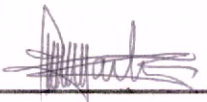


1. Classificação CDU. 550.38		2. Período	4. Critério de Distribuição: interna ☐ externa ☒
3. Palavras Chave (selecionadas pelo autor) <i>Radiação penetrante</i> <i>Anomalia magnética</i>			
5. Relatório nº INPE-931-RAE/006	6. Data Agosto de 1976	7. Revisado por - Ricardo A.R. Palmeira	
8. Título e Sub-Título <i>IV Relatório de Acompanhamento</i> <i>Estudo do fluxo de radiação penetrante na</i> <i>Região da Anomalia Magnética Brasileira</i>		9. Autorizado por - <i>Parada</i> Nelson J. Parada Diretor	
10. Setor CEA/AST	Código 4.01.1	11. Nº de cópias 8	
12. Autoria I.M. Martin		14. Nº de páginas 52	
13. Assinatura Responsável 		15. Preço 3400	
16. Sumário/Notas Neste relatório descreve-se a parte relativa a execução do Projeto A SUBIN-1975 e 1976, período de 08/08/75 a 31/01/76, assim como o acompanhamento financeiro do referido projeto.			
17. Observações			

SUBIN

MODELO IV

ROTEIRO PARA RELATÓRIO DE EXECUÇÃO

(Projeto elaborado de acordo com os Modelos I, II, ou III)

- I - TÍTULO DO PROJETO - Estudo do Fluxo de Radiação Penetrante na Região da Anomalia Magnética Brasileira.
- II - SETOR - Cinturões de Radiação de Van Allen, Raios Cósmicos e Geofísica.
- III - SUBSETOR - Cinturões de Radiação de Van Allen, Raios Cósmicos e Geofísica.
- IV - INSTITUIÇÃO ESTRANGEIRA FORNECEDORA DA COOPERAÇÃO TÉCNICA
Centre National d'Etudes Spatiales "CNES"
Centre d'Etudes Spatiales des Rayonnements "CESR" - França
- V - EXECUTOR - Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos
Brasil
Diretor - Fernando de Mendonça (no período coberto por este relatório).
Coordenador do Departamento de Pesquisas -
- Luiz Gylvan Meira Filho (no período coberto por este relatório).

- VI - COORDENADOR - Ministério do Planejamento e Coordenação Geral
Secretaria de Cooperação Econômica e Técnica Interna
cional - SUBIN
- VII - CLIENTE - não aplicável
- VIII - DATA DE INÍCIO - 05 de fevereiro de 1974.
- IX - DURAÇÃO PREVISTA - 2 anos.
- X - PERÍODO COBERTO PELO RELATÓRIO - 08 de agosto de 1975 à 31 de ja
neiro de 1976.

XI - ANDAMENTO DA EXECUÇÃO

Neste período, a atividade principal referiu-se à análise global dos vôos efetuados em 1974 a 1975, tanto de São José dos Campos, SP., como de Fortaleza, CE. Os Engenheiros Eletrônicos, Fernando Gonzales Blanco e Etienne Schneider, desenvolveram um sistema especial de leitura da fita magnética na qual estão gravados os sinais, tal qual saíram do receptor e dos discriminadores (chamada internamente "fita analógica").

Por este sistema, os sinais dessa fita são pre-processados, para ficarem compatíveis com o computador HP 2116B, que produz uma outra fita gravada, agora com os sinais em forma numérica e preparados para entrar no sistema Burroughs B 6.700 (chamada, internamente, "fita digital").

Tal sistema está operacional no INPE e permite a obtenção dos dados em tempo real, isto é, durante todo o vôo do balão.

Um segundo programa, de simulação dos cintiladores que voaram, para fins de calibração, foi elaborado, utilizando a técnica "Monte Carlo". Também já está operacional e cobre a faixa de 0,03 a 20 Mev de energia dos ftons de raios gama que incidem, de qualquer direção, no cristal.

Outro programa, elaborado no projeto, refere-se à determinação da intensidade, em função da altura de observação, dos raios gama produzi

XI - ANDAMENTO DA EXECUÇÃO

PERÍODO DE 08/08/75 À 31/01/76		A	S	O	N	D	F
1 - PROFESSORES CONFERENCISTAS	- Ricardo A.R. Palmeira - Ph.D - Coordenador Principal						
	- Inácio M. Martin - Ph.D - Análise de Dados						
	- André Bui Van - Ph.D - Análise de Dados						
2 - PROFESSORES ASSISTENTES	- N.B. Trivedi - Ph.D - Análise de Dados						
	- José Marques da Costa - MC - Análise de Dados						
	- Severino L. G. Dutra - Análise de Dados						
3 - CONSULTORES TÉCNICOS E ADMINISTRATIVOS	- Fernando de Mendonça - Ph.D - Diretor (no período coberto por este relatório)						
	- Luiz Gylvan Meira Filho - Ph.D - Coord. Depto. Pesquisas (no período coberto por este relatório)						
	- José Renato Flabiano - Eco. - Divisão Operacional						
	- Antônio Furlan Netto - Eco. - Div. Economia e Finanças						
ENCARGOS DIVERSOS:							
	A - Diárias de Pessoal						
	B - Eventuais						

dos, na atmosfera, pelas reações nucleares dos raios cósmicos primários com o nitrogênio e o oxigênio atmosféricos.

Tal programa encontra-se operacional no INPE. Além dele temos adaptado um método de interpolação cúbica, para o estudo dos raios observados, através da técnica SPLINE.

Contando com estas ferramentas, estamos elaborando a análise das medidas efetuadas seja no solo, seja até 40 km de altura, tanto em São José dos Campos como em Fortaleza.

Resultados preliminares indicam a presença de precipitação de partículas durante distúrbios magnéticos, na região equatorial. Foi verificado, também, que a radiação gama normal, presente a 40 km de altitude, na região de S.J. dos Campos (11,5 GV de rigidez magnética de corte), é cerca de duas vezes maior do que a presente em Fortaleza (13 GV de rigidez magnética de corte). Os pesquisadores, Dr. Andre Bui Van e Dr. I.M. Martin, estão submetendo para publicação, na Revista Brasileira de Física, dois trabalhos (resumo anexo), referentes a estas medidas.

O pesquisador Sr. José Marques da Costa, está na etapa final de sua tese de doutorado, utilizando as observações que estão sendo conseguidas com este apoio financeiro.

Além desta parte, está em final de desenvolvimento um sistema de separação da carga útil do balão por comando, em VHF, emitido por transmissores colocados em avião e em estação de telemetria fixa. Um voo de teste do protótipo foi efetuado em maio de 1976, em um voo de balão de duração aproximada de tres horas.

No período de 26 de outubro a 20 de dezembro de 1975, efetuamos 4 voos de balões de $1.000.000 \text{ m}^3$ de volume, dentro da colaboração científica INPE/National Scientific Balloon Facility (NSBF) dos EE.UU.

Os voos foram efetuados de Resende, RJ, e as cargas úteis, de uma tonelada de peso, foram recuperadas em perfeitas condições, pelo INPE, nas cidades de Piedade, SP, Getulina, SP, Tupã, SP, e Bela Vista do Paraíso, PR.

Ainda no corrente ano, estamos preparando um programa de lançamento de 15 balões de grande porte, em colaboração com o Centre National D'Études Spatiales (CNES), França. Esta operação será em outubro-dezembro de 1976 e já será fruto de experiência técnica adquirida com os recursos fornecidos pela SUBIN.

XII - COMENTÁRIOS

Vários resultados concretos foram colhidos durante o período

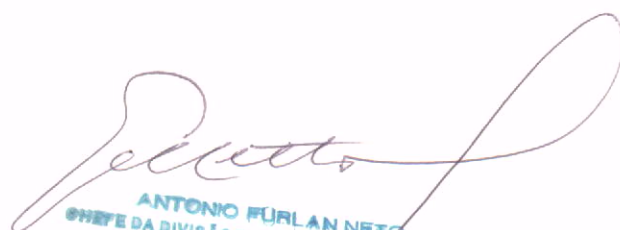
de que trata este relatório, conforme o texto que precede como, por exem
plo, o telecomando em VHF, os vários programas de processamento de informa
ções etc., de modo que tanto o pessoal do projeto, em geral, como os profess
sores conferencistas e assistentes tiveram elementos para estudo e análise
global, para compartilhar com cientistas de outros países e para contribuir
para o progresso científico do Brasil.

