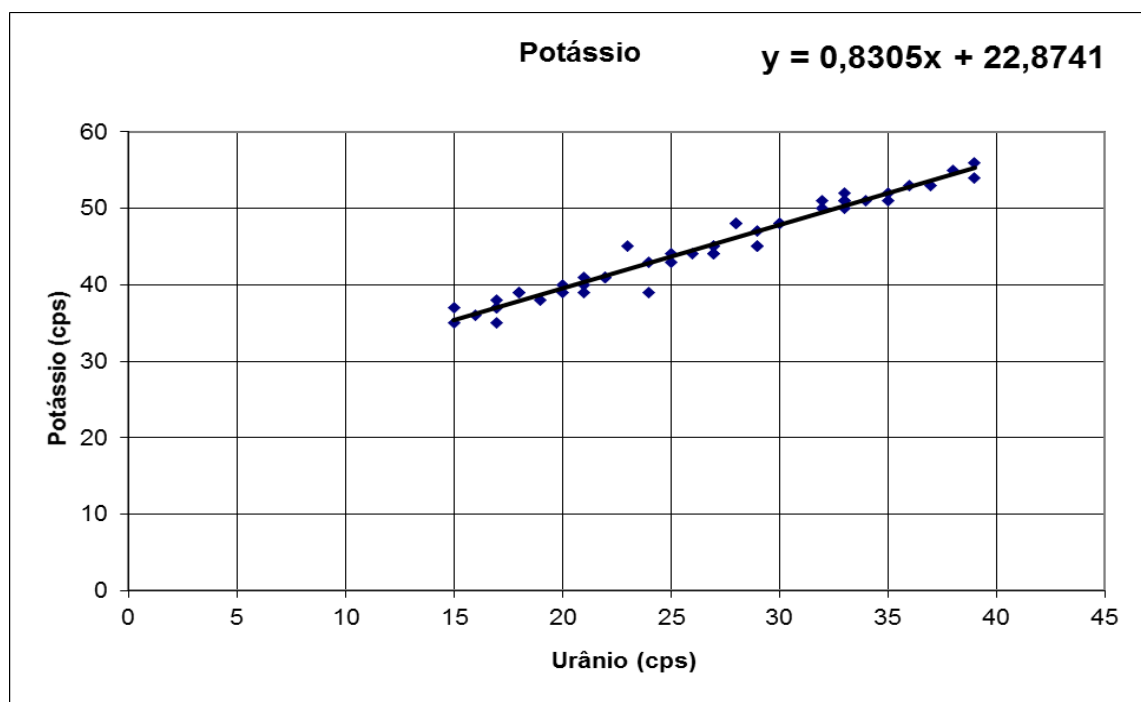
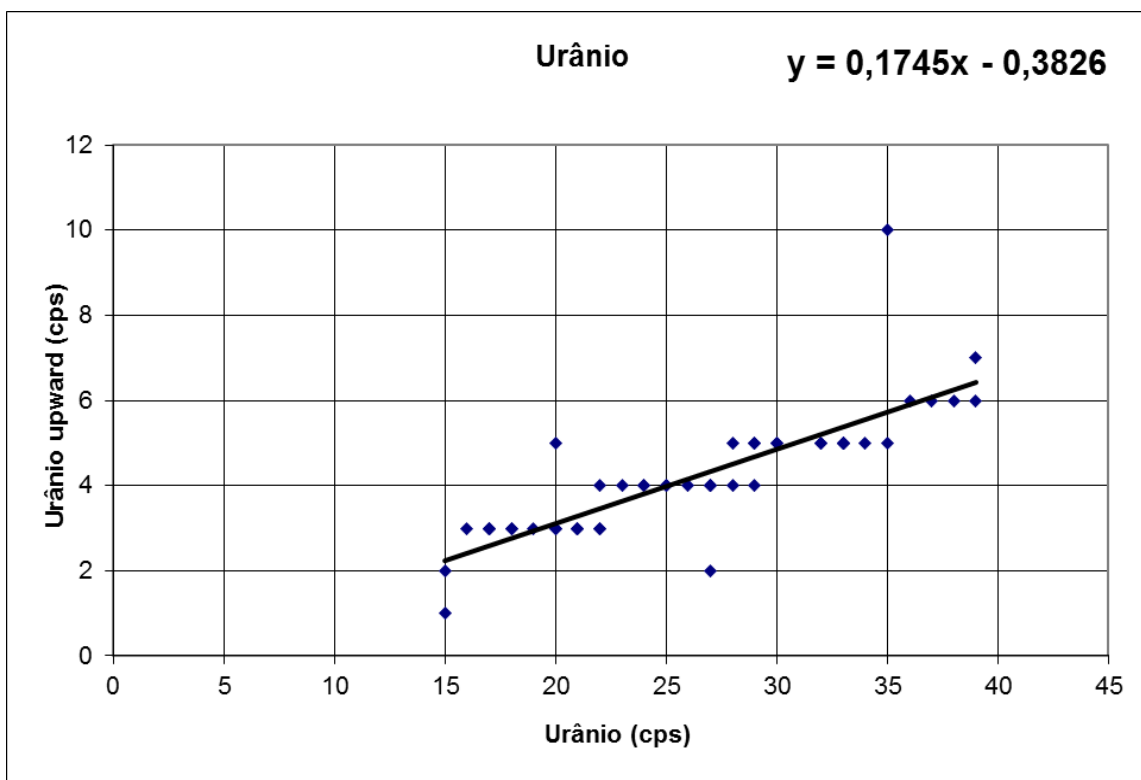


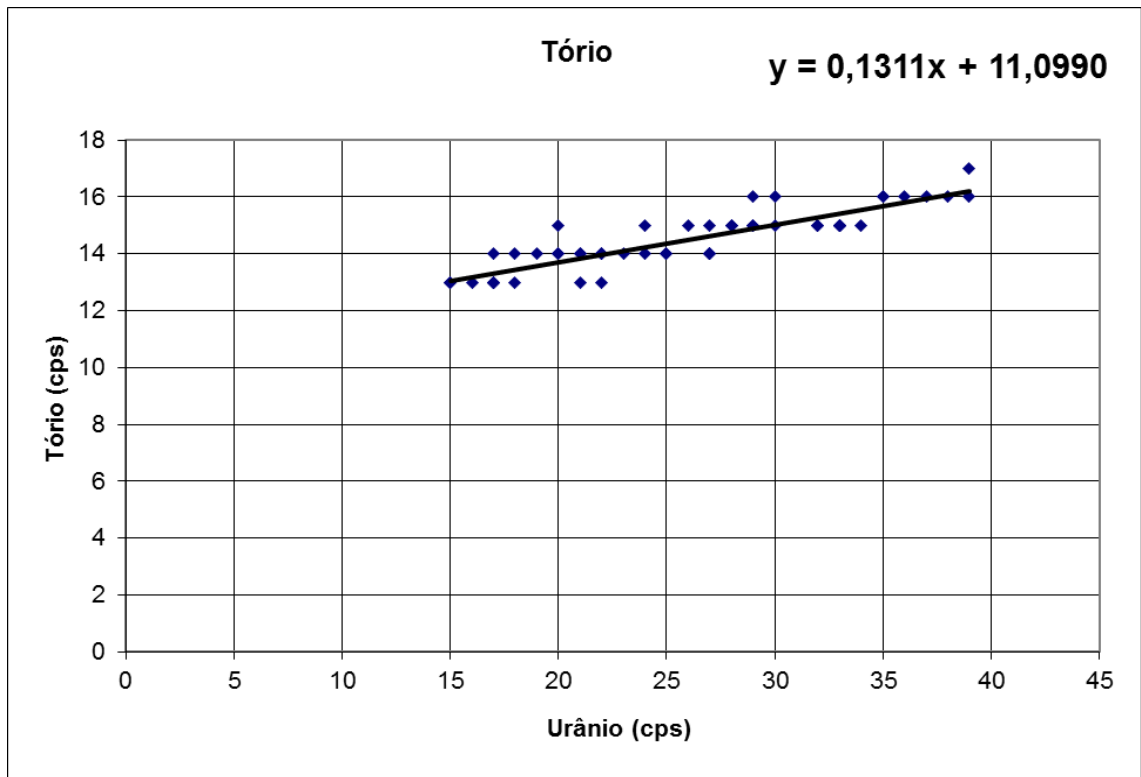


Aeronave PR-MCY - Médias por voo (cps)						
Voo	Urânio	Potássio	Contagem Total	Tório	Cósmico	Urânio Upward
202	21	41	501	13	243	3
	39	56	786	17	250	6
203	33	51	720	15	244	5
	29	45	626	16	244	4
204	20	40	480	14	240	3
	33	50		15	243	5
205	17	37	425	14	250	3
	29	47	613	15	242	5
206	15	35	395	13	239	1
	27	45	603	14	232	2
207	18	39	444	14	240	3
	27	45	575	15	243	4
208	17	35	427	13	227	3
	24	39	540	14	219	4
209	25	43	551	14	241	4
	34	51	694	15	216	5
210	16	36	413	13	240	3
	30	48	625	15	244	5
211	25	44	567	14	242	4
	29	45	589	15	242	5
212	22	41	489	13	239	4
	39	54	747	16	243	7
213	15	37	403	13	236	2
	32	51	675	15	240	5
216	17	38	440	13	239	3
	27	44	554	14	242	4
217	22	41	495	14	238	3
	30	48	636	16	242	5
218	21	40	492	14	239	3
	27	44	571	14	242	4
219	24	43	547	15	241	4
	36	53	728	16	242	6
220	17	37	426	13	240	
	35	51	700	16	243	10
221	19	38	444	14	241	3
	20			15	242	5
222	20	39	461	14	242	3
	35	52	719	16	243	5
223	22	41	487	14	240	3
	38	55	779	16	245	6
224	26	44	571	15	242	4
	37	53	742	16	246	6
225	21	39	474	14	241	3
	32	50	677	15	242	5
226	18	39	439	13	239	3
	28	48	618	15	240	5

Voo	Urânio	Potássio	Contagem Total	Tório	Cósmico	Urânio Upward
227	23	45	525	14	242	4
	33	51	672	15	243	5
228	28	48	598	15	242	4
	33	52	667	15	243	5







ANEXO I-e - CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

RESUMO DOS RESULTADOS DOS TESTES DE CALIBRAÇÃO
DINÂMICA - SENSIBILIDADE

AERONAVE

PT-EPY

MARICÁ - RJ
15 DE MAIO DE 2014

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

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

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

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

1. Considerações Gerais

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

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

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

No dia 15 de Maio de 2014 a Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda. efetuou os testes sobre a “pista de calibração dinâmica” no distrito de Inoã, município de Maricá (RJ).

2. Levantamento Terrestre

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



Figura 1 – Gamaespectrômetro Portátil EXPLORANIUM GR-320

Foram registradas 69 estações, sendo 63 sobre a pista de calibração e 6 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	CT(*)	K	eU	eTh	CT	K	U	Th
	($\mu\text{R/h}$)	(%)	(ppm)	(ppm)	(cpm)	(cpm)	(cpm)	(cpm)
MÉDIA	12,69	2,08	2,74	27,08	5237,12	528,19	110,70	235,49
DESVIO PADRÃO	3,01	0,62	0,70	8,36	1192,57	133,86	25,57	72,45
ERRO NA MÉDIA(1)	0,38	0,08	0,09	1,05	150,25	16,87	3,22	9,13
INCERTEZA (%) (2)	2,99%	3,73%	3,22%	3,89%	2,87%	3,19%	2,91%	3,88%

(*) Valor obtido através da expressão:

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

E = Taxa de Exposição ($\mu R/h$)

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

(2) Incerteza = Erro na Média/Média

cpm = contagem por minuto

63 estações utilizadas no cálculo estatístico

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

ESTATÍSTICA	CT(*)	K	eU	eTh	CT	K	U	Th
	($\mu R/h$)	(%)	(ppm)	(ppm)	(cpm)	(cpm)	(cpm)	(cpm)
MÉDIA	0,54	0,03	0,50	0,58	180,97	17,40	9,97	5,30
DESVIO PADRÃO	0,13	0,05	0,06	0,17	33,74	6,41	1,25	1,63
ERRO NA MÉDIA(1)	0,05	0,02	0,03	0,07	13,77	2,62	0,51	0,67
INCERTEZA (%) (2)	9,85%	63,25%	5,16%	12,05%	7,61%	15,05%	5,11%	12,57%

3. Levantamento Aéreo

Foi utilizada a aeronave PT-EPY equipada com gamaespectrômetro EXPLORANIUM GR820, com cristais detectores de NaI com 2560 pol³ *down* e 512 pol³ *up*. Foram realizadas 8 passagens sobre a pista de calibração e mar, nas seguintes altitudes: 330 (três vezes), 400, 500, 600, 700 e 800 pés. A razão pela qual foram voadas linhas em várias altitudes foi o aproveitamento dos dados para calcular também os coeficientes de atenuação atmosférica (*attenuation coefficients*), os quais são utilizados para a correção altimétrica dos dados radiométricos.

4. 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-EPY 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):

$E = 1,505 K\% + 0,653 eU + 0,287 eTh$, 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(*)	K	eU	eTh
	($\mu R/h$)	(%)	(ppm)	(ppm)
MÉDIA	2497,98	117,72	34,08	112,00
DESVIO PADRÃO	216,05	12,80	4,18	11,33
ERRO NA MÉDIA(1)	1,14	0,07	0,02	0,06
INCERTEZA (%) (2)	0,05%	0,06%	0,06%	0,05%

* tempo morto, background, stripping e atenuação corrigidos

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

ESTATÍSTICA	CT(*) (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
MÉDIA	12,14	2,04	2,24	26,49	5056,16	510,79	100,74	230,19
DESVIO PADRÃO	3,01	0,62	0,70	8,36	1192,6	133,9	25,6	72,4
ERRO NA MÉDIA(1)	0,38	0,08	0,09	1,05	150,25	16,87	3,22	9,13
INCERTEZA (%) (2)	3,12%	3,79%	3,94%	3,97%	2,97%	3,30%	3,20%	3,97%

cpm = contagens por minuto

Quadro 5 - Coeficientes de Sensibilidade

	CT(*) (cps / μ R/h)	K (cps / %)	eU (cps / ppm)	eTh (cps / ppm)
Sensibilidade (S)	205,70	57,62	15,18	4,23

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

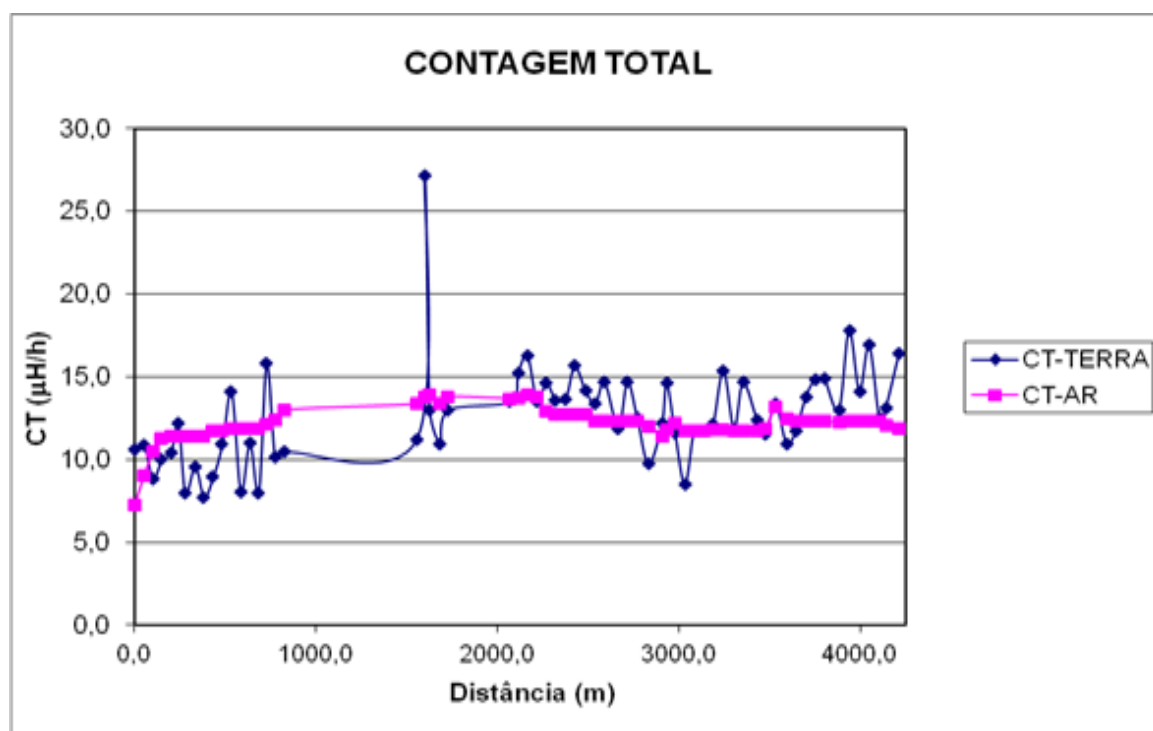


Figura 3 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Contagem Total

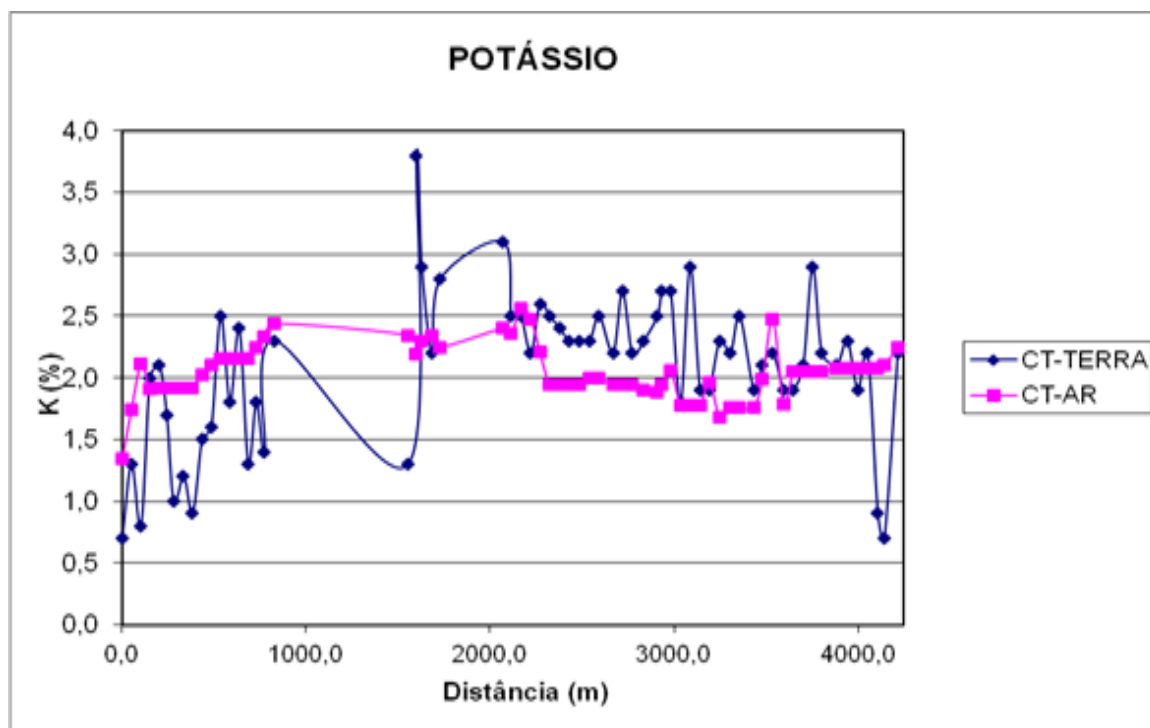


Figura 4 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Potássio

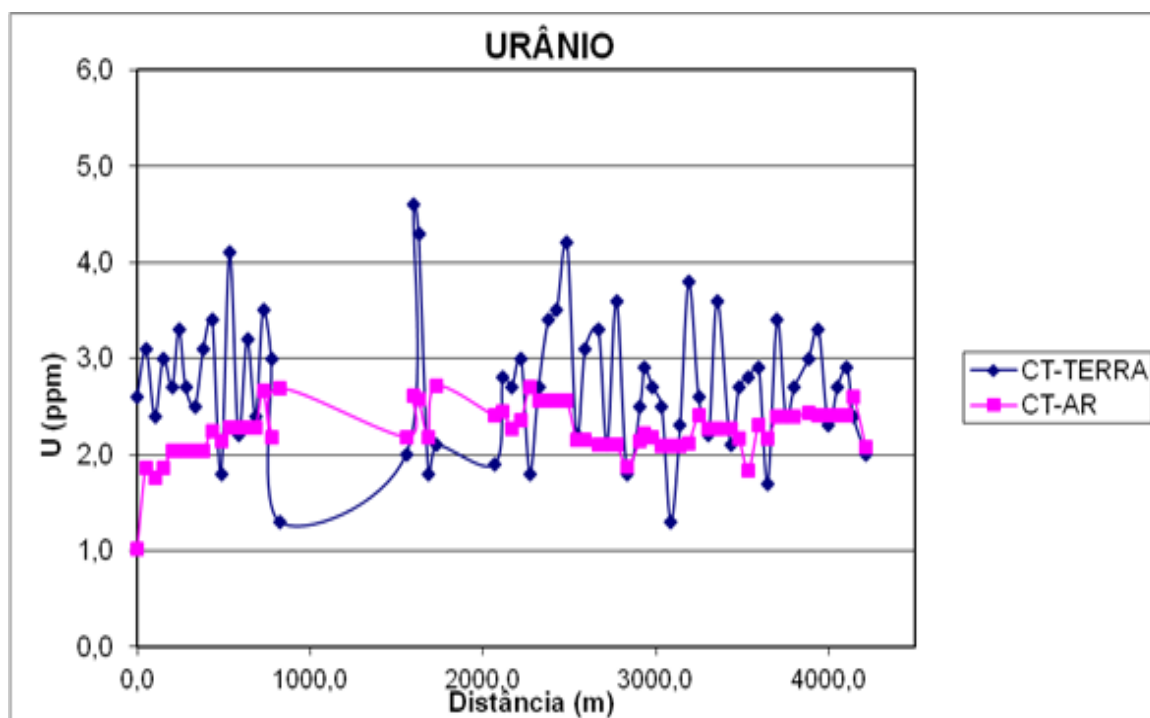


Figura 5 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Urânio

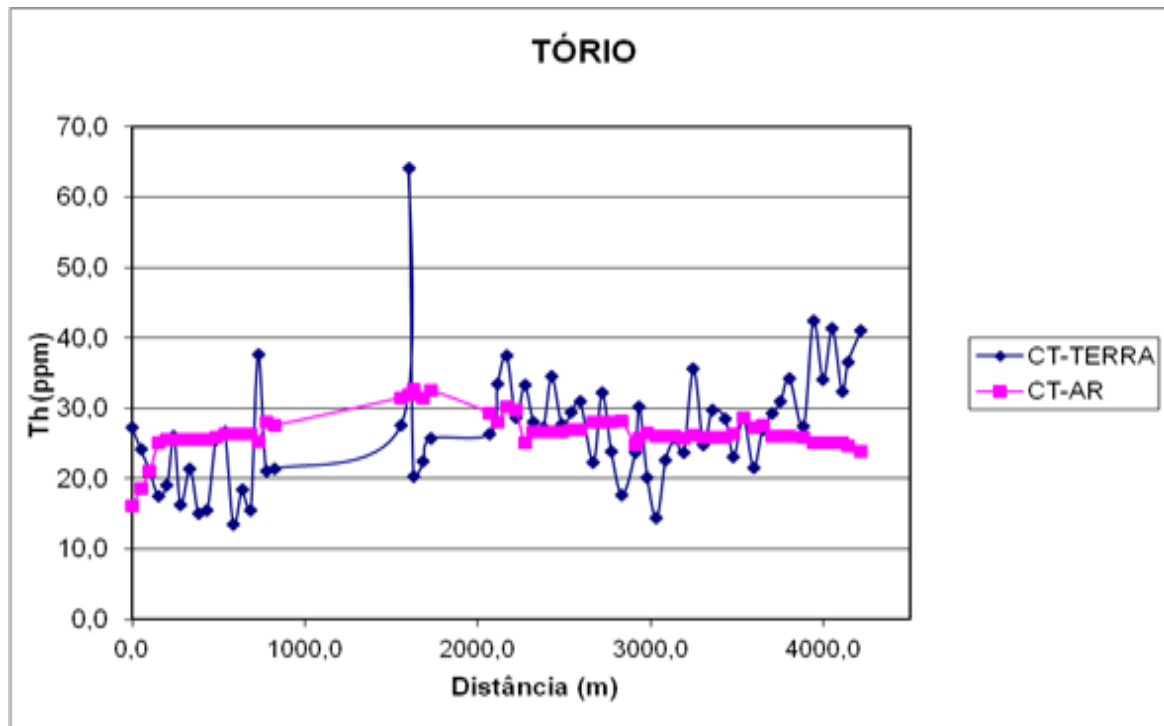


Figura 6 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo – Tório

**TABELA 1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE
 PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA – 15/05/2014
 DADOS BRUTOS**

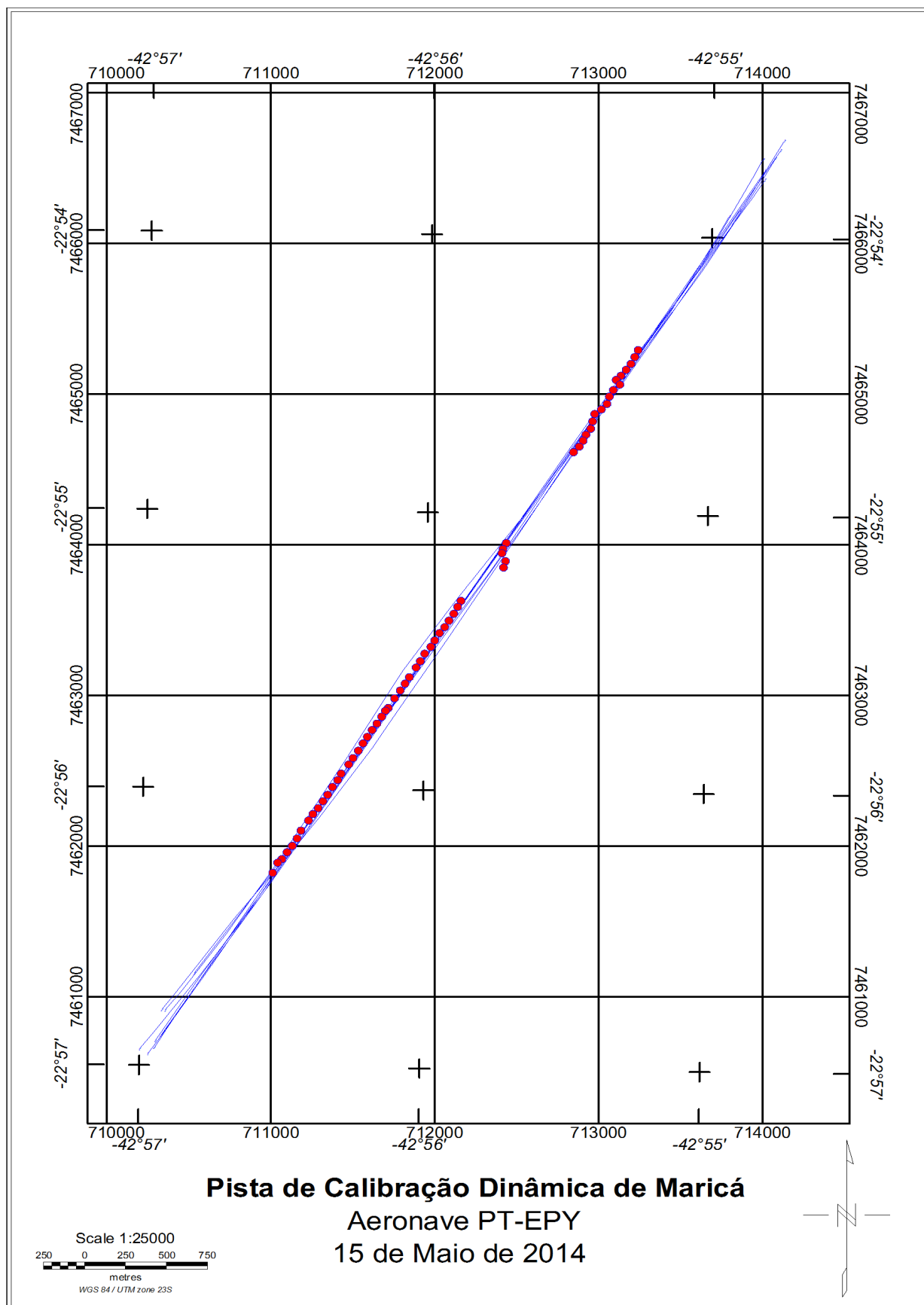
Estação	LAT S	LONG W	CT	K	eU	eTh	CT	K	U	Th
			(μ R/h)	(%)	(ppm)	(ppm)	(cps)	(cps)	(cps)	(cps)
1	22°54'24.4"	42°55'15.5"	10,6	0,7	2,6	27,3	4478,8	267,9	110,6	238,4
2	22°54'25.9"	42°55'16.2"	10,9	1,3	3,1	24,1	4371,8	372,1	110,1	210,1
3	22°54'27.4"	42°55'17.0"	8,8	0,8	2,4	21,1	3796,1	263,1	91,2	183,9
4	22°54'28.7"	42°55'18.0"	10,0	2,0	3,0	17,5	4144,2	479,4	92,8	152,5
5	22°54'30.0"	42°55'19.1"	10,4	2,1	2,7	19,1	4191,4	497,2	90,7	166,6
6	22°54'30.9"	42°55'20.1"	12,2	1,7	3,3	26,0	5029,9	457,6	117,5	226,4
7	22°54'31.9"	42°55'19.3"	7,9	1,0	2,7	16,3	3391,9	282,9	84,4	142,5
8	22°54'33.1"	42°55'20.7"	9,6	1,2	2,5	21,4	4287,7	343,8	93,9	186,5
9	22°54'34.5"	42°55'21.5"	7,7	0,9	3,1	15,1	3230,2	267,6	89,6	132,5
10	22°54'36.1"	42°55'22.0"	8,9	1,5	3,4	15,5	3438,8	378,1	94,9	136,2
11	22°54'37.3"	42°55'23.2"	10,9	1,6	1,8	25,6	4635,8	421,4	91,3	222,2
12	22°54'38.3"	42°55'24.6"	14,1	2,5	4,1	26,7	5601,0	620,9	132,8	232,8
13	22°54'39.9"	42°55'25.0"	8,0	1,8	2,2	13,5	3475,1	423,5	68,2	117,3
14	22°54'41.5"	42°55'25.4"	11,0	2,4	3,2	18,4	4498,5	568,9	97,0	160,4
15	22°54'42.8"	42°55'26.4"	8,0	1,3	2,4	15,5	3440,4	334,2	78,1	135,1
16	22°54'44.1"	42°55'27.0"	15,8	1,8	3,5	37,6	6157,9	526,2	149,6	327,2
17	22°54'45.4"	42°55'27.8"	10,1	1,4	3,0	21,1	4238,4	371,0	100,7	183,9
18	22°54'46.6"	42°55'29.0"	10,5	2,3	1,3	21,4	4658,7	533,4	70,8	185,0
19	22°55'06.4"	42°55'43.1"	11,2	1,3	2,0	27,6	4598,5	374,2	100,2	240,0
20	22°55'07.7"	42°55'43.8"	27,1	3,8	4,6	64,1	10826,1	1008,8	231,0	556,9
21	22°55'08.6"	42°55'44.0"	13,0	2,9	4,3	20,3	5354,2	680,3	120,6	177,7
22	22°55'10.3"	42°55'43.2"	10,9	2,2	1,8	22,4	4775,3	519,8	82,9	194,4
23	22°55'11.7"	42°55'43.6"	13,0	2,8	2,1	25,7	5220,3	649,7	96,0	222,7
24	22°55'19.0"	42°55'52.6"	13,5	3,1	1,9	26,4	5531,3	718,7	93,4	228,6
25	22°55'20.3"	42°55'53.3"	15,2	2,5	2,8	33,5	6450,8	636,7	127,0	291,1
26	22°55'21.8"	42°55'54.1"	16,3	2,5	2,7	37,5	6619,1	640,9	134,4	325,7
27	22°55'23.3"	42°55'55.1"	13,5	2,2	3,0	28,6	5675,3	568,8	119,1	248,5
28	22°55'24.7"	42°55'56.0"	14,6	2,6	1,8	33,3	5999,0	648,7	109,7	288,9
29	22°55'26.0"	42°55'57.1"	13,6	2,5	2,7	28,1	5827,2	606,7	111,3	244,4
30	22°55'27.6"	42°55'58.1"	13,7	2,4	3,4	27,3	5529,2	600,2	122,7	237,5
31	22°55'29.0"	42°55'58.9"	15,6	2,3	3,5	34,5	6270,1	601,1	141,2	300,5
32	22°55'30.5"	42°56'00.2"	14,2	2,3	4,2	27,7	5447,4	590,7	136,9	242,1
33	22°55'32.1"	42°56'01.1"	13,4	2,3	2,2	29,5	5660,9	573,6	107,6	255,8
34	22°55'33.5"	42°56'02.0"	14,7	2,5	3,1	31,0	5832,1	631,8	125,4	269,5
35	22°55'35.6"	42°56'03.4"	11,9	2,2	3,3	22,3	4807,8	544,9	108,5	194,4
36	22°55'37.0"	42°56'04.3"	14,7	2,7	2,1	32,2	6191,0	666,0	111,3	279,5
37	22°55'38.5"	42°56'05.3"	12,5	2,2	3,6	23,8	4907,2	544,4	116,9	207,5
38	22°55'40.2"	42°56'06.5"	9,7	2,3	1,8	17,7	4065,6	532,7	70,8	153,5
39	22°55'42.3"	42°56'07.8"	12,2	2,5	2,5	23,7	5002,6	594,2	97,0	205,4
40	22°55'42.9"	42°56'08.4"	14,6	2,7	2,9	30,2	5713,0	654,8	120,7	262,1
41	22°55'44.2"	42°56'09.2"	11,6	2,7	2,7	20,2	4987,4	630,8	92,3	175,6
42	22°55'45.7"	42°56'10.2"	8,5	1,8	2,5	14,4	3365,5	419,3	75,5	125,7
43	22°55'47.1"	42°56'11.2"	11,7	2,9	1,3	22,6	4833,6	649,6	74,5	195,5
44	22°55'48.6"	42°56'12.2"	11,7	1,9	2,3	25,7	5088,7	492,6	100,2	223,2
45	22°55'50.0"	42°56'13.1"	12,1	1,9	3,8	23,7	5132,5	489,6	121,1	207,0

Estação	LAT S	LONG W	CT	K	eU	eTh	CT	K	U	Th
			(μ R/h)	(%)	(ppm)	(ppm)	(cps)	(cps)	(cps)	(cps)
46	22°55'51.6"	42°56'14.1"	15,4	2,3	2,6	35,6	6456,7	605,8	129,1	308,9
47	22°55'53.2"	42°56'15.2"	11,9	2,2	2,2	24,8	4903,0	537,1	95,5	215,4
48	22°55'54.6"	42°56'16.1"	14,7	2,5	3,6	29,8	6019,0	630,9	132,2	259,6
49	22°55'56.6"	42°56'17.7"	12,4	1,9	2,1	28,5	5199,7	495,9	103,4	247,9
50	22°55'58.0"	42°56'18.4"	11,6	2,1	2,7	23,1	4760,0	510,9	99,7	200,7
51	22°55'59.5"	42°56'19.5"	13,3	2,2	2,8	28,6	5404,0	550,9	114,9	249,0
52	22°56'01.2"	42°56'20.5"	11,0	1,9	2,9	21,6	4496,3	481,0	99,6	188,1
53	22°56'02.6"	42°56'21.5"	11,7	1,9	1,7	27,0	4738,9	472,7	93,4	234,2
54	22°56'04.1"	42°56'22.5"	13,8	2,1	3,4	29,2	5544,1	540,6	126,4	254,3
55	22°56'05.4"	42°56'23.6"	14,8	2,9	2,4	31,0	6297,5	698,0	113,4	268,5
56	22°56'06.8"	42°56'24.5"	14,9	2,2	2,7	34,3	6269,2	584,8	127,5	297,9
57	22°56'09.0"	42°56'26.1"	13,0	2,1	3,0	27,4	5152,9	530,8	115,9	238,4
58	22°56'10.7"	42°56'26.9"	17,8	2,3	3,3	42,5	7244,5	634,5	158,0	369,4
59	22°56'12.3"	42°56'27.9"	14,1	1,9	2,3	34,0	6254,6	510,4	120,7	295,8
60	22°56'13.7"	42°56'29.0"	16,9	2,2	2,7	41,3	7136,3	605,2	143,9	358,4
61	22°56'15.2"	42°56'30.1"	12,5	0,9	2,9	32,4	5330,6	316,9	127,5	282,6
62	22°56'16.0"	42°56'31.0"	13,1	0,7	2,4	36,6	5206,2	293,8	129,0	318,1
63	22°56'18.2"	42°56'32.0"	16,4	2,2	2,0	41,0	6746,9	597,1	131,8	355,7
64*	22°56'16.4"	42°48'56.2"	0,6	0,1	0,5	0,6	186,5	25,8	9,5	5,4
65*	22°56'16.4"	42°48'58.3"	0,5	0,0	0,5	0,6	197,0	17,0	10,6	5,4
66*	22°56'16.5"	42°49'00.0"	0,7	0,1	0,5	0,8	236,1	24,3	10,6	7,5
67*	22°56'17.6"	42°49'02.2"	0,3	0,0	0,4	0,3	165,1	15,4	8,0	2,8
68*	22°56'17.4"	42°49'03.4"	0,6	0,0	0,6	0,7	162,0	11,2	11,6	6,4
69*	22°56'17.0"	42°49'04.9"	0,5	0,0	0,5	0,5	139,1	10,7	9,5	4,3

* *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 AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 068/PR/13

RESUMO DOS RESULTADOS DOS TESTES DE CALIBRAÇÃO
DINÂMICA - SENSIBILIDADE

AERONAVE

PP-AGP

MARICÁ - RJ
27 DE JUNHO DE 2015

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

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

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

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

1. Considerações Gerais

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

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

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

No dia 27 de Junho de 2015 a Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda. efetuou os testes sobre a “pista de calibração dinâmica” no distrito de Inoã, município de Maricá (RJ).

2. Levantamento Terrestre

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



Figura 1 – Gamaespectrômetro Portátil EXPLORANIUM GR-320.

Foram registradas 71 estações, sendo 66 sobre a pista de calibração e 5 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	CT(*) (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
MÉDIA	10,95	2,16	2,25	21,71	4572,55	519,92	89,15	188,57
DESVIO PADRÃO	3,31	0,74	0,75	8,40	1324,59	162,32	26,83	72,80
ERRO NA MÉDIA(1)	0,42	0,09	0,09	1,06	166,88	20,45	3,38	9,17
INCERTEZA (%) (2)	3,8%	4,3%	4,2%	4,9%	3,6%	3,9%	3,8%	4,9%

- (*) 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

- 66 estações utilizadas no cálculo estatístico

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

ESTATÍSTICA	CT(*)	K	eU	eTh	CT	K	U	Th
	(μR/h)	(%)	(ppm)	(ppm)	(cpm)	(cpm)	(cpm)	(cpm)
MÉDIA	0,20	0,03	0,04	0,49	24,89	5,68	0,98	4,25
DESVIO PADRÃO	0,10	0,05	0,07	0,34	17,55	5,70	1,57	2,93
ERRO NA MÉDIA(1)	0,03	0,02	0,03	0,12	6,21	2,02	0,55	1,03
INCERTEZA (%) (2)	17,0%	65,5%	70,1%	24,3%	24,9%	35,5%	56,8%	24,3%

3. Levantamento Aéreo

Foi utilizada a aeronave PP-AGP equipada com gamaespectrômetro PICO ENVIROTEC, com cristais detectores de NaI com 2560 pol³ *down* e 512 pol³ *up*. Foram realizadas 10 passagens sobre a pista de calibração e mar, nas seguintes altitudes: 220, 330 (três vezes), 400, 500, 600, 700, 800 e 900 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 PP-AGP 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 e 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(*)	K	eU	eTh
	(μR/h)	(%)	(ppm)	(ppm)
MÉDIA	2134,78	109,55	30,56	93,57
DESVIO PADRÃO	157,82	20,67	4,54	11,38
ERRO NA MÉDIA(1)	0,84	0,11	0,02	0,06
INCERTEZA (%) (2)	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%

* tempo morto, background, stripping e atenuação corrigidos

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

ESTATÍSTICA	CT(*)	K	eU	eTh	CT	K	U	Th
	(μR/h)	(%)	(ppm)	(ppm)	(cpm)	(cpm)	(cpm)	(cpm)
MÉDIA	10,74	2,13	2,21	21,22	4547,66	514,25	88,18	184,32
DESVIO PADRÃO	3,31	0,74	0,75	8,40	1324,59	162,32	26,83	72,80
ERRO NA MÉDIA(1)	0,42	0,09	0,09	1,06	166,88	20,45	3,38	9,17
INCERTEZA (%) (2)	3,9%	4,4%	4,3%	5,0%	3,7%	4,0%	3,8%	5,0%

cpm = contagens por minuto

Quadro 5 - Coeficientes de Sensibilidade.

	CT(*)	K	eU	eTh
	(cps / μR/h)	(cps / %)	(cps / ppm)	(cps / ppm)
Sensibilidade (S)	198,70	51,38	13,81	4,41

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

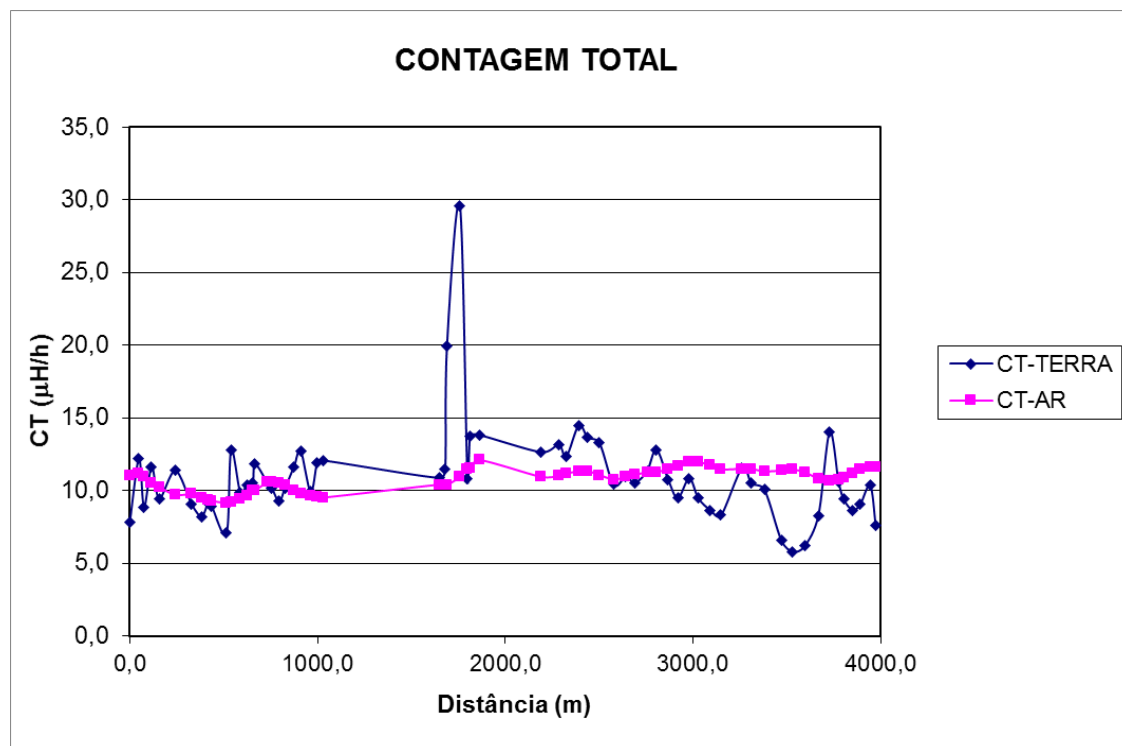


Figura 3 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Contagem Total.

