

1. Classificação <i>INPE-COM.10-PE</i> <i>CDU:539.167.1</i>	2. Período <i>Junho de 1977.</i>	4. Critério de Distribuição: interna <input type="checkbox"/> externa <input checked="" type="checkbox"/>
3. Palavras Chaves (selecionadas pelo autor) <i>Radioatividade - Raios Gama -</i> <i>Sensoriamento Remoto</i>		7. Revisado por <i>Ricardo A.R. Palmeira</i> <i>Ricardo A.R. Palmeira</i>
5. Relatório nº <i>INPE-1036-PE/059</i>	6. Data <i>Junho de 1977</i>	9. Autorizado por <i>Parada</i> <i>Nelson de Jesus Parada</i> <i>Diretor</i>
8. Título e Sub-Título <i>Deteção de Raios Gama da Radioatividade Natural Usando Sensores Remotos em Levantamento Aeroespacial</i>		11. Nº de cópias - <i>09</i>
10. Setor <i>CEA/AST</i>	Código <i>411</i>	14. Nº de páginas - <i>12</i>
12. Autoria <i>N.A. BuiVan</i> <i>I.M. Martin</i>		15. Preço
13. Assinatura Responsável <i>Parada</i>		16. Sumário/Notas <i>Os raios gama produzidos pela radioatividade natural podem ser detetados a partir de um avião voando a baixa altitude e velocidade. Os resultados obtidos através de vôos efetuados na região uranífera, bem conhecida, de Poços de Caldas, MG, Brasil, permitiram-nos determinar os limites da metodologia empregada para a deteção de recursos minerais radioativos através de um conjunto experimental relativamente simples e de baixo custo.</i>
17. Observações <i>Este trabalho foi parcialmente subvencionada pela Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) através do convênio FINEP-271-CT. Submetido para publicação na Revista Brasileira de Física - RBF</i>		

DETEÇÃO DE RAIOS GAMA DA RADIOATIVIDADE NATURAL
USANDO SENSORES REMOTOS EM LEVANTAMENTO AEROSPACIAL

por

N.A. BuiVan e I.M. Martin

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq

São José dos Campos, São Paulo

RESUMO

Os raios gama produzidos pela radioatividade natural podem ser detetados a partir de um avião voando a baixa altitude e velocidade. Os resultados obtidos através de vôos efetuados na região uranífera, bem conhecida, de Poços de Caldas, MG, Brasil, permitiram-nos determinar os limites da metodologia empregada para a detecção de recursos minerais radioativos através de um conjunto experimental relativamente simples e de baixo custo.

1 - INTRODUÇÃO

O emprego de sensores remotos nas observações aéreas da radioatividade natural de superfícies terrestres é bastante limitado até os nossos dias. No entanto, isto deve permitir a estimativa da composição geoquímica média de grandes regiões (Moxham¹, Popenoe²).

A transferência da tecnologia do domínio espacial, nas pesquisas de recursos naturais, permitiu que fosse desenvolvido, pelos autores, um conjunto de detecção de raios gama, o qual foi adaptado para vôos de avião de baixa altitude e velocidade. A comparação das medidas efetuadas com vôos na região uranífera de Poços de Caldas, MG, e no solo, seguindo a mesma trajetória, mostrou a existência de correlação. Isto indica a confiabilidade da metodologia empregada e sugere a possibilidade de prospecção de regiões não conhecidas.

2 - DISPOSITIVOS EXPERIMENTAL

O conjunto experimental é constituído de dois cristais à cintilação do tipo Iodeto de Sódio NaI(Tl) de 4" x 4" e 3" x 3". A área sensível de cada detetor, na presença de um fluxo isotrópico de fotons, é da ordem de 120 cm².