XIII - UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS

	Período de 08/08/75 a 31/01/76	
	PROGRAMADO	UTILIZADO
	H/M Custo	H/M Custo
<u>TÉCNICOS E/OU PROFESSORES</u>		
1. Cooperação externa	-0-	-0-
2. Recursos próprios	434,6	434,6
3. Recursos da SUBIN	-0-	-0-
4. Outras	-0-	-0-
<u>TREINAMENTO</u>		
1. Cooperação externa	-0-	-0-
2. Recursos próprios	-0-	-0-
3. Recursos da SUBIN	-0-	-0-
4. Outras	-0-	-0-
<u>EQUIPAMENTO</u>		
1. Cooperação externa	-0-	-0-
2. Recursos próprios	-0-	-0-
3. Recursos da SUBIN	2,6	2,6
4. Outras	-0-	-0-
<u>DIVERSOS</u>		
1. Cooperação externa	-0-	-0-
2. Recursos próprios	-0-	-0-
3. Recursos da SUBIN	37,4	37,4
4. Outras	-0-	-0-
<u>TOTAL</u>		
1. Cooperação externa	-0-	-0-
2. Recursos próprios	434,6	434,6
3. Recursos da SUBIN	40,0	40,0
4. Outras	-0-	-0-

XIV - BALANCETE RELATIVO AO PERÍODO DE 08 de AGOSTO DE 1975 A 31 DE JANEIRO DE 1976

1975 MES	HISTÓRICO	RECEITA Cr\$	1975 MES	HISTÓRICO	DESPESA Cr\$	TOTAL DE DESPESA
AGO	1 - Saldo do Balancete anterior	65.449,89	AGO	1 - Despesa		
				Material de Consumo	7.060,09	
	2 - Receita			Equipamento	302,31	7.362,40
NOV	Recebido da SUBIN conforme ordem de crédito nº 683880 do B.B. agência SJC.	105.400,00	SET	Material de Consumo	6.737,28	
				Serviço de Terceiro	1.780,03	
				Diárias	40,00	8.557,31
DEZ	Recebido da Firma "FENTON e Associates, INC, conforme avisos de Créditos nº 95474 e 95475, referente a cancelamento da carta de Crédito do Processo de Importação INPE 523	35.789,63	OUT	Serviço de Terceiro	40,03	
				Diárias	240,00	280,03
			NOV	Material de Consumo	14.128,85	
				Serviço de Terceiro	5.030,00	
				Equipamento	2.340,25	
				Diárias	340,00	21.839,10
			DEZ	Material de Consumo	109,58	109,58
			JAN	Material de Consumo	1.884,96	1.884,96
				Sub Total		40.033,38
			JAN	2 - Saldo em 30/12		
				2.1 - Banco		166.606,14
		206.639,52		Total		206.639,52


ANTONIO FURLAN NETO
 CHEFE DA DIVISÃO DE ECONOMIA E FINANÇAS

XV - Os recursos têm sido utilizados, conforme o programado, não havendo diferenças a salientar.

XVI - Usando as vantagens que o sul do Brasil oferece em relação à rigidez magnética de corte e à passagem, quase no zenite, do centro galactico, várias Instituições brasileiras e estrangeiras estão solicitando nossa colaboração, na parte da tecnologia de lançamentos de balões e preparação de detectores de raios-x e raios gama.

Temos colaboração com o Centre d' Etudes Spatiales des Rayonnements (CESP) Toulouse, França, com o Commissariat à L' Energie Atomique (CEA) França, com o Naval Research Laboratories (NRL) USA, com o Goddard Space Flight Center (NASA) USA, com a University of California, Berkeley, além de entidades nacionais interessadas, como o Instituto Astronômico e Geofísico IAG-USP e a Universidade Mackenzie (CRAAM).

XVII - Neste período não tivemos grandes dificuldades no desenvolvimento das atividades deste projeto.

XVIII - A técnica de lançamento de balão, com experiências científicas a bordo, tem estimulado bastante o pessoal científico e técnico. Constitue, ainda, um veículo relativamente econômico e cujas pesquisas podem despertar bastante interesse.



BANCO DO BRASIL S. A.
S. JOSÉ D CAMPOS

00000000/0175 AUT. A/V-DIV. FUNDOS

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPECIAIS
SUBIN-PROJETO-A-

9.235-5 740026
Nº DA CONTA

PARA SIMPLES VERIFICAÇÃO

Nº E ENDEREÇO

DATA	HISTÓRICO	Nº DOC.	DÉBITO/CRÉDITO	SALDO
30/07/75	SALDO ANTERIOR			88.188,89
4/08/75	CHEQUE	348108	20.000,00 D	68.188,89
6/08/75	CHEQUE	348109	4.320,00 D	
	CHEQUE	348110	170,00 D	
	CHEQUE	348111	15.993,30 D	
	CHEQUE	348112	381,00 D	
	CHEQUE	348114	17,50 D	
	CHEQUE COMPENS.		65,74 D	47.251,35
14/08/75	CHEQUE	348115	57,00 D	
	CHEQUE COMPENS.		302,31 D	
	CHEQUE COMPENS.		43,33 D	46.848,21
20/08/75	CHEQUE COMPENS.		221,52 D	
	CHEQUE COMPENS.	348113	1.637,20 D	
	CHEQUE COMPENS.	348116	1.750,00 D	43.179,49
20/08/75	CHEQUE	348117	6.552,00 D	36.627,49



BANCO DO BRASIL S. A.
S. JOSÉ D CAMPOS

00000000/0175 AUT. A/V-DIV. FUNDOS

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPECIAIS
SUBIN-PROJETO-A-

9.235-5 740032
Nº DA CONTA

PARA SIMPLES VERIFICAÇÃO

NOVE E ENDEREÇO

DATA	HISTÓRICO	Nº DOC.	DÉBITO/CRÉDITO	SALDO
20/08/75	SALDO ANTERIOR			36.627,49
10/09/75	CHEQUE	348118	6.552,00 D	30.075,49
11/09/75	CHEQUE	348119	185,23 D	29.890,21

BANCO DO BRASIL S.A. AG. SÃO JOSE DO CAMPUS DP717/0115
 20.235-5 INSTITUTO DE PESQUISAS ESPECIAIS
 SUBIN-PROJETO-A-

ALTA A/V-DIV.FUNDO DEMONSTRATIVO PARA SIMPLES VERIFICACAO

DATA	HISTORICO	Nº DUCº	DEBITO	CREDITO	SALDO
11/11/75	SALDO ANTERIOR	682.680			
14/11/75	CREDITO C/AVISO	413.411			29.890,21 C
18/11/75	CHEQ. COMPENSADO	413.414	105,00	105.400,00	135.290,21 C
	CHEQ. COMPENSADO	413.415	1.550,00		
19/11/75	CHEQ. COMPENSADO	413.416	155,00		
	CHEQ. COMPENSADO	413.417	939,50		
24/11/75	CHEQ. COMPENSADO	413.418	793,86		
	CHEQ. COMPENSADO	413.419	2.392,00		
26/11/75	CHEQ. COMPENSADO	413.420	2.340,25		
	CHEQUE	413.421	9,63		
	CHEQ. COMPENSADO	413.422	7,50		
	CHEQ. COMPENSADO	413.423	3.845,86		
28/11/75	CHEQ. COMPENSADO	413.424	1.192,50		
	CHEQUE	413.425	10,80		
	CHEQ. COMPENSADO	413.426	17,50		
	CHEQ. COMPENSADO	413.427	2.460,20		
	CHEQ. COMPENSADO	413.428	1.251,50		
					121.959,11 C
					118.229,11 C

** EXTRATO S U L T I C I T A D O **

EP717/0113

AG. S. JOSE D CAMPOS

FANCI DE BRASIL S.A.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPECIAIS

9.235-5

SUBIN-PROJETO-A-

DEMONSTRATIVO PARA SIMPLES VERIFICACAO

AUT. A/V-EW-FUNDO

DATA	HISTORICO	V.DOC.	DEBITO	CREDITO	SALDO
28/11/75	SALDO ANTERIOR				118.229,11 C
01/12/75	CHEQUE COMPENSACAO	413.402	2.278,00		113.951,11 C
05/12/75	CHEQUE COMPENSACAO		109,58		113.841,53 C
19/12/75	CREDITO C/AVISO	826.764		8.127,24	149.631,16 C
	CREDITO C/AVISO	826.764		27.662,39	168.491,10 C
30/12/75	DEPOS. CINTURAO	390.321		18.859,94	

** EXTRATO SOLICITADO **



CNPq

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTIFICO E TECNOLÓGICO

NÚMERO

FOLHA DE CONCILIAÇÃO BANCÁRIA

LOCAL	INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS	COD.
BANCO	DO BRASIL S/A.	COD.
	CONT. Nº 9.235-5	