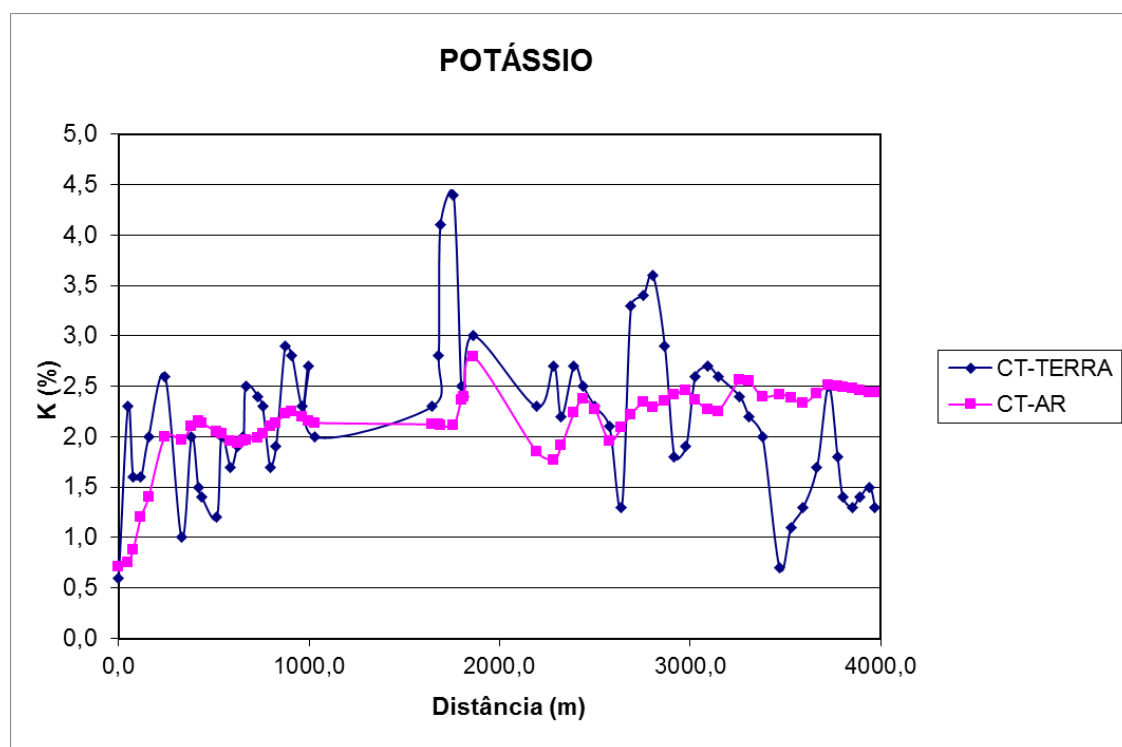


Figura 4 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo – Potássio.

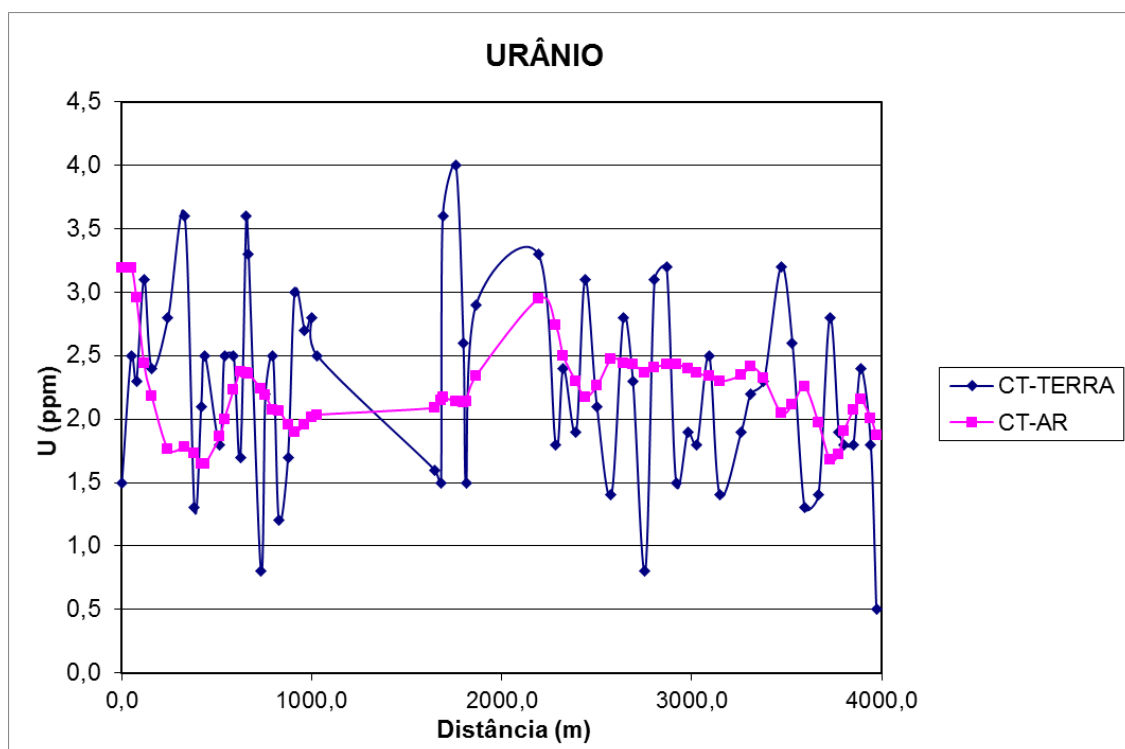


Figura 5 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo – Urânio.

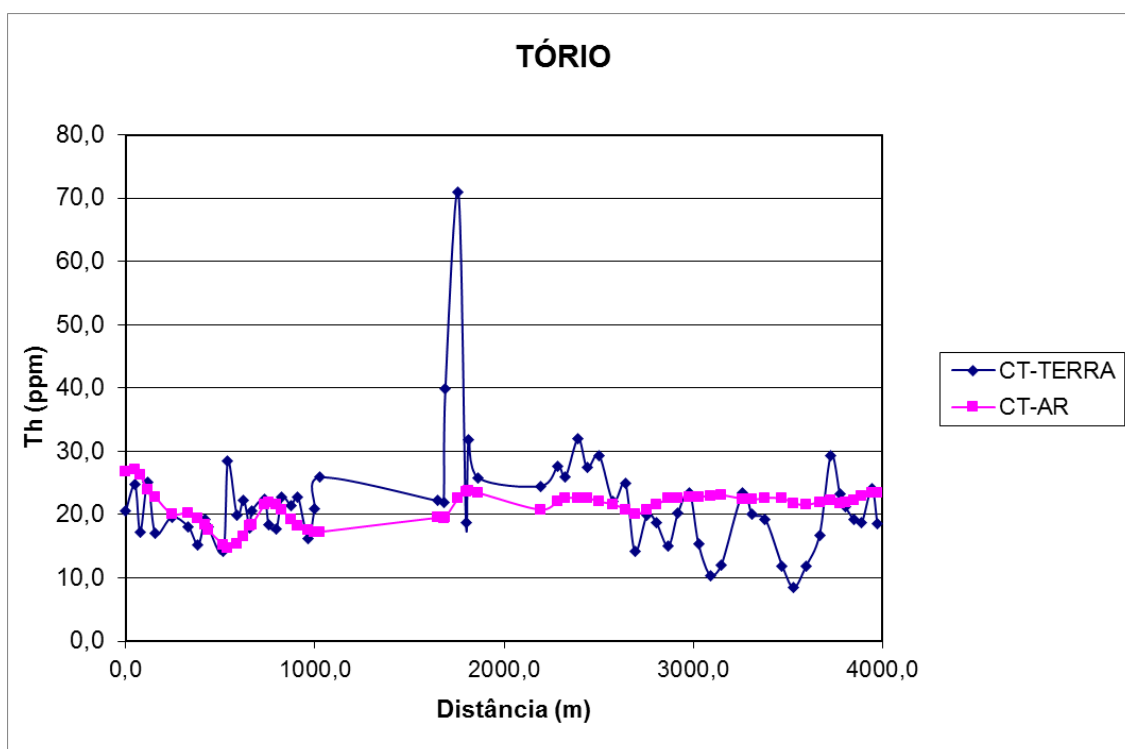


Figura 6 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo – Tório.

TABELA 1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE
 PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA – 27/06/2015 DADOS BRUTOS – PP-AGP.

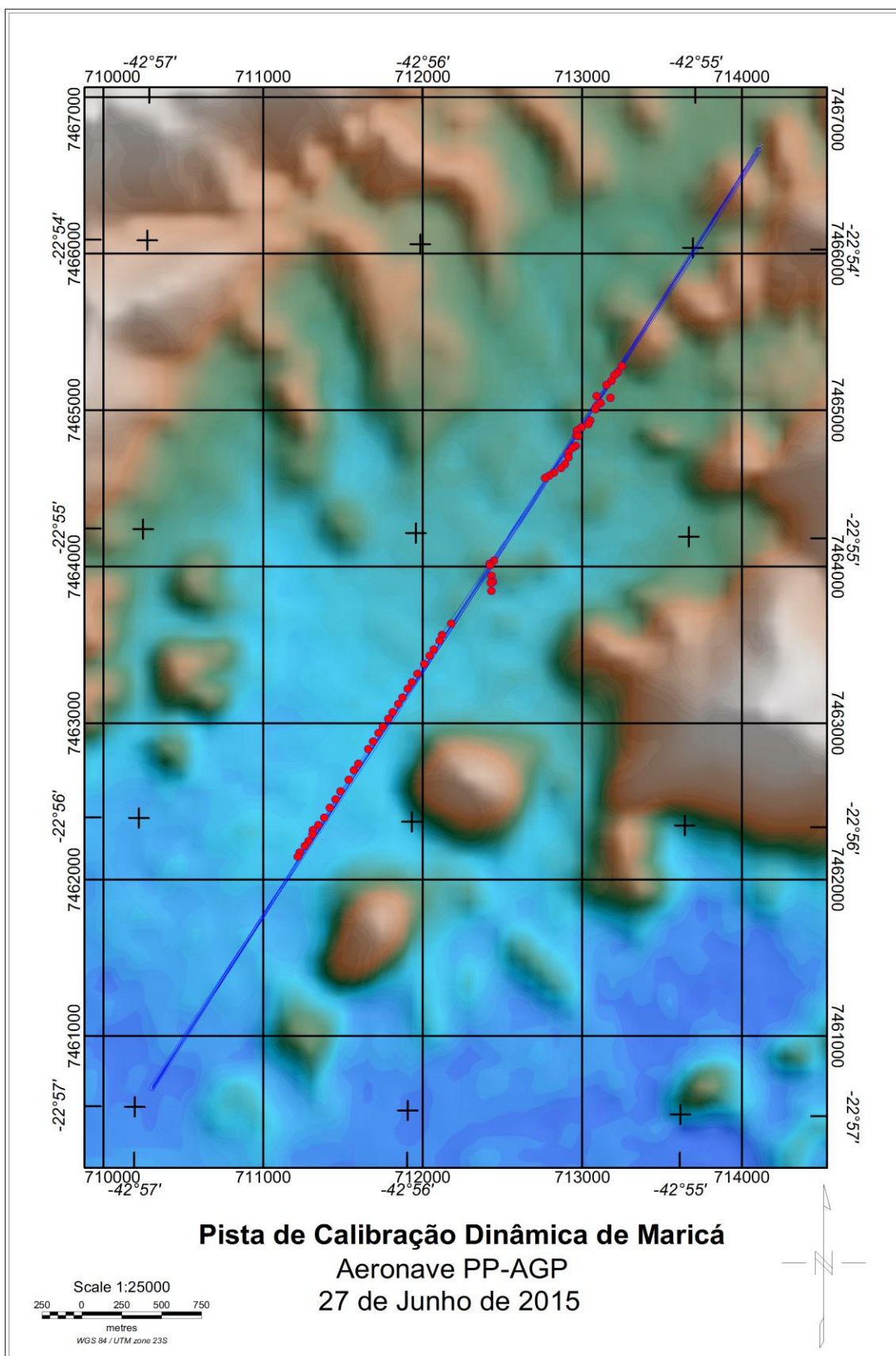
Estação	LAT S	LONG W	CT	K	eU	eTh	CT	K	U	Th
			(μ R/h)	(%)	(ppm)	(ppm)	(cps)	(cps)	(cps)	(cps)
1	-22,908298	-42,921885	9,3	1,7	2,5	17,7	3892	427	84	155
2	-22,906772	-42,921027	9,9	1,7	2,5	19,9	3911	418	89	173
3	-22,907162	-42,921255	7,8	0,6	1,5	20,6	3230	207	76	180
4	-22,907597	-42,921513	12,2	2,3	2,5	24,7	5065	566	100	214
5	-22,907933	-42,921693	8,9	1,6	2,3	17,3	3806	404	80	150
6	-22,908268	-42,921885	11,6	1,6	3,1	25,1	4436	424	113	219
7	-22,908525	-42,922153	9,5	2,0	2,4	17,0	4014	472	81	148
8	-22,908862	-42,922097	11,4	2,6	2,8	19,6	4494	608	92	170
9	-22,909207	-42,922417	9,1	1,0	3,6	18,1	3586	291	106	159
10	-22,909582	-42,922575	8,2	2,0	1,3	15,2	3855	457	58	132
11	-22,909945	-42,922787	9,1	1,5	2,1	19,2	3663	389	81	167
12	-22,910317	-42,923040	8,9	1,4	2,5	18,0	3604	363	85	157
13	-22,910662	-42,923563	7,1	1,2	1,8	14,2	3109	310	65	124
14	-22,910992	-42,923632	12,8	2,0	2,5	28,4	5495	523	109	247
15	-22,911467	-42,923637	9,9	1,7	2,5	19,9	3911	418	89	173
16	-22,911873	-42,923965	10,4	1,9	1,7	22,3	4461	463	82	193
17	-22,912320	-42,924233	10,5	2,0	3,6	17,9	4201	486	103	157
18	-22,912895	-42,924637	11,8	2,5	3,3	20,6	4794	589	104	180
19	-22,912917	-42,924632	10,6	2,4	0,8	22,4	4329	556	65	193
20	-22,912867	-42,924732	10,2	2,3	2,2	18,4	4299	530	80	160
21	-22,913157	-42,925127	9,3	1,7	2,5	17,7	3892	427	84	155
22	-22,918197	-42,928575	10,2	1,9	1,2	22,7	4353	452	74	197
23	-22,918768	-42,928903	11,6	2,9	1,7	21,5	4526	655	79	186
24	-22,918895	-42,928825	12,7	2,8	3,0	22,8	5209	663	105	199
25	-22,919178	-42,928777	9,9	2,3	2,7	16,3	4170	534	84	142
26	-22,919458	-42,928735	11,9	2,7	2,8	20,9	5238	628	96	182
27	-22,919475	-42,928688	12,1	2,0	2,5	25,9	5004	506	104	225
28	-22,921885	-42,931315	10,9	2,3	1,6	22,2	4640	536	79	192
29	-22,921818	-42,931158	11,5	2,8	1,5	21,9	5486	635	77	189
30	-22,922393	-42,931460	20,0	4,1	3,6	39,9	8185	966	154	346
31	-22,923192	-42,932023	29,6	4,4	4,0	71,0	11955	1135	237	616
32	-22,923578	-42,932233	10,8	2,5	2,6	18,7	4367	575	88	163
33	-22,924222	-42,932692	13,7	2,4	1,5	31,9	5505	598	101	276
34	-22,924212	-42,932752	13,8	3,0	2,9	25,8	5419	701	109	224
35	-22,924545	-42,933092	12,6	2,3	3,3	24,5	5558	578	114	213
36	-22,925457	-42,933587	13,2	2,7	1,8	27,6	5334	647	94	240
37	-22,925758	-42,933737	12,3	2,2	2,4	26,0	4977	553	103	226
38	-22,926455	-42,934172	14,5	2,7	1,9	32,0	6206	662	108	277

Estação	LAT S	LONG W	CT	K	eU	eTh	CT	K	U	Th
			(μR/h)	(%)	(ppm)	(ppm)	(cps)	(cps)	(cps)	(cps)
39	-22,926440	-42,934253	13,7	2,5	3,1	27,4	5527	617	116	239
40	-22,927188	-42,934633	13,3	2,3	2,1	29,4	5431	574	105	255
41	-22,927563	-42,935143	10,4	2,1	1,4	22,1	4289	508	76	191
42	-22,928178	-42,935468	10,9	1,3	2,8	24,9	4649	379	108	217
43	-22,928822	-42,935692	10,5	3,3	2,3	14,2	4592	715	71	123
44	-22,928757	-42,935668	11,4	3,4	0,8	19,9	4804	739	59	171
45	-22,929670	-42,936482	9,5	1,8	1,5	20,2	4110	428	73	176
46	-22,930157	-42,936797	10,8	1,9	1,9	23,5	4808	475	88	204
47	-22,930602	-42,936967	9,5	2,6	1,8	15,3	4181	584	65	133
48	-22,930762	-42,937078	8,7	2,7	2,5	10,3	3825	590	65	90
49	-22,931768	-42,937843	8,3	2,6	1,4	12,1	3407	557	51	104
50	-22,931902	-42,937898	11,6	2,4	1,9	23,4	4931	565	86	203
51	-22,932415	-42,938262	10,5	2,2	2,2	20,0	4301	515	84	173
52	-22,932873	-42,938502	10,1	2,0	2,3	19,3	4348	481	84	168
53	-22,933357	-42,938720	6,6	0,7	3,2	11,9	2437	208	84	105
54	-22,933633	-42,939018	5,8	1,1	2,6	8,5	2335	275	64	75
55	-22,934185	-42,939453	6,2	1,3	1,3	11,8	2699	302	49	102
56	-22,934593	-42,939670	8,3	1,7	1,4	16,8	3403	406	63	146
57	-22,935017	-42,940028	14,0	2,5	2,8	29,4	5627	627	118	255
58	-22,935292	-42,940145	10,6	1,8	1,9	23,2	4532	446	87	202
59	-22,935738	-42,940560	9,4	1,4	1,8	21,3	3940	371	81	185
60	-22,936157	-42,940892	8,6	1,3	1,8	19,2	4067	345	77	167
61	-22,936682	-42,941208	9,1	1,4	2,4	18,8	3950	371	85	164
62	-22,936923	-42,941307	10,3	1,5	1,8	24,1	4490	396	88	209
63	-22,937265	-42,941482	7,6	1,3	0,5	18,6	3445	325	52	161
64	-22,937558	-42,941748	0,2	0,0	0,0	0,7	44	0	0	6
65	-22,937657	-42,941795	0,2	0,0	0,0	0,6	54	0	1	5
66	-22,938318	-42,942285	0,2	0,1	0,0	0,0	8	12	0	0
67*	-22,925623	-42,828167	0,1	0,0	0,0	0,3	1	3	0	3
68*	-22,925595	-42,828235	0,2	0,0	0,2	0,2	24	7	4	2
69*	-22,925675	-42,828223	0,4	0,1	0,0	0,9	15	15	0	8
70*	-22,925737	-42,828167	0,3	0,0	0,0	0,9	27	6	0	8
71*	-22,925760	-42,828145	0,2	0,0	0,1	0,3	26	2	2	3

* 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 AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

RESUMO DOS RESULTADOS DOS TESTES DE CALIBRAÇÃO
DINÂMICA - SENSIBILIDADE

AERONAVE

PR-MCY

MARICÁ - RJ
10 DE JANEIRO DE 2015

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

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

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

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

1. Considerações Gerais

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

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

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

No dia 10 de Janeiro de 2015 a Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda. efetuou os testes sobre a “pista de calibração dinâmica” no distrito de Inoã, município de Maricá (RJ).

2. Levantamento Terrestre

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



Figura 1 – Gamaespectrômetro Portátil EXPLORANIUM GR-320.

Foram registradas 74 estações, sendo 69 sobre a pista de calibração e 5 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	CT(*)	K	eU	eTh	CT	K	U	Th
	($\mu\text{R/h}$)	(%)	(ppm)	(ppm)	(cpm)	(cpm)	(cpm)	(cpm)
MÉDIA	11,62	2,09	2,60	23,63	4963,67	516,92	99,47	205,49
DESVIO PADRÃO	4,24	0,88	0,79	11,67	1651,85	190,40	37,22	101,29
ERRO NA MÉDIA(1)	0,49	0,10	0,09	1,36	192,02	22,13	4,33	11,78
INCERTEZA (%) (2)	4,24%	4,91%	3,52%	5,74%	3,87%	4,28%	4,35%	5,73%

- (*) 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
- 69 estações utilizadas no cálculo estatístico

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

ESTATÍSTICA	CT(*)	K	eU	eTh	CT	K	U	Th
	(μR/h)	(%)	(ppm)	(ppm)	(cpm)	(cpm)	(cpm)	(cpm)
MÉDIA	0,25	0,05	0,02	0,58	41,65	11,07	0,60	5,18
DESVIO PADRÃO	0,16	0,05	0,04	0,45	26,52	5,81	0,91	3,81
ERRO NA MÉDIA(1)	0,06	0,02	0,02	0,18	10,83	2,37	0,37	1,55
INCERTEZA (%) (2)	25,51%	44,72%	100,00%	31,43%	25,99%	21,45%	61,91%	29,98%

3. Levantamento Aéreo

Foi utilizada a aeronave PR-MCY equipada com gamaespectrômetro EXPLORANIUM GR820, com cristais detectores de NaI com 2560 pol³ down e 512 pol³ up. Foram realizadas 8 passagens sobre a pista de calibração e mar, nas seguintes altitudes: 330 (três vezes), 400, 500, 600, 700 e 800 pés. A razão pela qual foram voadas linhas em várias altitudes foi o aproveitamento dos dados para calcular também os coeficientes de atenuação atmosférica (attenuation coefficients), os quais são utilizados para a correção altimétrica dos dados radiométricos.

4. 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-MCY 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(*)	K	eU	eTh
	(μ R/h)	(%)	(ppm)	(ppm)
MÉDIA	3434,12	160,18	47,96	150,60
DESVIO PADRÃO	270,57	15,65	5,90	13,98
ERRO NA MÉDIA(1)	1,22	0,07	0,03	0,06
INCERTEZA (%) (2)	0,04%	0,04%	0,06%	0,04%

* tempo morto, background, stripping e atenuação corrigidos

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

ESTATÍSTICA	CT(*)	K	eU	eTh	CT	K	U	Th
	(μ R/h)	(%)	(ppm)	(ppm)	(cpm)	(cpm)	(cpm)	(cpm)
MÉDIA	11,37	2,04	2,59	23,04	4922,02	505,85	98,87	200,30
DESVIO PADRÃO	4,24	0,88	0,79	11,67	1651,8	190,4	37,2	101,3
ERRO NA MÉDIA(1)	0,49	0,10	0,09	1,36	192,02	22,13	4,33	11,78
INCERTEZA (%) (2)	4,33%	5,03%	3,54%	5,89%	3,90%	4,38%	4,38%	5,88%

cpm = contagens por minuto

Quadro 5 - Coeficientes de Sensibilidade.

	CT(*)	K	eU	eTh
	(cps / μ R/h)	(cps / %)	(cps / ppm)	(cps / ppm)
Sensibilidade (S)	302,00	78,55	18,55	6,54

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

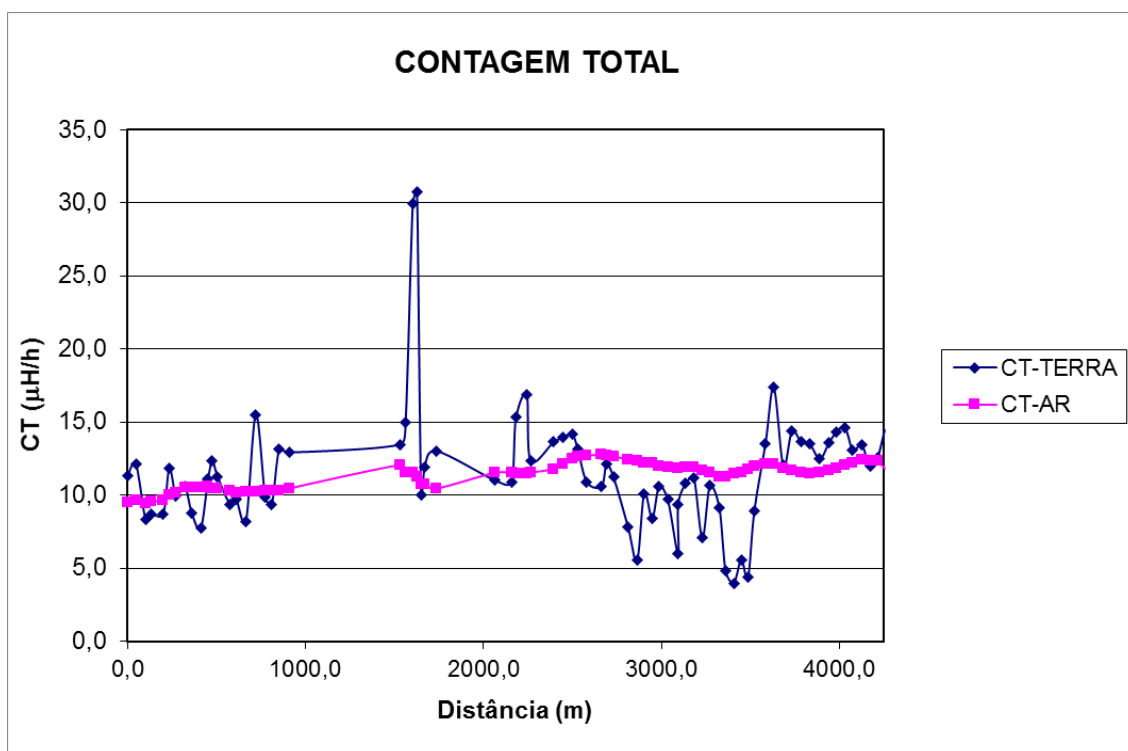


Figura 3 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Contagem Total.

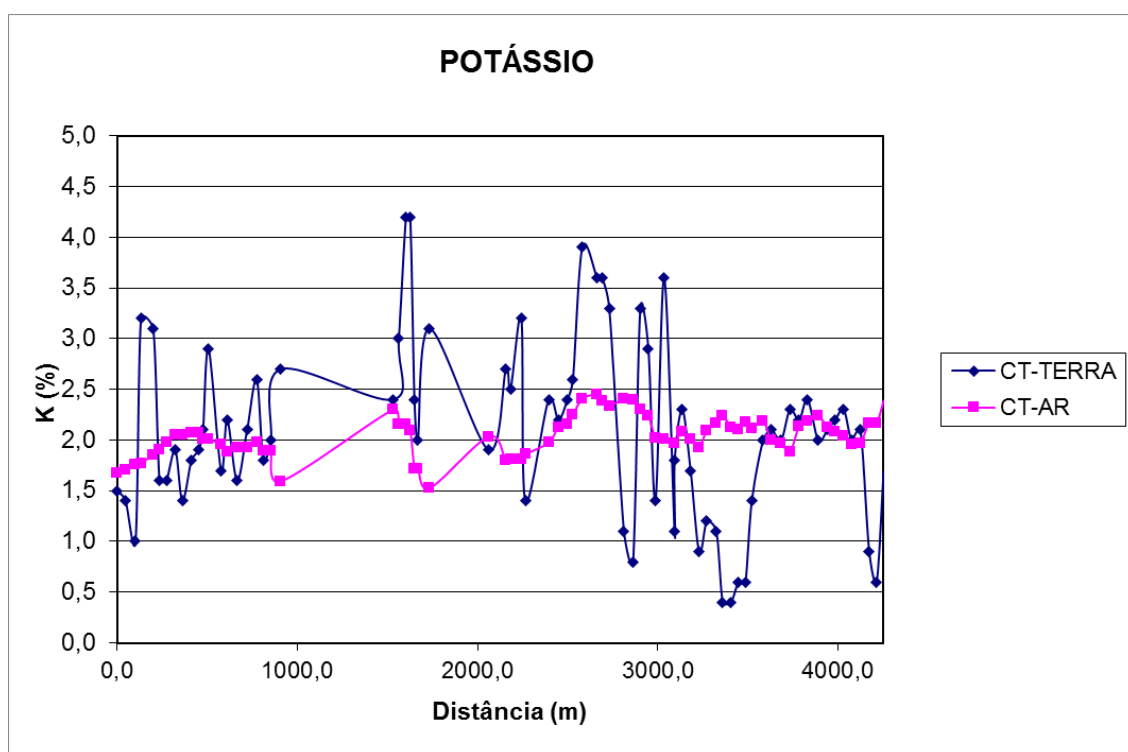


Figura 4 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo – Potássio.

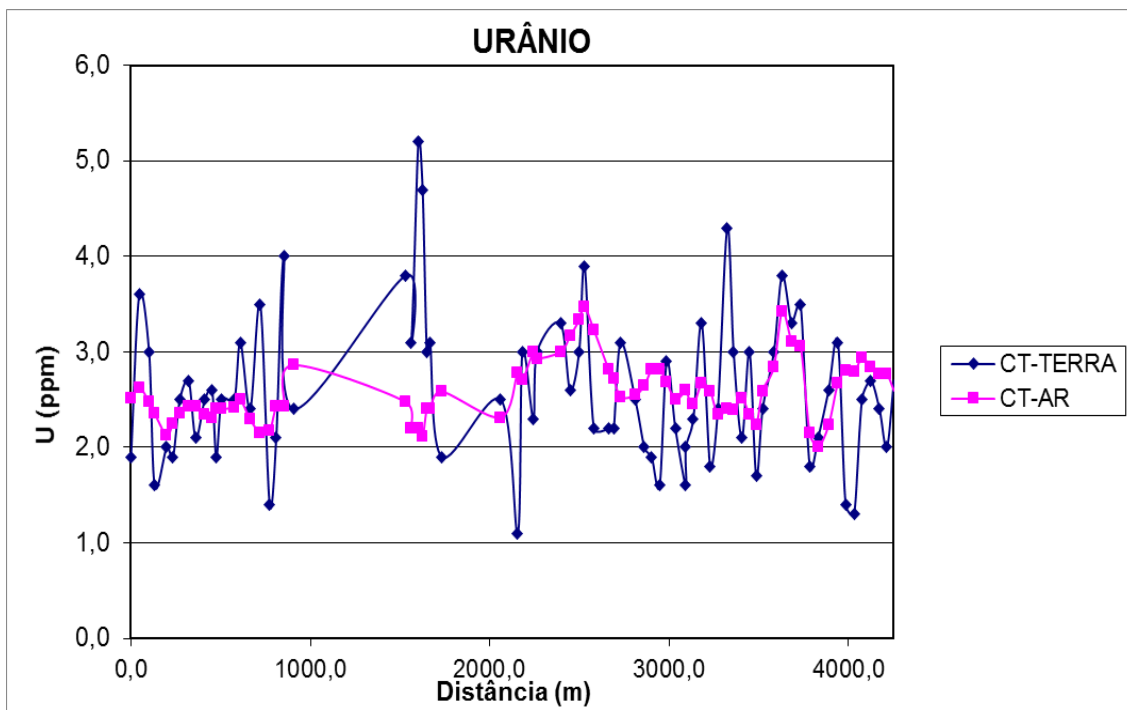


Figura 5 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo – Urânio.

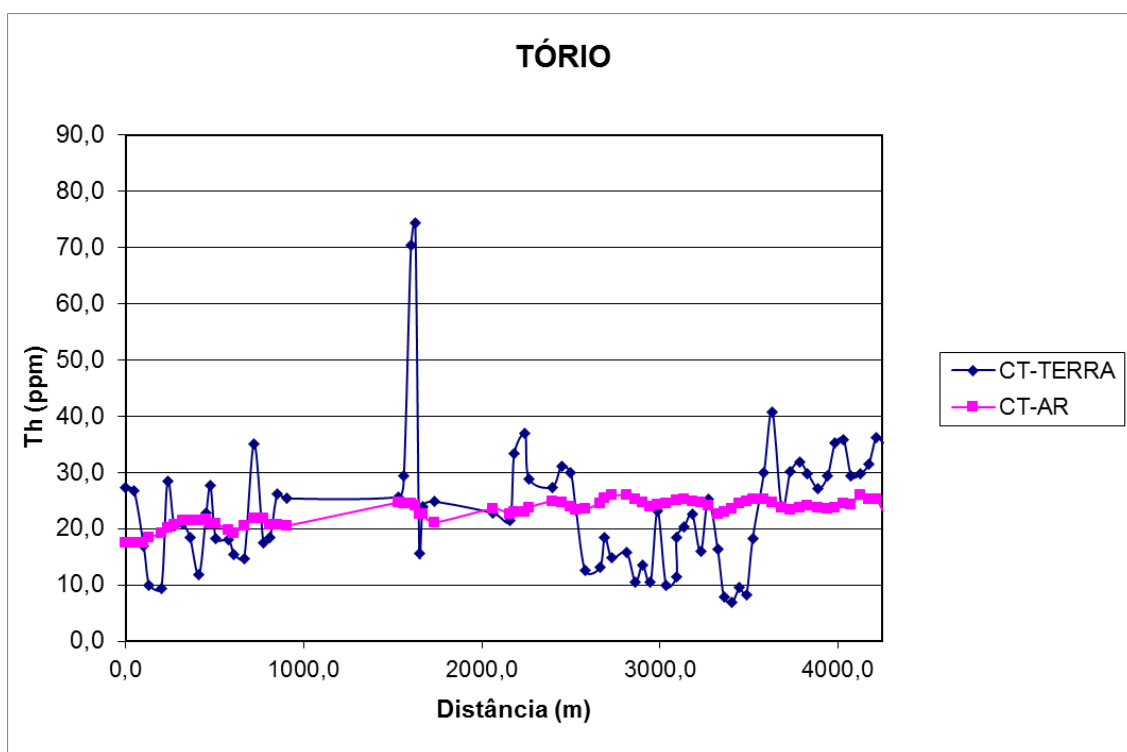


Figura 6 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo – Tório.

TABELA 1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE
 PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA – 10/01/2015 DADOS BRUTOS – PR-MCY.

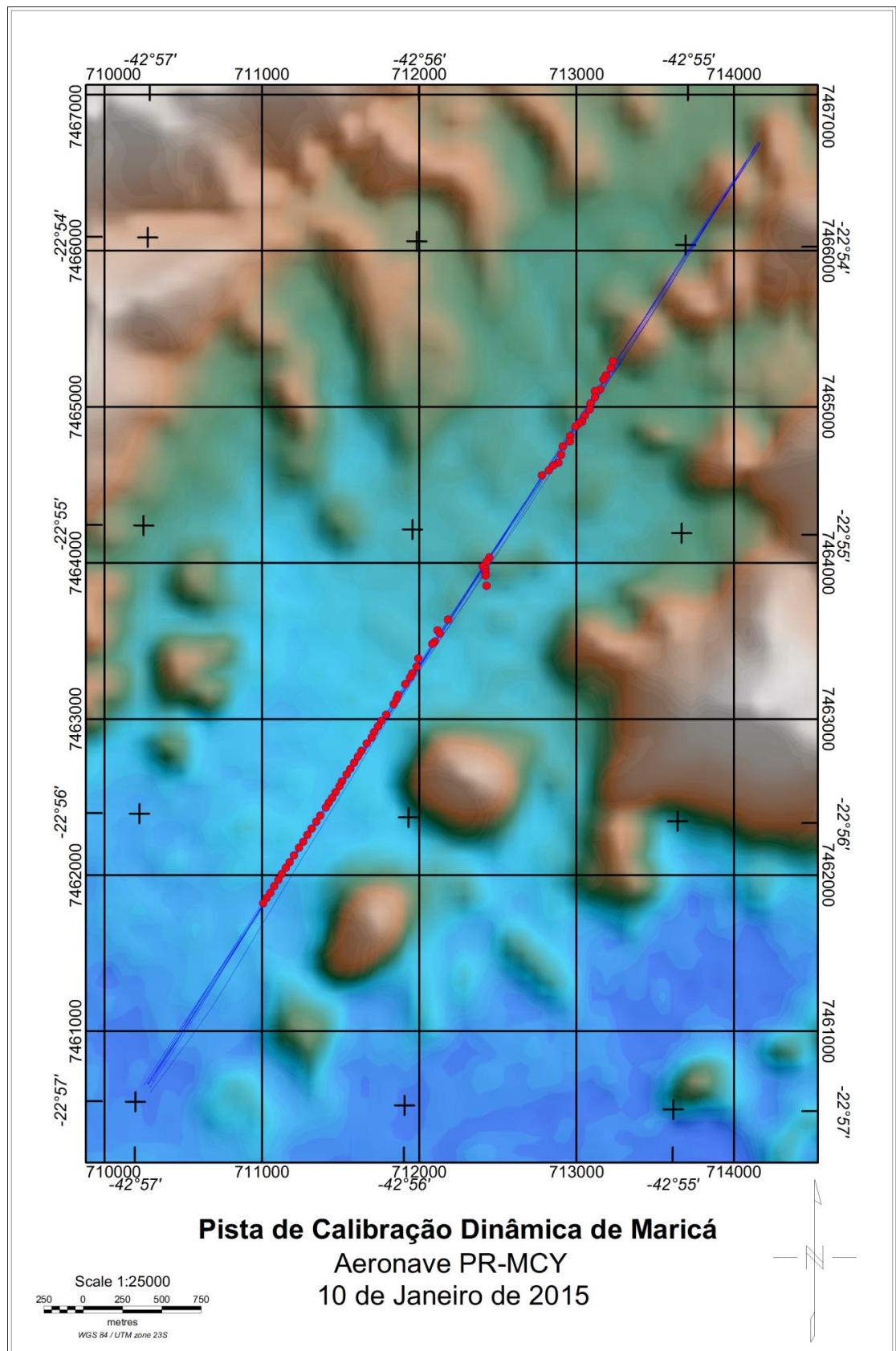
Estação	LAT S	LONG W	CT	K	eU	eTh	CT	K	U	Th
			(μR/h)	(%)	(ppm)	(ppm)	(cps)	(cps)	(cps)	(cps)
1	22°54'24.4"	42°55'15"9"	11,4	1,5	1,9	27,4	4839	406	98	238
2	22°54'25.9"	42°55'16"3"	12,1	1,4	3,6	26,8	5007	404	126	234
3	22°54'27.3"	42°55'17"4"	8,3	1,0	3,0	16,9	3838	292	91	148
4	22°54'28.2"	42°55'17"9"	8,7	3,2	1,6	10,0	3949	670	49	87
5	22°54'30.3"	42°55'18"6"	8,7	3,1	2,0	9,4	3645	664	54	81
6	22°54'30.7"	42°55'19"8"	11,8	1,6	1,9	28,5	5392	429	100	248
7	22°54'31.9"	42°55'19"7"	10,0	1,6	2,5	20,6	4213	402	91	180
8	22°54'33.3"	42°55'20"7"	10,6	1,9	2,7	20,8	4435	481	94	181
9	22°54'34.5"	42°55'20"9"	8,8	1,4	2,1	18,4	3798	356	79	160
10	22°54'35.8"	42°55'22"0"	7,7	1,8	2,5	11,8	3593	412	70	103
11	22°54'37.0"	42°55'22"5"	11,1	1,9	2,6	22,8	5029	473	99	199
12	22°54'37.4"	42°55'23"2"	12,3	2,1	1,9	27,6	5217	533	98	240
13	22°54'38.1"	42°55'24"0"	11,2	2,9	2,5	18,3	5289	648	85	159
14	22°54'40.1"	42°55'25"2"	9,4	1,7	2,5	18,1	4192	426	86	158
15	22°54'41.2"	42°55'25"2"	9,8	2,2	3,1	15,4	4493	516	88	135
16	22°54'42.3"	42°55'26"8"	8,2	1,6	2,4	14,7	3961	391	76	128
17	22°54'44.1"	42°55'27"1"	15,5	2,1	3,5	35,1	6556	567	143	306
18	22°54'45.7"	42°55'27"7"	9,8	2,6	1,4	17,5	4269	580	64	151
19	22°54'46.3"	42°55'28"8"	9,4	1,8	2,1	18,4	4278	437	79	160
20	22°54'47.3"	42°55'29"8"	13,1	2,0	4,0	26,2	5385	525	130	229
21	22°54'48.4"	42°55'31"4"	12,9	2,7	2,4	25,4	5758	647	101	221
22	22°55'05.6"	42°55'42"8"	13,5	2,4	3,8	25,7	5289	596	126	224
23	22°55'06.5"	42°55'43"4"	15,0	3,0	3,1	29,4	5480	718	121	255
24	22°55'07.5"	42°55'44"2"	29,9	4,2	5,2	70,4	12065	1121	256	612
25	22°55'08.1"	42°55'43"6"	30,7	4,2	4,7	74,3	12042	1129	256	646
26	22°55'08.8"	42°55'43"6"	10,0	2,4	3,0	15,6	4370	549	87	136
27	22°55'09.4"	42°55'43"6"	11,9	2,0	3,1	23,9	5019	497	109	208
28	22°55'11.5"	42°55'43"3"	13,0	3,1	1,9	24,8	5645	706	90	214
29	22°55'18.7"	42°55'51"8"	11,0	1,9	2,5	22,8	5243	471	97	199
30	22°55'20.9"	42°55'54"1"	10,9	2,7	1,1	21,4	4720	604	68	185
31	22°55'21.6"	42°55'53"6"	15,3	2,5	3,0	33,4	6595	644	130	290
32	22°55'23.3"	42°55'54"7"	16,9	3,2	2,3	36,9	7047	777	125	319
33	22°55'23.8"	42°55'55"3"	12,4	1,4	3,0	28,9	5146	398	120	252
34	22°55'26.9"	42°55'58"3"	13,6	2,4	3,3	27,4	5683	600	121	239
35	22°55'28.6"	42°55'58"7"	13,9	2,2	2,6	31,1	5655	567	119	270
36	22°55'30.0"	42°55'59"6"	14,2	2,4	3,0	29,9	6019	602	121	260
37	22°55'30.8"	42°56'00"1"	13,2	2,6	3,9	23,4	5445	627	122	204
38	22°55'32.2"	42°56'01"2"	10,9	3,9	2,2	12,5	4459	821	64	108

Estação	LAT S	LONG W	CT	K	eU	eTh	CT	K	U	Th
			(μR/h)	(%)	(ppm)	(ppm)	(cps)	(cps)	(cps)	(cps)
39	22°55'34.5"	42°56'02"7"	10,6	3,6	2,2	13,1	4450	759	65	113
40	22°55'35.3"	42°56'03"1"	12,2	3,6	2,2	18,5	5033	782	80	160
41	22°55'36.5"	42°56'03"7"	11,2	3,3	3,1	14,8	4729	720	86	128
42	22°55'38.6"	42°56'05"3"	7,8	1,1	2,5	15,8	3525	305	81	138
43	22°55'40.0"	42°56'06"4"	5,5	0,8	2,0	10,5	2157	190	25	91
44	22°55'41.1"	42°56'07"1"	10,1	3,3	1,9	13,6	4042	707	63	118
45	22°55'42.3"	42°56'08"0"	8,4	2,9	1,6	10,5	3557	623	49	91
46	22°55'43.5"	42°56'08"5"	10,6	1,4	2,9	23,1	4373	379	104	202
47	22°55'44.7"	42°56'09"6"	9,7	3,6	2,2	9,9	3792	759	58	85
48	22°55'46.3"	42°56'10"7"	6,0	1,1	1,6	11,4	3047	277	54	99
49	22°55'46.3"	42°56'10"7"	9,3	1,8	2,0	18,5	3997	441	77	161
50	22°55'47.4"	42°56'11"5"	10,8	2,3	2,3	20,3	4734	542	87	177
51	22°55'48.7"	42°56'12"3"	11,2	1,7	3,3	22,5	4798	452	109	197
52	22°55'50.1"	42°56'13"2"	7,1	0,9	1,8	15,9	3110	246	68	139
53	22°55'51.2"	42°56'14"0"	10,6	1,2	2,4	25,3	4390	353	102	221
54	22°55'52.7"	42°56'14"9"	9,1	1,1	4,3	16,3	3799	315	113	144
55	22°55'53.7"	42°56'15"5"	4,8	0,4	3,0	7,8	2213	135	70	70
56	22°55'54.9"	42°56'16"4"	4,0	0,4	2,1	6,9	1835	130	54	61
57	22°55'56.1"	42°56'17"1"	5,6	0,6	3,0	9,5	2423	177	74	84
58	22°55'57.2"	42°56'17"9"	4,4	0,6	1,7	8,2	2077	173	48	72
59	22°55'58.2"	42°56'18"5"	8,9	1,4	2,4	18,3	3947	367	85	160
60	22°55'59.9"	42°56'19"7"	13,6	2,0	3,0	29,9	5555	523	123	261
61	22°56'01.1"	42°56'20"6"	17,4	2,1	3,8	40,8	7093	593	163	355
62	22°56'02.6"	42°56'21"6"	12,0	2,0	3,3	23,9	5233	513	113	208
63	22°56'03.9"	42°56'22"5"	14,4	2,3	3,5	30,1	6065	599	131	262
64	22°56'05.4"	42°56'23"4"	13,6	2,2	1,8	31,9	6030	563	105	276
65	22°56'06.6"	42°56'24"4"	13,5	2,4	2,1	29,8	5936	596	105	259
66	22°56'08.2"	42°56'25"5"	12,5	2,0	2,6	27,1	5436	510	109	235
67	22°56'09.6"	42°56'26"4"	13,6	2,1	3,1	29,3	5688	545	122	255
68	22°56'10.8"	42°56'27"2"	14,3	2,2	1,4	35,2	5823	562	107	305
69	22°56'12.1"	42°56'28"1"	14,6	2,3	1,3	35,9	6313	590	106	311
70*	22°56'17.6"	42°48'57.9"	0,6	0,1	0,0	1,4	54	20	1	12
71*	22°56'18.1"	42°48'59.3"	0,2	0,0	0,1	0,4	24	7	2	4
72*	22°56'18.7"	42°49'00.0"	0,2	0,1	0,0	0,2	46	12	0	2
73*	22°56'19.0"	42°49'01.3"	0,3	0,1	0,0	0,4	16	15	0	4
74*	22°56'19.4"	42°49'02.0"	0,1	0,0	0,0	0,3	23	8	0	3

* 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 AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

RESUMO DOS RESULTADOS DOS TESTES DE CALIBRAÇÃO
DINÂMICA - SENSIBILIDADE

AERONAVE PIPER NAVAJO CHIEFTAIN PA31-350

PR-PEC

MARICÁ - RJ
16 DE ABRIL DE 2015

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

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

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

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

1. Considerações Gerais

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

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

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

No dia 16 de Abril de 2015 a Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda. efetuou os testes sobre a “pista de calibração dinâmica” no distrito de Inoã, município de Maricá (RJ).

