

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA**

**COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

**PROJETO AEROGEOFÍSICO PROVÍNCIA MINERAL
PARIMA-URARICOERA**

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

VOLUME I

TEXTO TÉCNICO

**2001
LASA ENGENHARIA E PROSPECÇÕES S/A.**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

José Jorge de Vasconcelos Lima
Ministro de Estado

Luiz Gonzaga Leite Perazzo
Secretário Executivo

Luciano de Freitas Borges
Secretário de Minas e Metalurgia

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM Serviço Geológico do Brasil

Umberto Raimundo Costa
Diretor-Presidente

Paulo Antônio Carneiro Dias
Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento - DRI

Luiz Augusto Bizzi
Diretor de Geologia e Recursos Minerais - DGM

Thales de Queiroz Sampaio
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial - DHT

Alfredo de Almeida Pinheiro Filho
Diretor de Administração e Finanças - DAF

Carlos Schobbenhaus Filho
Departamento de Geologia - DEGEO

Luís Marcelo Fontoura Mourão
Divisão de Geofísica - DIGEOF

Superintendências Regionais

José Armindo Pinto
Superintendente de Belém

Oswaldo Castanheira
Superintendente de Belo Horizonte

Mário de Carvalho
Superintendente de Goiânia

Fernando Pereira de Carvalho
Superintendente de Manaus

Cladis Antônio Pressoto
Superintendente de Porto Alegre

Marcelo Soares Bezerra
Superintendente de Recife

José Carlos Vieira G. da Silva
Superintendente de Salvador

José Carlos Garcia Ferreira
Superintendente de São Paulo

APRESENTAÇÃO

Com base no Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (PLGB) e do seu Subprograma Levantamentos Aerogeofísicos, a CPRM – Serviço Geológico do Brasil, elaborou, em janeiro de 2000, a proposta intitulada *Levantamentos Aerogeofísicos na Amazônia*. Esta proposta indica 28 áreas de projetos a serem levantadas por aeromagnetometria e aerogamaespectrometria em terrenos pré-cambrianos, totalizando uma área de cerca de 1,6 milhão de km² (em torno de 75% da área total de terrenos pré-cambrianos na Amazônia) e uma extensão de cerca de 3,3 milhões km de perfis.

O critério adotado para a definição dessas áreas de projetos baseou-se em três tipos característicos de Blocos (1, 2 e 3) e estes, por sua vez, são classificados, respectivamente, nas *regiões*, nas *províncias* e nos *distritos*, como a seguir:

- **Blocos do Tipo 1:** Áreas com baixo nível de conhecimento geológico, sem qualquer ou insatisfatório recobrimento aerogeofísico, apesar de exibirem potencialidade mineral reconhecida a partir de trabalhos localizados. Estas áreas, denominadas *regiões*, serão aerolevantadas com o espaçamento entre as linhas de vôo de 0,5 km;
- **Blocos do Tipo 2:** Áreas já reconhecidas como Províncias Minerais devido ao expressivo número de ocorrências minerais já detectadas nas mesmas. Essas áreas, denominadas *províncias*, serão aerolevantadas com espaçamento entre as linhas de vôo de 0,5 km;
- **Blocos do Tipo 3:** Áreas já caracterizadas como Distritos Minerais, comportando levantamento de semi-detalhe para melhorar o controle das ambiências a partir das assinaturas geofísicas e de suas correlações com as áreas mineralizadas, visando à determinação de novos alvos. Essas áreas, denominadas *distritos*, serão aerolevantadas com o espaçamento entre as linhas de vôo de 0,5 km.

A partir dessa mencionada proposta, a CPRM – Serviço Geológico do Brasil, em 17 de fevereiro de 2000, firmou com a GEOMAG S.A. Prospecções Aerogeofísicas o Contrato nº 002/PR/00 para executar os serviços de aquisição e processamento de dados aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos dos Projetos Aerogeofísicos Província Mineral Parima-Uraricoera (RR), Distrito Mineral Traíras (AM) e Distrito Mineral Tunuí-Caparro (AM).

O levantamento do Projeto Aerogeofísico Província Mineral Parima-Uraricoera foi executado em dois períodos: de 10 de março a 15 de julho de 2000 e de 27 de janeiro a 17 de abril de 2001.

Foi utilizada como base de operações a cidade de Boa Vista, capital do estado de Roraima, sendo usada três aeronaves: uma aeronave Cessna Titan 404 prefixo PT-WQT, uma aeronave Britten-Norman Islander BN2A prefixo PT-WOU e uma aeronave GulfStream Aerocommander 500 de prefixo PT-LMK equipadas cada uma com magnetômetro de bombeamento ótico, gamaespectrômetro e sistema de navegação GPS.

Para o recobrimento do projeto foram dispendidas cerca de 955,92 horas de vôo, que resultaram no levantamento efetivo de 132.688,39 km de perfis aprovados pela Fiscalização da CPRM em uma área de cerca de 68.270 km². O processamento dos dados foi realizado entre os meses de abril a agosto de 2001.

Os produtos finais do Projeto Aerogeofísico Província Mineral Parima-Uraricoera estão sendo apresentados sob a forma de Relatório Final (28 exemplares), que consiste em texto técnico (Volume I) e Anexos (Volumes II a XXVIII), os quais incluem os seguintes temas apresentados sob a forma de 30 mapas coloridos na escala 1:100.000 e 8 mapas coloridos na escala 1:250.000, segundo o corte cartográfico ao milionésimo:

- Mapas de Contorno Magnético reduzido do IGRF (Campo Total, Primeira Derivada Vertical e Sinal Analítico) e de Contorno Radiométrico em concentração de elementos (Contagem Total, Potássio, Urânio, Tório e Razões eU/eTh, eU/K e eTh/K).

Também estão sendo incluídos os seguintes temas sob a forma de 11 mapas coloridos integrados (Folha Única) na escala 1:500.000, para toda a área do projeto: Magnético reduzido do IGRF em pseudo-iluminação (Primeira Derivada Vertical e Sinal Analítico), Magnético reduzido do IGRF em contorno e Radiométrico em concentração de elementos (Contagem Total, Potássio, Urânio, Tório, Razões eU/eTh, eU/K, eTh/K e Distribuição Ternária de Potássio, Urânio e Tório).

Complementando os produtos finais, estão sendo também entregues duas (02) coleções de 30 Mapas Digitais de Traço de Linhas de Vôo (escala 1:100.000) e do Mapa Digital do Modelo Digital do Terreno (escala 1:500.000), bem como os arquivos digitais contendo dados brutos corrigidos de erros grosseiros e dados finais corrigidos de todos os perfis (formato da CPRM), bem como arquivos XYZ e em malhas de tamanho 125 x 125 m, ambos no formato da GEOSOFT, como também arquivos digitais de todos os mapas do projeto nas citadas escalas, todos gravados em CD-ROM.

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

Projeto Aerogeofísico Província Mineral Parima-Uraricoera

ÍNDICE DOS VOLUMES

VOLUME I - TEXTO TÉCNICO

VOLUME II - ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF), NA ESCALA 1:100.000 (Folhas 1 a 15)

VOLUME III - ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF), NA ESCALA 1:100.000 (Folhas 16 a 30)

VOLUME IV - ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO DA 1ª DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF), NA ESCALA 1:100.000 (Folhas 1 a 15)

VOLUME V - ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO DA 1ª DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF), NA ESCALA 1:100.000 (Folhas 16 a 30)

VOLUME VI - ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF), NA ESCALA 1:100.000 (Folhas 1 a 15)

VOLUME VII - ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF), NA ESCALA 1:100.000 (Folhas 16 a 30)

VOLUME VIII- ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL, NA ESCALA 1:100.000 (Folhas 1 a 15)

VOLUME IX - ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL, NA ESCALA 1:100.000 (Folhas 16 a 30)

VOLUME X - ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DO CANAL DE POTÁSSIO, NA ESCALA 1:100.000 (Folhas 1 a 15)

VOLUME XI - ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DO CANAL DE POTÁSSIO, NA ESCALA 1:100.000 (Folhas 16 a 30)

VOLUME XII - ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DO CANAL DE URÂNIO, NA ESCALA 1:100.000 (Folhas 1 a 15)

VOLUME XIII- ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DO CANAL DE URÂNIO, NA ESCALA 1:100.000 (Folhas 16 a 30)

VOLUME XIV- ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DO CANAL DE TÓRIO, NA ESCALA 1:100.000 (Folhas 1 a 15)

VOLUME XV- ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DO CANAL DE TÓRIO, NA ESCALA 1:100.000 (Folhas 16 a 30)

VOLUME XVI- ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO, NA ESCALA 1:100.000 (Folhas 1 a 15)

VOLUME XVII- ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO, NA ESCALA 1:100.000 (Folhas 16 a 30)

VOLUME XVIII- ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO, NA ESCALA 1:100.000 (Folhas 1 a 15)

VOLUME XIX- ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO, NA ESCALA 1:100.000 (Folhas 16 a 30)

VOLUME XX- ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO, NA ESCALA 1:100.000 (Folhas 1 a 15)

VOLUME XXI- ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO, NA ESCALA 1:100.000 (Folhas 16 a 30)

VOLUME XXII- ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF), NA ESCALA 1:250.000 (Folhas I a VIII)
- MAPA DE CONTORNO DA 1ª DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF), NA ESCALA 1:250.000 (Folhas I a VIII)

VOLUME XXIII- ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF), NA ESCALA 1:250.000 (Folhas I a VIII)
- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL, NA ESCALA 1:250.000 (Folhas I a VIII)

VOLUME XXIV- ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DO CANAL DE POTÁSSIO, NA ESCALA 1:250.000 (Folhas I a VIII)
- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DO CANAL DE URÂNIO, NA ESCALA 1:250.000 (Folhas I a VIII)

VOLUME XXV- ANEXOS

- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DO CANAL DE TÓRIO, NA ESCALA 1:250.000 (Folhas I a VIII)
- MAPA DE CONTORNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO, NA ESCALA 1:250.000 (Folhas I a VIII)

VOLUME XXVI- ANEXOS

- MAPA DE CONTOURNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO, NA ESCALA 1:250.000 (Folhas I a VIII)
- MAPA DE CONTOURNO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO, NA ESCALA 1:250.000 (Folhas I a VIII)

VOLUME XXVII- ANEXOS

- MAPA RADIOMÉTRICO DA DISTRIBUIÇÃO TERNÁRIA DE POTÁSSIO, URÂNIO E TÓRIO, NA ESCALA 1:250.000 (Folhas I a VIII)

VOLUME XXVIII- ANEXOS

- MAPA INTEGRADO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF), NA ESCALA 1:500.000 (Folha Única)
- MAPA INTEGRADO DE PSEUDO-ILUMINAÇÃO DA 1ª DERIVADA VERTICAL DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF), NA ESCALA 1:500.000 (Folha Única)
- MAPA INTEGRADO DE PSEUDO-ILUMINAÇÃO DO SINAL ANALÍTICO DO CAMPO MAGNÉTICO TOTAL (REDUZIDO DO IGRF), NA ESCALA 1:500.000 (Folha Única)
- MAPA INTEGRADO RADIOMÉTRICO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO DO CANAL DE CONTAGEM TOTAL, NA ESCALA 1:500.000 (Folha Única)
- MAPA INTEGRADO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DO CANAL DE POTÁSSIO, NA ESCALA 1:500.000 (Folha Única)
- MAPA INTEGRADO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DO CANAL DE URÂNIO, NA ESCALA 1:500.000 (Folha Única)
- MAPA INTEGRADO RADIOMÉTRICO DA CONCENTRAÇÃO DO CANAL DE TÓRIO, NA ESCALA 1:500.000 (Folha Única)
- MAPA INTEGRADO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/TÓRIO, NA ESCALA 1:500.000 (Folha Única)
- MAPA INTEGRADO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO URÂNIO/POTÁSSIO, NA ESCALA 1:500.000 (Folha Única)
- MAPA INTEGRADO RADIOMÉTRICO DA RAZÃO TÓRIO/POTÁSSIO, NA ESCALA 1:500.000 (Folha Única)
- MAPA INTEGRADO RADIOMÉTRICO DA DISTRIBUIÇÃO TERNÁRIA DE POTÁSSIO, URÂNIO E TÓRIO, NA ESCALA 1:500.000 (Folha Única)

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

Projeto Aerogeofísico Província Mineral Parima-Uraricoera

VOLUME I - TEXTO TÉCNICO

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. AQUISIÇÃO DE DADOS	6
2.1 - Características do Levantamento	6
2.2 - Equipamentos Utilizados	6
2.2.1 - Aeronaves	8
2.2.2 - Aeromagnetômetros	8
2.2.3 - Aerogamaespectrômetros	9
2.2.4 - Registrador Analógico	10
2.2.5 - Sistema de Aquisição de Dados	12
2.2.6 - Sistema de Vídeo	14
2.2.7 - Altímetros	14
2.2.8 - Sistema de Navegação	14
2.2.9 - Magnetômetro Terrestre	15
2.3 - Planejamento e Mobilização	17
2.3.1 - Elaboração do Projeto de Vôo	17
2.3.2 - Estatística das Operações	17
2.3.3 - Mapa do Projeto de Vôo	20
2.3.4 - Testes dos Equipamentos	20
2.3.5 - Calibração dos Detectores <i>Downward Looking</i>	32
2.3.6 - Calibração dos Detectores <i>Upward Looking</i>	35
2.4 - Compilação de Dados	35
2.5 - Equipe Técnica na Base de Operações	36
3. PROCESSAMENTO DE DADOS	38
3.1- Fluxo de Processamento	38
3.1.1 - Preparação do Banco de Dados do Levantamento	38

5.5 - Mapa de Traço dos Perfis de Vôo Superposto à Planimetria -----	57
5.6 - Relatório Final-----	57
5.7 - Arquivos Digitais Finais do Levantamento -----	58
5.8 - Produtos Originais -----	58
6. PARTICIPAÇÃO DA CPRM -----	62
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	63

ÍNDICE DOS ANEXOS

- ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS GAMAESPECTRÔMETROS**
- Anexo I-a** > RESULTADO DO TESTE SOBRE OS TANQUES DE CALIBRAÇÃO PORTÁTEIS PARA DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DE ESPALHAMENTO COMPTON.
 - Anexo I-a.1** > AERONAVE PT-WQT
 - Anexo I-a.2** > AERONAVE PT-WOU
 - Anexo I-a.3** > AERONAVE PT-LMK
 - Anexo I-b** > DETERMINAÇÃO DOS *BACKGROUNDS* DA AERONAVE E CÓSMICO.
 - Anexo I-b.1** > AERONAVE PT-WQT
 - Anexo I-b.2** > AERONAVE PT-WOU
 - Anexo I-b.3** > AERONAVE PT-LMK
 - Anexo I-c** > DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES DE CALIBRAÇÃO DO RADÔNIO
 - Anexo I-c.1** > AERONAVE PT-WQT
 - Anexo I-c.2** > AERONAVE PT-WOU
 - Anexo I-c.3** > AERONAVE PT-LMK
 - Anexo I-d** > CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES
 - Anexo I-d.1** > AERONAVE PT-WQT
 - Anexo I-d.2** > AERONAVE PT-WOU
 - Anexo I-d.3** > AERONAVE PT-LMK
 - Anexo I-e** > ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA – RESULTADOS DOS TESTES
 - Anexo I-e.1** > AERONAVE PT-WQT
 - Anexo I-e.2** > AERONAVE PT-WOU
 - Anexo I-e.3** > AERONAVE PT-LMK
- ANEXO II - QUADROS SINÓPTICOS DAS OPERAÇÕES DE CAMPO**
- ANEXO III - CONTEÚDO DOS CD-ROM'S**
- ANEXO IV - FORMATO DE GRAVAÇÃO DOS DADOS DO PROJETO**
- ANEXO V - 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 a Área de Atuação de Cada Aeronave -----	2
Figura 3	Aeronave GulfStream AeroCommander 500 – PT-LMK -----	4
Figura 4	Aeronave Cessna 404 – Titan – PT-WQT -----	4
Figura 5	Aeronave Britten Norman Islander BN2A PT-WOU-----	4
Figura 6	Exemplo de Registro Analógico de Bordo -----	12
Figura 7	Exemplo de Registro de Magnetômetro de Base-----	16
Figura 8	Gráfico da Estatística das Operações PT-WQT -----	18
Figura 9	Gráfico da Estatística das Operações PT-WOU -----	19
Figura 10	Gráfico da Estatística das Operações PT-LMK -----	19
Figura 11	Áreas com Altura de Vôo Acima de 200 m-----	47
Figura 12	Fluxograma do Processamento de Dados-----	51
Figura 13	Cronograma Geral das Operações-----	53
Figura 14	Articulação das Folhas na Escala 1:100.000-----	55
Figura 15	Articulação das Folhas na Escala 1:250.000-----	56
Figura 16	Mapa Pseudo-Iluminado do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF) -----	59
Figura 17	Mapa do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF)-----	59
Figura 18	Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do Canal de Contagem Total -----	60
Figura 19	Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th)-----	60
Figura 20	Mapa Radiométrico da Razão Tório/Potássio -----	61
Figura 21	Mapa do Modelo Digital do Terreno -----	61

ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 1	Datas das Fases do Levantamento-----	2
Tabela 2	Coordenadas do Projeto -----	3
Tabela 3	Equipamentos Utilizados -----	7
Tabela 4	Faixas Energéticas do Gamaespectrômetro e os Canais Correspondentes (PT-WQT)-----	9
Tabela 5	Faixas Energéticas do Gamaespectrômetro e os Canais Correspondentes (PT-LMK e PT-WOU)-----	10
Tabela 6	Coordenadas das Bases GPS-----	15
Tabela 7	Quilometragem Produzida e Área Levantada por Aeronave -----	17
Tabela 8	Estatística das Operações -----	18
Tabela 9	Divisão das Linhas por Aeronave -----	20
Tabela 10	Teste de Manobras 1. ^a Fase (Aeronave Prefixo PT-WQT) -----	21
Tabela 11	Teste de Manobras 2. ^a Fase (Aeronave Prefixo PT-WQT) -----	22
Tabela 12	Teste de Manobras 1. ^a Fase (Aeronave Prefixo PT-WOU) -----	22
Tabela 13	Teste de Manobras 1. ^a Fase (Aeronave Prefixo PT-LMK) -----	22
Tabela 14	Teste de Manobras 2. ^a Fase (Aeronave Prefixo PT-LMK) -----	22
Tabela 15	Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo (PT-WQT)-----	24
Tabela 16	Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo (PT-WOU) -----	25
Tabela 17	Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo (PT-LMK) -----	27
Tabela 18	Testes Diários de Repetibilidades Radioativas (PT-WQT) -----	29
Tabela 19	Testes Diários de Repetibilidades Radioativas (PT-WOU) -----	30
Tabela 20	Testes Diários de Repetibilidades Radioativas (PT-LMK) -----	32
Tabela 21	Concentração dos Tanques de Calibração Portáteis -----	32
Tabela 22	Coefficientes de Espalhamento <i>Compton</i> -----	33
Tabela 23	Resultados Obtidos no Vôo Cósmico PT-WQT -----	34
Tabela 24	Resultados Obtidos no Vôo Cósmico PT-WOU -----	34
Tabela 25	Resultados Obtidos no Vôo Cósmico PT-LMK -----	34
Tabela 26	Valores Médios Obtidos pelo Magnetômetro Monitor -----	38
Tabela 27	Constantes de Calibração do Radônio – PT-WQT-----	44
Tabela 28	Constantes de Calibração do Radônio – PT-WOU -----	44
Tabela 29	Constantes de Calibração do Radônio – PT-LMK-----	44
Tabela 30	Coefficientes de Atenuação Atmosférica – PT-WQT-----	46
Tabela 31	Coefficientes de Atenuação Atmosférica – PT-WOU -----	46
Tabela 32	Coefficientes de Atenuação Atmosférica – PT-LMK -----	46

Tabela 33	Constantes de Sensibilidade – PT-WQT-----	48
Tabela 34	Constantes de Sensibilidade – PT-WOU -----	48
Tabela 35	Constantes de Sensibilidade – PT-LMK-----	48
Tabela 36	Constantes de Ajuste Radiométrico entre as Aeronaves -----	49
Tabela 37	Valores Mínimos para Cálculo das Razões Radiométricas-----	49
Tabela 38	Características da Apresentação dos Mapas Aerogeofísicos -----	54
Tabela 39	Características dos Intervalos de Contorno dos Mapas Aerogeofísicos -----	55

1. INTRODUÇÃO

A área do levantamento está contida no extremo-noroeste do Estado de Roraima, localizada na região norte brasileira, fronteira com a Venezuela (Figura 1).

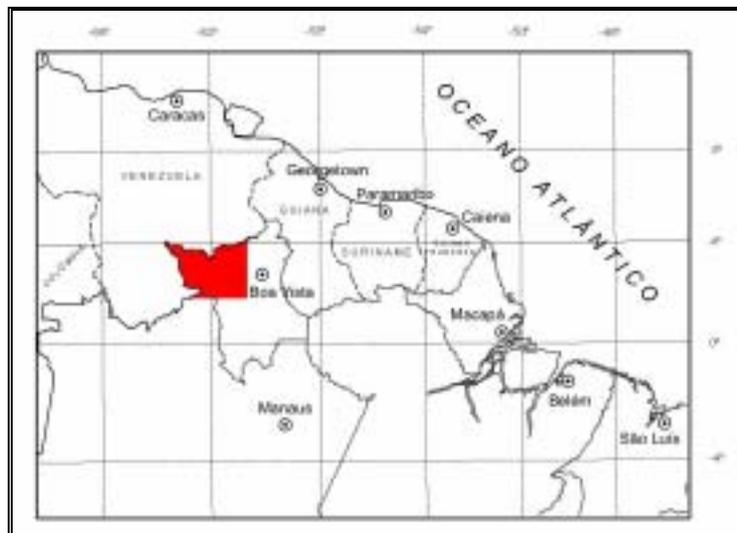


Figura 1 - Localização da Área do Projeto Aerogeofísico

O levantamento aerogeofísico constou do recobrimento de 132.688,39 km de perfis aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos de alta resolução, com linhas de vôo e controle espaçadas de 0,5 km e 10,0 km, respectivamente, orientadas nas direções NS e EW. A Figura 2 e a Tabela 2 apresentam as coordenadas geográficas que definem o polígono que envolve a área pesquisada. A altura de vôo foi fixada em 100 m sobre o terreno.

Três equipes participaram do levantamento, utilizando as seguintes aeronaves: Cessna 404 Titan, prefixo PT-WQT; Islander BN2-A, prefixo PT-WOU e GulfStream AeroCommander 500, prefixo PT-LMK. Cada aeronave foi responsável por determinada área de prospecção, como mostra a Figura 2.

Os trabalhos envolvendo as aeronaves PT-WQT e PT-LMK desenvolveram-se em duas fases e os trabalhos envolvendo a aeronave PT-WOU em uma fase. A Tabela 1 abaixo apresenta as datas em que as três aeronaves estiveram envolvidas no projeto.

Aeronave	Início da 1ª Fase	Término da 1ª Fase	Início da 2ª Fase	Término da 2ª Fase
PT-WQT	10-03-2000	17-06-2000	27-01-2001	17-04-2001
PT-LMK	12-03-2000	15-07-2000	24-02-2001	04-03-2001
PT-WOU	24-03-2000	30-05-2000	-	-

Tabela 1 – Datas das Fases do Levantamento

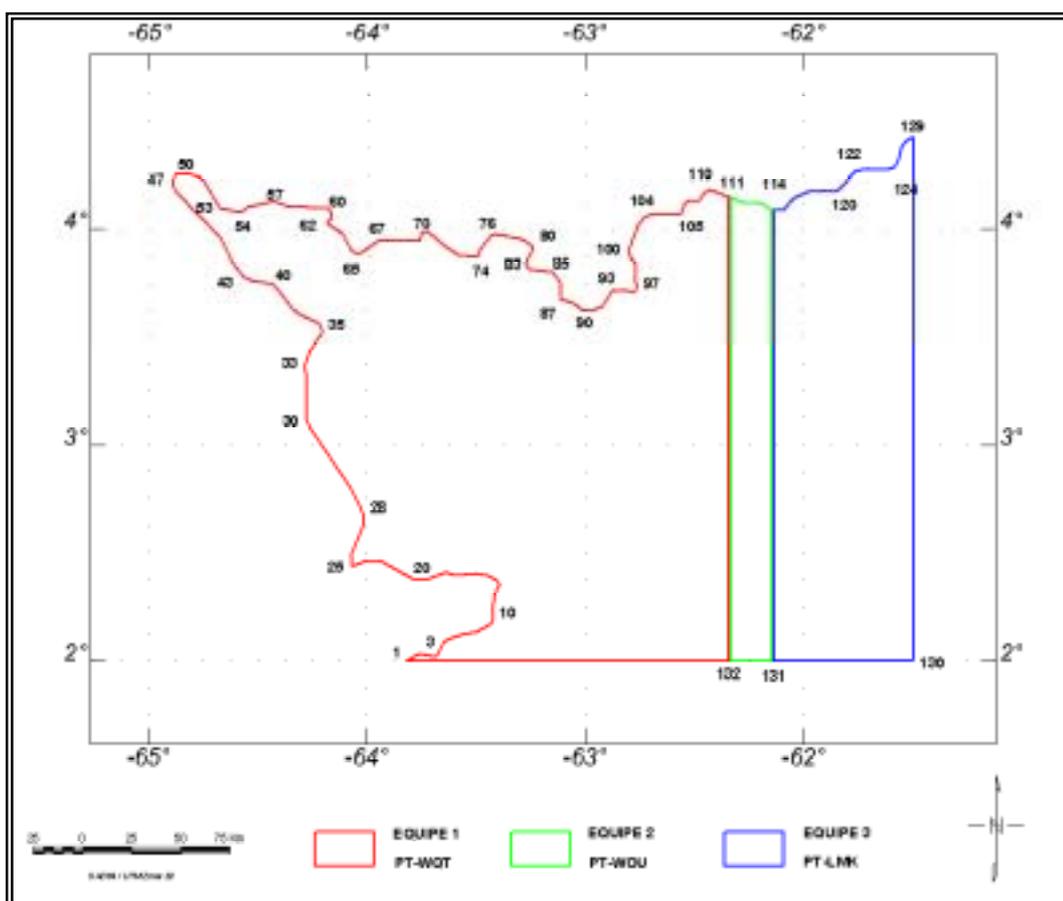


Figura 2 – Vértices do Projeto e a Área de Atuação de Cada Aeronave

VÉRTICE	LONGITUDE W Gr.	LATITUDE NORTE	VÉRTICE	LONGITUDE W Gr.	LATITUDE NORTE	VÉRTICE	LONGITUDE W Gr.	LATITUDE NORTE
1	63°49'23"	2°00'00"	45	64°40'33"	3°57'47"	89	63°00'30"	3°37'32"
2	63°45'22"	2°01'51"	46	64°52'19"	4°10'15"	90	63°00'00"	3°37'32"
3	63°41'15"	2°01'11"	47	64°53'21"	4°11'58"	91	62°57'28"	3°37'39"
4	63°40'35"	2°01'37"	48	64°53'25"	4°13'35"	92	62°55'20"	3°38'41"
5	63°38'57"	2°05'12"	49	64°52'41"	4°15'15"	93	62°52'22"	3°43'18"
6	63°37'45"	2°06'04"	50	64°49'41"	4°15'31"	94	62°51'32"	3°42'55"
7	63°33'18"	2°07'35"	51	64°46'30"	4°14'42"	95	62°49'14"	3°43'17"
8	63°29'47"	2°08'15"	52	64°45'05"	4°13'41"	96	62°46'12"	3°42'44"
9	63°25'46"	2°10'26"	53	64°40'22"	4°05'54"	97	62°45'34"	3°43'50"
10	63°25'07"	2°11'33"	54	64°34'43"	4°04'48"	98	62°46'13"	3°46'40"
11	63°25'29"	2°14'07"	55	64°32'51"	4°06'06"	99	62°46'07"	3°50'37"
12	63°24'51"	2°18'45"	56	64°26'46"	4°07'43"	100	62°47'24"	3°52'04"
13	63°23'34"	2°21'06"	57	64°24'59"	4°07'39"	101	62°48'10"	3°53'56"
14	63°24'43"	2°22'25"	58	64°21'48"	4°06'35"	102	62°45'19"	4°01'16"
15	63°26'48"	2°23'42"	59	64°10'50"	4°05'58"	103	62°43'30"	4°03'39"
16	63°30'06"	2°24'15"	60	64°09'33"	4°04'40"	104	62°41'45"	4°04'16"
17	63°35'32"	2°23'39"	61	64°09'45"	4°03'18"	105	62°33'26"	4°04'36"
18	63°38'18"	2°24'21"	62	64°11'04"	4°01'53"	106	62°32'43"	4°07'05"
19	63°42'52"	2°22'42"	63	64°06'50"	3°58'49"	107	62°31'47"	4°07'56"
20	63°44'46"	2°22'21"	64	64°04'27"	3°54'27"	108	62°28'40"	4°08'20"
21	63°47'22"	2°22'40"	65	64°03'02"	3°53'09"	109	62°26'58"	4°10'27"
22	63°56'10"	2°27'45"	66	64°01'33"	3°53'29"	110	62°25'38"	4°11'11"
23	63°58'12"	2°27'25"	67	63°57'19"	3°56'47"	111	62°20'23"	4°09'08"
24	64°00'24"	2°27'44"	68	63°54'19"	3°57'02"	112	62°16'44"	4°07'44"
25	64°04'09"	2°26'06"	69	63°45'25"	3°56'44"	113	62°11'49"	4°07'32"
26	64°04'25"	2°29'21"	70	63°44'50"	3°59'04"	114	62°08'00"	4°05'29"
27	64°01'10"	2°37'19"	71	63°43'29"	3°59'40"	115	62°08'00"	4°05'29"
28	64°00'53"	2°40'27"	72	63°38'56"	3°55'23"	116	62°05'42"	4°05'20"
29	64°04'19"	2°47'47"	73	63°35'00"	3°52'50"	117	62°02'18"	4°09'00"
30	64°15'39"	3°05'05"	74	63°29'31"	3°52'23"	118	61°58'40"	4°10'39"
31	64°16'41"	3°06'48"	75	63°28'39"	3°54'35"	119	61°53'54"	4°10'59"
32	64°16'38"	3°19'07"	76	63°25'48"	3°58'30"	120	61°51'01"	4°10'41"
33	64°17'18"	3°21'56"	77	63°24'51"	3°58'41"	121	61°49'49"	4°11'25"
34	64°15'50"	3°26'12"	78	63°18'15"	3°57'28"	122	61°45'38"	4°16'05"
35	64°12'21"	3°31'13"	79	63°15'53"	3°56'28"	123	61°42'14"	4°16'38"
36	64°12'24"	3°32'26"	80	63°14'36"	3°55'10"	124	61°36'54"	4°16'34"
37	64°13'18"	3°34'01"	81	63°14'39"	3°53'24"	125	61°34'53"	4°17'12"
38	64°17'45"	3°36'00"	82	63°16'04"	3°51'02"	126	61°33'59"	4°18'44"
39	64°20'17"	3°37'48"	83	63°16'10"	3°50'13"	127	61°32'40"	4°23'18"
40	64°25'13"	3°44'30"	84	63°15'26"	3°49'01"	128	61°31'37"	4°24'34"
41	64°26'12"	3°45'00"	85	63°08'50"	3°48'12"	129	61°29'39"	4°25'44"
42	64°31'41"	3°45'43"	86	63°06'49"	3°45'42"	130	61°30'00"	2°00'00"
43	64°34'04"	3°46'50"	87	63°06'30"	3°40'32"	131	62°08'00"	1°59'59"
44	64°36'58"	3°50'54"	88	63°03'11"	3°39'26"	132	62°20'25"	2°00'00"

Tabela 2 – Coordenadas Geográficas do Projeto

As aeronaves GulfStream AeroCommander 500, prefixo PT-LMK (Figura 3), de propriedade da Megafísica Survey Aerolevantamentos S/A., subcontratada pela Lasa Engenharia e Prospecções S/A para a aquisição de dados, Cessna Titan 404, prefixo PT-WQT (Figura 4) e Britten-Norman Islander BN2-A, prefixo PT-WOU (Figura 5), foram utilizadas para a execução deste projeto.



Figura 3 - Aeronave GulfStream AeroCommander 500 – PT-LMK



Figura 4 - Aeronave Cessna 404 – Titan – PT-WQT



Figura 5 - Aeronave Britten Norman Islander BN2-A – PT-WOU

A metodologia para a aquisição dos dados seguiu a sistemática descrita adiante. Ao longo dos perfis foram realizadas dez leituras do aeromagnetômetro e uma leitura do gamaespectrômetro por segundo, posicionadas com sistema de observação de satélite GPS, de precisão melhor do que 10 m. Uma estação fixa para cada aeronave foi instalada na base de operações, em Boa Vista (RR), para monitoração da órbita dos satélites, assim como para controle da variação diurna do campo magnético terrestre.

A calibração dos sistemas detectores aerogamaespectrométricos foi realizada em duas etapas. A primeira, estática, com emprego de fontes padronizadas (tanques de calibração ou *calibration pads* para o *background*, potássio, urânio e tório), foi conduzida no aeroporto de Júlio Cesar, Belém (PA), durante a fase de coleta de dados. A calibração dinâmica foi executada na região de Maricá (RJ), sobre a pista de calibração dinâmica (*dynamic calibration range - DCR*) que resultou de levantamento terrestre.

O processamento dos dados foi desenvolvido no escritório sede da Lasa Engenharia e Prospecções S/A., no Rio de Janeiro, e envolveu a aplicação das rotinas do sistema Geosoft Oasis (versão Montaj 5.08), utilizado para a compilação das informações coletadas e apresentação dos resultados na forma de mapas nas escalas 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000, arquivos de banco de dados e *grids*.

2. AQUISIÇÃO DE DADOS

2.1 Características do Levantamento

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

- Direção das linhas de vôo: NS
- Espaçamento entre as linhas de vôo: 0,5 km
- Direção das linhas de controle: EW
- Espaçamento entre as linhas de controle: 10,0 km
- Intervalo entre medições geofísicas consecutivas: 0,1 s (magnetômetro) e 1,0 s (espectrômetro)
- Altura média de vôo: 100 m
- Velocidade aproximada de vôo: 200 km/h (aeronaves de prefixos PT-WOU e PT-LMK)
250 km/h (aeronave de prefixo PT-WQT)

2.2 Equipamentos Utilizados

A Tabela 3, a seguir, apresenta os equipamentos utilizados pelas aeronaves durante a execução do Projeto Aerogeofísico Província Mineral Parima-Uraricoera.

CARACTERÍSTICAS	
Prefixo da Aeronave	PT-WQT
Modelo da Aeronave	Titan 404
Fabricante da Aeronave	Cessna
Aeromagnetômetro (Vapor de Césio)	Geometrics G-822A
Gamaespectrômetro	Exploranium GR-820
Volume dos Cristais Detetores de NaI (Iodeto de Sódio)	2.560 pol ³ (“down”) e 512 pol ³ (“upward”)
Sistema de Navegação GPS	Sercel NR103 10 Canais
Sistema de Recepção GPS de Base	Sercel NR103 10 Canais
Câmera de Rastreamento	Goldbeam
Radar Altímetro	TRT, AHV8
Altímetro Barométrico	Rosemount, 1241M
Magnetômetro Terrestre de Prótons	GEM, GSM-19
Sistema de Aquisição de Dados	Geodas
Prefixo da Aeronave	PT-WOU
Modelo da Aeronave	BN2-A
Fabricante da Aeronave	Britten Norman
Aeromagnetômetro (Vapor de Césio)	Scintrex CS-2
Gamaespectrômetro	Picodas PGAM 1000
Volume dos Cristais Detetores de NaI (Iodeto de Sódio)	2.048 pol ³ (“down”) e 512 pol ³ (“upward”)
Sistema de Navegação GPS	Novatel GPScard 12 Canais
Sistema de Recepção GPS de Base	Novatel GPScard 12 Canais
Câmera de Rastreamento	Panasonic
Radar Altímetro	Collins ALT 50
Altímetro Barométrico	Digibaro, 215A-101
Magnetômetro Terrestre de Prótons	GEM, GSM-19
Sistema de Aquisição de Dados	Picodas 1000
Prefixo da Aeronave	PT-LMK
Modelo da Aeronave	AeroCommander 500
Fabricante da Aeronave	GulfStream
Aeromagnetômetro (Vapor de Césio)	Scintrex CS-2
Gamaespectrômetro	Picodas PGAM 1000
Volume dos Cristais Detetores de NaI (Iodeto de Sódio)	2.048 pol ³ (“down”) e 512 pol ³ (“upward”)
Sistema de Navegação GPS	Astech C24 GPScard 12 Canais
Sistema de Recepção GPS de Base	Novatel GPScard 12 Canais
Câmera de Rastreamento	Sony
Radar Altímetro	King, KA 150
Altímetro Barométrico	Rosemount, 1241M
Magnetômetro Terrestre de Prótons	Scintrex, CS-2
Sistema de Aquisição de Dados	Picodas 1000

Tabela 3 - Equipamentos Utilizados

2.2.1. Aeronaves

O levantamento foi efetuado pelas seguintes aeronaves:

- a) Cessna, modelo Titan 404, prefixo PT-WQT. O Cessna 404 é uma aeronave à pistão, turbo comprimida, de asa baixa, trem de pouso retrátil, equipada com motores Continental de 375 HP. Opera a uma velocidade média de 250 km/h e possui autonomia de 9:00 h.
- b) Britten Norman, modelo Islander BN2-A, prefixo PT-WOU. O Islander é uma aeronave à pistão, de asa alta, trem de pouso fixo, equipada com motores Lycoming de 300 HP. Opera a uma velocidade média de 200 km/h e possui autonomia de 7:00 h.
- c) GulfStream, modelo AeroCommander 500, prefixo PT-LMK. O AeroCommander é uma aeronave à pistão, bimotor, de asa alta, trem de pouso retrátil, equipada com motores Lycoming, IO 540-A2B, de 250 HP. Opera a uma velocidade média de 200 km/h e possui autonomia de 5:30 h.

2.2.2. Aeromagnetômetros

a) Aeronave PT-WQT:

Sistema aeromagnético, constituído por sensor de vapor de césio Geometrics, modelo G-822, com resolução de 0,001 nT. As medidas são adquiridas com taxa de amostragem de 10 Hz, com leitura dos valores do campo magnético bruto e compensado.

Sensor: Geometrics G822-A
Resolução: 0,001 nT
Faixa: 20.000 – 95.000 nT
Montagem: *Stinger*

O sensor está montado no prolongamento da cauda da aeronave (tipo *stinger*). O sinal do sensor é recebido através de pré-amplificadores, localizados na base do cone de cauda e enviado ao sistema de aquisição aeromagnética GEODAS.

As leituras do magnetômetro são realizadas a cada 0,1 segundo, o que equivale, para a velocidade de 250 km/h da aeronave, a aproximadamente 6,8m no terreno.

b) Aeronaves PT-WOU e PT-LMK:

Sistema aeromagnético Picodas acoplado a um sensor de vapor de césio montado na cauda (tipo *stinger*) da aeronave. O sinal é recebido através de um pré-amplificador, localizado na base do cone de cauda da aeronave, e enviado ao sistema de aquisição/compensação aeromagnética contido no sistema Picodas (PDAS 1000).

Sensor: Scintrex CS-2
 Resolução: 0,001 nT
 Faixa: 20.000 - 95.000 nT
 Montagem: *Stinger*

As leituras do magnetômetro são realizadas a cada 0,1 segundo, o que equivale, para a velocidade de 200 km/h da aeronave, a aproximadamente 5,5m no terreno.

2.2.3. Aerogamaespectrômetros

a) Aeronave PT-WQT:

Gamaespectrômetro Exploranium, modelo Exploranium GR-820, de 256 canais espectrais, onde o espectro de cada um dos cristais detectores é analisado individualmente para determinação precisa dos fotopicos de potássio, urânio e tório. Uma correção linear é aplicada individualmente a cada cristal, mantendo o espectro permanentemente alinhado. As radiações gama detectadas são somadas e as leituras reduzidas a uma única saída de 256 canais espectrais.

A correspondência entre as janelas do gamaespectrômetro e os picos de energia respectivos é mostrada na Tabela 4.

Canal Radiométrico	Faixa de Energia (MeV)		Canais Correspondentes	
Contagem Total	0,4100	2,8100	36	234
Potássio	1,3700	1,5700	115	131
Urânio	1,6600	1,8600	139	155
Tório	2,4100	2,8100	202	234
Cósmico	3,0000	6,0000	256	

Tabela 4 - Faixas Energéticas do Gamaespectrômetro e os Canais Correspondentes (PT-WQT)

O sistema detector voltado para baixo (*downward looking*) é constituído por 3 conjuntos (pacotes) de cristais (NaI): 2 conjuntos de 1.024 polegadas cúbicas cada e 1 conjunto de 256 polegadas cúbicas, totalizando 2.560 polegadas cúbicas (42 l). O sistema detector voltado para cima (*upward looking*) é constituído por dois cristais de 256 polegadas cúbicas cada, totalizando 512 polegadas cúbicas (4,2 l).

O detector (*upward looking*) monitora as radiações decorrentes da influência do radônio na faixa energética do canal de urânio (1,66 a 1,86 MeV correspondendo aos canais 138 e 154).

b) Aeronaves PT-WOU e PT-LMK:

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

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

A correspondência entre as janelas do gamaespectrômetro e picos de energia respectivos é mostrada na Tabela 5 abaixo:

Canal Radiométrico	Faixa de Energia (MeV)		Canais Correspondentes	
Contagem Total	0,4100	2,8100	35	240
Potássio	1,3700	1,5700	117	134
Urânio	1,6600	1,8600	142	159
Tório	2,4100	2,8100	206	240
Cósmico	3,0000	6,0000	255	

Tabela 5 – Faixas Energéticas do Gamaespectrômetro e os Canais Correspondentes (PT-WOU e PT-LMK)

As leituras do gamaespectrômetro são realizadas a cada segundo, representando medições a intervalos de aproximadamente 55m no terreno.

O sistema detector é constituído por dois conjuntos de cristais (NaI) de 1024 polegadas cúbicas, totalizando 2048 polegadas cúbicas (33,6 l) de detectores voltados para baixo (*downward looking*) e dois cristais, de 256 polegadas cúbicas cada, voltados para cima (*upward looking*), totalizando 512 polegadas cúbicas (4,2 l).

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

2.2.4. Registrador Analógico

Foi empregado um registrador programável RMS, modelo GR-33, apresentando as seguintes informações para cada perfil (Figura 6):

- Lasa Engenharia e Prospecções S.A. (Aeronaves PT-WQT e PT-WOU)
- Megafísica Survey Aerolevantamentos S.A. (Aeronave PT-LMK)
- Data e Hora,
- Sistema de Aquisição utilizado,
- Número do Vôo,
- Número do Serviço,
- Cliente,
- Aeronave,
- Operador,
- Tipo de magnetômetro,
- Altitude do levantamento,
- Velocidade do registro,

- Observações,
- Nome do arquivo ASCII correspondente,
- Canais analógicos com respectivos *labels* e fundo de escala: *Fluxgate*, Altura e Altitude de Vôo, Canais de Th, U, K, C. Total, Magnetômetro Bruto, Corrigido e Quarta Diferença.

Os fiduciais e a hora de gravação são impressos no topo e na base do registro, respectivamente. A designação dos traços de cada um dos canais apresenta a seguinte correspondência:

FDD1	: Perfil da 4a. diferença
MAG1	: Magnetômetro Bruto
CMA1	: Campo Magnético Compensado
FGAT	: Perfil do magnetômetro <i>fluxgate</i> , campo total resultante dos três eixos
TC, K, U e Th	: C. Total, Potássio, Urânio e Tório.
RAD	: Radar Altímetro
BARO	: Altímetro Barométrico

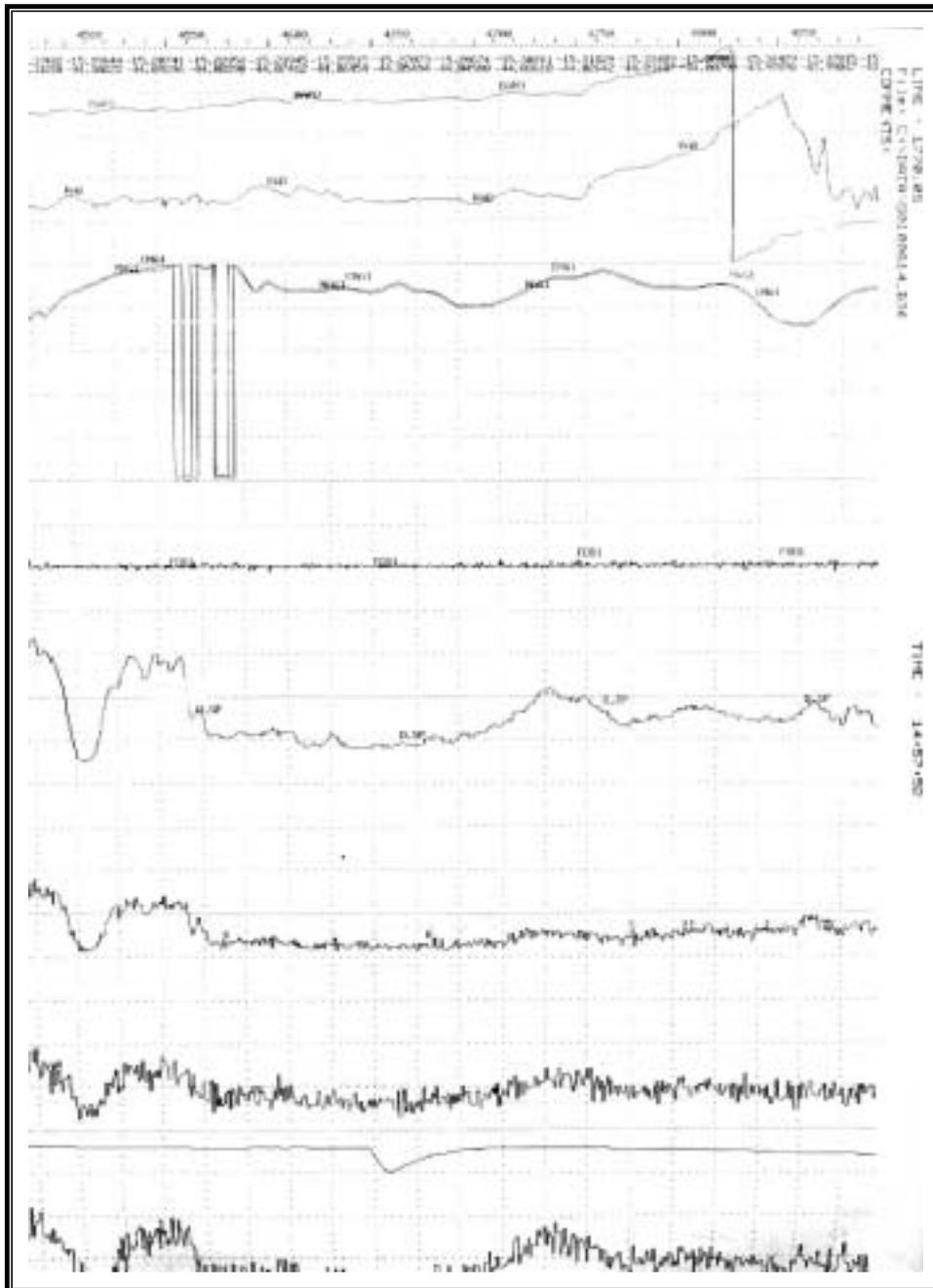


Figura 6 – Exemplo de Registro Analógico de Bordo

2.2.5. Sistemas de Aquisição de Dados

Os computadores dos sistemas de aquisição de dados são as principais unidades dos sistemas aerogeofísicos instalados a bordo das aeronaves.

Os sistemas instalados nas aeronaves PT-WOU e PT-LMK são Picodas, modelo PDAS 1000. O sistema instalado na aeronave PT-WQT é o GEODAS, fabricado pela Fugro Airborne Surveys. Os dados adquiridos são armazenados nos discos rígidos de

cada equipamento e posteriormente transferidos para fita magnética, tipo *cartridge* DC 2120 (aeronave PT-WOU) ou para disco magnético (PT-LMK e PT-WQT), para efeito de *back-up* e transferência dos dados para o computador de processamento.

O formato de gravação dos dados de campo comporta, entre outras, as seguintes informações:

Parâmetro	Unidade
Número da Linha e Rumo	
Número do Vôo	
Data e Hora	
Número Fiducial	
Tempo de Gravação	s
Fração de Segundo	.01s
Evento	.01s
Eixo X, Mag. Fluxgate	mV
Eixo Y, Mag. Fluxgate	mV
Eixo Z, Mag. Fluxgate	mV
Altura Barométrica	ft
Altura Radar	ft
Magnetômetro Bruto	nT
Magnetômetro Compensado	nT
Contagem Total	cps
Potássio	cps
Urânio	cps
Tório	cps
Radiação Cósmica	cps
Tempo GPS	s
Latitude/Longitude	WGS-84, graus decimais
Altura GPS (acima do esferóide)	m
PDOP GPS	
Status GPS	
Erro GPS	

2.2.6. Sistemas de Vídeo

Cada aeronave utiliza um sistema de vídeo comercial VHS, constituído por uma câmara de alta definição acoplada ao gravador de cassete. Um monitor de 5" está disponível na cabine. A câmara é instalada em uma janela especialmente projetada no piso da aeronave para permitir completa visibilidade do terreno, através da lente tipo Auto Iris.

2.2.7. Altímetros

A altura de vôo das aeronaves foi monitorada através dos altímetros de radar e do barômetro de precisão, incluídos no sistema aerogeofísico. Os radares altímetros utilizados foram os seguintes: TRT-AHV8 (PT-WQT), Collins-ALT50 (PT-WOU) e o King, modelo KA 150, que apresentam precisão de 5 pés e alcance de 2.500 pés. O barômetro é um transdutor de pressão que registra a altitude de vôo em relação ao nível do mar. Os sistemas utilizaram barômetros Rosemount 1241M (PT-WQT e PT-LMK) e Digibaro 215A-101 (PT-WOU), de precisão e alcance equivalentes aos dos radares altímetros.

2.2.8. Sistema de Navegação

As aeronaves foram posicionadas através de sistema de posicionamento por GPS (*Global Positioning System*) com receptores de 12 canais para as aeronaves PT-WOU e PT-LMK e 10 canais (PT-WQT). As informações são processadas pelo sistema de aquisição de dados e enviadas ao computador de navegação da aeronave, ficando disponíveis ao piloto através de indicador analógico e da tela do computador de bordo.

As coordenadas GPS (latitude/longitude) são armazenadas no disco rígido do sistema de aquisição de dados e transferidas ao escritório de campo para aplicação da correção diferencial via pós-processamento.

A modalidade de posicionamento diferencial é baseada na utilização de uma estação terrestre de monitoramento, mantida continuamente ligada durante os vôos, rastreando os mesmos satélites que a estação móvel detecta a bordo da aeronave.

O processo de correção diferencial utilizado empregou os seguintes *softwares*: TRAJECTO (PT-WQT), D3-NAV (PT-WOU) e C3-NAV (PT-LMK), cujos parâmetros são obtidos a partir do receptor fixo que monitora a órbita dos satélites empregados no posicionamento.

Os receptores fixos das equipes PT-WQT e PT-LMK foram instalados no Aeroporto Internacional de Boa Vista (RR), Teto do hangar da META-Mesquita Taxi Aéreo para a equipe do PT-WQT e no solo para a equipe do PT-LMK e o da equipe PT-WOU foi instalado no escritório à rua Araújo Filho 297, em Boa Vista (RR), cujas coordenadas fixas (WGS-84), determinadas pelas estações GPS base, são as seguintes (Tabela 6):

AERONAVE	LATITUDE NORTE	LONGITUDE OESTE	ALTITUDE (m)
PT-WQT	2°50'30,14"	60°41'15,93"	96,86
PT-WOU	2°49'01,75"	60°40'20,45"	89,67
PT-LMK	2°50'30,54"	60°41'13,51"	84,00

Tabela 6 – Coordenadas das Bases GPS

As coordenadas dos valores amostrados a bordo foram convertidas do sistema WGS-84 para o esferóide SAD-69 (Cláusula contratual 1.8 do Anexo VI).

2.2.9. Magnetômetro Terrestre

Para controle diário das variações do campo magnético terrestre foram utilizados três magnetômetros portáteis de resolução de 0,1 nT e envoltória de ruídos em nível equivalente. As leituras do campo magnético total foram realizadas a intervalos de 5 segundos e armazenadas na memória do próprio equipamento.

Os magnetômetros foram instalados no aeroporto Internacional de Boa Vista (RR), em locais de gradiente magnético suave, livres de objetos móveis e de interferência cultural.