I- SALDO EM 29/01/76 / CONFORME EXTRATO BANCARIO ANEXO

165.606,74

II- IMPORTÂNCIAS DEBITADAS PELO CONSELHO E NÃO CORRESPONDIDAS PELO BANCO

ADICIONAR	
1 - DEPOSITO EFETUADO EM ____/____/____	
2 - DEPOSITO EFETUADO EM ____/____/____	
3 - DEPOSITO EFETUADO EM ____/____/____	
4 - DEPOSITO EFETUADO EM ____/____/____	
5 - DEPOSITO EFETUADO EM ____/____/____	
TOTAL:	

III- IMPORTÂNCIAS CREDITADAS PELO CONSELHO E NÃO CORRESPONDIDAS PELO BANCO

Z I R	
1 - CHEQUE Nº ____ DE ____/____/____ OBS. ____	
2 - CHEQUE Nº ____ DE ____/____/____ OBS. ____	
3 - CHEQUE Nº ____ DE ____/____/____ OBS. ____	
4 - CHEQUE Nº ____ DE ____/____/____ OBS. ____	
5 - CHEQUE Nº ____ DE ____/____/____ OBS. ____	
6 - CHEQUE Nº ____ DE ____/____/____ OBS. ____	
7 - CHEQUE Nº ____ DE ____/____/____ OBS. ____	
8 - CHEQUE Nº ____ DE ____/____/____ OBS. ____	
9 - CHEQUE Nº ____ DE ____/____/____ OBS. ____	

DP717/0103

S. JOSÉ D CAMPOS

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS
BIN-PROJETO-A-

DEMONSTRATIVO PARA SIMPLES VERIFICAÇÃO

N.º DOC.	DEBITO	CREDITO	SALDO
667.983	1.884,96		168.491,10 C
			166.606,14 C

RATO SOLICITADO **

RADIOATIVIDADE NATURAL E A RADIOATIVIDADE DA ATMOSFERA TERRESTRE

I.M. Martin, A. BuiVan e K.R.Rao

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE

São José dos Campos, São Paulo, Brasil

RESUMO

A utilização de detetores de raios-X e raios- γ embarcáveis em veículos espaciais (satélites, foguetes e balões estratosféricos) necessita do conhecimento da resposta do detetor, presente à radiação local. De uma maneira geral tal resposta é analisada com auxílio de fontes radioativas. Infelizmente, tais fontes não permitem de uma maneira completa cobrir todo intervalo de energia que se deseja medir no espaço, e de outra parte, simular o fluxo de ftons produzidos na atmosfera terrestre. A análise dos resultados obtidos tanto no espaço como no solo nos conduziram à duas constatações: 1) que as formas espectrais do fluxo de ftons produzidos na atmosfera e pela radiotividade natural, são similares; 2) que a quantidade de energia em jogo necessária na emissão de ftons de energia 0.1 à 3.0 MeV, seja na atmosfera, seja no solo, é aproximadamente a mesma. Isto é verificado sem levar em conta os picos monoenergéticos da radioatividade natural ou das reações nucleares que se prossessam na atmosfera. No caso das areias monazíticas de Guaraparí, o forte fluxo de raios-X e γ emitido, é idêntico ao fluxo obtido dessa radiação à 40 Km de altura em latitudes geográficas de 40°N (Palestine, Texas e Aire sur l'Adour, France).

TELLURIC AND ATMOSPHERIC RADIOACTIVITY

I.M. Martin, A. BuiVan and K.R. Rao
Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

ABSTRACT

The utilisation of X-ray and γ -ray detectors, flown in space vehicles (satellites, rockets and stratospheric balloons) requires the knowledge of the detector response in the presence of local radiation. A simple method to acquire this knowledge is to analyse the response of these detectors when exposed to known radioactive sources. Unfortunately these sources neither cover the entire range of energy of interest for space studies nor simulate the flux of photons produced in the atmosphere. The results obtained in space and on earth lead us to two conclusions: first, that the spectral forms of the flux of photons produced in the atmosphere are similar to those produced by natural radioactivity; and secondly, the energy required in the emission of photons between 0.1 and 3.0 MeV, in the atmosphere and on earth, is approximately the same. This can be verified without taking into account either monoenergetic peaks of natural radioactivity or the nuclear reactions occurring in the atmosphere. It is seen that the strong dose of radioactivity produced by the monazitic sands of Guarapari is identical to the flux obtained at 40 Km altitude at the geographic latitude of 40°N (Palestine, Texas and Aires sur l'Adour, France).

LISTA DE TABELAS

Tabela I - Fontes radioativas e suas energias características utilizadas.

Tabela II - Raias monoenergéticas observadas no espectro atmosférico à altura equivalente à 70 milibares.

Tabela III - Raias monoenergéticas observadas no espectro telúrico em São José dos Campos antes do vôo de 20 de Dezembro de 1974.

Tabela IV - Parâmetros A e γ de identificação do espectro nas diversas localidades.

Tabela V - Energia necessária na produção dos fotons nas diversas localidades.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Esquema geral do dispositivo experimental.
- Figura 2 - Espectro de resposta do detetor das fontes monoenergéticas de ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{133}Ba e ^{241}Am .
- Figura 3 - Espectro de raios- γ em função da energia observada no solo em São José dos Campos, São Paulo.
- Figura 4 - Espectro de raios- γ em função da energia observada à altura equivalente a 70 milibares, no voo de 20 de Dezembro de 1974.
- Figura 5 - Esquema do processo de produção de raios-X e raios- γ e da degradação da energia na superfície terrestre.
- Figura 6 - Esquema do processo de produção dos raios-X e raios- γ na atmosfera terrestre.
- Figura 7 - Comparação dos espectros em energia dos fotons de raios-X e raios- γ na superfície e na atmosfera terrestre para várias localidades.

I - INTRODUÇÃO

O emprego de detetores de raios-X e de raios- γ embarcados em veículos espaciais como satélites, foguetes ou balões estratosféricos necessita do conhecimento do espectro de resposta do detetor à radiação existente num grande intervalo de energia (0.03 a 10 MeV).

O estudo do espectro de resposta do detetor é geralmente efetuado em laboratório com auxílio de fontes radioativas que emitem ftons com energias bem definidas. Com tais fontes radioativas é impossível cobrir todo o intervalo de energia desejado e além disso essas fontes não permitem a simulação do fluxo de ftons que é produzido no espaço. Consequentemente elas possibilitam apenas obter uma resposta incompleta do detetor utilizado.

As observações feitas por BuiVan,(1973) e por Peterson et. al.,(1973) salientando a semelhança tanto na forma espectral como no fluxo observado entre as radiações detetadas a 40 Km na atmosfera terrestre e as provenientes da radioatividade telúrica natural nos conduziram a examinar as medidas obtidas em ambos os casos, no Brasil.

Esta análise permite-nos uma melhor compreensão do espectro telúrico. Uma primeira estimativa do balanço energético colocado em jogo na produção de ftons de energia compreendidos entre 0.1 e 3.0 MeV parece indicar a existência de um equilíbrio de energia entre a atmosfera e o solo terrestre.

II - DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

As medidas foram efetuadas com dois detetores do tipo monocristal cilíndricos de NaI(Tl) de 4" x 4" e 3" x 1/4", respectivamente. A eletrônica associada aos cintiladores está esquematizada na Figura 1. As informações recolhidas a bordo do balão estratosférico são transmitidas diretamente ao solo, via rádio V.H.F. através de uma telemetria do tipo FM/FM (Martin, 1974). Com respeito as medidas efetuadas no solo, os detalhes e procedimentos foram descritos por BuiVan e Martin,(1975).

A Figura 2 ilustra a resposta obtida do detetor quando irradiado com fontes monoenergéticas apresentadas na Tabela I.

III - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analisamos neste trabalho os resultados das medidas obtidas com os detetores colocados a bordo de balão estratosférico, tendo o primeiro sido lançado em Dezembro de 1974 em São José dos Campos, latitude geográfica de 23°S e o segundo em Fevereiro de 1975 em Fortaleza, Ceará, latitude geográfica de 3,5°S. Os dois vôos foram realizados em condições magneticamente calmas. No vôo de Fortaleza somente um detetor com um cintilador de NaI(Tl) de 3" x 1/4" foi utilizado funcionando no intervalo de energia de 0.015 a 0.4 MeV.

O fluxo de ftons observados durante o vôo de São José dos

Campos cobre o intervalo de energia de 0.02 a 4 MeV com os dois detetores 4" x 4" e 3" x 1/4" de NaI(Tl), funcionando simultaneamente. No campo de lançamento, antes de cada voo, uma série de testes são efetuados. A Figura 2 mostra os espectros obtidos com fontes radioativas e a Figura 3 mostra o espectro produzido pela radioatividade natural (espectro telúrico).