2. Levantamento Terrestre

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



Figura 1 – Gamaespectrômetro Portátil EXPLORANIUM GR-320

Foram registradas 83 estações, sendo 77 sobre a pista de calibração e 6 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(*) (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	11,91	1,92	2,70	25,29	4972,7 3	491,61	105,83	220,01
DESVIO PADRÃO	3,49	0,69	0,74	8,83	1242,4 7	151,73	26,51	76,42
ERRO NA MÉDIA (1)	0,40	0,08	0,08	1,01	141,59	17,29	3,02	8,71
INCERTEZA (%) (2)	0,03	0,04	0,03	0,04				

- (*) Valor obtido através da expressão:
 $E = 1,505K + 0,653eU + 0,287eTh$
 $E = \text{Taxa de Exposição } (\mu R/h)$
- (1) Erro na média = Desvio Padrão / (Número de Estações)^{1/2}
- (2) Incerteza = Erro na Média/Média
- cpm = contagem por minuto
- 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(*) ($\mu R/h$)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	0,54	0,03	0,50	0,58	46,88	17,40	9,97	5,30
DESVIO PADRÃO	0,10	0,05	0,06	0,17	8,75	6,41	1,25	1,63
ERRO NA MÉDIA (1)	0,04	0,02	0,03	0,07	3,57	2,62	0,51	0,67
INCERTEZA (%) (2)	0,08	0,63	0,05	0,12				

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 (três vezes), 400, 500, 600, 700 e 800 pés. A razão pela qual foram voadas linhas em várias altitudes foi o aproveitamento dos dados para calcular também os coeficientes de atenuação atmosférica (*attenuation coefficients*), os quais são utilizados para a correção altimétrica dos dados radiométricos.

4. 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:

$S = N/C$, onde:

S corresponde à sensibilidade para cada janela,

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

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

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

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

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

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

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

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

ESTATÍSTICA *	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
MÉDIA	2635,05	129,17	27,29	111,66
DESVIO PADRÃO	23,18	4,08	1,31	2,98
ERRO NA MÉDIA	13,38	2,35	0,76	1,72
INCERTEZA (%)	0,01	0,02	0,03	0,02

* 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 (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	11,37	1,89	2,20	24,70	4925,85	474,21	95,86	214,71
DESVIO PADRÃO	4,54	0,82	0,91	10,66	1754,38	191,32	35,71	92,43
ERRO NA MÉDIA (1)	0,50	0,09	0,10	1,17	192,57	21,00	3,92	10,15
INCERTEZA (%) (2)	0,04	0,05	0,05	0,05				

cpm = contagens por minuto

Quadro 5 - Coeficientes de Sensibilidade

	CT (cps/ μ R/h)	K (cps/%)	U (cps/ppm)	Th (cps/ppm)
SENSIBILIDADE (S)	231,80	68,43	12,40	4,52

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

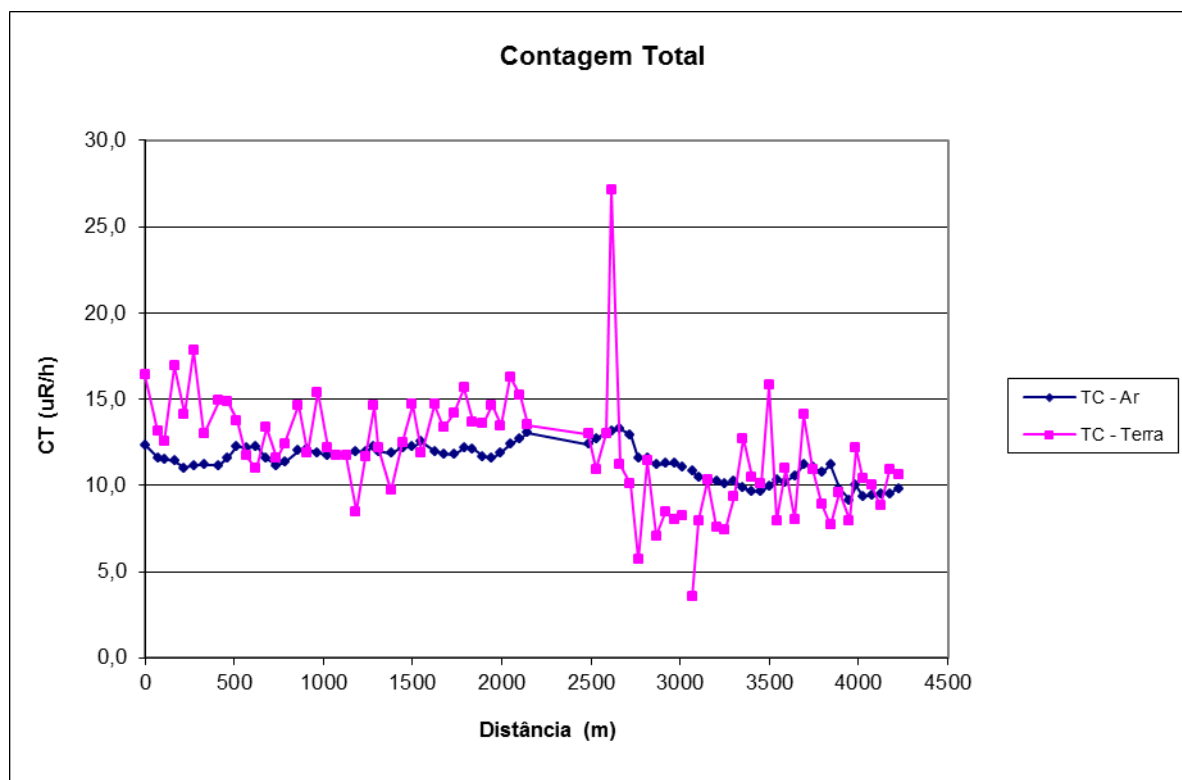


Figura 3 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Contagem Total

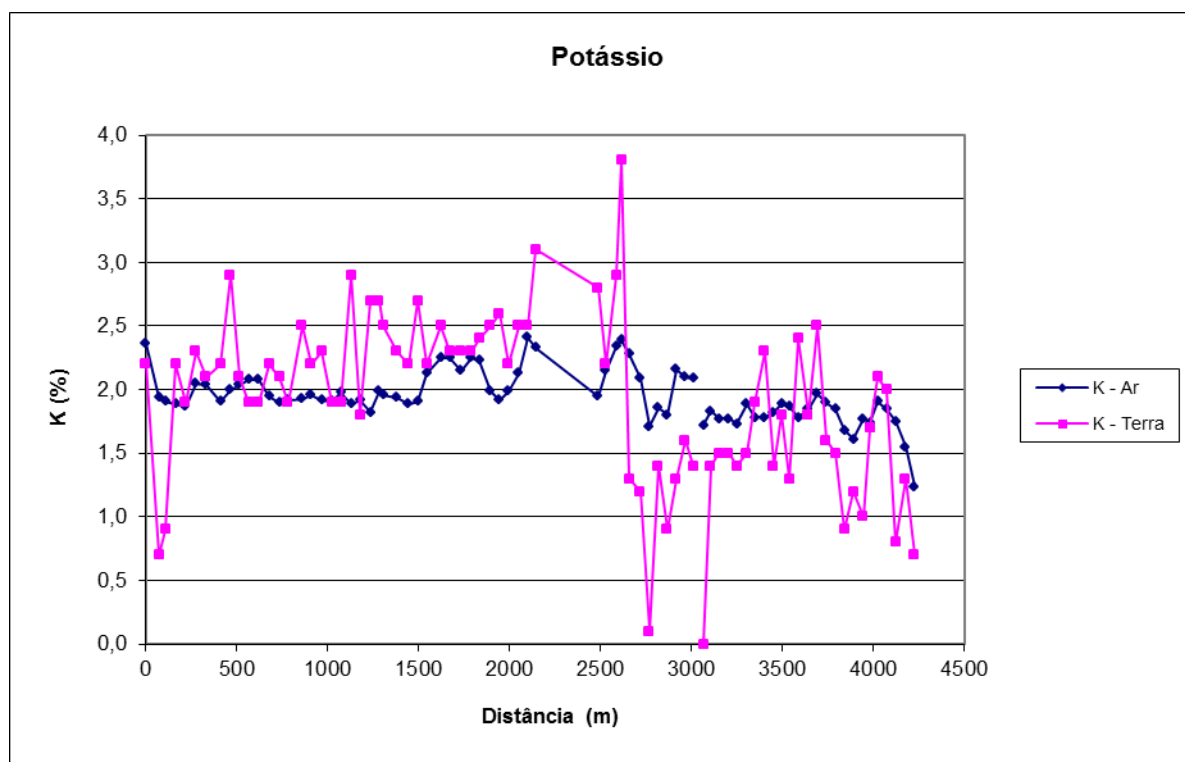


Figura 4 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Potássio

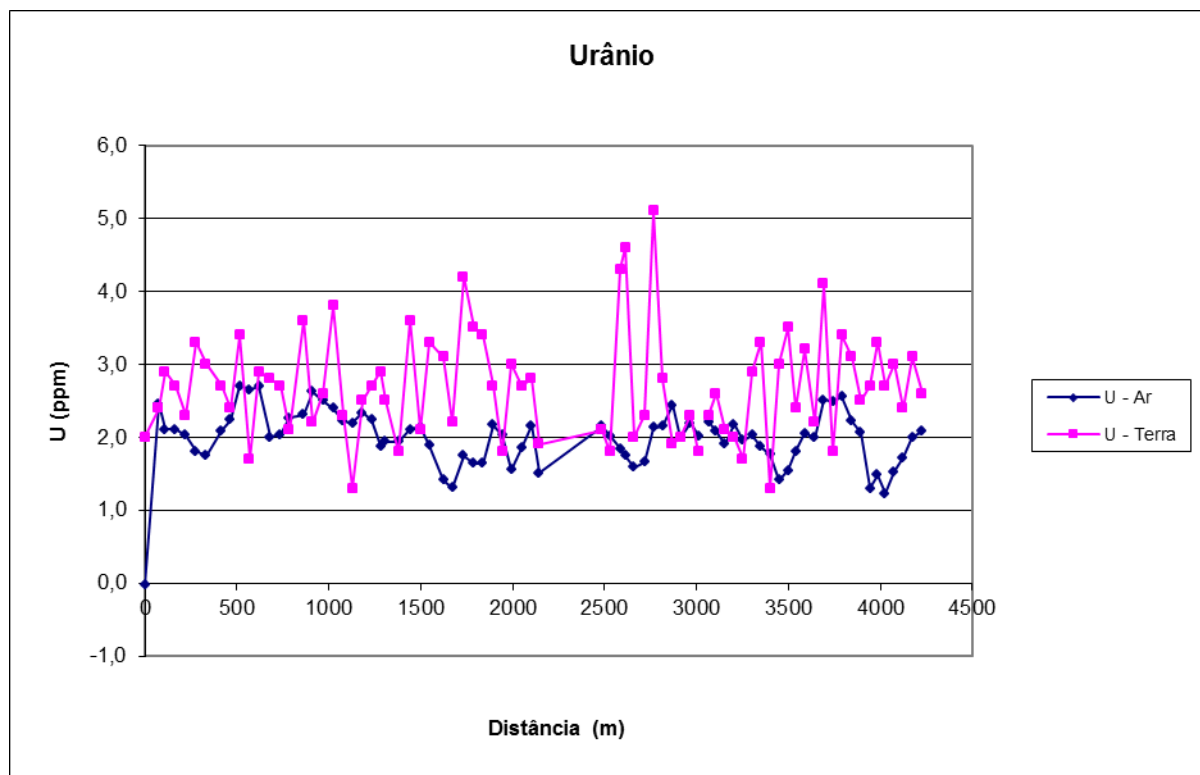


Figura 5 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Urânio

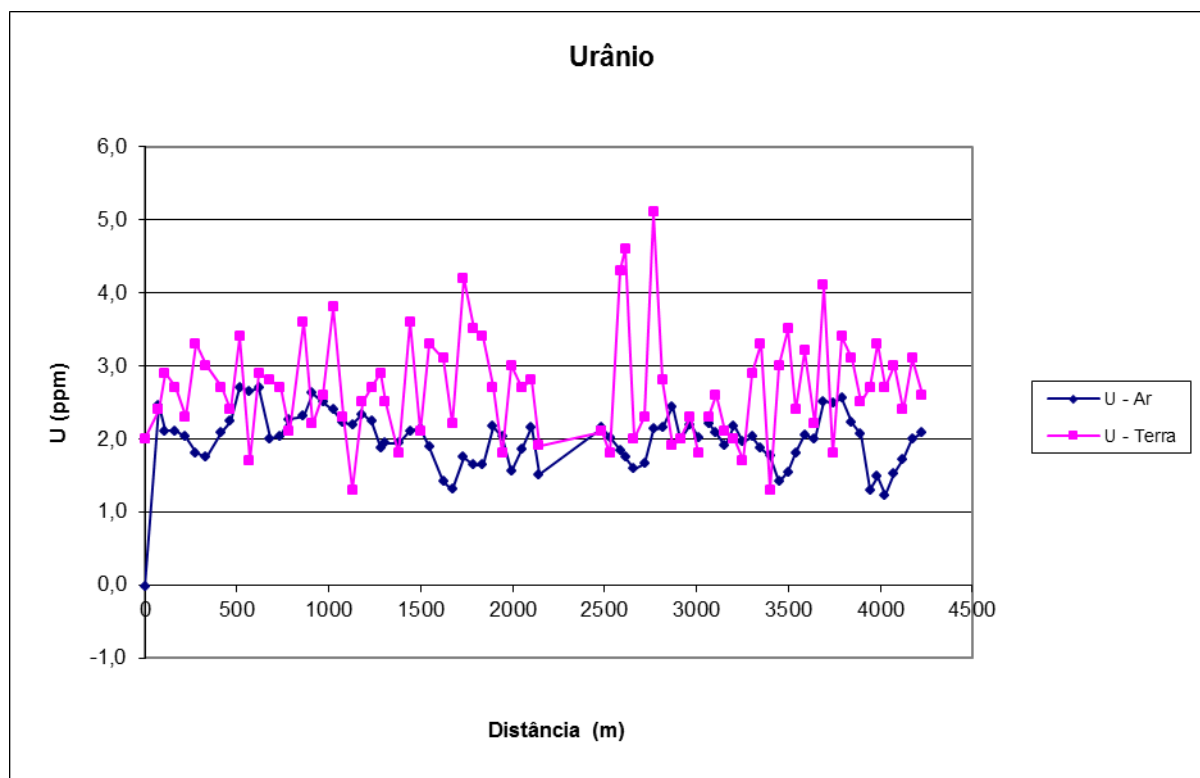


Figura 6 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo – Tório

TABELA 1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE
 PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA – 16/04/2015
 DADOS BRUTOS

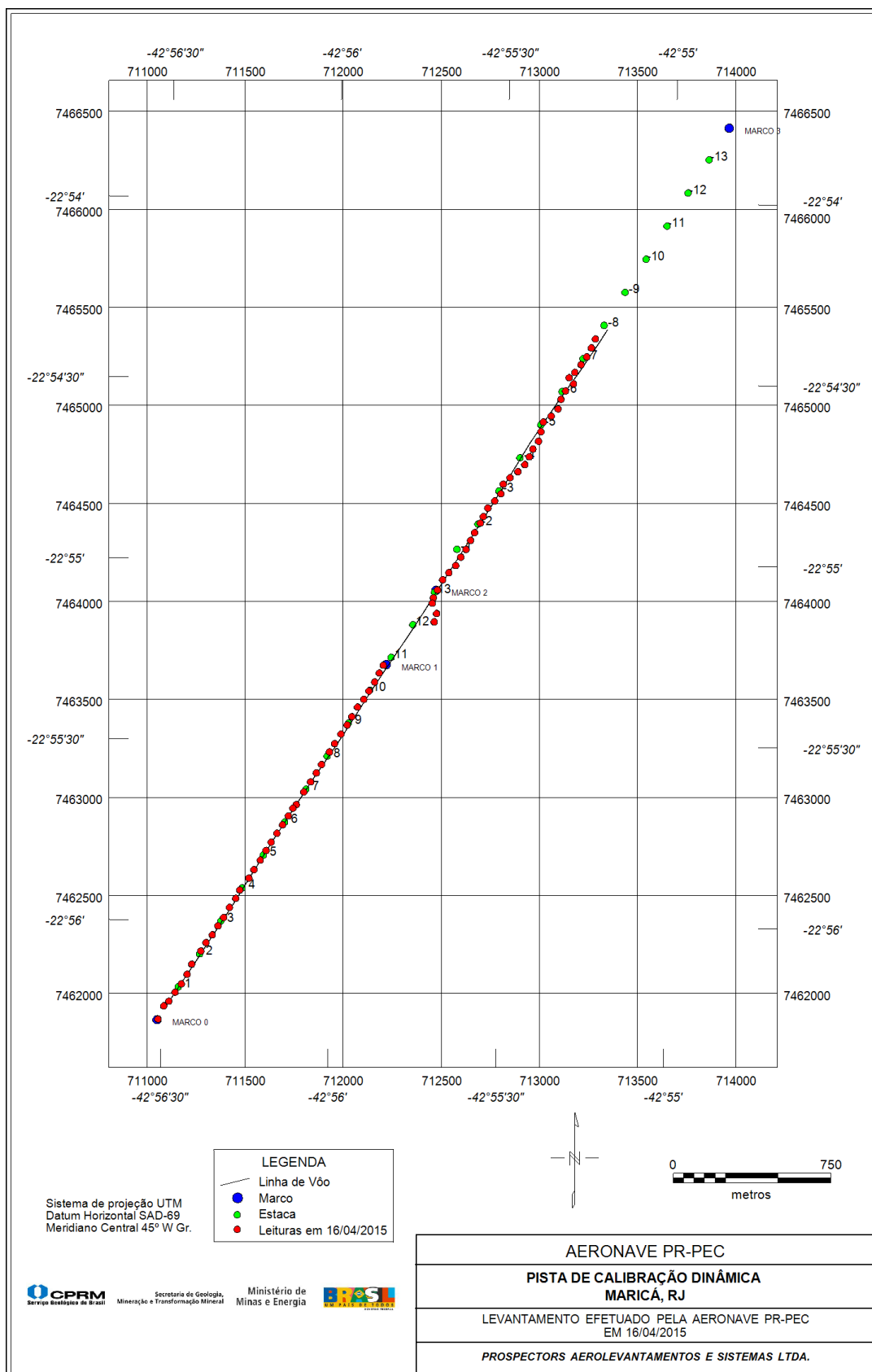
Estação	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
1	711011,60	7461823,29	16,38	2,20	2,00	41,00	6746,90	597,10	131,80	355,70
2	711041,04	7461890,57	13,12	0,70	2,40	36,60	5206,20	293,80	129,00	318,10
3	711067,03	7461914,82	12,55	0,90	2,90	32,40	5330,60	316,90	127,50	282,60
4	711099,02	7461960,52	16,93	2,20	2,70	41,30	7136,30	605,20	143,90	358,40
5	711130,96	7462003,15	14,12	1,90	2,30	34,00	6254,60	510,40	120,70	295,80
6	711160,15	7462051,98	17,81	2,30	3,30	42,50	7244,50	634,50	158,00	369,40
7	711183,67	7462103,96	12,98	2,10	3,00	27,40	5152,90	530,80	115,90	238,40
8	711230,21	7462171,00	14,92	2,20	2,70	34,30	6269,20	584,80	127,50	297,90
9	711256,46	7462213,71	14,83	2,90	2,40	31,00	6297,50	698,00	113,40	268,50
10	711288,36	7462253,26	13,76	2,10	3,40	29,20	5544,10	540,60	126,40	254,30
11	711317,50	7462299,01	11,72	1,90	1,70	27,00	4738,90	472,70	93,40	234,20
12	711346,60	7462341,68	10,95	1,90	2,90	21,60	4496,30	481,00	99,60	188,10
13	711375,83	7462393,57	13,35	2,20	2,80	28,60	5404,00	550,90	114,90	249,00
14	711407,82	7462439,28	11,55	2,10	2,70	23,10	4760,00	510,90	99,70	200,70
15	711428,37	7462482,07	12,41	1,90	2,10	28,50	5199,70	495,90	103,40	247,90
16	711474,82	7462542,96	14,67	2,50	3,60	29,80	6019,00	630,90	132,20	259,60
17	711501,07	7462585,67	11,87	2,20	2,20	24,80	4903,00	537,10	95,50	215,40
18	711533,11	7462634,45	15,38	2,30	2,60	35,60	6456,70	605,80	129,10	308,90
19	711562,29	7462683,27	12,14	1,90	3,80	23,70	5132,50	489,60	121,10	207,00
20	711588,54	7462725,98	11,74	1,90	2,30	25,70	5088,70	492,60	100,20	223,20
21	711617,68	7462771,72	11,70	2,90	1,30	22,60	4833,60	649,60	74,50	195,50
22	711646,78	7462814,39	8,47	1,80	2,50	14,40	3365,50	419,30	75,50	125,70
23	711675,93	7462860,14	11,62	2,70	2,70	20,20	4987,40	630,80	92,30	175,60
24	711699,28	7462899,81	14,62	2,70	2,90	30,20	5713,00	654,80	120,70	262,10
25	711716,64	7462918,03	12,20	2,50	2,50	23,70	5002,60	594,20	97,00	205,40
26	711754,59	7462982,11	9,72	2,30	1,80	17,70	4065,60	532,70	70,80	153,50
27	711789,52	7463033,93	12,49	2,20	3,60	23,80	4907,20	544,40	116,90	207,50
28	711818,66	7463079,68	14,68	2,70	2,10	32,20	6191,00	666,00	111,30	279,50
29	711844,91	7463122,38	11,87	2,20	3,30	22,30	4807,80	544,90	108,50	194,40
30	711885,72	7463186,43	14,68	2,50	3,10	31,00	5832,10	631,80	125,40	269,50
31	711911,97	7463229,14	13,36	2,30	2,20	29,50	5660,90	573,60	107,60	255,80
32	711944,00	7463277,92	14,15	2,30	4,20	27,70	5447,40	590,70	136,90	242,10
33	711976,00	7463323,62	15,65	2,30	3,50	34,50	6270,10	601,10	141,20	300,50
34	711999,40	7463366,37	13,67	2,40	3,40	27,30	5529,20	600,20	122,70	237,50
35	712028,59	7463415,19	13,59	2,50	2,70	28,10	5827,20	606,70	111,30	244,40
36	712060,50	7463454,74	14,65	2,60	1,80	33,30	5999,00	648,70	109,70	288,90
37	712086,75	7463497,45	13,48	2,20	3,00	28,60	5675,30	568,80	119,10	248,50
38	712115,89	7463543,20	16,29	2,50	2,70	37,50	6619,10	640,90	134,40	325,70
39	712139,34	7463589,02	15,21	2,50	2,80	33,50	6450,80	636,70	127,00	291,10
40	712159,85	7463628,73	13,48	3,10	1,90	26,40	5531,30	718,70	93,40	228,60
41	712419,48	7463849,70	12,96	2,80	2,10	25,70	5220,30	649,70	96,00	222,70
42	712431,49	7463892,61	10,92	2,20	1,80	22,40	4775,30	519,80	82,90	194,40
43	712409,43	7463945,23	13,00	2,90	4,30	20,30	5354,20	680,30	120,60	177,70
44	712415,52	7463972,83	27,12	3,80	4,60	64,10	10826,10	1008,80	231,00	556,90
45	712436,03	7464012,55	11,18	1,30	2,00	27,60	4598,50	374,20	100,20	240,00

Estação	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
46	712462,41	7464064,48	10,08	1,20	2,30	23,60	4342,60	337,00	94,90	205,90
47	712494,28	7464100,96	5,69	0,10	5,10	7,70	3859,70	107,20	107,00	69,80
48	712529,00	7464137,39	11,43	1,40	2,80	26,10	4627,80	396,20	110,60	227,40
49	712555,25	7464180,10	7,07	0,90	1,90	15,60	3431,70	259,40	69,80	136,20
50	712581,46	7464219,73	8,43	1,30	2,00	18,00	3556,40	330,70	77,10	156,70
51	712604,91	7464265,56	8,04	1,60	2,30	14,40	3383,10	384,90	72,90	125,70
52	712625,42	7464305,27	8,22	1,40	1,80	17,20	3573,20	350,50	71,30	149,30
53	712654,61	7464354,09	3,54	0,00	2,30	7,10	2812,60	62,10	57,70	63,50
54	712669,34	7464387,73	7,97	1,40	2,60	14,50	3477,50	346,80	78,70	126,80
55	712692,75	7464430,48	10,32	1,50	2,10	23,30	4299,00	399,30	91,80	202,30
56	712727,46	7464466,91	7,55	1,50	2,00	13,90	3164,30	353,90	67,10	121,50
57	712759,33	7464503,38	7,44	1,40	1,70	14,70	3365,10	349,30	64,00	127,80
58	712771,43	7464552,45	9,37	1,50	2,90	18,20	4021,70	396,60	92,80	158,80
59	712806,10	7464585,80	12,71	1,90	3,30	26,80	5047,00	504,20	119,00	233,20
60	712846,43	7464616,00	10,45	2,30	1,30	21,40	4658,70	533,40	70,80	185,00
61	712881,15	7464652,44	10,12	1,40	3,00	21,10	4238,40	371,00	100,70	183,90
62	712904,52	7464692,11	15,79	1,80	3,50	37,60	6157,90	526,20	149,60	327,20
63	712922,18	7464731,86	7,97	1,30	2,40	15,50	3440,40	334,20	78,10	135,10
64	712951,24	7464771,45	10,98	2,40	3,20	18,40	4498,50	568,90	97,00	160,40
65	712963,34	7464820,51	8,02	1,80	2,20	13,50	3475,10	423,50	68,20	117,30
66	712975,43	7464869,57	14,10	2,50	4,10	26,70	5601,00	620,90	132,80	232,80
67	713015,76	7464899,77	10,93	1,60	1,80	25,60	4635,80	421,40	91,30	222,20
68	713050,48	7464936,21	8,93	1,50	3,40	15,50	3438,80	378,10	94,90	136,20
69	713065,43	7464985,23	7,71	0,90	3,10	15,10	3230,20	267,60	89,60	132,50
70	713088,84	7465027,98	9,58	1,20	2,50	21,40	4287,70	343,80	93,90	186,50
71	713129,26	7465064,33	7,95	1,00	2,70	16,30	3391,90	282,90	84,40	142,50
72	713106,89	7465095,41	12,18	1,70	3,30	26,00	5029,90	457,60	117,50	226,40
73	713135,78	7465122,70	10,41	2,10	2,70	19,10	4191,40	497,20	90,70	166,60
74	713167,70	7465162,25	9,99	2,00	3,00	17,50	4144,20	479,40	92,80	152,50
75	713196,76	7465201,84	8,83	0,80	2,40	21,10	3796,10	263,10	91,20	183,90
76	713220,21	7465247,66	10,90	1,30	3,10	24,10	4371,80	372,10	110,10	210,10
77	713240,81	7465293,53	10,59	0,70	2,60	27,30	4478,80	267,90	110,60	238,40
78*	723751,67	7461676,42	0,47	0,00	0,50	0,50	36,00	10,70	9,50	4,30
79*	723794,22	7461663,47	0,59	0,00	0,60	0,70	42,00	11,20	11,60	6,40
80*	723828,33	7461656,81	0,35	0,00	0,40	0,30	42,80	15,40	8,00	2,80
81*	723891,52	7461689,72	0,71	0,10	0,50	0,80	61,20	24,30	10,60	7,50
82*	723940,00	7461692,08	0,50	0,00	0,50	0,60	51,00	17,00	10,60	5,40
83*	723999,84	7461691,19	0,65	0,10	0,50	0,60	48,30	25,80	9,50	5,40

* 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 AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

RESUMO DOS RESULTADOS DOS TESTES DE CALIBRAÇÃO
DINÂMICA - SENSIBILIDADE

AERONAVE PIPER NAVAJO CHIEFTAIN PA31-350

PR-PEC

RIO DE JANEIRO - RJ
24 DE DEZEMBRO DE 2015

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 - Gama espectrômetro 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 24 de Dezembro de 2015 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 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 77 estações, sendo 71 sobre a pista de calibração e 6 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(*) (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	11,90	2,26	2,69	23,49	5100,66	549,54	101,00	204,34
DESVIO PADRÃO	3,79	0,74	0,98	9,15	1318,13	164,24	34,37	79,54
ERRO NA MÉDIA (1)	0,45	0,09	0,12	1,09	156,43	19,49	4,08	9,44
INCERTEZA (%) (2)	0,04	0,04	0,04	0,05				

- (*) Valor obtido através da expressão:
 $E = 1,505K + 0,653eU + 0,287eTh$
 $E =$ Taxa de Exposição ($\mu R/h$)
- (1) Erro na média = Desvio Padrão / (Número de Estações)^{1/2}
- (2) Incerteza = Erro na Média/Média
- cpm = contagem por minuto
- 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 ($\mu R/h$)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	0,95	0,08	0,55	1,62	450,75	30,37	13,37	14,25
DESVIO PADRÃO	0,08	0,04	0,30	0,62	8,21	8,11	3,78	5,29
ERRO NA MÉDIA	0,03	0,02	0,12	0,25	3,35	3,31	1,54	2,16
INCERTEZA (%)	0,03	0,20	0,22	0,16				

3. Levantamento Aéreo

Foi utilizada a aeronave PR-PEC equipada com gamaespectrômetro Radiation Solutions RS-500, com cristais detectores de NaI com 2560 pol³ *down* e 512 pol³ *up*. Foram realizadas 9 passagens sobre a pista de calibração e mar, nas seguintes altitudes: 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:

$S = N/C$, onde:

S corresponde à sensibilidade para cada janela,

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

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

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

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

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

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

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

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

ESTATÍSTICA *	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
MÉDIA	2635,05	129,17	27,29	111,66
DESVIO PADRÃO	23,18	4,08	1,31	2,98
ERRO NA MÉDIA	13,38	2,35	0,76	1,72
INCERTEZA (%)	0,01	0,02	0,03	0,02

* 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 (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	10,95	2,17	2,14	21,88	4649,91	519,17	87,64	190,09
DESVIO PADRÃO	4,88	0,92	1,15	11,09	1827,13	211,65	42,43	96,42
ERRO NA MÉDIA	0,56	0,11	0,13	1,26	208,22	24,12	4,83	10,99
INCERTEZA (%)	0,05	0,05	0,06	0,06				

cpm = contagens por minuto

Quadro 5 - Coeficientes de Sensibilidade

	CT (cps/ μ R/h)	K (cps/%)	U (cps/ppm)	Th (cps/ppm)
SENSIBILIDADE (S)	231,80	68,43	12,40	4,52

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

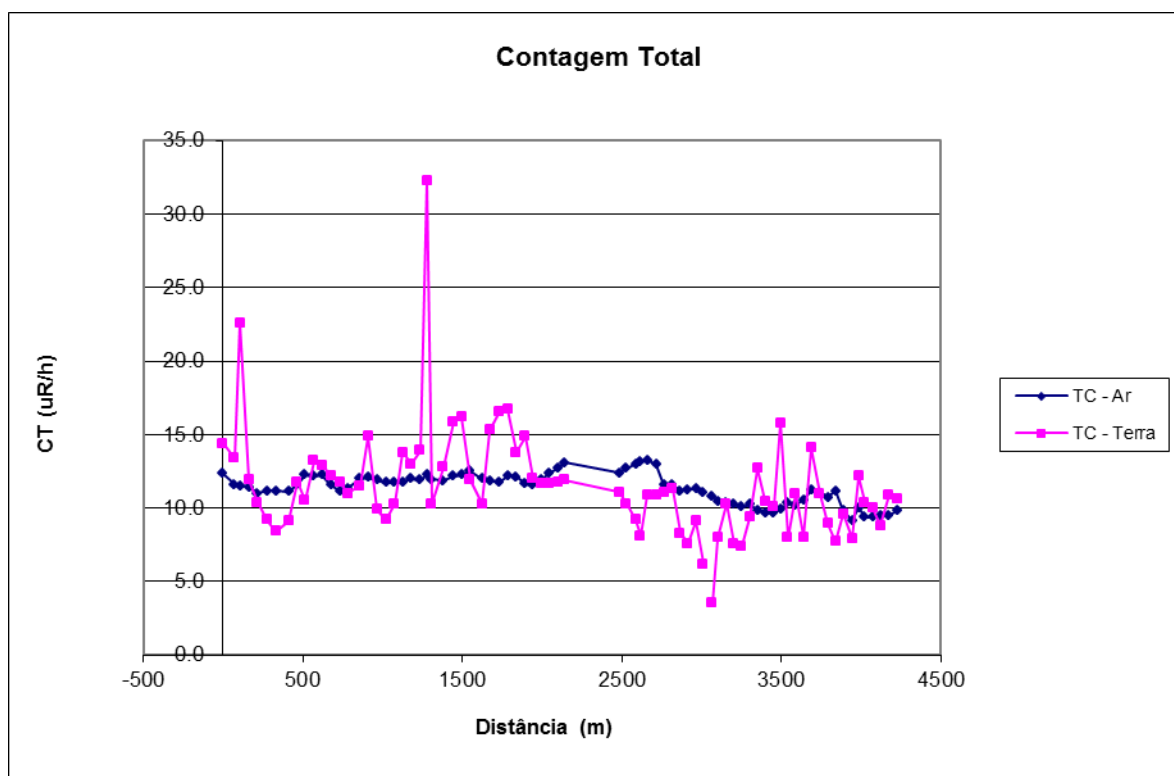


Figura 3 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Contagem Total

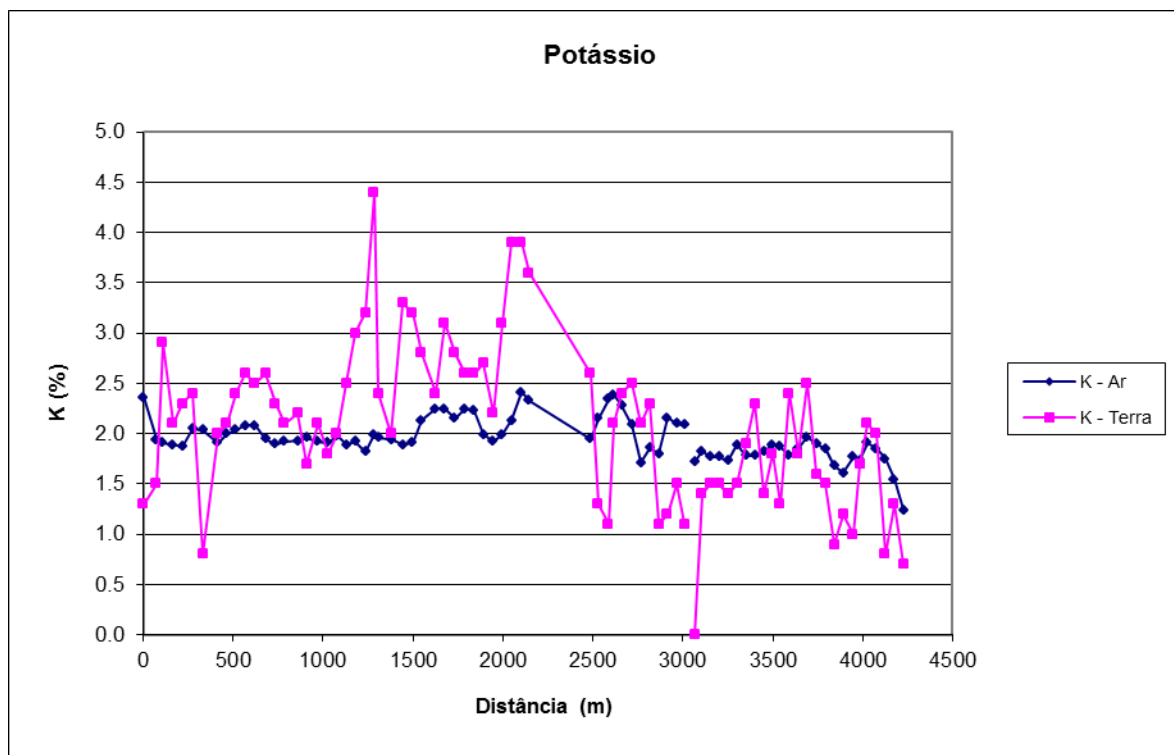


Figura 4 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Potássio

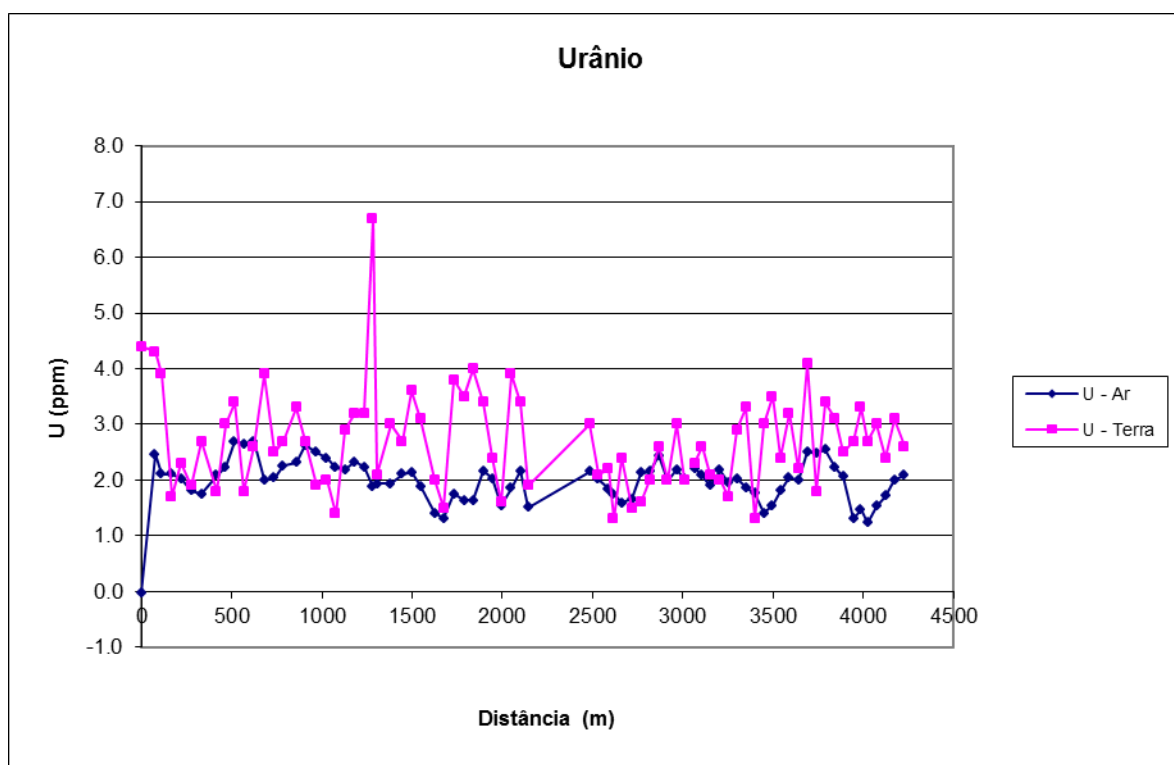


Figura 5 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Urânio

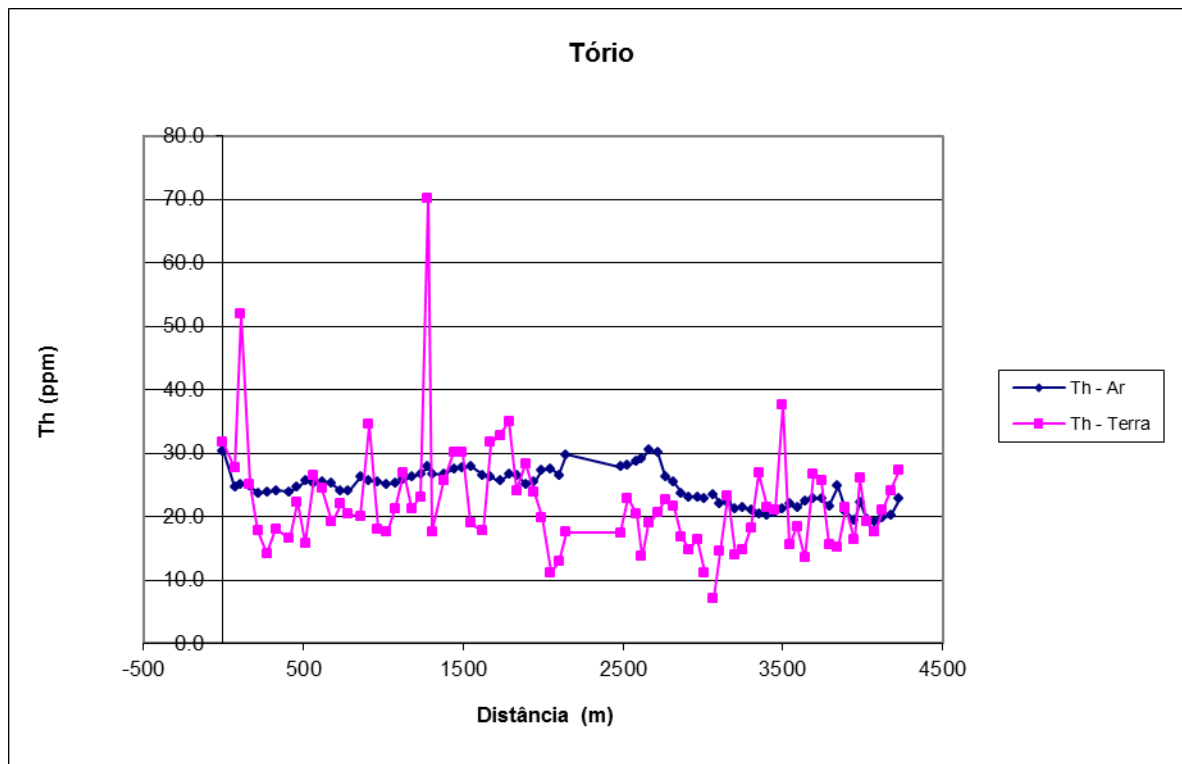


Figura 6 - Calibração dinâmica - Perfil comparativo - Tório

TABELA 1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE
 PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA – 24/12/2015
 DADOS BRUTOS