Ao término de cada jornada de produção os arquivos contendo os dados da variação diurna eram transferidos ao computador instalado na base de campo para uso no pré-processamento. Foram utilizados magnetômetros GEM-GSM-19 (PT-WQT e PT-WOU) e Scintrex CS-2 (PT-LMK). A Figura 7 mostra um exemplo do registro do magnetômetro.

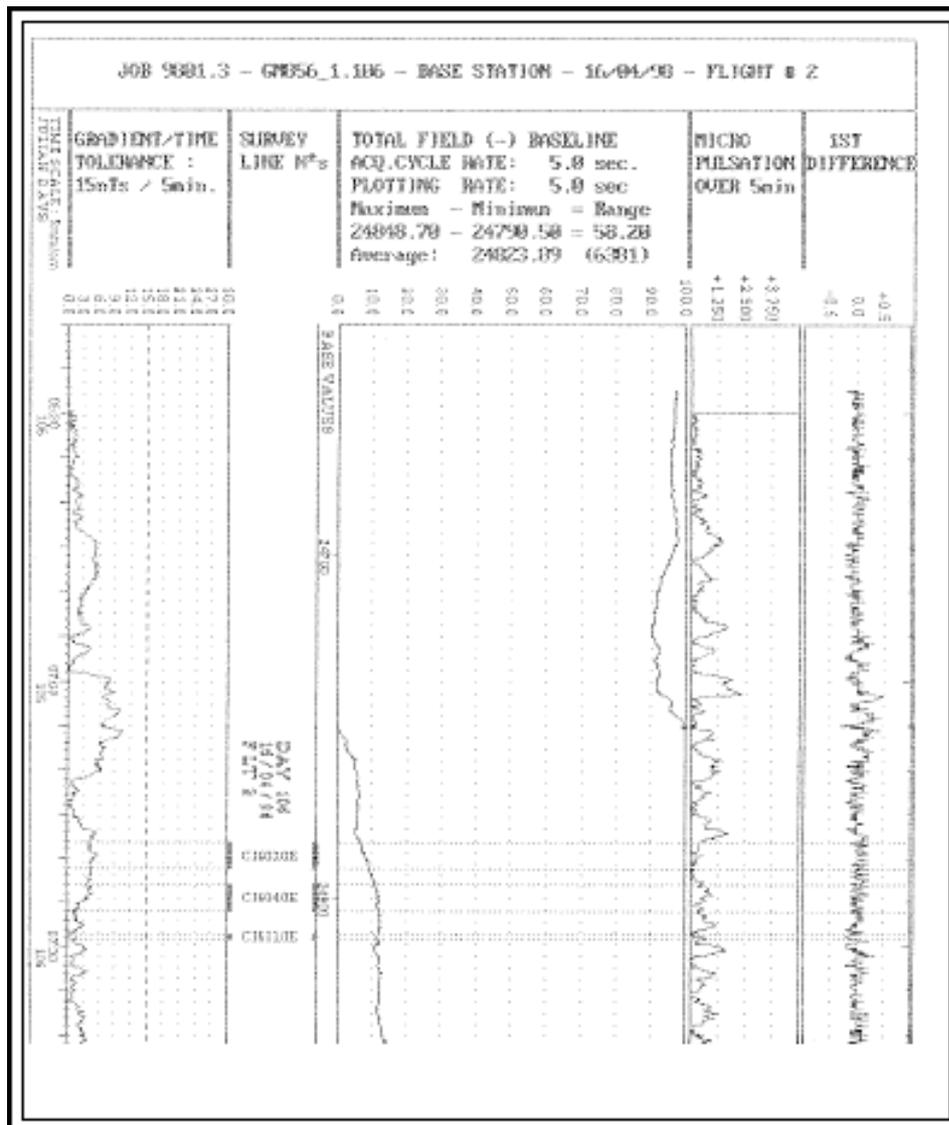


Figura 7 - Exemplo de Registro de Magnetômetro de Base

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

O levantamento recebeu do Ministério da Defesa as autorizações n^{os} 016/00 (PT-WQT), 017/00 (PT-WOU) e 018/00 (PT-LMK), de 03.03.2000 e n^{os} 002/01 de 03.01.2001 (PT-WQT), e 027/01 de 23.02.2001 (PT-LMK).

2.3.1. Elaboração do Projeto de Vôo

Para cobertura completa das áreas relativas ao Projeto Aerogeofísico Província Mineral Parima-Uraricoera foram programadas linhas de vôo e de controle, totalizando 132.688,39 km de perfis geofísicos, conforme a Tabela 7 abaixo:

Prefixo da Aeronave	Área (km ²)	Total de Linhas de Vôo (km)	Total de Linhas de Controle (km)	Total (Linhas de Vôo + Controle) km
PT-WQT	29.558,00	72.943,56	4.275,87	77.219,43
PT-WOU	17.525,00	19.139,50	1.507,60	20.647,10
PT-LMK	21.187,00	33.007,95	1.813,91	34.821,86
Totais	68.270,00	125.091,01	7.597,38	132.688,39

Tabela 7 – Quilometragem Produzida e Área Levantada por Aeronave

2.3.2. Estatística das Operações

A Tabela 8 e os gráficos das figuras 8, 9 e 10, a seguir, mostram a estatística obtida durante a fase de aquisição dos dados.

		PREFIXO DA AERONAVE					
		PT-WQT		PT-WOU		PT-LMK	
		Nº Dias	%	Nº Dias	%	Nº Dias	%
1	Produção	88	48,62	30	44,12	64	47,41
2	Meteorologia	52	28,73	23	33,82	51	37,78
3	Variação Magnética Diurna	5	2,76	0	0,00	1	0,74
4	Falha de Equipamento	13	7,18	5	7,35	7	5,19
5	Manutenção de Aeronave	10	5,52	6	8,82	2	1,48
6	Testes Contratuais	9	4,97	3	4,41	4	2,96
7	Outros	4	2,21	1	1,47	6	4,44
	Total	181	100,00	68	100,00	135	100,00

Tabela 8 – Estatística das Operações

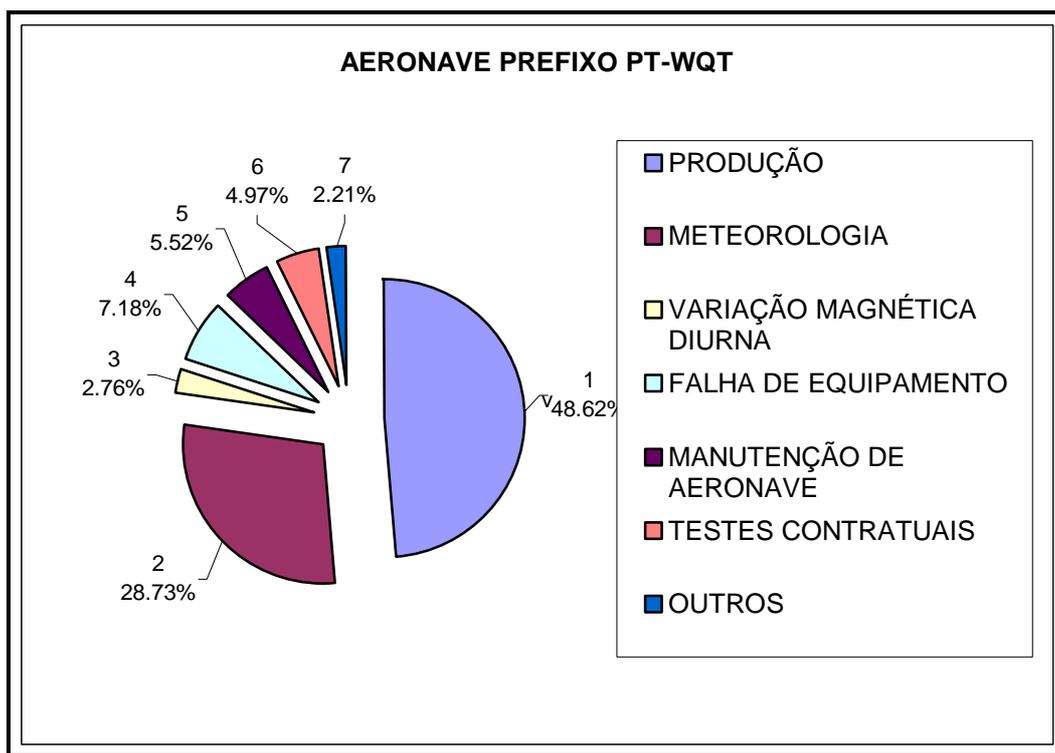


Figura 8 – Gráfico da Estatística das Operações – PT-WQT

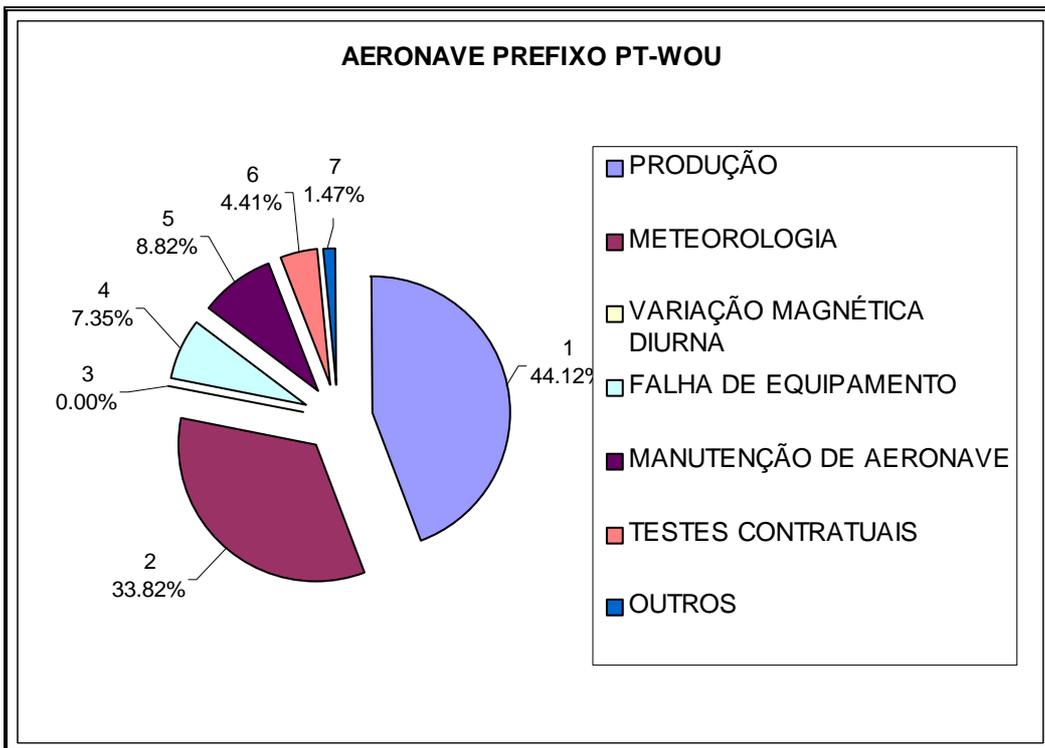


Figura 9 – Gráfico da Estatística das Operações – PT-WOU

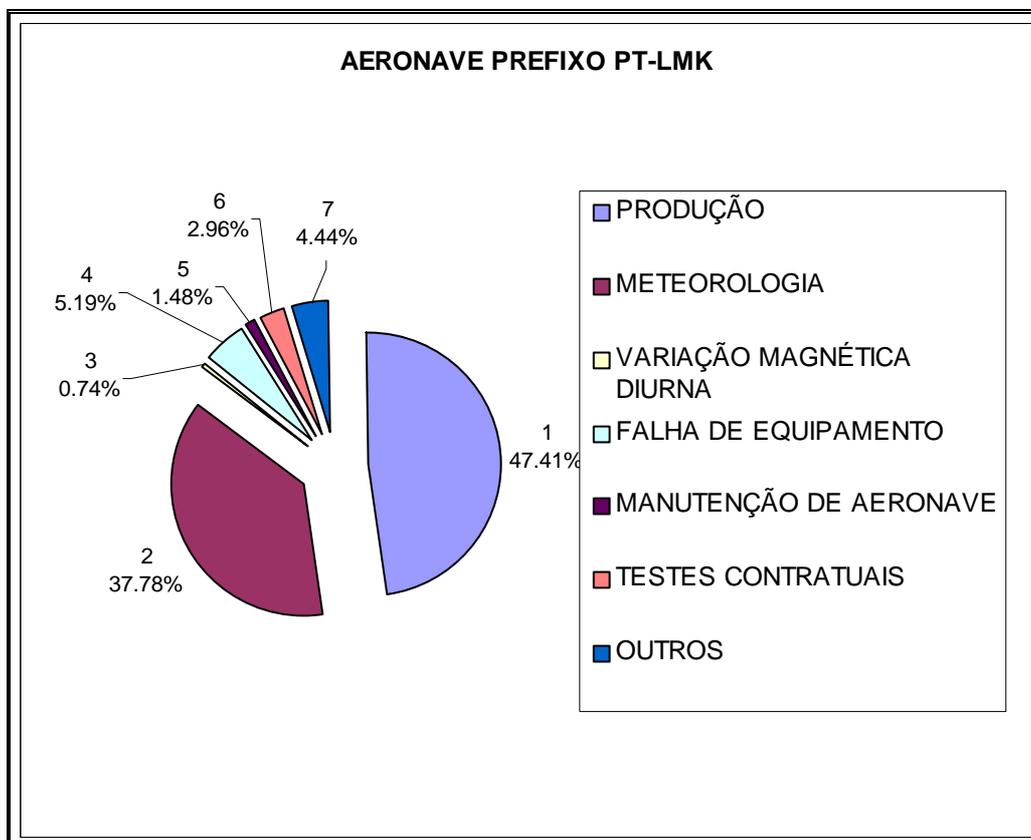


Figura 10 – Gráfico da Estatística das Operações – PT-LMK

2.3.3. Mapa do Projeto de Vôo

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

As coordenadas dos limites da área, assim como dos extremos dos perfis, foram convertidas do sistema WGS-84 para SAD-69, cujos parâmetros são os seguintes: $dX = 60$ m; $dY = 2$ m; $dZ = 41$ m.

Conforme foi citado anteriormente, cada aeronave operou em determinada área, ficando dividido como mostra a Tabela 9 a seguir:

PREFIXO DA AERONAVE	LINHAS DE VÔO
PT-WQT	da 1 até 450
PT-WOU	da 450 até 561
PT-LMK	da 560 até 703

Tabela 9 – Divisão das Linhas por Aeronave

As linhas de controle foram cobertas por cada aeronave em sua área de atuação.

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 (pista do aeroporto Internacional de Boa Vista, altitude 83 m) voando nas alturas de 200 pés até 800 pés, com incrementos de 100 pés, tendo como referência as leituras fornecidas pelo barômetro nas passagens sobre a pista de calibração. Antes da decolagem o piloto ajusta a indicação da pressão barométrica na cabine da aeronave para aferição do altímetro barométrico.

b) Compensação Magnética Dinâmica

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

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

Os efeitos produzidos em cada uma das direções de vôo são medidos pelo magnetômetro *fluxgate* (Develco), instalado no *stinger* da aeronave e usado para medir o acoplamento dos três eixos com o *background* do campo magnético na região. O sensor Develco é muito sensível às mudanças de atitude sendo usado 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 césio do magnetômetro da aeronave, havendo, portanto, perfeita sincronia dos eventos nos dois sistemas.

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

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

c) Determinação dos Coeficientes de Compensação Magnética

As manobras de compensação são conduzidas a altitude elevada, em uma área de gradiente magnético suave. Os movimentos *Pitch*, *Roll* e *Yaw* regulam segundo ângulos de 10° a 12° e duração de 30 segundos cada. Cada conjunto de manobras obedece às diferentes direções das linhas de vôo, assim como ângulos intermediários da ordem de 15 graus em torno daquela direção, de modo que sejam efetuadas pelo menos três conjuntos de manobras para cada rumo.

O cálculo dos coeficientes é obtido através do programa implantado no computador Pentium instalado no escritório de campo.

Para avaliação da qualidade da compensação magnética da aeronave foram realizados os testes do tipo Manobras, antes do início das operações (o desempenho do sistema aeromagnético, determinado pela soma das amplitudes pico a pico dos doze registros, não poderá exceder a 5 nT após a correção da variação diurna). Os resultados obtidos são resumidos nas Tabelas 10, 11, 12, 13 e 14 a seguir:

VÔO No. 049		DATA: 12.03.2000		BASE: BOA VISTA (RR)		
LINHA	RUMO	<i>PITCH</i> (nT)	<i>ROLL</i> (nT)	<i>YAW</i> (nT)	TOTAL (nT)	
ESTE	W-E	0,090	0,110	0,080	0,280	
SUL	N-S	0,080	0,090	0,120	0,290	
NORTE	S-N	0,080	0,080	0,100	0,260	
OESTE	E-W	0,240	0,100	0,220	0,560	
Somatório					1,390	

Tabela 10 – Teste de Manobras 1ª Fase (Aeronave prefixo PT-WQT)

VÔO No. 325		DATA: 30.01.2001		BASE: BOA VISTA (RR)		
LINHA	RUMO	<i>PITCH</i> (nT)	<i>ROLL</i> (nT)	<i>YAW</i> (nT)	TOTAL (nT)	
ESTE	W-E	0,130	0,060	0,110	0,300	
SUL	N-S	0,070	0,050	0,090	0,210	
NORTE	S-N	0,040	0,030	0,050	0,120	
OESTE	E-W	0,100	0,040	0,140	0,280	
Somatório					0,910	

Tabela 11 – Teste de Manobras 2ª Fase (Aeronave prefixo PT-WQT)

VÔO No. 004		DATA: 28.03.2000		BASE: BOA VISTA (RR)		
LINHA	RUMO	<i>PITCH</i> (nT)	<i>ROLL</i> (nT)	<i>YAW</i> (nT)	TOTAL (nT)	
LESTE	W-E	0,210	0,050	0,070	0,330	
SUL	N-S	0,300	0,270	0,340	0,910	
NORTE	S-N	0,580	0,440	0,300	1,320	
OESTE	E-W	0,050	0,030	0,180	0,260	
Somatório					2,820	

Tabela 12 – Teste de Manobras 1ª Fase (Aeronave prefixo PT-WOU)

VÔO No.002		DATA: 13.03.2000		BASE: BOA VISTA (RR)		
LINHA	RUMO	<i>PITCH</i> (nT)	<i>ROLL</i> (nT)	<i>YAW</i> (nT)	TOTAL (nT)	
LESTE	W-E	0,443	0,210	0,410	1,063	
SUL	N-S	0,170	0,150	0,100	0,420	
NORTE	S-N	0,490	0,600	-0,570	0,520	
OESTE	E-W	0,320	0,460	0,540	1,320	
Somatório					3,323	

Tabela 13 – Teste de Manobras 1ª Fase (Aeronave prefixo PT-LMK)

VÔO No.094		DATA: 25.02.2001		BASE: BOA VISTA (RR)		
LINHA	RUMO	<i>PITCH</i> (nT)	<i>ROLL</i> (nT)	<i>YAW</i> (nT)	TOTAL (nT)	
LESTE	W-E	0,040	0,070	0,090	0,200	
SUL	N-S	0,060	0,080	0,120	0,260	
NORTE	S-N	0,120	0,090	0,060	0,270	
OESTE	E-W	0,130	0,060	0,230	0,420	
Somatório					1,150	

Tabela 14 – Teste de Manobras 2ª Fase (Aeronave prefixo PT-LMK)

d) Teste com Amostras Radioativas no Solo

Com vistas a controlar o comportamento do desempenho do sistema gamaespectrométrico dos cristais voltados para baixo, testes com amostras de mão de potássio, urânio e tório são realizados antes do início e após os vôos operacionais através da colocação das citadas amostras sobre o mesmo local, próximo aos cristais detectores, com a aeronave estacionada no mesmo local. As Tabelas 15, 16 e 17 a seguir, apresentam os resultados desses testes para cada aeronave.

TESTE COM AMOSTRAS RADIOATIVAS NO SOLO (CPS)							
DATA	VÔO	POTÁSSIO (K)		URÂNIO (U)		TÓRIO (Th)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
14.03.2000	51	-	-	139	133	187	189
15.03.2000	52	-	-	138	131	185	185
16.03.2000	53	-	-	134	136	184	187
24.03.2000	57	-	-	133	135	187	190
25.03.2000	58	-	-	136	136	190	186
28.03.2000	60	-	-	138	136	186	184
29.03.2000	61	-	-	136	136	187	185
30.03.2000	62	-	-	140	135	185	185
31.03.2000	63	-	-	137	138	185	184
01.04.2000	64	-	-	134	134	187	187
02.04.2000	65	-	-	139	137	186	185
07.04.2000	66	-	-	127	138	184	190
09.04.2000	68	-	-	136	136	182	185
15.04.2000	71	-	-	134	133	181	181
16.04.2000	72	-	-	135	133	186	186
17.04.2000	73	-	-	137	135	187	189
19.04.2000	74	-	-	138	136	185	183
20.04.2000	75	-	-	137	134	187	186
21.04.2000	76	-	-	135	135	186	189
24.04.2000	77	-	-	135	139	185	186
28.04.2000	80	-	-	134	136	183	190
29.04.2000	81	-	-	138	133	183	189
30.04.2000	82	-	-	131	137	188	184
02.05.2000	86	-	-	134	135	181	185
05.05.2000	87	-	-	135	134	185	186
08.05.2000	88	-	-	137	132	188	187
10.05.2000	89	-	-	137	132	185	184
14.05.2000	91	-	-	133	135	184	189
17.05.2000	92	-	-	135	139	188	186
19.05.2000	95	-	-	133	137	170	188
21.05.2000	96	-	-	136	135	189	184
22.05.2000	97	-	-	138	138	187	188
24.05.2000	99	-	-	131	137	185	189
31.05.2000	100	-	-	135	134	182	189
03.06.2000	101	-	-	135	136	186	191
04.06.2000	102	-	-	135	138	187	191
06.06.2000	104	-	-	131	137	179	183
11.06.2000	105	-	-	139	133	182	190
13.06.2000	106	-	-	131	134	183	186
14.06.2000	107	-	-	135	136	185	185
01.02.2001	327	-	-	186	189	188	189
02.02.2001	328	-	-	183	182	184	188
03.02.2001	329	-	-	184	181	187	188
04.02.2001	330	-	-	181	184	186	186
05.02.2001	331	-	-	183	181	184	187
06.02.2001	332	-	-	182	184	188	187

TESTE COM AMOSTRAS RADIOATIVAS NO SOLO (CPS)							
DATA	VÔO	POTÁSSIO (K)		URÂNIO (U)		TÓRIO (Th)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
08.02.2001	333	-	-	183	184	187	186
09.02.2001	334	-	-	182	187	185	187
10.02.2001	335	-	-	185	183	187	184
11.02.2001	336	-	-	183	184	186	192
12.02.2001	337	-	-	182	181	185	185
13.02.2001	338	-	-	183	185	185	189
14.02.2001	339	-	-	183	183	184	193
15.02.2001	340	-	-	186	189	188	192
18.02.2001	341	-	-	182	184	188	189
19.02.2001	342	-	-	171	182	186	190
20.02.2001	343	-	-	183	185	183	187
21.02.2001	344	-	-	183	183	187	190
22.02.2001	345	-	-	184	182	185	190
23.02.2001	346	-	-	182	186	185	188
24.02.2001	347	-	-	182	183	186	190
25.02.2001	348	-	-	182	182	185	191
26.02.2001	349	-	-	184	-	187	-
01.03.2001	351	-	-	179	185	187	185
02.03.2001	352	-	-	187	181	189	188
03.03.2001	353	-	-	185	184	189	187
05.03.2001	354	-	-	185	182	188	192
06.03.2001	355	-	-	185	183	188	192
07.03.2001	356	-	-	182	180	186	192
08.03.2001	357	-	-	185	186	189	193
12.03.2001	358	-	-	187	184	187	193
13.03.2001	359	-	-	185	185	184	193
14.03.2001	360	-	-	186	185	189	191
15.03.2001	361	-	-	184	183	188	193
16.03.2001	362	-	-	183	188	189	186
17.03.2001	363	-	-	182	189	190	192
18.03.2001	364	-	-	184	186	188	192
19.03.2001	365	-	-	187	187	184	186
27.03.2001	376	-	-	190	180	203	192
28.03.2001	377	-	-	187	193	186	197
29.03.2001	378	-	-	196	191	193	193
30.03.2001	379	-	-	192	191	194	194
02.04.2001	380	-	-	198	189	195	197
03.04.2001	381	-	-	196	194	194	199
07.04.2001	383	-	-	190	188	193	194
08.04.2001	384	-	-	185	187	188	197
09.04.2001	385	-	-	183	190	189	192
10.04.2001	386	-	-	185	182	189	192
15.04.2001	388	-	-	186	185	188	190
16.04.2001	389	-	-	182	177	191	191
17.04.2001	390	-	-	189	190	193	192

Tabela 15 – Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo (PT-WQT)

TESTE COM AMOSTRAS RADIOATIVAS NO SOLO (CPS)							
DATA	VÔO	POTÁSSIO (K)		URÂNIO (U)		TÓRIO (Th)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
20.03.2000	02	455	456	220	223	374	373
28.03.2000	03	438	457	221	225	371	373
31.03.2000	05	458	463	220	224	376	377
01.04.2000	06	464	451	219	219	374	370
02.04.2000	07	459	460	216	225	377	375
06.04.2000	08	458	468	225	227	372	380
07.04.2000	09	462	459	218	225	374	374
08.04.2000	10	458	458	218	217	370	375
09.04.2000	11	463	474	220	223	372	372
10.04.2000	12	476	466	220	217	378	375
13.04.2000	13	454	509	217	224	373	377
15.04.2000	14	462	466	217	214	370	374
16.04.2000	15	470	463	215	227	373	375
20.04.2000	16	466	460	219	222	373	376
21.04.2000	17	461	528	219	223	373	381
25.04.2000	18	443	503	243	226	395	362
27.04.2000	19	457	450	220	168	371	372
28.04.2000	20	459	515	222	218	371	376
29.04.2000	21	501	499	203	221	374	377
30.04.2000	22	503	445	216	218	373	371
01.05.2000	23	443	497	218	220	369	374
02.05.2000	24	455	500	216	217	368	373
04.05.2000	25	489	506	218	223	371	376
08.05.2000	26	461	508	220	220	372	373
09.05.2000	27	505	535	221	254	372	382
19.05.2000	31	452	443	215	220	371	366
24.05.2000	33	463	468	218	226	368	370

Tabela 16 – Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo (PT-WOU)

TESTE COM AMOSTRAS RADIOATIVAS NO SOLO (CPS)							
DATA	VÔO	POTÁSSIO (K)		URÂNIO (U)		TÓRIO (Th)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
20.03.2000	13/14	398	366	288	299	1775	1833
21.03.2000	15/16	366/365	365	284	293/294	1855	1803/1836
23.03.2000	17/18	361/365	355/341	281/288	288/288	1710/1811	1811/1692
24.03.2000	19/20	20	20	22	20	21	19
25.03.2000	21/22	22	20	25	23	25	24
26.03.2000	23	23	24	24	26	25	25
28.03.2000	24	20	PANE	26	PANE	28	PANE
30.03.2000	25/26	29	30	24	24	25	24
31.03.2000	27/28	30	38	24	25	25	25
07.04.2000	34	30	35	23	26	24	25
08.04.2000	35/36	32	33	25	25	26	25
09.04.2000	37/38	40	40	25	25	25	25
10.04.2000	39	40	40	25	25	25	25
13.04.2000	40	40	40	23	24	25	25
15.04.2000	41	38	43	25	23	24	30
16.04.2000	42/43	40	43	25	30	25	25
17.04.2000	44/45	40	40	24	25	23	25
18.04.2000	46	40	40	28	28	30	30
19.04.2000	47	50	45	30	35	35	35
20.04.2000	48/49	40	40	30	34	30	30
21.04.2000	50/51	38	38	28	25	25	28
25.04.2000	52	35	40	30	35	25	40
28.04.2000	54/55	30	30	25	25	25	35
29.04.2000	56/57	45	40	40	25	25	25
30.04.2000	58/59	40	35	25	25	23	25
01.05.2000	60	30	50	25	30	30	40
02.05.2000	61	38	40	30	30	30	28
04.05.2000	62	40	50	35	40	30	35
05.05.2000	63	37	38	30	25	30	25
08.05.2000	65	30	35	15	32	12	25
09.05.2000	66	35	*	30	*	25	*
10.05.2000	67	37	37	25	25	25	25
14.05.2000	68	31	25	18	25	25	20
17.05.2000	69	31	37	25	25	20	24
19.05.2000	70	35	37	24	28	20	25
21.05.2000	71	31	37	22	30	24	24
31.05.2000	72	32	36	24	25	20	20
03.06.2000	73	37	*	27	*	25	*
06.06.2000	74	37	37	27	35	26	30
11.06.2000	78	36	38	35	34	34	32
13.06.2000	79	38	40	30	32	28	30
14.06.2000	80	42	45	32	30	30	32
15.06.2000	81	40	45	28	27	28	26
17.06.2000	82	45	46	25	27	26	27
21.06.2000	83	45	45	26	25	27	26
24.06.2000	84	42	40	22	21	23	24

TESTE COM AMOSTRAS RADIOATIVAS NO SOLO (CPS)							
DATA	VÔO	POTÁSSIO (K)		URÂNIO (U)		TÓRIO (Th)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
26.06.2000	85	38	41	24	24	23	22
27.06.2000	86	40	39	26	28	25	26
28.06.2000	87	40	42	27	26	25	25
30.06.2000	88	-	38	-	27	-	26
01.07.2000	89	45	42	25	25	24	26
08.07.2000	90	38	42	22	23	25	24
09.07.2000	91	46	45	21	22	24	26
10.07.2000	92	48	48	27	26	27	25
11.07.2000	93	38	40	28	25	25	26
26.02.2001	95	357	378	278	231	1873	1675
27.02.2001	96	384	341	273	269	1724	1790
28.02.2001	97	385	365	263	305	1725	1666
01.03.2001	98	359	386	282	275	1716	1823
02.03.2001	99	375	386	249	267	1761	1766

Tabela 17 – Testes Diários com Amostras Radioativas no Solo (PT-LMK)

e) Teste de Repetibilidade Radioativa

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

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

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

Os valores médios em cps, obtidos em cada canal radiométrico para cada aeronave estão relacionados nas Tabelas 18, 19 e 20 a seguir.

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL) = 100 m									
DATA	VÔO	CONTAGEM TOTAL		POTÁSSIO (K)		URÂNIO (U)		TÓRIO (Th)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
14.03.2000	51	600	650	45	50	22	18	35	34
15.03.2000	52	625	650	50	50	25	32	36	38
16.03.2000	53	700	750	50	50	30	37	37	39
24.03.2000	57	790	760	52	50	32	34	33	35
25.03.2000	58	800	800	50	53	35	39	38	32
28.03.2000	60	780	800	45	60	28	38	30	36
29.03.2000	61	790	780	42	42	36	28	40	32
30.03.2000	62	710	710	38	41	33	32	35	35
31.03.2000	63	770	790	42	42	33	35	34	33
01.04.2000	64	780	790	42	40	36	37	38	35
02.04.2000	65	800	790	38	41	32	34	39	37
07.04.2000	66	800	780	42	41	35	37	36	34
09.04.2000	68	800	790	45	40	36	37	36	36
15.04.2000	71	700	760	40	50	30	40	40	35
16.04.2000	72	700	400	35	30	20	25	30	10
17.04.2000	73	750	700	45	40	30	40	40	30
19.04.2000	74	700	750	35	40	20	35	37	30
20.04.2000	75	750	700	40	40	38	35	35	40
21.04.2000	76	700	720	40	45	35	35	30	30
24.04.2000	77	700	690	45	50	25	30	30	25
28.04.2000	80	690	690	40	40	30	45	30	35
29.04.2000	81	650	700	40	35	30	40	25	25
30.04.2000	82	700	800	40	45	35	40	35	35
02.05.2000	86	700	650	40	40	30	28	30	25
05.05.2000	87	625	750	40	40	25	35	30	37
08.05.2000	88	500	500	35	31	28	26	34	31
10.05.2000	89	500	500	37	37	25	25	28	28
14.05.2000	91	500	500	28	30	25	25	25	25
17.05.2000	92	580	510	44	40	32	31	30	31
19.05.2000	95	500	500	38	40	25	31	20	25
21.05.2000	96	650	580	50	49	31	32	30	26
22.05.2000	97	550	500	45	40	26	32	26	20
24.05.2000	99	500	310	37	31	26	20	30	10
31.05.2000	100	420	500	35	37	24	27	28	26
03.06.2000	101	580	500	37	31	30	27	26	23
04.06.2000	102	400	500	31	31	20	26	20	22
06.06.2000	104	450	480	30	31	20	25	20	22
11.06.2000	105	480	500	40	42	24	26	25	25
13.06.2000	106	490	500	42	45	25	26	24	23
14.06.2000	107	480	490	38	40	24	25	25	25
01.02.2001	327	680	650	51	52	23	24	26	25
02.02.2001	328	700	700	50	50	24	25	28	26
03.02.2001	329	700	750	52	51	23	25	27	29
04.02.2001	330	750	700	50	50	24	25	26	26
05.02.2001	331	700	750	51	52	25	25	27	26
06.02.2001	332	700	700	50	50	25	25	26	25

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL) = 100 m									
DATA	VÔO	CONTAGEM TOTAL		POTÁSSIO (K)		URÂNIO (U)		TÓRIO (Th)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
08.02.2001	333	700	750	52	51	25	26	26	27
09.02.2001	334	750	750	50	52	25	26	28	26
10.02.2001	335	800	750	51	50	26	25	28	26
11.02.2001	336	750	800	52	51	25	26	28	28
12.02.2001	337	700	750	53	50	24	25	28	25
13.02.2001	338	750	750	51	52	26	25	27	28
14.02.2001	339	700	750	50	50	25	25	26	25
15.02.2001	340	700	750	50	51	24	25	26	27
18.02.2001	341	700	730	53	52	25	26	26	26
19.02.2001	342	750	750	51	53	26	26	28	27
20.02.2001	343	750	750	51	50	25	25	27	26
21.02.2001	344	800	750	50	51	24	25	31	28
22.02.2001	345	700	750	52	52	25	25	32	30
23.02.2001	346	800	740	50	50	30	26	34	31
24.02.2001	347	740	720	51	51	26	24	34	28
25.02.2001	348	750	740	50	50	26	27	31	30
26.02.2001	349	750	-	-	-	25	-	31	-
01.03.2001	351	750	750	51	52	25	25	37	35
02.03.2001	352	750	650	50	51	29	26	25	25
03.03.2001	353	800	700	52	50	25	22	33	20
05.03.2001	354	750	700	50	52	26	25	31	27
06.03.2001	355	750	740	52	51	25	25	34	26
07.03.2001	356	770	760	51	50	30	30	30	34
08.03.2001	357	760	720	50	51	25	25	37	25
12.03.2001	358	750	720	51	52	20	23	27	25
13.03.2001	359	750	730	50	50	25	25	31	31
14.03.2001	360	750	730	50	51	25	25	33	29
15.03.2001	361	750	750	50	50	25	25	33	35
16.03.2001	362	750	750	50	50	25	26	32	35
17.03.2001	363	750	750	50	50	25	27	30	35
18.03.2001	364	750	750	50	50	25	28	30	37
19.03.2001	365	750	800	50	50	25	30	32	35
27.03.2001	376	720	750	50	50	25	23	30	32
28.03.2001	377	730	750	50	50	25	25	35	30
29.03.2001	378	700	750	50	50	25	30	30	35
30.03.2001	379	720	750	50	50	25	25	30	35
02.04.2001	380	750	750	50	50	27	30	30	35
03.04.2001	381	800	800	48	50	26	25	32	28
07.04.2001	383	800	750	51	50	24	25	32	29
08.04.2001	384	800	800	50	48	26	26	32	29
09.04.2001	385	800	750	50	49	25	26	30	28
10.04.2001	386	800	800	48	50	25	25	32	30
15.04.2001	388	750	800	48	50	26	27	30	28
16.04.2001	389	800	800	50	48	27	28	32	29
17.04.2001	390	800	800	50	49	25	26	28	28

Tabela 18 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas (PT-WQT)

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL) = 100 m									
DATA	VÔO	CONTAGEM TOTAL		POTÁSSIO (K)		URÂNIO (U)		TÓRIO (Th)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
25.03.2000	02	522	612	28	31	18	22	24	27
28.03.2000	03	746	867	37	45	27	37	33	35
31.03.2000	05	683	735	34	38	25	29	33	32
01.04.2000	06	856	906	58	63	27	29	35	37
02.04.2000	07	881	948	63	62	27	32	36	37
06.04.2000	08	913	1020	84	74	29	36	35	38
07.04.2000	09	809	942	57	66	25	31	33	37
08.04.2000	10	859	820	60	60	26	30	35	38
09.04.2000	11	854	899	59	62	26	29	35	36
10.04.2000	12	838	927	59	85	25	30	35	37
13.04.2000	13	848	948	59	71	26	31	36	36
15.04.2000	14	871	872	64	63	27	27	35	35
16.04.2000	15	898	935	64	66	27	32	37	38
20.04.2000	16	897	957	38	69	26	31	37	38
21.04.2000	17	876	-	60	-	27	-	37	-
25.04.2000	18	827	899	57	60	25	33	34	34
27.04.2000	19	862	873	62	61	25	29	35	35
28.04.2000	20	843	935	59	65	25	30	35	38
29.04.2000	21	840	971	59	67	26	33	35	40
30.04.2000	22	961	763	71	46	29	26	41	32
01.05.2000	23	925	1017	69	72	27	35	37	39
02.05.2000	24	989	1040	72	76	31	35	41	41
04.05.2000	25	995	999	65	71	30	35	39	40
08.05.2000	26	881	978	61	70	27	32	36	38
09.05.2000	27	919	*	65	*	29	*	38	*
19.05.2000	31	924	959	64	67	27	35	36	36
24.05.2000	33	883	948	64	66	27	35	36	35

Tabela 19 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas (PT-WOU)

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (LOW LEVEL) = 100 m									
DATA	VÔO	CONTAGEM TOTAL		POTÁSSIO (K)		URÂNIO (U)		TÓRIO (Th)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
16.03.2000	05/06	1400	1550	30	29	35	28	40	38
17.03.2000	07/08	1500	1450	25	22	26	24	28	26
18.03.2000	09/10	1500	1550	25	30	25	25	28	26
19.03.2000	12	1550	1500	22	22	25	24	25	25
20.03.2000	13/14	1589	1500	22	22	24	22	24	25
21.03.2000	15/16	1500	1500	22	24	24	25	25	26
23.03.2000	17	1700	1700	30	21	28	26	33	28
23.03.2000	18	1700	1800	21	30	26	27	28	26
24.03.2000	19/20	1600	1500	20	20	22	20	21	19
25.03.2000	21/22	1550	1500	22	20	25	23	25	24
26.03.2000	23	1500	1600	23	24	24	26	25	25
28.03.2000	24	1250	PANE	20	PANE	26	PANE	28	PANE
30.03.2000	25/26	1600	1600	29	30	24	24	25	24
31.03.2000	27/28	1500	1500	30	38	24	25	25	25
07.04.2000	34	1300	1450	30	35	23	26	24	25
08.04.2000	35/36	1400	1500	32	33	25	25	26	25
09.04.2000	37/38	1500	1500	40	40	25	25	25	25
10.04.2000	39	1400	1500	40	40	25	25	25	25
13.04.2000	40	1200	1100	40	40	23	24	25	25
15.04.2000	41	1400	1500	38	43	25	23	24	30
16.04.2000	42/43	1500	1400	40	43	25	30	25	25
17.04.2000	44/45	1350	1400	40	40	24	25	23	25
18.04.2000	46	1900	1500	40	40	28	28	30	30
19.04.2000	47	1900	2000	50	45	30	35	35	35
20.04.2000	48/49	1400	1500	40	40	30	34	30	30
21.04.2000	50/51	1400	1200	38	38	28	25	25	28
25.04.2000	52	1400	2000	35	40	30	35	25	40
28.04.2000	54/55	1300	1300	30	30	25	25	25	35
29.04.2000	56/57	1600	1800	45	40	40	25	25	25
30.04.2000	58/59	1400	1600	40	35	25	25	23	25
01.05.2000	60	1400	1800	30	50	25	30	30	40
02.05.2000	61	1300	1400	38	40	30	30	30	28
04.05.2000	62	2000	2100	40	50	35	40	30	35
05.05.2000	63	1500	1500	37	38	30	25	30	25
08.05.2000	65	750	1500	30	35	15	32	12	25
09.05.2000	66	1250	*	35	*	30	*	25	*
10.05.2000	67	1300	1500	37	37	25	25	25	25
14.05.2000	68	1250	1380	31	25	18	25	25	20
17.05.2000	69	1250	1375	31	37	25	25	20	24
19.05.2000	70	1375	1375	35	37	24	28	20	25
21.05.2000	71	1250	1375	31	37	22	30	24	24
31.05.2000	72	1250	1300	32	36	24	25	20	20
03.06.2000	73	1500	*	37	*	27	*	25	*
06.06.2000	74	1400	1300	37	37	27	35	26	30
11.06.2000	78	1450	1400	36	38	35	34	34	32
13.06.2000	79	1500	1450	38	40	30	32	28	30

TESTE DE REPETIBILIDADE RADIOATIVA (<i>LOW LEVEL</i>) = 100 m									
DATA	VÔO	CONTAGEM TOTAL		POTÁSSIO (K)		URÂNIO (U)		TÓRIO (Th)	
		INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
14.06.2000	80	1550	1600	42	45	32	30	30	32
15.06.2000	81	1500	1500	40	45	28	27	28	26
17.06.2000	82	1450	1400	45	46	25	27	26	27
21.06.2000	83	1500	1450	45	45	26	25	27	26
24.06.2000	84	1300	1400	42	40	22	21	23	24
26.06.2000	85	1400	1450	38	41	24	24	23	22
27.06.2000	86	1450	1500	40	39	26	28	25	26
28.06.2000	87	1400	1400	40	42	27	26	25	25
30.06.2000	88	-	1450	-	38	-	27	-	26
01.07.2000	89	145	1400	45	42	25	25	24	26
08.07.2000	90	1400	1350	38	42	22	23	25	24
09.07.2000	91	1500	1500	46	45	21	22	24	26
10.07.2000	92	1500	1550	48	48	27	26	27	25
11.07.2000	93	1550	1500	38	40	28	25	25	26
26.02.2001	95	1565	1473	57	41	70	34	73	31
27.02.2001	96	1646	1571	16	28	25	58	30	28
28.02.2001	97	1508	1616	28	29	25	34	30	47
01.03.2001	98	1525	1569	28	-	51	-	28	-
02.03.2001	99	1526	1535	24	33	29	33	37	35

Tabela 20 – Testes Diários de Repetibilidades Radioativas (PT-LMK)

2.3.5. Calibração dos Detectores *Downward Looking*

Foram realizados testes gamaespectrométricos específicos, objetivando a calibração do sistema detector da aeronave. Estas calibrações obedeceram duas etapas distintas, quais sejam:

- Calibração estática, realizada antes do início das operações aéreas através do emprego de tanques de calibração transportáveis, constituídos por blocos de concreto com resposta radiométrica para os elementos potássio (K40), urânio (U238), tório (Th 232) e do *background*, tem por finalidade a determinação dos coeficientes de espalhamento Compton do sistema detector. As concentrações dos tanques de calibração portáteis utilizados estão indicadas na Tabela 21 abaixo:

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

Tabela 21 – Concentração dos Tanques de Calibração

- Calibração dinâmica, a ser realizada antes do processamento de dados gamaespectrométricos com vistas à determinação dos *backgrounds* cósmico e da aeronave (*cosmic flight*), e identificação dos coeficientes de sensibilidade do

detector, com o levantamento de um perfil situado em zona radiometricamente conhecida (*dynamic calibration range - DCR*) na altura nominal do levantamento (100 m), bem como a várias alturas com vistas à correção altimétrica.

A primeira etapa dos testes (calibração estática) foi realizada no mês de março de 2000, no Aeroporto Júlio César, Belém (PA), situado a cerca de 1.540 km a sudeste da área dos serviços. Com a aeronave estacionada, os tanques de calibração portáteis foram sequencialmente posicionados sob cada pacote detector, aí permanecendo por 10 minutos para acumulação de dados na seguinte ordem: BKG, Th, U, K e BKG. Os dados acumulados foram processados pelo programa PADWIN, fornecido pelo fabricante dos tanques calibradores (EXPLORANIUM), resultando nos valores dos coeficientes Compton para cada pacote de detectores de 1024 polegadas³ e para o total (2048 polegadas³ – Aeronaves de prefixos PT-WOU e PT-LMK e 2.560 polegadas³ – Aeronave de prefixo PT-WQT). Os valores encontrados para os coeficientes de espalhamento Compton estão resumidos na Tabela 22. A apresentação dos resultados na forma de planilhas encontra-se no final deste relatório nos Anexos I-a.1, I-a.2 e I-a.3, respectivamente para as aeronaves de prefixos PT-WQT, PT-WOU e PT-LMK.

AERONAVE	α	β	γ	a	b	g
PT-WQT	0,2440 +/- 0,0021	0,4069 +/- 0,0045	0,7325 +/- 0,0065	0,0461 +/- 0,0030	0,0037 +/- 0,0017	0,0055 +/- 0,0012
PT-WOU	0,2531 +/- 0,0019	0,4119 +/- 0,0046	0,7496 +/- 0,0067	0,0510 +/- 0,0023	0,0010 +/- 0,0011	0,0023 +/- 0,0008
PT-LMK	0,2583 +/- 0,0023	0,4186 +/- 0,0046	0,7874 +/- 0,0069	0,0622 +/- 0,0033	0,0030 +/- 0,0019	0,0047 +/- 0,0014

Tabela 22 - Coeficientes de Espalhamento *Compton*

Na etapa seguinte (calibração dinâmica) foram cumpridos os testes com a aeronave em vôo, quais sejam: Vôo Cósmico (*Cosmic Flight*), que visa determinar os *backgrounds* cósmico e da aeronave, bem como os vôos que visam determinar os coeficientes de sensibilidade e os coeficientes de atenuação atmosférica para a correção altimétrica na Pista de Calibração Dinâmica (*Dynamic Calibration Range*), os quais estão descritos a seguir:

a) Vôo Cósmico (*Cosmic Flight*)

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

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

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

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

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

C é a contagem na janela cósmica;

O vôo cósmico envolveu o recobrimento de perfis sobre o mar, em área distante da costa do Pará cerca de 50 km, voando nas altitudes de 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000 e 7000 pés, com duração de 15 minutos cada.

As Tabelas 23, 24 e 25, a seguir, apresentam o resultado obtido por cada aeronave no vôo cósmico. A apresentação dos resultados na forma de gráficos encontra-se no final deste relatório nos Anexos I-b.1, I-b.2 e I-b.3, respectivamente para as aeronaves de prefixos PT-WQT, PT-WOU e PT-LMK.

Altitude (pés)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (cps)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
504	156,3	8,8	22,9	6,6	1,8	223,0
1003	164,6	9,7	23,1	6,8	2,0	233,5
2004	180,9	10,2	23,0	7,4	2,1	245,4
3005	201,7	11,0	24,1	7,9	2,3	258,7
4241	233,9	11,7	24,3	8,8	2,4	278,0
4963	255,8	12,3	25,9	9,7	2,5	292,2

Coefficiente	C. Total	K	U	Th	U up
<i>a (cps)</i>	122,28	18,53	4,17	1,79	0,90
<i>b</i>	0,6679	0,0269	0,0324	0,0305	0,0064

Tabela 23 - Resultados Obtidos no Vôo Cósmico PT-WQT

Altitude (pés)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (cps)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
574	52,3	5,3	11,4	4,6	2,2	137,8
984	54,4	5,4	11,5	4,7	2,1	138,1
2013	60,7	5,8	11,8	5,2	2,3	147,8
3088	66,6	6,2	13,0	5,5	2,2	159,3
4197	74,7	6,8	13,6	6,1	2,5	174,0
5302	82,8	7,5	14,8	7,0	2,7	187,6
6497	93,5	8,0	15,4	7,3	2,8	206,2

Coefficiente	C. Total	K	U	Th	U up
<i>a (cps)</i>	45,85	5,82	1,69	0,94	1,23
<i>b</i>	1,7111	0,1047	0,0684	0,0697	0,0169

Tabela 24 - Resultados Obtidos no Vôo Cósmico PT-WOU

Altitude (pés)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (cps)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
522	53,4	6,4	17,9	4,9	3,2	158,0
1007	56,1	6,5	18,2	5,0	3,2	160,0
2067	62,1	6,8	18,5	5,7	3,4	169,0
3192	69,0	7,1	19,2	6,1	3,6	179,0
4206	76,5	7,8	20,0	6,6	3,7	190,0
5262	87,5	8,1	20,4	7,4	3,9	203,0
6214	97,1	8,7	21,4	8,1	4,3	215,0

Coefficiente	C. Total	K	U	Th	U up
<i>a (cps)</i>	84,67	13,78	3,51	0,93	1,96
<i>b</i>	1,3615	0,0780	0,0534	0,0743	0,0229

Tabela 25 - Resultados Obtidos no Vôo Cósmico PT-LMK

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

Este teste envolve uma série de passagens consecutivas sobre a pista de calibração dinâmica definida pela CPRM em Maricá (RJ), com passagens sucessivas nas alturas de 200 até 900 pés, com incrementos de 100 pés, e duas passagens a 300 pés, correspondente à altura padrão do levantamento (100 m). Na sequência dos perfis também são realizadas passagens sobre a Lagoa de Maricá na mesma altura de vôo observada sobre a pista de calibração dinâmica, com vistas à determinação do *background*.

A calibração dinâmica tem por finalidade a correlação entre as medições feitas em terra (com intervalos de 50 m entre estações, com emprego de gamaespectrômetro portátil Exploranium Modelo GR-320), com as leituras registradas pelo sistema detector da aeronave na altura de 100 m (± 300 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 (Anexos I-d.1, I-d.2 e I-d.3, respectivamente para as aeronaves de prefixos PT-WQT, PT-WOU e PT-LMK).

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 (Anexos I-e.1, I-e.2 e I-e.3, respectivamente para as aeronaves de prefixos PT-WQT, PT-WOU e PT-LMK).

2.3.6. Calibração dos Detectores *Upward Looking*

A calibração dos detectores aerogamaespectrométricos voltados para cima tem por finalidade estabelecer a relação entre as contagens observadas nos canais de contagem total, potássio, urânio e tório, medidas nos detectores normais da aeronave, com aquelas registradas pelo detector *upward*, resultantes da presença de radônio disperso no ar. Tal relação se expressa por um conjunto de coeficientes obtidos a partir de dados de vôos realizados sobre a água, ou a altura elevada, onde não exista qualquer influência de radiações provenientes do solo. Para tanto, foram utilizados os dados dos testes *high level*, ou *background*, onde são registrados perfis diários na altura de 2.500 pés (Anexos I-c.1, I-c.2 e I-c.3, respectivamente para as aeronaves de prefixos PT-WQT, PT-WOU e PT-LMK).

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

2.4 Compilação de Dados

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

- a) Transferência das leituras do magnetômetro terrestre para o computador de campo para processamento da variação diurna de acordo com o gradiente fixado no contrato, qual seja: 4 nT/ min;
- b) Processamento dos arquivos de posicionamento GPS para aplicação da correção diferencial via pós-processamento a partir da leitura dos arquivos obtidos na estação fixa instalada na base de operações;
- c) Leitura dos arquivos dos vôos das aeronaves e transferência dos dados coletados para o computador de campo, para fins de verificação da qualidade da gravação e análise dos perfis coletados, no que se refere a: desvios na altura de vôo, envoltória de ruídos, desvios de navegação, etc., estabelecidos, respectivamente em: 15 m para mais ou para menos, 0,5 nT e 100 m em relação à linha teórica;
- d) Geração das plotagens dos traços das linhas de vôo e de controle, corrigidos diferencialmente, em superposição ao plano de vôo para identificação dos possíveis trechos desviados em mais de 30% do espaçamento teórico (150 m) por mais de 1000 m;
- e) Verificação da qualidade da gravação, em vídeo, do trajeto percorrido pela aeronave;

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

- Microcomputadores PC Pentium;
- Impressora matricial Epson modelo 870;
- Sistema de TV/Vídeo Panasonic.