Os sinais provenientes destes detetores são analisados em amplitude através de dois codificadores digitais de 128 canais. O pulso de sincronização, iniciado pelos codificadores, dispara um contador, que permite indicar a variação da taxa de contagem detetada dentro do intervalo de energia de 0.3 a 3.0 MeV. Estes sinais, uma vez digitalizados, são gravados conjuntamente com uma referência de tempo obtida de um relógio de bordo de 1 KHz. O gravador utilizado nesta operação é do tipo comum, transportável (UHER 4400 Stereo).

Os sinais, uma vez reproduzidos no solo, pela leitura das fitas magnéticas, são separados por diferentes filtros de frequência antes do tratamento definitivo. Os detalhes deste conjunto experimental foram descritos pelos autores³.

3 - RESULTADOS

No mês de outubro de 1976, uma série de medidas foi efetuada na região uranífera de Poços de Caldas. Tais medidas foram realizadas em cada quilômetro, seguindo a estrada Usina C-09 da NUCLEBRAS até a estrada estadual Poços de Caldas/Andradas (Fig. 4). Durante cada uma destas medidas, o conjunto experimental, colocado diretamente na superfície do solo, detetou a radiação gama num intervalo de tempo de 5 minutos.

Na mesma época, esta trajetória foi sobrevoada 5 vezes com um avião monomotor tipo Cessna. O tempo médio de cada passagem sobre esta superfície, a uma altitude média inferior a 50 m, é de 234 segundos, com uma velocidade média de 185 Km/hora. Os resultados obtidos durante estes 5 vôos são acumulados juntos, guardando, com referência ini

cial, a vertical das minas C-09. Estes resultados podem ser analisados com intervalo de tempo de 30 segundos, o que corresponde a uma distância de 1.5 Km percorrido. As observações são mostradas nas Figuras 1 e 2. Verificou-se que as formas espectrais obtidas no solo e em vôo são bastante semelhantes em intensidade e, também, que aparecem certas linhas, em particular do potássio ^{40}K , que são bem mais pronunciados no solo. Quando os ftons são de baixa energia, a diferença de intensidade das linhas é mais importante. Isto é devido à absorção atmosférica, que foi determinada a priori, em diferentes altitudes, até 150 m, utilizando um balão cativo (Fig.3). Em geral, existe uma correlação entre a variação relativa da intensidade das linhas nucleares observadas no solo e em vôo, como mostra a Figura 4, onde a taxa de contagem integrada da linha 2.6 MeV ^{208}Tl é determinada em função da trajetória percorrida. O máximo desta contagem foi detectado nas vizinhanças das minas C-09 e do "Morro do Ferro".

4 - CONCLUSÃO

Apesar das condições das medidas não serem idênticas, a comparação dos resultados obtidos no mesmo percurso, tanto no solo como em vôo, mostra a existência de correlação dos espectros detectados. Partindo deste fato, sugerem-se vôos sobre regiões ainda não exploradas para se verificar a possibilidade de prospecção de recursos minerais radioativos.

Seguindo uma radial magnética Leste e partindo das minas C-09, voando a uma altitude média de 1500 m, uma série de observações foram efetuadas. Os resultados são mostrados na Figura 5. A taxa de contagem integrada da linha 2.6 MeV ^{208}Tl , em função da distância percorrida, indica um máximo a 5 Km das minas. Este máximo pode ser analisado referindo-se aos espectros mostrados na Figura 5. A taxa de contagem total observada durante os 6 primeiros quilômetros é maior que aquela dos 6 quilômetros seguintes na mesma altitude, isto devido a presença das linhas tais como:

- 2.6 MeV - ^{208}Tl
- 1.46 MeV - ^{40}K
- 1.14 MeV - ^{214}Bi
- 0.92 MeV - ^{214}Bi

Claramente, esta primeira tentativa de prospecção parece in
dicar resultados positivos, sendo, no entanto, necessário confirmá-los atrav
ês de observações no solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos ao Diretor do INPE, Dr. Nelson de Jes
s Parada por ter autorizado a execução do projeto sob os auspícios finanç
eiros do Instituto. Agradecimentos são também devidos ao apoio logístico
prestado pela NUCLEBRAS-DRM-Rio de Janeiro e Usina C-09 de Andradas.