A análise da areia de Guaraparí foi efetuada no laboratório do INPE em São José dos Campos. A Figura 4 mostra-nos a taxa de contagem observada a 70 g/cm² durante o voo de 20 de Dezembro de 1974. As raias monoenergéticas que aparecem neste espectro são dadas na Tabela II.

Importantes trabalhos foram objeto de estudos tanto no plano experimental como no teórico (Klumpar et al., 1973; Ling, 1974; Martin, 1974). Tentou-se explicar as fontes de produção do fluxo de fons monoenergéticos como também do fluxo que constitui a componente contínua do espectro atmosférico. Diante da complexidade dos fenômenos que intervêm neste processo, os trabalhos acima citados deram apenas uma descrição parcial da produção e propagação do fluxo de fons de raios-X e γ na atmosfera. Estamos interessados em discutir neste trabalho não os processos de produção dos fons, mas sim, fornecer uma possível hipótese da existência de um estado de equilíbrio entre essa radiação presente na superfície e presente na atmosfera terrestre.

A Figura 5 esquematiza os principais processos de produção de fons na atmosfera.

Após interações de partículas cósmicas com os núcleos constituintes da atmosfera dando origem a radiações secundárias de alta energia, existem dois processos de degradação desta energia. O primeiro processo é a desintegração do meson π^0 dando origem a dois fotons de raios γ , e o segundo é a produção de fotons de raios γ através da colisão elástica ou inelástica seguido de reações nucleares. A última etapa da degradação desta energia é devido a difusão múltipla Compton também seguido da absorção fotoelétrica. Esta última etapa pode explicar a forma espectral da componente contínua do fluxo atmosférico, segundo uma lei em potência.

A Figura 3 mostra a taxa de contagens gravadas na área do campo de lançamento antes de efetuar o voo de 20 de Dezembro de 1974. As raias monoenergéticas estão definidas segundo a Tabela III.

A Figura 6 esquematiza os processos de desintegração do urânio até os elementos estáveis. No caso da atmosfera terrestre e tratando-se do fluxo de fotons de raios-X e γ , o reservatório energético vem dos raios cósmicos primários, enquanto que a principal fonte dessa radiação no solo terrestre é o Plutônio. Como o Oxigênio e Nitrogênio são os constituintes mais abundantes na atmosfera terrestre o fluxo de fotons de raios-X e raios γ produzidos localmente vem principalmente da de-excitação destes núcleos. Contrariamente, no solo os elementos estáveis identificados na desintegração do Urânio são principalmente o Chumbo, Bismuto e Tório. A de-excitação destes elementos conduzem a emissão de fluxos monoenergéticos de fotons de raios-X e raios γ . Porém isto não pode explicar a forma espectral em lei de

potência da energia que temos observado em nossas medidas mesmo subtraindo o fluxo do ruído de fundo terrestre. A comparação entre os espectros atmosférico e natural, dessa radiação, leva a pensar que o processo de difusão múltipla Compton poderá ser responsável pela definição do fundo contínuo do espectro natural. Finalmente, na Figura 7 mostramos a totalidade dos resultados obtidos. A aproximação dos espectros observados e que seguem uma lei de potência, do tipo:

$$\frac{dN}{dE} = AE^{-\gamma} \quad \text{contagens/cm}^2\text{-s-MeV},$$

onde E é a energia do foton dado em MeV, permite-nos definir os parâmetros A e γ no intervalo de energia de 0.3 a 5.0 MeV. Tais parâmetros são mostrados na Tabela IV, para três regiões, ou seja, a 40Km de altura, no solo e na região de Guarapari.

As quantidades de energia requeridas nestes processos de produção de ftons de raios-X e γ podem ser estimadas como sendo:

$$\epsilon = \int_{0.3}^{10} E \frac{\partial N}{\partial E} dE \quad \text{ergs/cm}^2\text{-s}$$

Estas quantidades são relatadas na Tabela V.

IV - CONCLUSÃO

As primeiras evidências da semelhança entre os espectros produzidos na atmosfera e os espectros produzidos pela radioatividade natural e que permitem a calibração de detetores embarcados em veículos espaciais de maneira mais precisa que com fontes radioativas, foram detetadas e descritas neste trabalho. Após uma análise mais elaborada destes espectros concluímos que a mesma quantidade de energia é requerida na produção destes fotons seja na atmosfera, seja no solo terrestre e que em ambos os casos existe o processo do espalhamento múltiplo Compton. Porém, devido a grande complexidade dos fenômenos existentes, esta consideração ainda não pode ser tomada como uma certeza absoluta. Entretanto, no que diz respeito à transferência energética de fotons de raios-X e γ entre o solo e a atmosfera terrestre, está ainda a se estabelecer. Pensamos que uma análise detalhada da medida do fluxo destes fotons em função da altura e em diversos locais no Brasil poderá fornecer informações necessárias no estabelecimento da equação dessa transferência. Uma comparação entre os espectros telúricos obtidos em vários pontos do Brasil com espectros atmosféricos em diversas alturas será objeto de uma próxima publicação.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Dr. Fernando de Mendonça, Diretor Geral do INPE por nos ter apoiado neste trabalho. Os vôos efetuados em São José dos Campos, São Paulo, e Fortaleza, Ceará, foram efetuados graças a ajuda financeira do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE e da Secretaria de Cooperação Econômica e Técnica Internacional - SUBIN, Convênio Projeto A - 1974-1975. Esta pesquisa é fruto de trabalho da equipe do Projeto TELA do INPE.

BIBLIOGRAFIA

1. BUIVAN, A., 1973. Observations de sources extragalactiques de rayonnement X. Thèse présentée à l'Université de Toulouse, France, "Docteur ès Sciences Physiques".
2. BUIVAN, A., e I.M. Martin, 1975. Evidência de radioisótopos $^{238}_{92}\text{U}$ e $^{236}_{92}\text{U}$ nas areias monazíticas de Guaraparí. Trabalho submetido à publicação em "Ciência e Cultura".
3. KLUMPAR, D.M., J.A. Lockwood, R.N. St Onge e L.A. Friling, 1973. Energy spectrum and flux of 3 to 20 MeV neutrons and 1 to 10 MeV gamma rays in the atmosphere. Journal of Geophysical Research, vol 78, no. 34.
4. LING, J.C., 1974. Spectral and angular distributions of low energy atmospheric gamma rays at $\lambda = 40^{\circ}$. Ph.D. Thesis, University of California, La Jolla, San Diego, USA.
5. MARTIN, I.M., 1974. Determination des flux de photons gamma de basse energie dans l'atmosphere. Thèse présentée à l'Université de Toulouse, France. "Docteur ès Sciences Physiques".
6. PETERSON, L.E., D.A. Schwartz and J.C. Ling, 1973. Spectrum of atmospheric gamma rays to 10 MeV at $\lambda = 40^{\circ}$. Journal of Geophysical Research, vol 78, no. 34.

Tabela I

NUCLIDES"	ENERGIA DO FOTONS (MeV)	
¹³⁷ Cs	0.032	0.661
⁶⁰ Co	1.17	1.33
²⁴¹ Am	0.026	0.06
¹³³ Ba	0.031	0.081

Tabela II

RAIOS MONOENERGÉTICOS (MeV)	FONTE
0.511	ANiquilação POSITRON - ELETRON
1.1	NÃO IDENTIFICADO
1.42	NÃO IDENTIFICADO
1.65	DIFUSÃO INELASTICA $^{14}\text{N}(n,n'\gamma)\text{N}^{14}$

Tabela III

RAIOS MONOS ENERGÉTICOS (MeV)	FONTE
2.6	^{228}Th
1.76	^{214}Bi
1.46	^{40}K
1.13	^{214}Bi
0.92	^{214}Bi
0.6	^{214}Bi

Tabela IV

FONTE	A	γ
FORTALEZA $\lambda = 3^{\circ} 5 S$	0.07	1.4
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS $\lambda = 23^{\circ} S$	0.13	1.25
PALESTINE - TEXAS $\lambda = 40^{\circ} N$	1.0	1.39
TELÚRICO (SJC)	0.18	1.8
GUARAPARI	~ 1.0	~ 1.4

Tabela V

FONTE	E (ergs / $cm^2 \cdot s$)
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP 4 mb	1.4×10^{-6}
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP SOLO	1.0×10^{-6}
PALESTINE - TEXAS - USA 3.5 mb	9.48×10^{-6}
GUARAPARI - ES SOLO	$\sim 9.5 \times 10^{-6}$
FORTALEZA - CE 7 mb	7×10^{-7}