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	711011,60	7461823,29	14,4	1,3	4,4	31,7	5154,6	417,7	151	277,2
2	711041,04	7461890,57	13,4	1,5	4,3	27,6	5110,1	444	139,5	241,6
3	711067,03	7461914,82	22,6	2,9	3,9	51,9	8769,5	775,7	190,2	451
4	711099,02	7461960,52	11,9	2,1	1,7	25	5071,5	519,3	88,1	216,4
5	711130,96	7462003,15	10,4	2,3	2,3	17,7	4578	543,3	80,8	153,6
6	711160,15	7462051,98	9,2	2,4	1,9	14,2	4096,9	543,1	65,1	123,2
7	711183,67	7462103,96	8,4	0,8	2,7	18	3412,9	250,9	90,1	157,6
8	711230,21	7462171,00	9,1	2	1,8	16,5	4089,3	461,4	69,2	143
9	711256,46	7462213,71	11,8	2,1	3	22,3	4730,6	516,1	103,8	194,4
10	711288,36	7462253,26	10,5	2,4	3,4	15,8	4411,1	560	94,4	137,8
11	711317,50	7462299,01	13,2	2,6	1,8	26,4	5730,9	622,2	92,4	229,1
12	711346,60	7462341,68	12,9	2,5	2,6	24,4	5619,7	606,5	101,8	212,3
13	711375,83	7462393,57	12,2	2,6	3,9	19,1	5294,7	614,7	111,2	167,2
14	711407,82	7462439,28	11,8	2,3	2,5	22	4841,9	551,7	94,4	191,3
15	711428,37	7462482,07	11	2,1	2,7	20,4	4636,6	502,5	93,4	177,6
16	711474,82	7462542,96	11,5	2,2	3,3	20,1	4998	533,9	102,8	175,6
17	711501,07	7462585,67	14,9	1,7	2,7	34,5	5805,6	484	129,1	300,4
18	711533,11	7462634,45	9,9	2,1	1,9	17,9	4683,5	498,3	73,5	155,6
19	711562,29	7462683,27	9,2	1,8	2	17,5	4595,9	422,8	74,5	152,5
20	711588,54	7462725,98	10,3	2	1,4	21,2	4938,3	472,1	73,5	183,9
21	711617,68	7462771,72	13,8	2,5	2,9	26,9	5437	616,8	112,2	234,2
22	711646,78	7462814,39	13	3	3,2	21,3	5075,6	696,2	102,8	185
23	711675,93	7462860,14	13,9	3,2	3,2	23,1	5497,5	741,4	108	200,7
24	711699,28	7462899,81	32,3	4,4	6,7	70,2	12677,6	1169,3	281,2	611,1
25	711716,64	7462918,03	10,3	2,4	2,1	17,6	4438,7	550,6	75,6	152,5
26	711754,59	7462982,11	12,8	2	3	25,6	5112,3	519,3	112,2	222,7
27	711789,52	7463033,93	15,9	3,3	2,7	30,2	6250,7	774,4	116,5	261,6
28	711818,66	7463079,68	16,2	3,2	3,6	30,1	6317,2	764	132,2	261,7
29	711844,91	7463122,38	11,9	2,8	3,1	18,9	4527,4	644,8	95,4	164
30	711885,72	7463186,43	10,3	2,4	2	17,7	4223	547,4	75,5	153,5
31	711911,97	7463229,14	15,3	3,1	1,5	31,7	6033,7	726,1	98,7	274,2
32	711944,00	7463277,92	16,6	2,8	3,8	32,8	6381,8	695,9	142,7	285,8
33	711976,00	7463323,62	16,7	2,6	3,5	35	6564,3	656,1	142,7	304,7
34	711999,40	7463366,37	13,8	2,6	4	24,1	5599,6	643	124,8	210,2
35	712028,59	7463415,19	14,9	2,7	3,4	28,3	5766,6	664,1	124,8	245,8
36	712060,50	7463454,74	12	2,2	2,4	23,8	4418,2	527,5	96,5	206,9
37	712086,75	7463497,45	11,7	3,1	1,6	19,9	5047,1	678,4	72,4	172,4
38	712115,89	7463543,20	11,7	3,9	3,9	11,2	4641,4	841,7	91,3	98,1
39	712139,34	7463589,02	11,8	3,9	3,4	12,9	4835,5	835,5	86	111,7
40	712159,85	7463628,73	11,9	3,6	1,9	17,5	5132,1	779	71,4	151,5
41	712419,48	7463849,70	11,1	2,6	3	17,4	4649,2	599,9	91,3	151,5
42	712431,49	7463892,61	10,3	1,3	2,1	22,9	3996,4	360	91,3	199,6
43	712409,43	7463945,23	9,2	1,1	2,2	20,4	4129,6	299,3	86	177,6
44	712415,52	7463972,83	8,1	2,1	1,3	13,7	3759,1	465,4	53,5	118,9

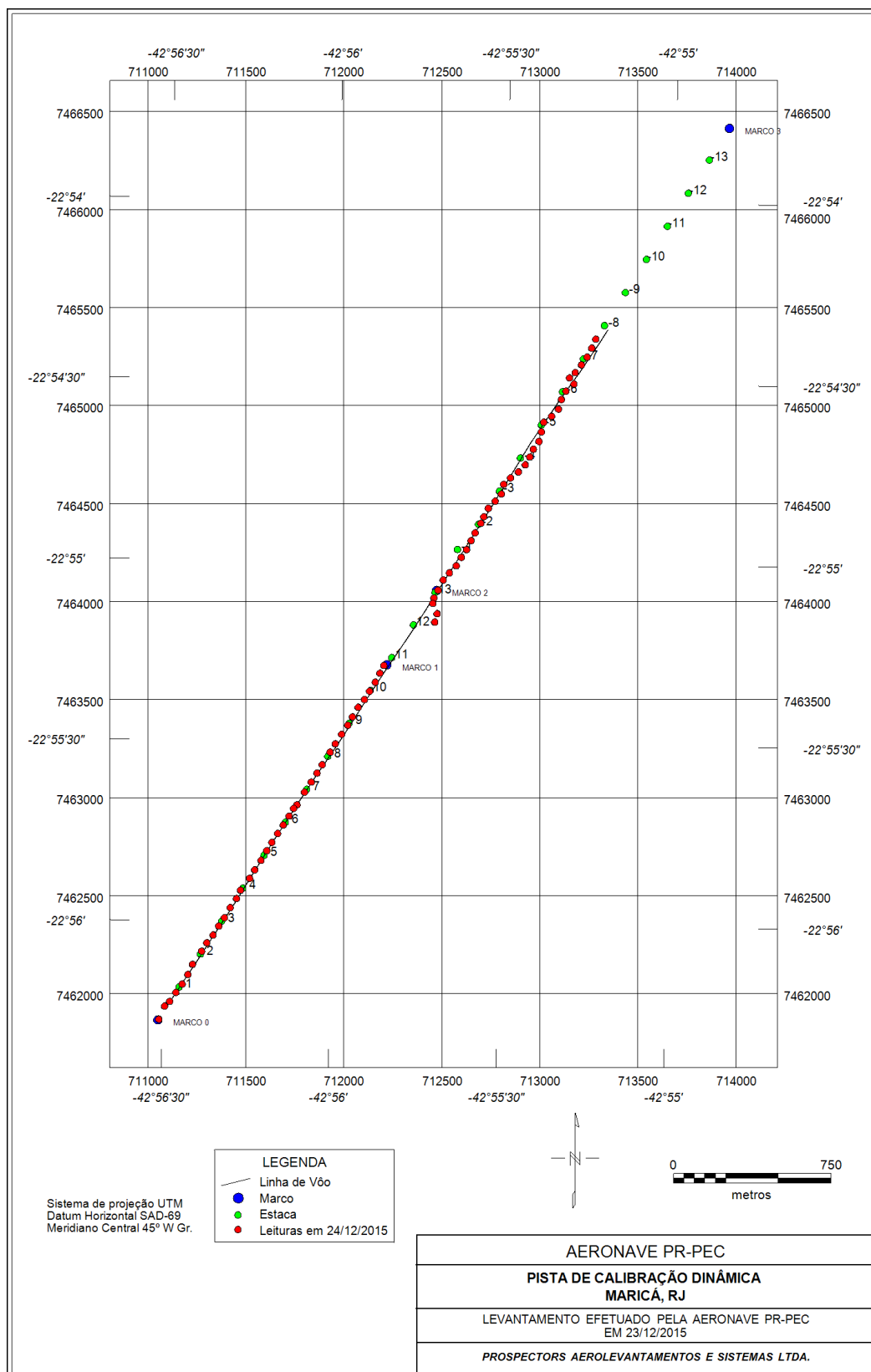
45	712436,03	7464012,55	10,9	2,4	2,4	18,9	4857,7	565,3	83,9	164
46	712462,41	7464064,48	10,9	2,5	1,5	20,6	5048,3	568,5	72,4	178,7
47	712494,28	7464100,96	11,1	2,1	1,6	22,7	5037,8	504,6	80,8	196,5

Estação	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
48	712529,00	7464137,39	11,3	2,3	2	21,6	4962,6	542,3	85	187,1
49	712555,25	7464180,10	8,3	1,1	2,6	16,7	3715,5	298,1	83,9	146,1
50	712581,46	7464219,73	7,6	1,2	2	14,8	3864,3	303,3	69,2	129,4
51	712604,91	7464265,56	9,1	1,5	3	16,4	4327,6	384,1	89,2	143,1
52	712625,42	7464305,27	6,2	1,1	2	11,2	3168,1	267,6	59,8	98
53	712654,61	7464354,09	4,3	0,7	0,9	8,8	2135	169,1	36,7	77
54	712669,34	7464387,73	6,5	0,9	1,5	13,8	3304,2	243,6	57,7	119,9
55	712692,75	7464430,48	4,6	0,7	1,6	8,2	2726,6	191,2	46,2	71,8
56	712727,46	7464466,91	9,8	1,2	2,8	20,7	5020,4	326,6	96,5	180,8
57	712759,33	7464503,38	12,5	2,8	2,6	22	4996,1	650,2	94,4	191,3
58	712771,43	7464552,45	15	2,2	3,4	31	5986,7	575,3	132,2	270
59	712806,10	7464585,80	16,1	2,5	4,4	31,3	6376,6	644,6	149	273,2
60	712846,43	7464616,00	14,6	2,4	2,7	30,3	5677,8	607,6	117,5	263,7
61	712881,15	7464652,44	15,3	2,1	3,4	32,7	6151,7	565,9	135,4	284,7
62	712904,52	7464692,11	14	2,5	1,9	29,6	5842,3	615	101,8	256,4
63	712922,18	7464731,86	13,6	2,4	2,5	27,5	5748,1	589,8	107	238,5
64	712951,24	7464771,45	12	2	3	23,4	4866,1	505,6	105,9	203,8
65	712963,34	7464820,51	13	1,8	5,3	23,3	4979,3	482,6	145,7	204,9
66	712975,43	7464869,57	16,9	2,4	1,7	40	6655,6	622,6	123,9	346,6
67	713015,76	7464899,77	14,2	2,3	2,6	30	5612	572,9	114,4	260,5
68	713050,48	7464936,21	16	2	3,4	35,4	6155,8	554,4	141,7	307,8
69	713065,43	7464985,23	12,7	2	2,3	27,1	5126,2	500,4	103,8	235,3
70	713088,84	7465027,98	14,4	1,5	3,5	32,8	5336,5	440,9	138,5	285,6
71	713129,26	7465064,33	18	2	4,4	39,9	7066,9	577,7	170,1	347,8
72*	713106,89	7465095,41	1	0,1	0,9	1	453,2	36,3	17,9	9
73*	713135,78	7465122,70	1	0,1	0,6	1,4	449,1	34,2	13,7	12,2
74*	713167,70	7465162,25	1	0,1	0,3	2	447	36,3	10,6	17,4
75*	713196,76	7465201,84	0,9	0,1	0,4	1,7	437,6	26,9	10,6	15,3
76*	713220,21	7465247,66	1,1	0,1	0,2	2,6	461,2	33,1	9,5	22,6
77*	713240,81	7465293,53	0,9	0	0,9	1	456,4	15,4	17,9	9

* 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 AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

RESUMO DO RESULTADO DOS TESTES DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA
ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA

AERONAVE

PT-EPY

MARICÁ - RJ
15 DE MAIO DE 2014

SUMÁRIO

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

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-EPY

Durante os voos sobre a pista de calibração dinâmica (*dynamic calibration range - DCR*) realizados em 15/05/2014 nas proximidades de Maricá (RJ), objetivando a determinação dos coeficientes de sensibilidade para converter os dados aerogamaespectrométricos, medidos em contagens por segundo (cps), para concentração de elementos (%K, ppm para eU e eTh e $\mu\text{R/h}$ para o canal de contagem total), também são realizados voos em diversas alturas (de 300 a 800 pés com intervalo de 100 pés, com três passagens a 300 pés) sobre a mencionada pista de calibração objetivando a correção altimétrica dos dados radiométricos através da determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) dos radioelementos Potássio, Urânio e Tório, bem como para o canal de contagem total.

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

A atenuação das radiações gama em relação ao afastamento da fonte pode ser expressa matematicamente, de forma aproximada pela 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 330, 330, 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 *					
Linha	ALTURA (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
L800	232,15	1175,63	82,46	35,37	49,51
L700	207,06	1372,31	97,48	42,39	58,72
L600	178,74	1591,70	113,53	47,99	70,18
L500	152,94	1879,20	138,27	53,91	81,67
L400	111,58	2350,22	176,43	64,12	105,65
L300	93,23	2602,81	198,62	67,56	116,48
L301	100,79	2424,57	180,52	65,60	107,05
L302	99,59	2465,93	185,47	64,43	112,03
MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*					
Linha	ALTURA (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
S800	215,58	334,69	23,32	13,79	11,56
S700	196,80	358,50	25,12	15,13	11,75
S600	179,88	358,44	24,57	15,51	11,82
S500	170,83	358,34	25,56	15,05	11,76
S400	118,61	372,76	26,08	16,27	12,11
S300	97,71	365,48	26,40	15,29	11,52
S301	96,78	362,20	26,43	15,18	11,85
S302	100,88	362,26	27,13	14,85	11,17
MÉDIAS TERRA-ÁGUA*					
Linha	ALTURA (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
L800	232,15	840,94	59,14	21,58	37,95
L700	207,06	1013,81	72,36	27,26	46,97
L600	178,74	1233,26	88,96	32,48	58,36
L500	152,94	1520,86	112,71	38,86	69,91
L400	111,58	1977,46	150,35	47,85	93,54
L300	93,23	2237,33	172,22	52,27	104,96
L301	100,79	2062,37	154,09	50,42	95,20
L302	99,59	2103,67	158,34	49,58	100,86

** valores corrigidos do tempo morto*

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

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

Tabela 1b – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

Linha	ALTURA (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
L800	232,15	840,94	59,14	21,58	37,95
L700	207,06	1013,81	72,36	27,26	46,97
L600	178,74	1233,26	88,96	32,48	58,36
L500	152,94	1520,86	112,71	38,86	69,91
L400	111,58	1977,46	150,35	47,85	93,54
L300	93,23	2237,33	172,22	52,27	104,96
L301	100,79	2062,37	154,09	50,42	95,20
L302	99,59	2103,67	158,34	49,58	100,86

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

Tabela 1c – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

Linha	ALTURA (m)	ln CT (cps)	ln K (cps)	ln U (cps)	ln Th (cps)
L800	232,15	6,73	4,08	3,07	3,64
L700	207,06	6,92	4,28	3,31	3,85
L600	178,74	7,12	4,49	3,48	4,07
L500	152,94	7,33	4,72	3,66	4,25
L400	111,58	7,59	5,01	3,87	4,54
L300	93,23	7,71	5,15	3,96	4,65
L301	100,79	7,63	5,04	3,92	4,56
L302	99,59	7,65	5,06	3,90	4,61

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}
ContagemTotal	-0,0069
Potássio	-0,0075
Urânio	-0,0061
Tório	-0,0071

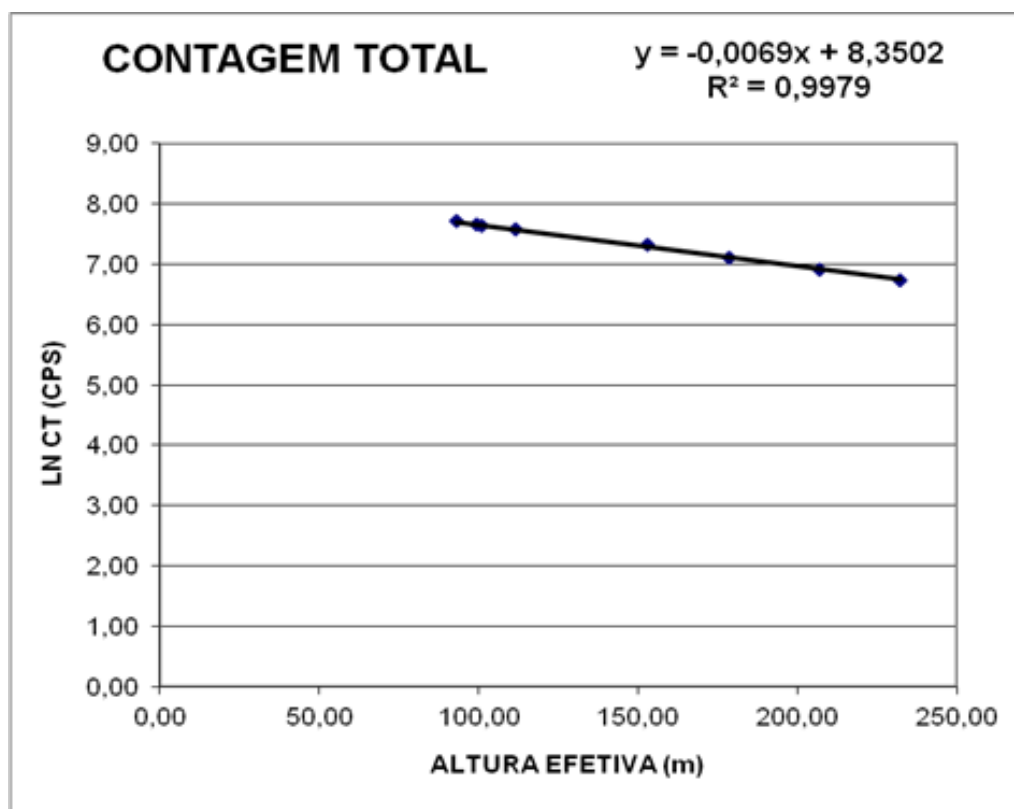


Figura 1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total

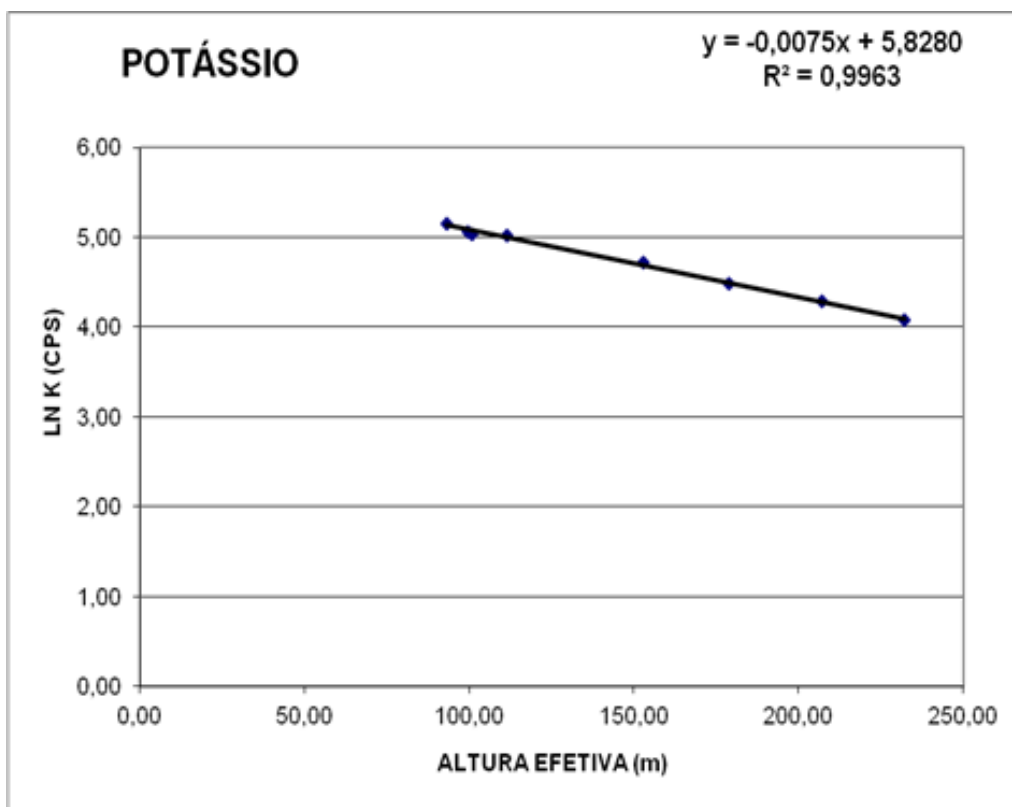


Figura 1b - Coeficiente de Atenuação - Potássio

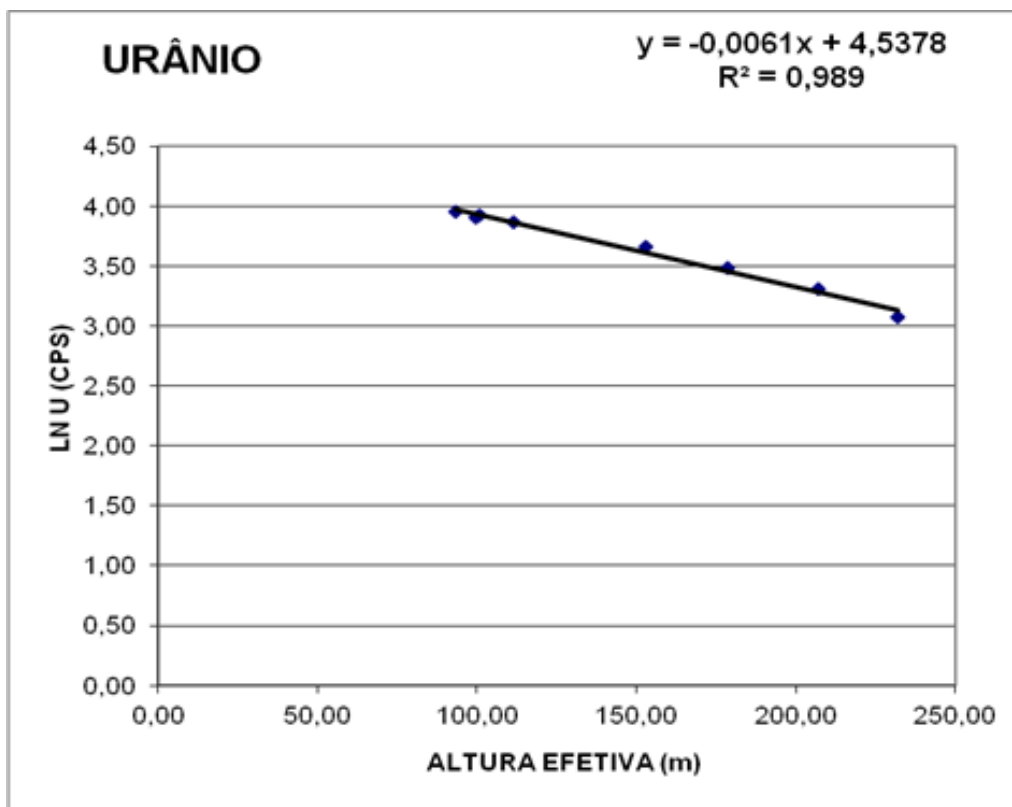


Figura 1c - Coeficiente de Atenuação – Urânio

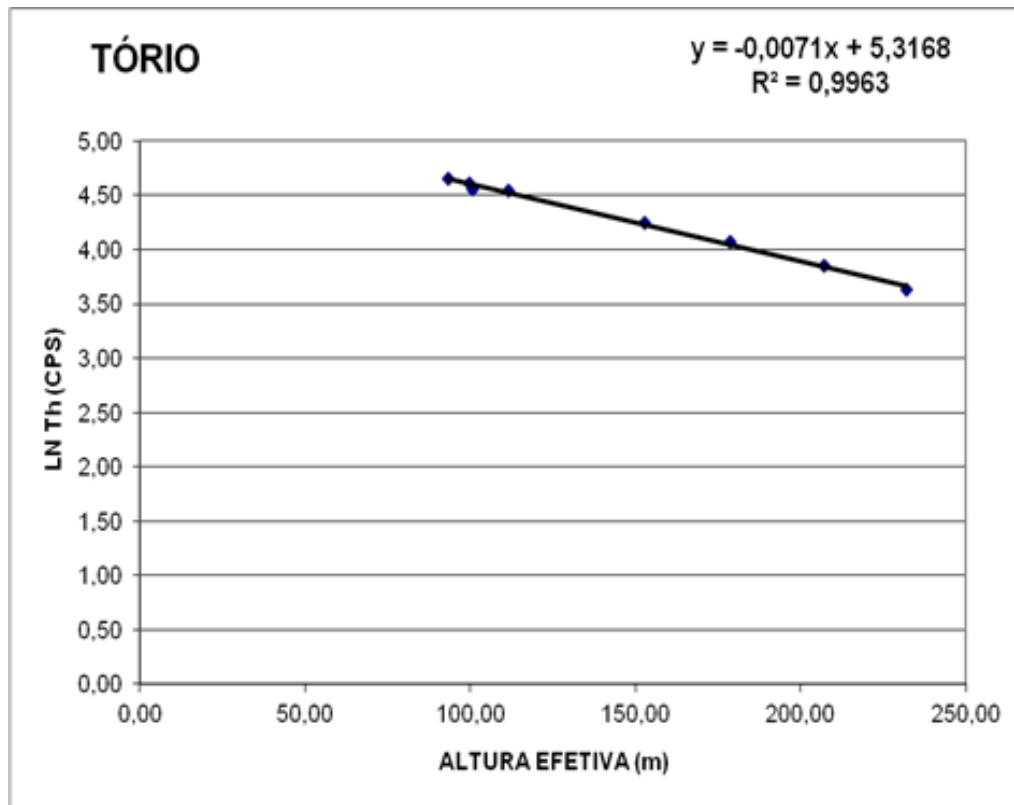


Figura 1d - Coeficiente de Atenuação - Tório

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 068/PR/13

RESUMO DO RESULTADO DOS TESTES DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA
ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA

AERONAVE

PP-AGP

MARICÁ - RJ
27 DE JUNHO DE 2015

SUMÁRIO

1 - Cálculo das constantes de atenuação atmosférica para a aeronave PP-AGP

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 PP-AGP

Durante os voos sobre a pista de calibração dinâmica (dynamic calibration range - DCR) realizados em 27/06/2015 nas proximidades de Maricá (RJ), objetivando a determinação dos coeficientes de sensibilidade para converter os dados aerogamaespectrométricos, medidos em contagens por segundo (cps), para concentração de elementos (%K, ppm para eU e eTh e $\mu\text{R/h}$ para o canal de contagem total), também são realizados voos em diversas alturas (de 300 a 900 pés com intervalo de 100 pés, com três passagens a 300 pés) sobre a mencionada pista de calibração objetivando a correção altimétrica dos dados radiométricos através da determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) dos radioelementos Potássio, Urânio e Tório, bem como para o canal de contagem total.

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

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

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

N_H é a radiação à distância H da fonte,

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

μ é o coeficiente de atenuação atmosférica

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

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

que é a equação de uma reta de coeficiente angular $-\mu$ e coeficiente linear $\ln(N_0)$. Na determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) para cada um dos canais radiométricos são efetuadas regressões lineares dos logaritmos neperianos dos valores radiométricos $\ln(N_H)$ em relação às alturas de voo (de 220, 330, 330, 330, 400, 500, 600, 700, 800 e 900 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 *					
Linha	ALTURA (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
L900	245,64	969,69	69,54	29,03	40,45
L800	211,28	1160,47	84,87	33,21	51,16
L700	190,02	1314,34	95,14	37,53	56,53
L600	159,39	1555,46	114,98	43,24	66,90
L500	139,96	1731,87	126,50	46,84	78,39
L400	109,48	2114,26	159,38	57,16	95,60
L330	94,58	2307,00	177,47	60,36	106,03
L331	90,31	2384,61	181,50	61,22	106,51
L332	88,70	2421,86	184,81	63,17	111,15
L200	66,26	2802,85	219,16	72,35	128,57
MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*					
Linha	ALTURA (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
S900	241,10	217,19	18,22	7,34	5,30
S800	211,31	218,55	17,95	7,54	5,16
S700	188,57	217,74	18,13	7,96	5,39
S600	140,67	218,63	18,45	7,44	5,09
S500	136,04	218,24	18,09	7,53	5,08
S400	112,49	219,32	18,93	7,86	5,16
S330	94,83	224,06	19,87	7,66	5,47
S331	102,04	221,59	19,00	7,78	5,41
S332	113,40	220,81	19,86	7,76	5,12
S200	59,05	222,38	21,21	7,51	5,18
MÉDIAS TERRA-ÁGUA*					
Linha	ALTURA (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
L900	245,64	752,50	51,32	21,69	35,15
L800	211,28	941,92	66,92	25,67	46,00
L700	190,02	1096,60	77,01	29,57	51,14
L600	159,39	1336,83	96,53	35,80	61,81
L500	139,96	1513,63	108,41	39,31	73,31
L400	109,48	1894,94	140,45	49,30	90,44
L330	94,58	2082,94	157,60	52,70	100,56
L331	90,31	2163,02	162,50	53,44	101,10
L332	88,70	2201,05	164,95	55,41	106,03
L200	66,26	2580,47	197,95	64,84	123,39

** valores corrigidos do tempo morto*

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

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

Linha	ALTURA (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
L900	245,64	752,50	51,32	21,69	35,15
L800	211,28	941,92	66,92	25,67	46,00
L700	190,02	1096,60	77,01	29,57	51,14
L600	159,39	1336,83	96,53	35,80	61,81
L500	139,96	1513,63	108,41	39,31	73,31
L400	109,48	1894,94	140,45	49,30	90,44
L330	94,58	2082,94	157,60	52,70	100,56
L331	90,31	2163,02	162,50	53,44	101,10
L332	88,70	2201,05	164,95	55,41	106,03
L200	66,26	2580,47	197,95	64,84	123,39

Tabela 1b – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

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

Linha	ALTURA (m)	ln CT (cps)	ln K (cps)	ln U (cps)	ln Th (cps)
L900	245,64	6,62	3,94	3,08	3,56
L800	211,28	6,85	4,20	3,25	3,83
L700	190,02	7,00	4,34	3,39	3,93
L600	159,39	7,20	4,57	3,58	4,12
L500	139,96	7,32	4,69	3,67	4,29
L400	109,48	7,55	4,94	3,90	4,50
L330	94,58	7,64	5,06	3,96	4,61
L331	90,31	7,68	5,09	3,98	4,62
L332	88,70	7,70	5,11	4,01	4,66
L200	66,26	7,86	5,29	4,17	4,82

Tabela 1c – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

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}
ContagemTotal	-0,0069
Potássio	-0,0075
Urânio	-0,0061
Tório	-0,0069

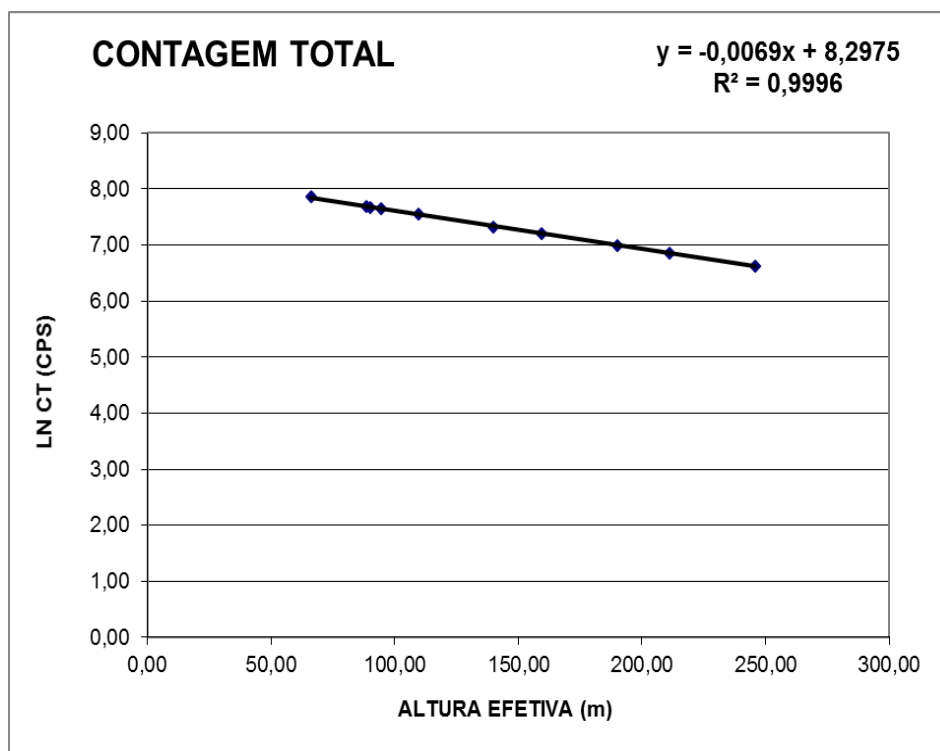


Figura 1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total.

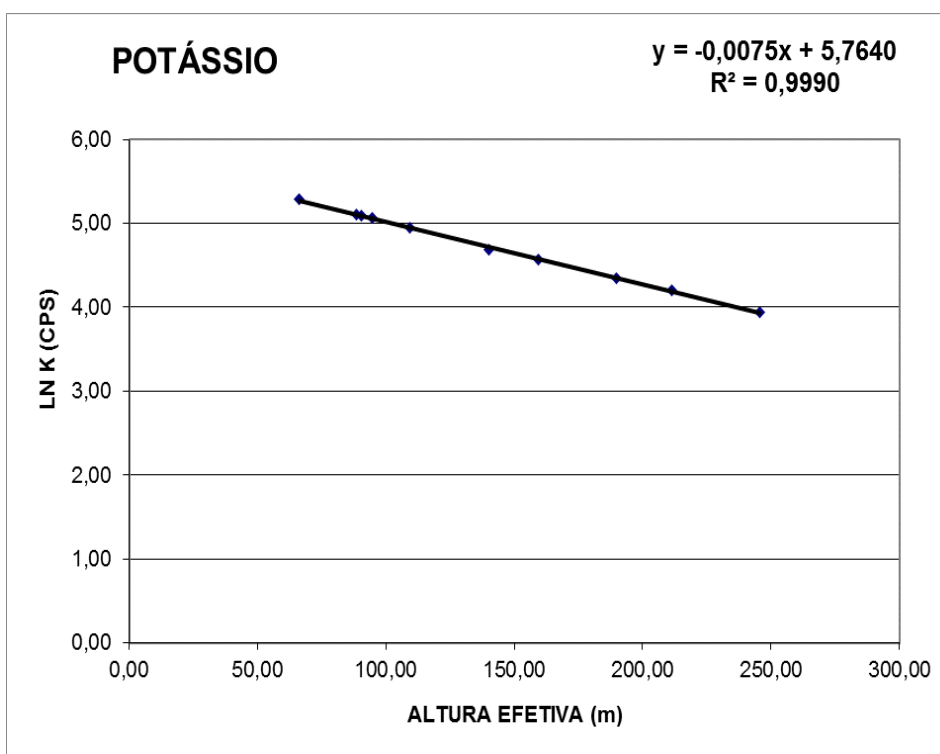


Figura 1b - Coeficiente de Atenuação – Potássio.

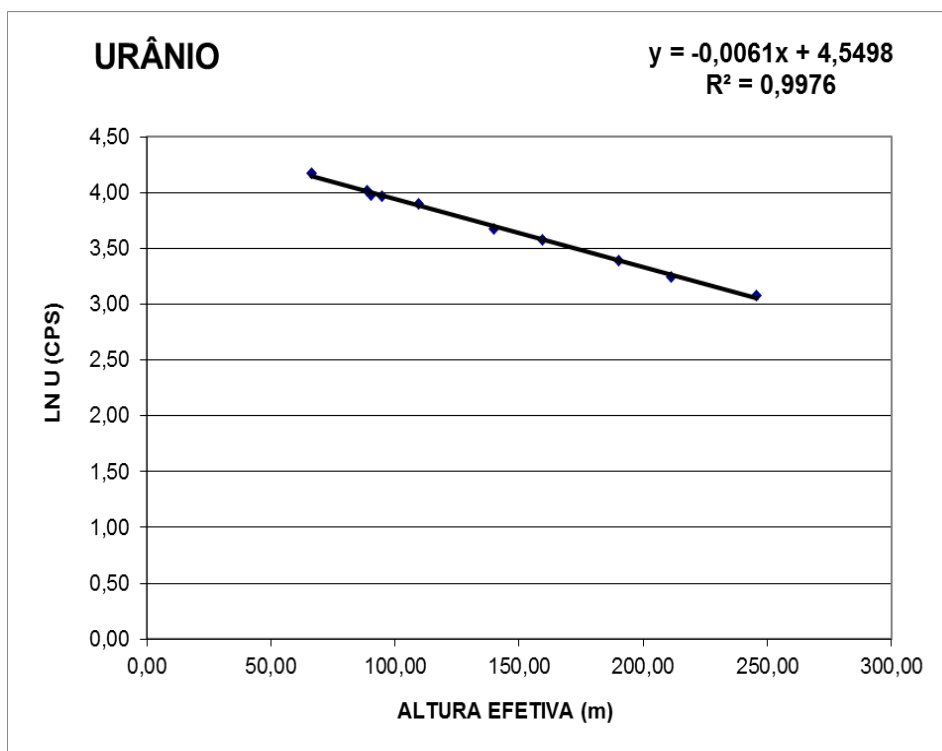


Figura 1c - Coeficiente de Atenuação – Urânio.

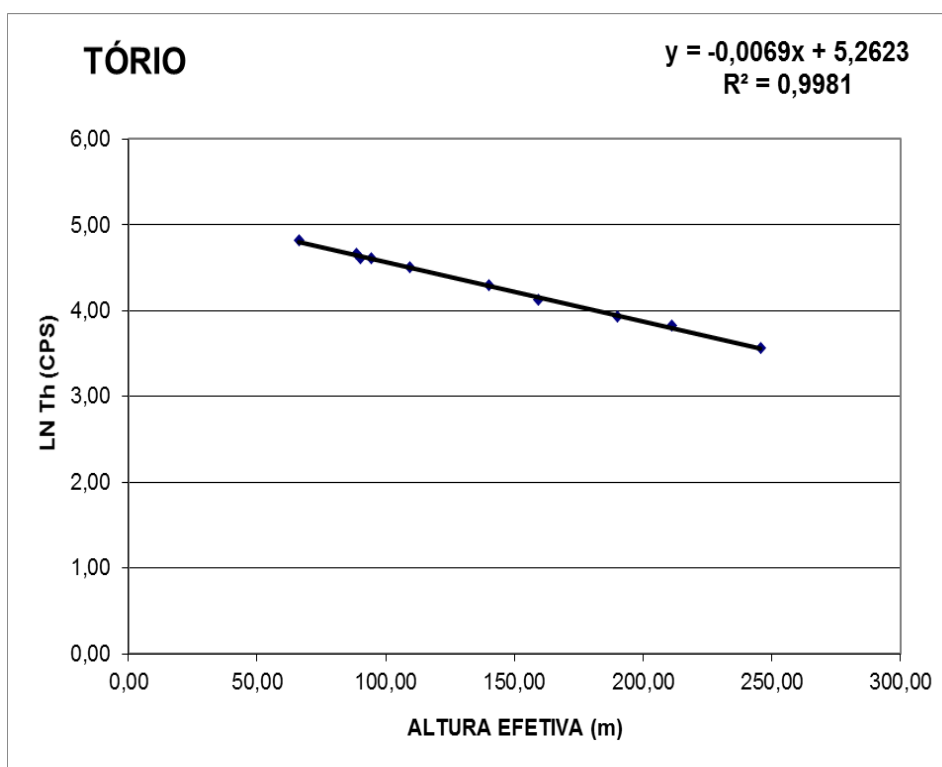


Figura 1d - Coeficiente de Atenuação – Tório.

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

RESUMO DO RESULTADO DOS TESTES DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA
ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA

AERONAVE

PR-MCY

MARICÁ - RJ
10 DE JANEIRO DE 2015

SUMÁRIO

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

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-MCY

Durante os voos sobre a pista de calibração dinâmica (dynamic calibration range - DCR) realizados em 10/01/2015 nas proximidades de Maricá (RJ), objetivando a determinação dos coeficientes de sensibilidade para converter os dados aerogamaespectrométricos, medidos em contagens por segundo (cps), para concentração de elementos (%K, ppm para eU e eTh e $\mu\text{R/h}$ para o canal de contagem total), também são realizados voos em diversas alturas (de 300 a 800 pés com intervalo de 100 pés, com três passagens a 300 pés) sobre a mencionada pista de calibração objetivando a correção altimétrica dos dados radiométricos através da determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) dos radioelementos Potássio, Urânio e Tório, bem como para o canal de contagem total.