REFERÊNCIAS

- 1 - Moxham, R.M., The Natural Radiation Environment, University of Chicago
Press, Chicago and Toronto, 1964.
- 2 - Popenoe, P., Arms I, Dep. Mn. CFSTI, 1963.
- 3 - BuiVan, N.A. e I.M. Martin, Rev. Bras. Fis., em preparação.

LEGENDA DAS FIGURAS

Fig. 1 - Espectros detetados no solo e em vôo:

- 1 - A 11km das minas C-09
- 2 - A 10km das minas C-09
- 3 - A 01km das minas C-09
- 4 - A 02km das minas C-09

Fig. 2 - Espectros detetados no solo e em vôo:

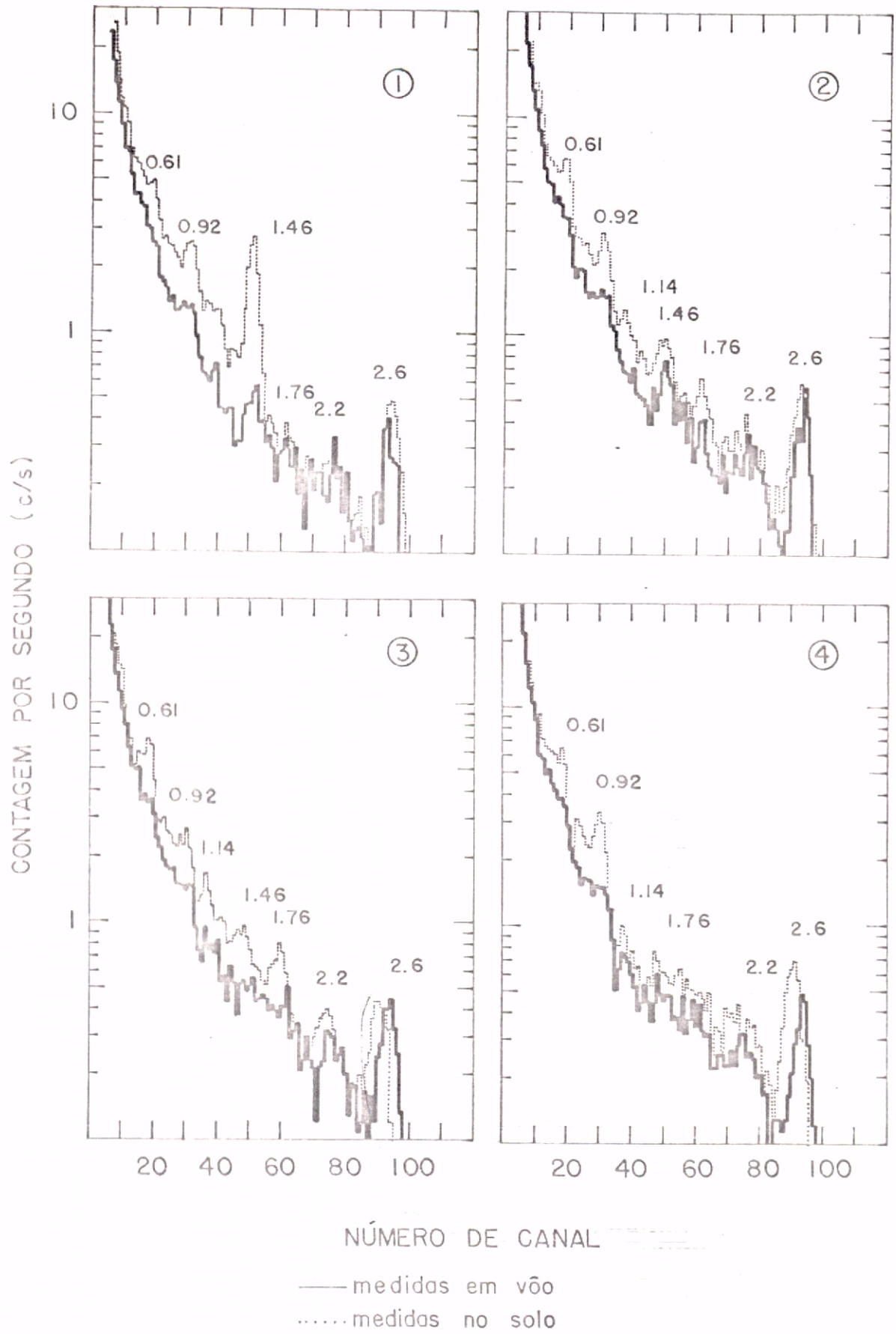
- 1 - A 08km das minas C-09
- 2 - A 07km das minas C-09
- 3 - A 05km das minas C-09
- 4 - A 04km das minas C-09