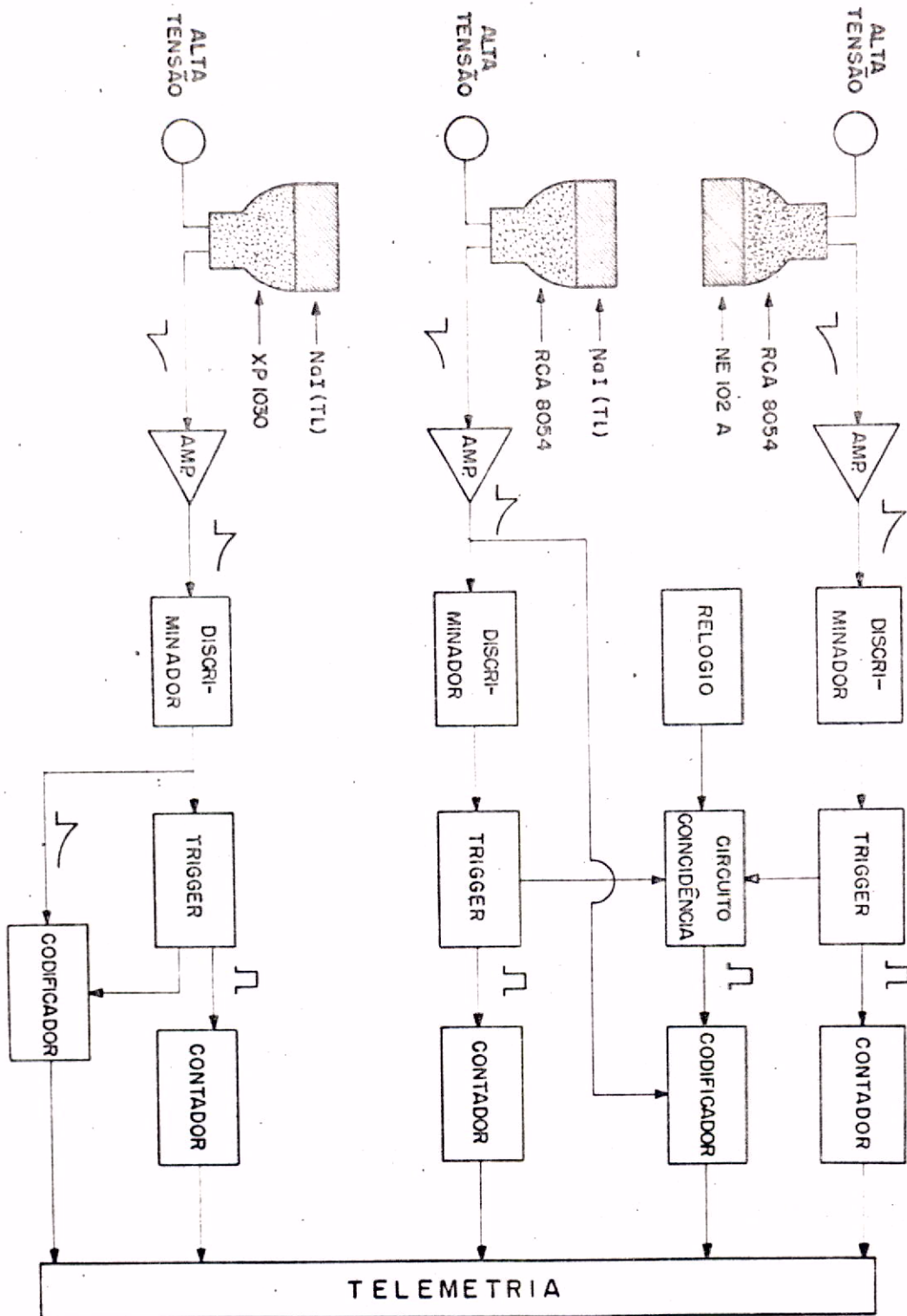


Fig. 1

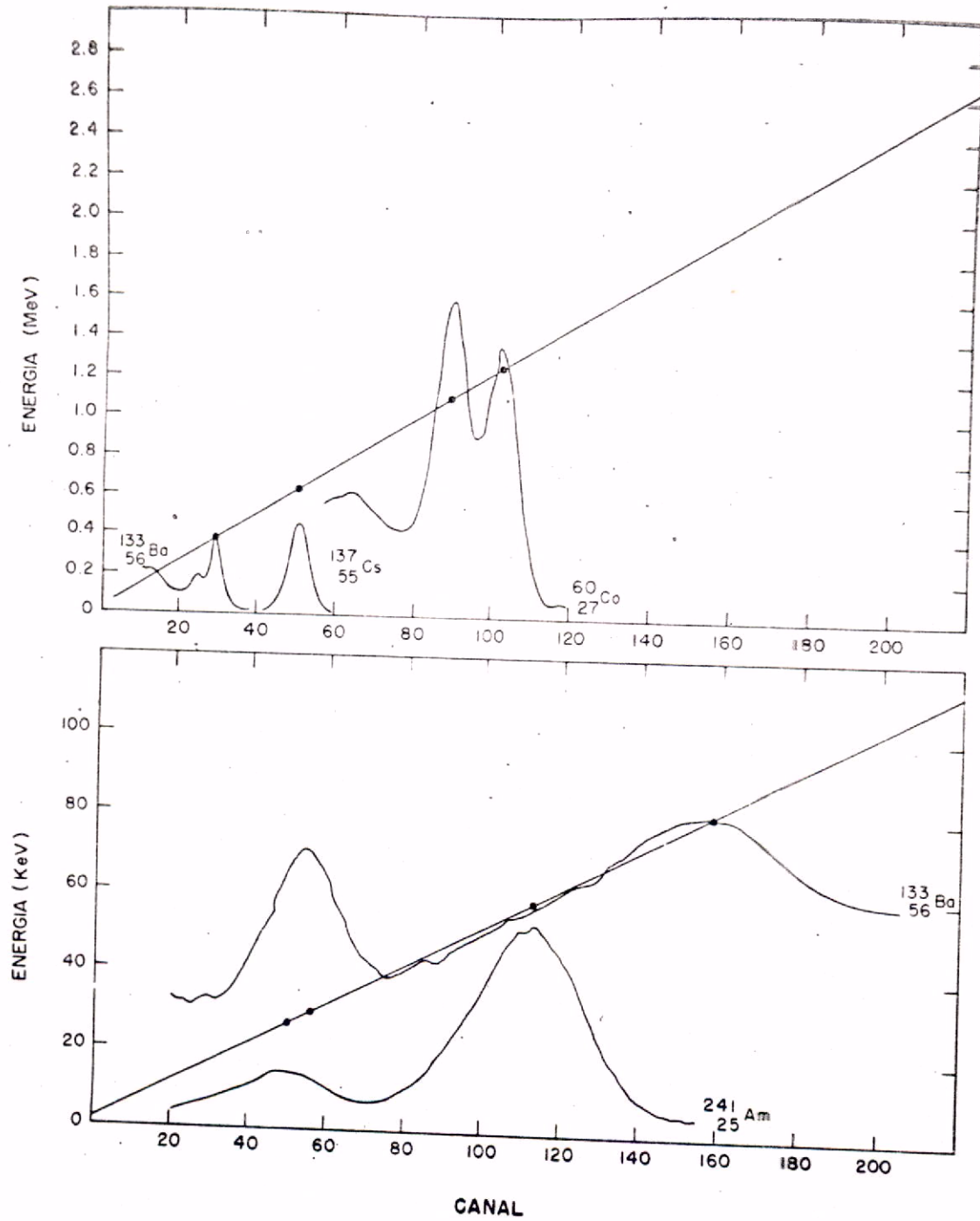


Fig. 2

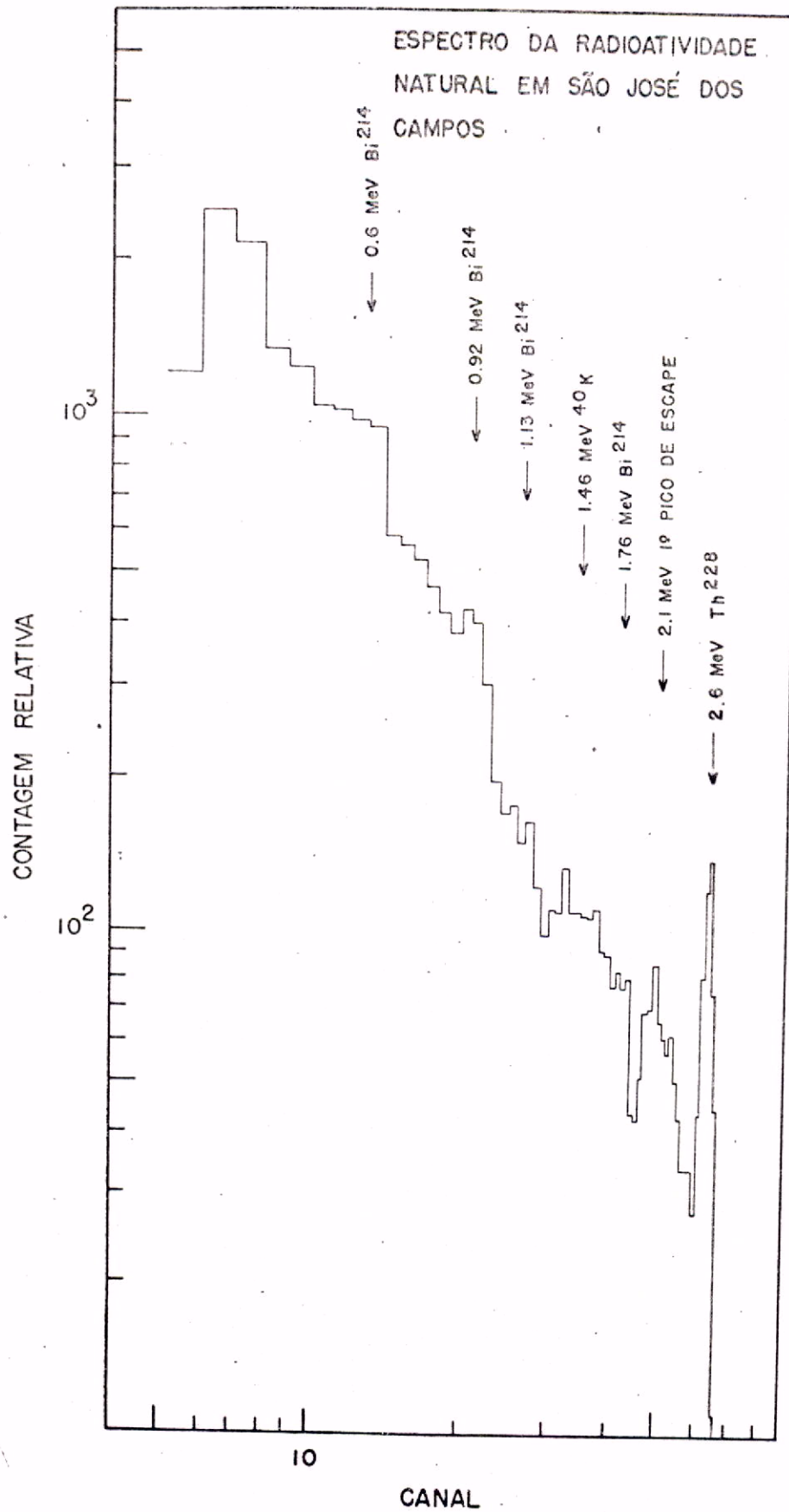


Fig. 3

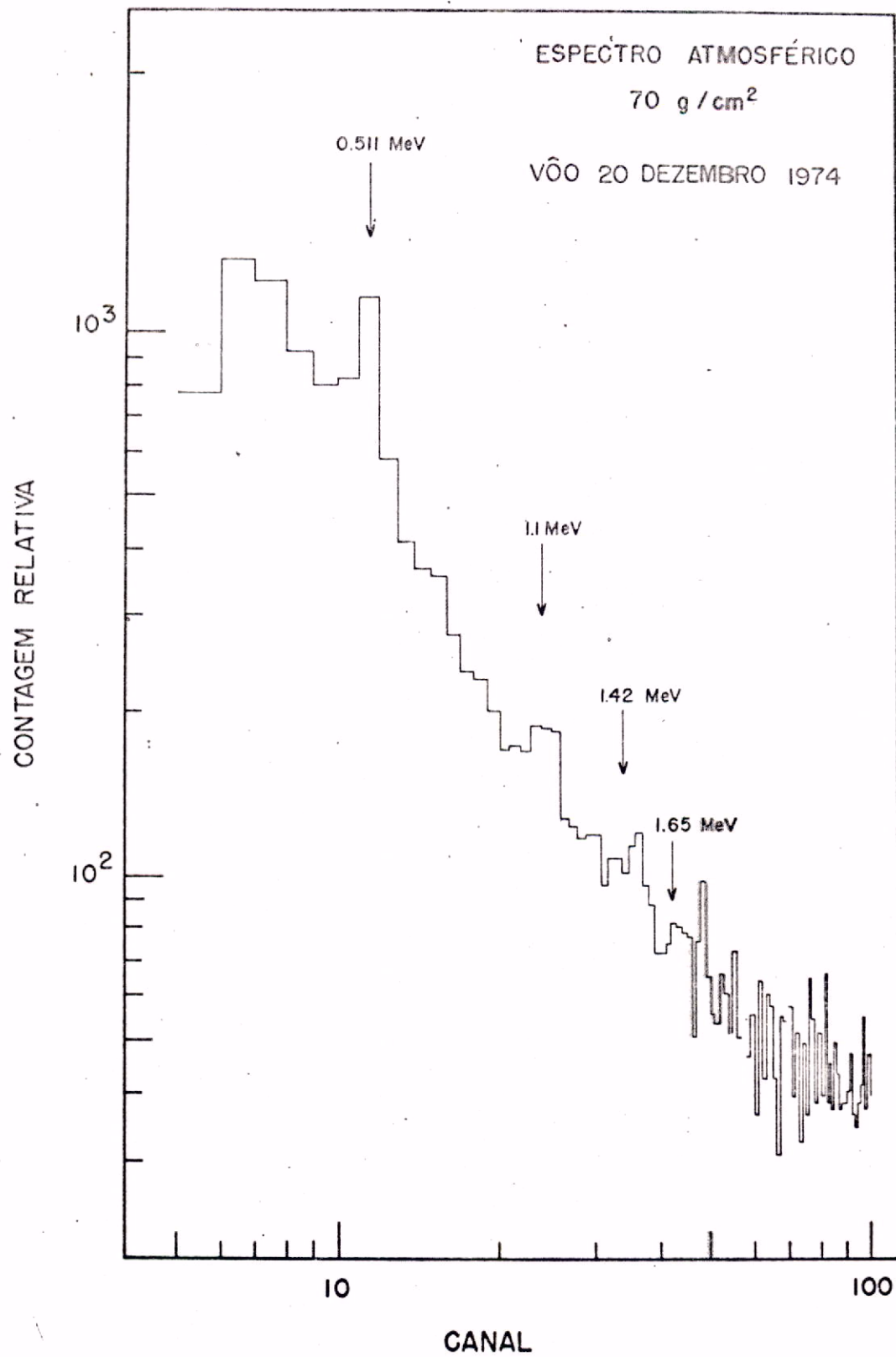


Fig. 4

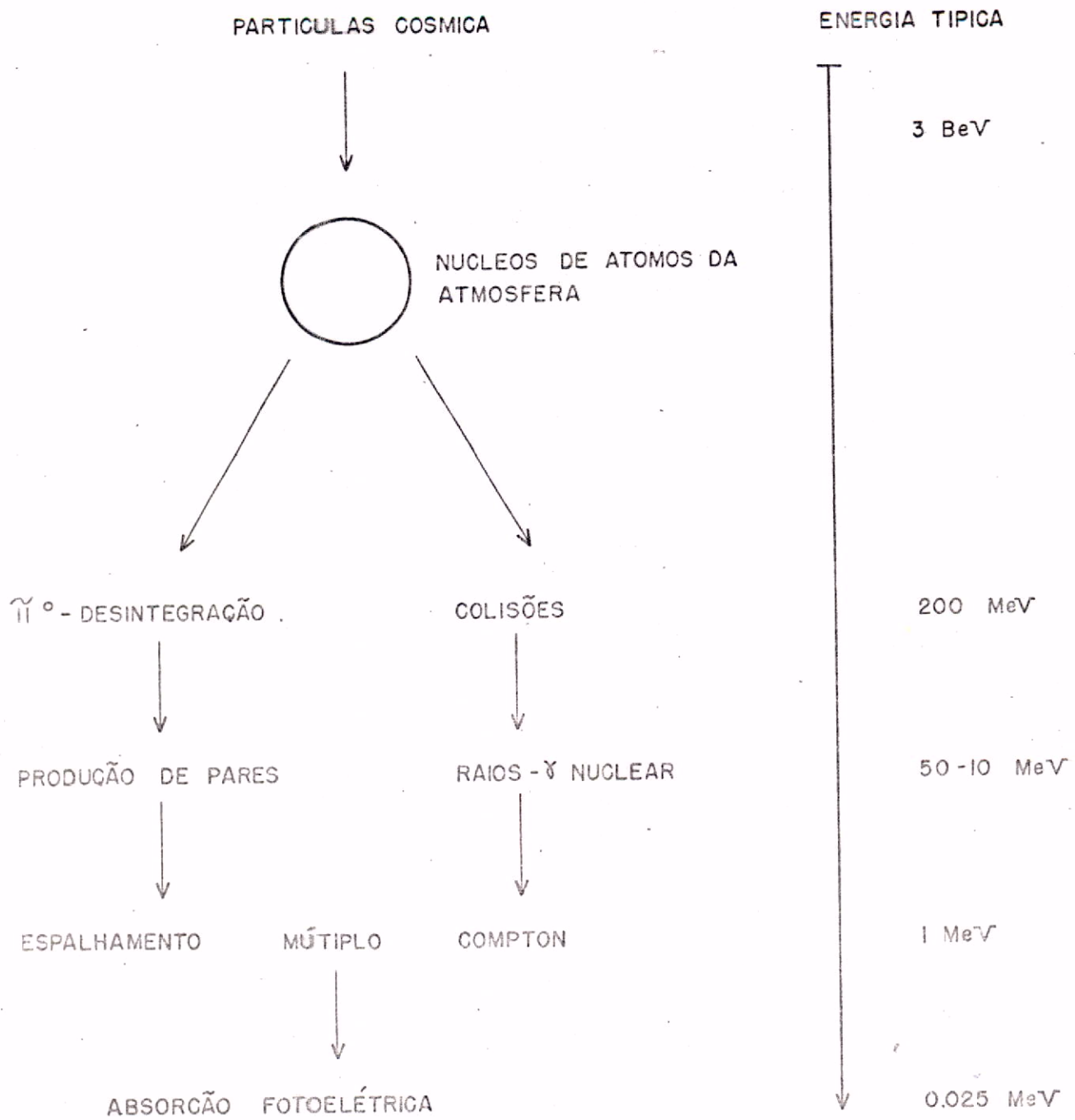


Fig. 5

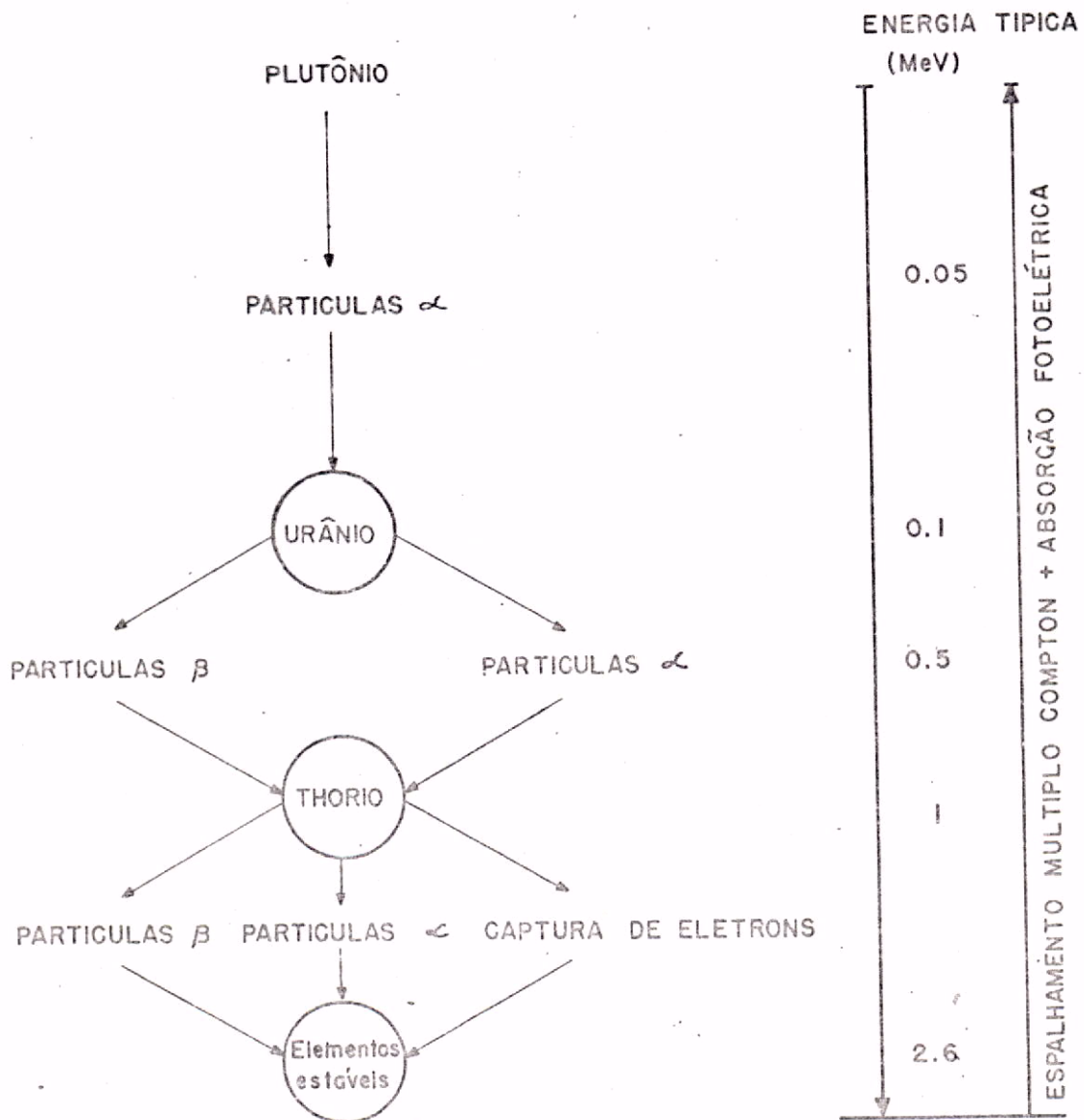


Fig. 6

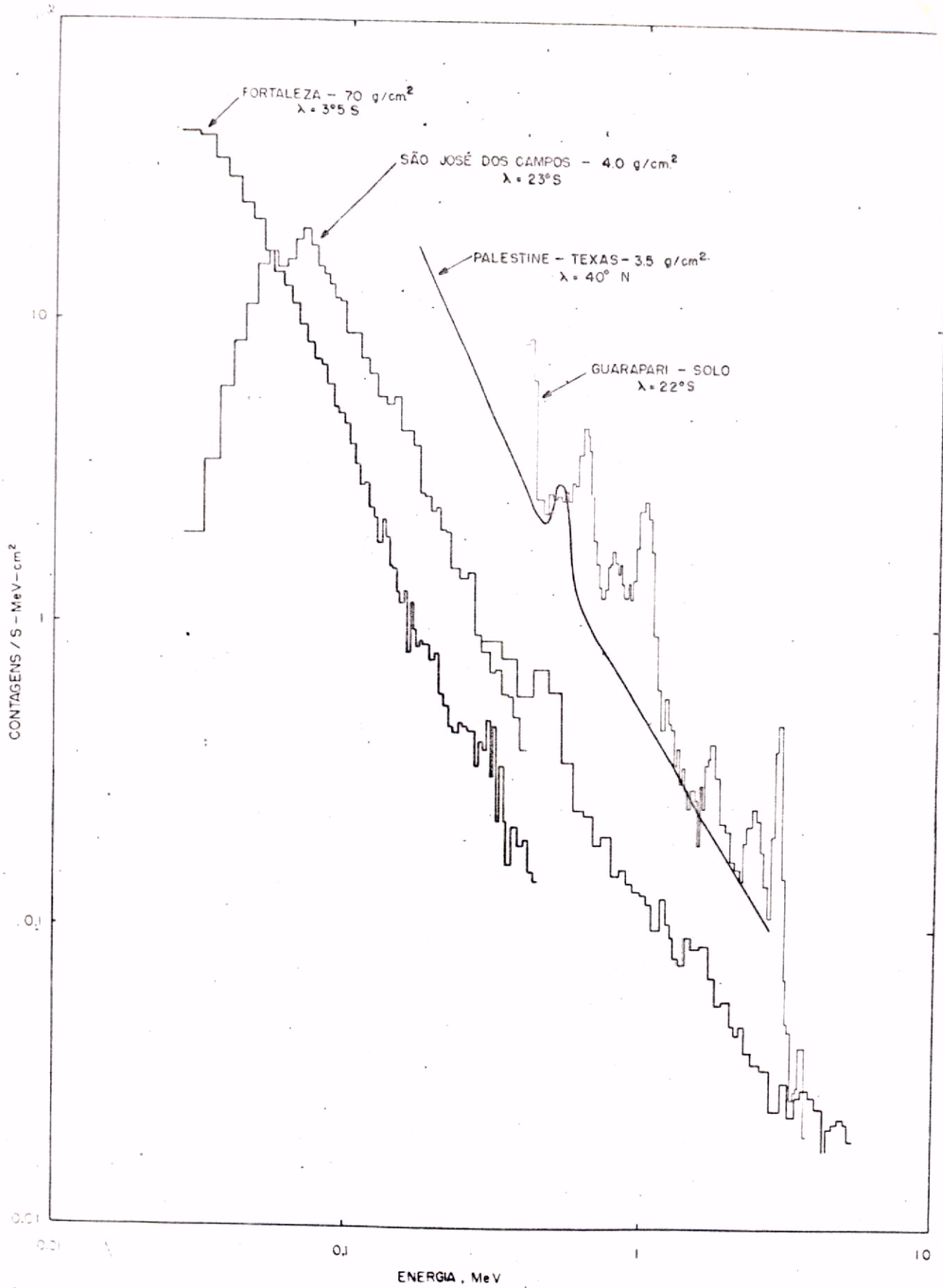


Fig. 7

RAIOS-GAMA DE BAIXA ENERGIA EMITIDOS POR Sco X-1

A. BUI-VAN, I.M. MARTIN

Instituto de Pesquisas Espaciais-I.N.P.E.

São José dos Campos-São Paulo-Brasil

Resumo

A fonte Sco X-1 foi observada durante um vôo de balão estratosférico, efetuado em 20 de dezembro de 1974 em São José dos Campos, S.P., Brasil. Um excesso de 3 sigma na taxa de contagem dos fótons no intervalo de energia de 0.2 a 5.0 Mev, foi verificado durante a passagem da fonte no zenite, em relação à taxa de contagem normal. O espectro em energia da fonte é melhor representado por uma lei em potência. Embora seja difícil separar a componente da radiação universal difusa, a existência da componente espectral de alta energia da fonte Sco X-1 pode indicar a presença de matéria mais quente que a previamente verificada por observações de raios-X.

SOFT GAMMA-RAY EMITTED FROM Sco X-1

A. BUI-VAN, I.M. MARTIN

Abstract

Sco X-1 was observed on a balloon flight launched from Sao José dos campos-S.P., Brazil, on 1974 December 20. A 3 sigma excess of the raw count rate, covering the energy range 0.2 to 5.0 Mev, was found during the transit of the source. A power-law spectrum provided an adequate fit to the data. Although it was difficult to separate the contribution of the universal diffuse component, the existence of hard-component in the spectrum of Sco X-1 could indicate the presence of matter hotter than previously deduced from soft X-ray observations.

1-Introdução