2.5 Equipe Técnica na Base de Operações

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

Albary de Castro Telles	- Supervisor de Aquisição de Dados
Carlos Augusto de Carvalho	- Chefe de Equipe/ <i>Dataman</i> (PT-WQT)
Márcio Marques	- Chefe de Equipe/ <i>Dataman</i> (PT-WQT)
Edson Rangel de Lima	- Chefe de Equipe/ <i>Dataman</i> (PT-WOU)
Kellerman Novaes	- Chefe de Equipe/ <i>Dataman</i> (PT-WOU)
George Lev	- Chefe de Equipe/ <i>Dataman</i> (PT-LMK)
Roberto Zanon	- Chefe de Equipe/ <i>Dataman</i> (PT-LMK)
Altair Delfino	- Piloto (PT-WQT)
Antonio Pedro da Corte	- Piloto (PT-WQT)
Mark Willinston	- Piloto (PT-WQT)
Maurício Vasconcelos	- Piloto (PT-WQT)

Mayk Motta A. Nascimento	- Piloto (PT-WOU)
Serafim Cunha Barreiros	- Piloto (PT-WOU)
Ranilson Matos Costa	- Piloto (PT-LMK)
Wilkes Lopes de Souza	- Piloto (PT-LMK)
Antonio Fonseca	- Operador (PT-WQT)
Roberto Cláudio Araújo	- Operador (PT-WQT)
Arthur Brans	- Operador (PT-WOU)
Almir de Lima	- Operador (PT-LMK)
Rafael Orlando de Oliveira	- Operador (PT-LMK)
Miroslav Budizynsk	- Mecânico (PT-WQT)
Eliziário Ozias	- Mecânico (PT-WOU)
José Antônio Nascimento	- Mecânico (PT-WOU)
José P. de Carvalho Filho	- Mecânico (PT-LMK)

3. PROCESSAMENTO DE DADOS

3.1 Fluxo de Processamento

No processamento de dados do Projeto Aerogeofísico Província Mineral Parima-Uraricoera foi empregada a versão OASIS MONTAJ 5.08 do sistema GEOSOFT, além das rotinas de pré-processamento proprietárias, que permitem a exportação do dado binário coletado em vôo, para formato ASCII XYZ Geosoft. A Figura 12, no final do capítulo, mostra o fluxo de processamento utilizado para o levantamento.

3.1.1 Preparação do Banco de Dados do Levantamento

Os dados brutos gravados em formato binário na aeronave são convertidos para ASCII e regravados em formato .XYZ GEOSOFT. A partir destes arquivos é, então, gerado o banco de dados OASIS MONTAJ, onde estão agrupadas informações de posicionamento corrigidas e todos os demais canais de informação registrados a bordo da aeronave, quais sejam: intensidade total do campo magnético, valores dos canais radiométricos, altura e altitude de vôo, temperatura, etc.

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

3.1.2 Processamento dos Dados Magnéticos

3.1.2.1 Remoção da Variação Magnética Diurna

Os valores obtidos pelo magnetômetro monitor foram inicialmente subtraídos do nível base, definidos pela Tabela 26. As diferenças encontradas, positivas ou negativas, foram, então, somadas algebricamente às leituras do campo magnético realizadas a bordo da aeronave, tendo como variável comum a hora de amostragem, fixada com precisão de décimos de segundo. Os valores resultantes correspondem à intensidade total do campo magnético corrigido da variação diurna.

Aeronave	Valor Médio Obtido
PT-WQT	29.986 nT
PT-WOU	30.055 nT
PT-LMK	30.138 nT

Tabela 26 – Valores Médios Obtidos pelo Magnetômetro Monitor

3.1.2.2 Correção do Erro de Paralaxe

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

A fórmula utilizada é a seguinte:

Fc = Fr - Ip, onde

Fc = Fiducial corrigida do erro paralaxe,

Fr = Fiducial para a leitura registrada,

Ip = Paralaxe instrumental.

A correção aplicada a todas as amostras da aeronave PT-WQT correspondeu a 0,30 segundo, da aeronave PT-WOU correspondeu a 0,20 segundo e para a aeronave PT-LMK correspondeu a 0,55 segundo.

3.1.2.3 Correção Altimétrica (*Draping Correction*)

Em levantamentos aeromagnéticos, fatores operacionais como clima (ventos), topografia acidentada e ascensões e mergulhos abruptos da aeronave, podem resultar em algumas linhas voadas em alturas significativamente diferentes da altura nominal do aerolevante. Tais mudanças na distância entre o sensor e a fonte magnética geram atenuações variáveis no campo magnético e resultam em anomalias espúrias orientadas ao longo das linhas de vôo.

A rotina de processamento utilizada efetua continuações para cima e para baixo utilizando os dados na forma de perfil, pelo método da série de Taylor (Pilkington, M. e Thurston, J., 2001), utilizando os dados do radar altímetro como referência.

Esta metodologia revelou-se superior aos métodos que atuam sobre os dados em malha (*grid*), por evitar os erros introduzidos pelo processo de interpolação entre linhas adjacentes voadas a diferentes alturas. A alta resolução das leituras ao longo das linhas é também preservada aplicando-se a correção a cada perfil separadamente.

Para evitar reverberações (*ringing*) típicas da continuação para baixo, foi aplicado filtro passa-baixa do tipo cosseno “*roll-off*” ao perfil da correção altimétrica, antes da aplicação dessa correção aos dados originais. O filtro aplicado teve *cut-off* de 250m.

3.1.2.4 Nivelamento dos Perfis

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

O procedimento compreende duas etapas distintas, conforme a seguir:

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

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

Nesta fase é criada uma Tabela de Interseções que contém as diferenças entre as linhas de controle niveladas e a linhas de vôo nos pontos de cruzamento. Tal procedimento é conduzido pelo comando XLEVEL GX. Estes valores são armazenados no banco de dados e utilizados no cálculo das correções a serem aplicadas às linhas de vôo. Os cruzamentos onde o gradiente magnético excedeu a 0,5 nT/fiducial (0,008 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 permitiu ainda o exame visual da Tabela de Interseções, possibilitando sua edição manual quando necessário. Por exemplo, a linha nivelada pode ser comparada a sua versão obtida em diferentes estágios do processo.

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 do filtro passa-alta tipo Butterworth (comprimento de onda da ordem de 4 vezes o espaçamento das linhas de vôo), atuando na direção das linhas de vôo e perpendicularmente a elas, seguindo-se, então, a criação de um *grid* final decorrugado, que resultará do somatório dos *grids* produzidos em etapas distintas. Este último, subtraído de um *grid* normal irá, por sua vez, expressar o erro de nivelamento a ser subtraído aos dados pré-nivelados conforme o procedimento inicial acima.

3.1.2.5 Remoção do IGRF

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

$$T(\text{nT}) = A00 + A10DE + A01DN + A11DEDN + A20DE2 + A02AN2$$

Esta superfície foi definida com base no valor do IGRF, calculado na altitude média da região do levantamento (900 m) para cinco pontos distribuídos no interior da área, referidos ao ano de 2000 e atualizados para a data de 01/05/2000 (2000,25).

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

3.1.2.6 Nivelamento Magnetométrico das Aeronaves

Ao término do processo de nivelamento, as áreas voadas por cada aeronave foram unificadas em um só *grid* tendo sido verificado a necessidade de um ajuste entre as três aeronaves. Deste modo foi diminuído 85,433 nT do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF) nos dados da aeronave PT-WOU e diminuído 92,860 nT nos mesmos dados da aeronave PT-LMK. Atribui-se estes ajustes às pequenas diferenças entre sensores e, principalmente, a posição dos magnetômetros de base. A aeronave PT-WQT foi escolhida como base deste ajuste, visto que foi a aeronave que cobriu a maior parte do levantamento.

3.1.3 Processamento dos Dados Radiométricos

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 é aplicada no processamento para fazer o ajuste das contagens para intervalos fixos de 1 segundo. Todos os dados das janelas da Contagem Total, Potássio, Tório, Urânio e Urânio *upward* foram corrigidos desse efeito através da fórmula:

$$N = n / (1 - tm);$$

Onde **N** = contagens corrigidas em cada segundo

n = total de contagens processadas no segundo

tm = Tempo Morto registrado pelo instrumento

A correção do tempo morto não é aplicada para o sistema PGAM-1000, utilizado pelas aeronaves PT-WOU e PT-LMK, por tratar-se de sistema autocalibrável onde são utilizados conversores analógico-digitais associados a cada um dos cristais detectores. Tal característica do gamaespectrômetro PGAM-1000 torna o valor do tempo morto muito pequeno, sendo considerado desprezível no processamento.

3.1.3.2 Aplicação de Filtragem

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

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

- Filtragem não linear permite a remoção de *spikes* nos dados e a compensação de variações abruptas do radar altímetro;

- Filtragem do tipo passa-baixa reduz o erro estatístico nos dados da radiação cósmica, suaviza o comportamento do radônio. Opcionalmente, é aplicado aos demais canais radiométricos com objetivos específicos, como o cálculo das razões radiométricas.

3.1.3.3 Correção do Erro de Paralaxe

O erro de paralaxe também é observado com os dados radiométricos e corresponde à defasagem nos tempos de medição do gamaespectrômetro com o sistema de posicionamento. Assim, o erro de paralaxe foi determinado seguindo o mesmo procedimento previsto no item 3.1.2.2 acima, com aplicação da fórmula:

Fc = Fr - Ip, onde

Fc = Fiducial corrigida do erro de paralaxe,

Fr = Fiducial para a leitura registrada,

Ip = Paralaxe instrumental.

A correção aplicada a todas amostras do gamaespectrômetro correspondeu a 1,0 segundo para as aeronave PT-LMK e PT-WOU e 0,0 segundo para a aeronave PT-WQT.

3.1.3.4 Cálculo da Altura Efetiva (he) de Vôo

A altura de vôo foi ajustada com base na temperatura e pressão ambientais utilizando-se da fórmula:

he = h (273,15/T+273,15) x (P/1.013,25), sendo:

h - altura de vôo medida pelo radar altímetro,

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 dos *Backgrounds* da Aeronave e Cósmico

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

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

N = a + bC, onde:

N - somatório das duas contribuições (em cps),

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

C - canal de radiação cósmica,

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

Os coeficientes aplicados aos dados (Tabelas 23, 24 e 25 – *Background* da Aeronave e *Cosmic Stripping Ratios*, item 2.3.5) foram aqueles definidos pelo vôo cósmico sobre o mar, em área distante da costa do Pará cerca de 50 km, cujos gráficos estão indicados no Anexo I-b.

3.1.3.6 Cálculo 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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- $u_r = a_u U_r + b_u$,
- $K_r = a_k U_r + b_k$,
- $T_r = a_t U_r + b_t$,
- $TC_r = a_{tc} U_r + b_{tc}$, onde:

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

No cálculo dos coeficientes a_k, a_u, a_t e a_{tc} (Tabelas 27, 28 e 29) foram utilizados os valores calculados a partir dos testes de *high level*. Os gráficos correspondentes a estes cálculos encontram no Anexo I-c.

CANAL	COEFICIENTE	VALOR OBTIDO
Contagem Total	a_{tc}	13,8440
Potássio	a_k	0,8152
Urânio	a_u	0,1863
Tório	a_t	0,1219

Tabela 27 - Constantes de Calibração do Radônio – PT-WQT

CANAL	COEFICIENTE	VALOR OBTIDO
Contagem Total	a_{tc}	14,7500
Potássio	a_k	0,8433
Urânio	a_u	0,2418
Tório	a_t	0,1773

Tabela 28 - Constantes de Calibração do Radônio – PT-WOU

CANAL	COEFICIENTE	VALOR OBTIDO
Contagem Total	a_{tc}	14,7980
Potássio	a_k	0,8196
Urânio	a_u	0,3096
Tório	a_t	0,1108

Tabela 29 - Constantes de Calibração do Radônio – PT-LMK

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

Estes coeficientes relacionam a contribuição das radiações de urânio e tório provenientes do terreno que influenciam as contagens do urânio no detector *upward*. Admitindo-se que tais contribuições variem linearmente com as contagens destas mesmas radiações nas janelas de urânio e tório, nos detectores voltados para baixo, a estimativa destes coeficientes emprega a expressão geral $u_g = a_1 U_g + a_2 T_g$, onde:

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

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

T_g - contribuição do solo na janela do tório;

a_1 e a_2 - constantes de calibração requeridas.

Para estimativa dos coeficientes *skyshine*, será adotado ao final do projeto, o procedimento simplificado, recomendado pelo Dr. Robert Grasty (Grasty & Hovgaard, 1996). Este procedimento emprega a totalidade dos dados dos canais de urânio *up* e *down* do levantamento, para obtenção de a_1 , assumindo que o valor de a_2 é igual a zero, qual seja:

$$a_1 = (\sum u_n - u_{n+m}) / (\sum U_n - U_{n+m}), \text{ sendo:}$$

n e $n+m$ os índices de amostras subsequentes, associadas aos canais de urânio *up* (u) e *down* (U). Como estes somatórios levam em conta valores absolutos, o canal de contagem total é utilizado para indicar a tendência crescente ou decrescente das radiações.

O valor obtido para a_1 no levantamento em pauta foi de 0,044 para aeronave PT-WQT, 0,064 para a aeronave PT-WOU e 0,085 para a aeronave PT-LMK.

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 22 – Coeficientes de Espalhamento Compton, apresentada no item 2.3.5. Maior detalhamento deste teste está presente no Anexo I-a.

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):

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

N_H é a radiação à distância H da fonte,

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

μ é o coeficiente de atenuação atmosférica,

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

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

que é a equação de uma reta de coeficiente angular $-\mu$ e coeficiente linear $\ln(N_o)$. Na determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) para cada um dos canais radiométricos foram utilizados os valores apresentados nas Tabelas 30, 31 e 32 obtidos durante os testes realizados em Maricá (RJ). Os gráficos apresentando a correlação logarítmica entre as contagens e a altura de vôo encontram-se no Anexo I-e.

Canal Radiométrico	μ em m⁻¹
Contagem Total	-0,0071
Potássio	-0,0090
Urânio	-0,0078
Tório	-0,0071

Tabela 30 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica – PT-WQT

Canal Radiométrico	μ em m⁻¹
Contagem Total	-0,0069
Potássio	-0,0076
Urânio	-0,0062
Tório	-0,0070

Tabela 31 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica – PT-WOU

Canal Radiométrico	μ em m⁻¹
Contagem Total	-0,0066
Potássio	-0,0072
Urânio	-0,0059
Tório	-0,0067

Tabela 32 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica – PT-LMK

Durante a execução do levantamento determinados trechos de linhas de vôo tiveram que ser sobrevoados com altura de vôo superior a cláusula contratual de 100 m devido às condições topográficas da região e a própria segurança da aeronave. Os pontos onde a altura de vôo excedeu a 200 m foram considerados com altura de vôo igual a 200 m. (IAEA – *Technical Report N°323 - Vienna, 1991*). A Figura 11 mostra o mapa da área do projeto, ressaltando as regiões onde a aeronave excedeu ao limite de 200 m.

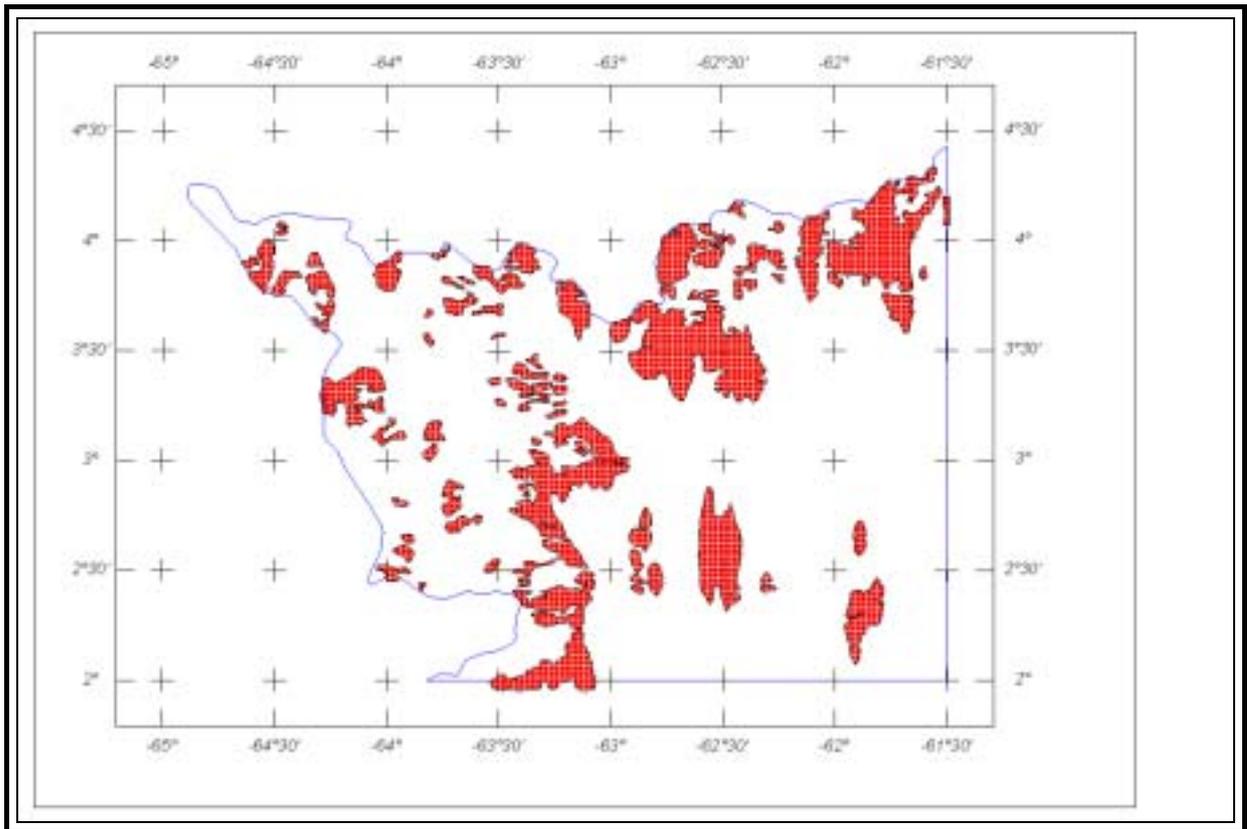


Figura 11 - Áreas com Altura de Vôo Acima de 200 m

3.1.3.10 Conversão para Concentração de Elementos

A sensibilidade dos detectores das aeronaves para as janelas do potássio, urânio e tório foi determinada com base na razão entre as medições efetuadas a bordo (N) e em terra (C), através do teste de calibração dinâmica (*Dynamic Calibration Range*), com a aplicação da expressão:

$S = N/C$, onde:

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

As Tabelas 33, 34 e 35 a seguir correspondem às constantes de sensibilidade dos detectores voltados para baixo analisados - volumes de 42 litros (aeronave PT-WQT) e 33,6 litros (aeronaves PT-WOU e PT-LMK) - tomando por base a altura de vôo de 100 m sobre o terreno.

CANAL	SENSIBILIDADE
CT	206,38 cps/ μ R/h CT
K	75,50 cps / %K
U	12,80 cps / ppm eU
Th	4,37 cps/ppm eTh

Tabela 33 - Constantes de Sensibilidade – PT-WQT

CANAL	SENSIBILIDADE
CT	96,50 cps/ μ R/h CT
K	26,01 cps / %K
U	15,88 cps / ppm eU
Th	3,07 cps/ppm eTh

Tabela 34 - Constantes de Sensibilidade – PT-WOU

CANAL	SENSIBILIDADE
CT	82,79 cps/ μ R/h CT
K	28,22 cps / %K
U	4,22 cps / ppm eU
Th	2,70 cps/ppm eTh

Tabela 35 - Constantes de Sensibilidade – PT-LMK

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

$E = 1,505K + 0,653eU + 0,287eTh$, onde **K**, **eU** e **eTh** correspondem às concentrações aparentes destes elementos definidas em terra, quando do levantamento da pista de calibração dinâmica. O valor da concentração determinado para o canal de contagem total foi de e de **14,93 μ R/h** para a aeronave PT-WQT, **13,19 μ R/h** para a aeronave PT-WOU e **15,69 μ R/h** para a aeronave PT-LMK.

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 (“Resumo do Processo de Calibração dos Gamaespectrômetros”) apresentado no Anexo I-d.

3.1.3.11 Nivelamento Radiométrico das Aeronaves

Tal como nos dados magnetométricos, também foi necessário um ajuste entre as aeronaves ao término do processamento radiométrico. Foram ajustados proporcionalmente os três elementos (K, U e Th) para as três aeronaves (PT-WQT 2ª fase, PT-WOU e PT-LMK). Tomou-se como base para o ajuste a aeronave PT-WQT, uma vez que a mesma estava equipada com detectores de maior capacidade e por ter executado uma cobertura maior do projeto. As constantes de multiplicação estão apresentadas na Tabela 36.

Aeronave	K	U	Th
PT-WQT (2ª Fase)*	0,95	0,78	0,90
PT-WOU	0,60	2,00	1,20
PT-LMK	0,60	0,435	1,30

* de 27/01/01 a 17/04/01 do voo 318 ao 390

Tabela 36 – Constantes de Ajuste Radiométrico entre as Aeronaves

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

As razões foram calculadas a partir dos valores radiométricos corrigidos, conforme descrito no item 3.1.3 deste capítulo. Para eliminação de indeterminações, ou incorreções devidas a valores anormalmente baixos, foi convencionada a fixação dos valores mínimos de K, U e Th em 5% da média destes canais na área de levantamento. A Tabela 37, a seguir, resume os valores utilizados:

Canal	Valor Mínimo
K (%)	0,0199
eU (ppm)	0,0618
eTh (ppm)	0,6126

Tabela 37 - Valores Mínimos para Cálculo das Razões Radiométricas

3.2 Interpolação e Contorno

A seleção da coluna Z relativa à variável a ser *gridada* (campo magnético ou canal radiométrico) produzirá um arquivo do tipo .GRD. O programa RANGRID interpola dados distribuídos em perfis, paralelos ou sub-paralelos, usando *Akima Splines* para interpolar amostras nos pontos *grid* na direção perpendicular às linhas de voo. Na direção de voo o processo de interpolação é linear. Este processo leva em conta a extensão lateral das feições mapeadas, observando-se forte correlação entre perfis laterais.

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

3.3 Arquivo Final de Dados

Os dados finais dos perfis do levantamento foram gravados em CD-ROM, em arquivos ASCII, nos formatos XYZ, da GEOSOFT, e no formato específico da CPRM, contendo as seguintes informações:

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

Todos os dados dos cruzamentos entre linhas de vôo e linhas de controle, arquivos digitais em malha quadrada e de plotagem dos mapas apresentados, bem como o presente relatório em formato MS WORD 97 foram gravados em CD-ROM, descrito no item 5.7 deste relatório.

3.4 Equipe Envolvida no Processamento dos Dados

Participaram dos trabalhos de processamento os seguintes técnicos:

- César Marinho Costa - Supervisor de Processamento de Dados,
- Maria Filipa Perez da Gama - Geofísica.

A direção geral das operações no Projeto Aerogeofísico Província Mineral Parima-Uraricoera esteve a cargo do geólogo Jorge Dagoberto Hildenbrand.

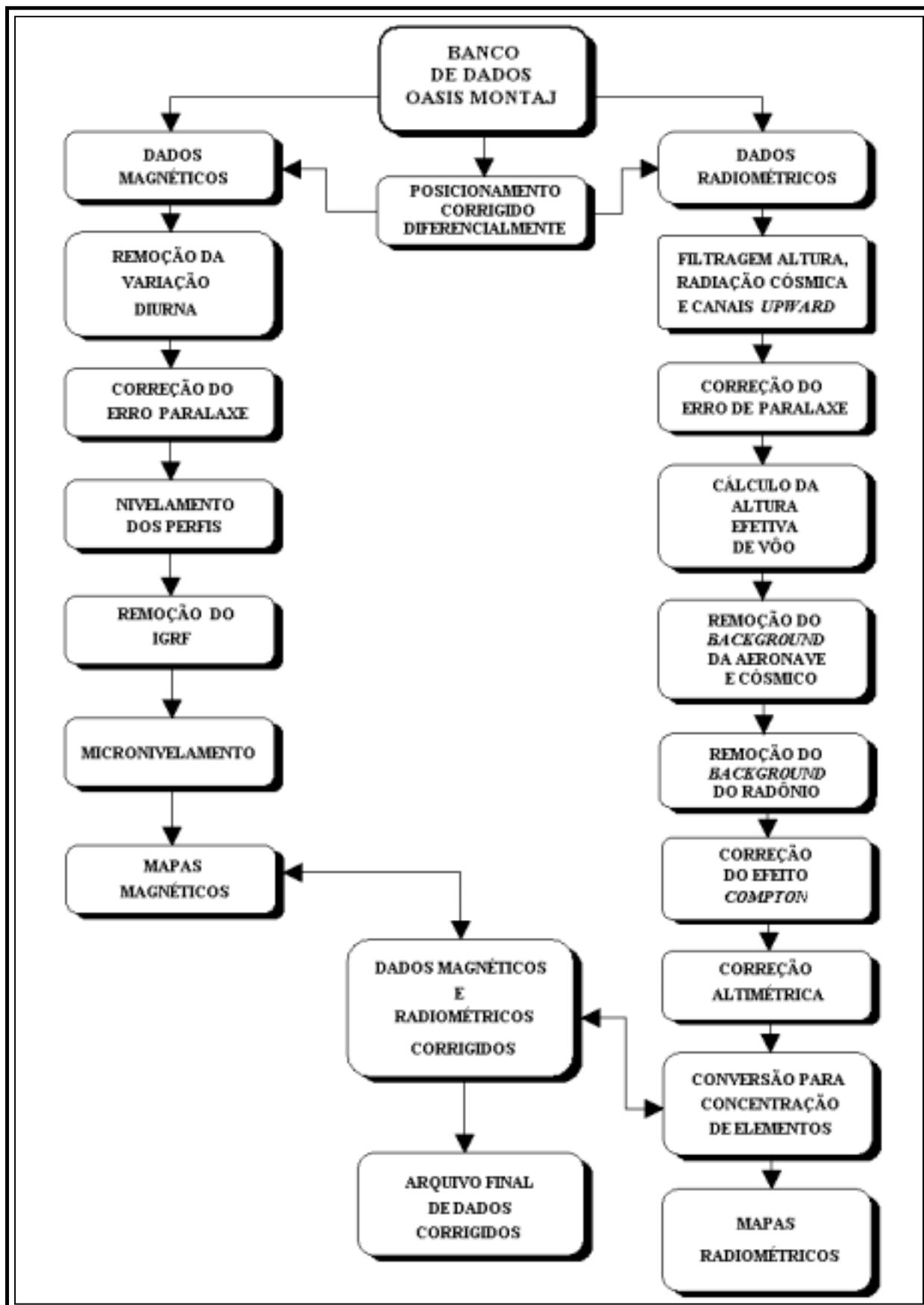


Figura 12 - Fluxograma do Processamento de Dados

4. CRONOGRAMA GERAL DAS OPERAÇÕES

O levantamento do Projeto Aerogeofísico Província Mineral Parima-Uraricoera foi executado em dois períodos: de 10 de março a 15 de julho de 2000 e de 27 de janeiro a 17 de abril de 2001. Os trabalhos de aquisição foram interrompidos devido a condições meteorológicas adversas.

O processamento dos dados e elaboração do relatório final tiveram início logo após o término da fase de aquisição, e foram concluídos em 20/08/2001.

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

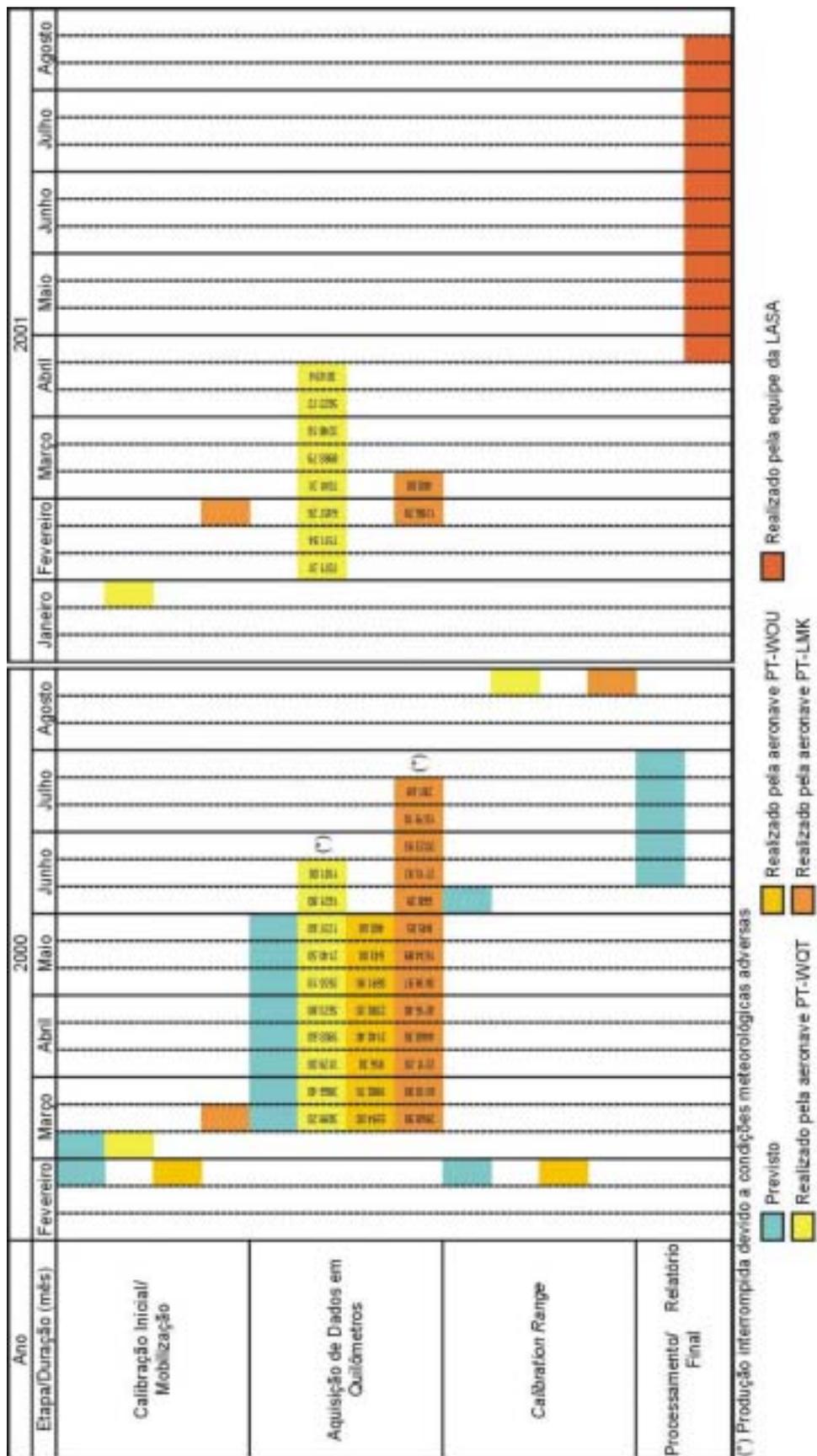


Figura 13 – Cronograma Geral das Operações

5. PRODUTOS FINAIS

Os produtos finais relativos ao Projeto Aerogeofísico Província Mineral Parima-Uraricoera estão sendo apresentados, na forma de mapas, nas escalas 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000 que seguem em anexo ao presente relatório. Os resultados na forma de mapas são acompanhados dos arquivos digitais finais do levantamento, gravados em CD-ROM, em formatos ASCII, GEOSOFT e HPGL.

Os mapas foram elaborados de acordo com as especificações do Manual Técnico do DNPM. As informações geofísicas estão superpostas à rede de projeção UTM, traçada com retículas de 8 cm (40 km em 1:500.000, 20 km em 1:250.000 e 8 km em 1:100.000), à rede geográfica, indicada por cruzetas dispostas a cada 10, 15 e 30 minutos, respectivamente para as escalas 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000 e as informações planimétricas, obtidas por digitalização dos acidentes geográficos contidos nos mosaicos radargramétricos (Projeto RADAM) disponíveis na área do levantamento. As folhas confeccionadas na escala 1:500.000 englobam toda a área do Projeto de forma integrada em uma única folha.

A Figura 14 comporta a articulação das folhas relativas aos mapas apresentados na escala 1:100.000 e a Figura 15 as articulações na escala 1:250.000.

A Tabela 38 abaixo apresenta os diversos tipos de mapas apresentados e suas características:

TEMA	PADRÃO (1:100.000)	PADRÃO (1:250.000)	INTEGRADO (1:500.000)
Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem
1a. Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem sombreada (pseudo-iluminação)
Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem sombreada (pseudo-iluminação)
Radiométrico de Contagem Total	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem
Radiométrico de Potássio	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem
Radiométrico de Urânio	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem
Radiométrico de Tório	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem
Razão Radiométrica eU/eTh	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem
Razão Radiométrica eU/K	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem
Razão Radiométrica eTh/K	Contorno, imagem e planimetria	Contorno, imagem e planimetria	Imagem
Radiométrico Ternário	-	Imagem	Imagem
Traços de Linha Vôo (Mapa Digital)	Traços de vôo e planimetria	-	-
Modelo Digital do Terreno (Mapa Digital)	-	-	Imagem

Tabela 38 – Características da Apresentação dos Mapas Aerogeofísicos

As especificações dos intervalos de contorno utilizados nos mapas aerogeofísicos constam da Tabela 39 a seguir:

TEMA	1:100.000	1:250.000
Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	5, 25 e 100 nT	25 e 100 nT
1a.Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	0,01; 0,05 e 0,25 nT/m	0,05 e 0,25 nT/m
Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	0,01; 0,05 e 0,25 nT/m	0,05 e 0,25 nT/m
Radiométrico de Contagem Total	0,2; 1,0 e 50 μ R/h	1,0 e 50 μ R/h
Radiométrico de Potássio	0,05; 0,25 e 1,00 %	0,25 e 1,00 %
Radiométrico de Urânio	0,1; 0,5 e 2,5 ppm	0,5 e 2,5 ppm
Radiométrico de Tório	1, 5 e 25 ppm	5 e 25 ppm
Razão Radiométrica eU/eTh	0,01; 0,05 e 0,10	0,05 e 0,10
Razão Radiométrica eU/K	1, 5 e 10	5 e 10
Razão Radiométrica eTh/K	1, 5 e 25	5 e 25

Tabela 39 – Características dos Intervalos de Contorno dos Mapas Aerogeofísicos

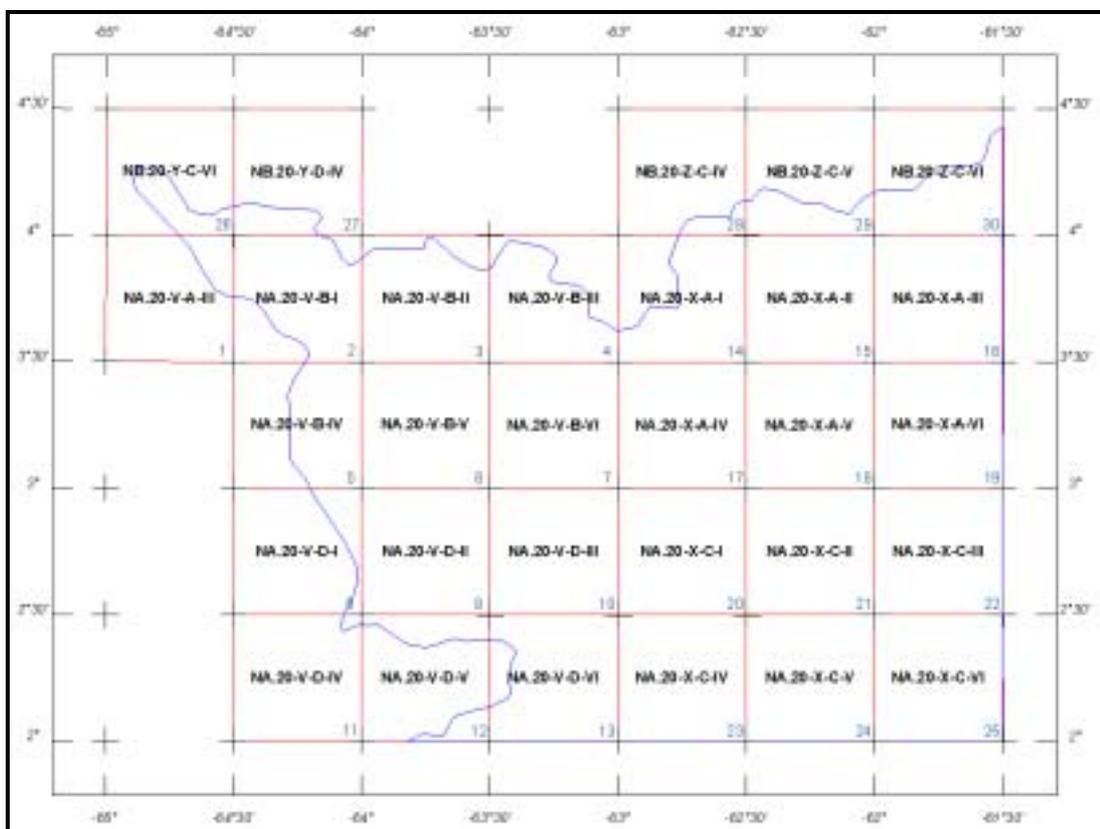


Figura 14 – Articulação das Folhas na Escala 1:100.000

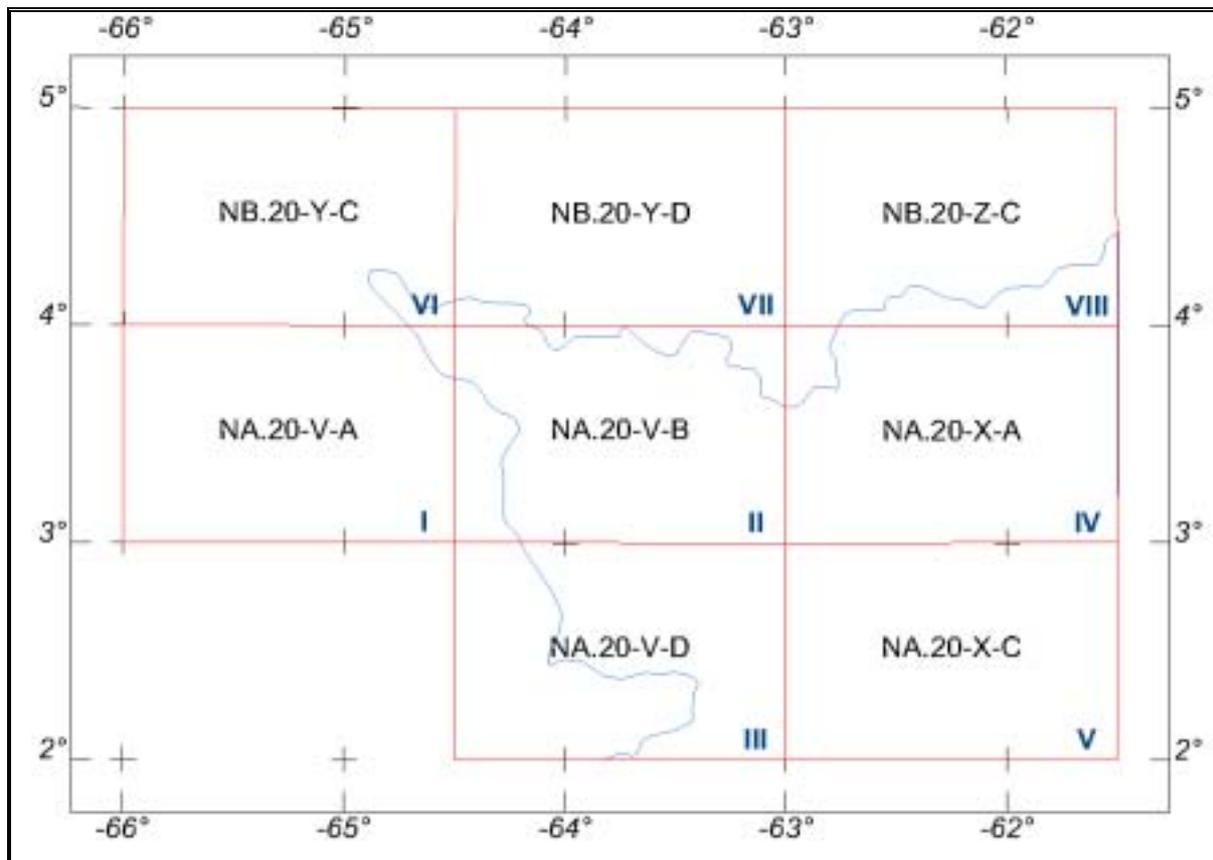


Figura 15 – Articulação das Folhas na Escala 1:250.000

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

Os mapas magnetométricos, na escala 1:100.000, foram elaborados na forma de imagem colorida, com traços de contorno superpostos. Na escala 1:250.000, o mapa do Campo Magnético Total foi elaborado também na forma de imagem colorida, com traços de contorno superpostos, e os mapas da 1.ª Derivada Vertical e Sinal Analítico foram elaborados na forma de pseudo-iluminação projetada perpendicularmente às estruturas principais definidas pela magnetometria. Nos mapas de pseudo-iluminação foram adotados o azimute de 45° e o ângulo de 45° para a inclinação da fonte de iluminação aplicada.

Na escala 1:100.000 a imagem colorida se superpõe às curvas de isovalores e à planimetria básica para todos os temas da magnetometria.

A título de ilustração, os mapas magnetométricos do Campo Total e do Sinal Analítico estão sendo apresentados nas Figuras 16 e 17 respectivamente, com escala reduzida para tamanho A-4. A redução na intensidade da cor expressa menor intensidade magnética.

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. Nestes mapas a imagem se superpõe à planimetria básica e às curvas de contorno.

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

O mapa do canal radiométrico de Contagem Total, elaborado em escala reduzida para tamanho A-4, está sendo apresentado na Figura 18.

5.3 Mapa Radiométrico Ternário

Mapa elaborado apenas na escala 1:250.000, expressa a razão entre os três canais radiométricos, quais sejam: K:U:Th, cujas variações são indicadas por diferentes matizes de cores. As tonalidades variam entre o vermelho (100% K), azul (100% eU) e verde (100% eTh).

O mapa radiométrico ternário, elaborado em escala reduzida para tamanho A-4, está sendo apresentado na Figura 19. Nesta figura a predominância do vermelho indica alta concentração de potássio, enquanto as tonalidades azul e verde estão associadas às presenças de urânio e tório, respectivamente. A cor branca simboliza a presença dos três elementos (K, U, Th) e a cor preta ausência dos três citados elementos.

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

Os mapas das razões foram elaborados a partir das razões das concentrações dos canais radiométricos de potássio, urânio e tório. Nestes mapas a imagem se superpõe à planimetria básica e às curvas de contorno.

O mapa radiométrico da razão tório/potássio, também elaborado em escala reduzida para tamanho A-4, está sendo apresentado na Figura 20.

5.5 Mapa de Traço dos Perfis de Vôo Superposto à Planimetria

Mapa elaborado somente na escala 1:100.000, em formato digital, contém os traços das linhas de vôo superpostos a planimetria básica. As linhas de vôo apresentam-se com sua numeração disposta no início e final de cada segmento de linha no mapa, com fiduciais marcados a cada 10 intervalos e numerados a cada 100 intervalos.

5.6 Relatório Final

O relatório final está sendo apresentado em 28 volumes (Volume I - Texto Técnico e demais como Anexos), em 4 (quatro) vias, contendo a descrição das operações conduzidas no Projeto Aerogeofísico Província Mineral Parima-Uraricoera, e dos procedimentos utilizados no levantamento e no processamento dos dados correspondentes, até a elaboração dos mapas finais, conforme descrito anteriormente.

A título de ilustração foi incorporada ao presente relatório a Figura 21 (“Modelo Digital do Terreno”), a qual apresenta os principais acidentes geográficos da área levantada, obtidos a partir dos dados altimétricos registrados pela aeronave.

O texto deste relatório foi elaborado por César Marinho Costa. A revisão e edição final esteve a cargo de Márcia Reis, Secretária de Operações.

5.7 Arquivos Digitais Finais do Levantamento

Os dados obtidos no levantamento estão sendo apresentados em arquivos digitais do tipo XYZ e no padrão CPRM (perfis e cruzamentos), descritos no Anexo IV. Os dados interpolados em malha quadrada de 125 x 125 m foram gravados no formato GRD da GEOSOFT. Um arquivo descrevendo a gravação está contido nos próprios CD's e apresentado no Anexo III do presente relatório. O dados digitais correspondentes aos mapas foram gravados em arquivos de plotagem, nos formatos HPGL e GEOSOFT MAP. Todas essas informações foram gravadas em 31 CD-ROM's de 650 MB de capacidade.

A listagem fornecida no Anexo V apresenta as linhas de vôo e de controle aprovadas e utilizadas no processamento, organizadas por ordem crescente de numeração.

O texto do presente relatório foi gravado no formato MS WORD 97, em CD-ROM separado.

5.8 Produtos Originais

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

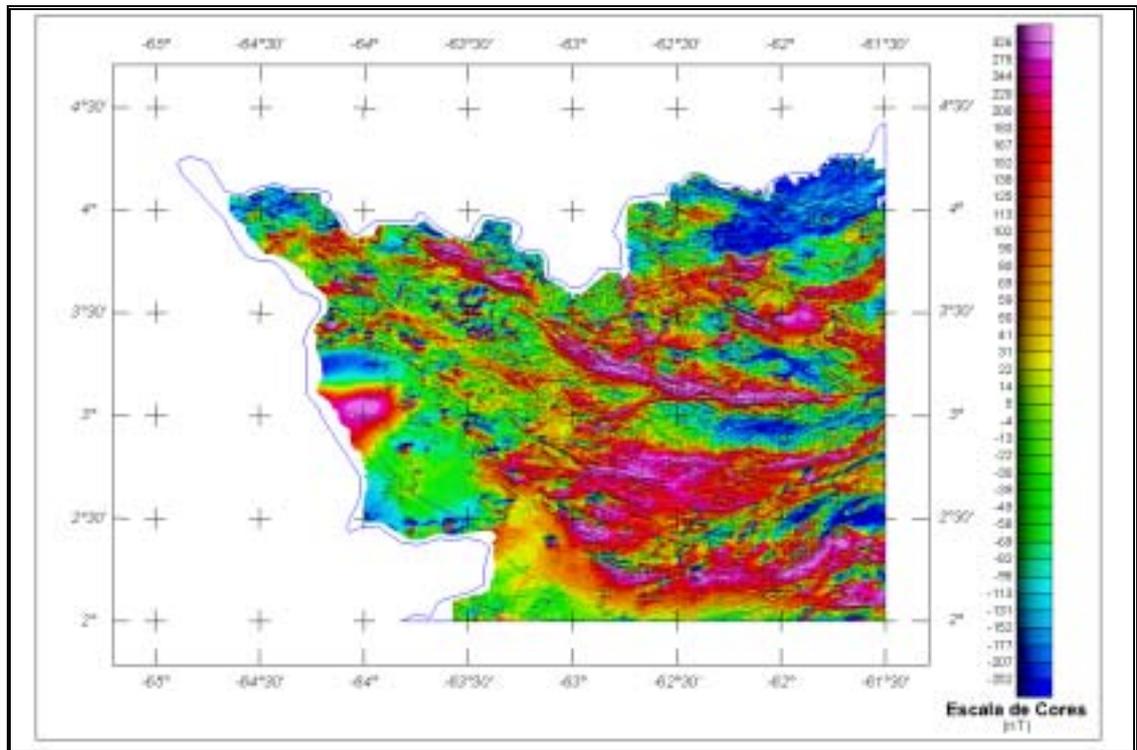


Figura 16 – Mapa Pseudo-Iluminado do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF)
(Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

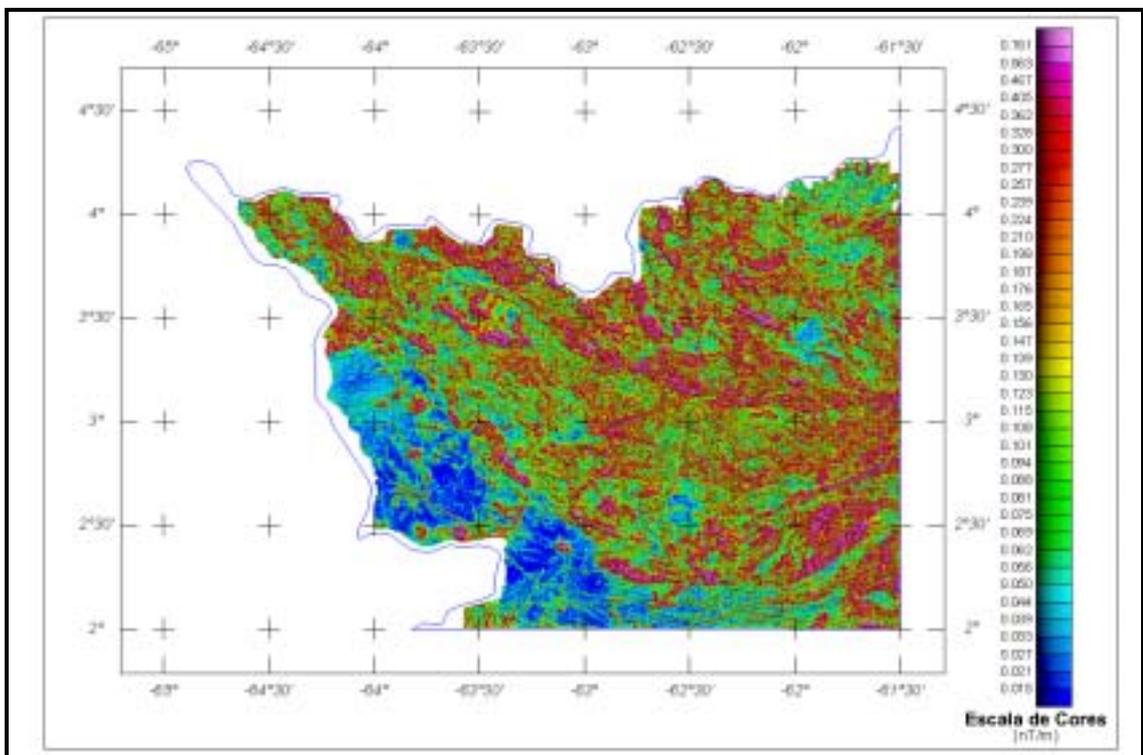


Figura 17 – Mapa do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF)
(Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

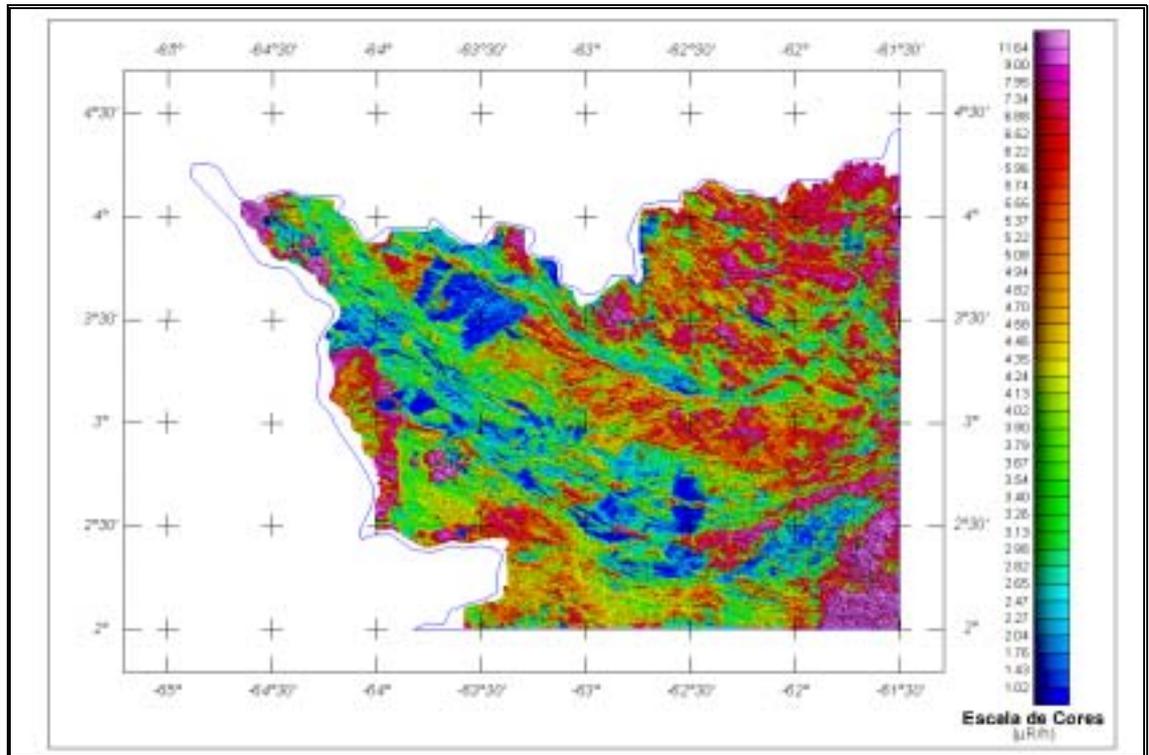


Figura 18 – Mapa Radiométrico da Taxa de Exposição do Canal de Contagem Total
(Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