Fig. 3 - Contagem detetada em diferentes intervalos de energia e de altitude \bar{a} bordo de balão captivo.

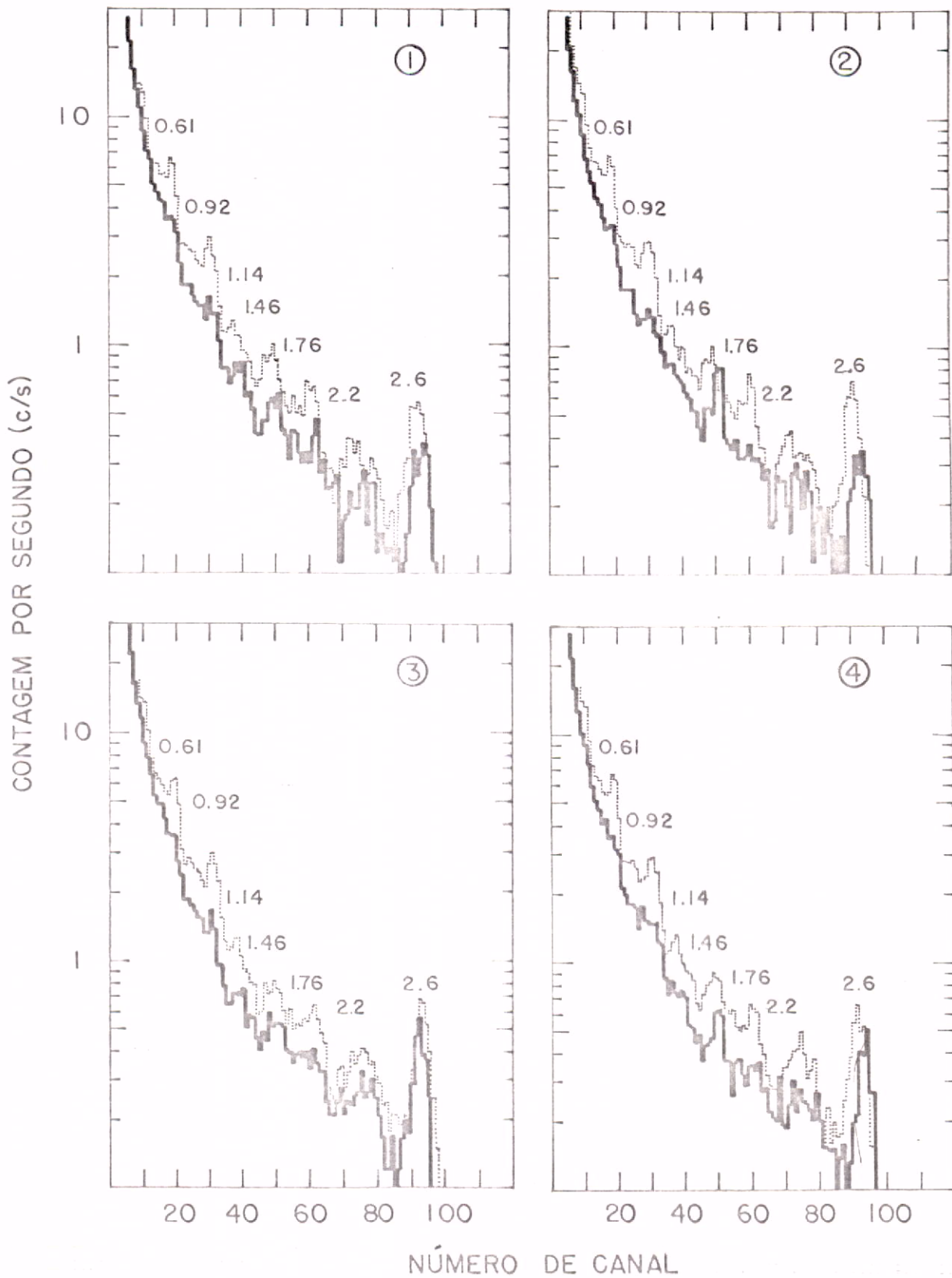
Fig. 4 - Contagem integrada da linha de 2.6 MeV ^{208}Tl detetada no solo e em vôo, \bar{a} diferentes distâncias das minas C-09.