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

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

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

N_H é a radiação à distância H da fonte,

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

μ é o coeficiente de atenuação atmosférica

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

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

que é a equação de uma reta de coeficiente angular $-\mu$ e coeficiente linear $\ln(N_0)$. Na determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) para cada um dos canais radiométricos são efetuadas regressões lineares dos logaritmos neperianos dos valores radiométricos $\ln(N_H)$ em relação às alturas de voo (de 330, 330, 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 *					
Linha	ALTURA (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
L800	199,43	1954,27	138,81	58,57	81,21
L700	173,52	2261,83	162,41	63,18	95,15
L600	148,63	2619,69	189,26	74,20	108,75
L500	127,44	2983,88	215,88	81,68	126,35
L400	101,40	3497,94	252,88	94,58	152,53
L330	88,64	3813,82	281,29	104,47	162,04
L331	86,42	3885,29	282,42	104,20	167,37
L332	84,92	3940,89	285,74	105,05	171,75
MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*					
Linha	ALTURA (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
S800	214,63	400,35	38,50	15,91	10,64
S700	188,63	399,10	38,51	16,02	10,31
S600	160,06	402,23	39,53	15,64	10,22
S500	136,04	400,09	38,67	15,62	10,77
S400	109,10	398,25	38,47	16,21	10,38
S330	91,01	399,31	39,85	15,79	10,49
S331	93,54	396,90	39,29	15,88	10,19
S332	93,73	404,32	40,24	15,60	10,21
MÉDIAS TERRA-ÁGUA*					
Linha	ALTURA (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
L800	199,43	1553,92	100,31	42,66	70,57
L700	173,52	1862,73	123,90	47,16	84,84
L600	148,63	2217,46	149,73	58,56	98,53
L500	127,44	2583,79	177,21	66,06	115,58
L400	101,40	3099,69	214,41	78,37	142,15
L330	88,64	3414,51	241,44	88,68	151,55
L331	86,42	3488,39	243,13	88,32	157,18
L332	84,92	3536,57	245,50	89,45	161,54

* 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

Linha	ALTURA (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
L800	199,43	1553,92	100,31	42,66	70,57
L700	173,52	1862,73	123,90	47,16	84,84
L600	148,63	2217,46	149,73	58,56	98,53
L500	127,44	2583,79	177,21	66,06	115,58
L400	101,40	3099,69	214,41	78,37	142,15
L330	88,64	3414,51	241,44	88,68	151,55
L331	86,42	3488,39	243,13	88,32	157,18
L332	84,92	3536,57	245,50	89,45	161,54

Tabela 1b – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

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

Linha	ALTURA (m)	ln CT (cps)	ln K (cps)	ln U (cps)	ln Th (cps)
L800	199,43	7,35	4,61	3,75	4,26
L700	173,52	7,53	4,82	3,85	4,44
L600	148,63	7,70	5,01	4,07	4,59
L500	127,44	7,86	5,18	4,19	4,75
L400	101,40	8,04	5,37	4,36	4,96
L330	88,64	8,14	5,49	4,49	5,02
L331	86,42	8,16	5,49	4,48	5,06
L332	84,92	8,17	5,50	4,49	5,08

Tabela 1c – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica.

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}
ContagemTotal	-0,0072
Potássio	-0,0078
Urânio	-0,0067
Tório	-0,0071

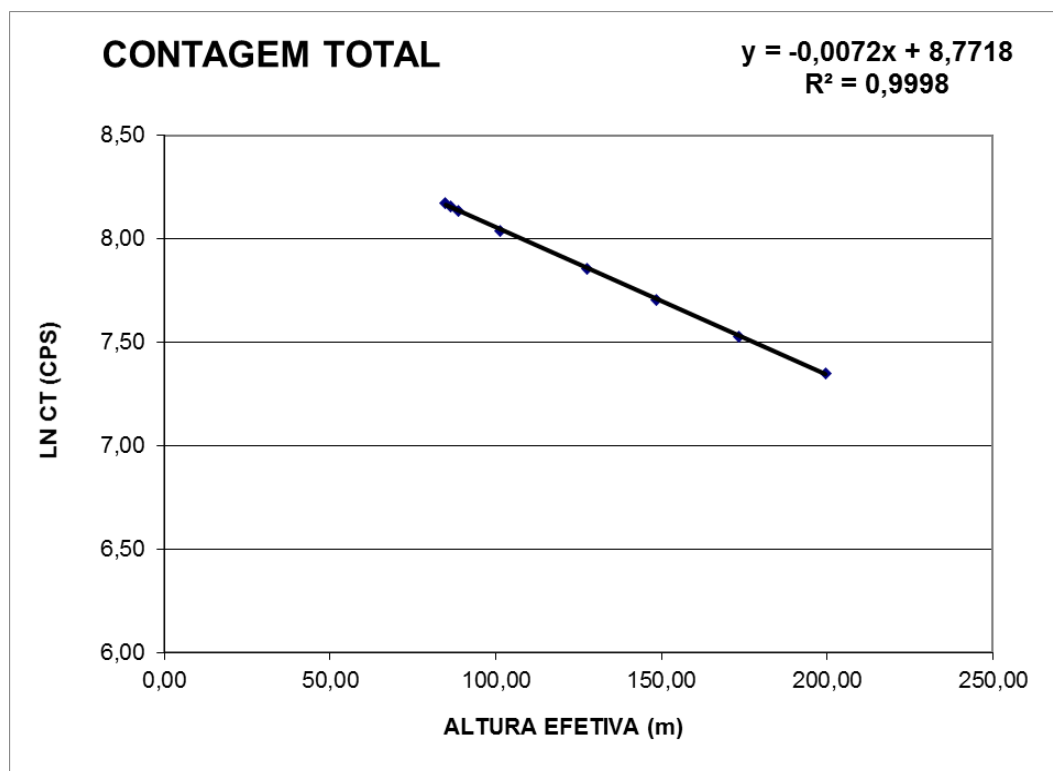


Figura 1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total.

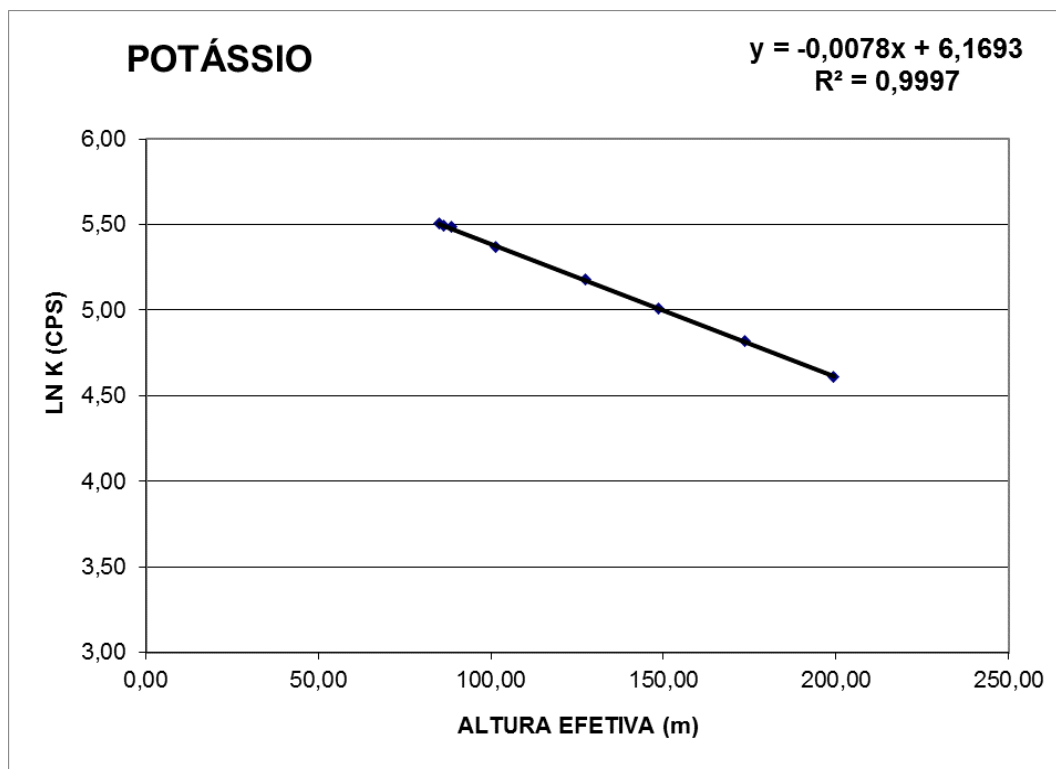


Figura 1b - Coeficiente de Atenuação – Potássio.

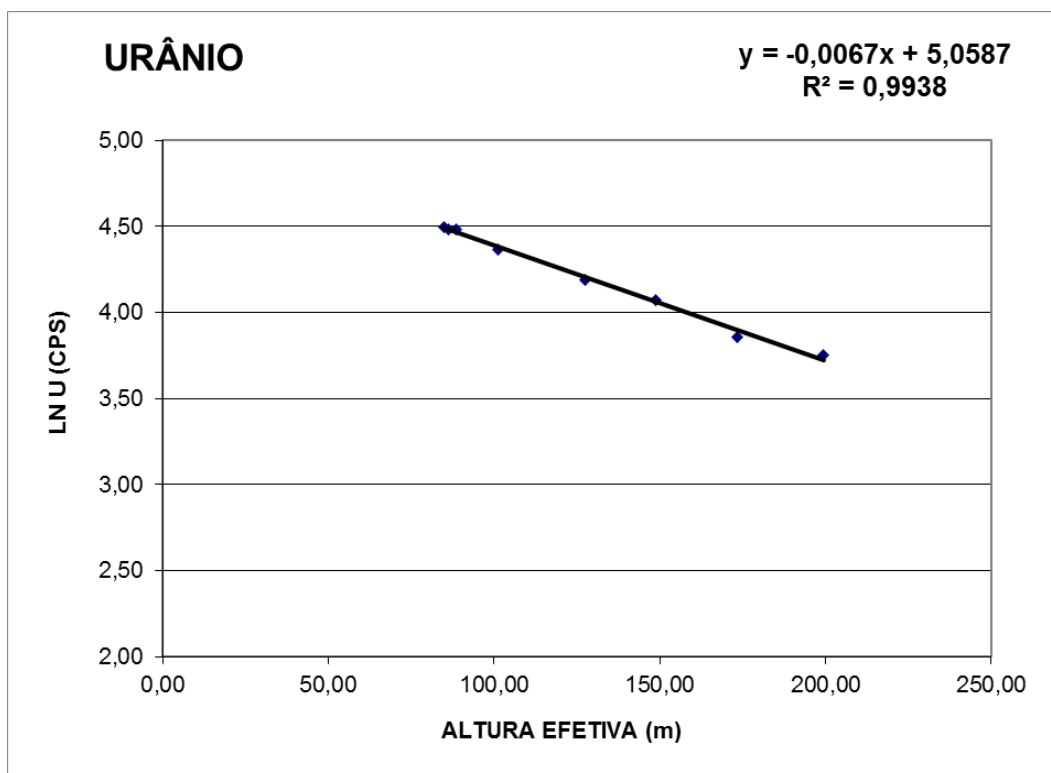


Figura 1c - Coeficiente de Atenuação – Urânio.

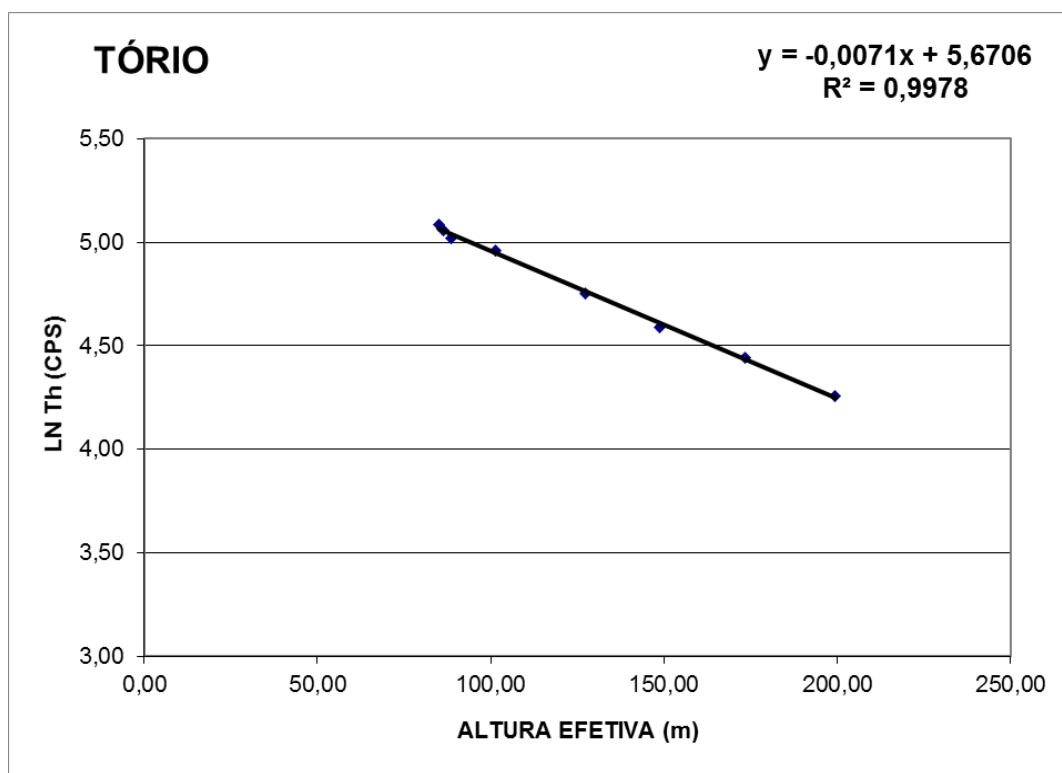


Figura 1d - Coeficiente de Atenuação – Tório.

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

RESUMO DO RESULTADO DOS TESTES DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA
ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA

AERONAVE PIPER NAVAJO CHIEFTAIN PA31-350

PR-PEC

MARICÁ - RJ
16 DE ABRIL DE 2015

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 16/04/2015 nas proximidades de Maricá (RJ), objetivando a determinação dos coeficientes de sensibilidade para converter os dados aerogamaespectrométricos, medidos em contagens por segundo (cps), para concentração de elementos (%K, ppm para eU e eTh e $\mu\text{R/h}$ para o canal de contagem total), também são realizados voos em diversas alturas (de 200 a 800 pés com intervalo de 100 pés, com três passagens a 300 pés) sobre a mencionada pista de calibração objetivando a correção altimétrica dos dados radiométricos através da determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) dos radioelementos Potássio, Urânio e Tório, bem como para o canal de contagem total.

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

A atenuação das radiações gama em relação ao afastamento da fonte pode ser expressa matematicamente, de forma aproximada pela 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, 330, 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.

MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTUR A (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3183,22	260,17	85,43	138,57
331	3043,98	254,11	82,69	129,56
332	3179,21	265,55	82,42	132,82
400	2716,38	222,65	74,07	115,24
500	2399,25	195,48	65,49	100,87
600	1997,46	160,28	55,96	85,95
700	1766,98	144,46	49,93	73,69
800	1549,07	128,23	47,05	63,98
MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTUR A (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	330,43	39,68	12,70	9,34
331	333,29	39,90	12,93	8,76
332	330,77	40,32	12,97	9,27
400	332,50	39,11	12,76	9,09
500	334,43	37,86	13,03	9,19
600	334,30	38,00	13,49	8,69
700	332,74	38,30	12,49	9,45
800	332,33	37,90	13,03	9,47
MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTUR A (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	2852,79	220,49	72,73	129,23
331	2710,69	214,21	69,76	120,80
332	2848,44	225,23	69,45	123,55
400	2383,88	183,54	61,31	106,15
500	2064,82	157,62	52,46	91,68
600	1663,16	122,28	42,47	77,26
700	1434,24	106,16	37,44	64,24
800	1216,74	90,33	34,02	54,51

** valores corrigidos do tempo morto*

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

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

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

LINHA	Altura Efetiva (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	88,96	2851,48	137,31	29,85	123,02
331	97,63	2706,54	134,47	29,12	114,89
332	88,29	2847,68	145,81	28,51	117,64
400	112,57	2383,27	112,90	24,90	101,16
500	132,02	2065,07	96,43	20,14	87,47
600	164,61	1662,25	71,50	13,91	73,74
700	183,38	1432,24	61,54	13,12	61,29
800	205,61	1217,84	49,92	12,92	52,19

Tabela 1b – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

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

LINHA	Altura Efetiva (m)	ln CT (cps)	ln K (cps)	ln U (cps)	ln Th (cps)
330	88,96	7,96	4,92	3,40	4,81
331	97,63	7,90	4,90	3,37	4,74
332	88,29	7,95	4,98	3,35	4,77
400	112,57	7,78	4,73	3,21	4,62
500	132,02	7,63	4,57	3,00	4,47
600	164,61	7,42	4,27	2,63	4,30
700	183,38	7,27	4,12	2,57	4,12
800	205,61	7,10	3,91	2,56	3,95

Tabela 1c – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

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	-0,0073
Potássio	-0,0089
Urânio	-0,008
Tório	-0,0071

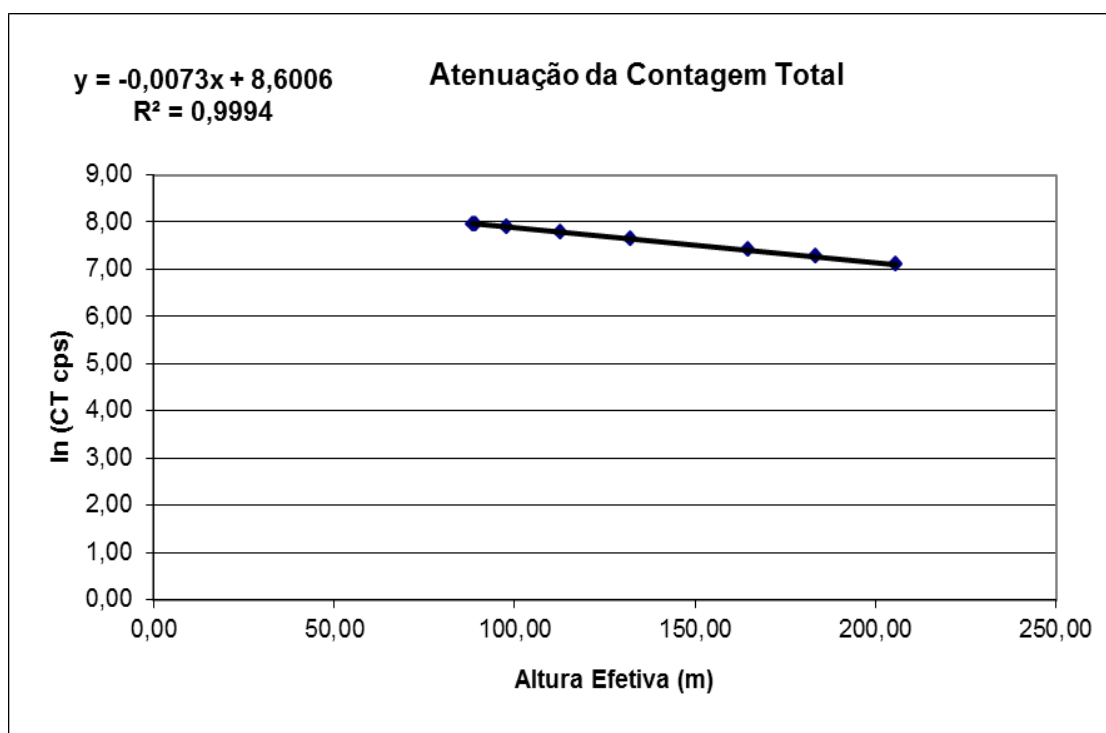


Figura 1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total

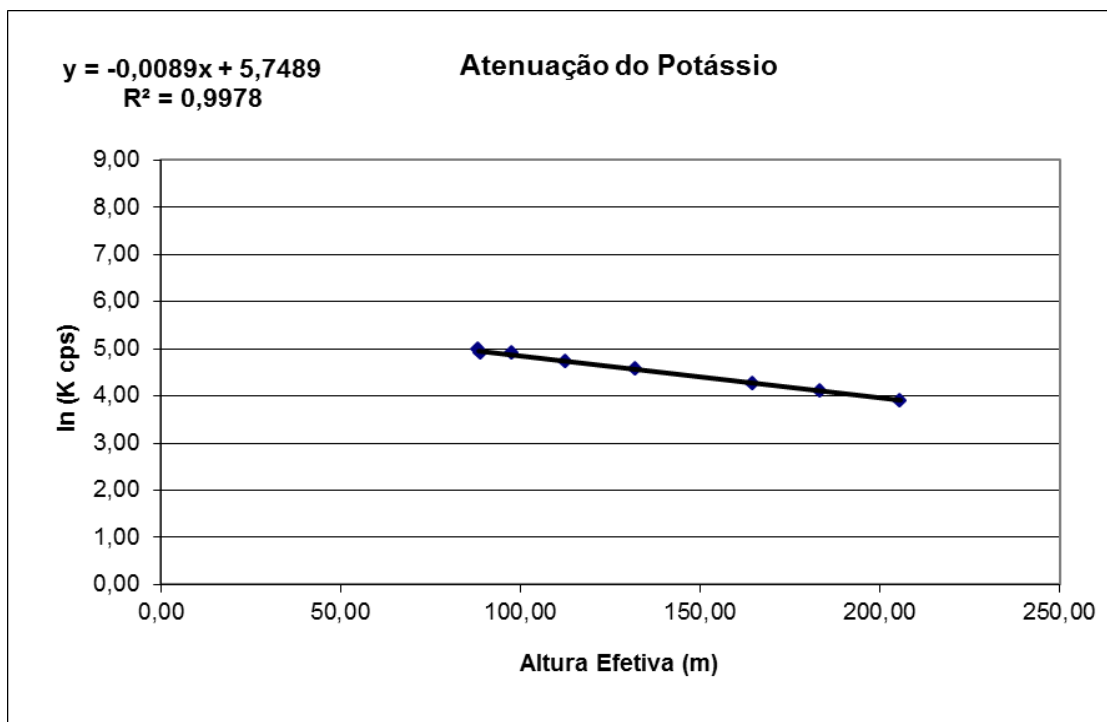


Figura 1b - Coeficiente de Atenuação - Potássio

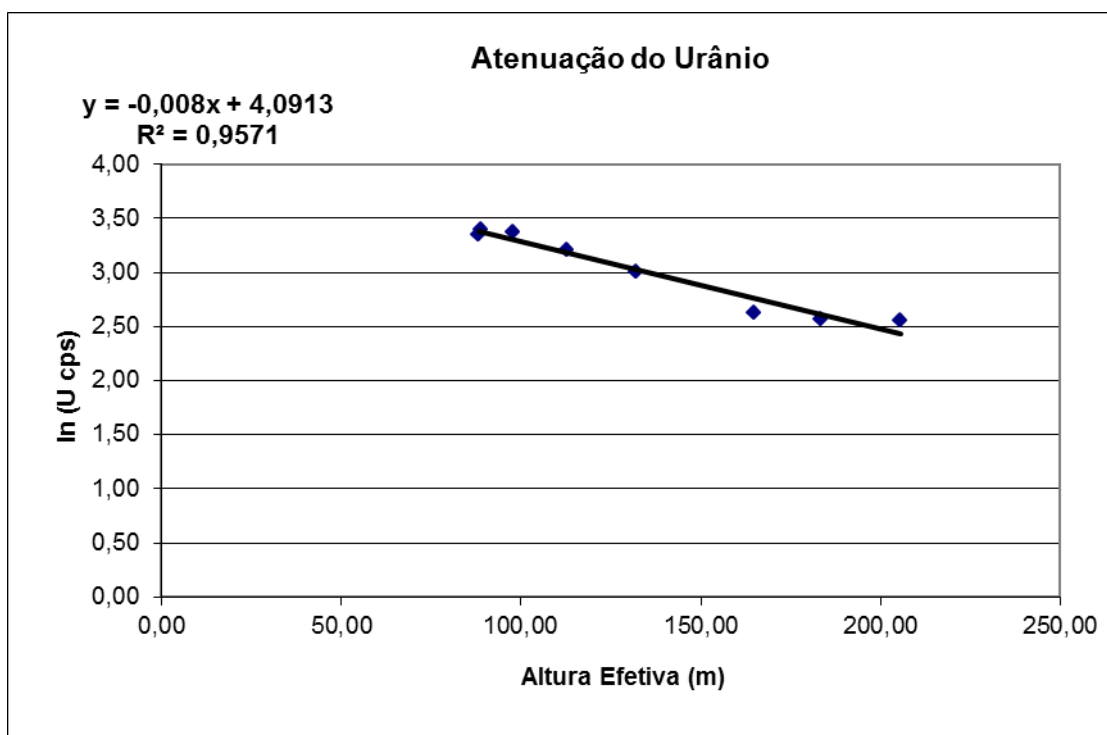


Figura 1c - Coeficiente de Atenuação - Urânio

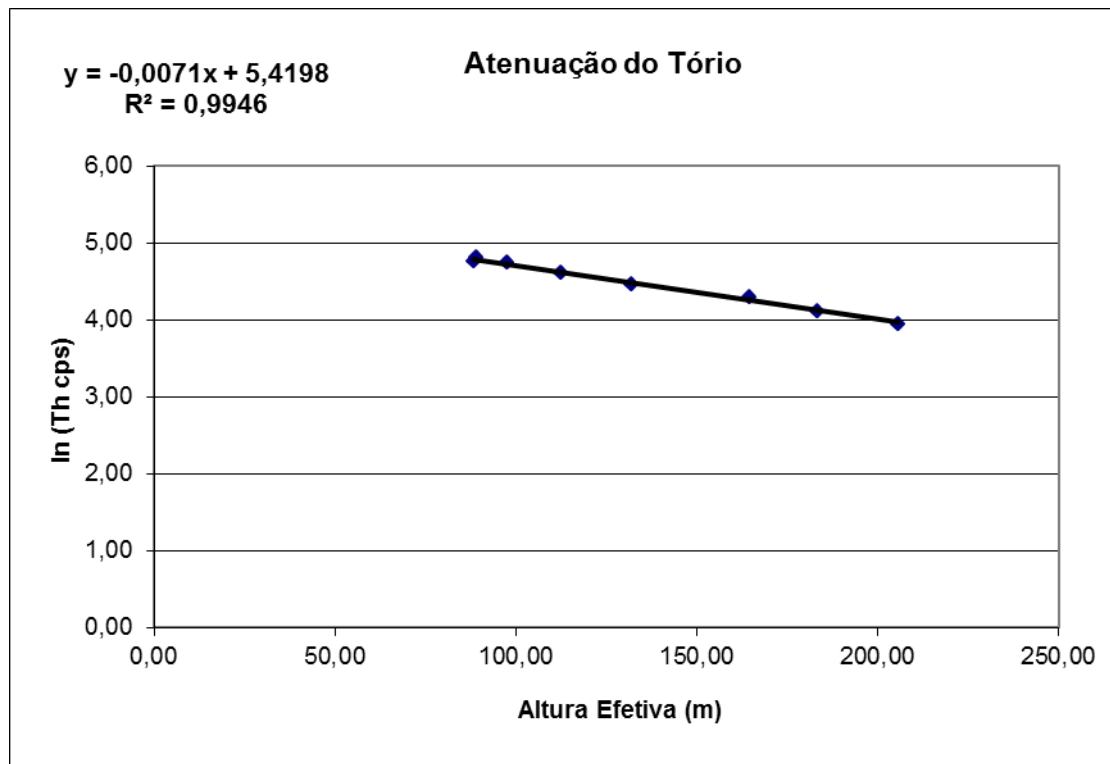


Figura 1d - Coeficiente de Atenuação – Tório

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO

PROJETO AEROGEOFÍSICO RIO MADEIRA-ITUXI

CPRM CONTRATO N.º 069/PR/13

RESUMO DO RESULTADO DOS TESTES DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA
ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA

AERONAVE PIPER NAVAJO CHIEFTAIN PA31-350

PR-PEC

RIO DE JANEIRO - RJ
24 DE DEZEMBRO DE 2015

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 aerogamaespectrométricos, medidos em contagens por segundo (cps), para concentração de elementos (%K, ppm para eU e eTh e $\mu\text{R/h}$ para o canal de contagem total), também são realizados 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 aerolevantamento (100m), eliminando falsas anomalias ocasionadas por elevações no terreno.

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

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

N_H é a radiação à distância H da fonte,

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

μ é o coeficiente de atenuação atmosférica,

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

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

que é a equação de uma reta de coeficiente angular $-\mu$ e coeficiente linear $\ln(N_0)$. Na determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) para cada um dos canais radiométricos são efetuadas regressões lineares dos logaritmos neperianos dos valores radiométricos $\ln(N_H)$ em relação às alturas de 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.

MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	3183.22	260.17	85.43	138.57
331	3043.98	254.11	82.69	129.56
332	3179.21	265.55	82.42	132.82
400	2716.38	222.65	74.07	115.24
500	2399.25	195.48	65.49	100.87
600	1997.46	160.28	55.96	85.95
700	1766.98	144.46	49.93	73.69
800	1549.07	128.23	47.05	63.98
MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	330.43	39.68	12.70	9.34
331	333.29	39.90	12.93	8.76
332	330.77	40.32	12.97	9.27
400	332.50	39.11	12.76	9.09
500	334.43	37.86	13.03	9.19
600	334.30	38.00	13.49	8.69
700	332.74	38.30	12.49	9.45
800	332.33	37.90	13.03	9.47
MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	2852.79	220.49	72.73	129.23
331	2710.69	214.21	69.76	120.80
332	2848.44	225.23	69.45	123.55
400	2383.88	183.54	61.31	106.15
500	2064.82	157.62	52.46	91.68
600	1663.16	122.28	42.47	77.26
700	1434.24	106.16	37.44	64.24
800	1216.74	90.33	34.02	54.51

** valores corrigidos do tempo morto*

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

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

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

LINHA	Altura Efetiva (m)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
330	88.96	2851.48	137.31	29.85	123.02
331	97.63	2706.54	134.47	29.12	114.89
332	88.29	2847.68	145.81	28.51	117.64
400	112.57	2383.27	112.90	24.90	101.16
500	132.02	2065.07	96.43	20.14	87.47
600	164.61	1662.25	71.50	13.91	73.74
700	183.38	1432.24	61.54	13.12	61.29
800	205.61	1217.84	49.92	12.92	52.19

Tabela 1b – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

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

LINHA	Altura Efetiva (m)	ln CT (cps)	ln K (cps)	ln U (cps)	ln Th (cps)
330	88.96	7.96	4.92	3.40	4.81
331	97.63	7.90	4.90	3.37	4.74
332	88.29	7.95	4.98	3.35	4.77
400	112.57	7.78	4.73	3.21	4.62
500	132.02	7.63	4.57	3.00	4.47
600	164.61	7.42	4.27	2.63	4.30
700	183.38	7.27	4.12	2.57	4.12
800	205.61	7.10	3.91	2.56	3.95

Tabela 1c – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

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	-0.0073
Potássio	-0.0089
Urânio	-0.008
Tório	-0.0071

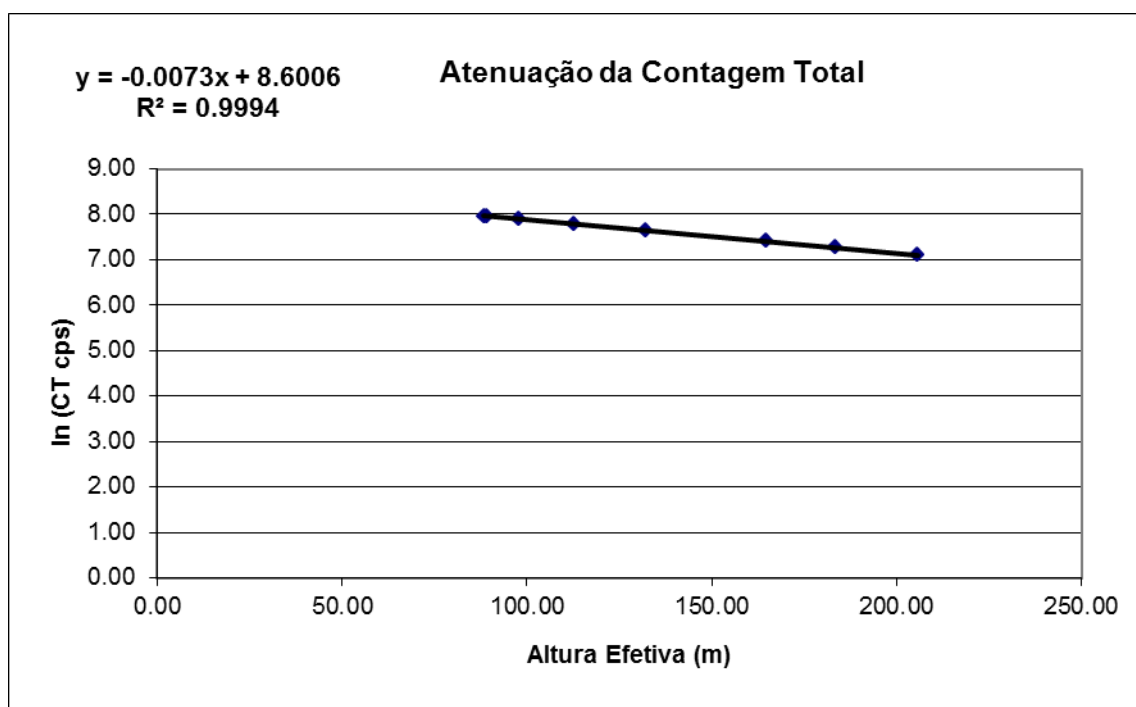


Figura 1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total

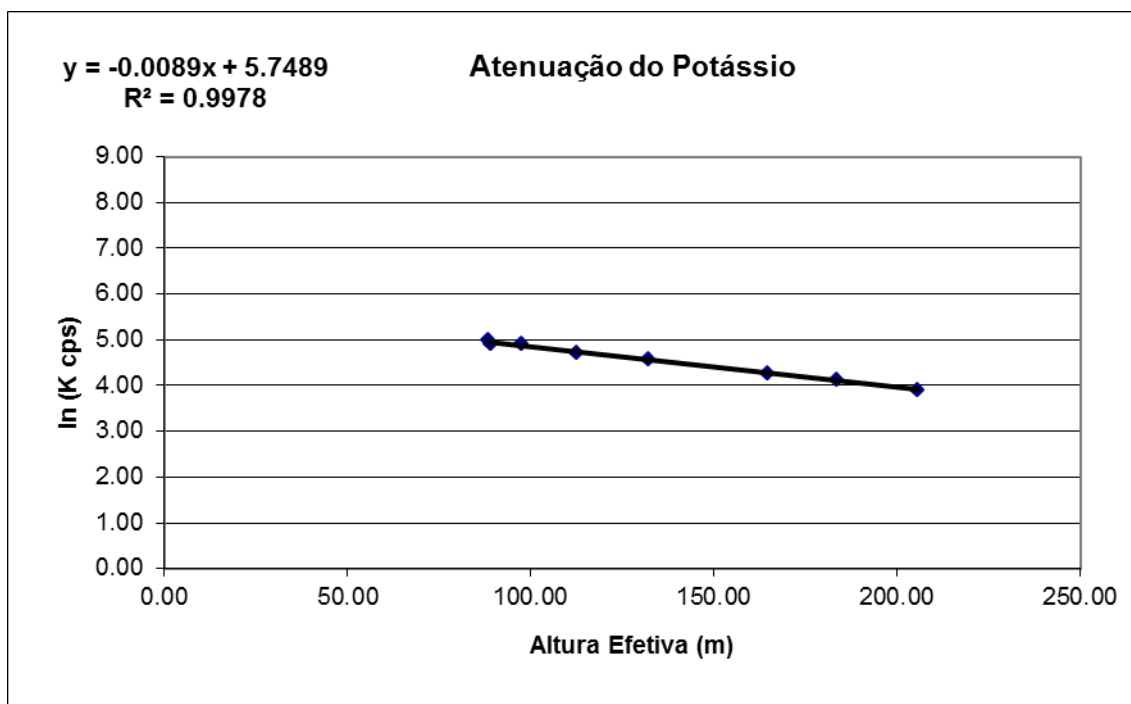


Figura 1b - Coeficiente de Atenuação - Potássio

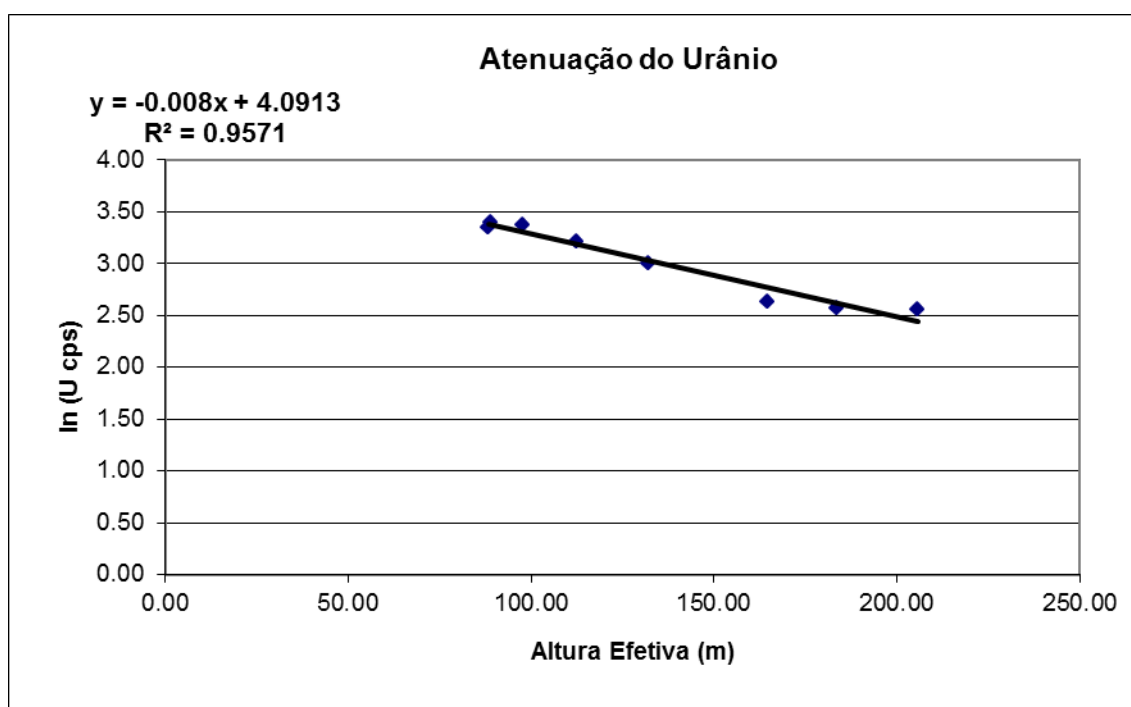


Figura 1c - Coeficiente de Atenuação - Urânio

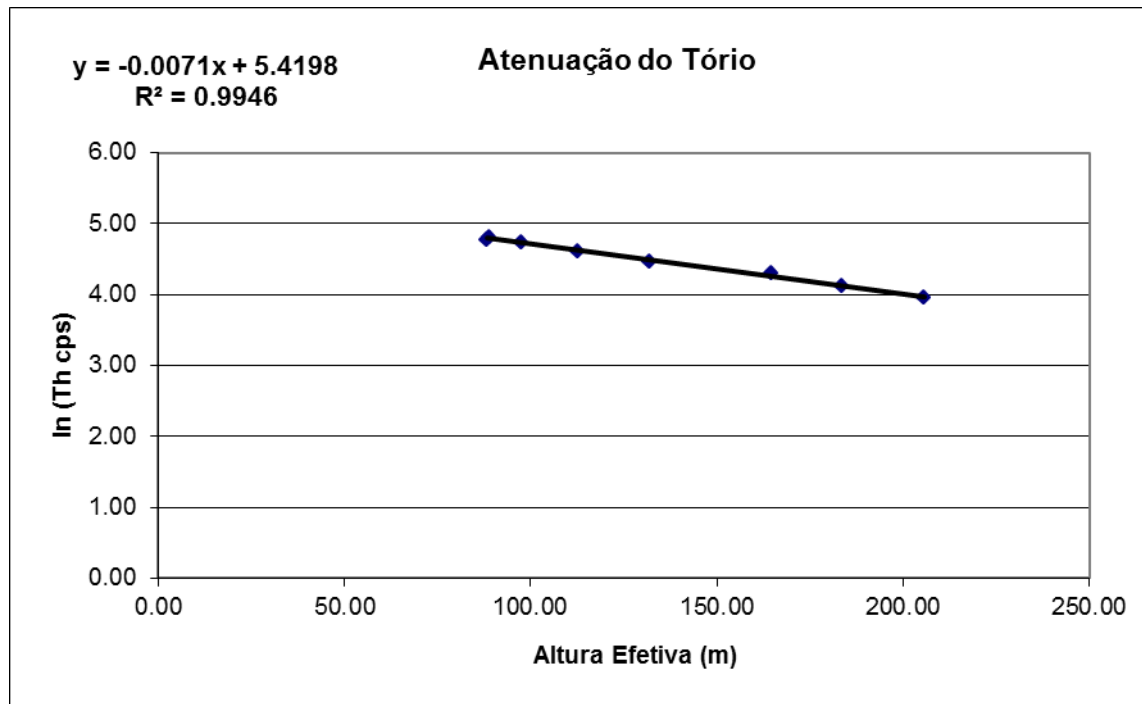


Figura 1d - Coeficiente de Atenuação - Tório

ANEXO II – TESTES CONTRATUAIS

Anexo II-a – Teste de Altímetros

TESTE DE ALTÍMETROS

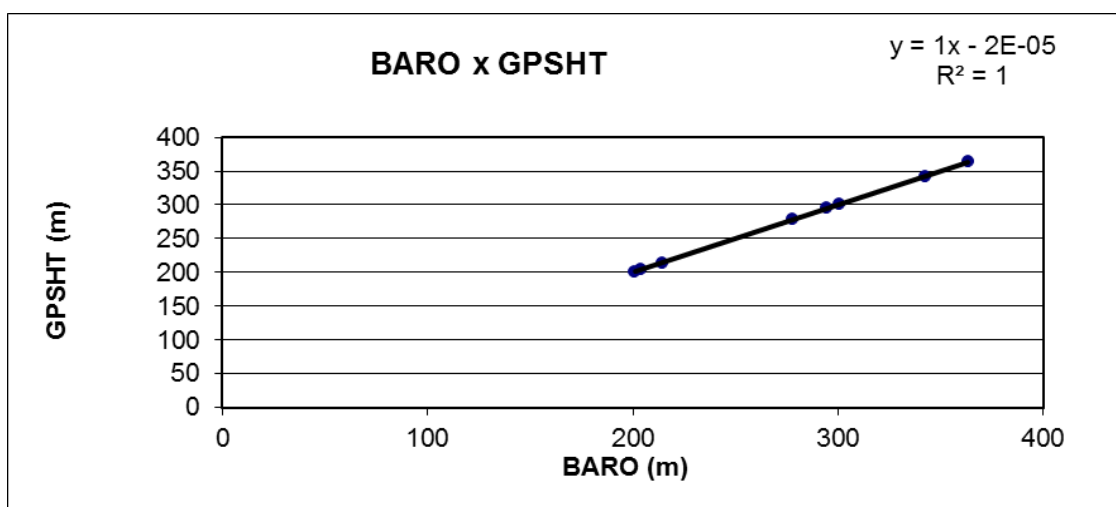
Nº Projeto	AGFW67-2013
Base	Porto Velho-RO
Aeronave	PT-EPY
Data	02/10/2014
Nº Voo	007