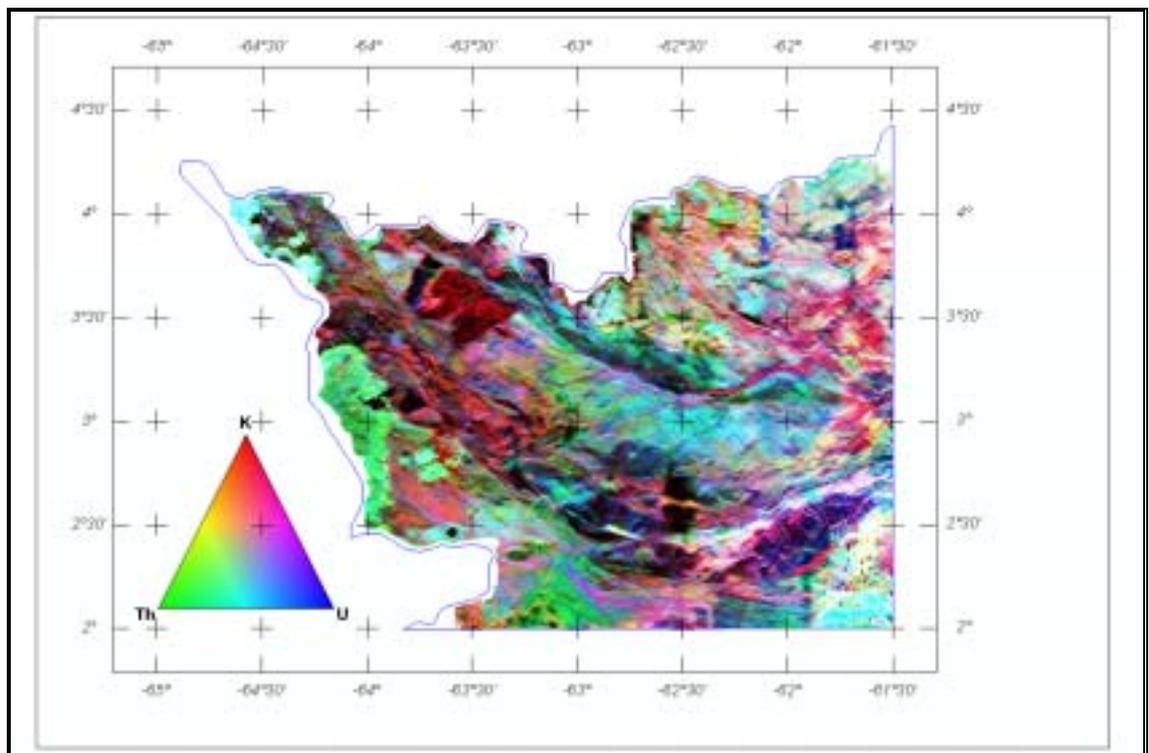


Figura 19 – Mapa Radiométrico Ternário (K-U-Th)

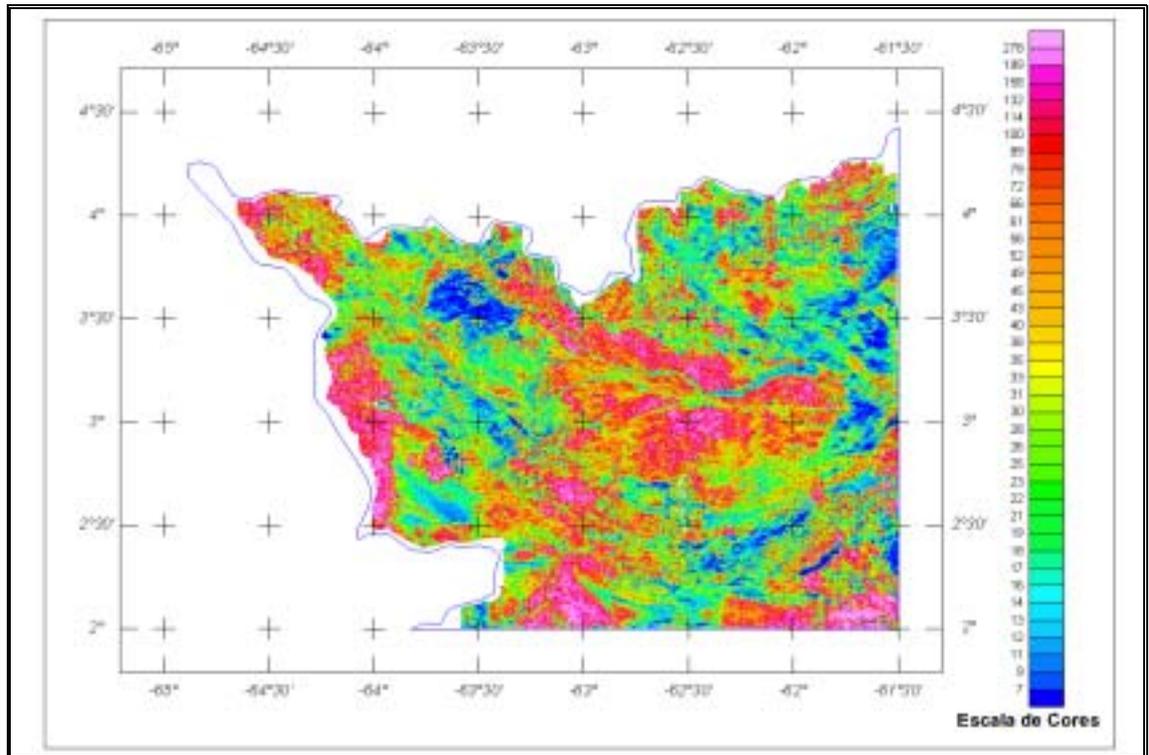


Figura 20 – Mapa Radiométrico da Razão Tório / Potássio
(Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

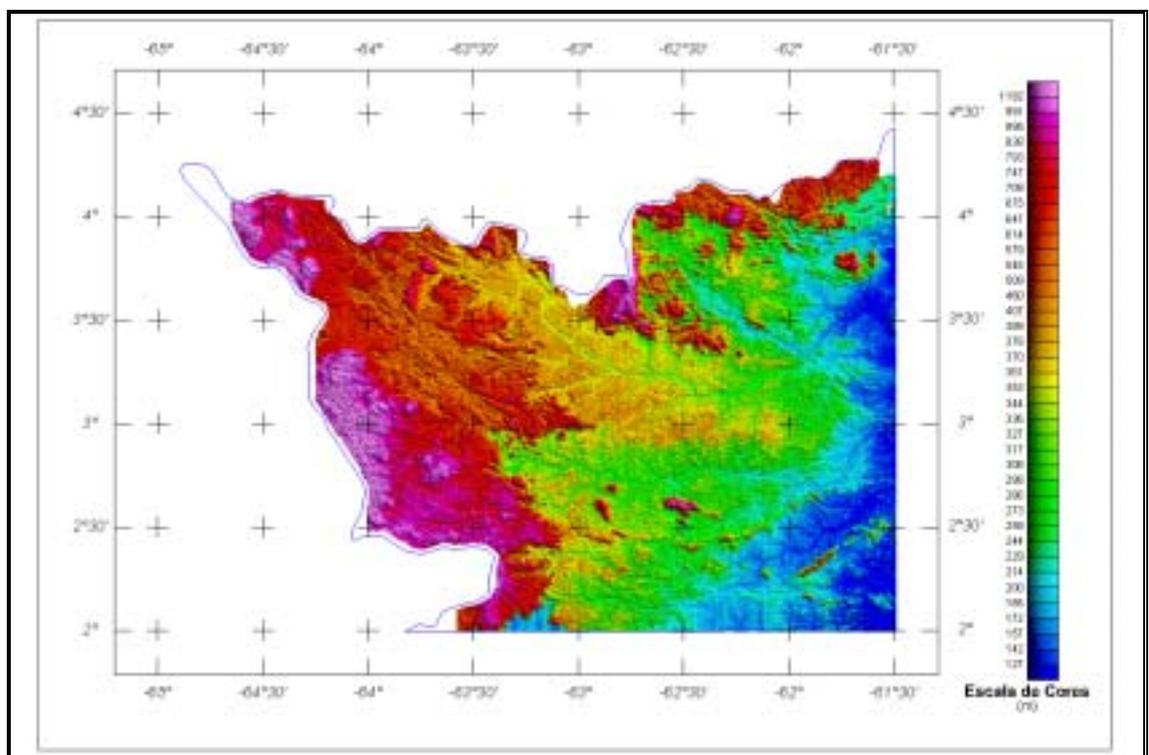


Figura 21 – Mapa do Modelo Digital do Terreno
(Azimute da Fonte Luminosa: 45°; Inclinação: 45°)

6. PARTICIPAÇÃO DA CPRM

Os serviços de aquisição e processamento de dados do projeto foram supervisionados pela Equipe de Fiscalização da CPRM constituída pelos geólogos Luís Marcelo Fontoura Mourão (gerente de contrato), Alexandre Cesar Monteiro, Cláudio Couto Reis e João Santos Costa e pelo técnico Ludwig Zellner.

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

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CPRM - 1999** - Relatório sobre os serviços de geodésia e topografia para locação da linha de calibração dinâmica. Divisão de Cartografia - DICART. Rio de Janeiro, Brasil.
- Ford, K. L. & Santaguida, F. – 1997** – Gamma ray spectrometry as an indicator of potassic alteration zones associated with VHMS mineralization. In Proceedings of Exploration 97: Fourth Decennial International Conference on Mineral Exploration. Toronto, Canada.
- Grasty, R. L. & Minty, B. R. S. - 1995** - A guide to the technical specifications for airborne gamma-ray surveys. AGSO, Australia.
- Grasty, R. L. & Hovgaard, J. - 1996** - The calibration of upward looking detectors in gamma ray surveys. SEG, 66 Annual Meeting Expanded Abstracts, L.A., USA.
- IAEA. - 1991** - Airborne gamma ray spectrometer surveying. International Atomic Energy Agency. Technical Reports Series No. 323. Vienna, Austria.
- Pilkington, M. e Thurston, J., 2001** - Draping Corrections for Aeromagnetic Data: Line Versus Grid-Based Approaches: Exploration Geophysics, Vol 32, no. 2.
- Reeves, C. V., Redford, S. W. & Milligan, P. R. - 1997** - Airborne geophysics: old methods, new images. In Proceedings of Exploration 97: Fourth Decennial International Conference on Mineral Exploration. Toronto, Canada. p. 13-30.

**ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMAESPECTRÔMETROS**

ANEXO I.a

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

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS
AEROGEOFÍSICOS NA AMAZÔNIA:
PROJETO PROVÍNCIA MINERAL PARIMA-URARICOERA
CPRM CONTRATO Nº 002/PR/00

ANEXO I-a.1

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

AERONAVE CESSNA C404 TITAN II

PT-WQT

(LASA ENGENHARIA E PROSPECÇÕES S/A.)

BELÉM-PA
8 DE MARÇO DE 2000

Planilha contendo o resumo das contagens de cada elemento.
Aeronave Cessna C404 – Titan II - PT-WQT (Geomag, Brasil)

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

Pacote de Cristais #1 (1.024 pol ³)			ELEMENTOS (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG1	<i>Background</i>	600	96.46749	40.45129	66.31844
U1	Urânio	600	176.3069	152.4860	72.92515
K1	Potássio	600	273.4643	38.99412	65.30327
TH1	Tório	600	159.1934	83.08289	225.7241
Pacote de Cristais #2 (1.024 pol ³)			ELEMENTOS (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG2	<i>Background</i>	600	103.6655	39.7672	63.20243
U2	Urânio	600	206.2266	182.3146	70.97893
K2	Potássio	600	336.2491	39.32086	61.19402
TH2	Tório	600	184.799	90.51967	256.1141
Pacote de Cristais #3 (512 pol ³)			ELEMENTOS (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG3	<i>Background</i>	600	55.97918	23.40367	35.97827
U3	Urânio	600	103.7437	88.69625	40.02125
K3	Potássio	600	163.6892	22.9500	35.74051
TH3	Tório	600	95.24076	49.5924	124.3607
Pacote de Cristais #1 (1.024 pol ³)			ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th	
<i>Background</i>	600	57880	24271	39791	
Urânio	600	105784	91492	43755	
Potássio	600	164079	23396	39182	
Tório	600	95516	49850	135434	
Pacote de Cristais #2 (1.024 pol ³)			ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th	
<i>Background</i>	600	62199	23860	37921	
Urânio	600	123736	109389	42588	
Potássio	600	201749	23593	36716	
Tório	600	57144	29755	74616	

Pacote de Cristais #3 (512 pol³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	33588	14042	21587
Urânio	600	62246	53218	24013
Potássio	600	98214	13770	21444
Tório	600	57144	29755	74616
Pacotes de Cristais #1, #2 e #3 (2.560 pol³)		ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th
<i>Background</i>	600	153667	62173	99299
Urânio	600	291766	254098	110356
Potássio	600	464042	60759	97343
Tório	600	263498	133917	363719

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

Belem, 08/03/2000 - Aeronave PT-WQT (Titan) - Cx 1 (na frente da aeronave)

4

600

57880

24271

39791

600

164079

23396

39182

600

105784

91492

43755

600

95516

49850

135434

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 de número 1:

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM URANIUM THORIUM

1.17 1.17 1.19

Belem, 08/03/2000 - Aeronave PT-WQT (Titan) - Cx 1 (na frente da aeronav

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	57880.	24271.	39791.
K Pad	600.0	164079.	23396.	39182.
U Pad	600.0	105784.	91492.	43755.
T Pad	600.0	95516.	49850.	135434.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

2.448E+01 (3.228E-01)	1.560E+00 (3.445E-02)	4.586E-01 (9.633E-03)
5.149E-02 (5.205E-02)	2.151E+00 (4.289E-02)	2.868E-01 (5.762E-03)
1.178E-01 (6.914E-02)	1.012E-01 (1.029E-02)	1.190E+00 (1.943E-02)

INVERSE A-MATRIX:

4.095E-02 (5.434E-04) -2.929E-02 (4.888E-04) -8.719E-03 (2.494E-04)
-4.447E-04 (1.036E-03) 4.705E-01 (9.318E-03) -1.132E-01 (2.833E-03)
-4.016E-03 (2.394E-03) -3.712E-02 (3.591E-03) 8.505E-01 (1.383E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.448E+01 (3.228E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 2.151E+00 (4.289E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.190E+00 (1.943E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 2.864E+01 (3.776E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 2.517E+00 (5.018E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.417E+00 (2.312E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (**ALPHA** = A23/A33): .2409 (.0032)

TH INTO K (**BETA** = A13/A33): .3852 (.0056)

U INTO K (**GAMMA** = A12/A22): .7254 (.0086)

U INTO TH (**A** = A32/A22): .0471 (.0047)

K INTO TH (**B** = A31/A11): .0048 (.0028)

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

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 5.940E+01 (7.367E-01) COUNTS/M

U WINDOW : 3.764E+01 (3.388E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 6.336E+01 (4.434E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

Belem, 08/03/2000 - Aeronave PT-WQT (Titan) - Cx 2 (no meio da aeronave)

4

600

62199

23860

37921

600

201749

23593

36716

600

123736

109389

42588

600

110838

54312

153668

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 de número 2:

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM URANIUM THORIUM

1.17 1.17 1.19

Belem, 08/03/2000 - Aeronave PT-WQT (Titan) - Cx 2 (no meio da aeronave)

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	62199.	23860.	37921.
K Pad	600.0	201749.	23593.	36716.
U Pad	600.0	123736.	109389.	42588.
T Pad	600.0	110838.	54312.	153668.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

3.216E+01 (4.165E-01)	2.005E+00 (4.338E-02)	5.931E-01 (1.197E-02)
2.534E-01 (5.291E-02)	2.738E+00 (5.407E-02)	3.389E-01 (6.546E-03)
3.539E-02 (6.933E-02)	1.182E-01 (1.055E-02)	1.441E+00 (2.330E-02)

INVERSE A-MATRIX:

3.128E-02 (4.066E-04) -2.258E-02 (3.601E-04) -7.565E-03 (1.891E-04)
-2.828E-03 (6.240E-04) 3.710E-01 (7.287E-03) -8.611E-02 (2.117E-03)
-5.363E-04 (1.508E-03) -2.989E-02 (2.420E-03) 7.014E-01 (1.131E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 3.216E+01 (4.165E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 2.738E+00 (5.407E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.441E+00 (2.330E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 3.763E+01 (4.874E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 3.203E+00 (6.326E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 1.714E+00 (2.772E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (**ALPHA** = A23/A33): **.2352** (.0028)

TH INTO K (**BETA** = A13/A33): **.4117** (.0054)

U INTO K (**GAMMA** = A12/A22): **.7324** (.0078)

U INTO TH (**A** = A32/A22): **.0432** (.0038)

K INTO TH (**B** = A31/A11): **.0011** (.0022)

K INTO U (**G** = A21/A11): **.0079** (.0016)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 5.503E+01 (8.766E-01) COUNTS/M

U WINDOW : 3.599E+01 (3.448E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 5.978E+01 (4.469E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

Belem, 08/03/2000 - Aeronave PT-WQT (Titan) - Cx 3 (atras da aeronave)

4

600

33588

14042

21587

600

98214

13770

21444

600

62246

53218

24013

600

57144

29755

74616

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 de número 3:

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM URANIUM THORIUM

1.17 1.17 1.19

Belem, 08/03/2000 - Aeronave PT-WQT (Titan) - Cx 3 (atras da aeronave)

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	33588.	14042.	21587.
K Pad	600.0	98214.	13770.	21444.
U Pad	600.0	62246.	53218.	24013.
T Pad	600.0	57144.	29755.	74616.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

1.490E+01 (2.030E-01)	9.335E-01 (2.156E-02)	2.875E-01 (6.379E-03)
8.642E-02 (3.928E-02)	1.254E+00 (2.556E-02)	1.772E-01 (3.870E-03)
1.104E-01 (4.972E-02)	6.352E-02 (7.308E-03)	6.600E-01 (1.107E-02)

INVERSE A-MATRIX:

6.753E-02 (9.298E-04) -4.947E-02 (9.161E-04) -1.613E-02 (5.240E-04)
-3.100E-03 (2.233E-03) 8.110E-01 (1.642E-02) -2.164E-01 (5.781E-03)
-1.100E-02 (5.118E-03) -6.978E-02 (7.917E-03) 1.539E+00 (2.566E-02)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.490E+01 (2.030E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.254E+00 (2.556E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 6.600E-01 (1.107E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 1.743E+01 (2.375E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 1.467E+00 (2.991E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 7.854E-01 (1.317E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (**ALPHA** = A23/A33): **.2685** (.0044)

TH INTO K (**BETA** = A13/A33): **.4356** (.0073)

U INTO K (**GAMMA** = A12/A22): **.7447** (.0107)

U INTO TH (**A** = A32/A22): **.0507** (.0058)

K INTO TH (**B** = A31/A11): **.0074** (.0033)

K INTO U (**G** = A21/A11): **.0058** (.0026)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 3.342E+01 (5.062E-01) COUNTS/M

U WINDOW : 2.167E+01 (2.533E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 3.427E+01 (3.177E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

Belem, 08/03/2000 - Aeronave PT-WQT (Titan) - Todas as caixas

4

600

153667

62173

99299

600

464042

60759

97343

600

291766

254098

110356

600

263498

133917

363719

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 de número 1, 2 e 3:

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

PROGRAM PADWIN

Concentrations of Transportable Pads

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM URANIUM THORIUM

1.17 1.17 1.19

Belem, 08/03/2000 - Aeronave PT-WQT (Titan) - Todas as caixas

WINDOW COUNTS:

	TIME (M)	K COUNTS	U COUNTS	TH COUNTS
B Pad	600.0	153667.	62173.	99299.
K Pad	600.0	464042.	60759.	97343.
U Pad	600.0	291766.	254098.	110356.
T Pad	600.0	263498.	133917.	363719.

1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

7.154E+01 (9.068E-01)	4.499E+00 (9.461E-02)	1.339E+00 (2.561E-02)
3.913E-01 (8.888E-02)	6.143E+00 (1.198E-01)	8.029E-01 (1.421E-02)
2.639E-01 (1.216E-01)	2.830E-01 (1.914E-02)	3.291E+00 (5.244E-02)

INVERSE A-MATRIX:

1.405E-02 (1.783E-04) -1.014E-02 (1.498E-04) -3.242E-03 (7.333E-05)
-7.560E-04 (2.078E-04) 1.652E-01 (3.205E-03) -3.999E-02 (9.216E-04)
-1.061E-03 (5.193E-04) -1.339E-02 (8.645E-04) 3.075E-01 (4.895E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 7.154E+01 (9.068E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 6.143E+00 (1.198E-01) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 3.291E+00 (5.244E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 8.370E+01 (1.061E+00) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 7.187E+00 (1.402E-01) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 3.916E+00 (6.240E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (**ALPHA** = A23/A33): .2440 (.0021)

TH INTO K (**BETA** = A13/A33): .4069 (.0045)

U INTO K (**GAMMA** = A12/A22): .7325 (.0065)

U INTO TH (**A** = A32/A22): .0461 (.0030)

K INTO TH (**B** = A31/A11): .0037 (.0017)

K INTO U (**G** = A21/A11): .0055 (.0012)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 1.478E+02 (1.760E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 9.530E+01 (5.901E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.574E+02 (7.848E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS
AEROGEOFÍSICOS NA AMAZÔNIA:
PROJETO PROVÍNCIA MINERAL PARIMA-URARICOERA
CPRM CONTRATO Nº 002/PR/00

ANEXO I-a.2

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

AERONAVE BRITTEN-NORMAN BN-2A ISLANDER

PT-WOU

(LASA ENGENHARIA E PROSPECÇÕES S/A.)

BELÉM-PA
23 DE MARÇO DE 2000

Planilha contendo o resumo das contagens de cada elemento.
Aeronave Britten-Norman BN-2A – Islander - PT-WOU (LASA, Brasil)

Pacote de Cristais #1 (1.024 pol ³)			ELEMENTOS (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG1	<i>Background</i>	600	103	19	19
U1	Urânio	600	261	229	32
K1	Potássio	600	450	16	16
TH1	Tório	600	231	104	320
BG1	<i>Background</i>	600	102	18	19
Pacote de Cristais #2 (1.024 pol ³)			ELEMENTOS (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG2	<i>Background</i>	600	110	19	21
U2	Urânio	600	273	246	35
K2	Potássio	600	497	16	17
TH2	Tório	600	240	106	336
BG2	<i>Background</i>	600	109	19	20
Pacote de Cristais #1 (1.024 pol ³)			ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th	
<i>Background</i>	600	61500	11100	11400	
Urânio	600	156600	137400	19200	
Potássio	600	270000	9600	9600	
Tório	600	138600	62400	192000	
Pacote de Cristais #2 (1.024 pol ³)			ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th	
<i>Background</i>	600	65700	11400	12300	
Urânio	600	163800	147600	21000	
Potássio	600	298200	9600	10200	
Tório	600	144000	63600	201600	
Pacotes de Cristais #1 e #2 (2.048 pol ³)			ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th	
<i>Background</i>	600	63600	11250	11850	
Urânio	600	160200	142500	20100	
Potássio	600	284100	9600	9900	
Tório	600	141300	63000	196800	

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

PGAM-1000 ON FUGRO AIRCRAFT PT-WOU ON PARTABLE PADS-3/23/2000-PACK
#1-AT
4
600
61500
11100
11400
600
270000
9600
9600
600
156600
137400
19200
600
138600
62400
192000

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 de número 1:

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

          PROGRAM PADWIN
          -----

Concentrations of Transportable Pads - Serial # 94

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

          POTASSIUM  URANIUM  THORIUM

          1.17    1.17    1.19

PGAM-1000 ON FUGRO AIRCRAFT PT-WOU ON PARTABLE PADS-3/23/2000-PACK
#1-AT

WINDOW COUNTS:

          TIME (M)  K COUNTS  U COUNTS  TH COUNTS
B Pad   600.0    61500.    11100.    11400.
K Pad   600.0   270000.    9600.     9600.
U Pad   600.0   156600.   137400.   19200.
T Pad   600.0   138600.    62400.   192000.
1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

4.807E+01 (6.116E-01)  3.096E+00 (6.501E-02)  9.399E-01 (1.779E-02)
1.380E-01 (4.123E-02)  4.041E+00 (7.889E-02)  5.792E-01 (9.987E-03)
7.496E-02 (5.587E-02)  2.011E-01 (1.014E-02)  2.248E+00 (3.579E-02)
```

INVERSE A-MATRIX:

2.085E-02 (2.653E-04) -1.575E-02 (2.339E-04) -4.662E-03 (1.094E-04)
-6.202E-04 (2.088E-04) 2.511E-01 (4.880E-03) -6.446E-02 (1.464E-03)
-6.400E-04 (5.181E-04) -2.194E-02 (1.057E-03) 4.508E-01 (7.182E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 4.807E+01 (6.116E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 4.041E+00 (7.889E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 2.248E+00 (3.579E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 5.625E+01 (7.156E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 4.728E+00 (9.230E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 2.675E+00 (4.259E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (**ALPHA** = A23/A33): **.2577** (.0019)

TH INTO K (**BETA** = A13/A33): **.4182** (.0045)

U INTO K (**GAMMA** = A12/A22): **.7662** (.0068)

U INTO TH (**A** = A32/A22): **.0498** (.0023)

K INTO TH (**B** = A31/A11): **.0016** (.0012)

K INTO U (**G** = A21/A11): **.0029** (.0009)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.959E+01 (1.172E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 1.308E+01 (2.885E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.362E+01 (3.689E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

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

PGAM-1000 ON FUGRO AIRCRAFT PT-WOU ON PARTABLE PADS-3/23/2000-PACK
#2-AT
4
600
65700
11400
12300
600
298200
9600
10200
600
163800
147600
21000
600
144000
63600
201600

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 de número 2:

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

PROGRAM PADWIN
-----

Concentrations of Transportable Pads - Serial # 94

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM URANIUM THORIUM

1.17  1.17  1.19

PGAM-1000 ON FUGRO AIRCRAFT PT-WOU ON PARTABLE PADS-3/23/2000-PACK
#2-AT

WINDOW COUNTS:

      TIME (M)  K COUNTS  U COUNTS  TH COUNTS
B Pad   600.0  65700.   11400.   12300.
K Pad   600.0 298200.   9600.    10200.
U Pad   600.0 163800.  147600.  21000.
T Pad   600.0 144000.  63600.   201600.
1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

5.357E+01 (6.795E-01)  3.200E+00 (6.770E-02)  9.562E-01 (1.847E-02)
9.909E-02 (4.234E-02)  4.359E+00 (8.500E-02)  5.857E-01 (1.013E-02)
3.131E-02 (5.829E-02)  2.276E-01 (1.074E-02)  2.356E+00 (3.749E-02)
```

INVERSE A-MATRIX:

1.870E-02 (2.372E-04) -1.350E-02 (2.029E-04) -4.231E-03 (9.998E-05)
-3.968E-04 (1.787E-04) 2.327E-01 (4.520E-03) -5.771E-02 (1.318E-03)
-2.101E-04 (4.637E-04) -2.230E-02 (9.933E-04) 4.301E-01 (6.848E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 5.357E+01 (6.795E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 4.359E+00 (8.500E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 2.356E+00 (3.749E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 6.267E+01 (7.951E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 5.099E+00 (9.945E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 2.803E+00 (4.461E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (**ALPHA** = A23/A33): **.2486** (.0019)

TH INTO K (**BETA** = A13/A33): **.4059** (.0047)

U INTO K (**GAMMA** = A12/A22): **.7341** (.0067)

U INTO TH (**A** = A32/A22): **.0522** (.0022)

K INTO TH (**B** = A31/A11): **.0006** (.0011)

K INTO U (**G** = A21/A11): **.0018** (.0008)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.871E+01 (1.285E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 1.331E+01 (2.991E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.491E+01 (3.854E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

Cópia do arquivo de entrada do programa PADWIN referente ao pacote de cristais de número 1 e 2:

PGAM-1000 ON FUGRO AIRCRAFT PT-WOU ON PARTABLE PADS-3/23/2000-SYSTEM-AT

4

600

63600

11250

11850

600

284100

9600

9900

600

160200

142500

20100

600

141300

63000

196800

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 de número 1, 2:

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

          PROGRAM PADWIN
          -----

Concentrations of Transportable Pads - Serial # 94

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

          POTASSIUM  URANIUM  THORIUM

          1.17    1.17    1.19

PGAM-1000 ON FUGRO AIRCRAFT PT-WOU ON PORTABLE PADS-3/23/2000-PACK
1+2

WINDOW COUNTS:

          TIME (M)  K COUNTS  U COUNTS  TH COUNTS
B Pad   600.0    63600.    11250.    11850.
K Pad   600.0   284100.    9600.     9900.
U Pad   600.0   160200.   142500.    20100.
T Pad   600.0   141300.    63000.    196800.
1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

5.082E+01 (6.456E-01)  3.148E+00 (6.635E-02)  9.481E-01 (1.812E-02)
1.185E-01 (4.178E-02)  4.200E+00 (8.194E-02)  5.825E-01 (1.006E-02)
5.313E-02 (5.708E-02)  2.143E-01 (1.044E-02)  2.302E+00 (3.664E-02)
```

INVERSE A-MATRIX:

1.972E-02 (2.504E-04) -1.455E-02 (2.174E-04) -4.438E-03 (1.045E-04)
-4.997E-04 (1.927E-04) 2.416E-01 (4.693E-03) -6.093E-02 (1.388E-03)
-4.086E-04 (4.894E-04) -2.216E-02 (1.024E-03) 4.402E-01 (7.011E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 5.082E+01 (6.456E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 4.200E+00 (8.194E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 2.302E+00 (3.664E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 5.946E+01 (7.553E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 4.914E+00 (9.587E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 2.739E+00 (4.360E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (**ALPHA** = A23/A33): **.2531** (.0019)

TH INTO K (**BETA** = A13/A33): **.4119** (.0046)

U INTO K (**GAMMA** = A12/A22): **.7496** (.0067)

U INTO TH (**A** = A32/A22): **.0510** (.0023)

K INTO TH (**B** = A31/A11): **.0010** (.0011)

K INTO U (**G** = A21/A11): **.0023** (.0008)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 2.915E+01 (1.228E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 1.319E+01 (2.937E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.427E+01 (3.772E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS
AEROGEOFÍSICOS NA AMAZÔNIA:
PROJETO PROVÍNCIA MINERAL PARIMA-URARICOERA

CPRM CONTRATO Nº 002/PR/00

ANEXO I-a.3

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

AERONAVE GULFSTREAM AEROCOMMANDER 500

PT-LMK

(MEGAFÍSICA SURVEYS S/A.)

BELÉM-PA
11 DE MARÇO DE 2000

Planilha contendo o resumo das contagens de cada elemento.
 Aeronave Gulfstream Aerocommander 500 - PT-LMK (Megafísica, Brasil)

Pacote de Cristais #1 e #2 (2.048 pol ³)			ELEMENTOS (cps)		
Num. Linha	Tanque	Tempo (s)	K (média)	U (média)	Th (média)
BG	<i>Background</i>	600	188	74	120
U	Urânio	600	373	313	138
K	Potássio	600	565	72	117
TH	Tório	600	334	171	461
Pacote de Cristais 1# e #2 (2.048 pol ³)			ELEMENTOS (Acumulado)		
Tanque	Tempo (s)	K	U	Th	
<i>Background</i>	600	112800	44400	72000	
Urânio	600	223800	187800	82800	
Potássio	600	339000	43200	70200	
Tório	600	200400	102600	276600	

Cópia do arquivo de entrada do programa PADWIN referente aos pacotes de cristais de números 1 e 2:

Sistema da Megafísica no PT-LMK - Picodas PGAM1000 - Belem-PA - 11/03/2000

4
600
112980
44280
72180
600
338730
42960
70440
600
224040
187620
82800
600
200460
102420
276420

Obs:

Devido a proximidade dos dois pacotes de cristais instalados na aeronave, aproximadamente 5 cm de afastamento, e todo o conjunto ficar sobre o *pad* de calibração, o representante da MEGAFÍSICA optou por fazer o teste com as duas caixas de cristais ligadas. Obtendo assim um único arquivo para entrada do programa PADWIN.

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 de números 1 e 2:

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

PROGRAM PADWIN
-----

Concentrations of Transportable Pads - Serial # 94

NUMBER OF PADS = 4

PAD CONCENTRATIONS:

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

GEOMETRIC CORRECTION FACTORS:

POTASSIUM URANIUM THORIUM

1.17  1.17  1.19

Megafísica system on PT-LMK - Picodas PGAM1000 - Belem-PA - 11/03/2000

WINDOW COUNTS:

      TIME (M)  K COUNTS  U COUNTS  TH COUNTS
B Pad   600.0  112980.  44280.   72180.
K Pad   600.0  338730.  42960.   70440.
U Pad   600.0  224040.  187620.  82800.
T Pad   600.0  200460.  102420.  276420.
1

A-MATRIX FROM NONLINEAR REGRESSION:

5.208E+01 (6.652E-01)  3.611E+00 (7.556E-02)  1.064E+00 (2.018E-02)
2.437E-01 (7.367E-02)  4.586E+00 (8.977E-02)  6.564E-01 (1.166E-02)
1.572E-01 (1.009E-01)  2.853E-01 (1.618E-02)  2.541E+00 (4.063E-02)
```

INVERSE A-MATRIX:

1.928E-02 (2.469E-04) -1.492E-02 (2.209E-04) -4.217E-03 (1.015E-04)
-8.677E-04 (3.216E-04) 2.223E-01 (4.327E-03) -5.706E-02 (1.313E-03)
-1.096E-03 (7.706E-04) -2.403E-02 (1.276E-03) 4.002E-01 (6.392E-03)

WINDOW SENSITIVITIES FOR SMALL SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 5.208E+01 (6.652E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 4.586E+00 (8.977E-02) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 2.541E+00 (4.063E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

WINDOW SENSITIVITIES FOR INFINITE SOURCES:

K SENSITIVITY (A11) = 6.094E+01 (7.783E-01) COUNTS/ M PER PCT K

U SENSITIVITY (A22) = 5.366E+00 (1.050E-01) COUNTS/ M PER PPM EU

TH SENSITIVITY (A33) = 3.024E+00 (4.834E-02) COUNTS/ M PER PPM TH

STRIPPING RATIOS:

TH INTO U (**ALPHA** = A23/A33): **.2583** (.0023)

TH INTO K (**BETA** = A13/A33): **.4186** (.0046)

U INTO K (**GAMMA** = A12/A22): **.7874** (.0069)

U INTO TH (**A** = A32/A22): **.0622** (.0033)

K INTO TH (**B** = A31/A11): **.0030** (.0019)

K INTO U (**G** = A21/A11): **.0047** (.0014)

BACKGROUND COUNT RATES:

K WINDOW : 1.090E+02 (1.339E+00) COUNTS/M

U WINDOW : 6.752E+01 (4.868E-01) COUNTS/M

TH WINDOW : 1.141E+02 (6.507E-01) COUNTS/M

NUMBERS IN PARENTHESES ARE ESTIMATED STANDARD DEVIATIONS

**ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMAESPECTRÔMETROS**

ANEXO I-b

DETERMINAÇÃO DOS *BACKGROUNDS* DA AERONAVE E CÓSMICO

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS
AEROGEOFÍSICOS NA AMAZÔNIA:
PROJETO PROVÍNCIA MINERAL PARIMA-URARICOERA
PROJETO DISTRITO MINERAL TUNUÍ-CAPARRO
PROJETO DISTRITO MINERAL TRAÍRAS
CPRM CONTRATO Nº 002/PR/00

ANEXO I-b-1

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

AERONAVE CESSNA C404 TITAN II

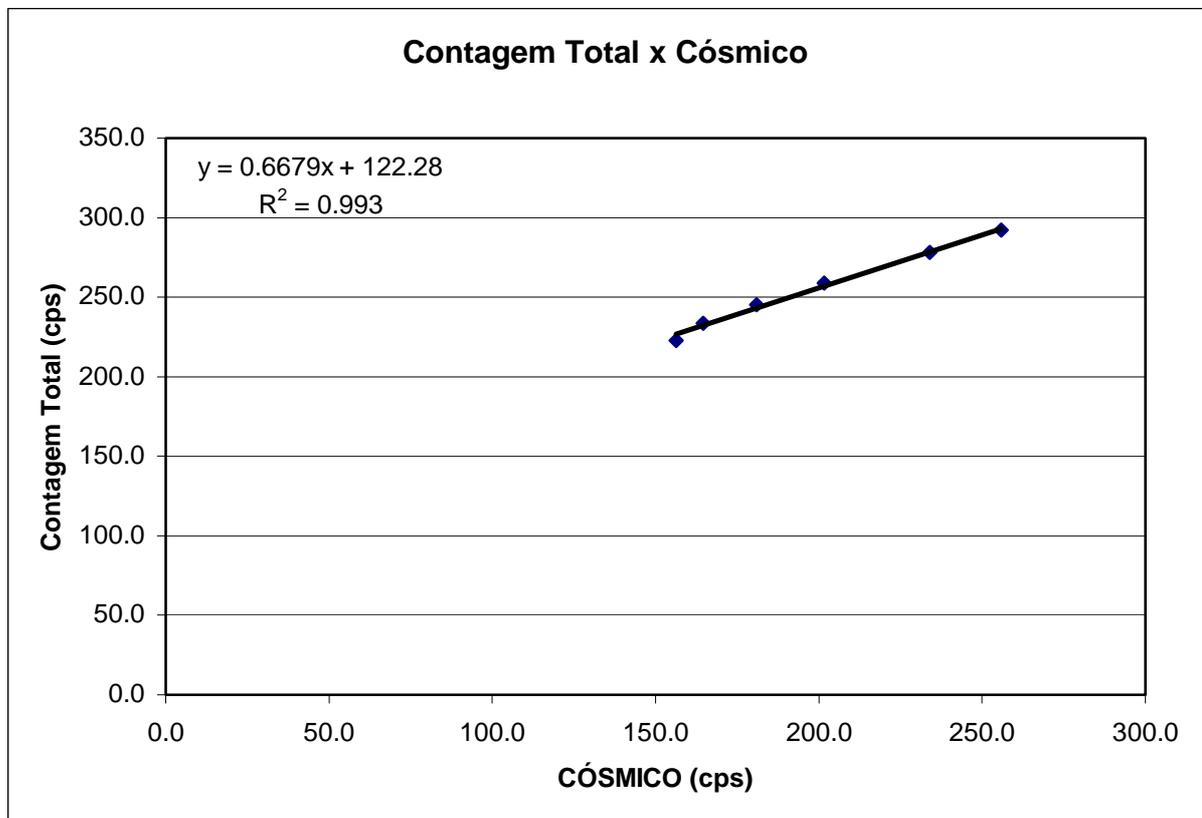
PT-WQT

(LASA ENGENHARIA E PROSPECÇÕES S/A.)

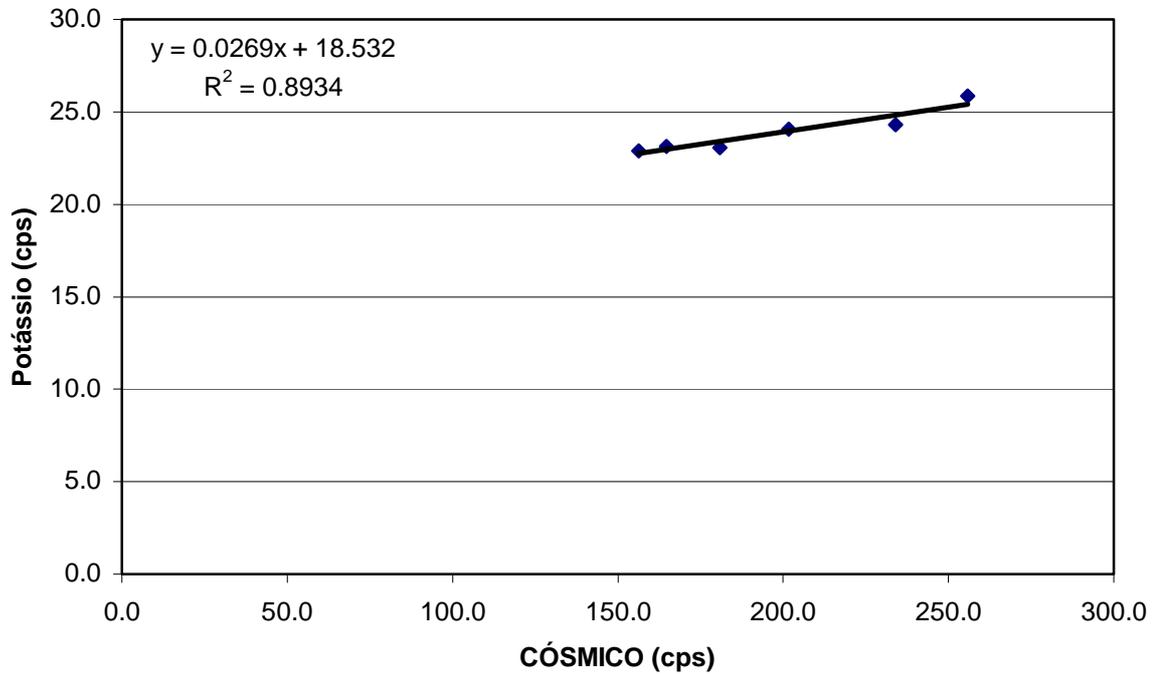
BELÉM-PA
9 DE MARÇO DE 2000

RESULTADO DO VÔO CÓSMICO DA AERONAVE PT-WQT TITAN II
(Vol. Pacote de Cristais: 2.560 pol3)
CPRM PROJETO Nº 002/PR/00
BELÉM-PA EM 9 DE MARÇO DE 2000

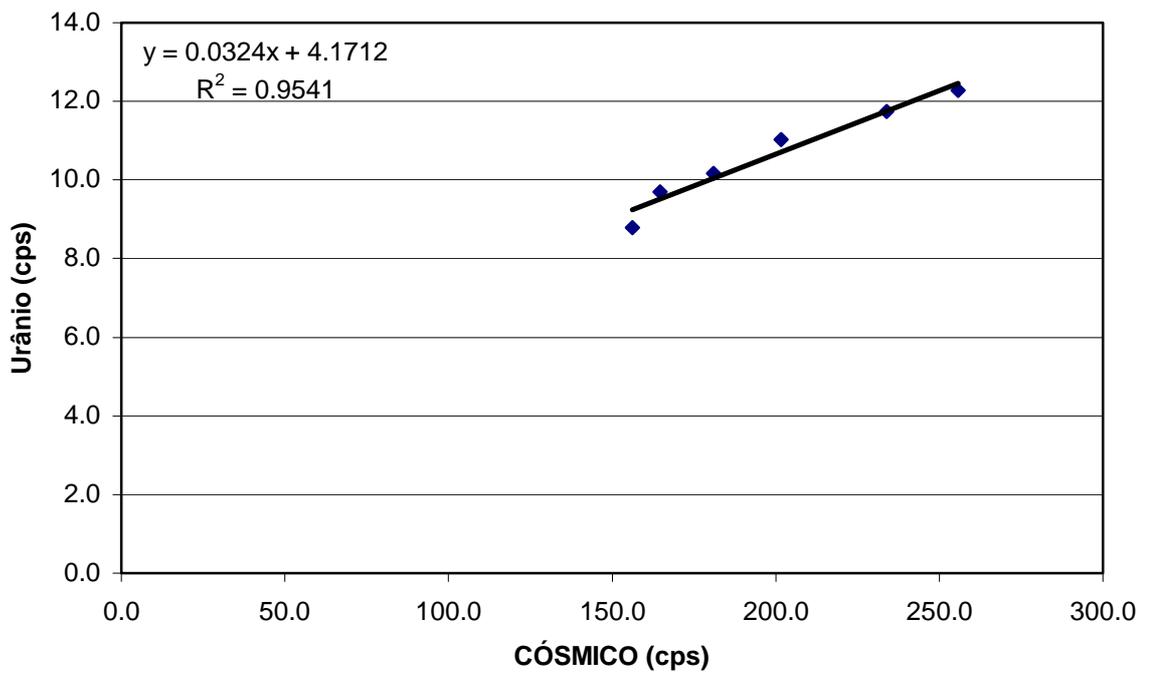
Altitude (m)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (cps)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
153.7	156.3	8.8	22.9	6.6	1.8	223.0
305.8	164.6	9.7	23.1	6.8	2.0	233.5
611.0	180.9	10.2	23.0	7.4	2.1	245.4
916.0	201.7	11.0	24.1	7.9	2.3	258.7
1292.9	233.9	11.7	24.3	8.8	2.4	278.0
1512.9	255.8	12.3	25.9	9.7	2.5	292.2



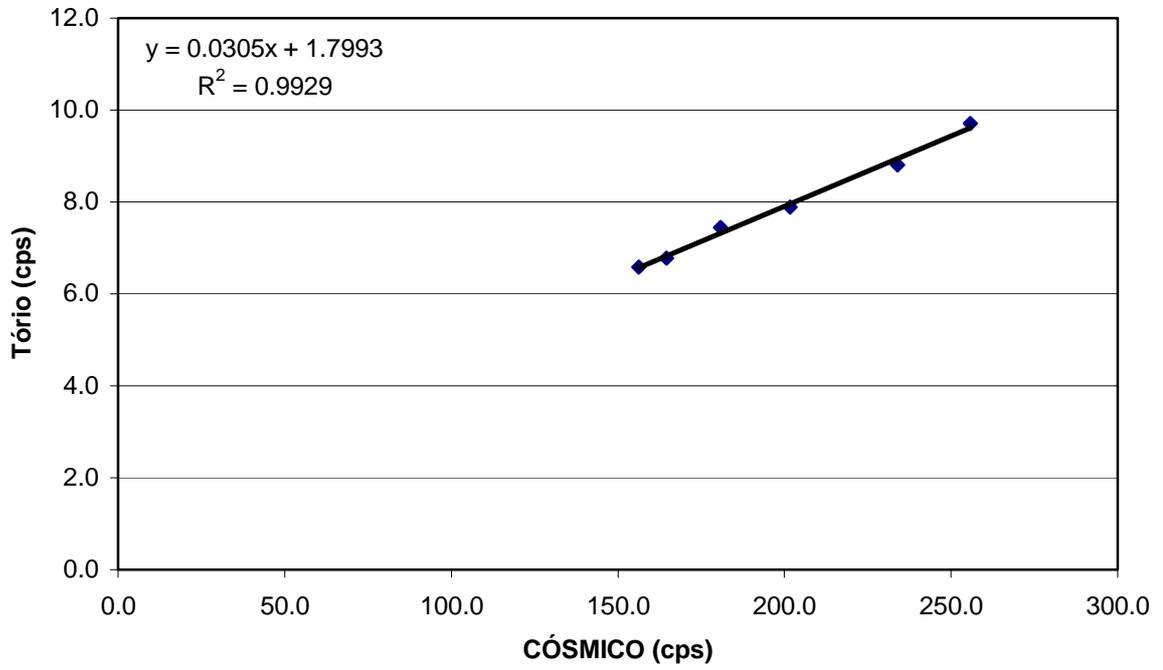
Potássio x Cósmico



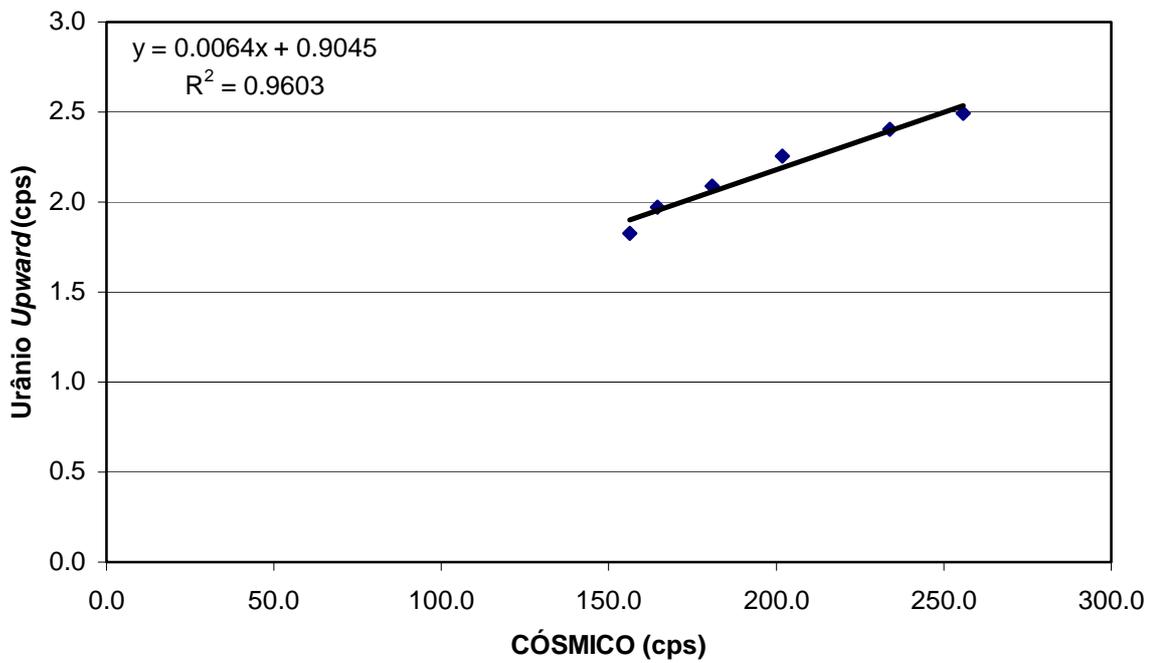
Urânio x Cósmico



Tório x Cósmico



Urânio *Upward* x Cósmico



PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS
AEROGEOFÍSICOS NA AMAZÔNIA:
PROJETO PROVÍNCIA MINERAL PARIMA-URARICOERA
PROJETO DISTRITO MINERAL TUNUÍ-CAPARRO
PROJETO DISTRITO MINERAL TRAÍRAS
CPRM CONTRATO Nº 002/PR/00

ANEXO I-b-2

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

AERONAVE BRITTEN-NORMAN BN-2A-3 ISLANDER

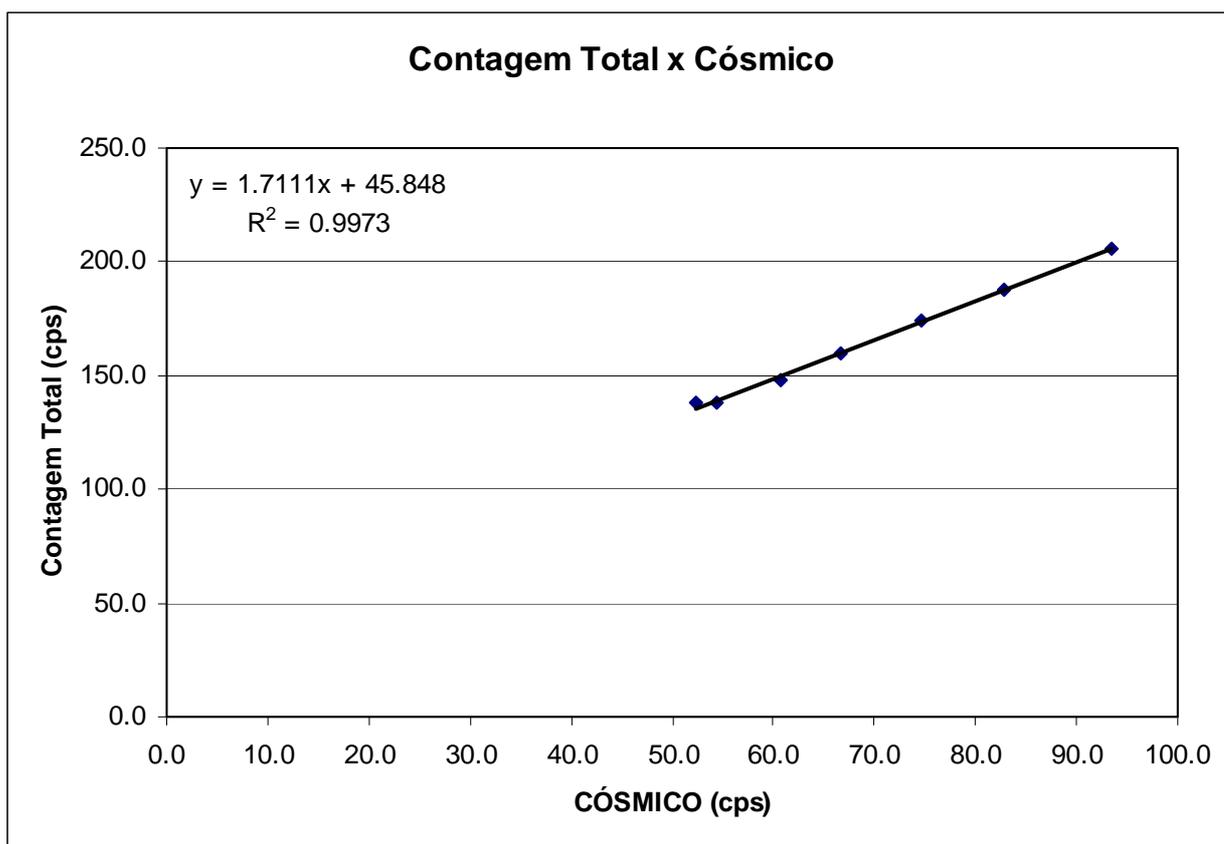
PT-WOU

(LASA ENGENHARIA E PROSPECÇÕES S/A.)