Fig. 5 - Resultados do vôo efetuado numa radial Leste das minas C-09:

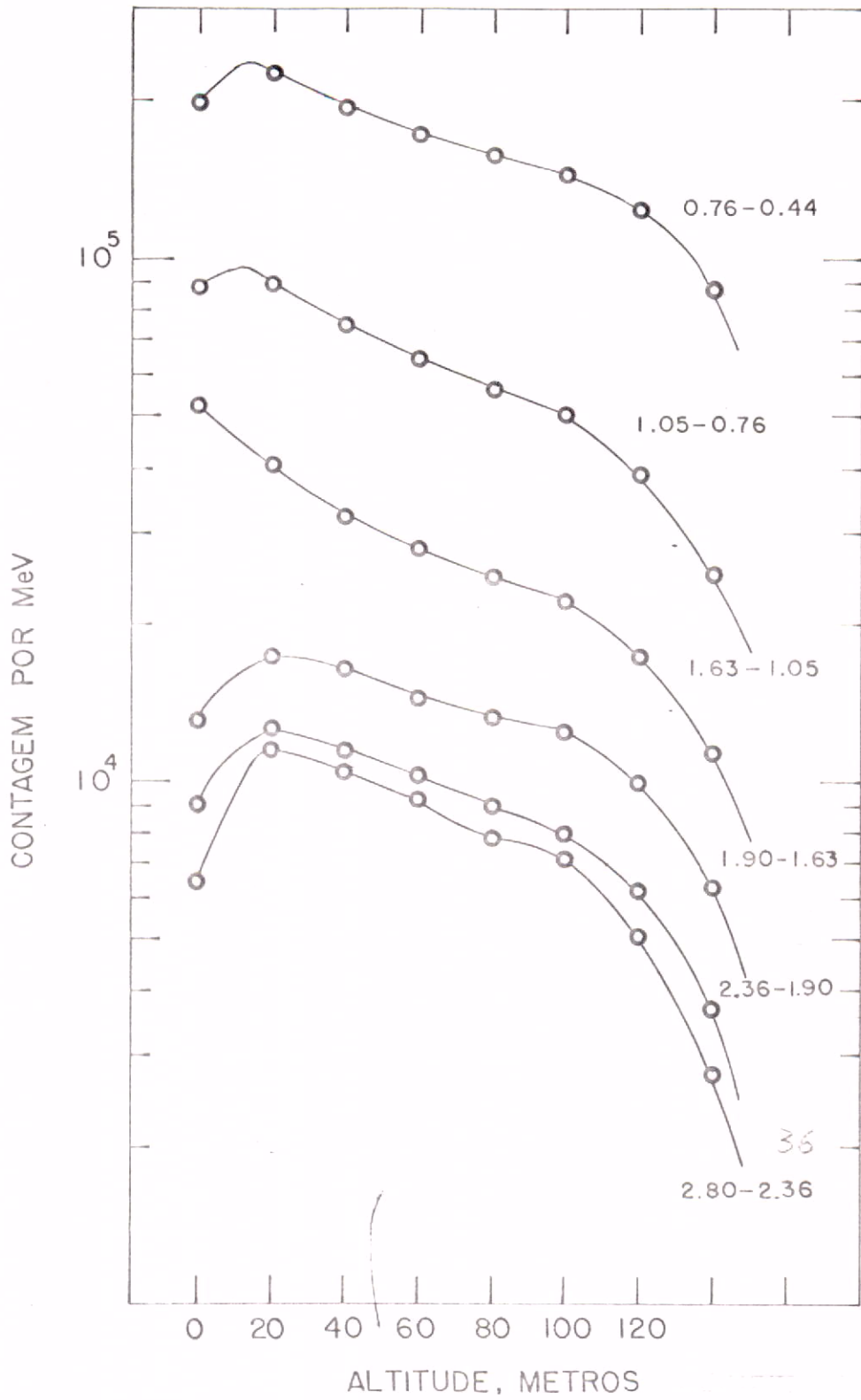
- 1 - Velocidade (Mph) e altitude (metros) do avião durante o vôo.
- 2 - Contagem integrada da linha 2.6 MeV ^{208}Tl em função da distância das minas C-09.
- 3 - Espectros observador durante os:
 - a - 6 primeiros quilômetros,
 - b - 6 quilômetros seguintes.