Um dos resultados importante em Astronomia de raios-X é a observação em alta energia do fluxo emitido por Sco X-1.

Através de várias medidas obtidas por grupos diferentes (Giacconi et al.¹, Hayakawa et al.², Fisher et al.³, Griffiths e Cooke⁴, Lewin et al.⁵, Oda e Matsuoka⁶), dentro de intervalos de energias inferiores a 20 KeV, observa-se uma variação do fluxo, consistente com a emissão "Bremsstrahlung" de um plasma opticamente fino. A evidência experimental mostra a existência de uma segunda componente em alta energia, compatível com uma lei em potencia (Haymes et al.⁷).

2-Condições experimentais de observação

Os dados aqui descritos foram obtidos através de um voo de balão, lançado em São José dos Campos, S.P., Brasil, em 20 de dezembro de 1974. O telescópio é constituído de um cristal de NaI(Tl) com 10 cm de espessura, possuindo uma área efetiva de 60 cm², abertura angular de 40° (FWHM) e montado no eixo de uma plataforma fixa na horizontal. Uma maior descrição do detetor foi publicada (Bui-Van et al.⁸). A plataforma de voo alcançou o teto correspondente a 4 g/cm², durante o qual, o ruído do fundo foi observado em quatro períodos de uma hora cada. O tempo de passagem da fonte no zenite ocorreu às 10h25min, tempo local (a deriva da longitude não foi levada em conta). Sco X-1 foi observada num período de uma hora em torno dessa passagem.

A contagem de ftons e parâmetros físicos, condicionados pela experiência, foram transmitidos para terra através de um sistema de telemetria do tipo FM/FM e, gravados numa fita magnética para análises posteriores.

3-Resultados

A variação da contagem de ftons, analizados em 128 canais, cobriu a faixa de energia de 0.2 a 5.0 Mev e foi observada no tempo como mostra a Figura 1. A media ponderada de contagem em 4 períodos mostra que os resultados são consistentes com a contagem do ruído de fundo constante.