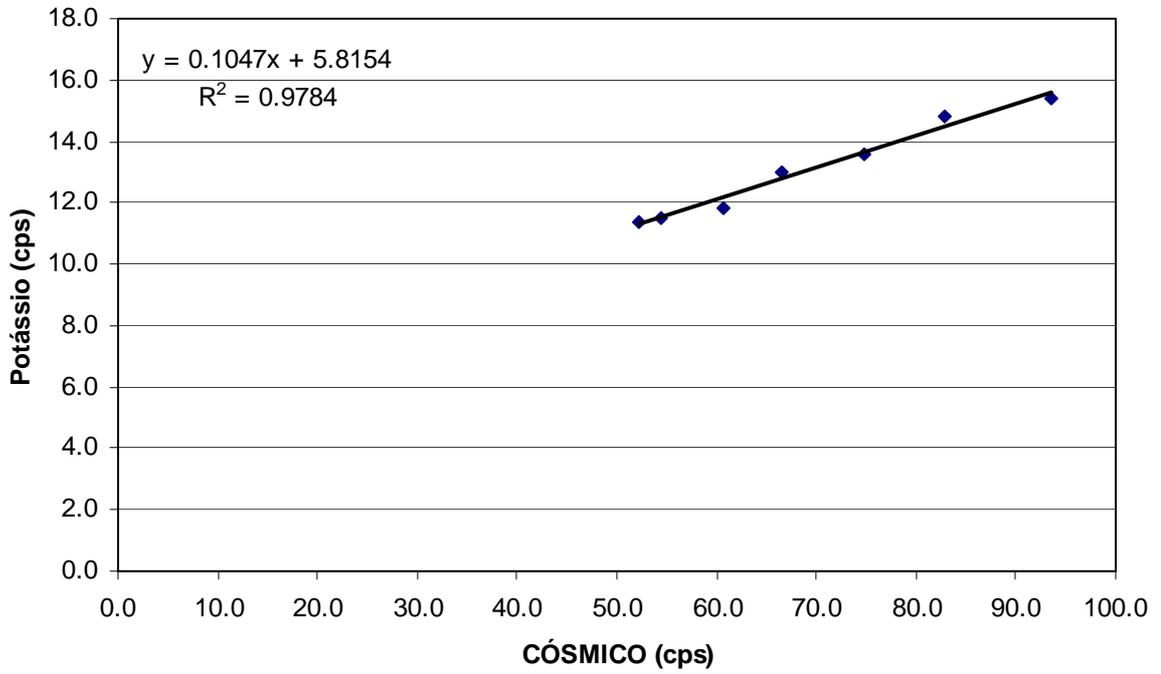
BELÉM-PA
22 DE MARÇO DE 2000

RESULTADO DO VÔO CÓSMICO DA AERONAVE PT-WOU ISLANDER
(Vol. Pacote de Cristais: 2.048 pol3)
CPRM PROJETO Nº 002/PR/00
BELÉM-PA EM 22 DE MARÇO DE 2000

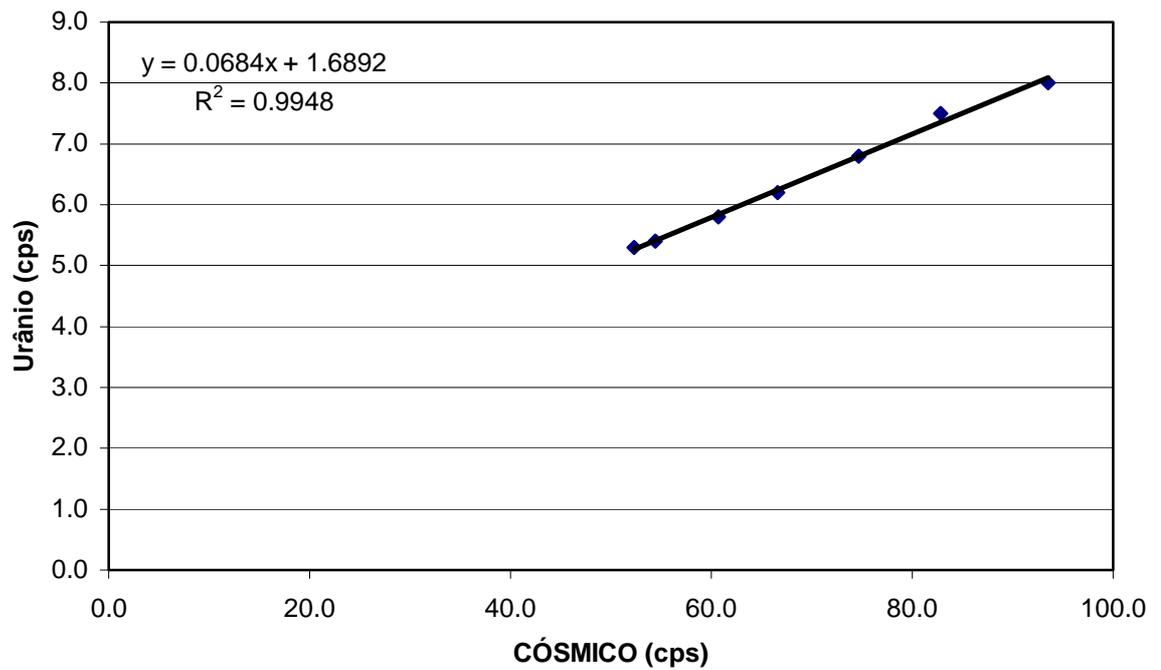
Altitude (m)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (cps)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
175.9	52.3	5.3	11.4	4.6	2.2	137.8
300.2	54.4	5.4	11.5	4.7	2.1	138.1
613.8	60.7	5.8	11.8	5.2	2.3	147.8
941.4	66.6	6.2	13.0	5.5	2.2	159.3
1279.5	74.7	6.8	13.6	6.1	2.5	174.0
1616.6	82.8	7.5	14.8	7.0	2.7	187.6
1980.3	93.5	8.0	15.4	7.3	2.8	206.2



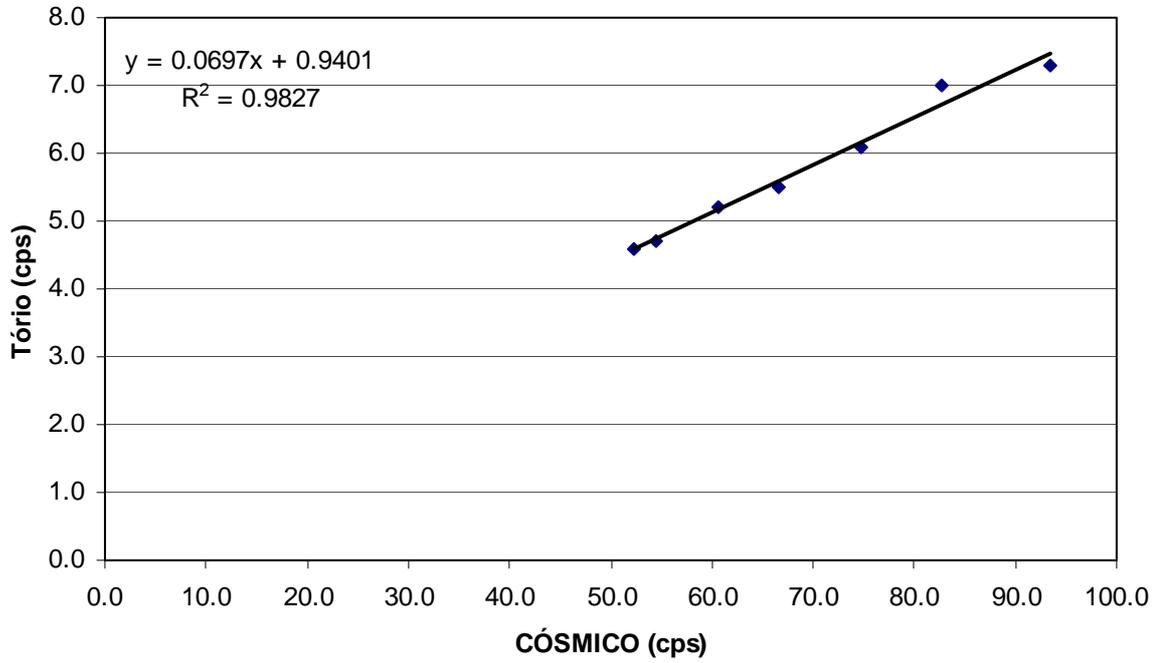
Potássio x Cósmico



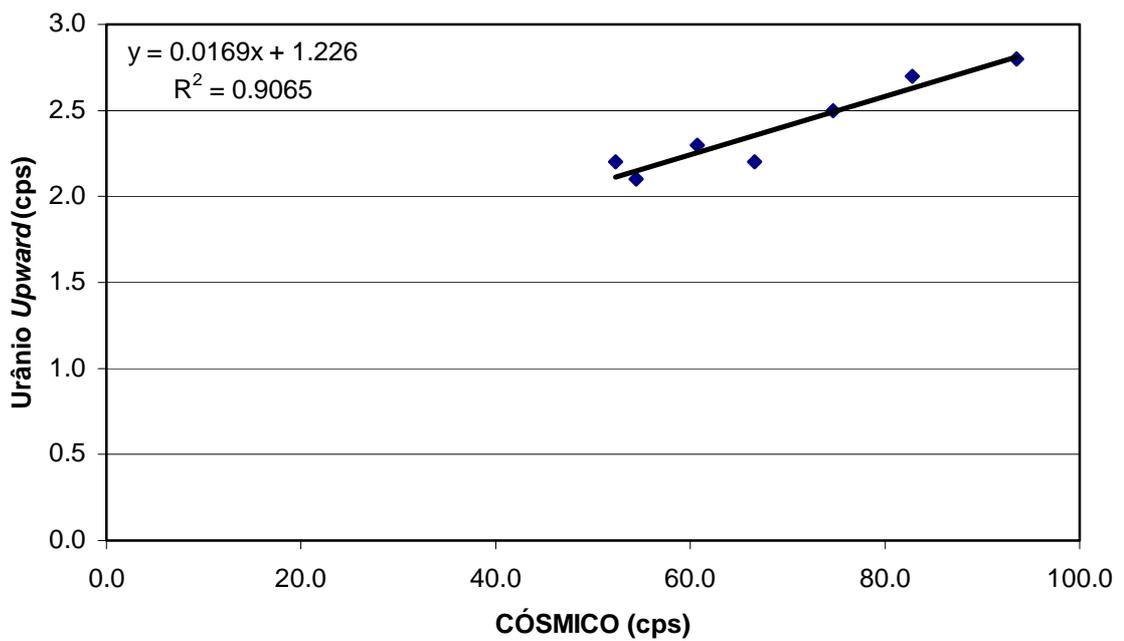
Urânio x Cósmico



Tório x Cósmico



Urânio *Upward* x Cósmico



PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS
AEROGEOFÍSICOS NA AMAZÔNIA:
PROJETO PROVÍNCIA MINERAL PARIMA-URARICOERA
PROJETO DISTRITO MINERAL TUNUÍ-CAPARRO
PROJETO DISTRITO MINERAL TRAÍRAS
CPRM CONTRATO Nº 002/PR/00

ANEXO I-b-3

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

AERONAVE GULFSTREAM AEROCOMMANDER 500

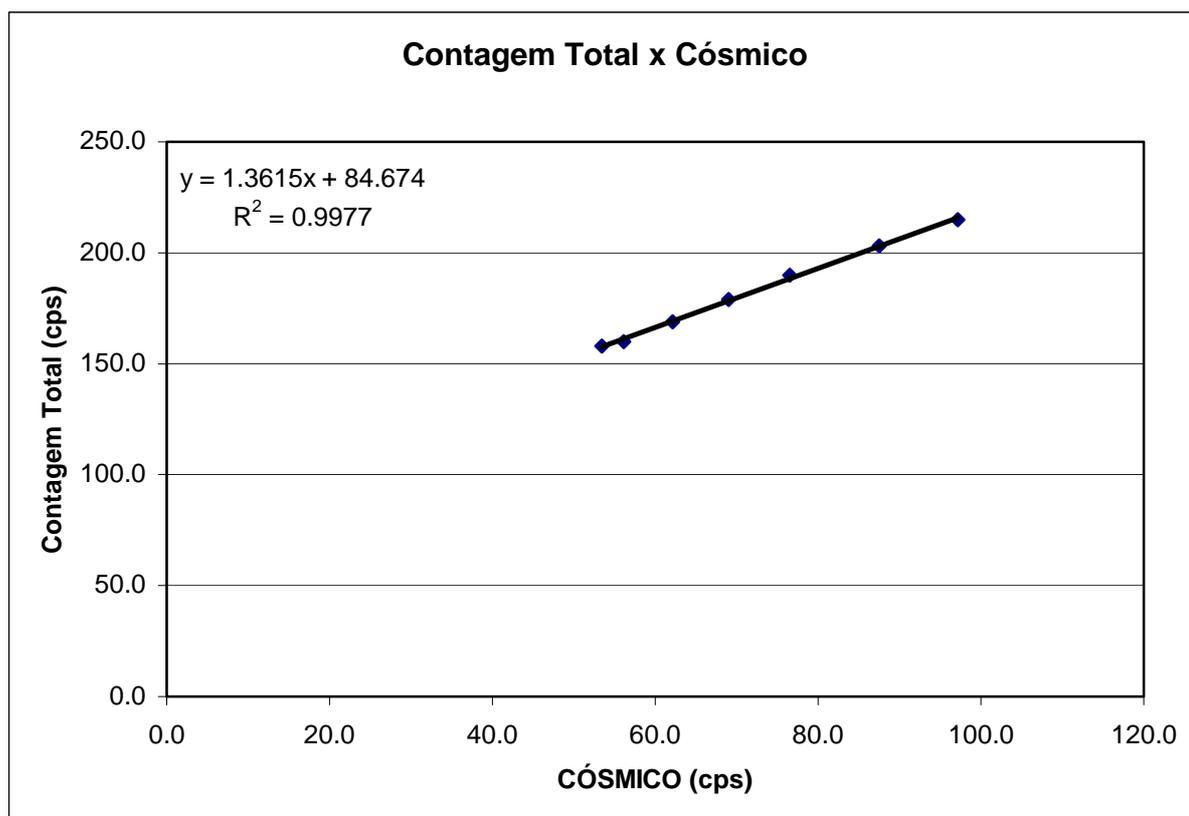
PT-LMK

(MEGAFÍSICA SURVEYS S/A.)

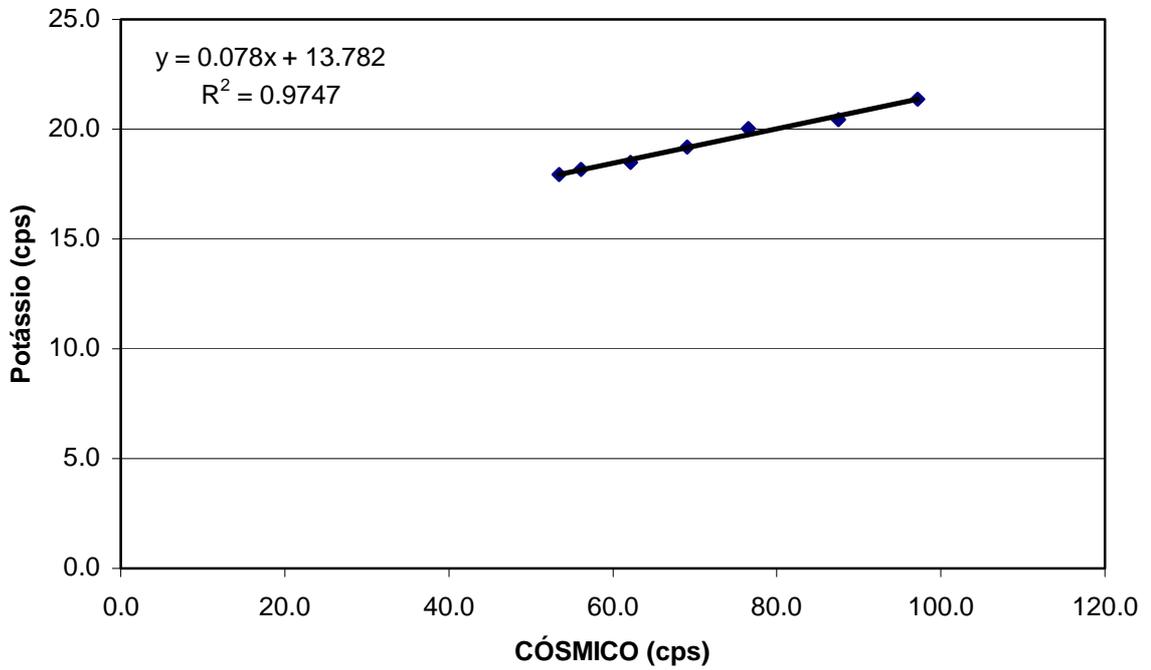
BELÉM-PA
12 DE MARÇO DE 2000

RESULTADO DO VÔO CÓSMICO DA AERONAVE PT-LMK AEROCOMMANDER
(Vol. Pacote de Cristais: 2.048 pol3)
CPRM PROJETO Nº 002/PR/00
BELÉM-PA EM 12 DE MARÇO DE 2000

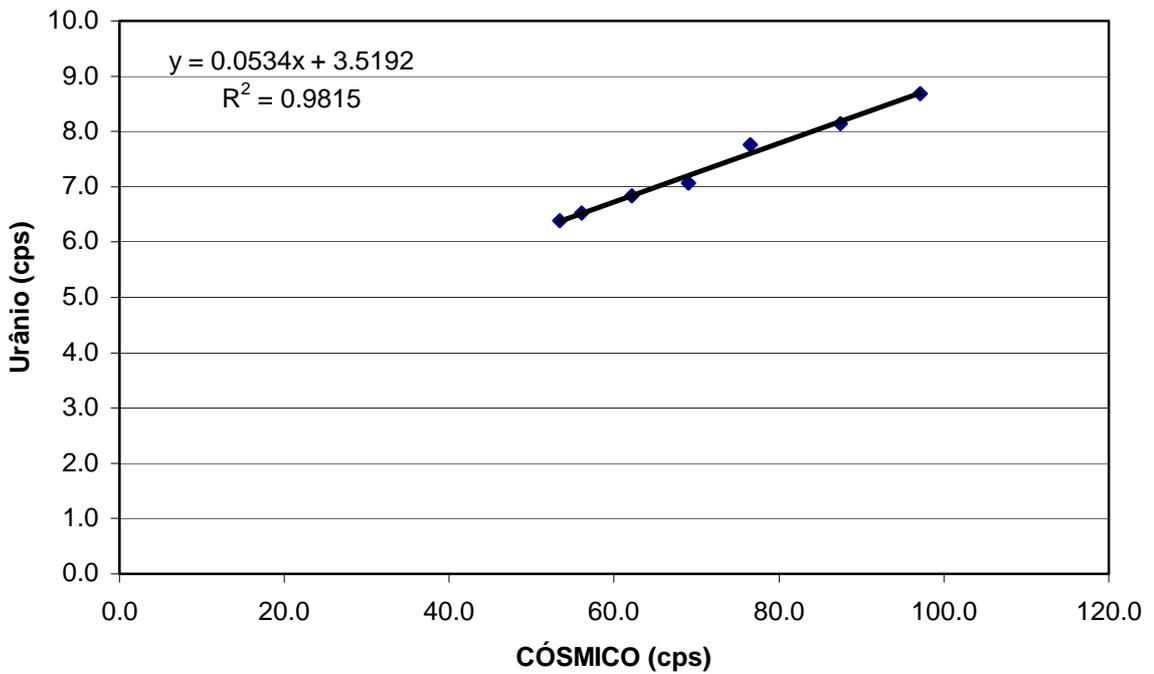
Altitude (m)	Cósmico (cps)	U (cps)	K (cps)	Th (cps)	Uup (cps)	CT (cps)
159.0	53.4	6.4	17.9	4.9	3.2	158.0
307.0	56.1	6.5	18.2	5.0	3.2	160.0
630.0	62.1	6.8	18.5	5.7	3.4	169.0
973.0	69.0	7.1	19.2	6.1	3.6	179.0
1282.0	76.5	7.8	20.0	6.6	3.7	190.0
1604.0	87.5	8.1	20.4	7.4	3.9	203.0
1894.0	97.1	8.7	21.4	8.1	4.3	215.0



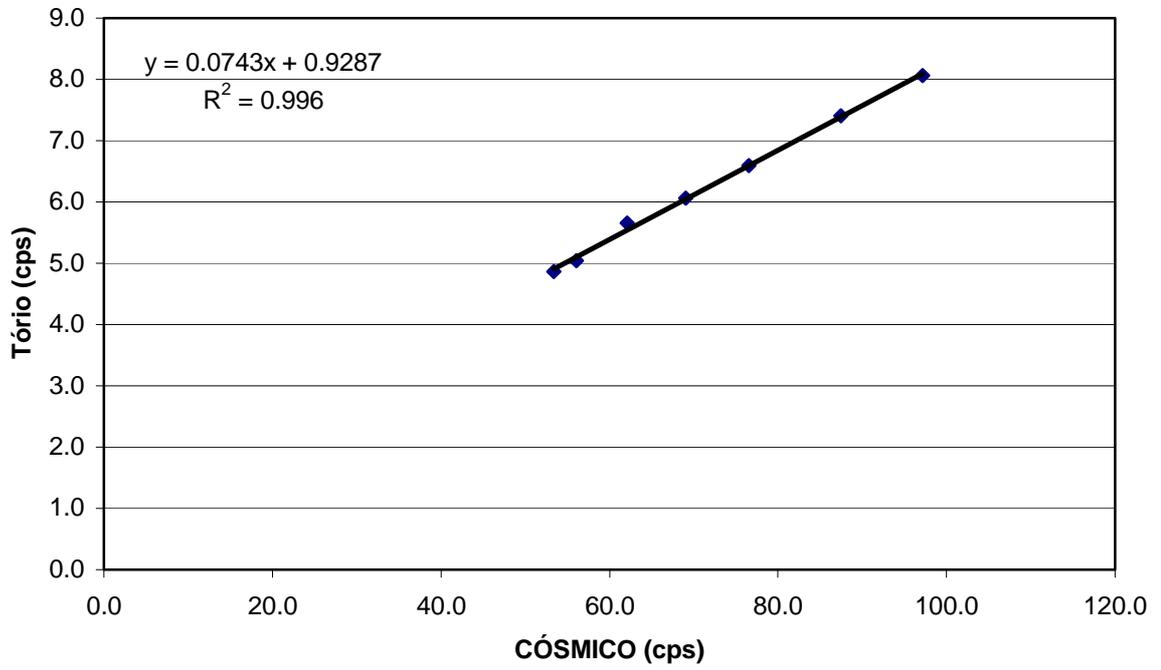
Potássio x Cósmico



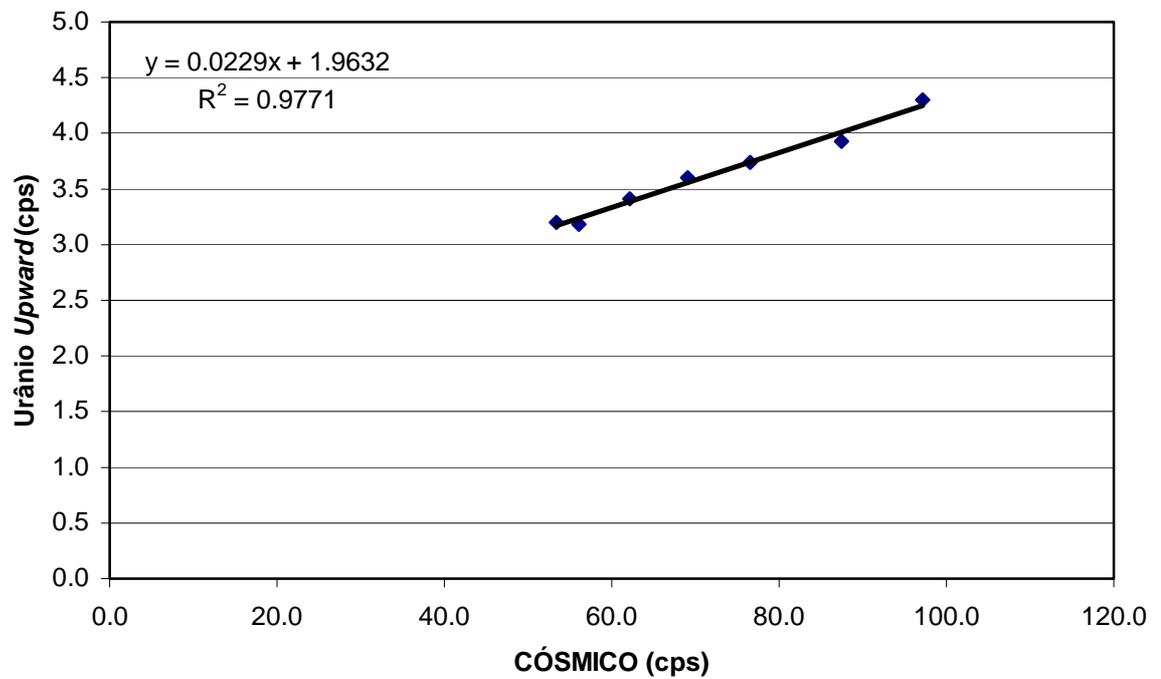
Urânio x Cósmico



Tório x Cósmito



Urânio *Upward* x Cósmito



**ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMASPECTRÔMETROS**

ANEXO I-c

DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES DE CALIBRAÇÃO DO RADÔNIO

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS
AEROGEOFÍSICOS NA AMAZÔNIA:
PROJETO PROVÍNCIA MINERAL PARIMA-URARICOERA

CPRM CONTRATO Nº 002/PR/00

ANEXO I-c-1

RESULTADO DO TESTES DE “*HIGH-LEVEL*”
PARA DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES
DE CALIBRAÇÃO DO RADÔNIO

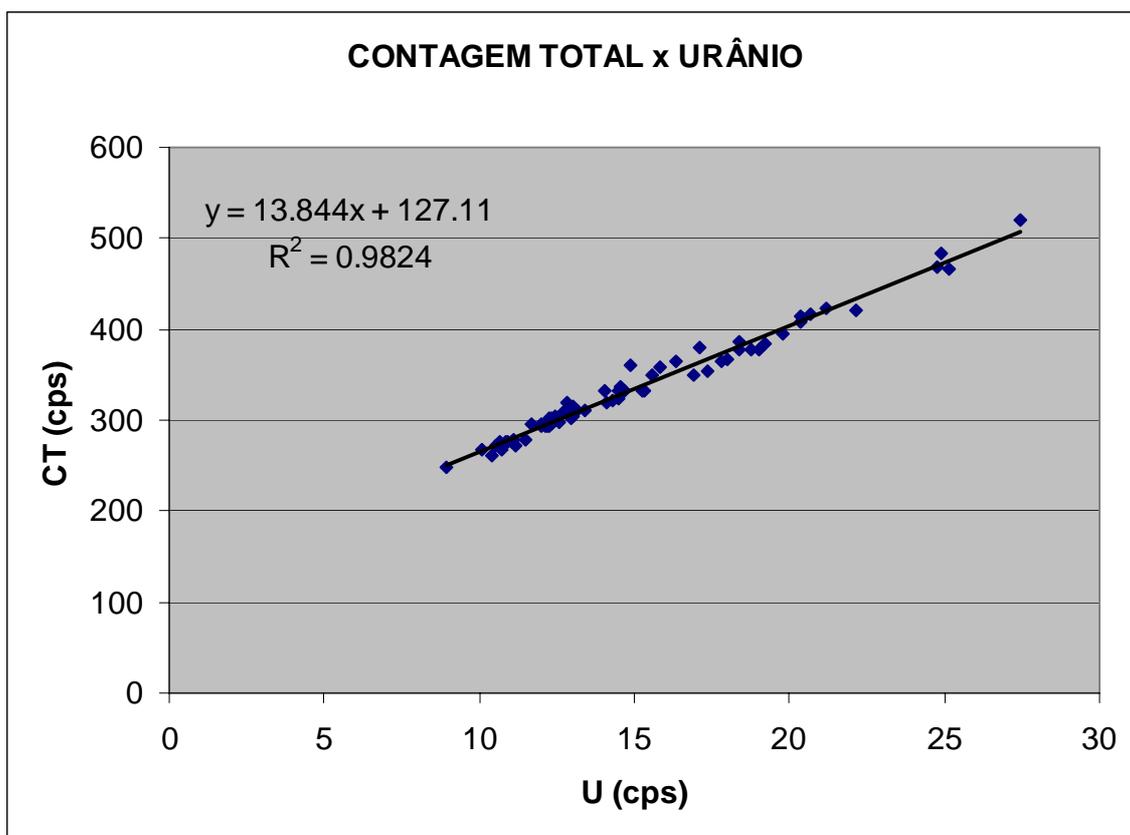
AERONAVE CESSNA C404 TITAN II

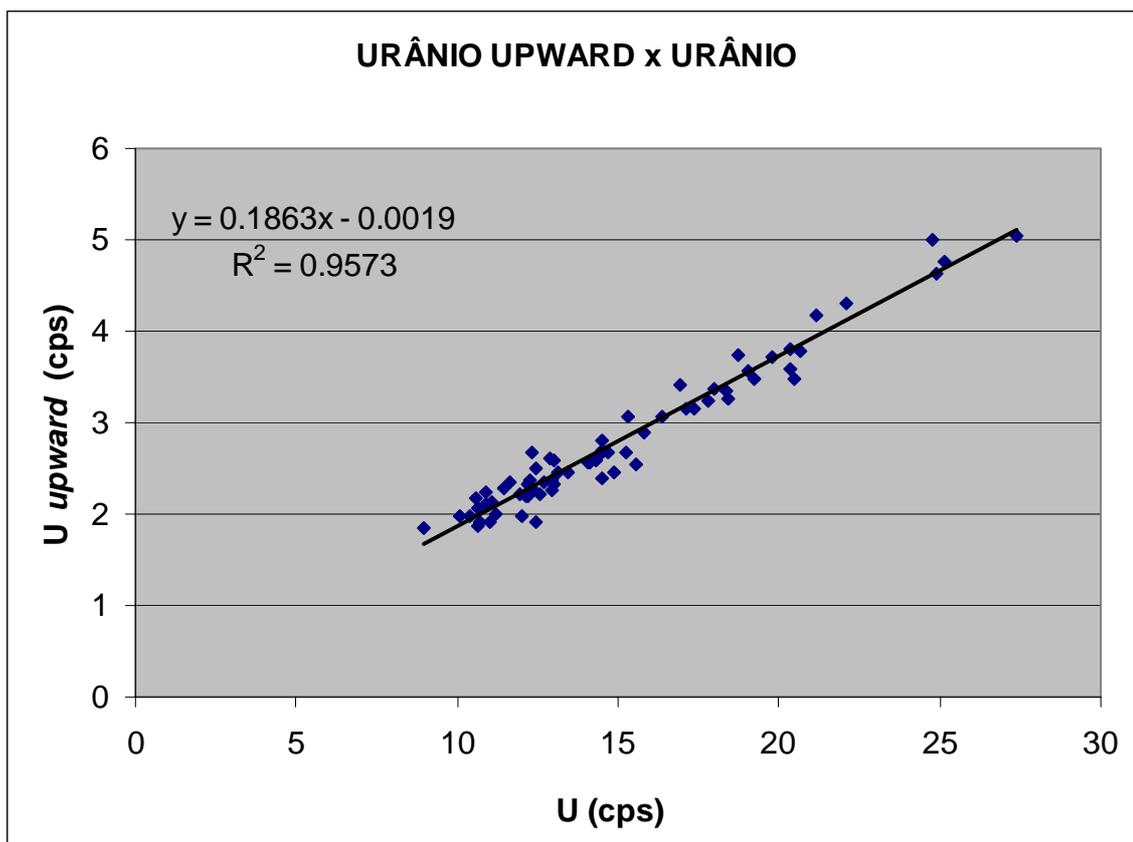
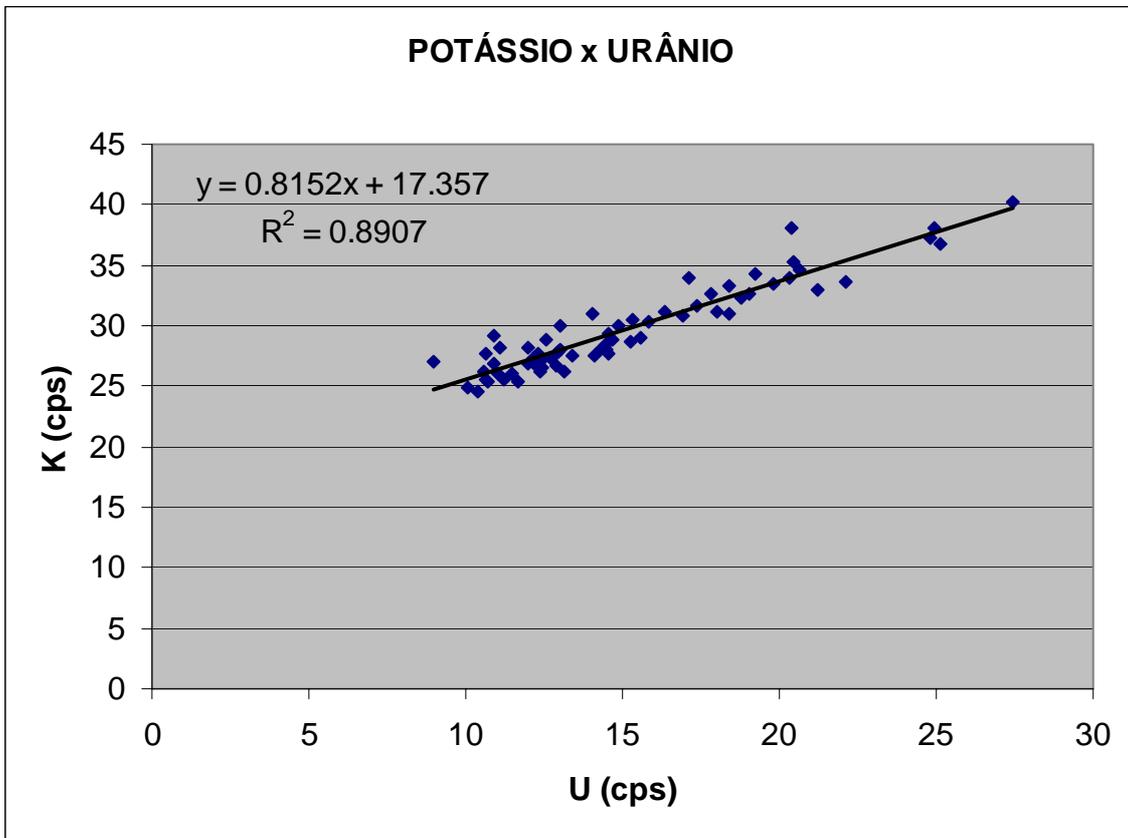
PT-WQT

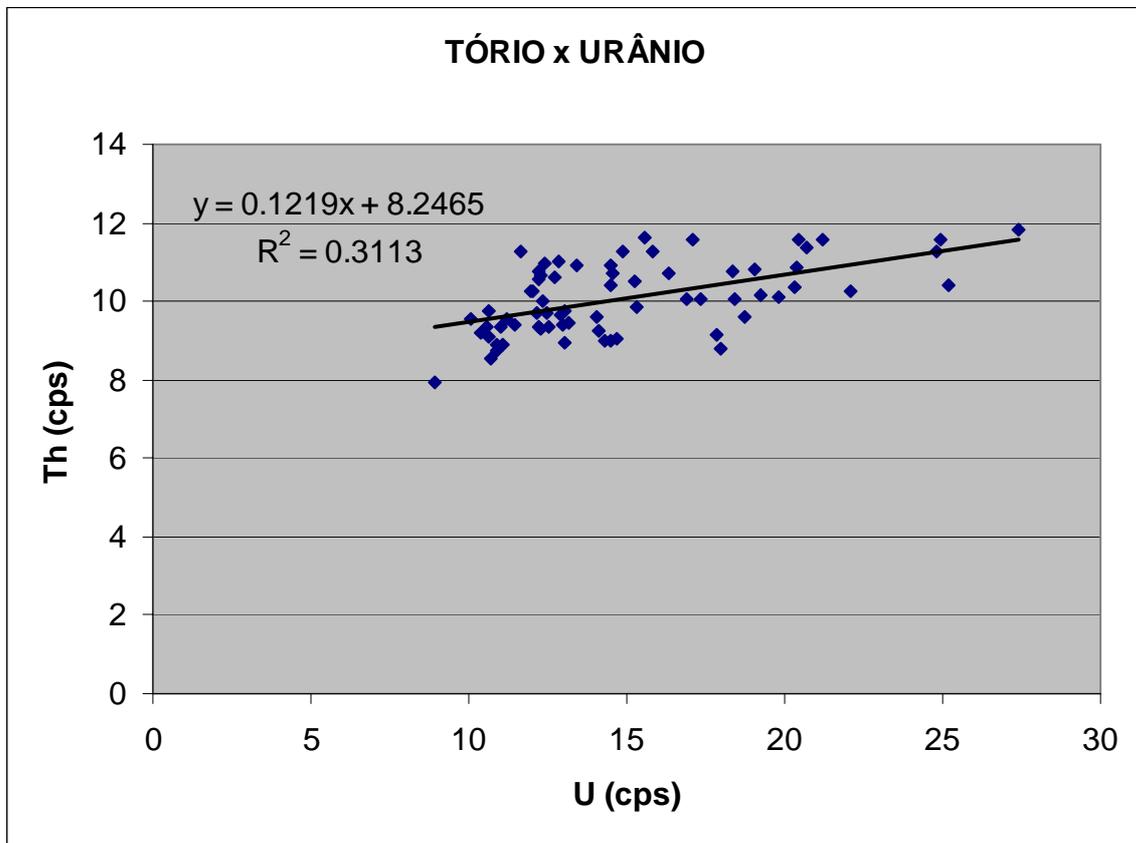
(LASA ENGENHARIA E PROSPECÇÕES S/A.)

Vôo	CT	K	U	Th	UPU
42	248.80	26.99	8.94	7.94	1.84
53	350.64	29.02	15.55	11.62	2.55
57	322.17	27.95	14.29	8.98	2.58
58	332.49	28.63	15.24	10.50	2.68
60	294.19	26.83	12.15	9.69	2.20
62	296.06	26.13	12.34	10.01	2.28
64	336.40	29.34	14.52	10.40	2.70
65	305.57	26.69	12.92	9.66	2.27
66	276.85	26.87	10.89	8.88	2.24
66	377.31	32.32	18.76	9.59	3.73
68	297.49	27.32	12.22	9.37	2.19
71	279.42	28.15	11.10	8.90	2.13
71	378.80	34.00	17.09	11.56	3.15
72	277.01	25.56	10.63	9.75	2.08
72	349.05	30.75	16.90	10.07	3.41
73	294.24	27.26	12.25	9.29	2.36
73	331.42	30.43	15.33	9.83	3.08
74	272.94	26.16	10.55	9.36	2.17
74	376.96	32.57	19.05	10.83	3.57
75	302.22	27.93	12.97	9.42	2.37
75	353.67	31.67	17.36	10.06	3.16
76	294.19	28.24	11.98	10.28	2.21
77	275.24	29.12	10.87	8.75	2.11
77	413.66	38.07	20.36	10.85	3.58
80	270.89	25.62	11.19	9.53	2.01
81	303.24	28.05	13.01	9.77	2.58
82	266.79	24.91	10.08	9.57	1.98
82	467.57	37.25	24.78	11.29	5.01
87	279.20	26.04	11.46	9.39	2.28
88	261.15	24.51	10.38	9.20	1.98
88	378.25	31.02	18.38	10.79	3.34
91	274.72	27.67	10.65	9.11	1.87
91	383.62	34.34	19.24	10.18	3.48
92	296.98	28.89	12.56	9.36	2.22
95	364.25	32.62	17.82	9.15	3.24
95	386.90	33.23	18.39	10.04	3.27
96	314.18	30.06	13.03	8.94	2.34
97	331.73	30.91	14.05	9.59	2.57
99	366.15	31.09	18.00	8.79	3.37
99	310.44	26.29	13.14	9.43	2.45
100	268.47	25.45	10.70	8.54	1.92
100	416.20	34.60	20.67	11.36	3.79
101	323.96	28.55	14.51	8.99	2.67
101	421.26	33.60	22.12	10.24	4.30
102	395.43	33.38	19.82	10.13	3.73
102	296.01	26.81	12.00	10.28	1.99
104	303.52	27.23	12.46	9.69	2.51
104	408.72	33.96	20.34	10.35	3.81
105	332.21	28.83	14.71	9.04	2.68

Vôo	CT	K	U	Th	UPU
105	483.93	38.08	24.92	11.55	4.63
106	318.50	27.60	14.11	9.27	2.58
106	466.29	36.82	25.16	10.40	4.77
107	276.50	26.10	11.02	9.34	1.92
107	520.28	40.22	27.42	11.84	5.05
327	363.88	31.11	16.36	10.72	3.07
331	422.90	33.02	21.19	11.55	4.17
333	318.68	27.72	12.86	11.02	2.62
335	294.72	25.36	11.66	11.25	2.34
376	360.87	29.95	14.88	11.25	2.45
377	301.57	26.60	12.43	10.95	1.91
378	333.40	27.65	14.53	10.71	2.39
379	301.92	27.14	12.23	10.74	2.33
380	308.71	27.29	12.72	10.64	2.34
381	294.01	27.29	12.19	10.59	2.33
383	303.01	27.74	12.30	10.67	2.67
384	357.36	30.40	15.81	11.28	2.88
385	331.46	28.02	14.47	10.93	2.81
386	310.37	27.54	13.42	10.90	2.47
386	411.20	35.25	20.45	11.60	3.47







CANAL	COEFICIENTE	VALOR OBTIDO
Contagem Total	a_{tc}	13,844
Potássio	a_k	0,8152
Urânio	a_u	0,1863
Tório	a_t	0,1219

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS
AEROGEOFÍSICOS NA AMAZÔNIA:
PROJETO PROVÍNCIA MINERAL PARIMA-URARICOERA

CPRM CONTRATO Nº 002/PR/00

ANEXO I-c-2

RESULTADO DO TESTES DE “*HIGH-LEVEL*”
PARA DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES
DE CALIBRAÇÃO DO RADÔNIO

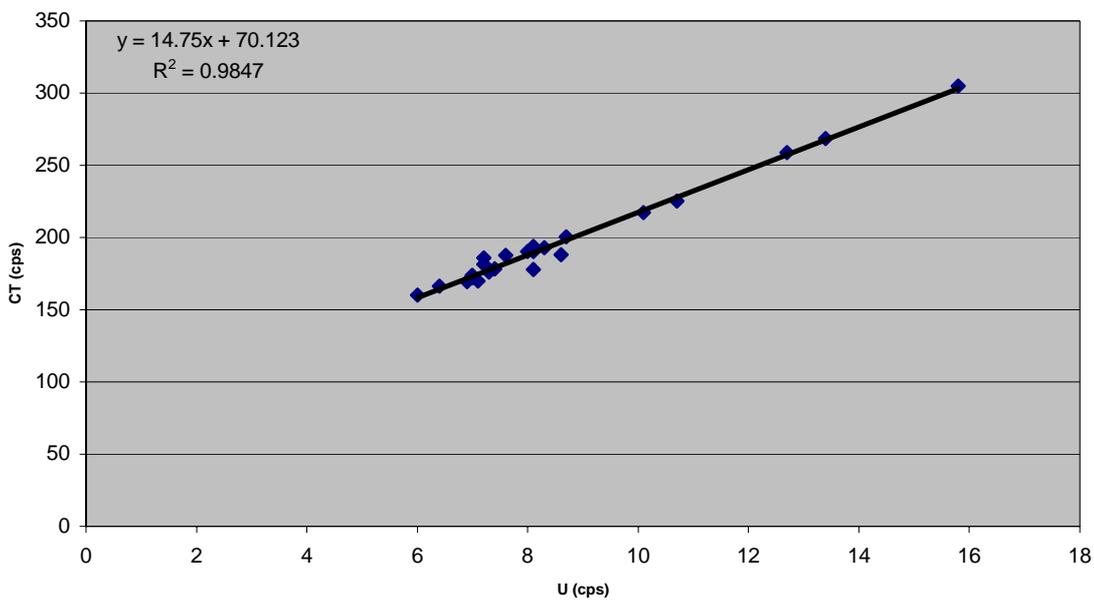
AERONAVE BRITTEN-NORMAN ISLANDER BNA2

PT-WOU

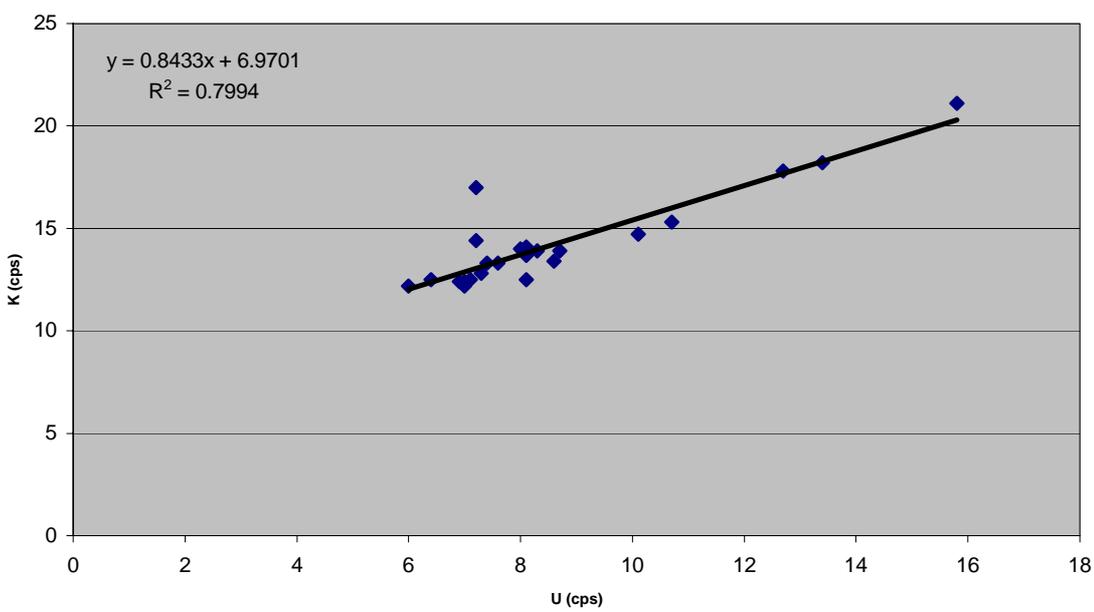
(LASA ENGENHARIA E PROSPECÇÕES S/A.)