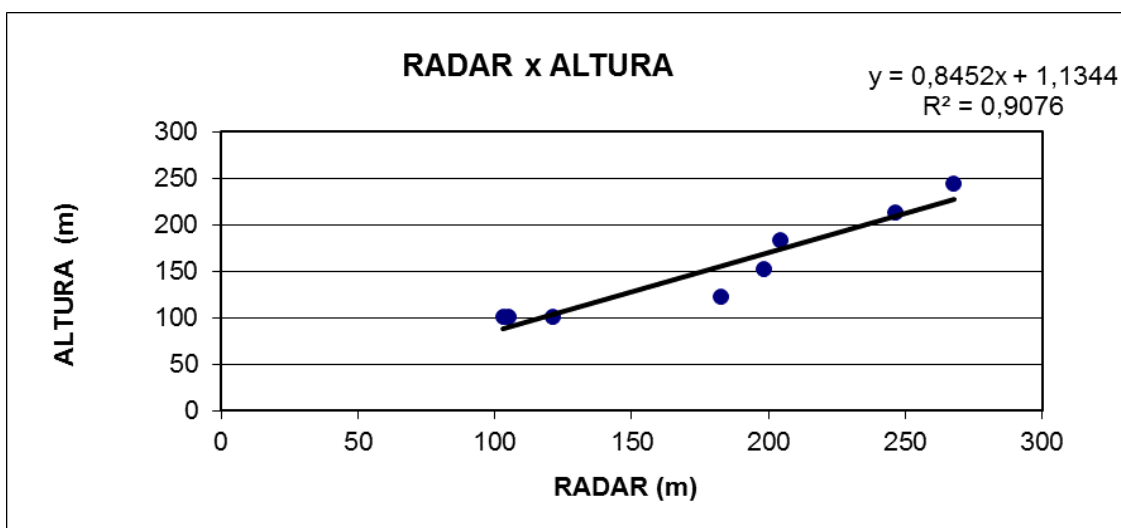
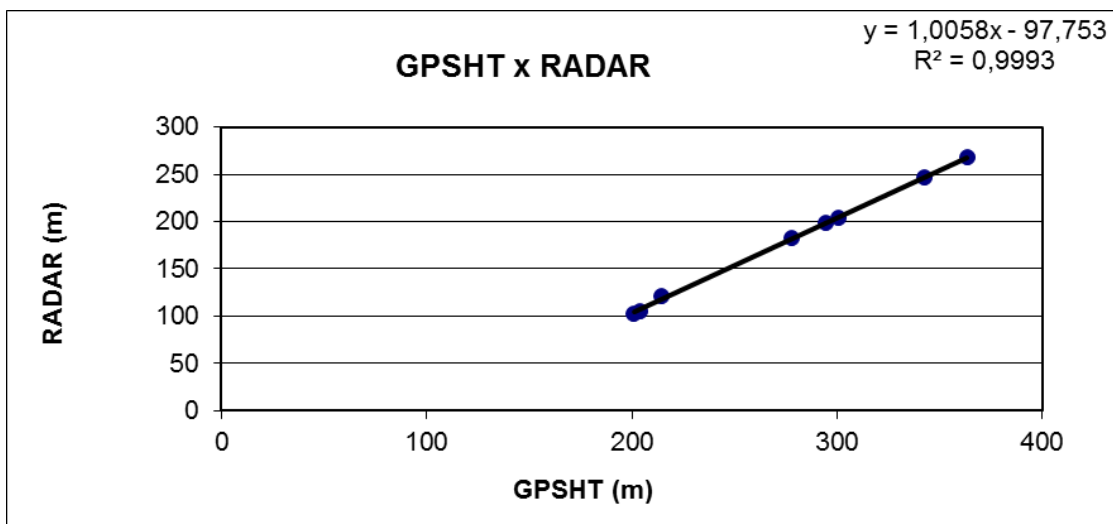
Altitude da Pista: 97 metros

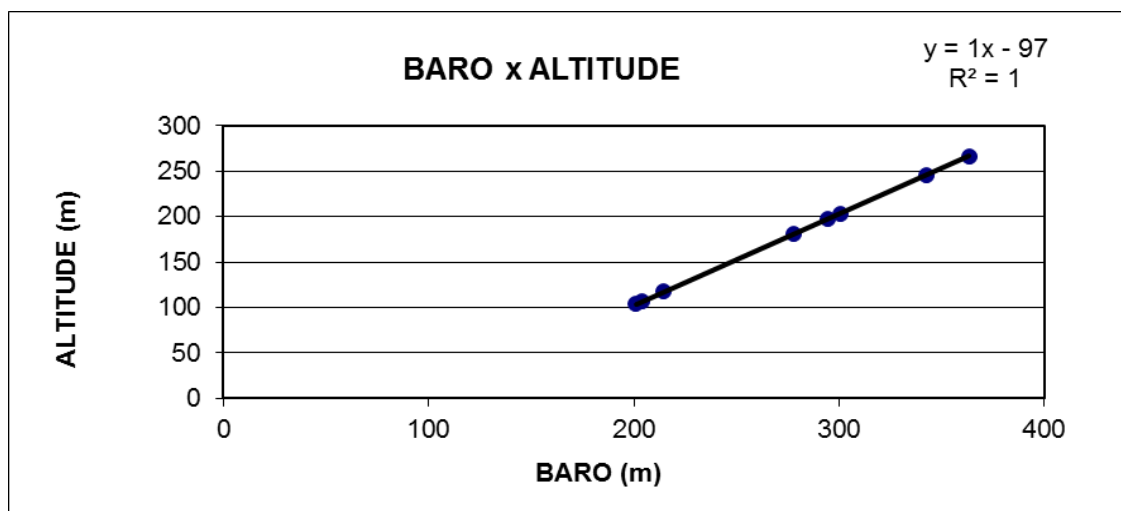
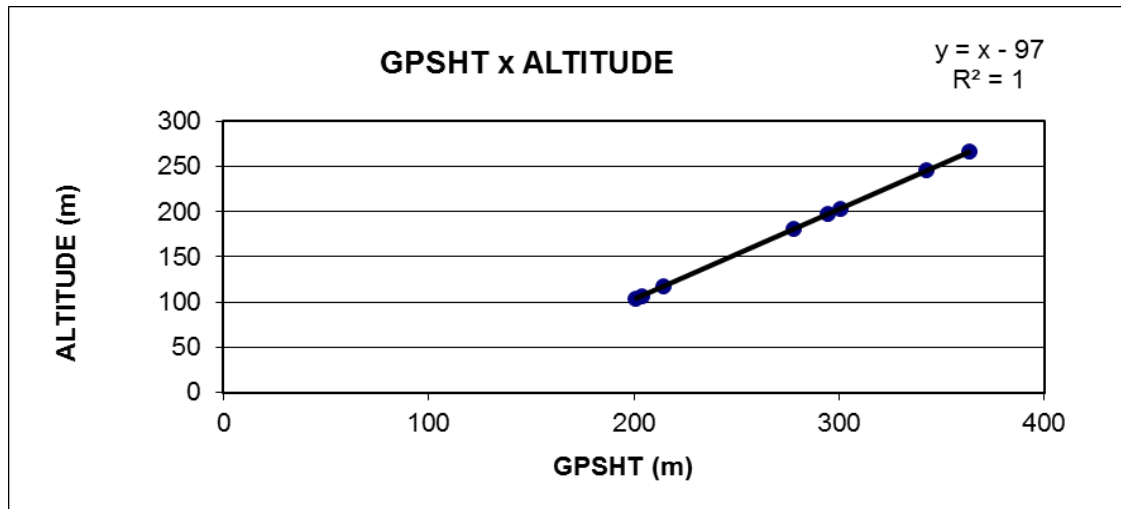
Altura: Altura teórica

Altitude: Altitude corrigida com a pista

LINHA	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RADAR ALTÍMETRO(m)	BARÔMETRO(m)
330	100,61	105,19	203,71	106,71	203,73
330	100,61	103,01	201,03	104,03	201,03
330	100,61	121,40	214,34	117,34	214,35
400	121,95	182,58	278,03	181,03	278,04
500	152,44	198,14	294,62	197,62	294,62
600	182,93	204,17	300,41	203,41	300,40
700	213,41	246,32	342,38	245,38	342,40
800	243,90	267,69	363,30	266,30	363,32







TESTE DE ALTÍMETROS

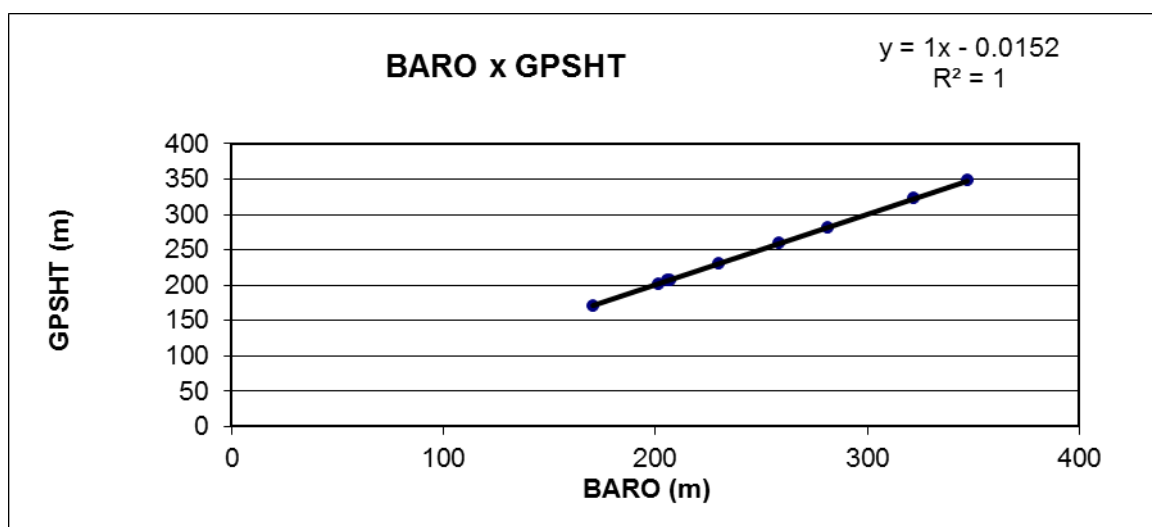
Nº Projeto	AGFW70-2013
Base	Porto Velho-RO
Aeronave	PP-AGP
Data	19/06/2015
Nº Voo	402

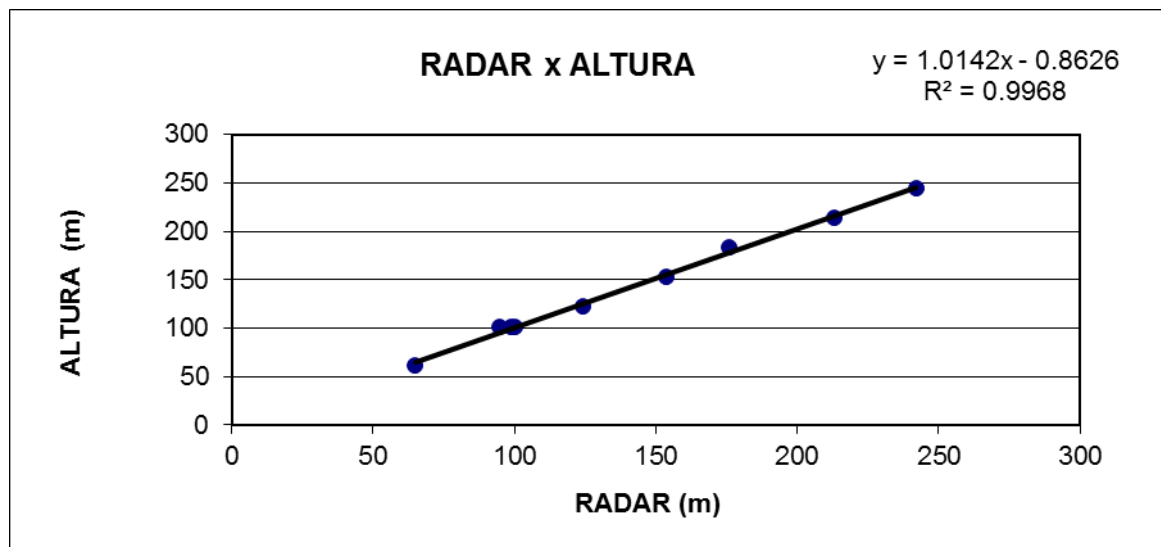
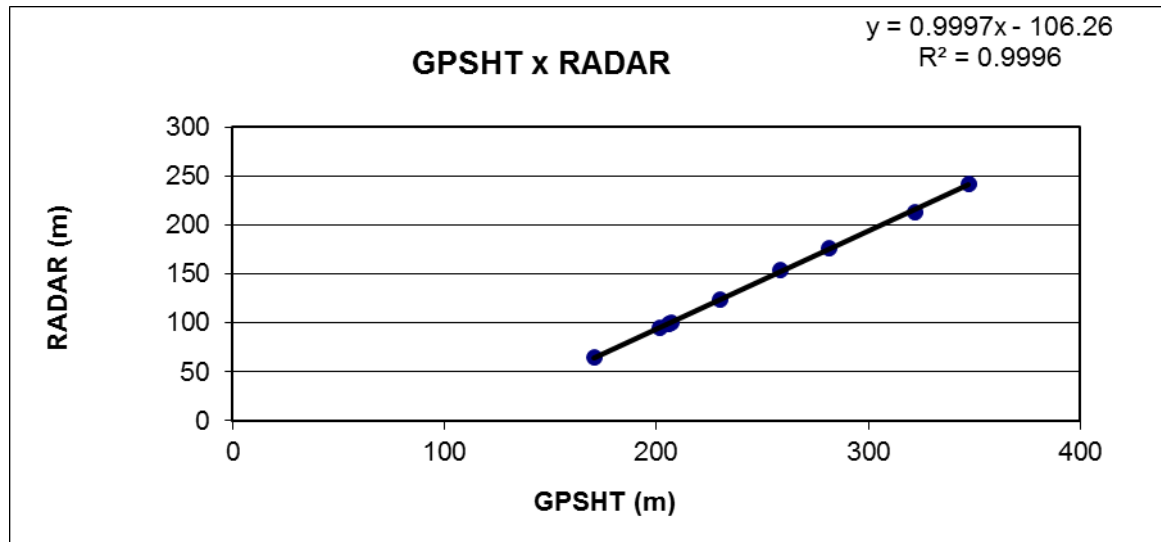
Altitude da Pista: 106,35 metros

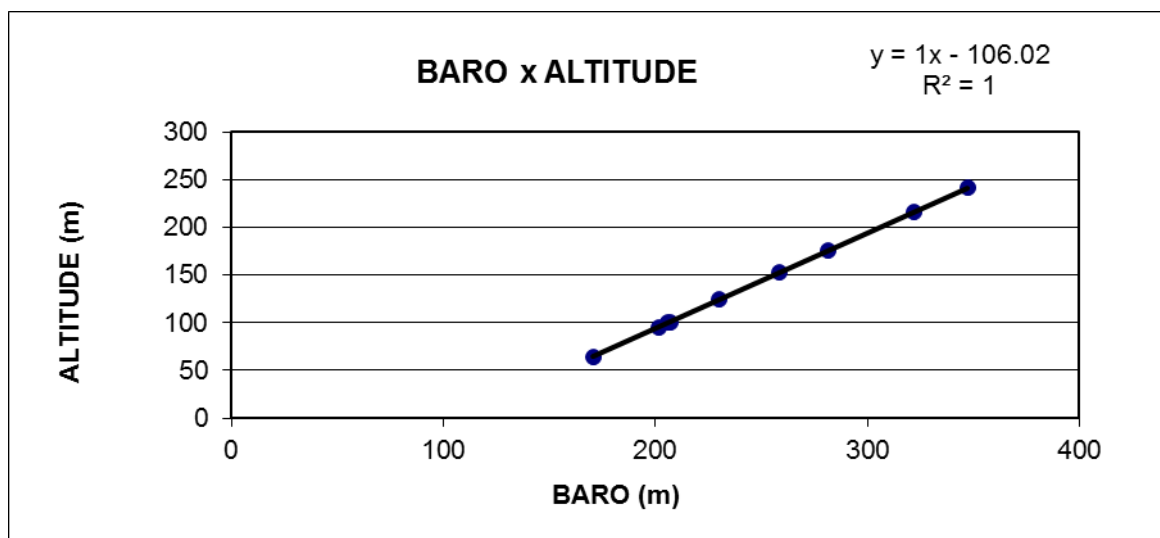
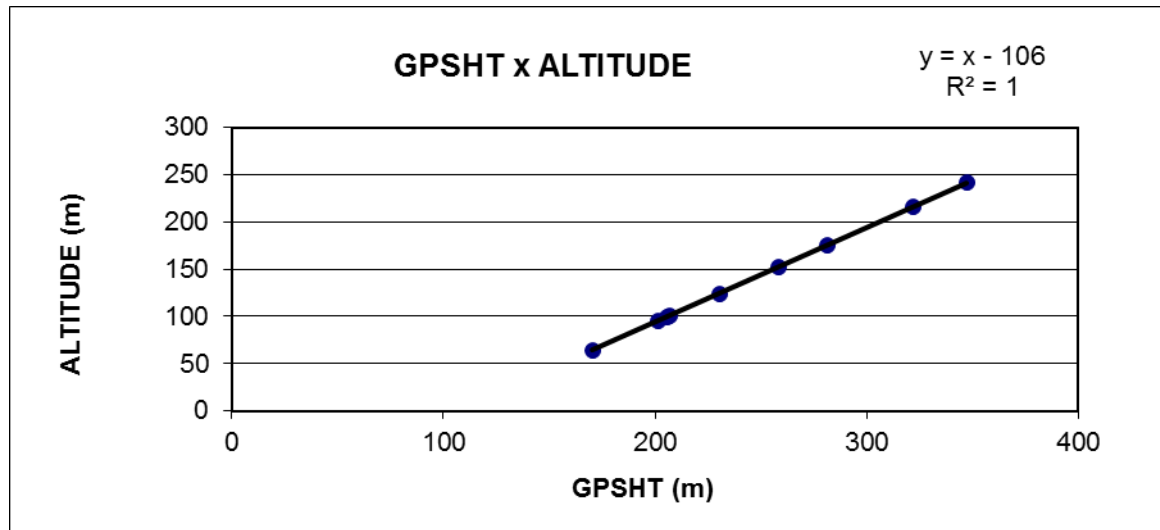
Altura: Altura teórica

Altitude: Altitude corrigida com a pista

LINHA	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RADAR ALTÍMETRO(m)	BARÔMETRO(m)
200	60,98	64,92	170,58	64,58	170,60
330	100,61	94,70	201,60	95,60	201,62
330	100,61	98,76	205,90	99,90	205,93
330	100,61	100,14	206,85	100,85	206,87
400	121,95	123,98	230,31	124,31	230,33
500	152,44	153,55	258,43	152,43	258,45
600	182,93	176,02	281,30	175,30	281,33
700	213,41	213,06	321,90	215,90	321,92
800	243,90	242,07	347,37	241,37	347,40







TESTE DE ALTÍMETROS

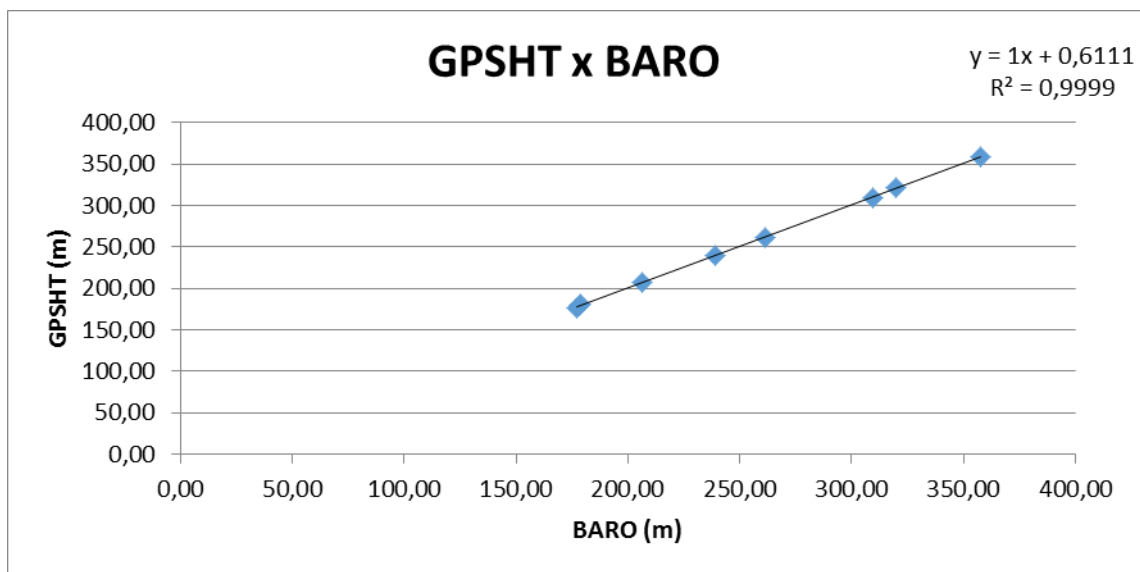
Nº Projeto	AGFW70-2013
Base	Porto Velho-RO
Aeronave	PR-MCY
Data	20/06/2015
Nº Voo	202

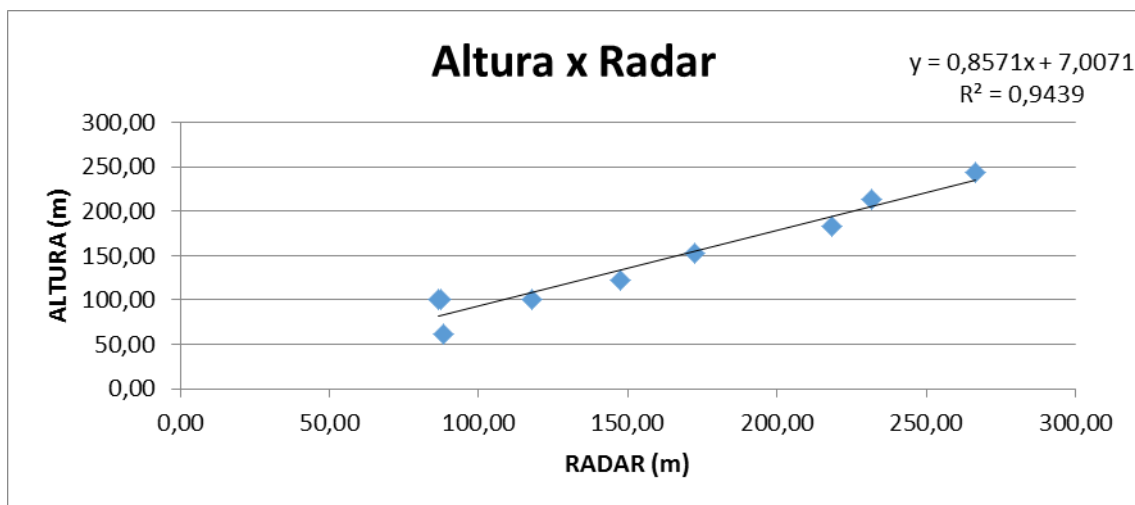
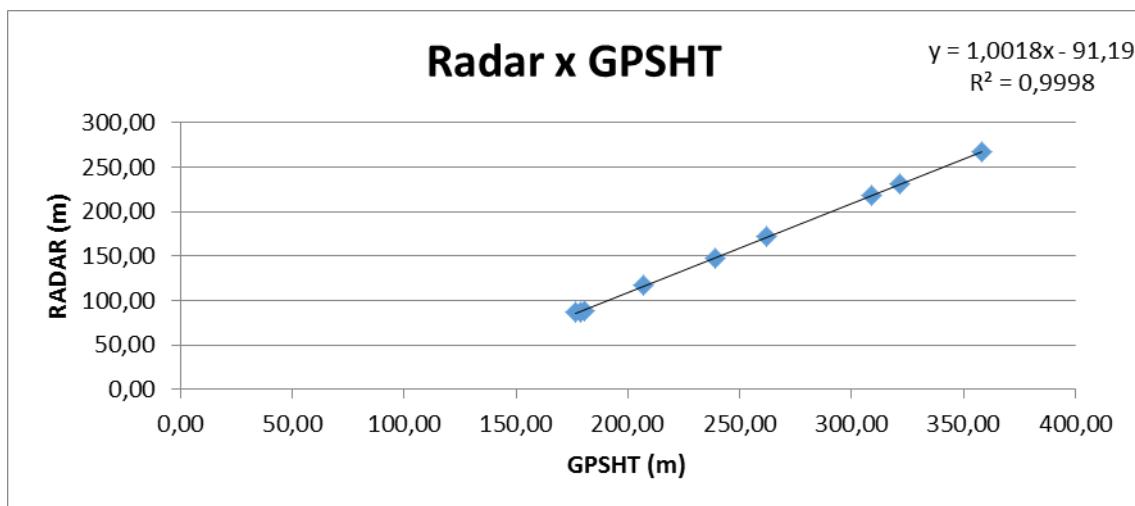
Altitude da Pista: 91,06 metros

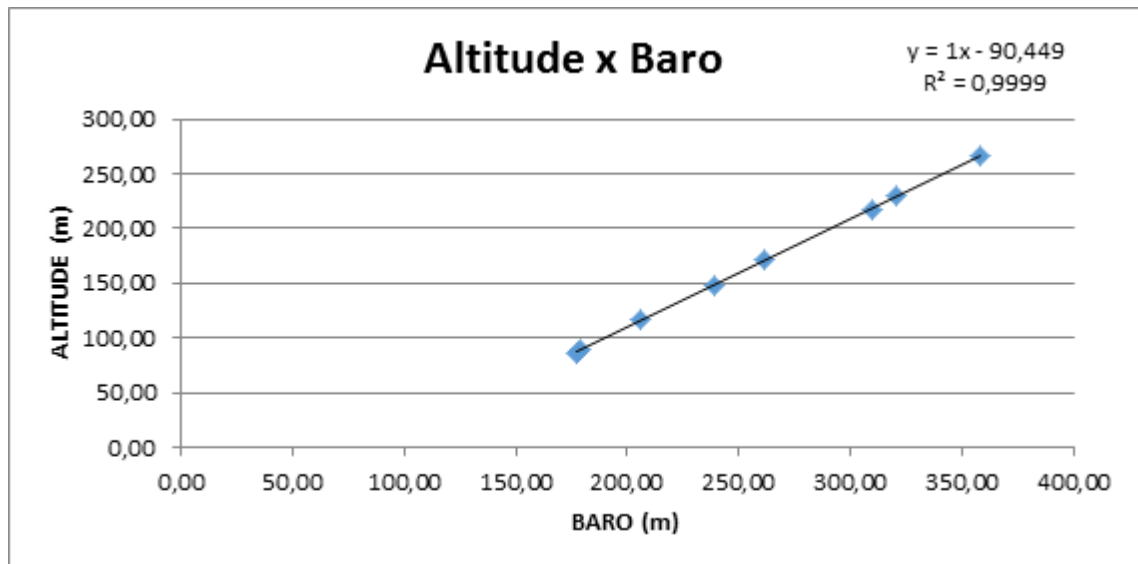
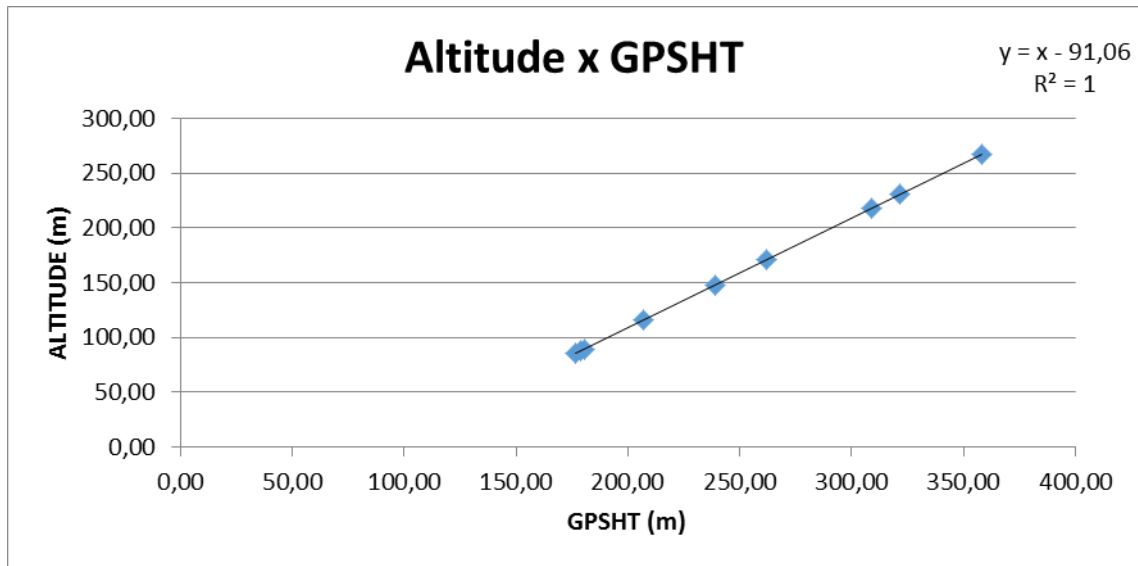
Altura: Altura teórica

Altitude: Altitude corrigida com a pista

LINHA	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RADAR ALTÍMETRO(m)	BARÔMETRO(m)
200	60,96	89,29	180,35	88,20	178,87
300	100,58	87,77	179,99	89,09	179,77
331	100,58	88,09	179,15	87,32	178,30
332	100,59	85,74	176,80	86,87	177,34
400	121,95	148,07	239,13	147,66	238,94
500	152,40	170,73	261,79	172,56	261,20
600	182,88	217,94	309,00	218,33	309,24
700	213,36	230,53	321,59	231,47	319,98
800	243,84	267,03	358,09	266,57	357,58







TESTE DE ALTÍMETROS

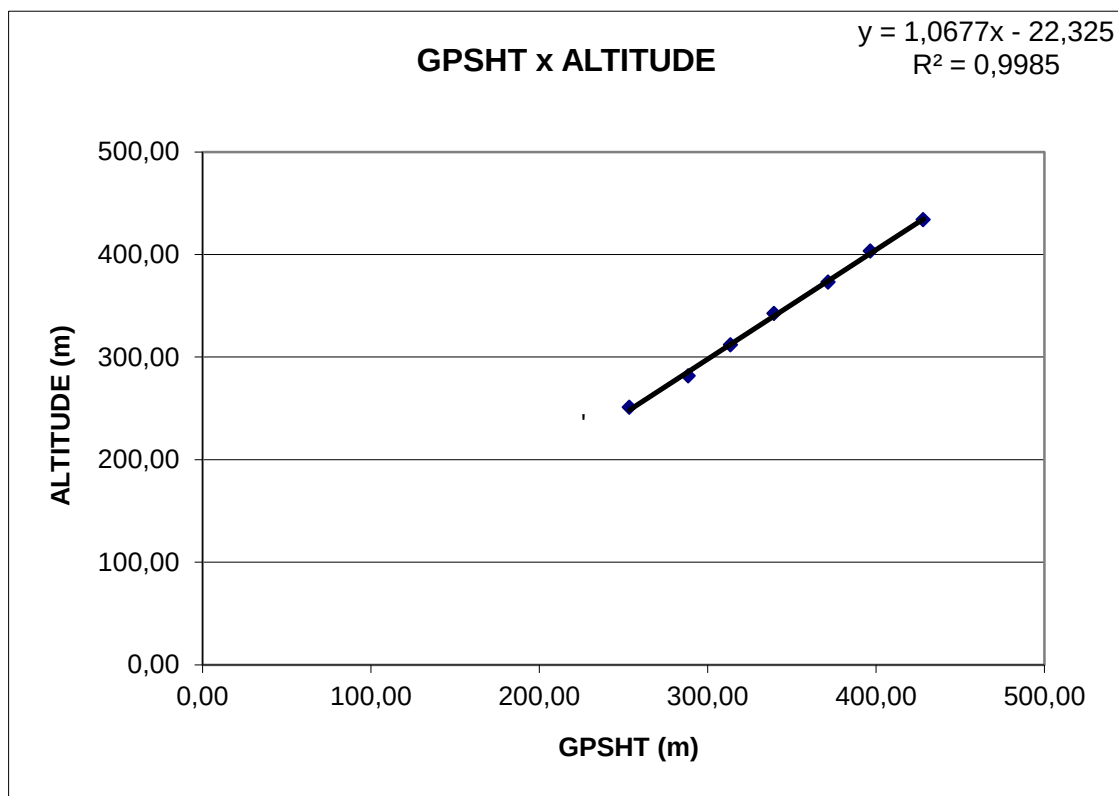
Nº Projeto	AGFW70-2013
Base	Rio Branco - AC
Aeronave	PR-PEC
Data	18/08/2015
Nº Voo	605

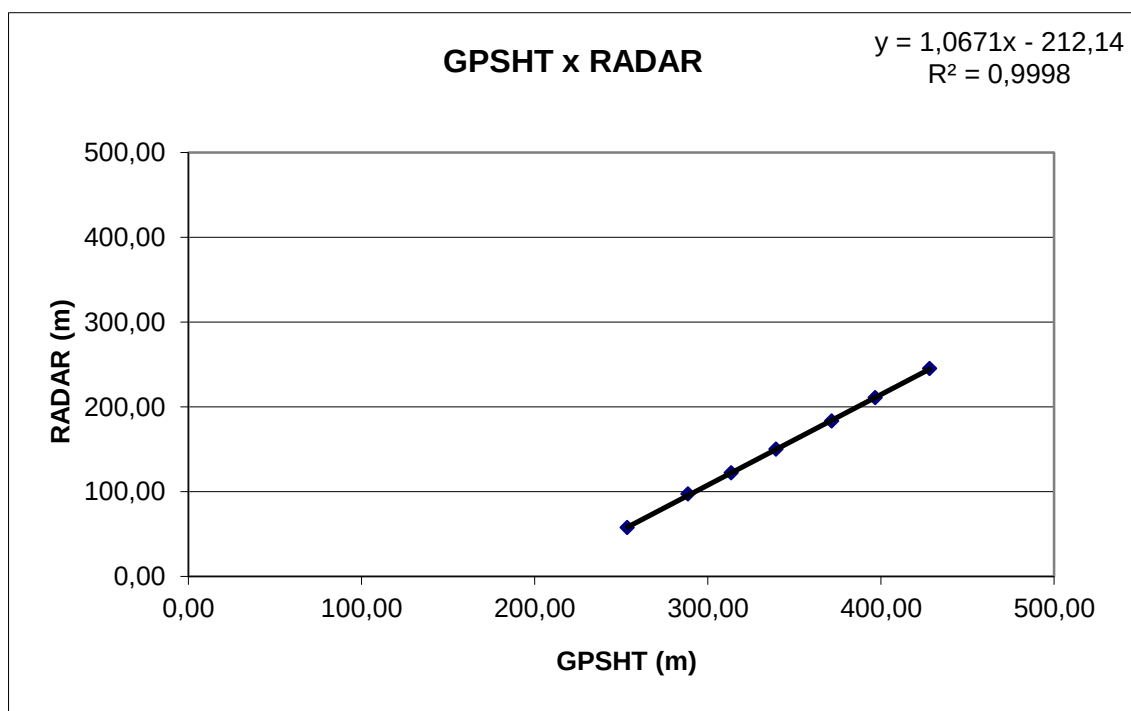
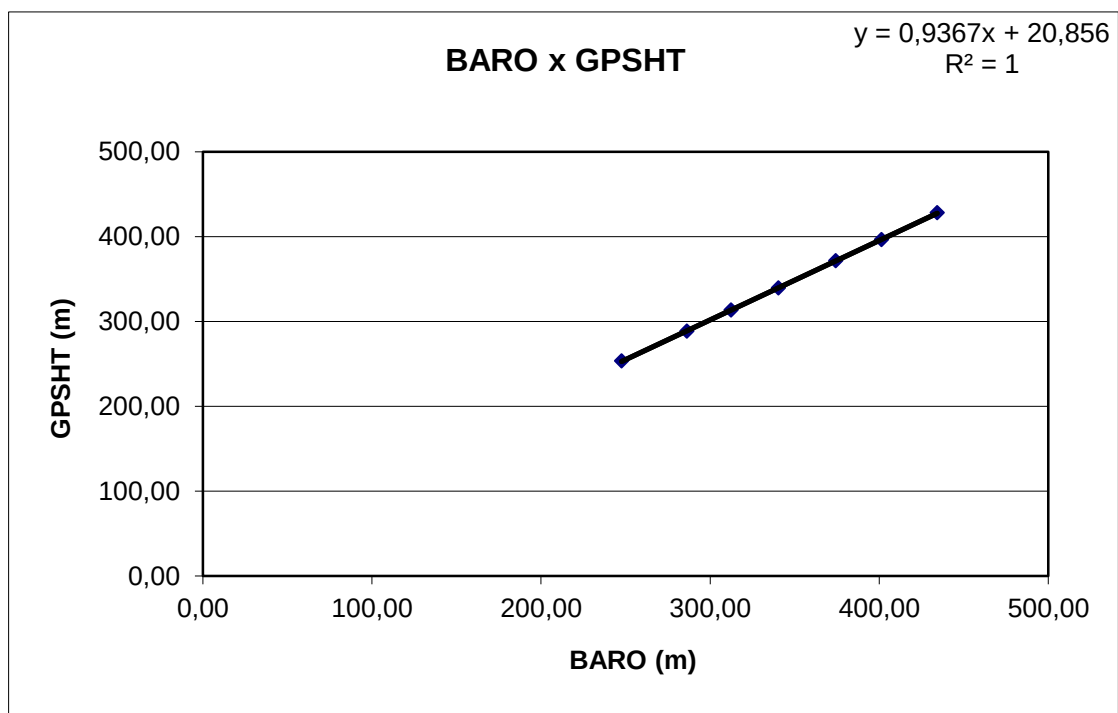
Altitude da Pista: 190 metros

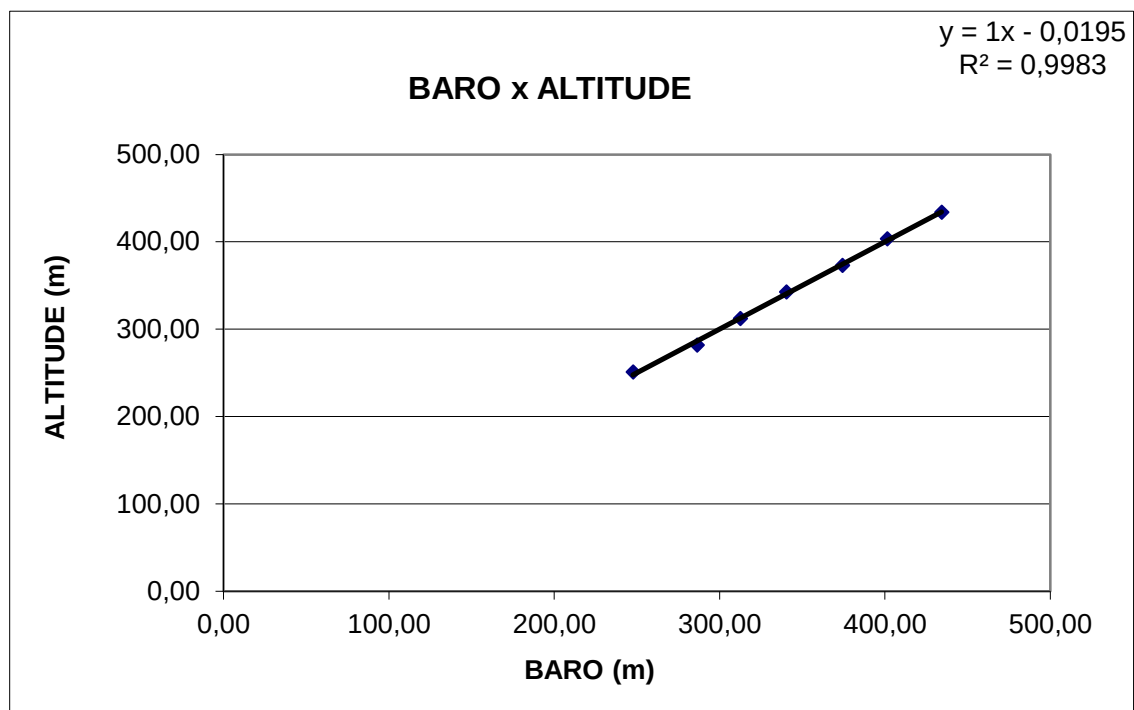
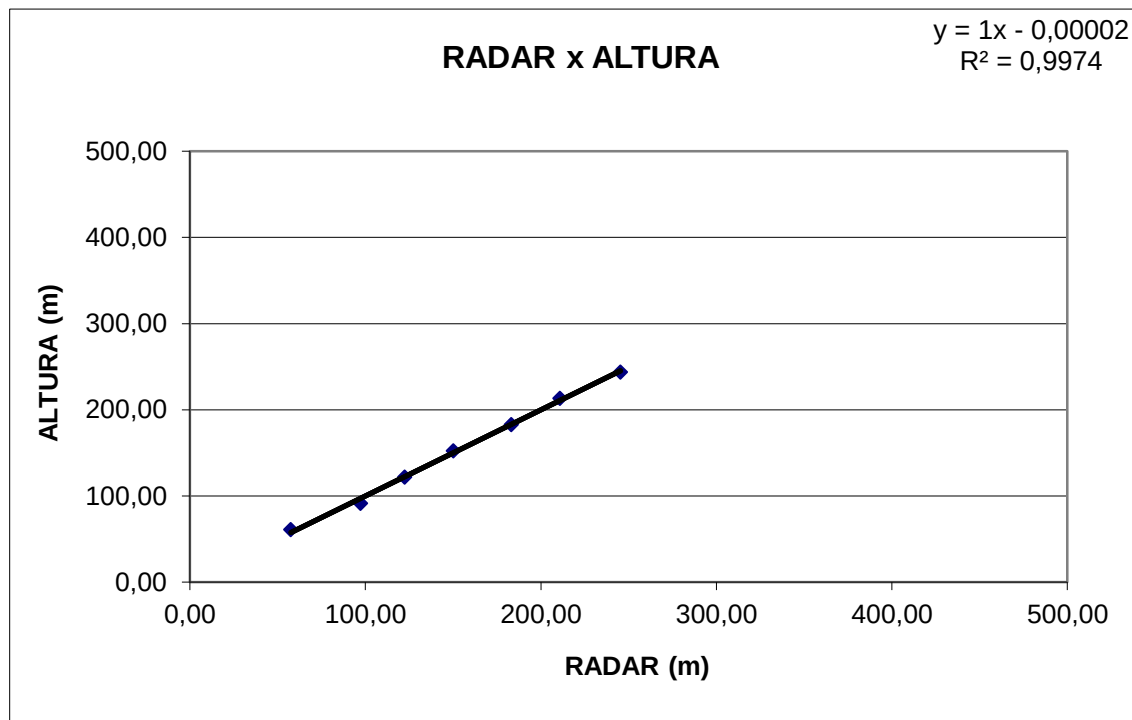
Altura: Altura teórica

Altitude: Altura teórica corrigida com a pista

Linha	ALTURA (m)	ALTITUDE (m)	GPSHT (m)	RADAR ALTÍMETRO(m)	BARÔMETRO (m)
200	60,96	250,96	253,50	57,58	247,65
300	91,44	281,44	288,50	97,24	286,33
400	121,92	311,92	313,50	122,36	312,44
500	152,40	342,40	339,50	150,13	340,48
600	182,88	372,88	371,50	183,18	374,33
700	213,36	403,36	396,70	210,95	401,41
800	243,84	433,84	428,10	245,33	434,29