No tempo de trânsito da Sco X-1 a contagem aumentou em mais de 3 sigma, a qual foi medida nos tres intervalos de energia:

(0.6-1.0 Mev); (1.0-2.0 Mev); (2.0-3.0 Mev).

Para determinar o espectro da fonte é necessária uma análise da forma do espectro do ruído de fundo. A Figura 2 mostra o espectro em energia do ruído de fundo neste vôo, que corresponde aos períodos, anterior e posterior, à passagem da fonte.

A diferença entre os dois espectros nos dá o fluxo detectado da Sco X-1 em função da energia (Figura 3). Este fluxo é corrigido devido ao efeito da absorção dos ftons por uma camada da atmosfera equivalente a 4 g/cm², mas não é corrigida pela eficiência do detetor, por ser muito difícil determiná-la por simples calculos. Portanto, essa correção poderá ser aproximada pelo método de Monte Carlo.

Nesta mesma Figura são mostrados os resultados das observações de Haymes (Haymes et al⁷), que determinou o espectro de Sco X-1 (40 a 930 KeV), dado pela lei :

$$F(E) = 0.4 * E^{-(1.8 \pm 1.3)} \quad \text{fotons-cm}^{-2}\text{-seg}^{-1}\text{-KeV}^{-1}$$

ou

$$F(E) = 0.02 * E^{-1} * \exp(-E/190)$$

"

onde E representa a energia do foton expresso em KeV.

Os resultados das nossas observações estão de acordo com a extrapolação dessas leis para altas energias.

4-Discussão

A Figura 4 mostra os mesmos dados de Sco X-1 em comparação com os resultados observados pela Apollo 15 para a componente difusa. Dentro do intervalo de energia analisado, o fluxo detectado está uma ordem de grandeza abaixo do fluxo desta componente. Isto significa que sua contribuição é desprezível.