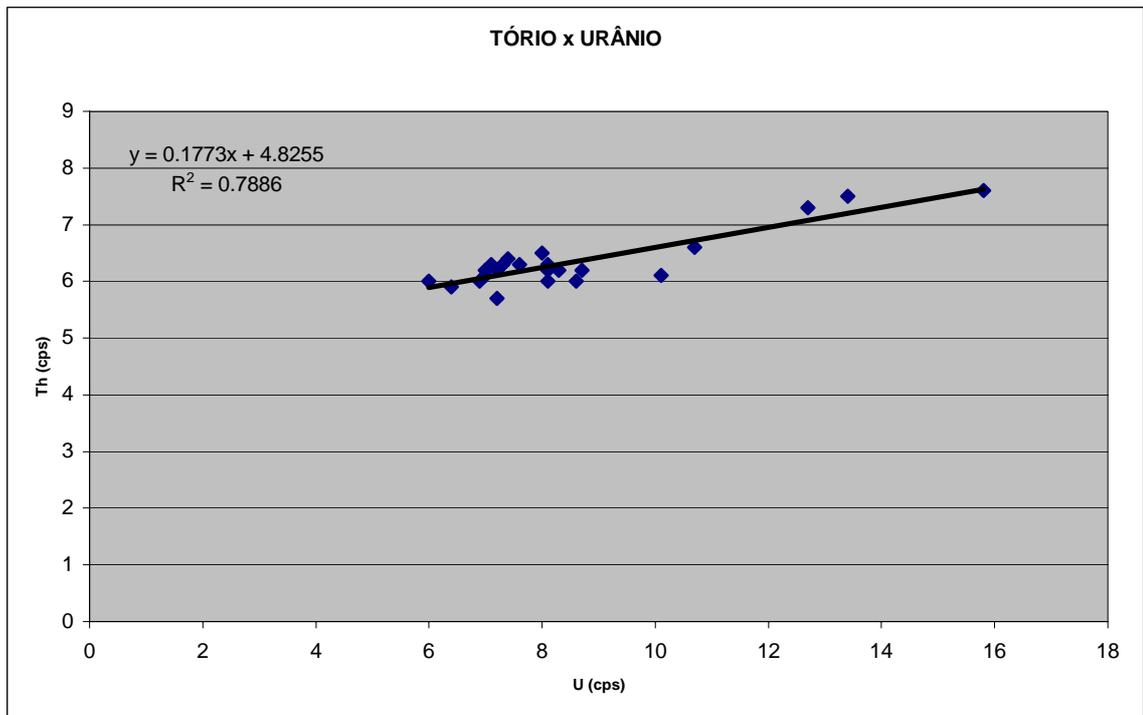
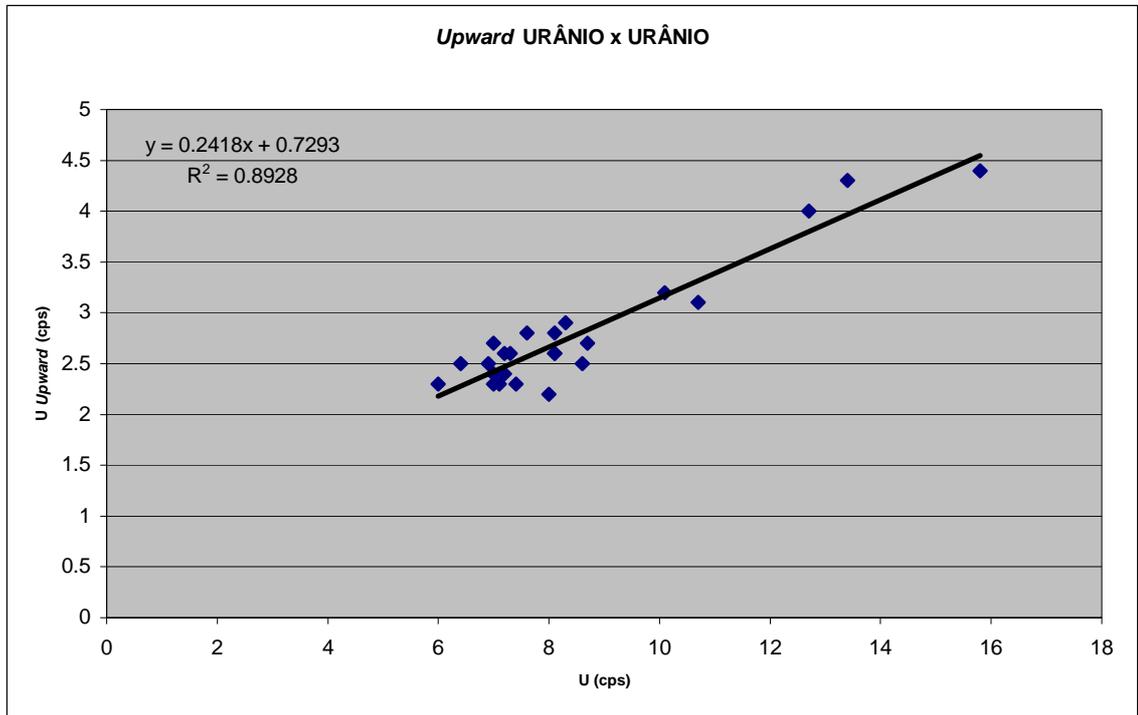
VÔO	CT	K	U	TH	UPU
11	200.6	13.9	8.7	6.2	2.7
11	376.1	23.6	18.6	10.4	5.1
12	172.7	12.2	7.0	6.2	2.7
12	259.0	17.8	12.7	7.3	4.0
13	181.2	14.4	7.2	6.2	2.4
13	271.6	19.1	13.3	7.4	4.7
14	174.1	12.4	7.0	6.1	2.4
14	260.5	17.1	12.8	6.9	4.0
15	169.5	12.4	6.9	6.0	2.5
15	285.4	18.8	14.8	7.4	4.0
16	897.1	68.6	26.7	37.6	3.6
16	186.0	17.0	7.2	5.7	2.6
16	279.1	23.0	13.3	7.2	3.7
17	268.8	18.2	13.4	7.5	4.3
17	178.1	13.3	7.4	6.4	2.3
18	304.7	21.1	15.8	7.6	4.4
18	193.0	13.9	8.3	6.2	2.9
19	193.6	13.7	8.1	6.2	2.8
19	308.7	21.4	15.7	8.9	4.7
19	274.9	18.5	14.3	7.1	4.3
20	160.1	12.2	6.0	6.0	2.3
20	255.4	17.4	12.3	7.5	3.5
21	190.3	14.0	8.0	6.5	2.2
21	277.5	18.1	14.7	7.5	4.3
22	175.9	12.8	7.3	6.3	2.6
22	266.9	18.0	13.6	7.2	4.1
23	169.9	12.5	7.1	6.3	2.3
23	343.4	22.2	17.9	8.3	5.5
24	172.0	12.3	7.0	6.2	2.3
24	274.0	18.4	14.4	7.0	4.2
25	190.2	14.1	8.1	6.3	2.6
25	319.4	21.4	16.5	8.4	5.1
26	166.4	12.5	6.4	5.9	2.5
26	298.0	20.4	15.3	7.7	4.7
27	187.5	13.3	7.6	6.3	2.8
27	267.7	18.8	14.2	6.7	4.1
28	188.1	13.4	8.6	6.0	2.5
28	309.3	20.9	16.4	8.1	4.6
29	178.0	12.5	8.1	6.0	2.6
29	281.5	21.1	14.4	6.4	4.3
31	225.2	15.3	10.7	6.6	3.1
31	307.5	20.4	17.0	7.3	5.3
32	217.3	14.7	10.1	6.1	3.2
32	352.8	22.8	18.6	7.6	5.5

CONTAGEM TOTAL x URÂNIO



POTÁSSIO x URÂNIO





CANAL	COEFICIENTE	VALOR OBTIDO
Contagem Total	a_{tc}	14,7500
Potássio	a_k	0,8433
Urânio	a_u	0,2418
Tório	a_t	0,1773

PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO
PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS
AEROGEOFÍSICOS NA AMAZÔNIA:
PROJETO PROVÍNCIA MINERAL PARIMA-URARICOERA

CPRM CONTRATO Nº 002/PR/00

ANEXO I-c-3

RESULTADO DO TESTES DE “*HIGH-LEVEL*”
PARA DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES
DE CALIBRAÇÃO DO RADÔNIO

AERONAVE GULFSTREAM AEROCOMMANDER 500

PT-LMK

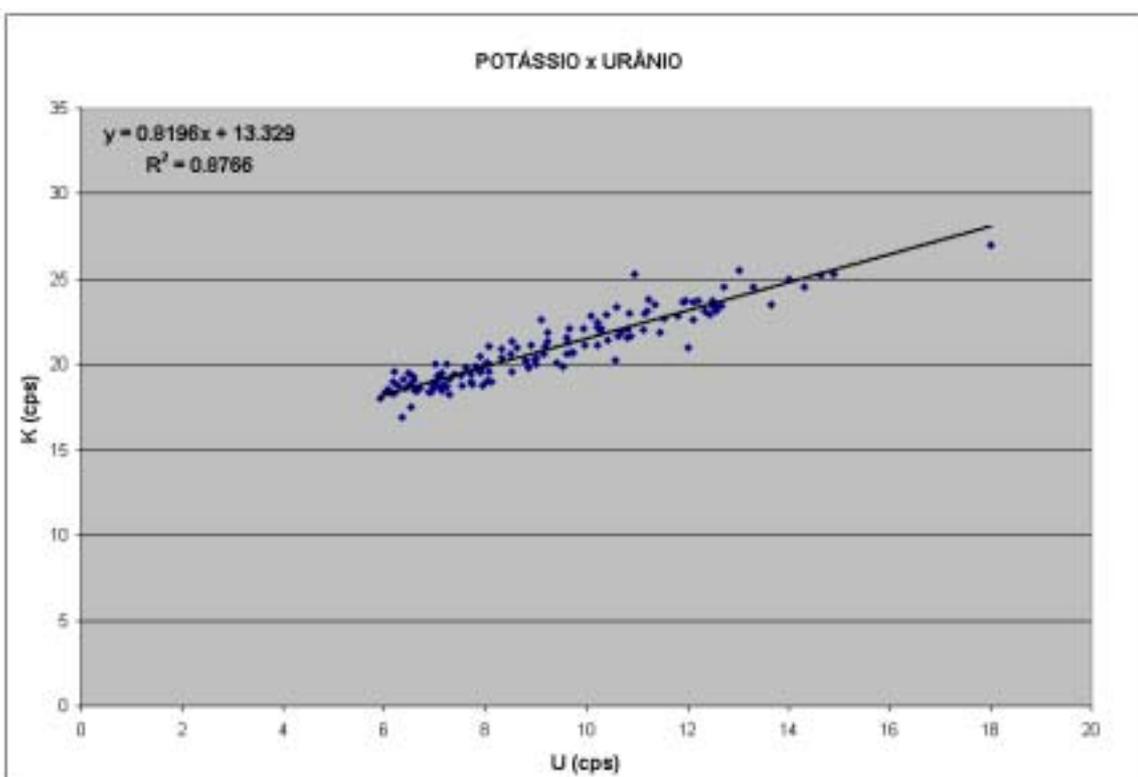
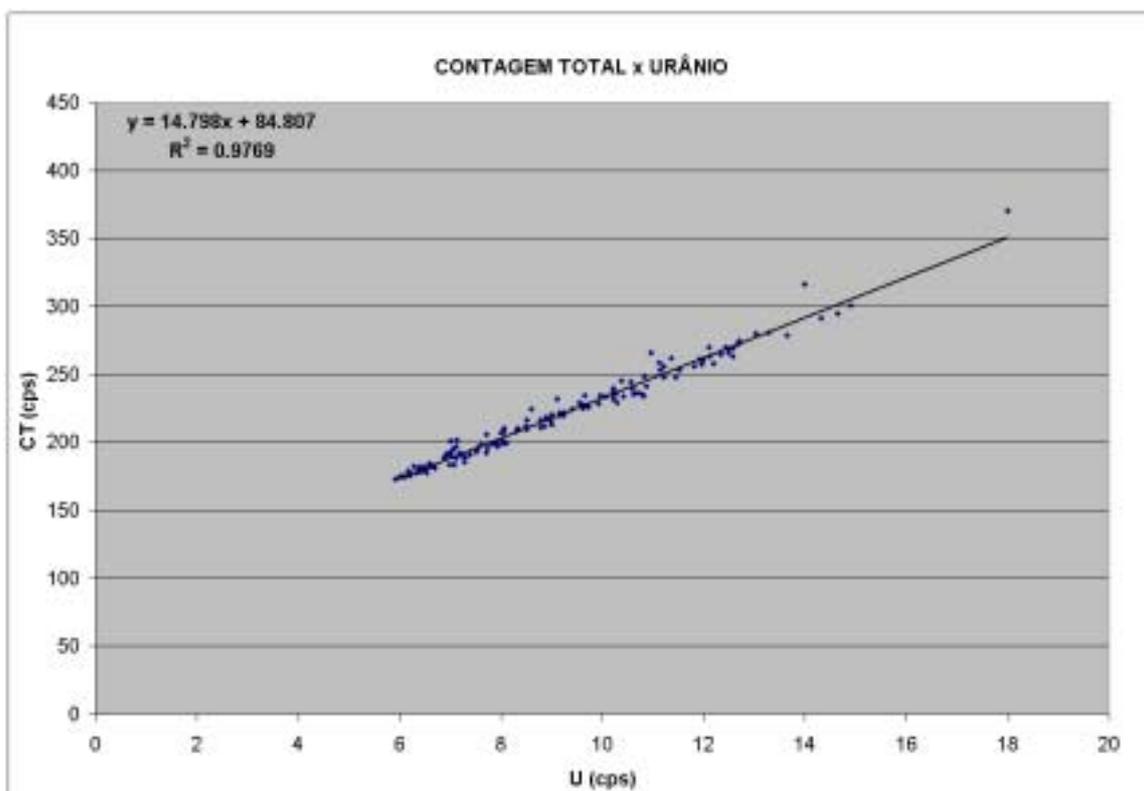
(MEGAFÍSICA AEROLEVANTAMENTOS SURVEYS S/A.)

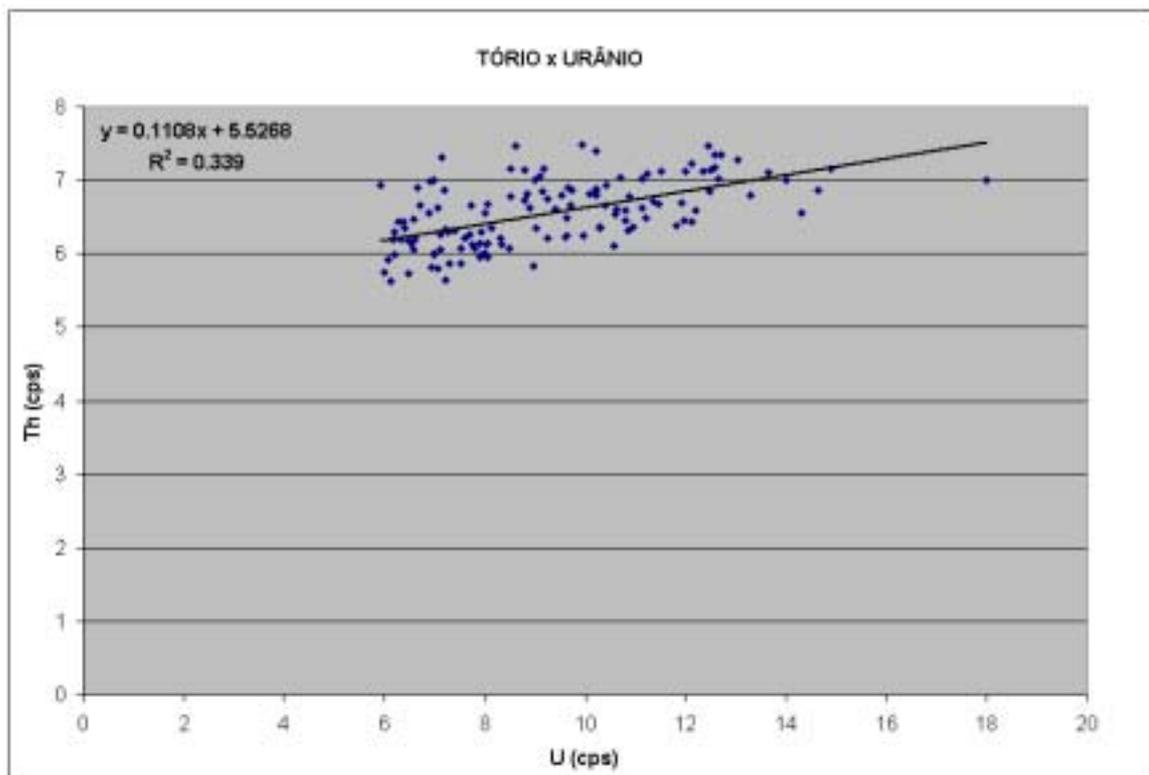
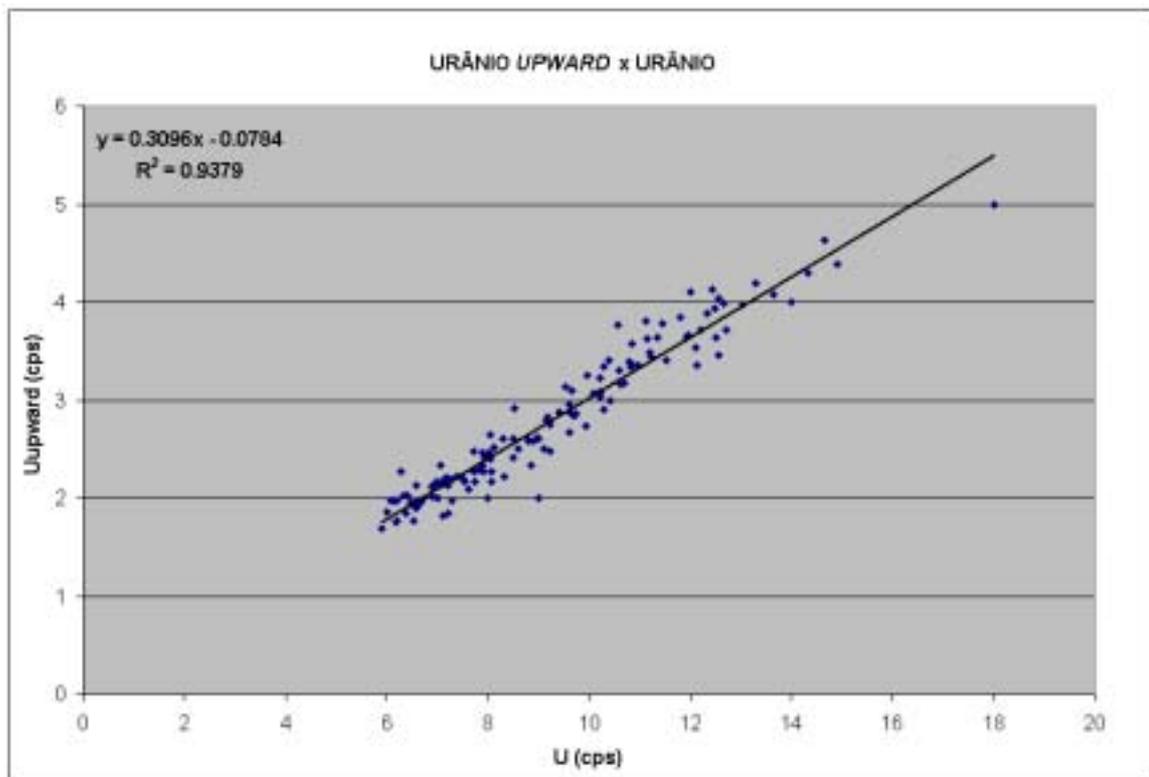
VÔO	CT	K	U	TH	UPU
5	218	21	9	7	3
5	263	23	13	7	3
6	216	21	9	7	3
6	213	20	9	8	3
7	220	21	9	8	2
7	253	23	12	7	3
8	230	22	9	9	2
8	248	23	11	8	3
9	277	25	13	8	3
9	216	21	9	8	2
10	292	24	11	11	2
10	330	27	15	12	4
12	224	21	9	8	2
12	220	21	9	7	3
13	192	19	8	7	2
13	227	21	10	7	3
14	188	18	7	7	2
14	212	20	9	7	2
15	199	20	8	6	2
15	300	25	15	7	4
16	188	18	7	6	2
16	241	21	10	8	3
17	198	20	8	6	2
17	266	23	12	7	4
18	201	19	8	6	2
18	263	23	12	7	3
19	213	20	9	6	3
19	291	25	14	7	4
21	195	19	8	6	2
21	270	23	13	7	4
22	200	19	8	6	3
22	225	21	10	7	3
23	199	20	8	6	2
23	300	25	15	7	4
24	197	19	8	6	2
25	173	18	6	7	2
25	265	23	12	7	4
26	199	19	8	7	2
26	266	23	11	10	3
27	183	18	7	7	2
27	315	25	15	8	4
28	251	22	10	8	3
28	302	26	13	10	4
34	248	23	11	6	3
35	193	19	8	6	2
35	226	22	10	6	3
36	182	19	7	6	2

VÔO	CT	K	U	TH	UPU
36	222	22	9	7	3
37	208	20	8	6	3
37	248	23	11	6	4
38	198	20	8	6	2
38	234	22	10	7	3
39	179	19	6	6	2
39	231	23	9	7	3
40	179	19	6	6	2
40	235	22	10	7	3
41	182	19	6	6	2
41	237	22	10	7	3
42	175	18	6	6	2
42	228	22	10	7	3
43	185	18	7	6	2
43	234	21	10	7	3
44	176	18	6	6	2
44	261	24	12	7	4
45	200	20	8	6	2
45	225	20	9	7	3
46	182	18	7	6	2
46	241	22	11	7	3
47	190	19	7	6	2
47	232	21	10	7	3
48	182	19	6	6	2
48	245	20	11	6	4
49	191	19	7	6	2
49	217	20	9	7	3
50	178	19	6	6	2
50	270	23	12	7	4
51	192	19	7	7	2
51	222	21	9	7	3
52	192	19	7	6	2
52	259	22	11	7	4
54	210	21	8	7	2
54	274	25	13	7	4
55	181	19	7	7	2
55	210	20	9	7	3
56	210	21	8	7	2
56	274	25	13	7	4
57	189	18	7	7	2
57	211	20	9	7	3
58	235	22	9	9	2
58	233	23	10	7	3
59	195	19	7	7	2
59	229	20	10	7	3
61	177	17	6	6	2
61	236	22	11	7	3
62	220	21	9	6	2

VÔO	CT	K	U	TH	UPU
62	272	23	13	7	4
63	184	19	7	6	2
63	256	24	11	7	3
65	191	20	7	6	2
65	266	25	11	6	3
66	195	19	8	6	2
66	245	23	10	7	3
67	241	23	10	8	2
67	280	26	13	7	4
68	264	23	10	10	2
68	257	24	12	6	4
69	182	19	6	6	2
69	234	21	10	6	3
70	225	21	10	6	3
70	261	21	12	7	4
71	210	21	8	6	2
71	294	25	15	7	5
72	184	19	7	6	2
72	229	22	10	6	3
73	228	21	10	6	3
74	208	20	8	6	3
74	235	22	11	7	3
78	215	20	9	6	3
78	270	24	12	6	4
79	211	21	8	6	2
79	280	25	13	7	4
80	175	18	6	6	2
80	234	22	11	6	3
81	177	20	6	6	2
81	239	23	11	7	3
82	197	19	7	6	2
82	253	23	11	7	4
83	199	20	8	6	2
83	268	24	13	7	4
84	189	19	7	6	2
84	262	24	11	7	4
85	200	20	8	6	2
85	258	24	12	7	4
86	184	19	7	6	2
86	248	22	11	7	4
87	205	19	8	6	2
87	256	23	12	6	4
88	178	17	7	6	2
88	250	23	11	8	3
89	224	21	9	7	3
89	236	22	10	6	3
90	230	21	8	9	2
90	417	28	15	16	3

VÔO	CT	K	U	TH	UPU
91	201	20	7	7	2
91	240	22	10	7	3
92	225	21	8	9	2
92	279	23	14	7	4
93	175	19	6	6	2
93	235	22	11	7	3
95	201	20	7	7	2
95	334	26	17	8	5
96	220	20	9	7	2
96	370	27	18	7	5
97	191	19	7	6	2
97	393	30	20	8	5
98	207	20	8	6	2
98	300	26	14	8	4
99	193	19	7	6	2
99	316	25	14	7	4





CANAL	COEFICIENTE	VALOR OBTIDO
Contagem Total	a_{tc}	14,7980
Potássio	a_k	0,8196
Urânio	a_u	0,3096
Tório	a_t	0,1108

**ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMAESPECTRÔMETROS**

ANEXO I-d

CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES

**ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMAESPECTRÔMETROS**

ANEXO I-d-1

**CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES
AERONAVE PT-WQT - 22 DE AGOSTO DE 2000**

CÁLCULO DAS TAXAS DE CONCENTRAÇÃO DOS RADIOELEMENTOS

POTÁSSIO, URÂNIO E TÓRIO

SUMÁRIO

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

Índice das Figuras, Quadros, Tabela e Mapa

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

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

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

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

I.1 Considerações Gerais

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

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

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

No dia 22 de agosto de 2000 a Lasa Engenharia e Prospecções S.A. efetuou os testes sobre a “pista de calibração dinâmica” no distrito de Inoã, município de Maricá (RJ).

I.2 Levantamento Terrestre

Na coleta de dados ao longo da pista de calibração foi utilizado um gamaespectrômetro portátil EXPLORANIUM, modelo GR-320, 512 canais, com detector de iodeto de sódio ativado a tálio NaI(Tl), medindo 76x76mm com resolução melhor que 8,5% para fotopico de Cs-137 (662 keV), como mostra a figura I.1. As medidas foram armazenadas na memória interna do equipamento, bem como anotadas pelo operador em planilha apropriada.



Figura I.1 – Gamaespectrômetro Portátil EXPLORANIUM GR-320

Foram registradas 72 estações, sendo 64 sobre a pista de calibração e 8 sobre a Lagoa de Maricá, estas últimas com vistas a remover o *background* atmosférico da região. Devido ao excesso de umidade no solo foram descartadas as estações de números 16 a 34, bem como as de número 63 e 64 (amostras não representativas), sendo consideradas, para fins estatísticos, 43 estações. A Tabela I.1 e o Mapa I.1 proporcionam, respectivamente, uma visão dos valores das leituras das estações e a locação das mesmas na Pista de Calibração. A Figura I.2 ilustra a coleta de dados terrestres. Os Quadros 1 e 2 resumem os resultados obtidos no levantamento terrestre.



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

ESTATÍSTICA (*)	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT(**) (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	14,93	2,18	2,61	34,64	4190,79	680,51	185,44	292,91
DESVIO PADRÃO	2,98	0,69	1,14	8,97	1074,33	161,61	40,91	75,01
ERRO NA MÉDIA(1)	0,45	0,10	0,17	1,37	163,83	24,65	6,24	11,44
INCERTEZA (%) (2)	0,03	0,05	0,07	0,04				

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

- (*) *Background* removido
- ** Valor obtido através da expressão:
 $E = 1,505K + 0,653eU + 0,287eTh$
 E = Taxa de Exposição (μ R/h)
- (1) Erro na média = Desvio Padrão / (Número de Estações)^{1/2}
- (2) Incerteza = Erro na Média/ Média
- cpm = contagem por minuto
- 43 estações utilizadas no cálculo estatístico

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO							
	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
MÉDIA	0.03	-0,10*	-0,48*	0,11	157,63	-29,75	-9,13	-1,25
DESVIO PADRÃO	0.08	0,00	0,10	0,06	22,80	5,15	2,36	0,89
ERRO NA MÉDIA	0.03	0,00	0,04	0,02	8,06	1,82	0,83	0,31
INCERTEZA (%)	1.00	0,00	-0,08	0,20				

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

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

I.3 Levantamento Aéreo

Foi utilizada a aeronave PT-WQT, equipada com gamaespectrômetro EXPLORANIUM GR-820, com cristais detectores de NaI com 2560 pol³ *down* e 512 pol³ *up*. Foram realizadas 8 passagens sobre a pista de calibração e mar, nas seguintes altitudes: 200, 300, 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.

I.4 Correção Altimétrica (Coeficientes de Atenuação Atmosférica)

Esse procedimento é comentado no Anexo I-e.

I.5 Conversão para Concentração de Elementos

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

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

S corresponde à sensibilidade para cada janela,

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

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

Foram utilizados os dados aéreos relativos à segunda passagem na altura de 100 m sobre a pista de calibração, correspondente ao intervalo entre as estações terrestres consideradas para efeito do cálculo da média dos elementos K, U, e Th (do Marco 0 até a estaca 6N).

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

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

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

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

ESTATÍSTICA *	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
MÉDIA	3081,24	164,60	33,42	151,53
DESVIO PADRÃO	300,75	34,55	9,83	19,72
ERRO NA MÉDIA	39,49	4,54	1,29	2,59
INCERTEZA (%)	0,01	0,03	0,04	0,02

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

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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	14,93	2,18	2,61	34,64	4190,79	680,51	185,44	292,91
DESVIO PADRÃO	2,98	0,69	1,14	8,97	1074,33	161,61	40,91	75,01
ERRO NA MÉDIA	0,45	0,10	0,17	1,37	163,83	24,65	6,24	11,44
INCERTEZA (%)	0,03	0,05	0,07	0,04				

cpm = contagens por minuto

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

	CT (cps / μ R/h)	K (cps / %)	U (cps / ppm)	Th (cps / ppm)
SENSIBILIDADE (S)	206,38	75,50	12,80	4,37

Quadro 5 – Coeficientes de Sensibilidade

As Figuras I.2, I.3, I.4 e I.5 apresentam os perfis comparativos dos levantamentos aéreo e terrestre:

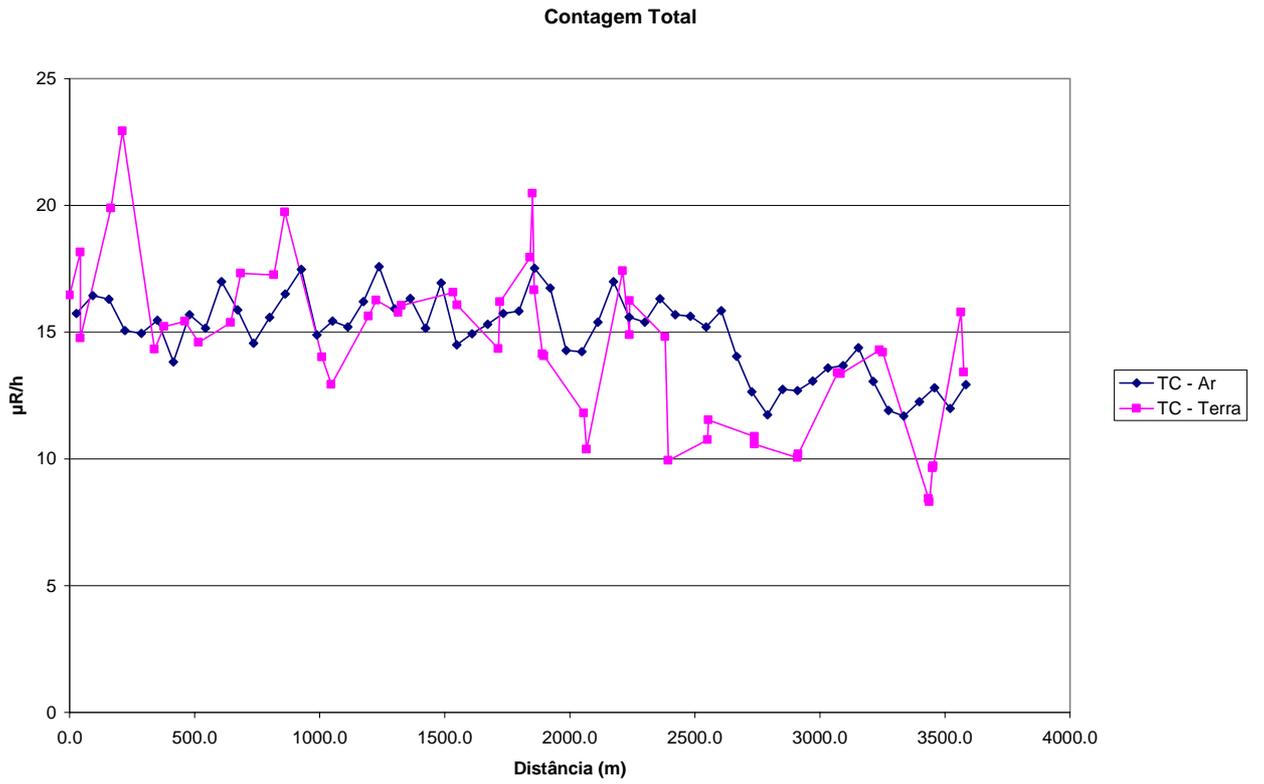


Figura I.2 – Calibração dinâmica – Perfil comparativo – Contagem Total

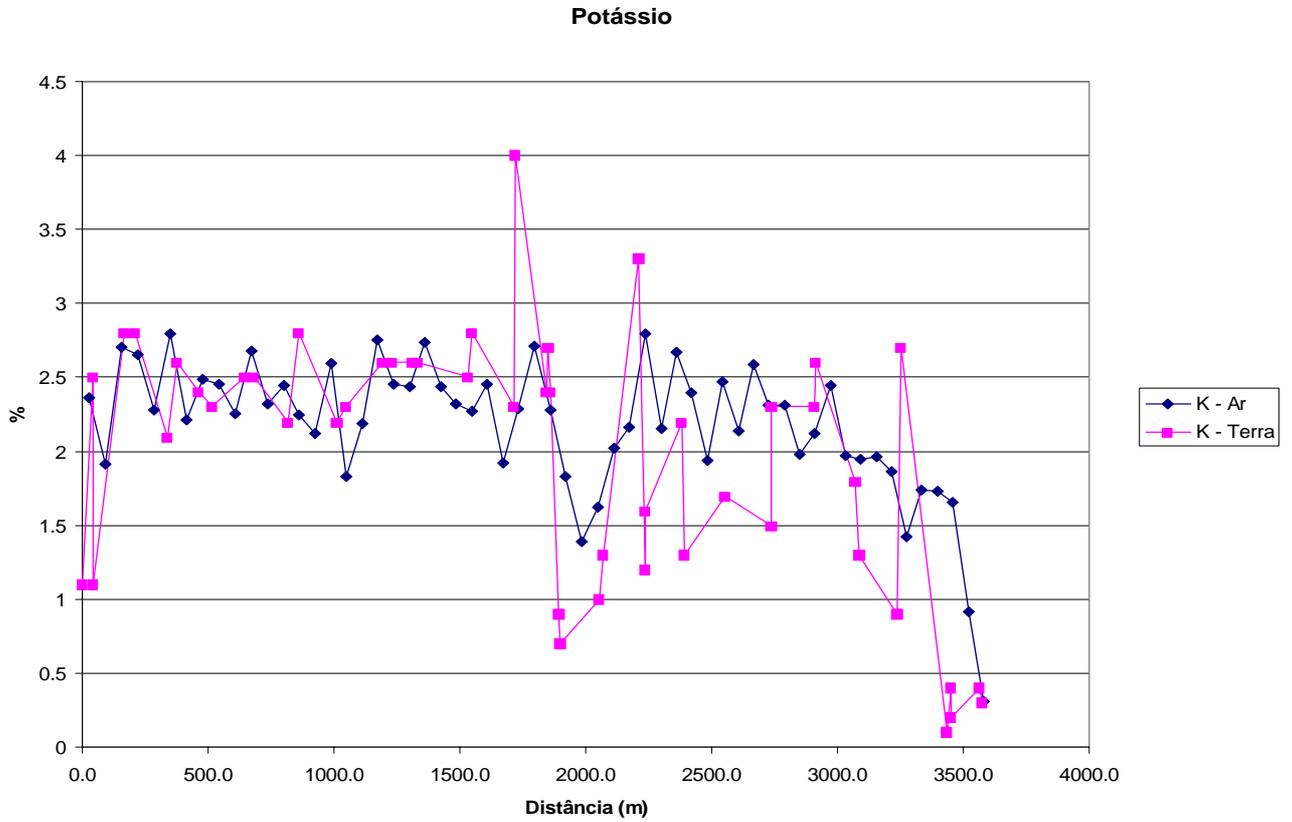


Figura I.3 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio

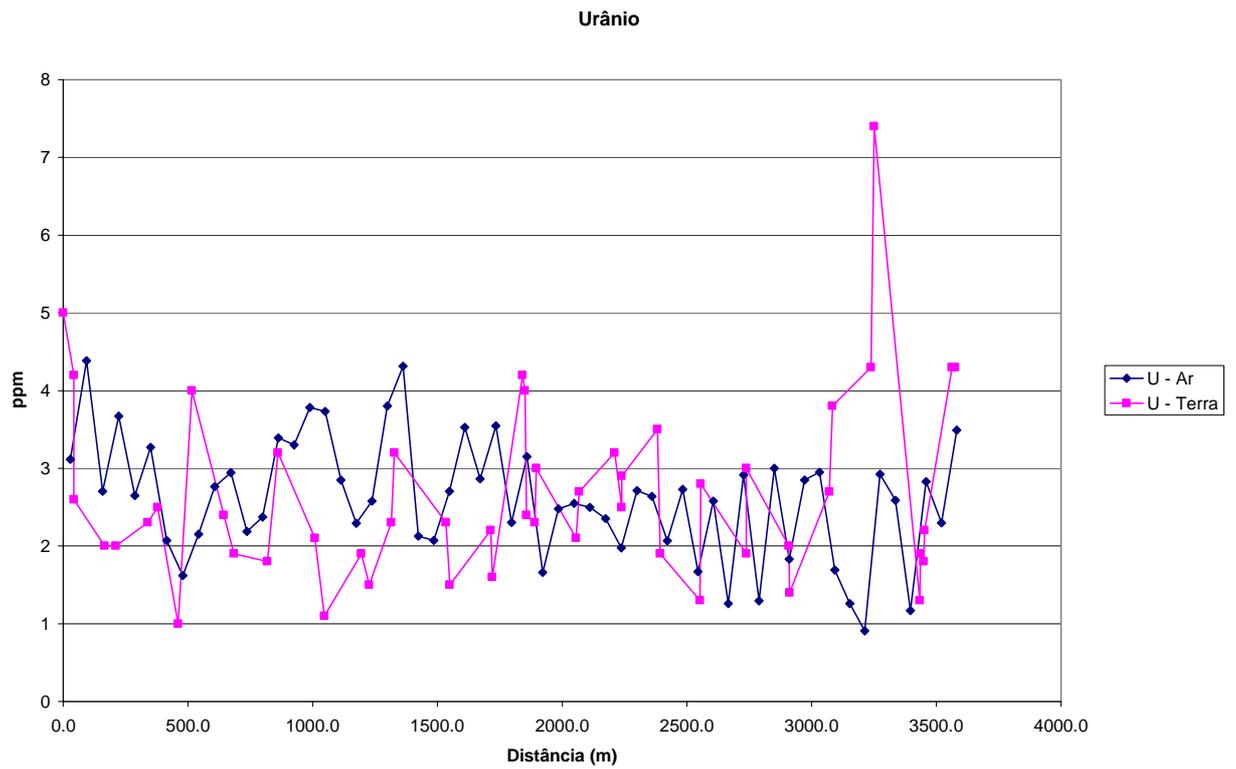


Figura I.4 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio

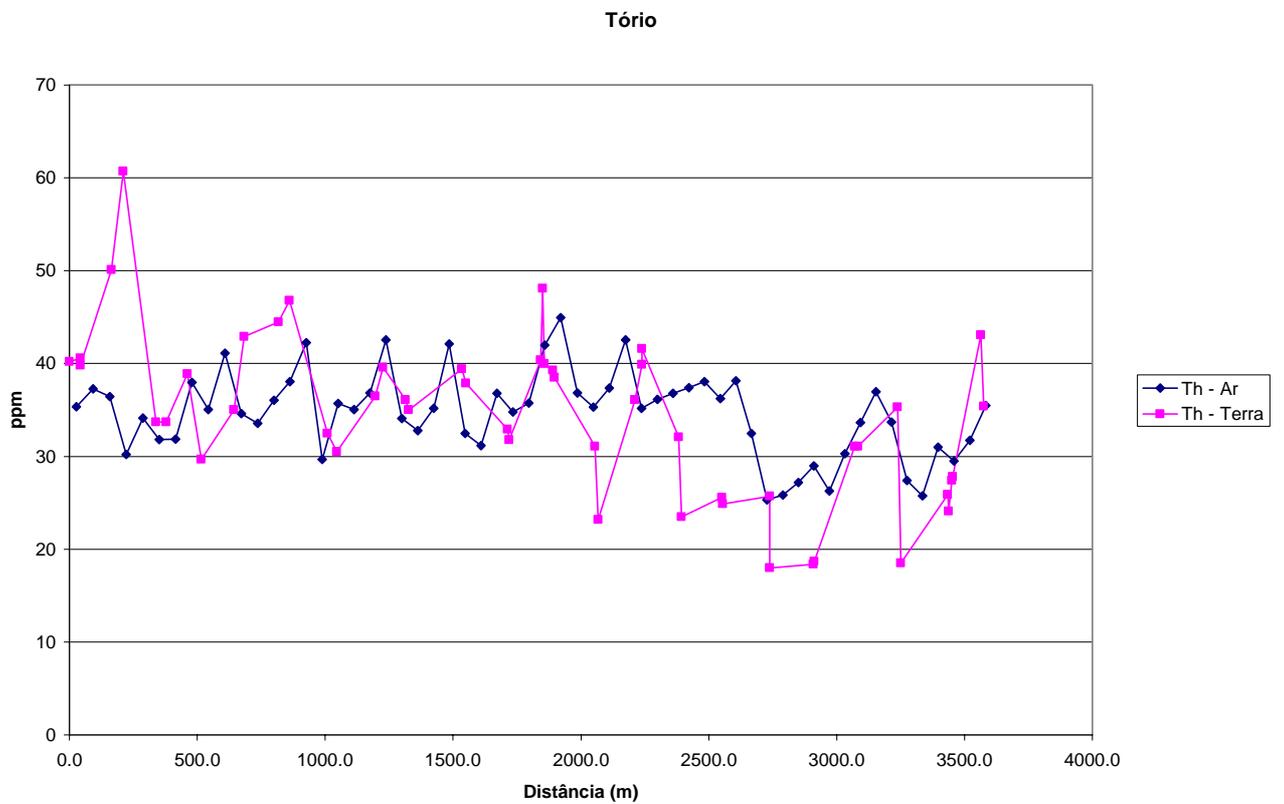


Figura I.5 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório

**TABELA I.1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE
(PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA) – AERONAVE PT-WQT
DADOS BRUTOS**

Estação	Estaca	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (µR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
1	MARCO 2	712472	7464057	14,9	1,2	2,5	40,0	3971	502	205	335
2		712458	7464062	16,3	1,6	2,9	41,7	4266	604	220	350
3		712454	7464034	17,4	3,3	3,2	36,2	5007	951	205	305
4	1N	712579	7464226	14,8	2,2	3,5	32,2	4172	692	194	271
5		712571	7464217	10,0	1,3	1,9	23,6	2932	439	129	199
6	2N	712686	7464395	10,8	1,7	1,3	25,7	3172	512	126	215
7		712716	7464378	11,6	1,7	2,8	25,0	3459	550	154	211
8	3N	712793	7464564	10,6	2,3	3,0	18,1	3228	636	131	154
9		712804	7464562	10,9	1,5	1,9	25,8	3177	494	139	217
10	4N	712900	7464733	10,2	2,6	1,4	18,8	3197	664	101	158
11		712889	7464733	10,1	2,3	2,0	18,5	3138	626	111	156
12	5N	713007	7464902	13,4	1,3	3,8	31,2	3771	503	196	263
13		712991	7464895	13,4	1,8	2,7	31,2	3880	591	176	263
14	6N	713115	7465071	14,3	0,9	4,3	35,4	3899	442	223	299
15		713127	7465074	14,2	2,7	7,4	18,6	2995	580	119	157
**16	7N	713222	7465240	9,7	0,2	2,2	27,9	2661	215	153	253
**17		713196	7465273	9,7	0,4	1,8	27,5	2898	265	143	231
**18		713190	7465261	8,3	0,1	1,9	24,2	2394	175	132	203
**19		713190	7465258	8,5	0,1	1,3	26,0	2403	176	128	218
**20	8N	713329	7465408	13,4	0,3	4,3	35,5	3546	350	224	300
**21		713229	7465387	15,8	0,4	4,3	43,2	4123	384	254	364
**22	9N	713436	7465577	14,1	0,2	2,3	42,9	3732	305	213	360
**23		713351	7465551	13,3	0,1	4,2	40,6	3725	304	242	343
**24	10N	713543	7465746	14,8	0,8	3,0	37,9	3693	411	206	318
**25		713532	7465687	14,2	1,3	4,3	35,7	4028	530	223	302
**26	11N	713650	7465915	11,5	0,5	2,1	27,5	2745	238	149	231
**27		713646	7465898	9,5	0,2	2,8	27,1	2909	238	160	229
**28	12N	713757	7466084	11,7	0,7	2,7	30,6	3389	359	172	257
**29		713716	7466001	9,4	0,8	2,7	22,5	2725	339	141	190
**30	13N	713864	7466253	14,0	0,2	5,0	41,7	4015	349	261	252
**31		713865	7466227	15,5	0,5	3,3	40,1	3747	370	222	337
**32	MARCO 3	713967	7466415	13,8	0,9	2,3	36,0	3650	407	186	303
**33		713970	7466410	13,0	0,8	3,6	36,0	3662	421	212	303
**34		713973	7466416	15,7	0,8	3,7	42,3	4357	450	239	356
35	1S	711159	7462034	19,9	2,8	2,0	50,2	5602	892	236	420
36		711155	7462034	23,0	2,8	2,0	60,8	6263	942	277	509
37	2S	711268	7462202	14,4	2,1	2,3	33,8	8858	652	177	284
38		711271	7462202	15,2	2,6	2,5	33,8	4709	785	202	326
39	3S	711376	7462370	15,5	2,4	1,0	39,0	4352	730	171	326
40		711359	7462339	14,6	2,3	4,0	29,8	4152	709	194	252

Estação	Estaca	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT ($\mu\text{R/h}$)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
41	4S	711484	7462539	15,4	2,5	2,4	35,1	4297	707	184	295
42		711464	7462507	17,3	2,5	1,9	43,0	5032	772	206	361
43	5S	711593	7462707	17,3	2,2	1,8	44,6	4814	727	209	373
44		711580	7462684	19,8	2,8	3,2	46,9	5535	882	246	394
45	6S	711701	7462875	14,0	2,2	2,1	32,6	4178	674	168	274
46		711694	7462870	13,0	2,3	1,1	30,6	3871	657	141	256
47	7S	711809	7463043	15,7	2,6	1,9	36,6	4460	770	180	307
48		711811	7463050	16,3	2,6	1,5	39,7	4694	774	185	333
49	8S	711918	7463211	16,1	2,6	3,2	35,1	4495	790	200	295
50		711889	7463138	15,8	2,6	2,3	36,2	4375	766	186	304
51	9S	712026	7463379	16,6	2,5	2,3	39,5	4733	776	199	332
52		712009	7463373	16,1	2,8	1,5	38,0	4577	803	178	318
53	10S	712135	7463547	16,2	4,0	1,6	31,9	4876	1040	155	268
54		712131	7463537	14,4	2,3	2,2	33,0	4124	697	172	277
55	11S	712243	7463715	14,2	0,9	2,3	39,4	3969	427	199	330
56		712273	7463720	14,1	0,7	3,0	38,6	3737	393	210	324
57	12S	712355	7463881	10,4	1,3	2,7	23,3	2990	437	144	196
58		712367	7463879	11,8	1,0	2,1	31,2	3232	408	163	262
59	MARCO 1	712219	7463678	16,7	2,4	2,4	40,1	4896	755	214	337
60		712235	7463674	20,5	2,7	4,0	48,2	5730	900	267	405
61		712224	7463665	18,0	2,4	4,2	40,5	5087	803	241	341
62	MARCO 0	711051	7461866	18,2	2,5	4,2	40,7	5080	808	241	343
***63		711062	7461866	14,8	1,1	2,6	39,9	4009	471	206	335
***64		711055	7461823	16,5	1,1	5,0	40,3	4614	540	255	341
65	*	722468	7461355	-0,6	-0,1	-0,5	0,1	143	-25	-10	-2
66	*	722468	7461355	-0,6	-0,1	-0,3	0,1	188	-21	-6	0
67	*	722468	7461355	-0,5	-0,1	-0,4	0,1	188	-33	-9	-1
68	*	722468	7461355	-0,5	-0,1	-0,4	0,1	152	-26	-8	-1
69	*	722418	7461420	-0,7	-0,1	-0,6	0,1	136	-33	-12	-2
70	*	722412	7461420	-0,4	-0,1	-0,3	0,0	176	-31	-6	0
71	*	722409	7461411	-0,6	-0,1	-0,5	0,2	144	-36	-10	-2
72	*	722412	7461408	-0,7	-0,1	-0,6	0,2	134	-33	-12	-2

* *Background* na Lagoa de Maricá

** Amostragem não considerada no cálculo devido a umidade no solo

*** Amostragem não representativa

cpm= Contagem por minuto

ppm = parte por milhão

**ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMAESPECTRÔMETROS**

ANEXO I-d-2

**CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES
AERONAVE PT-WOU - 23 DE FEVEREIRO DE 2000**

CÁLCULO DAS TAXAS DE CONCENTRAÇÃO DOS RADIOELEMENTOS

POTÁSSIO, URÂNIO E TÓRIO

SUMÁRIO

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

Índice das Figuras, Quadros, Tabela e Mapa

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

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

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

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

I.1 Considerações Gerais

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

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

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

No dia 23 de fevereiro de 2000 a Lasa Engenharia e Prospecções S.A efetuou os testes sobre a “pista de calibração dinâmica” no distrito de Inoã, município de Maricá (RJ).

I.2 Levantamento Terrestre

Na coleta de dados ao longo da pista de calibração foi utilizado um gamaespectrômetro portátil EXPLORANIUM, modelo GR-320, 512 canais, com detector de iodeto de sódio ativado a tálio NaI(Tl), medindo 76x76mm com resolução melhor que 8,5% para fotopico de Cs-137 (662 keV), como mostra a figura I.1. As medidas foram armazenadas na memória interna do equipamento, bem como anotadas pelo operador em planilha apropriada.



Figura I.1 – Gamaespectrômetro Portátil EXPLORANIUM GR-320

Foram registradas 50 estações, sendo 45 sobre a pista de calibração e 5 sobre a Lagoa de Maricá, estas últimas visando à remoção do *background* atmosférico da região. Devido ao excesso de umidade no solo foram descartadas as estações de números 36 a 45 (referentes às estacas 7N a 11N), bem como as de números 4 e 27 (posicionamento), sendo consideradas, para fins estatísticos, 33 estações. A Tabela I.1 e o Mapa I.1 proporcionam, respectivamente, uma visão dos valores das leituras das estações e a locação das mesmas na Pista de Calibração. A figura I.2 ilustra a coleta de dados terrestres. Os Quadros 1 e 2 resumem os resultados obtidos no levantamento terrestre.



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

ESTATÍSTICA (*)	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT(**) (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	13,19	1,86	1,97	31,73	3699,89	612,21	185,94	266,70
DESVIO PADRÃO	3,03	0,70	1,15	7,95	787,05	165,11	48,81	66,12
ERRO NA MÉDIA(1)	0,53	0,12	0,20	1,38	137,01	28,74	8,50	11,51
INCERTEZA (%) (2)	0,04	0,07	0,10	0,04				

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

- (*) *Background* removido
- ** Valor obtido através da expressão:
 $E = 1,505K + 0,653eU + 0,287eTh$
E = Taxa de Exposição (μ R/h)
- (1) Erro na média = Desvio Padrão / (Número de Estações)^{1/2}
- (2) Incerteza = Erro na Média/ Média
- cpm = contagem por minuto
- 33 estações utilizadas no cálculo estatístico

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	0,52	0,00	0,56	0,54	229,20	-0,40	-7,60	2,60
DESVIO PADRÃO	0,20	0,00	0,11	0,48	24,45	1,34	5,37	1,52
ERRO NA MÉDIA	0,07	0,00	0,04	0,17	8,64	0,47	1,90	0,54
INCERTEZA (%)	0,13	-	0,07	0,32				

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

I.3 Levantamento Aéreo

Foi utilizada a aeronave PT-WOU, um bimotor Islander BNA-2, equipada com gamaespectrômetro Picodas PGAM 1000, com cristais detectores de NaI com 2048 pol³ *down* e 512 pol³ *up*. Foram realizadas 8 passagens sobre a pista de calibração e mar, nas seguintes altitudes: 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800 e 900 pés, sendo feitas 3 passagens na altitude de 300 pés, que corresponde à altura de vôo do projeto. 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.

I.4 Correção Altimétrica (Coeficientes de Atenuação Atmosférica)

Esse procedimento é comentado no Anexo I-e.

I.5 Conversão para Concentração de Elementos

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

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

S corresponde à sensibilidade para cada janela,

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

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

Foram utilizados os dados aéreos relativos à segunda passagem na altura de 100 m sobre a pista de calibração, correspondente ao intervalo entre o Marco 0 Sul e a Estaca 6 Norte, num total de 34 pontos de amostragem.