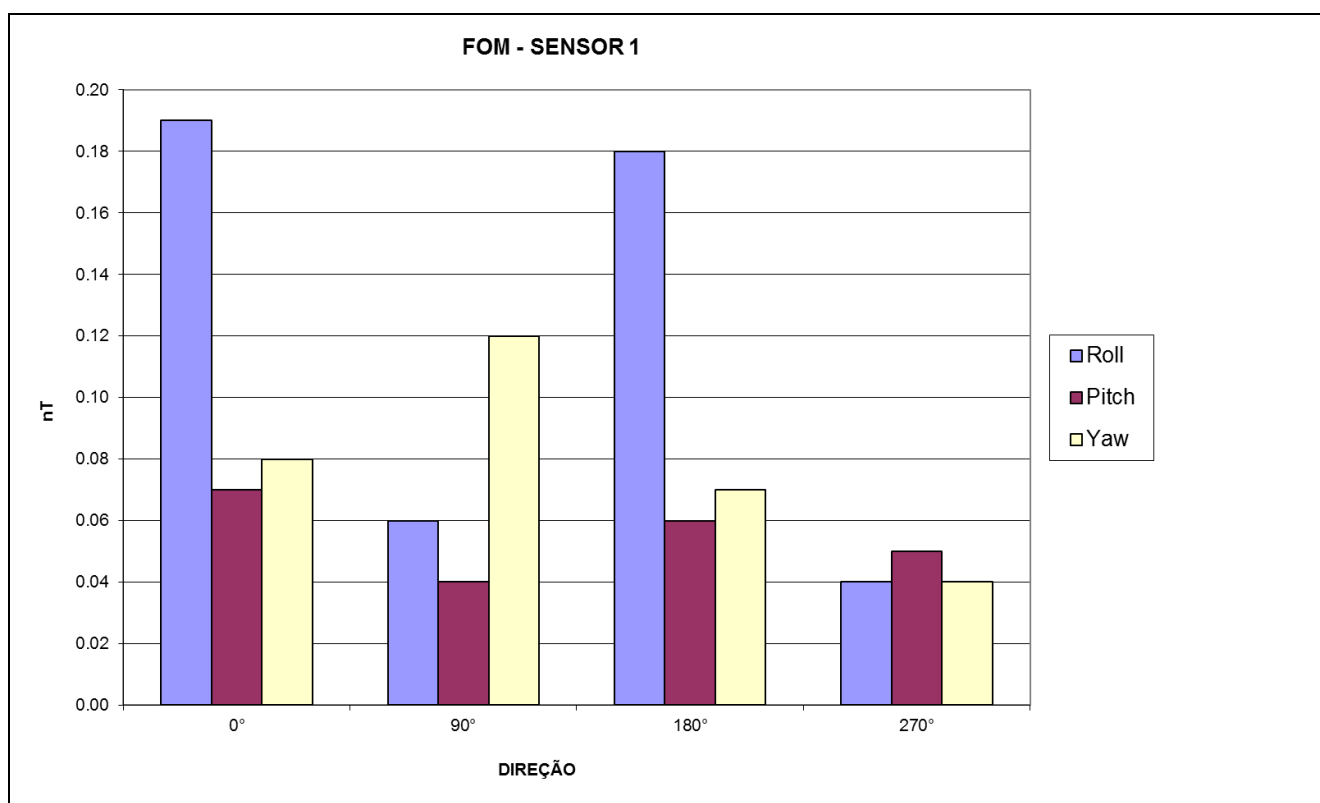




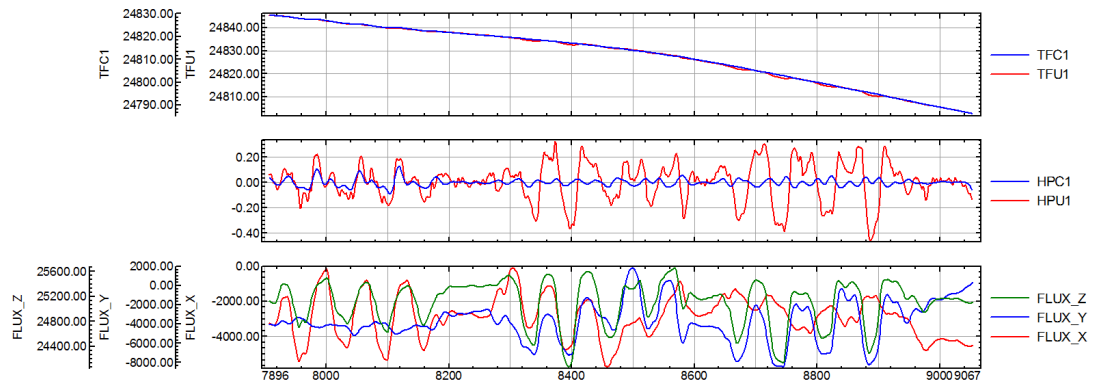
Anexo II-b – Compensação Magnética

Número do Projeto	AGFW70-2013
Base	Porto Velho – RO
Aeronave	PT-EPY
Data	27/09/2014
Voo	005

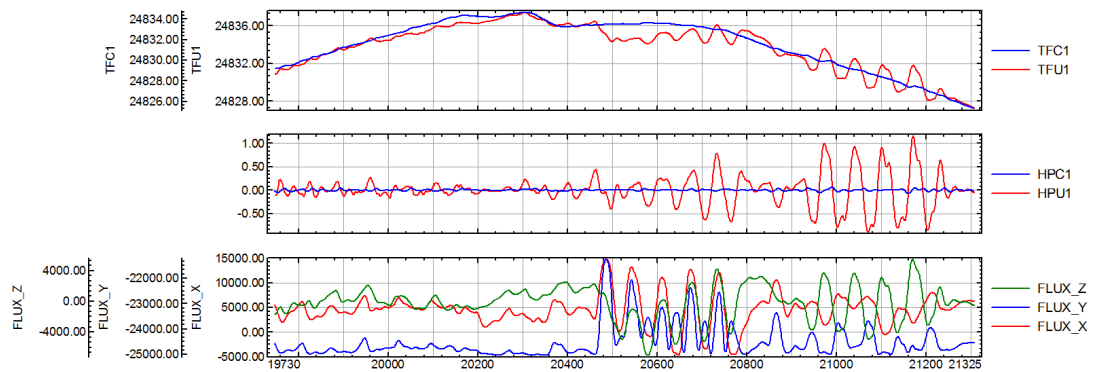
SENSOR 1					
Linha	Azimuth	PITCH (nT)	ROLL (nT)	YAW (nT)	FOM (nT)
1	90°	0,19	0,07	0,08	0,34
2	180°	0,06	0,04	0,12	0,22
3	270°	0,18	0,06	0,07	0,31
4	360°	0,04	0,05	0,04	0,13
TOTAL					1,00



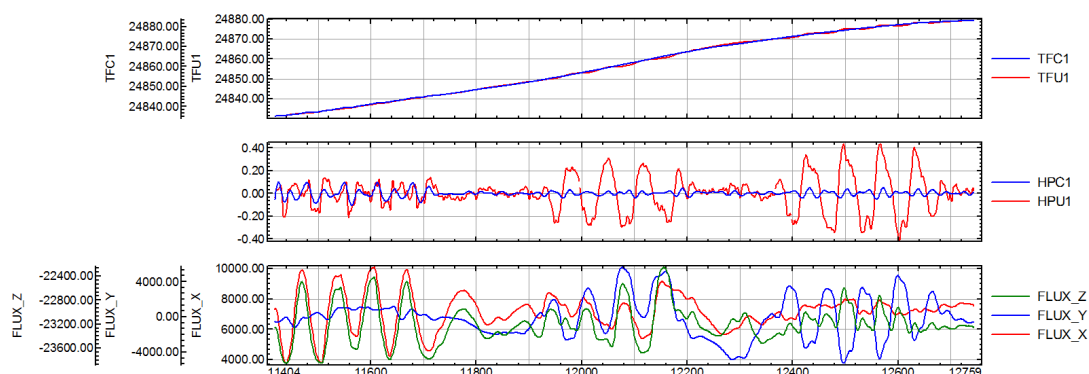
FOM PT-EPY - V005 - AZIMUTE 0°



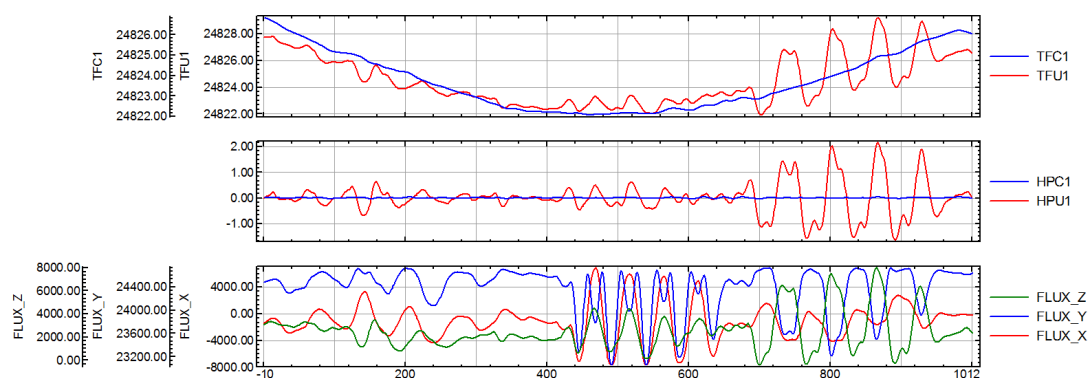
FOM PT-EPY - V005 - AZIMUTE 90°



FOM PT-EPY - V005 - AZIMUTE 180°



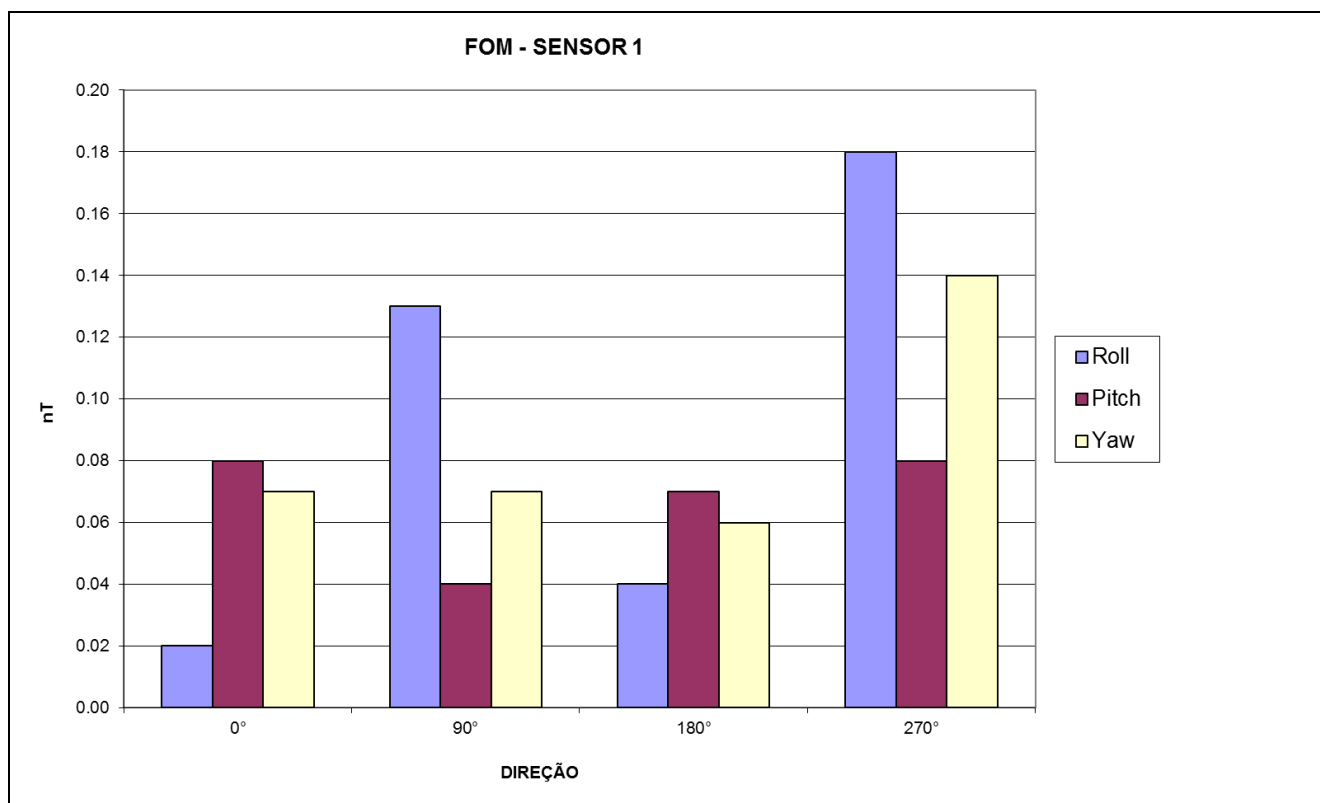
FOM PT-EPY - V005 - AZIMUTE 270°



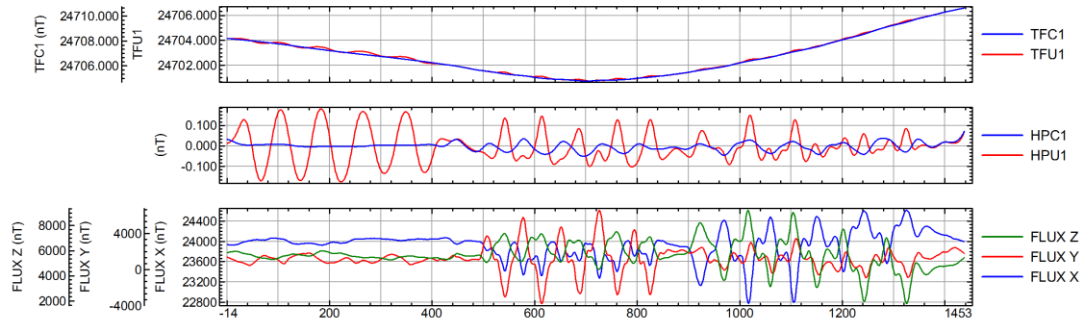
TFU1 – Campo Magnético Total não Compensado,
TFC1 – Campo Magnético Total Compensado,
HPU1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total não Compensado,
HPC1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total Compensado,
FLUX_X – Componente X da Fluxgate,
FLUX_Y – Componente Y da Fluxgate,
FLUX_Z – Componente Z da Fluxgate,

Número do Projeto	AGFW70-2013
Base	Porto Velho – RO
Aeronave	PP-AGP
Data	19/06/2015
Voo	402

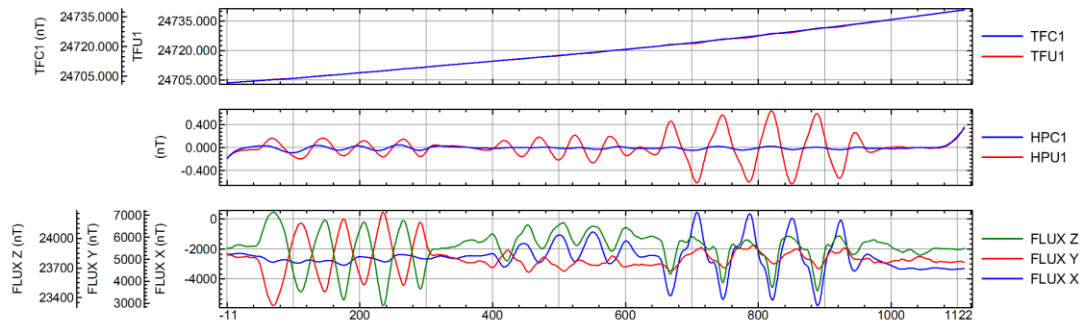
SENSOR 1					
Linha	Azimute	PITCH (nT)	ROLL (nT)	YAW (nT)	FOM (nT)
1	90°	0,02	0,08	0,07	0,17
2	180°	0,13	0,04	0,07	0,24
3	270°	0,04	0,07	0,06	0,17
4	360°	0,18	0,08	0,14	0,40
TOTAL					0,98



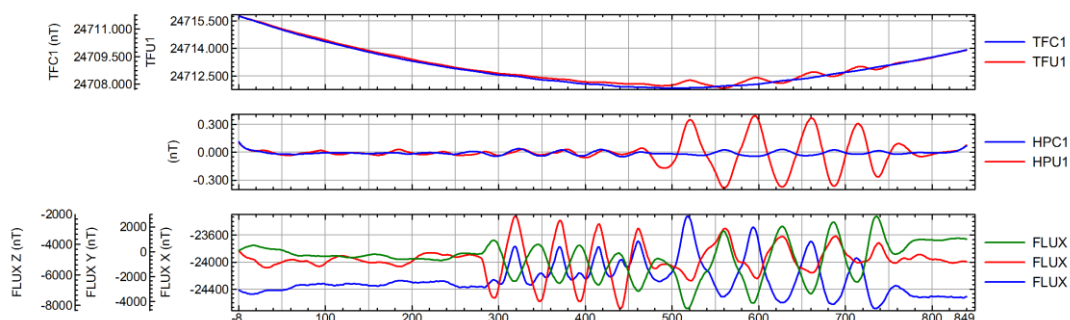
FOM PP-AGP - V402 - AZIMUTE 90°



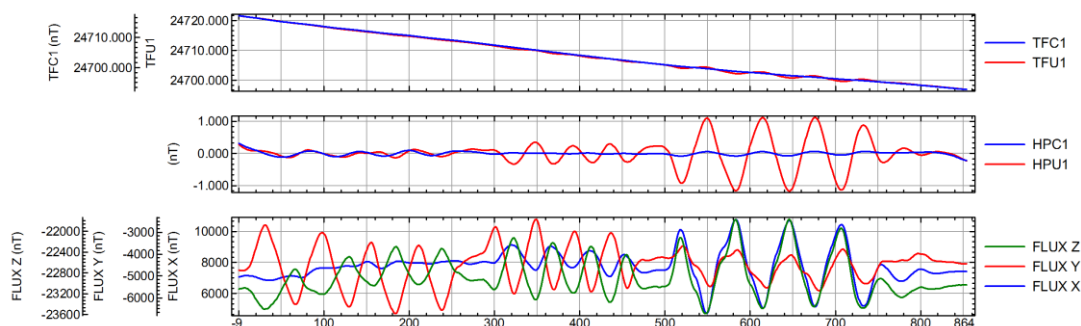
FOM PP-AGP - V402 - AZIMUTE 180°



FOM PP-AGP - V402 - AZIMUTE 270°



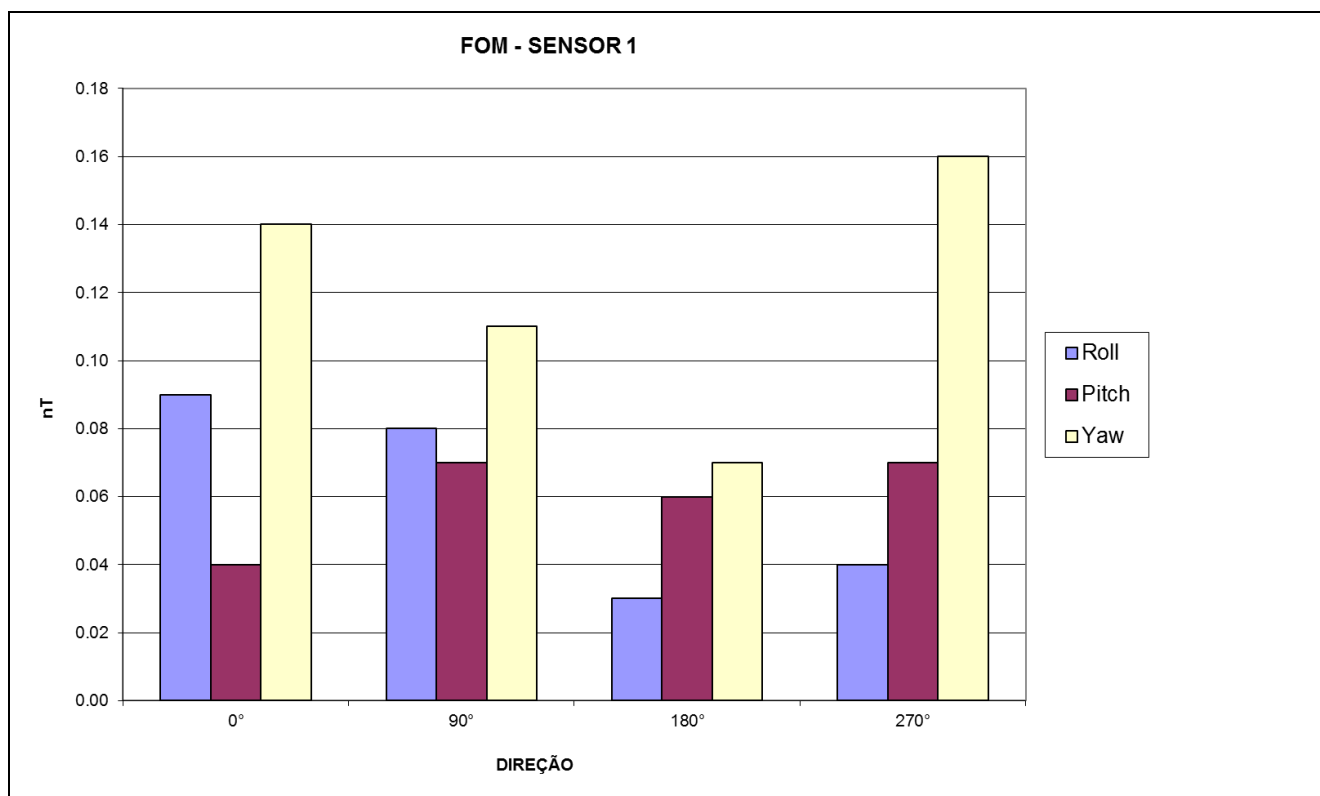
FOM PP-AGP - V402 - AZIMUTE 360°



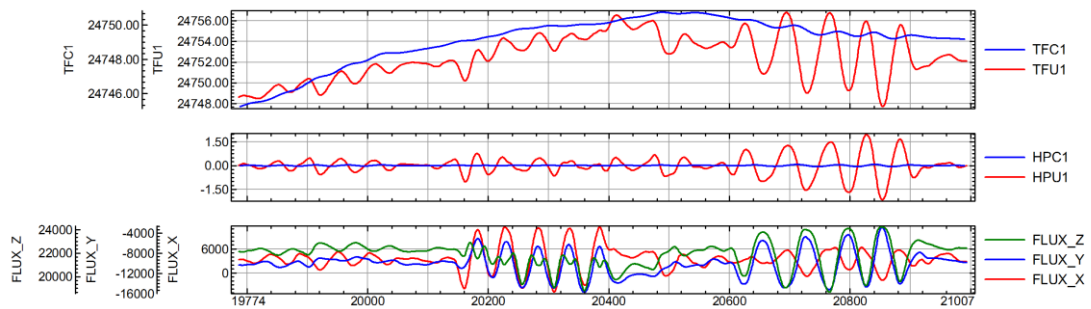
TFU1 – Campo Magnético Total não Compensado,
TFC1 – Campo Magnético Total Compensado,
HPU1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total não Compensado,
HPC1 – Filtro passa-alta (8s) aplicado sobre Campo Magnético Total Compensado,
FLUX_X – Componente X da Fluxgate,
FLUX_Y – Componente Y da Fluxgate,
FLUX_Z – Componente Z da Fluxgate,

Número do Projeto	AGFW70-2013
Base	Porto Velho – RO
Aeronave	PR-MCY
Data	20/06/2015
Voo	202

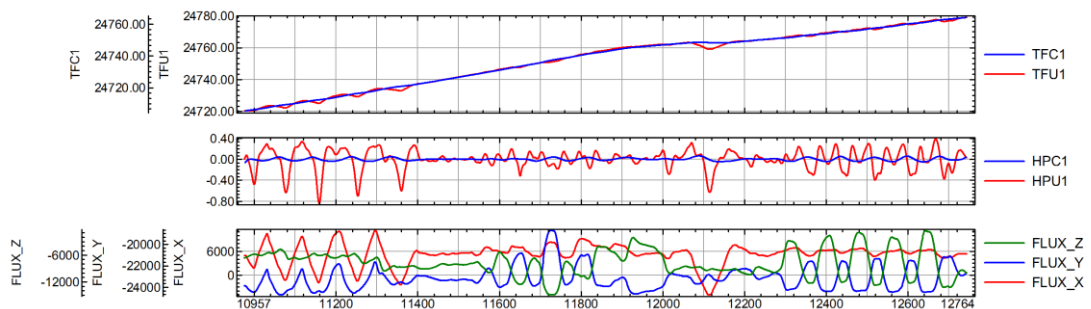
SENSOR 1					
Linha	Azimute	PITCH (nT)	ROLL (nT)	YAW (nT)	FOM (nT)
1	90°	0,09	0,04	0,14	0,27
2	180°	0,08	0,07	0,11	0,26
3	270°	0,03	0,06	0,07	0,16
4	360°	0,04	0,07	0,16	0,27
TOTAL					0,96



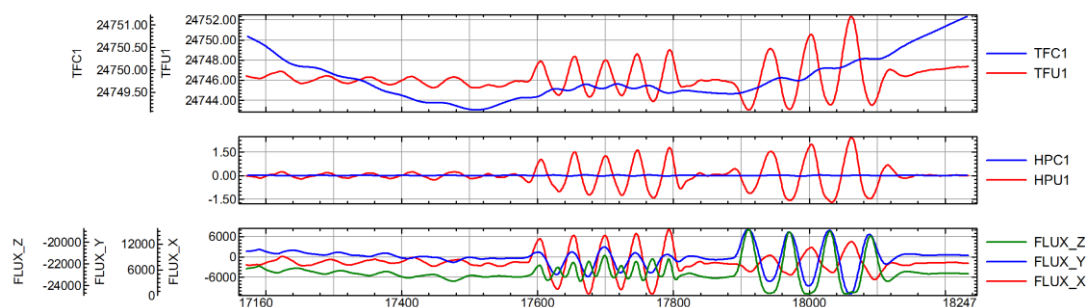
FOM PR-MCY - V202 - AZIMUTE 90°



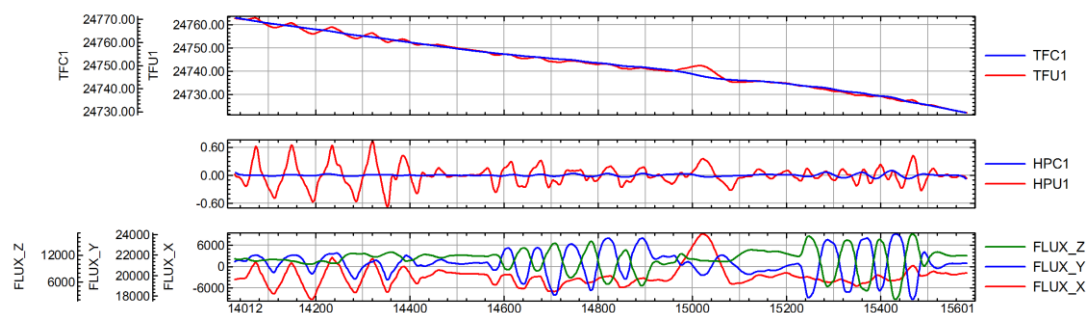
FOM PR-MCY - V202 - AZIMUTE 180°



FOM PR-MCY - V202 - AZIMUTE 270°



FOM PR-MCY - V202 - AZIMUTE 360°



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,

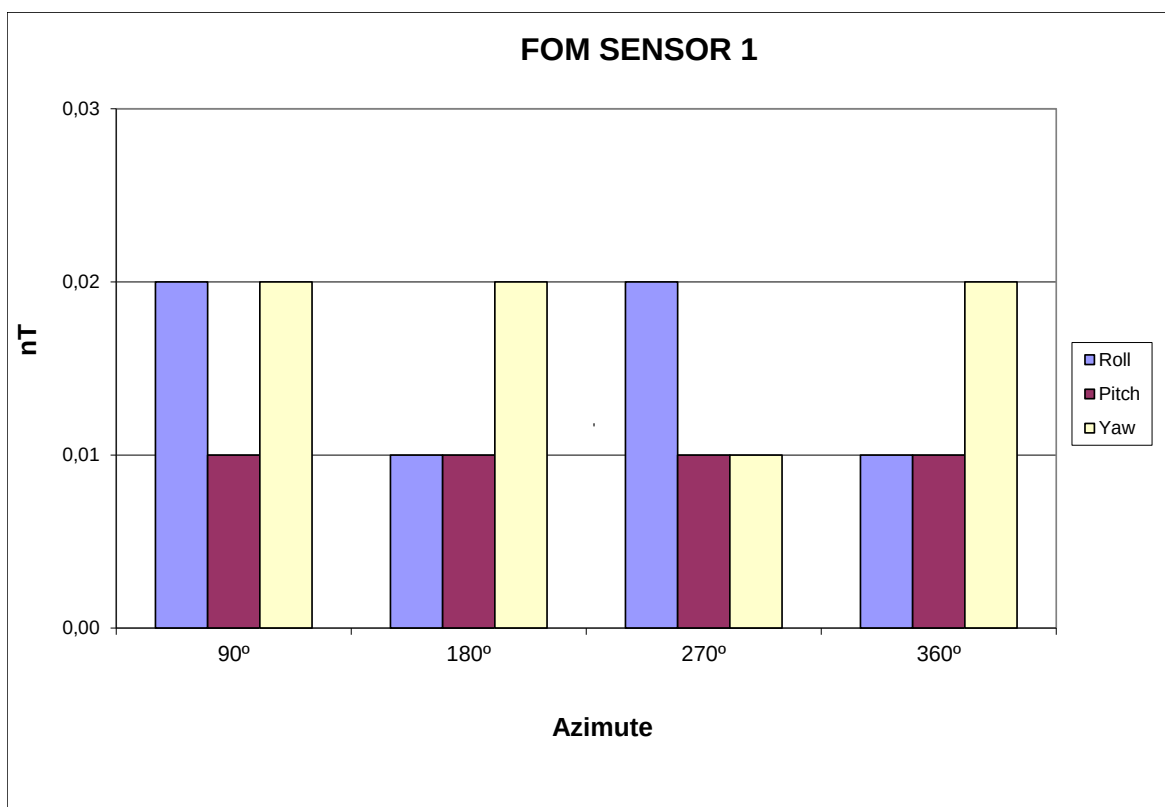
FLUX_X – Componente X da Fluxgate,

FLUX_Y – Componente Y da Fluxgate,

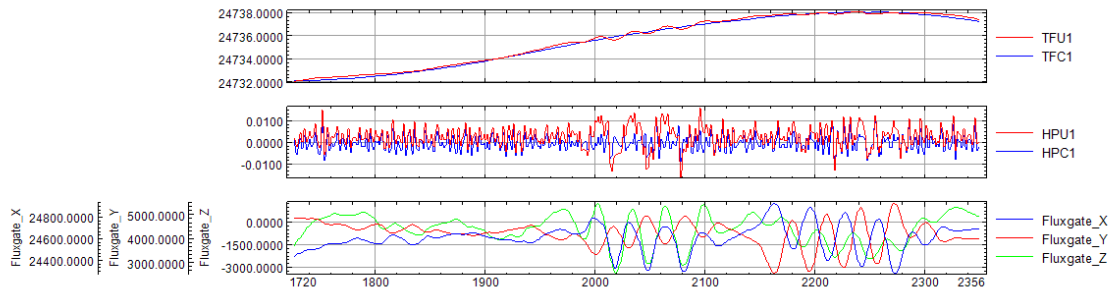
FLUX_Z – Componente Z da Fluxgate,

Número do Projeto	AGFW70-2013
Base	Rio Branco - AC
Aeronave	PR-PEC
Data	17/08/2015
Voo	604

TAIL SENSOR					
Nº da Linha	Azimute	ROLL (nT)	PITCH (nT)	YAW (nT)	FOM (nT)
90	90°	0,02	0,01	0,02	0,05
180	180°	0,01	0,01	0,02	0,04
270	270°	0,02	0,01	0,01	0,04
360	360°	0,01	0,01	0,02	0,04
TOTAL					0,17



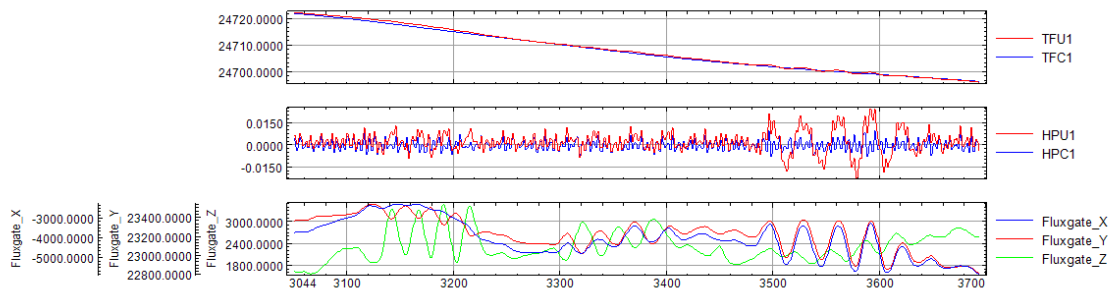
FOM PR-PEC - V604 - AZIMUTE 90°



database: g:\70 - agfw70\campolv604\gsf\V604_ALT_DIR.gdb line/group: L90

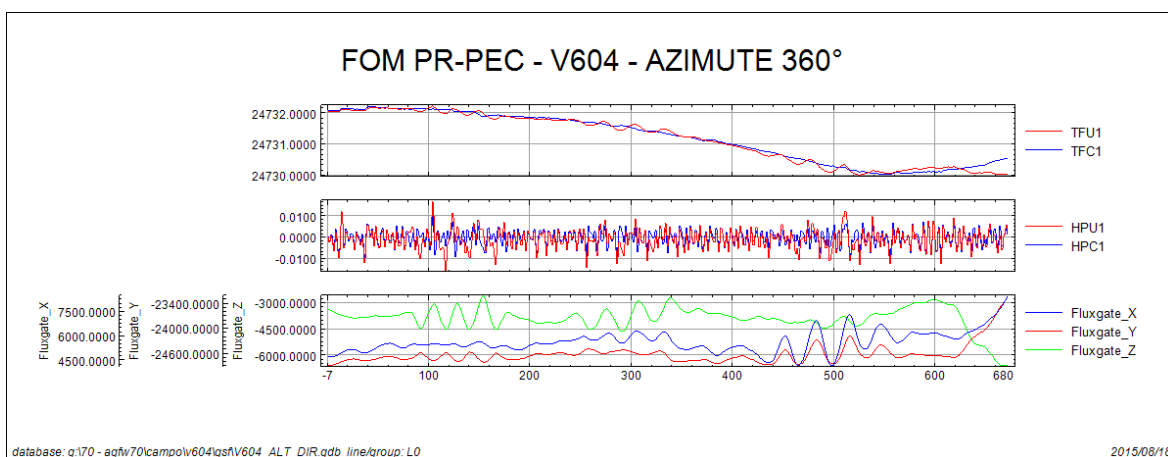
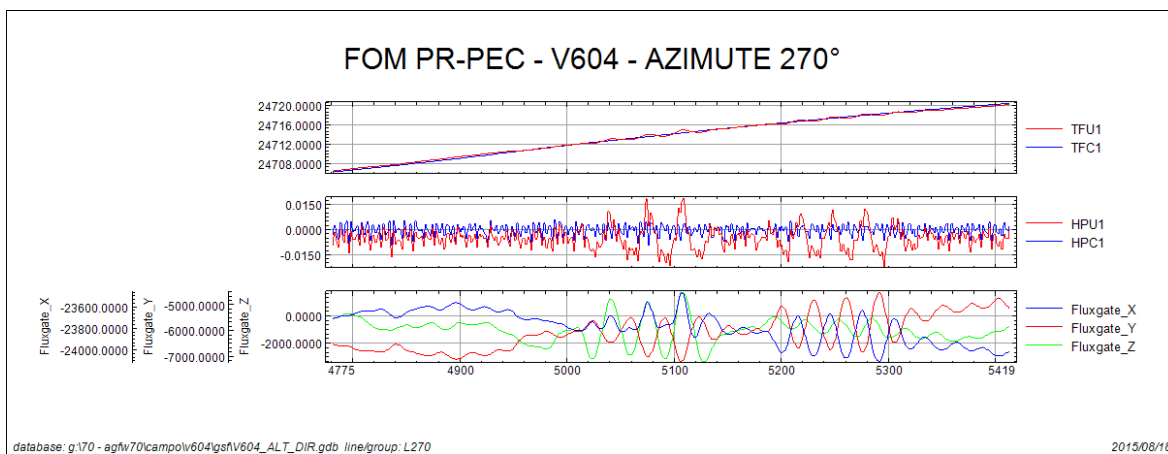
2015/08/18

FOM PR-PEC - V604 - AZIMUTE 180°



database: g:\70 - agfw70\campolv604\gsf\V604_ALT_DIR.gdb line/group: L180

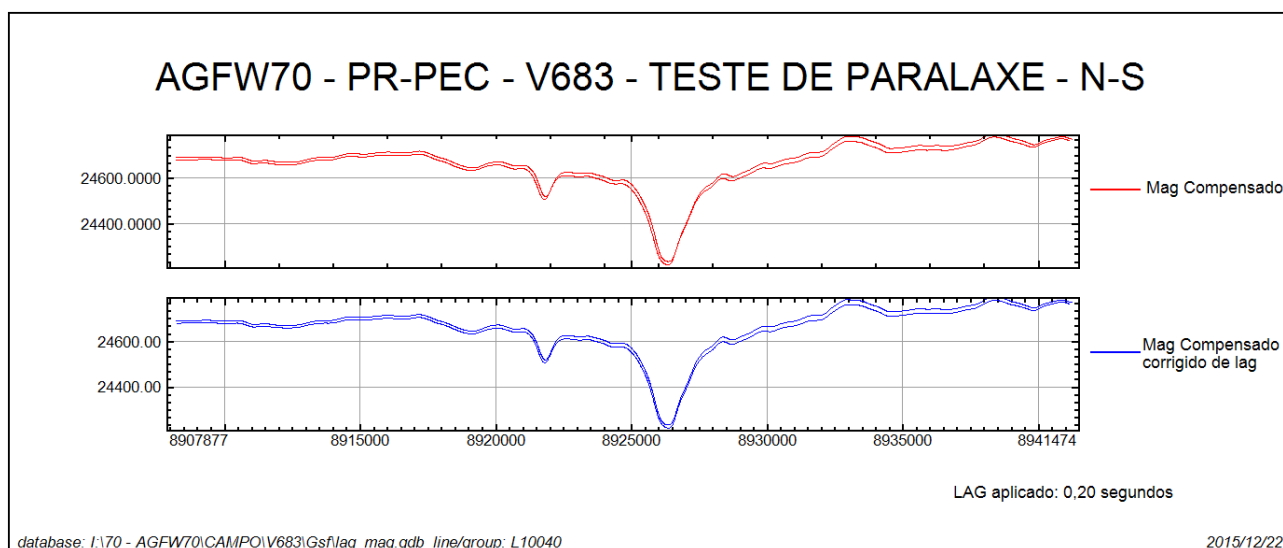
2015/08/18



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

Anexo II-c – Teste de Paralaxe

Nº Projeto	AGFW70-2013
Base	Rio Branco - AC
Aeronave	PR-PEC
Data	21/12/2015
Nº Voo	683



MAG Compensado = Campo Magnético Total Compensado

MAG Compensado corrigido de LAG = Campo Magnético Total Compensado Corrigido Paralaxe (0,16 segundos)

Anexo II-d – Teste de Repetibilidade Radioativa

**TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA PT-EPY
(LOW LEVEL = 100m) Base: Porto Velho**

DATA	HORÁRIO	VOO	TÓRIO	URÂNIO
05/out/14	INÍCIO	012	58,19	55,70
	FIM		64,03	57,30
06/out/14	INÍCIO	014	64,64	58,47
	FIM		-	-
07/out/14	INÍCIO	016	78,48	68,20
	FIM		68,32	65,70
08/out/14	INÍCIO	018	70,69	72,93
	FIM		77,56	74,61
10/out/14	INÍCIO	020	70,32	71,78
	FIM		-	-
11/out/14	INÍCIO	022	63,79	58,29
	FIM		-	-
12/out/14	INÍCIO	024	65,36	60,62
	FIM		63,92	59,00
14/out/14	INÍCIO	028	65,86	62,49
	FIM		-	-
17/out/14	INÍCIO	030	65,91	61,36
	FIM		67,38	62,79
31/out/14	INÍCIO	033	69,56	72,19
	FIM		69,17	73,54
01/nov/14	INÍCIO	035	77,78	83,19
	FIM		-	-
03/nov/14	INÍCIO	037	63,57	63,34
	FIM		64,00	62,01
06/nov/14	INÍCIO	039	69,81	62,27
	FIM		71,03	66,21
07/nov/14	INÍCIO	041	63,01	61,40
	FIM		76,33	67,45
08/nov/14	INÍCIO	043	78,72	73,12
	FIM		-	-
11/nov/14	INÍCIO	045	73,92	66,30
	FIM		-	-

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA PP-AGP (LOW LEVEL = 100m) Base: Porto Velho				
DATA	HORÁRIO	VOO	TÓRIO	URÂNIO
01/jul/15	INÍCIO	411	60,00	67,00
	FIM		48,00	54,00
02/jul/15	INÍCIO	412	50,00	58,00
	FIM		45,00	59,00
03/jul/15	INÍCIO	413	45,00	49,00
	FIM		47,00	55,00
07/jul/15	INÍCIO	414	42,00	58,00
	FIM		45,00	62,00
12/jul/15	INÍCIO	415	47,00	50,00
	FIM		57,00	57,00
14/jul/15	INÍCIO	416	47,00	50,00
	FIM		48,00	49,00
15/jul/15	INÍCIO	417	49,00	52,00
	FIM		45,00	54,00
15/jul/15	INÍCIO	418	-	-
	FIM		50,00	53,00
16/jul/15	INÍCIO	419	58,00	73,00
	FIM		52,00	77,00
16/jul/15	INÍCIO	420	-	-
	FIM		49,00	66,00
17/jul/15	INÍCIO	421	53,00	63,00
	FIM		53,00	64,00
18/jul/15	INÍCIO	422	55,00	76,00
	FIM		53,00	81,00
19/jul/15	INÍCIO	423	57,00	74,00
	FIM		-	-
23/jul/15	INÍCIO	424	57,00	74,00
	FIM		58,00	79,00
23/jul/15	INÍCIO	425	-	-
	FIM		57,00	71,00
24/jul/15	INÍCIO	426	59,00	79,00
	FIM		53,00	71,00
25/jul/15	INÍCIO	427	57,00	73,00
	FIM		54,00	70,00
26/jul/15	INÍCIO	428	58,00	66,00
	FIM		64,00	71,00
27/jul/15	INÍCIO	429	58,00	77,00
	FIM		56,00	68,00
27/jul/15	INÍCIO	430	-	-
	FIM		60,00	66,00
28/jul/15	INÍCIO	431	57,00	69,00
	FIM		60,00	71,00
28/jul/15	INÍCIO	432	-	-
	FIM		54,00	65,00
29/jul/15	INÍCIO	433	58,00	70,00
	FIM		59,00	72,00

DATA	HORÁRIO	VOO	TÓRIO	URÂNIO
29/jul/15	INICIO	434	-	-
	FIM		57,00	66,00
30/jul/15	INICIO	435	60,00	74,00
	FIM		-	-
31/jul/15	INICIO	436	57,00	67,00
	FIM		-	-
31/jul/15	INICIO	437	-	-
	FIM		57,00	62,00
01/ago/15	INICIO	438	60,00	77,00
	FIM		63,00	74,00

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA PR-MCY (LOW LEVEL = 100m) Base: Porto Velho				
DATA	HORÁRIO	VOO	TÓRIO	URÂNIO
21/jun/15	INÍCIO	203	-	-
	FIM		27,00	56,00
22/jun/15	INÍCIO	204	100,00	110,00
	FIM		127,00	133,00
24/jun/15	INÍCIO	205	75,00	90,00
	FIM		89,00	96,00
24/jun/15	INÍCIO	206	-	-
	FIM		104,00	107,00
25/jun/15	INÍCIO	207	76,00	89,00
	FIM		83,00	97,00
26/jun/15	INÍCIO	208	85,00	100,00
	FIM		88,00	92,00
26/jun/15	INÍCIO	209	-	-
	FIM		89,00	93,00
27/jun/15	INÍCIO	210	85,00	93,00
	FIM		88,00	101,00
27/jun/15	INÍCIO	211	-	-
	FIM		104,00	111,00
28/jun/15	INÍCIO	212	95,00	105,00
	FIM		106,00	108,00
28/jun/15	INÍCIO	213	-	-
	FIM		108,00	110,00
29/jun/15	INICIO	214	94,00	100,00
	FIM		98,00	102,00
29/jun/15	INICIO	215	-	-
	FIM		98,00	97,00
30/jun/15	INICIO	216	89,00	99,00
	FIM		98,00	106,00
30/jun/15	INICIO	217	-	-
	FIM		87,00	89,00

DATA	HORÁRIO	VOO	TÓRIO	URÂNIO
02/jul/15	INICIO	218	87,00	85,00
	FIM		-	-
03/jul/15	INICIO	219	87,00	82,00
	FIM		86,00	86,00
04/jul/15	INICIO	220	84,00	95,00
	FIM		-	-
07/jul/15	INICIO	222		
	FIM		100,00	119,00
08/jul/15	INICIO	223	68,00	77,00
	FIM		73,00	105,00
08/jul/15	INICIO	224		
	FIM		82,00	109,00
09/jul/15	INICIO	225	69,00	78,00
	FIM		67,00	85,00

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA PR-MCY (LOW LEVEL = 100m) Base: Porto Velho				
DATA	HORÁRIO	VOO	TÓRIO	URÂNIO
18/ago/15	INÍCIO	606	85,25	83,92
	FIM		84,66	88,06
19/ago/15	INÍCIO	607	80,90	102,20
	FIM		84,51	89,19
20/ago/15	INÍCIO	608	84,90	92,58
	FIM		78,81	90,47
21/ago/15	INÍCIO	609	84,47	98,26
	FIM		82,66	88,55
22/ago/15	INÍCIO	610	-	-
	FIM		83,19	90,51
25/ago/15	INÍCIO	612	79,12	102,03
	FIM		84,09	87,99
26/ago/15	INÍCIO	613	81,70	85,50
	FIM		83,82	87,49
28/ago/15	INÍCIO	614	79,24	79,59
	FIM		80,39	82,77
29/ago/15	INÍCIO	615	78,17	78,83
	FIM		80,52	84,35
30/ago/15	INÍCIO	616	80,07	80,36
	FIM		82,45	91,57
31/ago/15	INÍCIO	617	77,62	80,82
	FIM		82,13	94,71
01/set/15	INÍCIO	618	80,97	85,58
	FIM		78,96	82,70
03/set/15	INÍCIO	620	81,31	96,00
	FIM		-	-
05/set/15	INÍCIO	621	77,60	83,60

	FIM		83,01	89,55
06/set/15	INICIO	622	78,77	86,05
	FIM		84,30	89,52
07/set/15	INICIO	623	78,74	91,48
	FIM		77,82	83,91
08/set/15	INICIO	624	82,49	86,89
	FIM		78,96	78,81
10/set/15	INICIO	625	77,91	83,96
	FIM		-	-
14/set/15	INICIO	626	84,59	85,25
	FIM		86,61	82,79
15/set/15	INICIO	627	84,37	95,36
	FIM		86,18	86,73
16/set/15	INICIO	628	81,33	103,03
	FIM		87,12	91,65
17/set/15	INICIO	629	82,33	94,53
	FIM		85,81	86,32
18/set/15	INICIO	630	81,11	88,11
	FIM		83,55	84,88
19/set/15	INICIO	631	84,05	80,24
	FIM		83,14	87,08
21/set/15	INICIO	632	81,04	89,47
	FIM		79,96	80,03
22/set/15	INICIO	633	79,51	93,00
	FIM		86,39	80,55
23/set/15	INICIO	634	84,95	92,49
	FIM		-	-
29/set/15	INICIO	636	84,41	97,11
	FIM		80,68	86,59
01/out/15	INICIO	638	85,33	95,25
	FIM		-	-
02/out/15	INICIO	639	83,57	91,25
	FIM		87,08	92,52
03/out/15	INICIO	640	82,25	102,49
	FIM		80,80	85,30
04/out/15	INICIO	641	80,25	94,30
	FIM		84,10	90,15
05/out/15	INICIO	642	-	-
	FIM		76,10	85,62
06/out/15	INICIO	643	84,81	105,57
	FIM		-	-
10/out/15	INICIO	644	88,17	104,11
	FIM		-	-
11/out/15	INICIO	645	87,91	100,17
	FIM		81,48	98,79
12/out/15	INICIO	646	89,05	116,84
	FIM		-	-
13/out/15	INICIO	647	87,41	101,46
	FIM		81,55	100,75
15/out/15	INICIO	648	-	-

	FIM		83,92	99,51
16/out/15	INICIO	649	83,85	92,95
	FIM		-	-
18/out/15	INICIO	650	83,53	94,55
	FIM		80,94	96,90
19/out/15	INICIO	651	81,70	90,34
	FIM		84,70	90,93
20/out/15	INICIO	652	80,64	86,65
	FIM		78,57	82,31
21/out/15	INICIO	653	81,87	93,43
	FIM		-	-
24/out/15	INICIO	655	79,59	85,84
	FIM		-	-
26/out/15	INICIO	656	80,44	91,03
	FIM		85,16	82,96
27/out/15	INICIO	657	75,71	81,98
	FIM		87,49	84,31
28/out/15	INICIO	658	79,41	82,87
	FIM		82,89	77,01
29/out/15	INICIO	659	82,08	86,18
	FIM		-	-
30/out/15	INICIO	660	82,46	85,63
	FIM		85,16	83,93
05/nov/15	INICIO	662	83,39	91,00
	FIM		79,01	81,71
08/nov/15	INICIO	663	75,05	78,55
	FIM		75,07	74,15
09/nov/15	INICIO	664	77,38	75,55
	FIM		79,03	76,73
11/nov/15	INICIO	665	80,15	80,90
	FIM		79,79	81,92
12/nov/15	INICIO	666	77,44	79,95
	FIM		80,46	77,28
13/nov/15	INICIO	667	83,08	86,69
	FIM		78,74	79,36
27/nov/15	INICIO	668	80,48	78,13
	FIM		79,71	79,25
28/nov/15	INICIO	669	85,84	90,27
	FIM		-	-
29/nov/15	INICIO	670	84,50	90,23
	FIM		78,51	86,90
02/dez/15	INICIO	671	-	-
	FIM		82,03	80,58
03/dez/15	INICIO	673	80,66	78,64
	FIM		83,97	80,36
04/dez/15	INICIO	674	79,96	88,59
	FIM		84,69	90,91
05/dez/15	INICIO	675	85,65	80,94
	FIM		88,06	88,48
08/dez/15	INICIO	676	74,30	76,68

	FIM		85,94	89,60
09/dez/15	INICIO	677	76,29	76,08
	FIM		84,37	86,69
10/dez/15	INICIO	678	78,80	76,70
	FIM		-	-
11/dez/15	INICIO	679	76,90	78,60
	FIM		81,73	81,44
12/dez/15	INICIO	680	77,62	82,14
	FIM		86,44	89,64
13/dez/15	INICIO	681	79,26	81,05
	FIM		82,85	79,63
21/dez/15	INICIO	683	69,86	68,05
	FIM		76,38	74,32

**ANEXO III – QUADROS SINÓPTICOS DAS OPERAÇÕES DE
CAMPO – Anexo em MídiaDigital**

ANEXO IV – CONTEÚDO DO CD-ROM E DOS DVDs-ROM

Este arquivo apresenta a relação do conteúdo dos arquivos digitais que compõe o acervo do Projeto Aerogeofísico Norte do Mato Grosso.