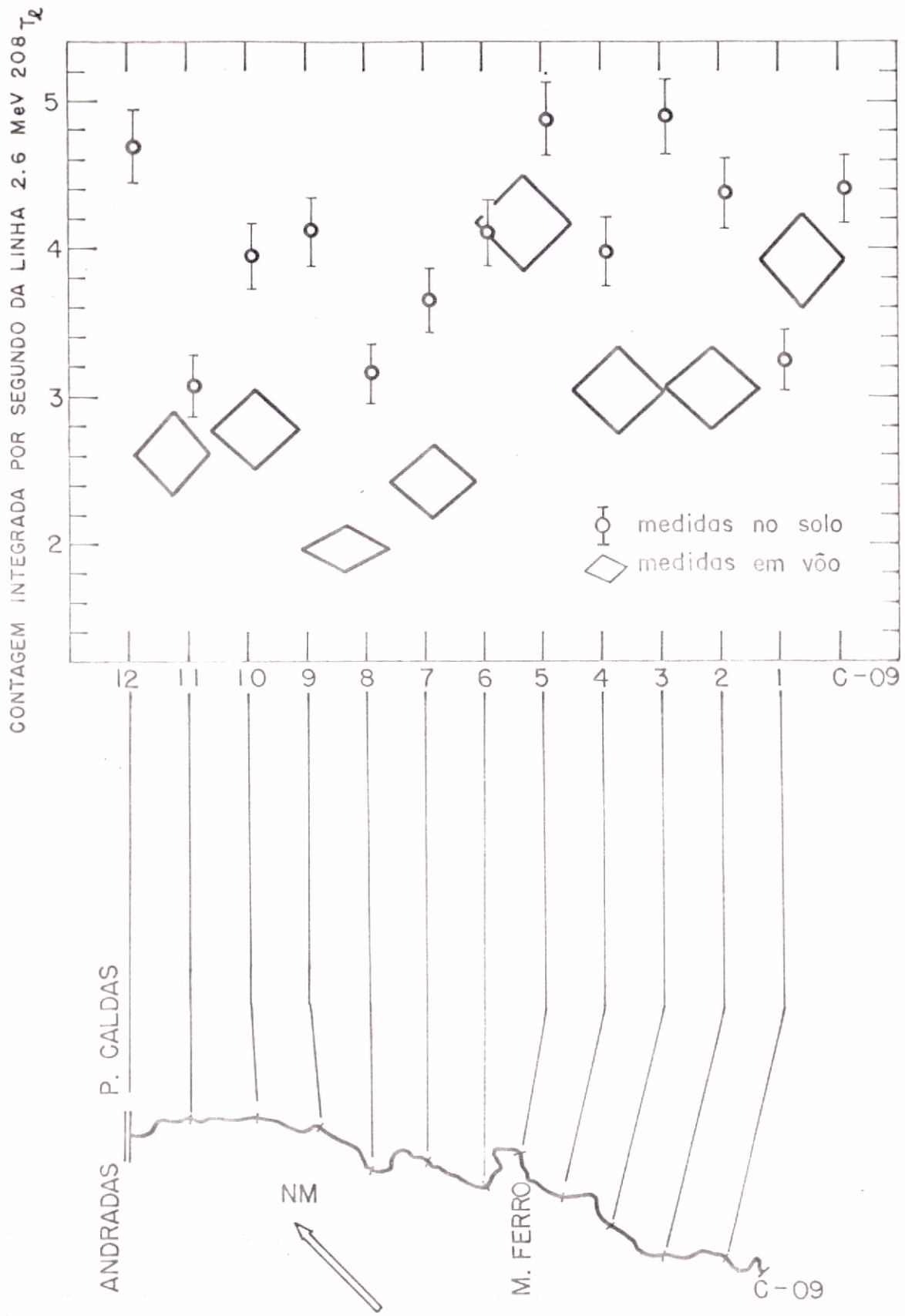
(Fig. 1)