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

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

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

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

ESTATÍSTICA *	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
MÉDIA	1272,87	48,37	31,29	97,38
DESVIO PADRÃO	115,93	10,98	5,78	8,49
ERRO NA MÉDIA	12,29	1,16	0,61	0,90
INCERTEZA (%)	0,01	0,02	0,02	0,01

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

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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT ($\mu\text{R/h}$)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	13,19	1,86	1,97	31,73	3699,89	612,21	185,94	266,70
DESVIO PADRÃO	3,03	0,70	1,15	7,95	787,05	165,11	48,81	66,12
ERRO NA MÉDIA	0,53	0,12	0,20	1,38	137,01	28,74	8,50	11,51
INCERTEZA (%)	0,04	0,07	0,10	0,04				

cpm = contagens por minuto

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

	CT (cps / $\mu\text{R/h}$)	K (cps / %)	U (cps / ppm)	Th (cps / ppm)
SENSIBILIDADE (S)	96,50	26,01	15,88	3,07

Quadro 5 – Coeficientes de Sensibilidade

As Figuras I.2, I.3, I.4 e I.5 apresentam os perfis comparativos dos levantamentos aéreo e terrestre:

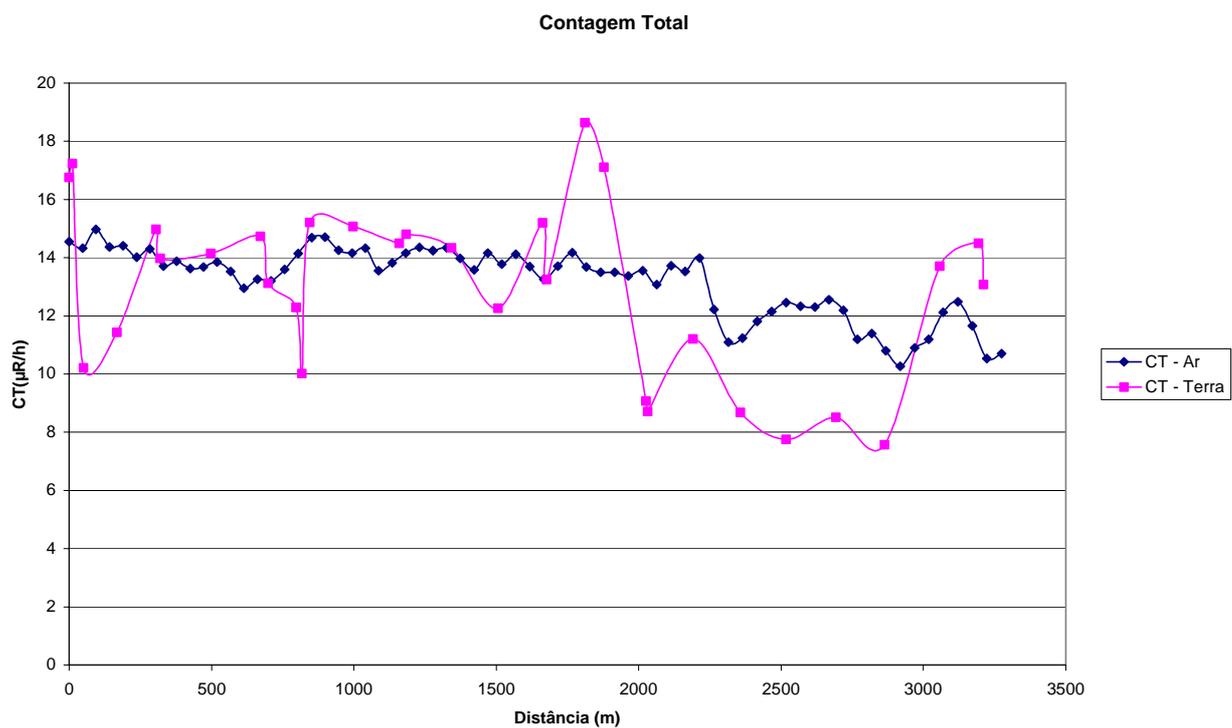


Figura I.2 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Contagem Total

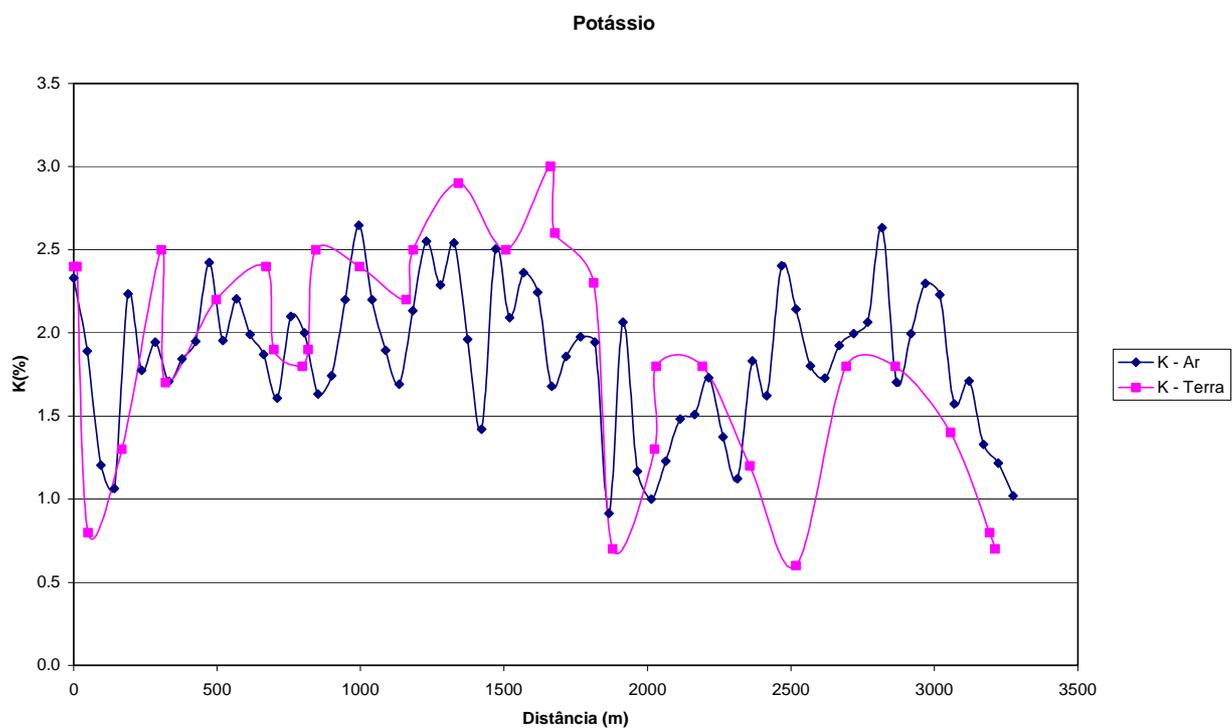


Figura I.3 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio

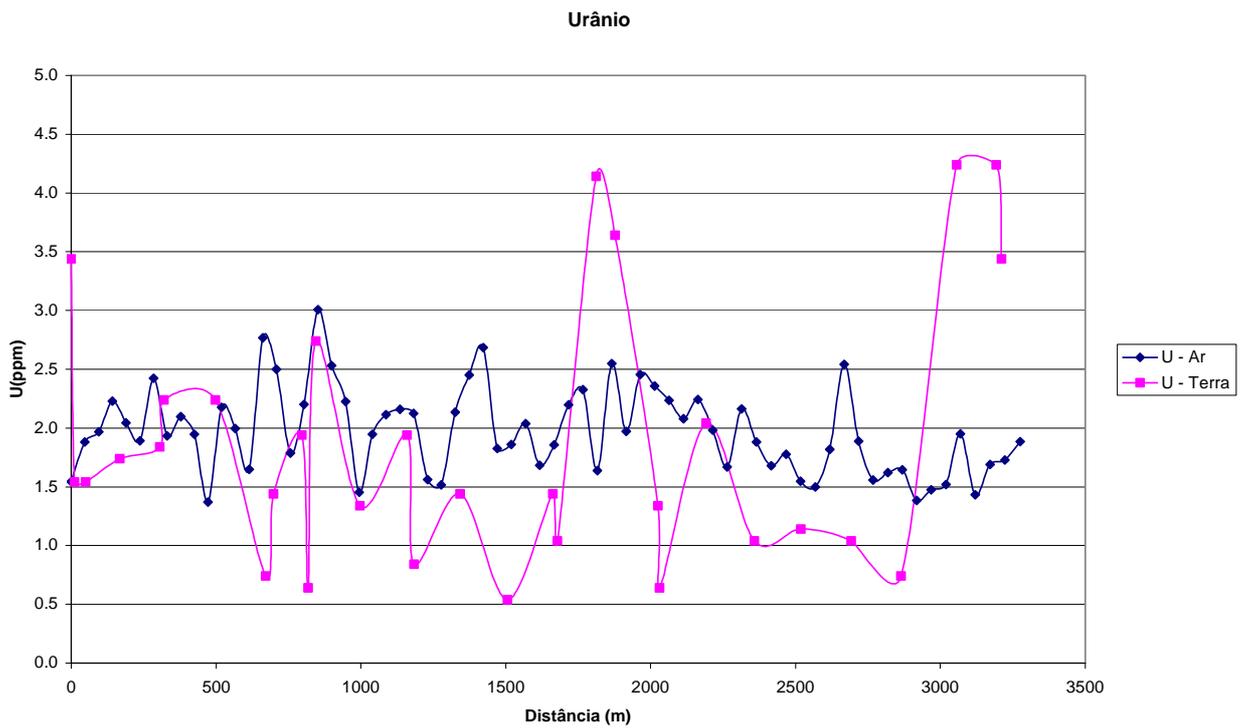


Figura I.4 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio

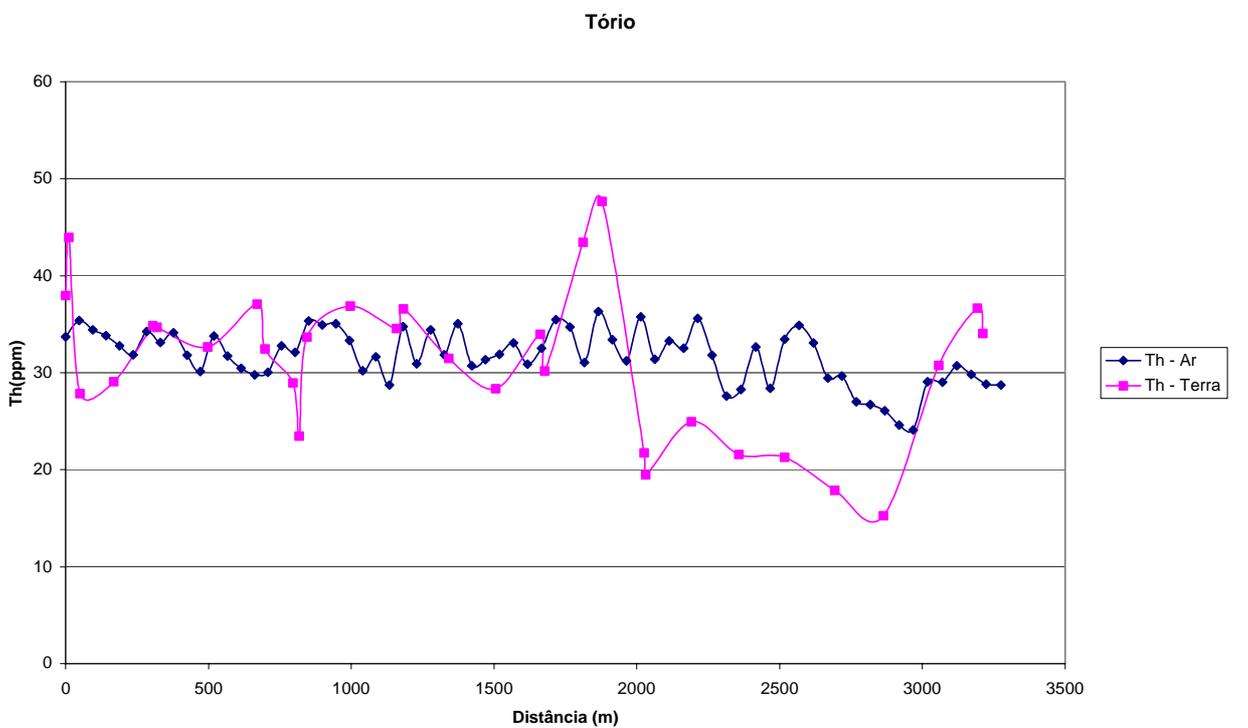


Figura I.5 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório

**TABELA I.1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE
(PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA) – AERONAVE PT-WOU
DADOS BRUTOS**

<u>Estação</u>	<u>Estaca</u>	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
1	MARCO 0	711051	7461866	17,3	2,4	4,0	38,5	4835	814	243	321
2		711061	7461877	17,8	2,4	2,1	44,5	5048	801	232	370
3	1S	711159	7462034	10,7	0,8	2,1	28,4	3110	372	163	236
***4		711140	7462015	26,9	2,5	2,1	28,6	4069	732	163	238
5		711152	7462034	12,0	1,3	2,3	29,6	3286	484	172	264
6	2S	711268	7462202	15,5	2,5	2,4	35,4	4410	768	190	291
7		711266	7462187	14,5	1,7	2,8	35,2	4042	619	206	293
8	3S	711376	7462370	14,7	2,2	2,8	33,2	4318	703	197	277
9	4S	711484	7462539	15,3	2,4	1,3	37,6	4481	748	185	312
10		711507	7462565	13,6	1,9	2,0	33,0	3824	622	181	275
11	5S	711593	7462707	12,8	1,8	2,5	29,5	3335	599	175	246
12		711580	7462684	10,5	1,9	1,2	24,0	3240	561	126	200
13		711589	7462711	15,7	2,5	3,3	34,2	4695	793	212	286
14	6S	711701	7462875	15,6	2,4	1,9	37,4	4475	764	196	311
15	7S	711809	7463043	15,0	2,2	2,5	35,1	4227	710	200	293
16		711805	7463050	15,3	2,5	1,4	37,1	4464	771	185	308
17	8S	711918	7463211	14,9	2,9	2,0	32,0	4413	345	176	266
18	9S	712026	7463379	12,8	2,5	1,1	28,9	3813	728	146	240
19	10S	712135	7463547	15,7	3,0	2,0	34,5	4527	880	187	287
20		712128	7463544	13,8	2,6	1,6	30,7	4040	751	161	255
21	MARCO 1	712219	7463678	19,2	2,3	4,7	44,0	5343	839	231	367
22		712223	7463681	17,9	2,6	3,6	40,6	5173	849	244	338
23	11S	712243	7463715	16,5	0,7	4,2	44,3	4443	474	273	370
24		712322	7463744	17,6	0,7	4,2	48,2	4797	506	289	402
25	12S	712355	7463881	9,6	1,3	1,9	22,3	2981	446	133	186
26		712358	7463897	9,2	1,8	1,2	20,0	2771	518	108	166
***27		712498	7464057	22,8	1,8	2,6	25,5	3441	581	159	213
28	MARCO 2	712472	7464057	11,7	1,8	2,6	25,5	3441	581	159	213
29	1N	712579	7464226	9,2	1,2	1,6	22,1	2726	418	127	184
30	2N	712686	7464395	8,3	0,6	1,7	21,8	2517	288	126	181
31	3N	712793	7464564	9,0	1,8	1,6	18,4	2852	519	111	154
32	4N	712900	7464733	8,1	1,8	1,3	15,8	2708	491	93	132
33	5N	713007	7464902	14,2	1,4	4,8	31,3	3651	568	229	263
34	6N	713115	7465071	15,0	0,8	4,8	37,2	3938	464	253	311
35		713130	7465077	13,6	0,7	4,0	34,6	3736	422	227	289
**36	7N	713222	7465240	10,3	0,4	2,0	29,1	2879	295	164	242
**37		713190	7465276	10,8	0,5	1,4	31,7	3027	315	163	264
**38	8N	713329	7465408	9,5	1,6	1,9	20,4	2882	498	124	170
**39		713223	7465387	12,3	0,4	1,9	36,6	3529	326	194	304
**40	9N	713436	7465577	15,3	0,2	3,6	44,0	3997	360	258	367
**41		713333	7465521	17,2	0,1	4,8	48,4	4433	375	302	404
**42		713324	7465532	24,1	1,5	2,7	30,2	3635	552	183	252
**43	10N	713543	7465746	14,7	1,0	4,5	35,8	3946	494	242	299
**44	11N	713650	7465915	9,4	0,1	1,9	27,8	2662	217	155	231
**45		713652	7465907	6,6	0,3	1,2	18,6	1827	184	103	155

Estação	Estaca	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
46	*	722674	7463182	0,8	0,0	0,7	1,3	221	-1	-13	2
47	*	722682	7463201	0,5	0,0	0,6	0,4	198	1	-11	3
48	*	722680	7463202	0,4	0,0	0,6	0,2	220	1	1	2
49	*	722674	7463204	0,3	0,0	0,4	0,1	260	-2	-8	1
50	*	722643	7463205	0,5	0,0	0,5	0,7	247	-1	-7	5

* *Background* na Lagoa de Maricá

** Estação não considerada no cálculo devido a umidade no solo

*** Estação não considerada no cálculo devido ao posicionamento

cpm= Contagem por minuto

ppm = parte por milhão

**ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMAESPECTRÔMETROS**

ANEXO I-d-3

**CALIBRAÇÃO DINÂMICA – RESULTADOS DOS TESTES
AERONAVE PT-LMK - 25 DE AGOSTO DE 2000**

CÁLCULO DAS TAXAS DE CONCENTRAÇÃO DOS RADIOELEMENTOS

POTÁSSIO, URÂNIO E TÓRIO

SUMÁRIO

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

Índice das Figuras, Quadros, Tabela e Mapa

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

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

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

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

I.1 Considerações Gerais

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

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

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

No dia 25 de agosto de 2000 a Lasa Engenharia e Prospecções S.A em conjunto com a Megafísica, efetuou os testes sobre a “pista de calibração dinâmica” no distrito de Inoã, município de Maricá (RJ).

I.2 Levantamento Terrestre

Na coleta de dados ao longo da pista de calibração foi utilizado um gamaespectrômetro portátil EXPLORANIUM, modelo GR-320, 512 canais, com detector de iodeto de sódio ativado a tálio NaI(Tl), medindo 76x76mm com resolução melhor que 8,5% para fótico de Cs-137 (662 keV), como mostra a figura I.1. As medidas foram armazenadas na memória interna do equipamento, bem como anotadas pelo operador em planilha apropriada.



Figura I.1 – Gamaespectrômetro Portátil EXPLORANIUM GR-320

Foram registradas 69 estações, sendo 61 sobre a pista de calibração e 8 sobre a Lagoa de Maricá, estas últimas com vistas à remoção do *background* atmosférico da região. Devido ao excesso de umidade no solo foram descartadas as estações situadas entre os números 16 e 29 (entre as estacas 7N e o marco 3), sendo consideradas, para fins estatísticos, 47 estações. A Tabela I.1 e o Mapa I.1 proporcionam, respectivamente, uma visão dos valores das leituras das estações e a locação das mesmas na Pista de Calibração. A figura I.2 ilustra a coleta de dados terrestres. Os Quadros 1 e 2 resumem os resultados obtidos no levantamento terrestre.



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

ESTATÍSTICA (*)	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT(**) (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	15,69	2,16	2,76	37,05	4279,21	698,43	199,34	310,69
DESVIO PADRÃO	3,34	0,75	0,85	9,40	861,21	178,92	44,86	79,96
ERRO NA MÉDIA(1)	0,43	0,10	0,11	1,20	110,27	22,91	5,74	10,24
INCERTEZA (%) (2)	0,03	0,04	0,04	0,03				

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

- (*) *Background* removido
- ** Valor obtido através da expressão:

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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT (μ R/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	0,06	0,00	0,00	0,20	150,75	0,00	0,00	1,25
DESVIO PADRÃO	0,06	0,00	0,00	0,21	5,23	0,00	0,00	1,58
ERRO NA MÉDIA	0,02	0,00	0,00	0,08	1,85	0,00	0,00	0,56
INCERTEZA (%)	0,38	-	-	0,38				

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

I.3 Levantamento Aéreo

Foi utilizada a aeronave PT-LMK, um bimotor Aero Commander, equipada com gamaespectrômetro Picodas PGAM 1000, com cristais detectores de NaI com 2048 pol³ *down* e 512 pol³ *up*. Foram realizadas 8 passagens sobre a pista de calibração e mar, nas seguintes altitudes: 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800 e 900 pés, sendo feitas 3 passagens na altitude de 300 pés, que corresponde à altura de vôo do projeto. 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.

I.4 Correção Altimétrica (Coeficientes de Atenuação Atmosférica)

Esse procedimento é comentado no Anexo I-e.

I.5 Conversão para Concentração de Elementos

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

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

S corresponde à sensibilidade para cada janela,

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

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

Foram utilizados os dados aéreos relativos à segunda passagem na altura de 100 m sobre a pista de calibração, correspondente ao intervalo entre o Marco 0 Sul e a Estaca 6 Norte, num total de 47 pontos de amostragem.

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

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

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

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

ESTATÍSTICA *	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
MÉDIA	1298,92	60,95	11,66	100,06
DESVIO PADRÃO	136,78	13,33	6,27	11,03
ERRO NA MÉDIA	14,50	1,41	0,66	1,17
INCERTEZA (%)	0,01	0,02	0,06	0,01

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

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

ESTATÍSTICA	CONCENTRAÇÃO				CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
	CT (µR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)				
MÉDIA	15,69	2,16	2,76	37,05	4279,21	698,43	199,34	310,69
DESVIO PADRÃO	3,34	0,75	0,85	9,40	861,21	178,92	44,86	79,96
ERRO NA MÉDIA	0,43	0,10	0,11	1,20	110,27	22,91	5,74	10,24
INCERTEZA (%)	0,03	0,04	0,04	0,03				

cpm = contagens por minuto

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

	CT (cps / µR/h)	K (cps / %)	U (cps / ppm)	Th (cps / ppm)
SENSIBILIDADE (S)	82,79	28,22	4,22	2,70

Quadro 5 – Coeficientes de Sensibilidade

As Figuras I.2, I.3, I.4 e I.5 apresentam os perfis comparativos dos levantamentos aéreo e terrestre:

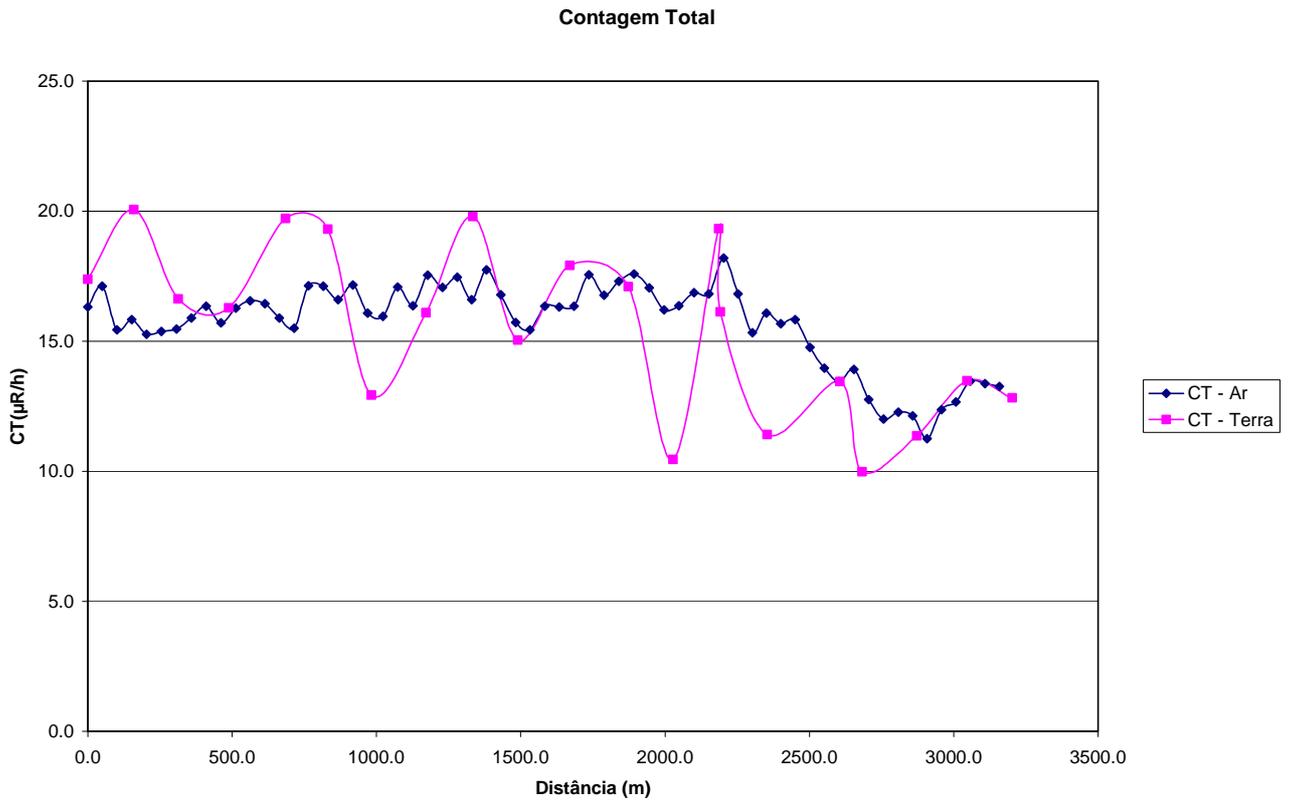


Figura I.2 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Contagem Total

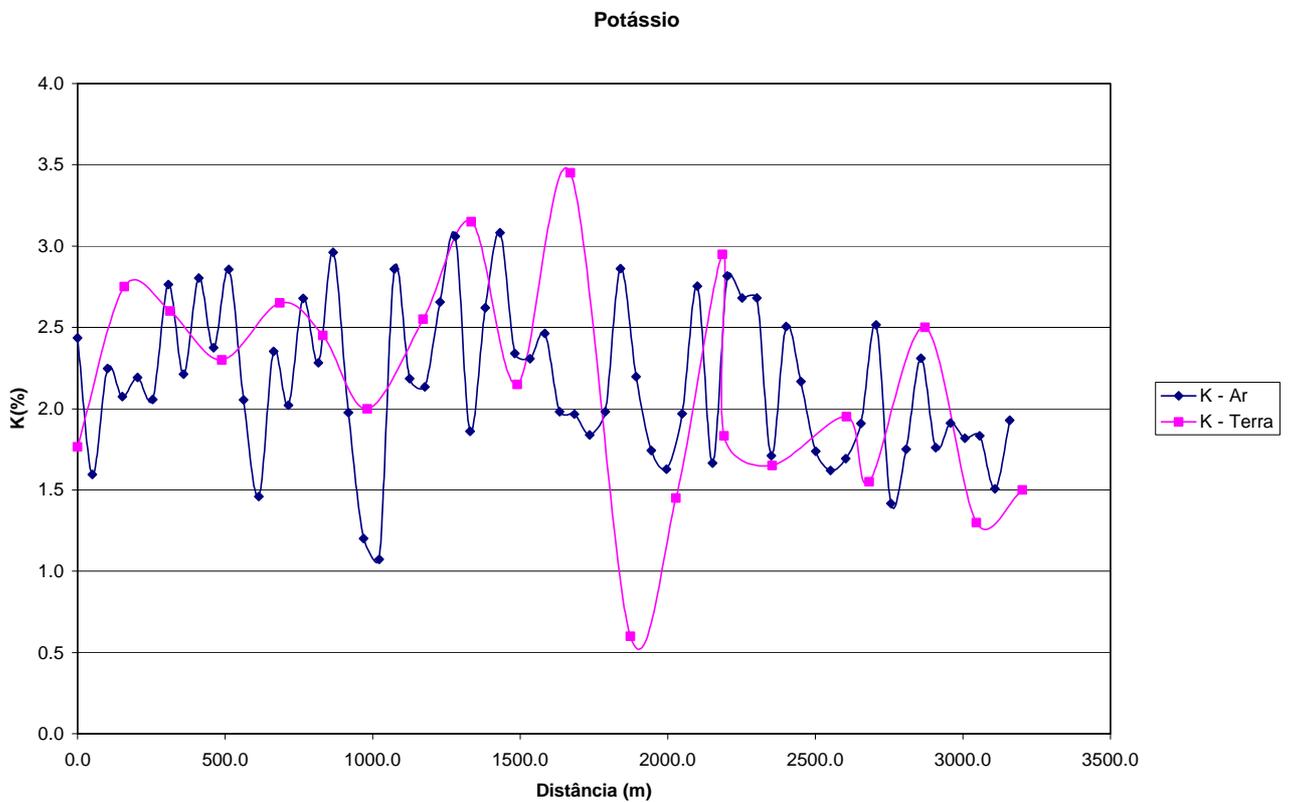


Figura I.3 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Potássio

Urânio

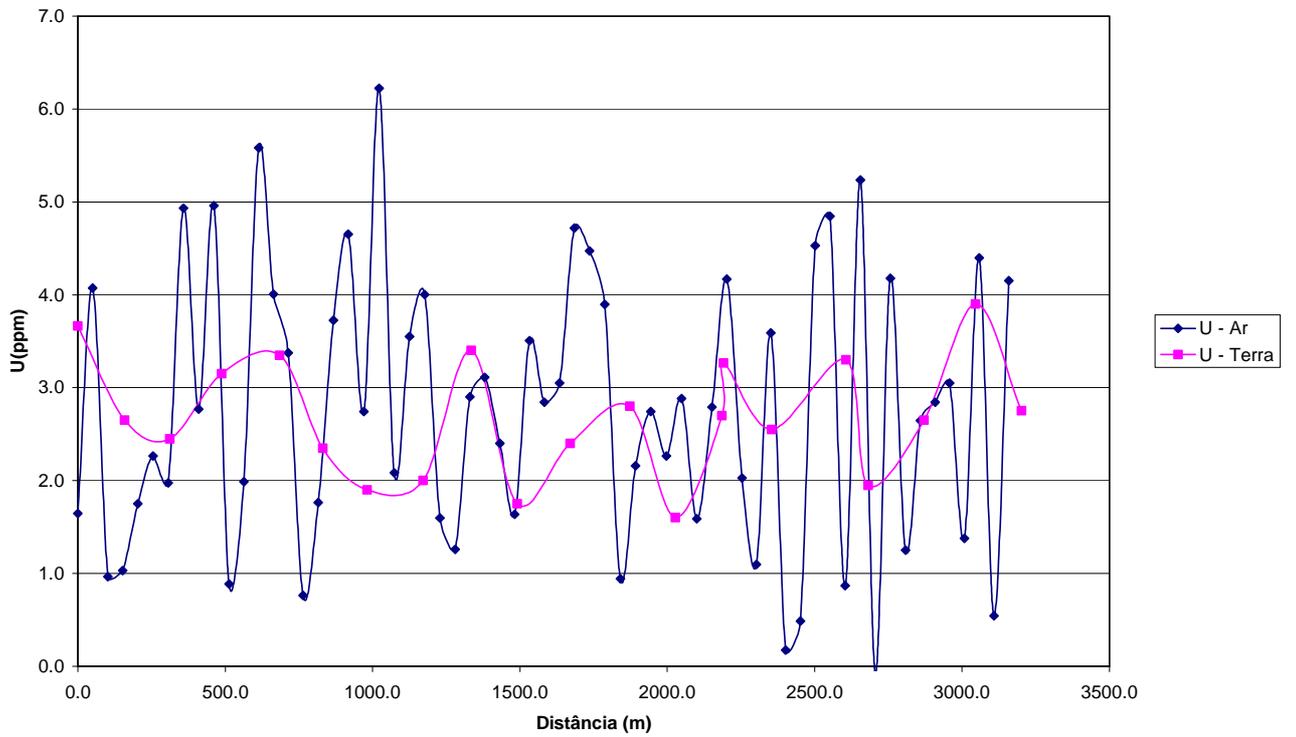


Figura I.4 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Urânio

Tório

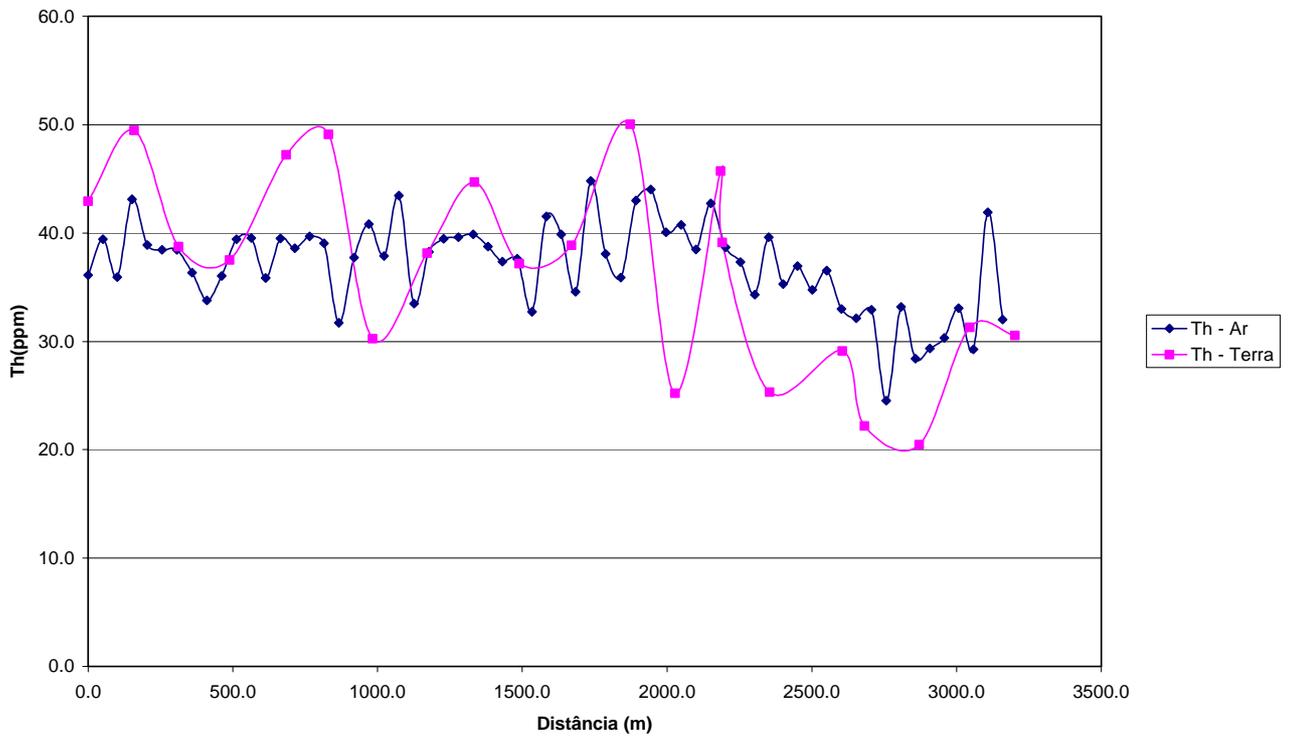


Figura I.5 – Calibração Dinâmica – Perfil Comparativo – Tório

**TABELA I.1 - LISTAGEM DAS LEITURAS DO LEVANTAMENTO TERRESTRE
(PISTA DE CALIBRAÇÃO DINÂMICA) – AERONAVE PT-LMK
DADOS BRUTOS**

<u>Estação</u>	<u>Estaca</u>	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
1	MARCO 2	712472	7464057	15,7	1,3	3,3	40,3	4161	540	222	339
2		712455	7464062	17,8	2,4	4,0	40,4	4793	785	237	340
3		712458	7464059	14,9	1,8	2,5	36,7	4125	609	193	308
4	1N	712579	7464226	11,1	1,6	2,6	24,3	3198	505	146	205
5		712585	7464217	11,7	1,7	2,5	26,3	3537	541	152	221
6	2N	712686	7464395	12,0	1,8	3,2	25,2	3453	563	160	213
7	3N	712738	7464560	14,9	2,1	3,4	33,0	4109	681	196	278
8		712793	7464564	9,1	2,0	1,4	18,2	2981	554	100	153
9		712781	7464538	10,8	1,1	2,5	26,2	3056	404	151	221
10	4N	712900	7464733	10,3	2,5	2,6	16,9	3198	655	116	143
11		712892	7464745	12,4	2,5	2,7	24,0	3687	704	148	203
12	5N	713007	7464902	13,5	0,9	5,2	30,5	3698	483	222	259
13		712991	7464901	13,5	1,7	2,6	32,1	3676	577	176	270
14	6N	713115	7465071	12,5	2,1	1,7	28,8	3146	586	123	192
15		713122	7465059	13,1	0,9	3,8	32,3	3714	430	201	273
**16	7N	713222	7465240	18,9	0,2	3,3	21,0	2436	202	147	178
**17		713190	7465276	20,9	0,3	2,7	28,3	2695	255	164	238
**18	8N	713329	7465408	30,2	0,5	3,0	38,7	3891	351	211	325
**19		713325	7465533	27,0	0,0	4,6	37,5	3485	264	236	317
**20	9N	713436	7465577	31,2	0,1	3,6	45,4	4026	326	249	382
**21	10N	713543	7465746	32,6	0,7	3,8	42,3	4211	439	239	356
**22		713521	7465693	31,9	1,2	3,5	36,4	4112	496	211	307
**23	11N	713650	7465915	23,3	0,2	3,2	32,5	3009	257	189	274
**24		713652	7465907	22,1	0,2	2,4	30,0	2855	239	165	253
**25	13N	713864	7466253	30,7	0,3	5,5	39,2	3954	368	262	332
**26		713859	7466239	31,1	0,4	3,8	38,0	4018	355	222	320
**27	MARCO 3	713967	7466415	31,4	0,7	2,3	41,6	4048	398	207	349
**28		713967	7466415	29,4	0,8	3,3	38,6	3793	435	216	325
**29		713967	7466415	29,6	0,8	3,8	36,1	3814	431	216	304
30	1S	711159	7462034	19,1	2,5	3,2	46,2	5286	820	243	388
31		711141	7462016	21,0	3,0	2,1	52,7	5760	949	247	441
32	2S	711268	7462202	17,1	2,5	2,5	40,7	4853	774	208	341
33		711237	7462172	16,2	2,7	2,4	36,8	4691	808	192	309
34	3S	711376	7462370	16,7	2,4	3,0	38,8	4672	759	210	326
35		711350	7462345	15,9	2,2	3,3	36,2	4384	705	207	304
36	4S	711484	7462539	18,0	2,5	3,0	42,9	4941	797	227	360
37		711487	7462537	21,4	2,8	3,7	51,5	5799	930	273	433
38	5S	711593	7462707	17,4	2,2	2,7	43,0	4934	739	221	361
39		711580	7462684	21,2	2,7	2,0	55,2	5730	876	254	462
40	6S	711701	7462875	13,2	2,3	2,1	29,3	4009	670	156	246
41		711711	7462833	12,6	1,7	1,7	31,2	3676	557	156	261
42	7S	711809	7463043	17,4	2,6	1,8	43,0	4800	793	203	360
43		711793	7463025	14,8	2,5	2,2	33,3	4488	743	173	279
44	8S	711918	7463211	19,1	3,3	2,6	43,5	5334	963	220	365

Estação	Estaca	UTM LESTE (m)	UTM NORTE (m)	CT (μR/h)	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	CT (cpm)	K (cpm)	U (cpm)	Th (cpm)
45		711910	7463193	20,4	3,0	4,2	45,9	5647	951	261	387
46	9S	712026	7463379	17,0	2,5	2,3	40,8	4924	786	204	342
47		711997	7463339	13,1	1,8	1,2	33,5	3670	570	155	281
48	10S	712135	7463547	15,7	3,4	1,4	33,8	4673	927	160	283
49		712119	7463528	20,1	3,5	3,4	43,9	5752	1030	237	369
50	MARCO 1	712219	7463678	15,1	2,6	2,8	32,6	4389	777	182	274
51		712218	7463665	18,6	2,6	3,4	43,5	5291	833	236	366
52		712213	7463681	19,7	2,6	3,7	46,5	5468	862	255	391
53	11S	712243	7463715	17,3	0,5	2,6	51,7	4679	424	254	434
54		712330	7463735	16,9	0,7	3,0	48,4	4363	437	248	406
55	12S	712355	7463881	9,5	1,1	1,6	23,6	2904	380	124	198
56		712358	7463897	11,4	1,8	1,6	26,8	3338	551	137	225
57	13S	712466	7464048	19,8	4,0	3,0	41,1	5666	1115	220	345
58		712463	7464059	18,9	1,9	2,4	50,3	5105	699	244	422
59	MARCO 0	711051	7461866	19,5	2,5	4,2	45,4	5421	839	259	382
60		711059	7461860	17,1	1,6	2,8	44,7	4648	625	231	376
61		711053	7461860	15,5	1,2	4,0	38,7	4381	520	229	326
62	*	711152	7462034	-0,1	-0,1	0,0	0,1	148	-29	-7	0
63	*	711141	7462016	-0,1	-0,1	0,0	0,2	156	-26	-7	1
64	*	711266	7462187	0,1	0,0	0,0	0,2	155	-21	-12	1
65	*	711237	7462172	0,1	-0,1	0,0	0,7	155	-29	-9	5
66	*	711365	7462364	-0,1	-0,1	0,0	0,1	142	-33	-10	1
67	*	711350	7462345	-0,1	-0,1	0,0	0,2	155	-25	-12	1
68	*	711507	7462565	-0,1	-0,1	0,0	0,1	149	-30	-1	1
69	*	711487	7462537	-0,2	-0,1	0,0	0,0	146	-29	-4	-1

* *Background* na Lagoa de Marica

** Amostragem não considerada no cálculo devido a umidade do solo.

cpm= Contagem por minuto

ppm = parte por milhão

**ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMAESPECTRÔMETROS**

ANEXO I-e

ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA – RESULTADOS DOS TESTES

**CÁLCULO DAS COEFICIENTES DE ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA PARA OS
RADIOELEMENTOS POTÁSSIO, URÂNIO, TÓRIO e CONTAGEM TOTAL**

**ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMAESPECTRÔMETROS**

ANEXO I-e.1

**ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA – RESULTADOS DOS TESTES
AERONAVE PT-WQT - 22 DE AGOSTO DE 2000**

**CÁLCULO DAS COEFICIENTES DE ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA PARA OS
RADIOELEMENTOS POTÁSSIO, URÂNIO, TÓRIO e CONTAGEM TOTAL**

SUMÁRIO

I.1 - Cálculo das constantes de atenuação atmosférica para a aeronave PT-WQT

Índice do Quadro, Tabelas e Figuras

Quadro 1 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica

Tabela I.1 - Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

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

Figura I.1 - Coeficientes de Atenuação

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

I.1 - Cálculo das Constantes de Atenuação Atmosférica para a Aeronave PT-WQT

Durante os vôos sobre a pista de calibração dinâmica (*dynamic calibration range – DCR*) realizados em 22.08.2000 nas proximidades de Maricá (RJ), objetivando a determinação dos coeficientes de sensibilidade para converter os dados aerogamaespectrométricos, medidos em contagens por segundo (cps), para concentração de elementos (% K, ppm para eU e eTh e $\mu\text{R/h}$ para o canal de contagem total), também são realizados vôos em diversas alturas (de 100 a 900 pés com intervalo de 100 pés) sobre a mencionada pista de calibração objetivando a correção altimétrica dos dados radiométricos através da determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) dos radioelementos potássio, urânio e tório, bem como para o canal de contagem total.

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

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

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

N_H é a radiação à distância H da fonte,

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

μ é o coeficiente de atenuação atmosférica,

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

$$\text{Ln}(N_H) = -\mu H + \text{Ln}(N_0)$$

que é a equação de uma reta de coeficiente angular $-\mu$ e coeficiente linear $\text{Ln}(N_0)$. Na determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) para cada um dos canais radiométricos são efetuadas regressões lineares dos logaritmos neperianos dos valores radiométricos $\text{Ln}(N_H)$ em relação às alturas de vôo (de 100 a 900 pés com incremento de 100 pés) sobre a “pista de calibração dinâmica” (*dynamic calibration range - DCR*) situada no distrito de Inoã, Município de Maricá (RJ).

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

Canal Radiométrico	μ em m^{-1}
Contagem Total	-0,0071
Potássio	-0,0090
Urânio	-0,0078
Tório	-0,0071

Quadro 1 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica

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

I.1a. MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
200	309,137	29,469	13,450	7,419
300	309,216	28,753	13,317	7,013
400	309,743	28,568	14,078	7,148
500	310,986	27,862	13,820	7,602
600	318,381	28,052	14,610	7,539
700	324,027	28,021	14,397	7,334
800	319,688	26,666	14,584	7,898
900	324,455	27,060	14,646	7,675

** valores corrigidos do tempo morto*

I.1b. MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
200	4420,910	362,416	114,385	223,407
300	3716,361	305,340	101,108	181,410
400	3132,643	252,151	85,217	150,642
500	2700,644	211,793	76,068	128,531
600	2297,531	177,804	66,059	109,637
700	1958,523	147,623	57,821	91,525
800	1706,944	130,304	53,598	78,358
900	1484,911	113,501	47,506	69,295

** valores corrigidos do tempo morto*

I.1c. MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
200	4111,773	204,340	42,033	215,988
300	3407,145	166,034	38,067	174,397
400	2822,900	132,022	28,439	143,494
500	2389,658	103,803	24,874	120,929
600	1979,150	82,025	18,599	102,098
700	1634,496	62,083	15,225	84,191
800	1387,256	52,544	14,540	70,460
900	1160,456	42,343	10,698	61,620

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

Tabela I.1 – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

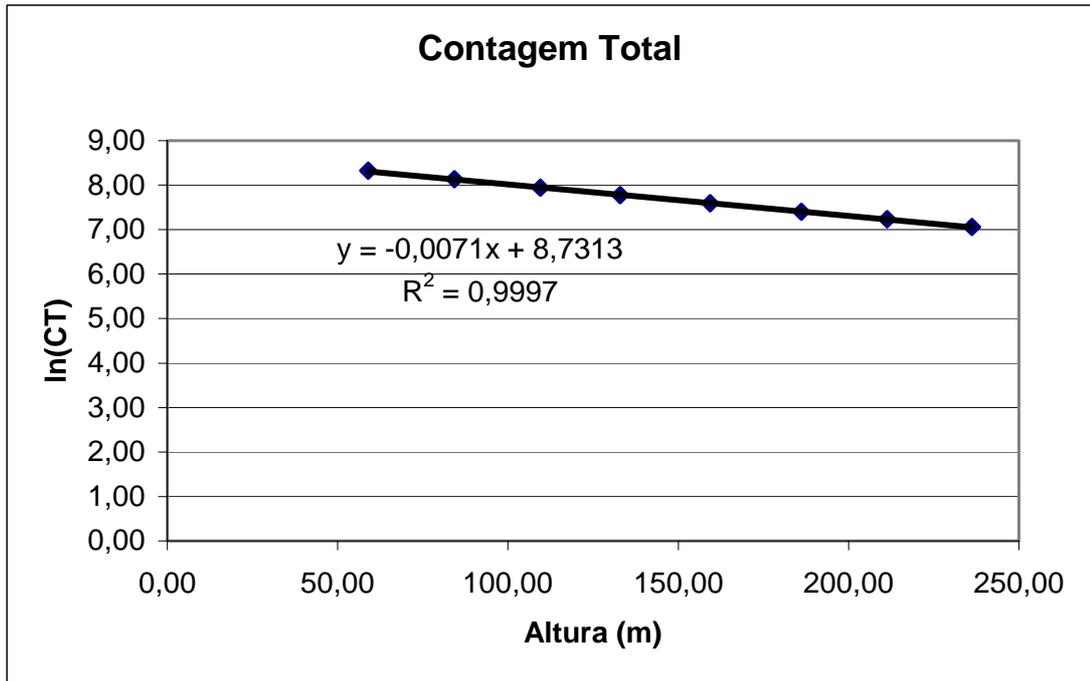


Figura I.1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total

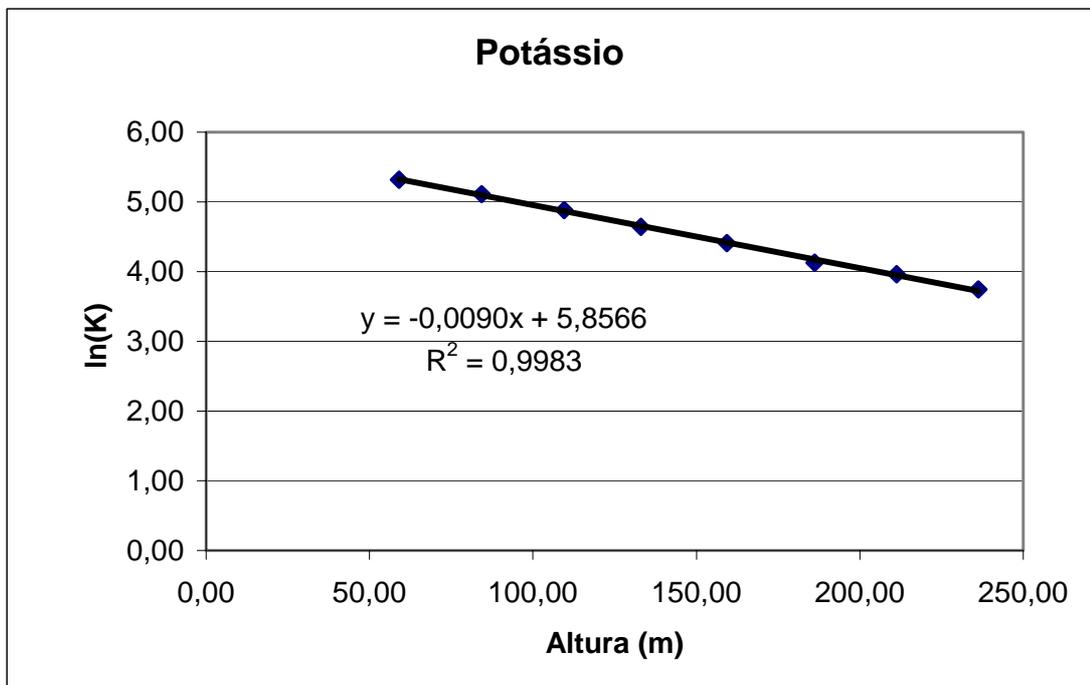


Figura I.1b- Coeficiente de Atenuação - Potássio

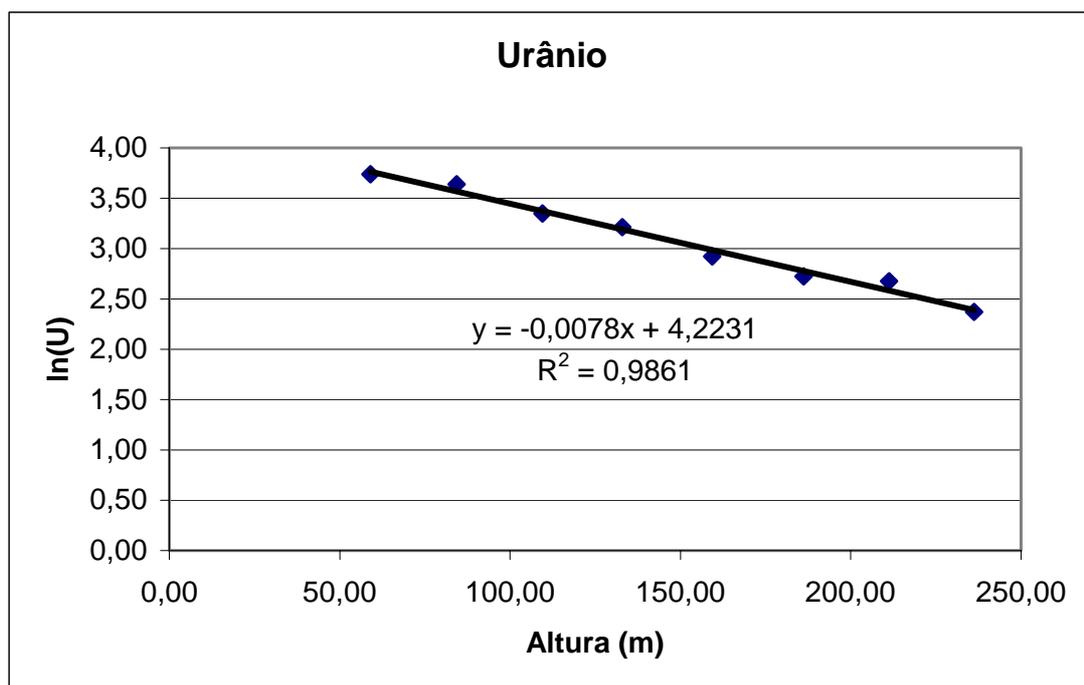


Figura I.1c - Coeficiente de Atenuação - Urânio

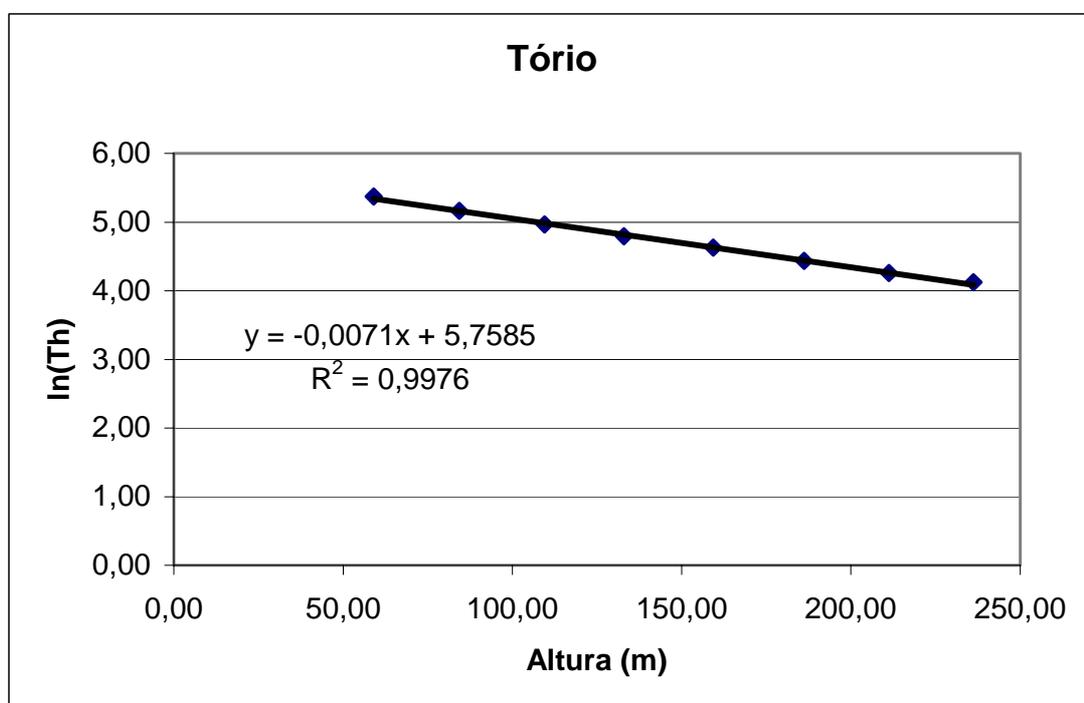


Figura I.1d - Coeficiente de Atenuação - Tório

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

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

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

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

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

onde:

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

**ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMAESPECTRÔMETROS**

ANEXO I-e.2

**ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA – RESULTADOS DOS TESTES
AERONAVE PT-WOU - 23 DE FEVEREIRO DE 2000**

**CÁLCULO DAS COEFICIENTES DE ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA PARA OS
RADIOELEMENTOS POTÁSSIO, URÂNIO, TÓRIO e CONTAGEM TOTAL**

SUMÁRIO

I.1 - Cálculo das constantes de atenuação atmosférica para a aeronave PT-WOU

Índice dos Quadros, Tabelas e Figuras

Quadro 1 - Coeficiente de Atenuação Atmosférica

Tabela I.1 - Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

- d) Médias sobre a Água
- e) Médias sobre a Terra
- f) Médias Terra - Água

Figura I.1 - Coeficientes de Atenuação

- e) Contagem Total
- f) Potássio
- g) Urânio
- h) Tório

I.1 - Cálculo das Constantes de Atenuação Atmosférica para a Aeronave PT-WOU

Durante os vôos sobre a pista de calibração dinâmica (*dynamic calibration range – DCR*) realizados em 25.08.2000 nas proximidades de Maricá (RJ), objetivando a determinação dos coeficientes de sensibilidade para converter os dados aerogamaespectrométricos, medidos em contagens por segundo (cps), para concentração de elementos (% K, ppm para eU e eTh e $\mu\text{R/h}$ para o canal de contagem total), também são realizados vôos em diversas alturas (de 100 a 900 pés com intervalo de 100 pés) sobre a mencionada pista de calibração objetivando a correção altimétrica dos dados radiométricos através da determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) dos radioelementos potássio, urânio e tório, bem como para o canal de contagem total.

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

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

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

N_H é a radiação à distância H da fonte,

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

μ é o coeficiente de atenuação atmosférica,

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

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

que é a equação de uma reta de coeficiente angular $-\mu$ e coeficiente linear $\ln(N_0)$. Na determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) para cada um dos canais radiométricos são efetuadas regressões lineares dos logaritmos neperianos dos valores radiométricos $\ln(N_H)$ em relação às alturas de vôo (de 100 a 900 pés com incremento de 100 pés) sobre a “pista de calibração dinâmica” (*dynamic calibration range - DCR*) situada no distrito de Inoã, Município de Maricá (RJ).