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, Articulações das Folhas (1:100.000, 1:250.000) e ArcGis Engine
DVD#01	Grids
	Arquivos de Mapas <i>Geosoft</i>
	Arquivos de Poligonais das Folhas 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000 <i>Geosoft</i> PLY
DVD#02	Banco de Dados <i>Geosoft</i>
	Arquivos XYZ – Magnetometria e Gamaespectrometria
DVD#03	Arquivos de Plotagem HPGL
DVD#04	Arquivos 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:

1132_*_1DV = 1º Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)

1132_*_SA = Sinal Analítico do Campo Magnético Total

1132_*_MDT = Modelo digital do Terreno

1132_*_CTexp = Contagem Total ($\mu\text{R/h}$)

1132_*_Kperc = Potássio (%)

1132_*_eU = Urânio (ppm)

1132_*_eTh = Tório (ppm)

1132_*_ThKrazao = Razão Tório/Potássio

1132_*_ UThrazao = Razão Urânio/Tório

1132_*_ ThKrazao = Razão Tório/Potássio

1132_*_ UKrazao = Razão Urânio/Potássio

1132_TERNÁRIO = Ternário (K-U-Th)

Exemplos:

1132_SC-19-X-B-III_MAG.map = Geosoft MAP da Folha SC-19-X-B-III de Escala 1:100.000 do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)

1132_SC-20-V-C_SA.map = Geosoft MAP da Folha SC-20-V-C de Escala 1:250.000 do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)

1132_ThKrazao.map = Geosoft MAP da Folha Única na Escala 1:500.000 da Razão Tório/Potássio

Observações:

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

A sigla HPGL significa: Hewlett-Packard Language.

O prefixo 1132 em todos os arquivos corresponde ao nº do projeto na Base Aero da CPRM.

Relação dos Arquivos: georeferenciados a UTM 19S e 20S (Meridiano Central 69°W Gr e 63°W Gr).

Arquivos de GRIDS:

Arquivo	Conteúdo	Unidade
1132_MAG.grd	Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)	nT
1132_1DV.grd	1ª. Derivada Vertical do Campo Magnético Total	nT/m
1132_SA.grd	Sinal Analítico do Campo Magnético Total	nT/m
1132_CTexp.grd	Taxa de Exposição da Contagem Total	µR/h
1132_Kperc.grd	Concentração de Potássio	%
1132_eU.grd	Concentração de Urânio	ppm
1132_eTh.grd	Concentração de Tório	ppm
1132_ThKrazao.grd	Concentração de Tório/Potássio	
1132_UKrazao.grd	Concentração de Urânio/Potássio	
1132_UThrazao.grd	Concentração de Urânio/ Tório	
1132_MDT.grd	Modelo Digital do Terreno	m

Arquivos de banco de Dados GDB:

Arquivo	Conteúdo
1132_GamaLine.gdb	Banco de Dados de gamaespectrometria com as linhas de voo
1132_GamaTie.gdb	Banco de Dados de gamaespectrometria com as linhas de controle
1132_MagLine.gdb	Banco de Dados de magnetometria com as linhas de voo
1132_MagTie.gdb	Banco de Dados de magnetometria com as linhas de controle
1132_Gama256.gdb	Banco de Dados de gamaespectrometria com os 256 canais up e down

Arquivos de Bancos de Dados XYZ:

Arquivo	Conteúdo
1132_GamaLine.XYZ	Gamaespectrometria Linhas de Voo
1132_GamaTie.XYZ	Gamaespectrometria Linhas de Controle
1132_MagLine.XYZ	Magnetometria Linhas de Voo
1132_MagTie.XYZ	Magnetometria Linhas de Controle

Arquivos de Cruzamentos:

Arquivo	Conteúdo
1132_Cruzamentos.XYZ	Cruzamentos do Nivelamento Magnetométrico

Arquivos de Poligonais:

Arquivo	Conteúdo
1132_SC-19-X-B-III	Polígono Referente à Folha SC-19-X-B-III
1132_SC-19-X-B-V	Polígono Referente à Folha SC-19-X-B-V
1132_SC-19-X-B-VI	Polígono Referente à Folha SC-19-X-B-VI
1132_SC-19-X-B	Polígono Referente à Folha SC-19-X-B
1132_SC-19-X-D-II	Polígono Referente à Folha SC-19-X-D-II
1132_SC-19-X-D-III	Polígono Referente à Folha SC-19-X-D-III
1132_SC-19-X-D-V	Polígono Referente à Folha SC-19-X-D-V
1132_SC-19-X-D-VI	Polígono Referente à Folha SC-19-X-D-VI
1132_SC-19-X-D	Polígono Referente à Folha SC-19-X-D
1132_SC-20-V-A-I	Polígono Referente à Folha SC-20-V-A-I
1132_SC-20-V-A-IV	Polígono Referente à Folha SC-20-V-A-IV
1132_SC-20-V-A-V	Polígono Referente à Folha SC-20-V-A-V
1132_SC-20-V-A-VI	Polígono Referente à Folha SC-20-V-A-VI
1132_SC-20-V-A	Polígono Referente à Folha SC-20-V-A
1132_SC-20-V-C-I	Polígono Referente à Folha SC-20-V-C-I
1132_SC-20-V-C-II	Polígono Referente à Folha SC-20-V-C-II
1132_SC-20-V-C-III	Polígono Referente à Folha SC-20-V-C-III
1132_SC-20-V-C-IV	Polígono Referente à Folha SC-20-V-C-IV
1132_SC-20-V-C-V	Polígono Referente à Folha SC-20-V-C-V
1132_SC-20-V-C-VI	Polígono Referente à Folha SC-20-V-C-VI
1132_SC-20-V-C	Polígono Referente à Folha SC-20-V-C
1132_SC-20-Y-A-II	Polígono Referente à Folha SC-20-Y-A-II
1132_SC-20-Y-A-III	Polígono Referente à Folha SC-20-Y-A-III
1132_SC-20-Y-A-V	Polígono Referente à Folha SC-20-Y-A-V
1132_SC-20-Y-A-VI	Polígono Referente à Folha SC-20-Y-A-VI
1132_SC-20-Y-A	Polígono Referente à Folha SC-20-Y-A
1132_AreaTotal	Polígono Referente à Folha Única

ANEXO V – FORMATO DE GRAVAÇÃO DOS DADOS DO PROJETO

Arquivos XYZ (FORMATO GEOSOFT) PARA DADOS MAGNETOMÉTRICOS (LINHAS DE VOO - LINES)

REGISTRO MESTRE DAS LINHAS DE VOO

LINE

NÚMERO DA LINHA

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

70

75

80

85

90

95

REGISTRO DETALHE DE MAGNÉTICO

X

Y

Z1

Z2

Z3

Z4

Z5

Z6

Z7

Z8

Z9

COORDENADA UTM LESTE

COORDENADA UTM NORTE

FIDUCIAL

GPSALT (ALTITUDE GPS)

BARO (ALTITUDE BAROMÉTRICA)

ALTURA (RAZAR ALTIMETRO)

MDT

MAGBASE

MAGBRU (BRUTO)

MAGCOM (COMPENSADO)

MAGCOR (CORRIGIDO)

F10.0

(m)

F10.0

(m)

(F8.1)

(m)

(F8.2)

(m)

(F8.2)

(m)

(nT)

(F10.3)

(nT)

(F10.3)

(nT)

(F10.3)

Z10

Z11

Z12

Z13

Z14

Z15

Z16

Z17

MAGNIV (INVEJADO)

MAGMIC (MICRONVELADO)

MAGIGRF (IGRF)

IGRF

LONGITUDE

LATITUDE

DATA

HORA

(nT)

(nT)

(nT)

(nT)

(GRAUS DECIMAS)

(GRAUS DECIMAS)

(AAAMM/DD)

(HHMMSS.S)

(F10.3)

(F10.3)

(F10.3)

(F10.3)

(F11.6)

(F11.6)

(A10)

(A10)

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

70

75

80

85

90

95

FOLHA 1 de 1

Arquivos XYZ (FORMATO GEOSOFT) PARA DADOS MAGNETOMÉTRICOS (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 DETALHE DE MAGNÉTICO

X

COORDENADA UTM LESTE

Y

COORDENADA UTM NORTE

Z1

FIDUCIAL

Z2

GPSALT (ALTITUDE GPS)

Z3

BARO (ALTITUDE BAROMÉTRICA)

Z4

ALTURA (RAIM ALTIMETRO)

Z5

MDT

Z6

MAGBASE

Z7

MAGBRU (BRUTO)

Z8

MAGCOM (COMPENSADO)

Z9

MAGCOR (CORRIGIDO)

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

70

75

80

85

90

95

Z10

MAGNIV (NIVELADO)

Z11

MAGMIC (MICRONIVELADO)

Z12

MAGIGRF (IGRF)

Z13

IGRF

Z14

LONGITUDE

Z15

LATITUDE

Z16

DATA

Z17

HORA

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

70

75

80

85

90

95

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

70

75

80

85

90

95

FOLHA 1 de 1

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

[illegible]



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

FOLHA 1 de 1

[illegible]

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

REGISTRO MESTRE DAS LINHAS DE VOO

TIE

NÚMERO DA LINHA

5101520253035404550556065707580859095

XCOORDENADA UTM LESTE(m)F10.0

YCOORDENADA UTM NORTE(m)F10.0

Z1FIDUCIAL(F8.1)

Z2GPSALT (ALTITUDE GPS)(m)(F8.2)

Z3BARO (ALTITUDE BAROMÉTRICA)(m)(F8.2)

Z4ALTURA (BAGAR ALTIMETRO)(m)(F8.2)

Z5MDT(m)(F8.2)

Z6CTB(CPS)(F6.0)

Z7KB(CPS)(F6.0)

Z8UB(CPS)(F6.0)

Z9THB(CPS)(F6.0)

Z10UJUP(CPS)(F6.0)

Z11LIVE_TIME (ms)(F6.0)

Z12COSMICO (MOD COSM)(CPS)(F6.0)

5101520253035404550556065707580859095

Z13TEMP °C(F8.2)

Z14CTCOR (CONT. TOTAL CORREGIDO)(CPS)(F9.3)

Z15KCOR (POTÁSSIO CORREGIDO)(CPS)(F9.3)

Z16UCOR (URÂNIO CORREGIDO)(CPS)(F9.3)

Z17THCOR (TÓRMO CORREGIDO)(CPS)(F9.3)

Z18CTEXP (TAXA DE EXPOSIÇÃO CT)(MicroRoentgen/h)(F9.3)

Z19KPERC (CONCENTRAÇÃO DE K)(%) (F9.3)

Z20eU (CONCENTRAÇÃO DE U)(PPM)(F9.3)

Z21eTh (CONCENTRAÇÃO DE Th)(PPM)(F9.3)

Z22THKRAZÃO(F9.3)

Z23UKRAZÃO(F9.3)

5101520253035404550556065707580859095

Z24UTHRAZÃO(F9.3)

Z25LONGITUDE (GRAUS DECIMAIS)(F11.6)

Z26LATITUDE (GRAUS DECIMAIS)(F11.6)

Z27DATA (AA/MM/DD)(A10)

Z28HORA (HH/MM/SS.S)(A10)

FOLHA 1 de 1

PROJETO AEROGEOFÍSICO MADEIRA-ITUXI
FORMATO DIGITAL DOS DADOS RADIOMÉTRICOS PARA AS LINHAS DE CONTROLE - TIES

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

LINHA	VOO	FIDUCIAL INICIAL	FIDUCIAL FINAL
10010	683	52238.10	53335.20
10020	683	53410.30	55057.60
10030	683	55135.80	56843.40
10040	683	56911.10	58531.60
10050	683	59638.10	61308.30
10060	681	57910.40	59626.40
10070	681	56214.90	57842.70
10080	681	54435.40	56148.70
10090	681	52728.00	54363.20
10100	681	47375.60	49094.90
10110	680	59282.60	59694.00
10111	681	49159.00	50408.20
10120	680	58521.10	58963.30
10121	681	50608.90	51911.30
10130	680	56980.60	58449.80
10131	681	51972.60	52151.90
10140	680	55259.80	56826.00
10141	681	52459.50	52652.90
10150	680	53553.40	55184.70
10160	680	51730.20	53485.20
10170	680	50022.20	51661.30
10180	680	48202.40	49961.10
10190	679	60693.80	62323.80
10200	679	58924.90	60632.70
10210	679	57202.40	58848.50
10220	679	55438.30	57136.30
10230	679	53709.10	55360.00
10240	679	51936.20	53640.10
10250	679	50196.20	51867.00
10260	679	48406.50	50128.20
10270	678	50481.10	52237.60
10280	677	61216.60	62873.00
10290	677	59482.20	61155.00
10300	677	57745.20	59415.10
10310	677	55993.10	57683.50
10320	677	54246.10	55925.50
10330	677	52490.50	54183.20
10340	677	50709.80	52420.90
10350	677	48956.20	50650.10

LINHA	VOO	FIDUCIAL INICIAL	FIDUCIAL FINAL
10360	676	61698.20	63364.60
10370	676	60006.80	61639.70
10380	676	58255.50	59933.80
10390	676	56529.10	58188.50
10400	676	54788.90	56464.10
10410	676	53042.40	54719.70
10420	676	51294.80	52975.90
10430	676	49535.80	51233.00
10440	676	47808.90	49470.70
10450	675	71742.50	73333.10
10460	675	70197.70	71675.80
10461	675	73441.40	73744.40
10470	675	68682.30	69978.20
10471	675	74129.10	74416.70
10480	675	66801.90	68599.70
10490	674	58682.50	60185.40
10491	675	66572.40	66725.10
10500	674	56896.00	58615.70
10510	674	55211.40	56828.30
10520	674	53386.60	55144.80
10530	674	51713.10	53318.70
10540	674	49855.00	51645.90
10550	673	67272.50	69002.00
10551	673	70784.90	71461.20
10560	673	63455.90	65971.50
10570	671	60111.90	62522.00
10580	671	57534.00	60031.90
10590	671	55042.90	55610.10
10591	671	56125.30	57451.30
10592	673	69539.40	70115.90
10600	671	52466.60	54971.30
10610	671	49982.30	50660.00
10611	671	51175.00	52379.30
10612	675	75216.30	75798.30
10620	669	61519.90	63343.00
10621	670	51862.60	52170.50
10622	673	66770.80	67181.00
10630	669	59061.70	61432.60
10640	668	72412.20	74877.80
10650	668	74973.50	77392.90

LINHA	VOO	FIDUCIAL INICIAL	FIDUCIAL FINAL
10660	669	56395.20	58968.80
10670	669	53932.70	56308.10
10680	669	51201.80	53807.70
10690	667	58499.30	60953.60
10700	667	56416.70	58406.70
10701	673	66112.20	66509.80
10710	667	53466.60	54455.00
10711	667	55400.60	55950.20
10712	670	50139.90	51176.10
10720	667	50960.40	53379.10
10730	666	60209.10	62642.00
10740	666	56744.60	57722.30
10741	666	59172.10	60126.90
10742	667	49351.60	49923.20
10750	666	54176.40	56658.10
10760	666	51615.80	54087.00
10770	665	63565.40	66012.90
10780	665	61134.50	61643.20
10781	665	62026.10	63478.00
10782	666	49811.40	50241.90
10790	665	58620.00	60286.90
10791	666	50656.00	51443.20
10800	665	56154.40	58535.40
10810	664	62383.80	64785.90
10820	664	59940.70	62304.50
10830	664	57441.00	57812.10
10831	664	58484.80	59852.80
10832	665	54055.40	54761.00
10840	664	54947.30	56739.20
10841	665	55417.10	56064.20
10850	664	52453.70	54855.90
10860	663	59766.50	62235.20
10870	663	56595.80	58452.20
10871	663	59207.40	59680.40
10880	663	54065.80	56513.20
10890	663	51622.20	53975.50
10900	663	49086.70	51534.70
10910	662	59185.70	61565.70
10920	662	56769.40	59113.10
10930	662	54254.80	56689.20
10940	662	51815.40	54174.20

10950	662	49269.80	51730.00
10960	660	58918.90	61337.50
10970	660	56597.00	58853.50
10980	660	54098.30	56521.80
10990	660	51716.90	54021.40
11000	660	49200.00	51649.00
11010	659	61056.40	63476.20
11020	659	58702.60	60952.40
11030	659	56180.80	58629.10
11040	659	53860.60	56108.50
11050	659	51332.60	53788.30
11060	658	60466.70	62869.10
11070	658	58103.60	60392.60
11080	658	55643.40	58037.50
11090	658	53250.20	55575.30
11100	658	50796.70	53184.50
11110	657	60812.30	63183.90
11120	657	58466.10	60739.60
11130	657	55959.40	58368.90
11140	657	53589.70	55886.40
11150	657	51097.30	53515.70
11160	656	60368.90	62734.50
11170	656	58005.50	60291.80
11180	656	55559.50	57934.80
11190	656	53157.40	55487.60
11200	655	63393.10	65714.00
11210	655	60990.00	63328.00
11220	655	58541.00	60863.00
11230	655	56137.60	58474.70
11240	655	53706.40	56039.40
11250	634	58759.40	61136.60
11260	634	56378.30	58647.70
11270	634	53859.30	54753.10
11271	634	55158.70	55880.80
11272	656	51510.80	51952.10
11273	656	52633.10	53049.20
11280	634	51475.50	53505.30
11281	655	53211.30	53509.90
11290	634	48972.40	51367.00
11300	633	59124.00	61510.60
11310	633	56729.60	59018.40
11320	633	54200.20	56623.70
11330	633	51800.20	54112.80

11340	633	49263.30	51716.70
11350	632	60419.30	62687.00
11360	632	57916.10	60326.10
11370	632	53002.80	55395.60
11380	631	66316.40	66583.90
11381	632	55750.20	57810.30
11390	631	63849.90	66238.90
11400	630	59825.10	62213.30
11410	630	57438.40	59753.40
11420	630	54968.80	57369.10
11430	630	52584.90	54899.40
11440	630	51087.00	52522.00
11441	632	62813.60	63817.30
11450	629	59439.50	61796.40
11460	629	54623.30	57030.90
11470	629	57093.80	59369.20
11480	629	52281.20	54550.00
11490	629	49770.40	52215.30
11500	628	59973.30	62344.70
11510	628	57640.10	59904.00
11520	628	55178.30	57575.20
11530	628	52837.90	55102.30
11540	628	50372.70	52773.70
11550	627	61087.20	63357.30
11560	627	58694.40	61022.30
11570	627	56340.80	58623.50
11580	627	53906.90	56269.80
11590	627	51542.00	53821.20
11600	626	63056.90	65265.10
11610	626	60610.00	62969.80
11620	626	58287.90	60515.00
11630	626	55819.10	58212.80
11640	626	53518.50	55735.60
11650	625	57390.00	57765.20
11651	626	52885.90	53422.40
11652	627	63804.60	65220.10
11660	625	54921.30	57317.70
11670	625	52699.50	54840.60
11680	625	50251.50	52625.50
11690	624	59371.70	61564.90
11700	623	61595.40	62825.00
11701	623	63223.50	63913.90
11702	624	54412.50	54872.10

11710	623	60369.30	61514.40
11711	624	52987.90	54039.60
11720	623	56912.00	57159.80
11721	623	57570.80	58446.50
11722	624	57119.30	57586.40
11723	624	58427.40	59292.60
11730	623	54651.40	55309.20
11731	623	56092.70	56837.10
11732	624	55153.30	55970.90
11740	623	52582.70	53470.30
11741	624	50455.40	50848.30
11742	624	51709.20	52902.60
11750	622	60859.50	63109.60
11760	622	58511.80	60789.90
11770	622	56166.50	58437.50
11780	622	53778.50	56093.60
11790	622	49771.30	51519.40
11791	622	53149.30	53703.60
11800	621	60351.20	62677.70
11810	621	58071.50	60275.60
11820	621	55641.10	57998.30
11830	621	50728.20	52921.80
11840	620	52686.80	53849.00
11841	621	52998.50	53710.90
11842	622	51886.40	52330.90
11850	620	51295.40	52525.70
11851	621	54424.50	55498.20
11860	618	59813.40	61976.70
11870	618	57489.30	59728.20
11880	618	55233.20	57394.00
11890	618	52902.00	55141.70
11900	618	50635.90	52812.50
11910	617	60148.10	62386.20
11920	617	57908.10	60058.00
11930	617	55460.80	57742.20
11940	617	53197.60	55367.20
11950	617	50833.80	53107.40
11960	616	68801.70	71018.70
11970	616	66595.60	68720.90
11980	616	64271.80	66515.50
11990	615	70832.30	71281.80
11991	616	62468.30	64180.00
12000	615	68509.50	70752.50

12010	614	65351.40	65921.90
12011	614	67232.50	67484.10
12012	615	64355.70	65737.80
12020	614	63061.70	63871.60
12021	614	64253.90	64683.90
12022	614	65074.60	65268.80
12023	616	60505.40	60950.50
12024	616	61349.40	61790.60
12030	614	59505.80	60086.00
12031	614	61411.20	62985.00
12040	614	55483.50	56031.00
12041	614	57720.70	59423.30
12050	613	70956.60	73205.80
12060	613	68663.90	70881.70
12070	612	57357.10	59653.50
12080	612	55121.70	57269.20
12090	612	52677.60	55037.10
12100	612	51771.80	52579.60
12101	612	59728.10	61106.60
12110	610	59218.80	61385.30
12120	610	56881.20	59136.40
12130	610	54455.40	56714.30
12140	609	58601.50	60815.20
12150	609	56347.60	58515.50
12160	609	53957.80	56258.30
12170	609	52550.20	53868.80
12171	609	60918.00	61785.20
12180	607	60377.70	61188.00
12181	610	53682.00	54362.90
12182	610	61485.40	62104.30
12183	614	60630.10	60778.00
12190	607	57328.90	59606.40
12200	607	55129.30	57240.80
12210	607	52737.40	53586.50
12211	607	53854.00	55050.80
12212	614	56426.90	56720.20
12220	607	50516.40	52656.50
12230	606	72088.50	74340.00
12240	411	54104.20	55871.50
12241	606	74795.60	76652.90
12250	411	56017.90	57856.20
12260	411	58003.30	59765.60
12270	411	60066.30	61884.50

12280	411	62035.20	63779.80
12290	411	63940.40	65761.20
12300	412	43697.00	45473.50
12310	412	45641.60	47430.50
12320	412	47608.20	49387.10
12330	412	49566.60	51359.50
12340	412	51557.30	53313.30
12350	412	53489.40	55290.80
12360	413	43980.60	45751.30
12370	413	45905.80	47744.00
12380	413	47917.30	49658.10
12390	413	49839.30	51677.40
12400	413	51858.80	53588.70
12410	413	53743.80	55567.90
12420	414	45774.50	47643.60
12430	414	47761.10	49562.40
12440	414	49727.40	51620.90
12450	414	51749.00	53544.50
12460	414	53710.00	55547.50
12470	414	55783.00	57642.40
12480	415	52478.10	53401.00
12481	415	53642.00	54031.60
12482	641	56862.20	57156.40
12483	641	58566.80	58856.70
12490	415	54443.30	56381.30
12500	415	56590.40	58394.40
12510	415	58564.80	60465.40
12520	415	60616.00	62411.90
12530	415	62579.30	64459.50
12540	416	60400.60	62227.30
12550	416	62392.70	64335.40
12560	416	64490.20	66305.10
12570	416	66467.80	68376.70
12580	416	68537.00	70324.20
12590	416	70487.10	72380.90
12600	641	54159.40	56169.40
12610	641	57299.00	58126.00
12611	641	59260.90	60361.10
12620	641	60442.30	62402.90
12630	641	62477.80	64374.40
12640	641	64481.10	65311.40
12641	642	71910.40	73057.70
12650	641	65493.70	66330.60

12651	642	70525.60	71647.10
12660	642	73144.80	75098.60
12670	643	48391.20	50400.10
12680	643	50486.70	52449.80
12690	643	52539.80	54535.10
12700	648	64963.60	66901.80
12710	648	66982.10	68944.30
12720	648	69020.10	70962.80
12730	648	71170.90	72025.20
12731	649	49655.90	50621.60
12740	648	72484.00	73175.50
12741	649	48000.80	49132.20
12750	648	73261.40	75036.60
12760	649	50719.50	52528.80
12770	649	52610.40	54369.00
12780	649	54457.00	56242.50
12790	649	56329.70	58083.00
12800	649	58163.30	59938.00
12810	649	60021.90	61775.50
12820	650	48946.70	50655.20
12821	651	50831.60	50976.60
12830	650	51288.20	52650.50
12831	651	62219.60	62651.30
12840	651	51044.20	52868.60
12850	651	52981.50	54755.60
12860	651	54825.90	56631.90
12870	651	56777.70	58474.80
12880	651	58542.20	60247.40
12890	651	60315.90	62011.60
12900	652	50042.00	51702.00
12910	652	51770.90	53546.30
12920	652	53616.40	55272.20
12930	652	55346.70	57109.20
12940	652	57182.60	58837.00
12950	652	58915.90	60646.50
12960	653	44947.20	46635.40
12970	653	46704.80	48472.40
12980	653	48537.00	50183.00
12990	653	50255.70	52031.30
13000	653	52101.50	53752.30
13010	647	73747.20	75420.00
13020	647	71953.20	73670.50
13030	647	70182.10	71873.60

13040	646	55757.40	57462.30
13050	438	58883.30	59920.00
13051	438	60286.00	60463.90
13052	647	66504.30	66939.10
13060	438	57105.60	57961.00
13061	438	58340.00	58764.00
13062	646	47986.40	48390.70
13070	438	55384.10	56972.30
13080	438	53599.00	55273.20
13090	438	51882.40	53474.90
13100	438	50020.60	51698.90
13110	438	48118.30	49845.00
13120	437	76471.80	78209.90
13130	437	74611.10	76341.40
13140	437	72739.10	74487.80
13150	639	55724.40	56017.20
13151	437	70884.20	72610.10
13160	639	55328.20	55640.00
13161	436	57590.30	58113.00
13162	436	58855.00	59263.80
13163	646	48913.00	49783.90
13170	639	54675.20	55101.90
13171	436	55680.30	57459.30
13180	639	54137.00	54595.60
13181	436	53840.20	55527.50
13190	638	58025.70	58458.60
13191	436	52076.00	53156.00
13192	646	55060.70	55597.70
13193	646	57805.50	58075.00
13200	638	57256.50	57814.60
13201	436	50717.00	51653.70
13202	642	76603.60	77595.70
13210	638	56614.90	57183.50
13211	436	47805.40	48081.00
13212	436	48468.20	49133.00
13214	642	78226.60	78788.80
13215	646	58864.50	59273.80
13220	638	55981.80	56549.30
13221	435	58434.30	60032.00
13222	646	50572.70	50869.70
13230	638	55268.20	55836.40
13231	435	56476.40	58304.90
13240	638	54621.40	55191.70

13241	435	52516.60	54346.20
13250	638	53680.20	54387.50
13251	436	45797.70	46220.00
13252	436	46599.00	47669.70
13253	647	65565.70	66000.80
13260	638	52885.30	53593.60
13261	435	50504.70	52393.90
13270	638	52047.70	52758.50
13271	435	48544.90	50388.90
13280	638	51264.40	51973.90
13281	434	71902.10	73872.70
13290	638	49932.90	50513.50
13291	434	69773.80	71770.90
13292	638	50970.20	51129.00
13300	638	48884.70	49718.60
13301	435	46273.30	48309.10
13310	433	54595.10	55399.60
13311	434	74039.70	76038.50
13320	433	50994.10	54308.40
13330	433	47495.70	50875.10
13340	433	44254.50	47378.30
13350	431	57937.80	58629.80
13351	432	69915.10	72237.30
13360	431	54711.80	57818.40
13370	431	51587.20	54586.20
13380	431	48378.20	51461.70
13390	431	45202.60	48258.30
13400	430	72396.50	75534.00
13410	430	69277.20	72264.90
13420	429	55662.40	58834.90
13430	429	52383.60	55556.60
13440	429	49085.90	52240.80
13450	429	45694.10	48964.50
13460	428	61778.10	64972.00
13470	428	58489.60	61663.40
13480	428	55188.50	58370.30
13490	428	51789.60	55074.40
13500	427	56007.10	59171.80
13510	427	52480.90	55790.20
13520	426	57079.50	60253.90
13530	426	53563.30	56927.90
13540	426	50254.50	53401.00
13550	426	46644.40	50072.60

13560	425	74767.70	77931.50
13570	425	71261.20	74565.50
13580	424	56238.10	59430.90
13590	424	52624.70	56065.50
13600	424	49258.90	52452.80
13610	424	45620.90	49097.00
13620	422	48827.30	50886.20
13621	432	74668.10	75801.70
13630	422	46069.10	48482.30
13631	645	58291.70	59366.10
13640	421	73895.50	77103.50
13650	421	70346.70	73731.00
13660	421	66966.70	70190.40
13670	421	63450.40	66775.30
13680	420	72729.80	75914.10
13690	420	67289.70	70629.10
13700	419	54051.40	56669.00
13701	432	72828.00	73465.80
13710	419	50722.60	53626.20
13711	432	73984.90	74480.10
13720	419	47949.70	50553.80
13721	420	70837.80	71454.50
13730	419	44776.10	47681.60
13731	420	72045.00	72550.30
13740	418	71200.30	74432.70
13750	418	67808.00	71027.20
13760	417	55074.80	58339.40
13770	417	51679.80	54903.90
13780	417	48239.10	51522.70
13790	417	44788.70	48065.30
13800	225	55757.80	57384.20
13801	645	51586.00	53231.60
13810	639	50042.00	53390.80
13820	225	53422.10	55338.90
13821	643	55755.10	57236.70
13830	225	50867.20	51997.40
13831	638	45966.60	48264.10
13840	225	46292.50	47135.60
13841	645	56889.60	57751.10
13842	646	52841.30	54015.20
13843	647	68774.80	69205.00
13850	225	44638.80	45520.40
13851	636	49840.50	52400.90

13860	219	73213.10	76833.50
13870	219	69707.10	73108.50
13880	219	65986.20	69594.30
13890	219	62427.40	65879.60
13900	218	71669.50	75280.70
13910	218	68185.10	71563.50
13920	218	64492.70	68086.50
13930	218	61000.30	64397.10
13940	217	72510.10	75935.70
13950	217	69040.40	72419.80
13960	216	56378.60	59932.30
13970	216	52812.40	56267.30
13980	216	49157.70	52723.10
13990	216	45579.10	49056.60
14000	215	74160.10	77592.60
14010	215	70720.20	74034.80
14020	214	58454.00	62118.30
14030	214	54915.30	58346.80
14040	214	51153.90	54820.70
14050	214	47557.60	51039.10
14060	213	73426.10	76825.60
14070	213	69991.70	73316.90
14080	212	58407.90	61980.70
14090	212	54875.20	58301.40
14100	212	51227.00	54749.50
14110	212	47586.50	51141.50
14120	211	73819.70	77277.10
14130	211	70276.80	73715.80
14140	210	56821.20	60364.00
14150	210	53166.50	56719.50
14160	210	49573.30	53056.40
14170	210	45944.90	49464.00
14180	209	72251.90	75713.50
14190	209	68677.80	72139.00
14200	208	58031.80	61550.10
14210	208	54438.80	57932.90
14220	208	50799.70	54320.50
14230	208	47110.40	50687.70
14240	225	47595.90	48862.30
14241	645	54383.30	56568.40
14250	207	46687.90	47997.00
14251	645	46732.70	48982.80
14260	206	72717.20	76062.60

14270	206	69194.20	72620.70
14280	205	58507.40	62115.60
14290	205	54817.60	58398.20
14300	205	52017.90	54052.50
14301	645	49064.10	49934.20
14302	646	62017.10	62582.90
14310	205	48690.00	50930.50
14311	225	49001.70	50246.50
14320	204	57563.40	59337.00
14321	638	59929.90	60596.50
14322	638	61091.80	61544.30
14323	647	63808.00	64368.60
14330	204	55514.30	57454.70
14331	642	64762.80	66395.40
14340	204	50395.70	52664.00
14341	639	62401.50	63509.50
14350	204	46889.90	49789.40
14351	640	65918.10	66121.30
14352	645	50603.80	51120.10
14360	203	58683.40	60022.20
14361	203	60667.50	62066.20
14362	639	61318.50	62028.00
14370	203	55071.60	58598.30
14380	203	51526.40	54952.60
14390	203	47846.10	51418.80
14400	222	62685.40	66155.20
14410	222	66255.00	69872.80
14420	222	69972.80	73531.00
14430	222	73607.90	77052.60
14440	223	45680.30	49034.50
14450	223	49191.30	52512.30
14460	223	52654.50	55966.30
14470	223	56112.50	59404.70
14480	220	56045.50	57959.10
14481	644	62760.40	64312.10
14490	220	53698.20	55953.40
14491	640	53495.00	54835.30
14500	220	50683.10	52287.00
14501	644	60427.00	62286.60
14510	220	45170.40	48452.70
14511	643	58065.30	58303.40
14520	45	53792.50	57102.50
14530	45	50211.30	53705.70

14540	45	46807.90	50120.70
14550	43	49262.40	49788.90
14551	45	57706.80	60650.40
14560	43	45742.20	49143.60
14570	41	60269.30	63730.70
14580	41	56843.60	60154.50
14590	41	53329.20	54927.50
14592	636	64319.60	65442.00
14593	640	66980.80	67738.70
14600	41	49827.20	53220.90
14610	39	71560.10	74883.80
14620	39	68188.90	71459.60
14630	20	54423.30	57688.00
14640	20	50985.80	54336.90
14650	20	47574.00	50882.70
14660	20	46754.30	47483.60
14661	20	57755.80	60352.40
14670	18	58234.00	61354.60
14671	37	60895.20	61130.70
14680	18	54811.00	58135.80
14690	18	51406.20	54700.30
14700	18	47999.10	51297.30
14710	14	59246.80	62556.10
14720	14	55820.50	59143.70
14730	14	52420.80	55712.80
14740	14	48990.80	52327.30
14750	14	58186.80	61469.50
14760	14	54787.60	58093.10
14770	14	51377.00	54693.50
14780	14	47039.30	47246.20
14781	14	47504.40	50435.70
14782	18	61820.10	62099.90
14790	35	52086.60	53091.90
14791	35	53334.40	54249.10
14792	640	64392.10	65557.80
14793	644	56518.40	56811.30
14800	35	49121.90	49925.90
14801	35	50312.10	51991.30
14802	644	49646.80	50138.60
14803	644	52176.20	52468.00
14804	645	61718.70	61872.50
14810	33	54953.20	58315.20
14820	33	51614.30	54858.80

14830	33	48194.50	51516.00
14842	33	45773.90	47220.00
14843	33	47580.40	48070.50
14844	639	63893.70	64918.90
14845	644	55332.40	55752.40
14850	30	54028.20	57157.70
14860	30	50800.40	53958.00
14870	24	54764.40	57903.30
14880	24	51522.00	54667.80
14890	22	59845.50	60555.00
14891	22	60908.90	62972.80
14892	636	63315.80	63741.10
14900	22	56686.00	58195.70
14901	22	58428.80	59050.80
14902	22	59403.80	59740.90
14903	644	54479.90	54780.60
14904	644	57549.40	57976.00
14910	22	53468.90	56614.20
14920	22	50244.40	52181.00
14921	22	52540.30	53178.70
14922	37	54028.80	54436.20
14923	643	58982.40	59233.20
14930	224	65511.00	67969.00
14931	644	59116.70	60043.60
14940	224	68134.10	70616.60
14941	643	59334.00	60238.80
14942	652	47213.10	48383.80
14950	37	56388.20	59837.90
14960	28	62177.00	63607.20
14961	28	63847.10	64747.90
14962	37	55664.80	56290.40
14963	644	53456.20	53758.60
14964	652	46077.10	47152.30
14970	12	63362.70	66505.80
14971	14	50616.00	50861.50
14980	12	62185.90	63244.80
14981	14	50946.00	51185.40
14982	37	51101.50	53131.00
14990	12	51335.10	51661.10
14991	12	51768.10	52423.90
14992	12	52803.90	53219.80
14993	12	53332.90	53876.50
14994	12	54239.60	54600.80

14995	37	53545.30	53692.80
14996	37	54657.10	55065.20
14997	37	60191.00	60354.60
14998	644	50872.60	51312.50
15000	12	54751.30	55534.30
15002	643	61049.00	62000.10
19010	636	53992.90	55117.60
19020	636	55546.50	56652.10
19030	636	56860.90	58094.60
19040	636	58362.80	59601.50
19050	636	59822.60	61099.50
19060	636	61567.70	62822.60
19070	639	56466.40	57744.40
19080	639	57962.60	59188.50
19090	639	59399.50	60561.30
19100	12	60859.40	61987.90
19110	12	59546.90	60669.10
19120	12	58228.60	59353.90
19130	12	56835.20	57981.30
19131	608	50419.10	50934.00
19140	640	59786.10	61005.60
19141	640	61317.00	61490.60
19142	608	51537.10	52475.60
19150	640	58232.50	59589.30
19151	608	52657.80	54366.00
19152	640	57709.10	58065.50
19160	608	54530.60	56160.20
19161	640	55864.60	57294.50
19162	642	67406.80	67854.60
19170	608	56337.30	58050.10
19171	640	62043.80	63898.50
19181	423	61817.70	62848.50

19182	608	58231.70	59860.20
19183	642	68701.10	69599.50
19190	423	59133.40	60843.50
19191	608	60047.90	61724.90
19200	423	57156.80	58883.80
19201	608	61927.60	63542.00
19210	423	55207.30	56912.70
19211	609	50525.60	52237.20
19220	423	53211.70	54954.00
19221	609	62265.60	63878.20
19230	423	51199.70	52947.30
19231	610	62862.90	64497.20
19240	423	49195.60	50937.50
19241	610	51440.30	53182.50
19250	423	46861.40	48585.50
19251	612	49642.70	51343.20
19260	612	61605.70	62902.00
19261	641	52744.50	53404.50
19270	614	52533.00	53559.30
19271	615	67290.00	67704.90
19272	641	66913.40	67579.40
19280	613	66669.40	67990.10
19281	642	75674.20	76337.60
19290	613	74914.20	75927.20
19291	615	66472.70	66676.10
19300	613	73576.90	74722.60