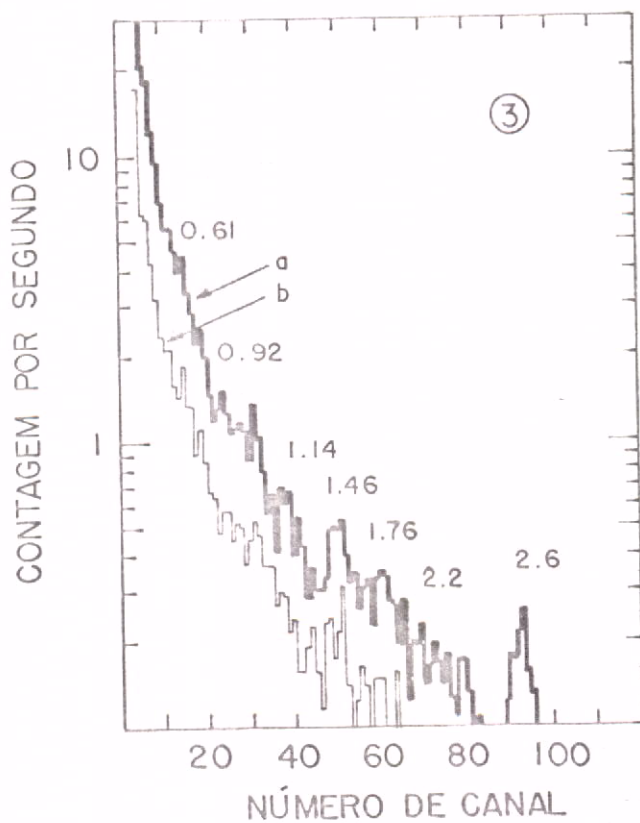
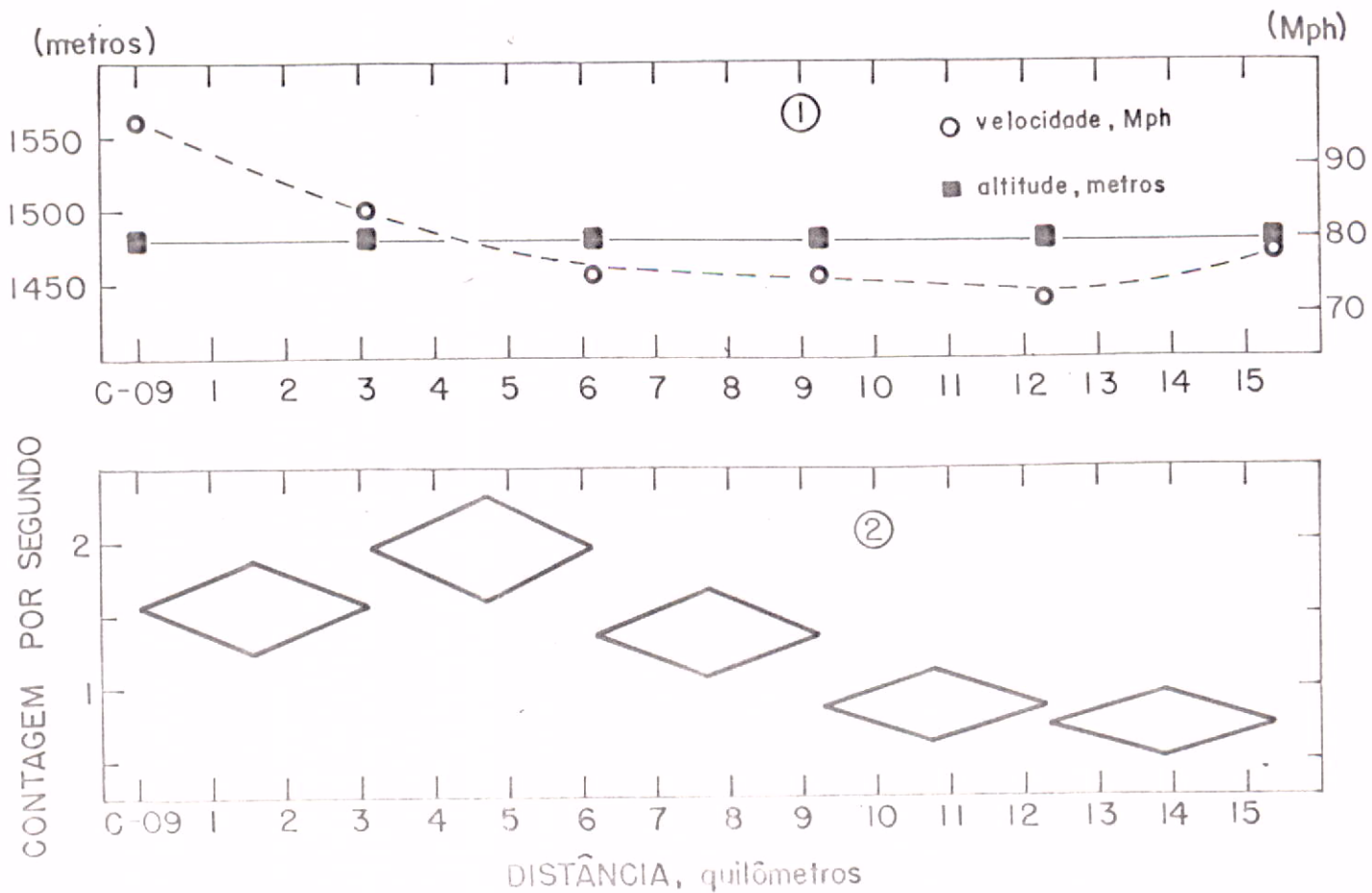
(Fig. 2)



(Fig. 3)



(Fig. 4)



(Fig. 5)