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

Canal Radiométrico	μ em m^{-1}
Contagem Total	-0,0069
Potássio	-0,0076
Urânio	-0,0062
Tório	-0,0070

Quadro 1 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica

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

I.1a. MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
100	136,85	14,31	4,39	4,51
200	135,62	12,91	4,58	4,54
300	131,39	11,91	4,54	4,66
400	131,73	11,72	4,21	4,63
500	128,25	10,84	4,56	4,73
600	129,57	10,83	4,57	5,02
700	127,57	10,42	4,40	4,55
800	128,08	10,10	4,46	4,76
900	126,18	10,18	4,63	5,02

* valores corrigidos do tempo morto

I.1b. MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
100	3707,98	295,34	87,10	182,59
200	3090,79	239,20	73,49	150,04
300	2448,73	186,22	61,11	117,74
400	2083,71	153,70	52,21	100,36
500	1584,14	114,84	40,59	75,43
600	1363,29	98,78	36,62	63,82
700	1114,31	78,46	30,08	51,82
800	1023,72	70,85	28,54	48,77
900	878,25	59,76	25,18	41,31

* valores corrigidos do tempo morto

I.1c. MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
100	3571,13	281,02	82,71	178,08
200	2955,17	226,29	68,91	145,50
300	2307,82	173,44	54,75	112,52
400	1951,98	141,97	48,00	95,72
500	1455,89	104,01	36,03	70,70
600	1233,72	87,95	32,06	58,80
700	986,74	68,03	25,68	47,27
800	895,64	60,75	24,08	44,01
900	752,07	49,58	20,55	36,29

*valores corrigidas do tempo morto, background e espalhamento Compton

Tabela I.1 – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

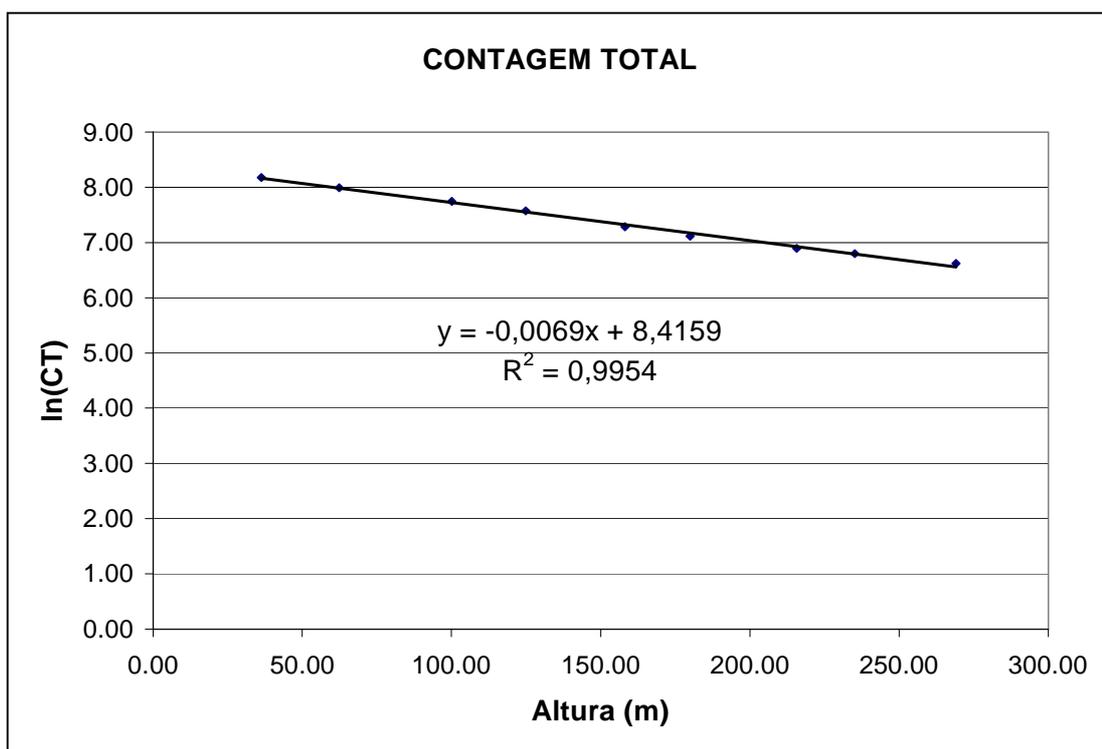


Figura I.1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total

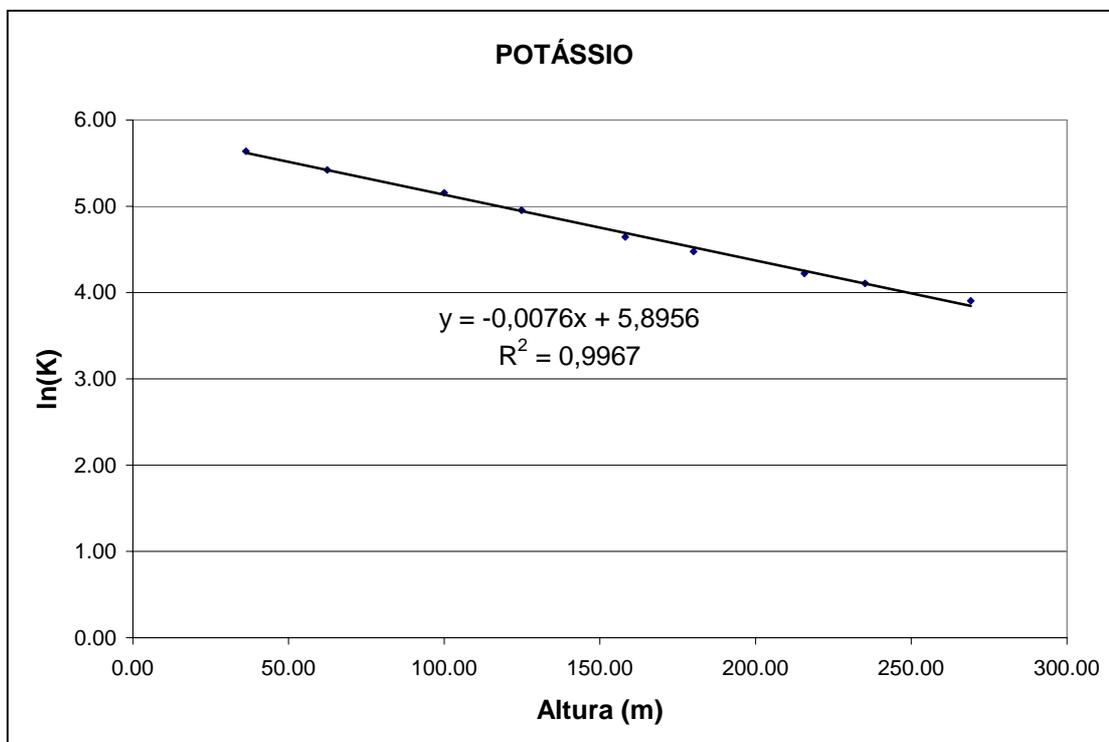


Figura I.1b- Coeficiente de Atenuação – Potássio

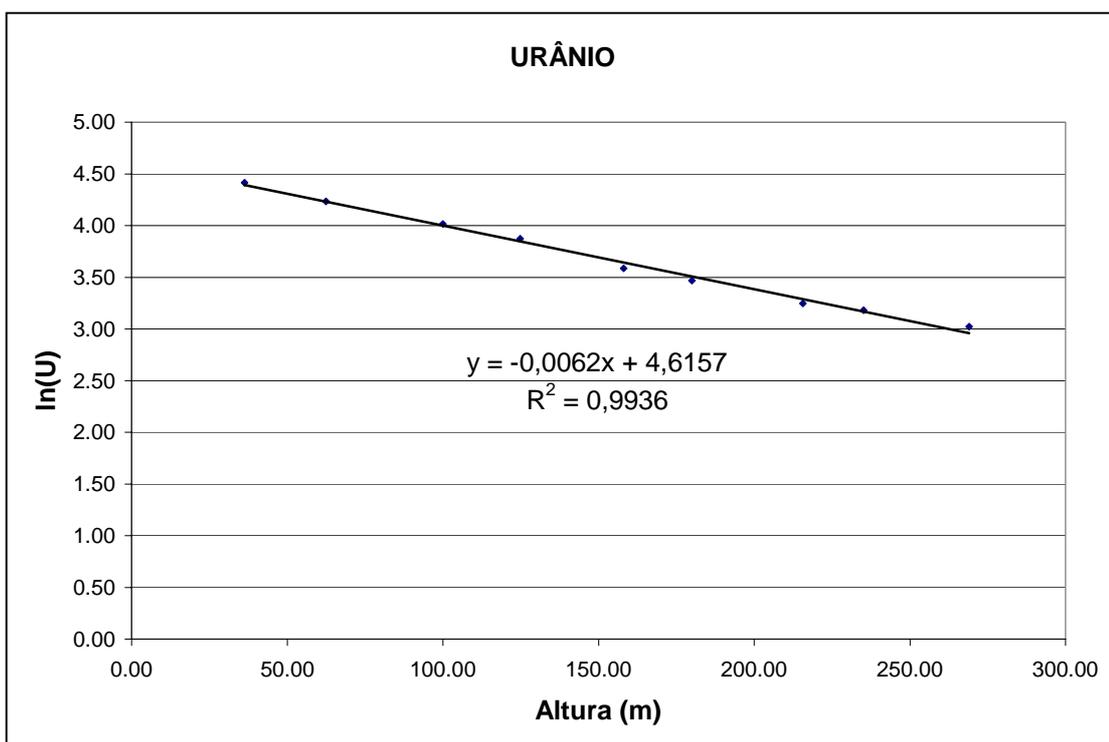


Figura I.1c - Coeficiente de Atenuação -Urânio

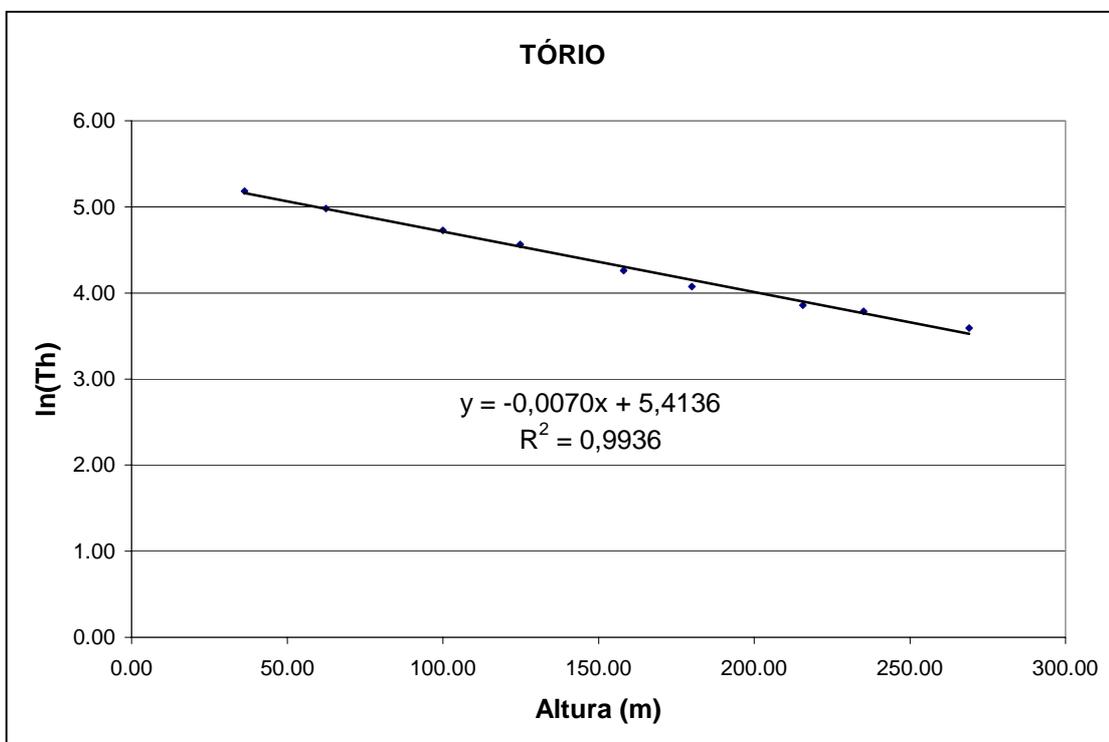


Figura I.1d - Coeficiente de Atenuação – Tório

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

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

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

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

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

onde:

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

**ANEXO I - RESUMO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS
GAMAESPECTRÔMETROS**

ANEXO I-e.3

**ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA – RESULTADOS DOS TESTES
AERONAVE PT-LMK - 25 DE AGOSTO DE 2000**

**CÁLCULO DAS COEFICIENTES DE ATENUAÇÃO ATMOSFÉRICA PARA OS
RADIOELEMENTOS POTÁSSIO, URÂNIO, TÓRIO e CONTAGEM TOTAL**

SUMÁRIO

I.1 - Cálculo das constantes de atenuação atmosférica para a aeronave PT-LMK

Índice do Quadro, Tabelas e Figuras

Quadro 1 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica

Tabela I.1 - Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

- g) Médias sobre a Água
- h) Médias sobre a Terra
- i) Médias Terra - Água

Figura I.1 - Coeficientes de Atenuação

- i) Contagem Total
- j) Potássio
- k) Urânio
- l) Tório

I.1 - Cálculo das Constantes de Atenuação Atmosférica para a Aeronave PT-LMK

Durante os vôos sobre a pista de calibração dinâmica (*dynamic calibration range – DCR*) realizados em 25.08.2000 nas proximidades de Maricá (RJ), objetivando a determinação dos coeficientes de sensibilidade para converter os dados aerogamaespectrométricos, medidos em contagens por segundo (cps), para concentração de elementos (% K, ppm para eU e eTh e $\mu\text{R/h}$ para o canal de contagem total), também são realizados vôos em diversas alturas (de 100 a 900 pés com intervalo de 100 pés) sobre a mencionada pista de calibração objetivando a correção altimétrica dos dados radiométricos através da determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) dos radioelementos potássio, urânio e tório, bem como para o canal de contagem total.

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

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

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

N_H é a radiação à distância H da fonte,

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

μ é o coeficiente de atenuação atmosférica,

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

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

que é a equação de uma reta de coeficiente angular $-\mu$ e coeficiente linear $\ln(N_0)$. Na determinação dos coeficientes de atenuação atmosférica (μ) para cada um dos canais radiométricos são efetuadas regressões lineares dos logaritmos neperianos dos valores radiométricos $\ln(N_H)$ em relação às alturas de vôo (de 100 a 900 pés com incremento de 100 pés) sobre a “pista de calibração dinâmica” (*dynamic calibration range - DCR*) situada no distrito de Inoã, Município de Maricá (RJ).

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

Canal Radiométrico	μ em m^{-1}
Contagem Total	-0,0066
Potássio	-0,0072
Urânio	-0,0059
Tório	-0,0067

Quadro 1 - Coeficientes de Atenuação Atmosférica

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

I.1a. MÉDIAS SOBRE A ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
100	250,33	25,72	9,62	6,08
200	262,13	24,34	11,46	5,54
300	271,78	25,96	12,43	5,51
400	274,92	24,67	13,38	6,94
500	288,73	25,90	12,49	5,79
600	286,55	24,39	12,69	5,72
700	286,96	24,83	13,68	5,63
800	290,53	24,82	13,79	5,59
900	289,19	25,27	12,62	5,57

* valores corrigidos do tempo morto

I.1b. MÉDIAS SOBRE A TERRA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
100	3736,61	297,65	89,43	180,02
200	2976,53	232,23	74,09	139,27
300	2356,58	177,67	62,07	108,69
400	2101,97	158,61	56,56	96,12
500	1645,99	122,46	47,09	72,18
600	1530,30	111,71	43,74	67,35
700	1333,13	96,63	39,87	55,84
800	1186,42	85,31	36,71	50,14
900	961,75	70,53	31,36	38,40

* valores corrigidos do tempo morto

I.1c. MÉDIAS TERRA-ÁGUA*				
ALTURA (pés)	CT (cps)	K (cps)	U (cps)	Th (cps)
100	3486,28	271,93	79,81	173,94
200	2714,40	207,89	62,63	133,73
300	2084,80	151,71	49,64	103,18
400	1827,05	133,94	43,18	89,18
500	1357,26	96,56	34,60	66,39
600	1243,75	87,32	31,05	61,63
700	1046,17	71,80	26,19	50,21
800	895,89	60,49	22,92	44,55
900	672,56	45,26	18,74	32,83

*valores corrigidas do tempo morto, background e espalhamento Compton

Tabela I.1 – Cálculo dos Coeficientes de Atenuação Atmosférica

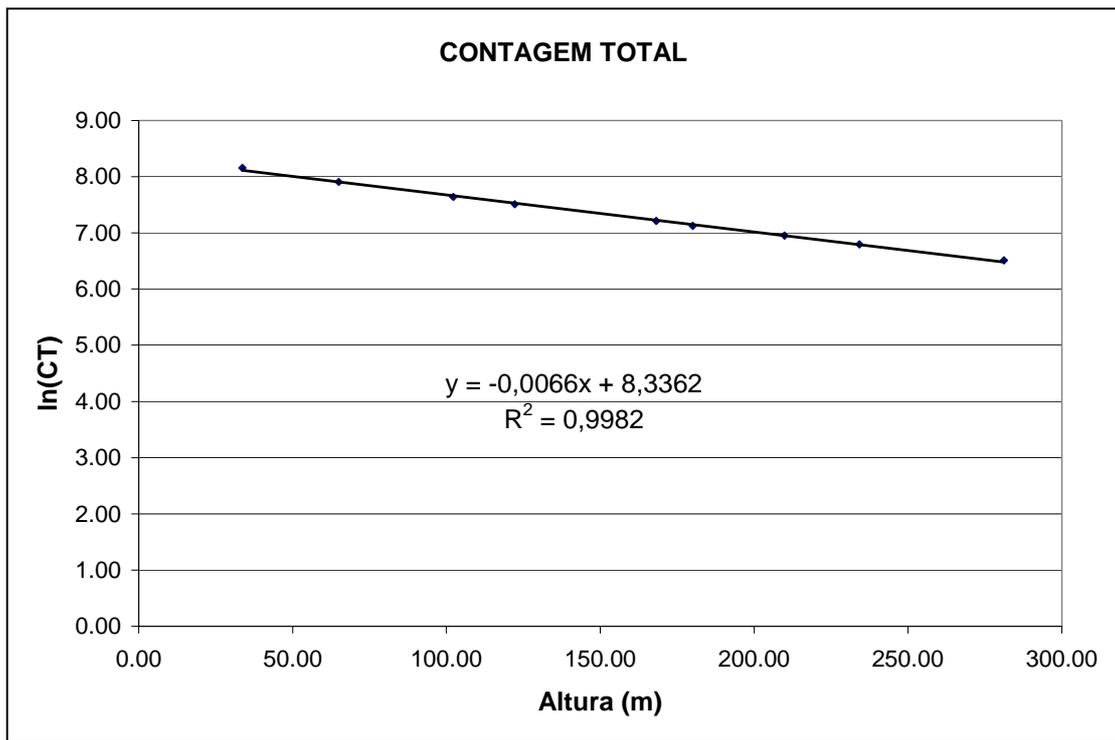


Figura I.1a - Coeficiente de Atenuação - Contagem Total

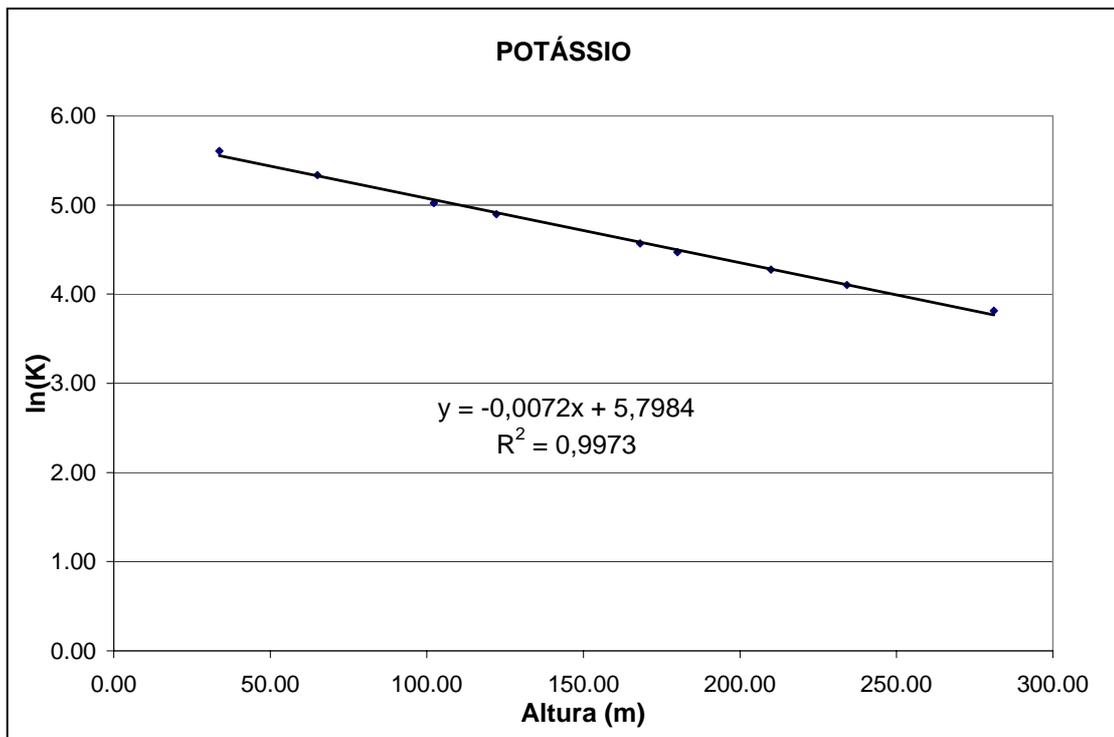


Figura I.1b- Coeficiente de Atenuação – Potássio

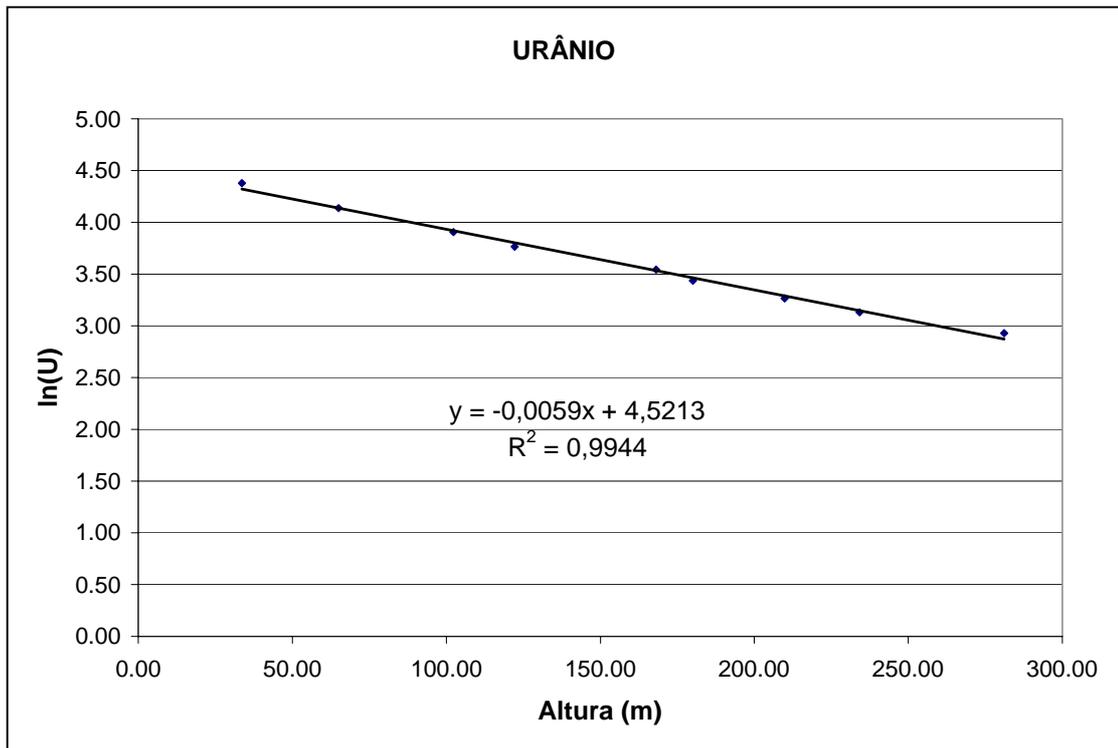


Figura I.1c - Coeficiente de Atenuação -Urânio

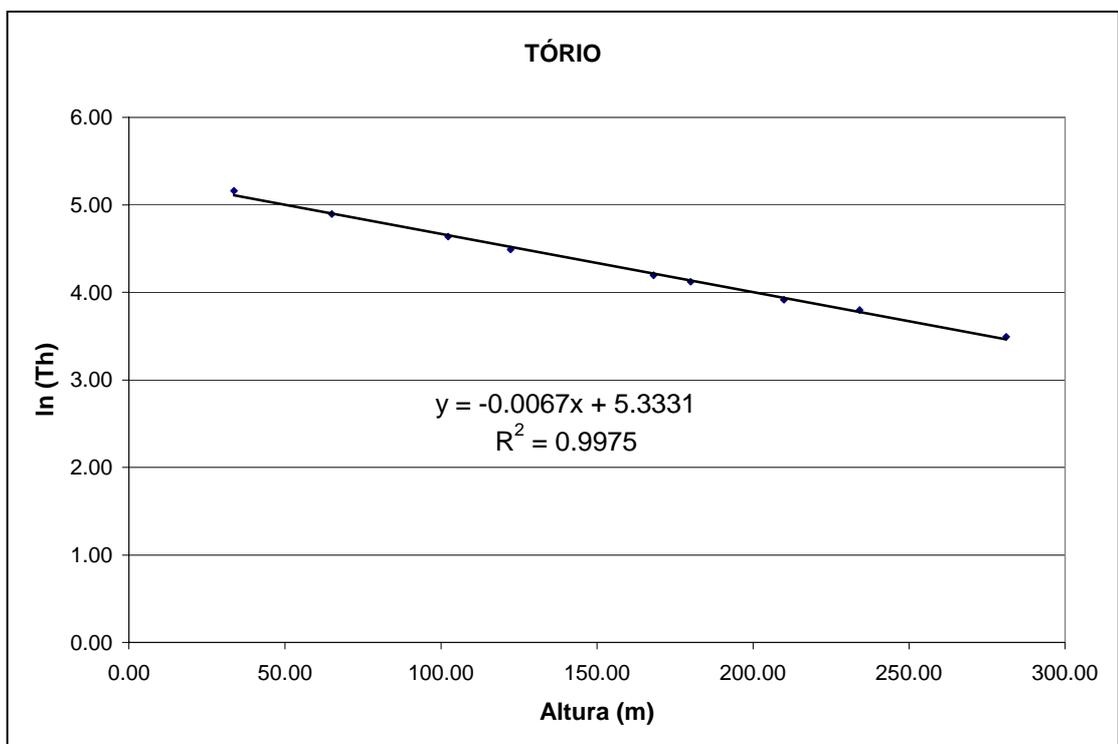


Figura I.1d - Coeficiente de Atenuação - Tório

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

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

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

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

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

onde:

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

ANEXO II – QUADROS SINÓPTICOS DAS OPERAÇÕES DE CAMPO

AERONAVE PREFIXO PT-WQT

AERONAVE PREFIXO PT-WOU

AERONAVE PREFIXO PT-LMK

ANEXO III – CONTEÚDO DOS CD-ROM'S

CD-ROM 01 Grids

Este CD-ROM contém os grids no formato Geosoft referentes ao PROJETO AEROGEOFISICO PROVÍNCIA MINERAL PARIMA-URARICOERA

Conteúdo do CD-ROM:

GRID	CONTEÚDO	UNIDADE
MAG.GRD	Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	nT
1DV.GRD	1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	nT/m
1DV_S.GRD	<i>Shadow</i> da 1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	nT/m
MAGSIGN.GRD	Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	nT/m
MAGSIGN_S.GRD	<i>Shadow</i> do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)	nT/m
TC_EXP.GRD	Contagem Total	μR/h
K_PERC.GRD	Potássio	%
U_PPM.GRD	Urânio	ppm
TH_PPM.GRD	Tório	ppm
THK.GRD	Razão Tório/Potássio	
UK.GRD	Razão Urânio/Potássio	
UTH.GRD	Razão Urânio/Tório	
DTM.GRD	Modelo Digital do Terreno	m
DTM_S.GRD	<i>Shadow</i> do Modelo Digital do Terreno	m

Todos os grid estão referenciados em coordenadas métricas para o Datum SAD-69, Meridiano Central 63°W

CD-ROM 02 Arquivos de Cruzamentos

Este CD-ROM contém os arquivos de cruzamentos das linhas de produção com as linhas de controle referentes ao PROJETO AEROGEOFISICO PROVÍNCIA MINERAL PARIMA-URARICOERA.

O formato do arquivo se encontra descrito no relatório final.

CD-ROM 03 a 13 Arquivos de Perfis

Este CD-ROM contém os arquivos de perfis referentes ao PROJETO AEROGEOFISICO
PROVÍNCIA MINERAL PARIMA-URARICOERA

Diretorio Raiz

Arquivo: PARIMA01.ASC - (da Linha 10010 até a Linha 11890)
Arquivo: PARIMA02.ASC - (da Linha 11900 até a Linha 12620)
Arquivo: PARIMA03.ASC - (da Linha 12625 até a Linha 13210)
Arquivo: PARIMA04.ASC - (da Linha 13211 até a Linha 14091)
Arquivo: PARIMA05.ASC - (da Linha 14100 até a Linha 14640)
Arquivo: PARIMA06.ASC - (da Linha 14650 até a Linha 15140)
Arquivo: PARIMA07.ASC - (da Linha 25140 até a Linha 35664)
Arquivo: PARIMA08.ASC - (da Linha 35670 até a Linha 36071)
Arquivo: PARIMA09.ASC - (da Linha 36080 até a Linha 36493)
Arquivo: PARIMA10.ASC - (da Linha 36500 até a Linha 37031)
Arquivo: PARIMA11.ASC - (da Linha 19000 até a Linha 39310) (Linhas de Controle)

O formato do arquivo se encontra descrito no relatório final.

OBS: 1) Todas as coordenadas métricas estão referenciadas ao DATUM SAD69, meridiano central 63W

2) O primeiro dígito da numeração da linha corresponde a aeronave executora do levantamento, sendo:

1 - PT-WQT
2 - PT_WOU
3 - PT-LMK

3) O segundo dígito da numeração da linha quando representado pelo número 9 indica que a mesma é uma linha de controle.

4) O último dígito corresponde a versão da linha.

Exemplos: 13871

|| ____ Versão 1
|| ____ Linha de Produção 387
| ____ PT-WQT

29080
|| ____ Versão 0
|| ____ Linha de Controle 908
| ____ PT-WOU

30522
|| ____ Versão 2
|| ____ Linha de Produção 52
| ____ PT-LMK

CD-ROM 14 a 18 Arquivos XYZ Geosoft (Magnetometria)

=====

Este CD-ROM contém os arquivos referentes ao PROJETO AEROGEOFÍSICO
PROVÍNCIA MINERAL PARIMA-URARICOERA.

Conteúdo

XYZ Arquivos de Dados nos Formatos XYZ Geosoft *

* Os formatos dos arquivos encontram-se descritos no Relatório Final.

OBS: 1) Todas as coordenadas métricas estão referenciadas ao DATUM SAD69,
meridiano central 63°W

2) O primeiro dígito da numeração das linhas corresponde ao Número de Controle de
Processamento da LASA para cada aeronave, tendo a seguinte codificação:

1 – PT-WQT

2 – PT-WOU

3 – PT-LMK

3) O segundo dígito da numeração das linhas quando representado pelo número 9
indica que a mesma é uma linha de controle.

4) O último dígito corresponde à versão da linha.

Exemplos:

21871

| | |__ Versão 1

| |__ Linha de Produção 187

|__ Aeronave PT-WOU

39080

| | |__ Versão 0

| |__ Linha de Controle 908

|__ Aeronave PT-LMK

	da Linha de Produção	até a Linha de Produção
MAGLINE1.XYZ	10010	12435
MAGLINE2.XYZ	12440	13990
MAGLINE3.XYZ	14000	25611
MAGLINE4.XYZ	35603	37031
MAGTIE.XYZ	LINHAS DE CONTROLE	

**Os formatos dos arquivos encontram-se descritos no Relatório Final.
CD-ROM 19 Arquivo XYZ Geosoft (Gamaespectrometria)**

=====

Este CD-ROM contém os arquivos referentes ao PROJETO AEROGEOFÍSICO
PROVÍNCIA MINERAL PARIMA-URARICOERA.

Conteúdo

XYZ Arquivos de Dados nos Formatos XYZ Geosoft *

* Os formatos dos arquivos encontram-se descritos no Relatório Final.

OBS: 1) Todas as coordenadas métricas estão referenciadas ao DATUM SAD69,
meridiano central 63°W

2) O primeiro dígito da numeração das linhas corresponde ao Número de Controle de
Processamento da LASA para cada aeronave, tendo a seguinte codificação:

1 – PT-WQT

2 – PT-WOU

3 – PT-LMK

3) O segundo dígito da numeração das linhas quando representado pelo número 9
indica que a mesma é uma linha de controle.

4) O último dígito corresponde à versão da linha.

Exemplos:

21871

| | |__ Versão 1

| |__ Linha de Produção 187

|__ Aeronave PT-WOU

39080

| | |__ Versão 0

| |__ Linha de Controle 908

|__ Aeronave PT-LMK

Arquivos:

GAMALINE.XYZ	TODAS AS LINHAS DE PRODUÇÃO
GAMATIE.XYZ	TODAS AS LINHAS DE CONTROLE

**Os formatos dos arquivos encontram-se descritos no Relatório Final.
CD-ROM 20 a 25 Arquivos MAP Geosoft**

Este CD-ROM contém os Arquivos de Mapas no formato GEOSOFT (MAP) nas escalas 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000 do PROJETO AEROGEOFISICO PROVINCIA MINERAL PARIMA-URARICOERA.

Conteúdo por CD-ROM

*		
	*_01.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-V-A-III Escala 1:100.000
	*_02.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-V-B-I Escala 1:100.000
	*_03.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-V-B-II Escala 1:100.000
	*_04.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-V-B-III Escala 1:100.000
	*_05.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-V-B-IV Escala 1:100.000
	*_06.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-V-B-V Escala 1:100.000
	*_07.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-V-B-VI Escala 1:100.000
	*_08.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-V-D-I Escala 1:100.000
	*_09.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-V-D-II Escala 1:100.000
	*_10.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-V-D-III Escala 1:100.000
	*_11.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-V-D-IV Escala 1:100.000
	*_12.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-V-D-V Escala 1:100.000
	*_13.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-V-D-VI Escala 1:100.000
	*_14.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-X-A-I Escala 1:100.000
	*_15.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-X-A-II Escala 1:100.000
	*_16.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-X-A-III Escala 1:100.000
	*_17.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-X-A-IV Escala 1:100.000
	*_18.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-X-A-V Escala 1:100.000
	*_19.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-X-A-VI Escala 1:100.000
	*_20.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-X-C-I Escala 1:100.000
	*_21.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-X-C-II Escala 1:100.000
	*_22.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-X-C-III Escala 1:100.000
	*_23.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-X-C-IV Escala 1:100.000
	*_24.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-X-C-V Escala 1:100.000
	*_25.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NA.20-X-C-VI Escala 1:100.000
	*_26.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NB.20-Y-C-VI Escala 1:100.000
	*_27.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NB.20-Y-D-IV Escala 1:100.000

*_28.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NB.20-Z-C-IV Escala 1:100.000
*_29.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NB.20-Z-C-V Escala 1:100.000
*_30.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA NB.20-Z-C-VI Escala 1:100.000
*_500.MAP	GEOSOFT MAP FOLHA INTEGRADA Escala 1:500.000
*_I.MAP	GEOSOFT FOLHA NB.20-V-A Escala 1:250.000
*_II.MAP	GEOSOFT FOLHA NB.20-V-B Escala 1:250.000
*_III.MAP	GEOSOFT FOLHA NB.20-V-D Escala 1:250.000
*_IV.MAP	GEOSOFT FOLHA NB.20-X-A Escala 1:250.000
*_V.MAP	GEOSOFT FOLHA NB.20-X-C Escala 1:250.000
*_VI.MAP	GEOSOFT FOLHA NB.20-Y-C Escala 1:250.000
*_VII.MAP	GEOSOFT FOLHA NB.20-Y-D Escala 1:250.000
*_VIII.MAP	GEOSOFT FOLHA NB.20-Z-C Escala 1:250.000
CPRM_GOV_FED.BMP	Imagem Bitmap Logotipo CPRM
CPRM_GOV_FED.BMP.GI	Georeferência de Imagem BMP
FUGRO.BMP	Imagem Bitmap Logotipo FUGRO
FUGRO.BMP.GI	Georeferência de Imagem BMP
LASA.BMP	Imagem Bitmap Logotipo LASA
LASA.BMP.GI	Georeferência de Imagem BMP

Observações:

A codificação para os arquivos presentes nos CD-ROMs é apresentada da seguinte forma, onde o asterisco presente na tabela anterior refere-se ao seguintes temas:

1DV = 1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)

MAG = Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)

SIGN = Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)

DTM = Modelo Digital do Terreno

FPATH = Traço de Linhas de Vôo

TC = Contagem Total

K = Potássio (%)

U = Urânio (ppm)

TH = Tório (ppm)

THK = Razão Tório/Potássio

UTH = Razão Urânio/Tório

UK = Razão Urânio/Potássio

TERN = Ternário (K-U-Th)

Exemplos:

MAG_04.MAP – Geosoft Mapa da Folha NA.20-V-B-III Escala 1:100.000 do Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)

SIGN_VI.MAP – Geosoft Mapa da Folha NB.20-Y-C Escala 1:250.000 do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)

THK_500.MAP – Geosoft Mapa Integrado na Escala 1:500.000 da Razão Tório/Potássio

HPGL é a sigla de Hewlett-Packard Graphics Language.

CD-ROM 26 a 31 Arquivos de Plotagem (HPGL)

Este CD-ROM contém os Arquivos de Plotagem (PRN) no formato HPGL, referentes aos mapas nas escalas 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000 do PROJETO AEROGEOFISICO PROVINCIA MINERAL PARIMA-URARICOERA.

Conteúdo por CD-ROM

*		
	*_01.PRN	HPGL FOLHA NA.20-V-A-III Escala 1:100.000
	*_02.PRN	HPGL FOLHA NA.20-V-B-I Escala 1:100.000
	*_03.PRN	HPGL FOLHA NA.20-V-B-II Escala 1:100.000
	*_04.PRN	HPGL FOLHA NA.20-V-B-III Escala 1:100.000
	*_05.PRN	HPGL FOLHA NA.20-V-B-IV Escala 1:100.000
	*_06.PRN	HPGL FOLHA NA.20-V-B-V Escala 1:100.000
	*_07.PRN	HPGL FOLHA NA.20-V-B-VI Escala 1:100.000
	*_08.PRN	HPGL FOLHA NA.20-V-D-I Escala 1:100.000
	*_09.PRN	HPGL FOLHA NA.20-V-D-II Escala 1:100.000
	*_10.PRN	HPGL FOLHA NA.20-V-D-III Escala 1:100.000
	*_11.PRN	HPGL FOLHA NA.20-V-D-IV Escala 1:100.000
	*_12.PRN	HPGL FOLHA NA.20-V-D-V Escala 1:100.000
	*_13.PRN	HPGL FOLHA NA.20-V-D-VI Escala 1:100.000
	*_14.PRN	HPGL FOLHA NA.20-X-A-I Escala 1:100.000
	*_15.PRN	HPGL FOLHA NA.20-X-A-II Escala 1:100.000
	*_16.PRN	HPGL FOLHA NA.20-X-A-III Escala 1:100.000
	*_17.PRN	HPGL FOLHA NA.20-X-A-IV Escala 1:100.000
	*_18.PRN	HPGL FOLHA NA.20-X-A-V Escala 1:100.000
	*_19.PRN	HPGL FOLHA NA.20-X-A-VI Escala 1:100.000
	*_20.PRN	HPGL FOLHA NA.20-X-C-I Escala 1:100.000
	*_21.PRN	HPGL FOLHA NA.20-X-C-II Escala 1:100.000
	*_22.PRN	HPGL FOLHA NA.20-X-C-III Escala 1:100.000
	*_23.PRN	HPGL FOLHA NA.20-X-C-IV Escala 1:100.000
	*_24.PRN	HPGL FOLHA NA.20-X-C-V Escala 1:100.000
	*_25.PRN	HPGL FOLHA NA.20-X-C-VI Escala 1:100.000
	*_26.PRN	HPGL FOLHA NB.20-Y-C-VI Escala 1:100.000
	*_27.PRN	HPGL FOLHA NB.20-Y-D-IV Escala 1:100.000
	*_28.PRN	HPGL FOLHA NB.20-Z-C-IV Escala 1:100.000
	*_29.PRN	HPGL FOLHA NB.20-Z-C-V Escala 1:100.000
	*_30.PRN	HPGL FOLHA NB.20-Z-C-VI Escala 1:100.000
	*_500.PRN	HPGL FOLHA INTEGRADA Escala 1:500.000
	*_500.PRN	HPGL FOLHA INTEGRADA Escala 1:500.000
	*_I.PRN	HPGL FOLHA NB.20-V-A Escala 1:250.000
	*_II.PRN	HPGL FOLHA NB.20-V-B Escala 1:250.000
	*_III.PRN	HPGL FOLHA NB.20-V-D Escala 1:250.000
	*_IV.PRN	HPGL FOLHA NB.20-X-A Escala 1:250.000
	*_V.PRN	HPGL FOLHA NB.20-X-C Escala 1:250.000
	*_VI.PRN	HPGL FOLHA NB.20-Y-C Escala 1:250.000
	*_VII.PRN	HPGL FOLHA NB.20-Y-D Escala 1:250.000
	*_VIII.PRN	HPGL FOLHA NB.20-Z-C Escala 1:250.000

Observações:

A codificação para os arquivos presentes nos CD-ROMs é apresentada da seguinte forma, onde o asterisco presente na tabela anterior refere-se ao seguintes temas:

IDV = 1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)
MAG = Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)
SIGN = Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido do IGRF)
DTM = Modelo Digital do Terreno
FPATH = Traço de Linhas de Vôo
TC = Contagem Total
K = Potássio (%)
U = Urânio (ppm)
TH = Tório (ppm)
THK = Razão Tório/Potássio
UTH = Razão Urânio/Tório
UK = Razão Urânio/Potássio
TERN = Ternário (K-U-Th)

Exemplos:

MAG_04.PRN – HPGL da Folha NA.20-V-B-III Escala 1:100.000 do Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)

THK_500.PRN – HPGL do Mapa Integrado na Escala 1:500.000 da Razão Tório/Potássio

SIGN_VI.PRN – HPGL da Folha NB.20-Y-C Escala 1:250.000 do Sinal Analítico do Campo Magnético Total (Reduzido IGRF)

HPGL é a sigla de Hewlett-Packard Graphics Language.

ANEXO IV – FORMATO DE GRAVAÇÃO DOS DADOS DO PROJETO

REGISTRO Nº	NÚMERO DA LINHA	NÚMERO DE REGISTROS	PREFIXO DA AERONAVE	HORA DE VÔO (SEGUNDOS)		NÚMERO DA FIDUCIAL		NÚMERO DO VÔO	DATA DO VÔO			MERIDIANO CENTRAL		COORDENADAS UTM				COORDENADAS		
				INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		ANO	M&S	DIA	INICIAL	FINAL	INICIAL		FINAL		INICIAL		
														ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	LONGITUDE GRAU	LATITUDE MIN	SEG
				5	10	15	20		25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
02																				
REGISTRO Nº	GEOGRÁFICAS										N O M E D O S C A N A I S									
	FINAL		AZIMUTE	Nº DE CANAIS	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º	13º			
	LONGITUDE	LATITUDE			MAGB (nT) (A6)	THB CPS (A6)	UB CPS (A6)	KB CPS (A6)	CTB (CPS) (A6)	MAGC (nT) (A6)	THC (CPS) (A6)	UC (CPS) (A6)	KC (CPS) (A6)	CTC (CPS) (A6)	MAGR (-IGRF) (A6)	THCPPM (1) (A6)	UCPPM (2) (A6)			
	GRAU	MIN			SEG	GRAU	MIN	SEG	GRAU	MIN	SEG	GRAU	MIN	SEG	GRAU	MIN	SEG	GRAU	MIN	
5	10	15			20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
02																				
REGISTRO Nº	N O M E D O S C A N A I S										DISPONIVEL									
	14º	15º	16º	17º	18º	19º	20º	21º	22º	23º										
	KC% (3) (A6)	CTCMRH (4) (A6)	eU/eTH (A6)	eU/K (A6)	eTH/K (A6)	UUP (5) (A6)	COSMIC (CPS) (A6)	ALTURA (m) (A6)	ALTBAR (m) (AG)	TEMPER										
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	
02																				
REGISTRO Nº																				
02																				

REGISTRO Nº	NOME DO ARQUIVO	COMPRIMENTO	FATOR DE BLOCO	OBSERVAÇÕES
				(1) TÓRIO CORRIGIDO EM PPM
				(2) URÂNIO CORRIGIDO EM PPM
				(3) POTÁSSIO CORRIGIDO EM %
				(4) CONTAGEM TOTAL CORRIGIDO EM microRoentgen/h
				(5) URÂNIO "UP" EM CPS

PROJETO AEROGEOFÍSICO PROVÍNCIA MINERAL PARIMA-URARICOERA
 FORMATO DO ARQUIVO DIGITAL FINAL DOS DADOS EM ERFIS

REGISTRO N°	NÚMERO DA LINHA DE VÔO (I8)	NÚMERO DA FIDUCIAL (F8.1)	TEMPO (SEGUNDO) (F8.2)	ALTURA DO VÔO (M) (F8.1)	COORDENADAS UTM		CAMPO MAGNÉTICO TOTAL		GAMAESPECTROMETRIA				
					UTM E (F10.0)	UTM N (F10.0)	CORRIGIDO DA VARIAÇÃO DIURNA (F8.1)	APÓS O NIVELAMENTO (F8.1)	CTB (CPS) (F8.1)	CTCMRH (1) (F8.1)	THB (CPS) (F8.1)	THCPPM (2) (F8.1)	
01													
REGISTRO N°	GAMAESPECTROMETRIA							DADOS DE CRUZAMENTO		TEMPO (SEGUNDO) (F8.1)	ALTURA DO VÔO (M) (F8.1)	COORDENADAS UTM	
01	KB (CPS) (F8.1)	KC% (3) (F8.1)	UB (CPS) (F8.1)	UCPPM (4) (F8.1)	eU/eTH (F8.1)	eU/K (F8.1)	eTH/K (F8.1)	NÚMERO DA LINHA DE CONTROLE	NÚMERO DA FIDUCIAL			UTM E (F10.0)	
REGISTRO N°	CAMPO MAGNÉTICO TOTAL				GAMAESPECTROMETRIA								
01	UTM N (F10.0)	CORRIGIDO DA VARIAÇÃO DIURNA (F8.1)	APÓS O NIVELAMENTO (F8.1)	CTB (CPS) (F8.1)	CTCMRH (1) (F8.1)	THB (CPS) (F8.1)	THCPPM (2) (F8.1)	KB (CPS) (F8.1)	KC% (3) (F8.1)	UB (CPS) (F8.1)	UCPPM (4) (F8.1)	eU/eTH (F8.1)	eU/K (F8.1)
REGISTRO N°	eTH/K (F8.1)												
01													

REGISTRO N°	NOME DO ARQUIVO	COMPRIMENTO	FATOR DE BLOCO	CICLO DE RETENÇÃO	OBSERVAÇÕES
01	DADOS DE CRUZAMENTOS	312			(1) CONTAGEM TOTAL CORRIGIDO EM microRoentgen/h
					(2) URÂNIO CORRIGIDO EM PPM
					(3) POTÁSSIO CORRIGIDO EM %
					(4) URÂNIO CORRIGIDO EM PPM

PROJETO AEROGEOFÍSICO PROVÍNCIA MINERAL PARIMA-URARICOERA
 ARQUIVO XYZ/FORMATO DIGITAL DO ARQUIVO FINAL DOS DADOS DE CRUZAMENTOS ENTRE
 AS LINHAS DE VÔO E LINHAS DE CONTROLE)

REGISTRO MESTRE DAS LINHAS DE VÔO	TIE	NÚMERO DA LINHA																	
REGISTRO DE DETALHE MAGNÉTICO	X	Y	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8									
	COORDENADA UTM LESTE	COORDENADA UTM NORTE	FIDUCIAL	MAGB (BRUTO)	MAGC (CORRIGIDO)	MAGR (-IGRF)	VARIAÇÃO DIURNA	ALTURA BAROMÉTRICA	ALTURA (m)	LONGITUDE (GRAUS DECIMAIS)									
	(m)	(m)	(F10.1)	(F10.2)	(F10.2)	(F10.2)	(F10.2)	(F10.2)	(F10.2)	(F11.6)									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
	Z9																		
	LATITUDE (GRAUS DECIMAIS)																		
	(F11.6)																		
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
REGISTRO Nº	NOME DO ARQUIVO			COMPRIMENTO	FATOR DE BLOCO	OBSERVAÇÕES													
	MAGLINE.XYZ					COORDENADAS UTM: DATUM HORIZONTAL SAD-69, MERIDIANO CENTRAL 63°W Gr.													

REGISTRO MESTRE DAS LINHAS DE VÔO	LINE	NÚMERO DA LINHA																
	5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95																	
REGISTRO DE DETALHE RADIOMÉTRICO	X COORDENADA UTM LESTE (m) F10.0	Y COORDENADA UTM NORTE (m) F10.0	Z1 FIDUCIAL (F10.0)	Z2 THC (CPS) (F10.2)	Z3 UC (CPS) (F10.2)	Z4 KC (CPS) (F10.2)	Z5 CTC (CPS) (F10.2)	Z6 TH_PPM (PPM) (F10.2)	Z7 U_PPM (PPM) (F10.2)	Z8 K_PERC (%) (F10.2)								
	5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95																	
REGISTRO DE DETALHE RADIOMÉTRICO	Z9 CT_MRH (microRoentgen/h) (F10.2)	Z10 ALTURA (m) (F10.2)	Z11 ALTURA GPS (m) (F10.2)	Z12 LONGITUDE (GRAUS DECIMAIS) (F11.6)	Z13 LATITUDE (GRAUS DECIMAIS) (F11.6)													
	5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95																	

REGISTRO Nº	NOME DO ARQUIVO	COMPRIMENTO	FATOR DE BLOCO	OBSERVAÇÕES
	GAMALINE.XYZ			COORDENADAS UTM: DATUM HORIZONTAL SAD-69, MERIDIANO CENTRAL 63° W Gr.

PROJETO AEROGEOFÍSICO PROVÍNCIA MINERAL PARIMA-URARICOERA
 ARQUIVO XYZ (FORMATO GEOSFT) PARA DADOS RADIOMÉTRICOS (LINHAS DE VÔO - LINE)

REGISTRO MESTRE DAS LINHAS DE	TIE	NÚMERO DA LINHA												
CONTROLE														
REGISTRO DE DETALHE RADIOMÉTRICO	X COORDENADA UTM LESTE (m) F10.0	Y COORDENADA UTM NORTE (m) F10.0	Z1 FIDUCIAL (F10.0)	Z2 THC (CPS) (F10.2)	Z3 UC (CPS) (F10.2)	Z4 KC (CPS) (F10.2)	Z5 CTC (CPS) (F10.2)	Z6 TH_PPM (PPM) (F10.2)	Z7 U_PPM (PPM) (F10.2)	Z8 K_PERC (%) (F10.2)				
REGISTRO DE DETALHE RADIOMÉTRICO	Z9 CT_MRH (microRoentgen/h) (F10.2)	Z10 ALTURA (m) (F10.2)	Z11 ALTURA GPS (m) (F10.2)	Z12 LONGITUDE (GRAUS DECIMAIS) (F11.6)	Z13 LATITUDE (GRAUS DECIMAIS) (F11.6)									

REGISTRO Nº	NOME DO ARQUIVO	COMPRIMENTO	FATOR DE BLOCO	OBSERVAÇÕES
	GAMATIE.XYZ			COORDENADAS UTM: DATUM HORIZONTAL SAD-69, MERIDIANO CENTRAL 63° W Gr.

PROJETO AEROGEOFÍSICO PROVÍNCIA MINERAL PARIMA-URARICOERA
 ARQUIVO XYZ (FORMATO GEOSOFI) PARA DADOS RADIOMÉTRICOS (LINHAS DE CONTROLE-TIE)
 FOLHA 1 de 1