Através do efeito "Bremsstrahlung" isotérmico de um plasma opticamente fino, pode ser produzido o espectro observado da Sco X-1 na faixa de energia abaixo de 20 KeV. O mesmo efeito, pode explicar a presente observação segundo uma lei em potência na qual a temperatura do plasma necessaria é de $T_0 \approx 10^9 \text{°K}$. Isto significa que o objeto é mais quente que o previsto em observações de raios-X de baixa energia ($T \approx 10^7 \text{°K}$).

Para chegar a tal temperatura, é preciso que uma parte da energia gravitacional liberada quando a materia é acrescida à superfície da fonte, seja transformada em energia térmica.

Tal processo pode ocorrer quando uma anã branca é acrescida de materia (por exemplo de sua companheira binaria, Pacheco e sua massa excede o limite de Chandrashekhar, produzindo então o colapso. Este colapso desprende cerca de 10^{53} ergs de energia gravitacional, da qual a maior parte é levada por neutrinos. A fração de luminosidade do neutrino é portanto depositada na estrela de neutrons. Isto pode esquentar a crosta a ponto de

atingir a temperatura de $T_0 \approx 10^9 \text{ K}$ (Ramaty e Cohen¹⁰). No caso, onde a energia gravitacional (10^{53} ergs) é totalmente transformada em energia térmica, o número total de partículas que participaram da emissão de raios-gama de baixa energia é de $N \approx 10^{60}$, pois, $KT_0 \approx 10^{-7}$ erg. Se assumirmos que a eficiência de produção destes fotons gama é da ordem 10^{-8} a 10^{-3} (Ramaty e Cohen¹⁰), isto significa que $N \approx 10^{52} - 10^{57}$ partículas.

Em conclusão, a existência da componente de alta energia da Sco X-1 poderá nos dar a evidência de um processo isotérmico de um plasma super aquecido. Tal temperatura podemos observar somente num sistema em colapso, como por exemplo, o modelo sugerido por Ramaty e Cohen¹⁰ para explicar emissão de "gama-burst".

A confirmação de nossa observação é de grande importância no estudo deste fenômeno.

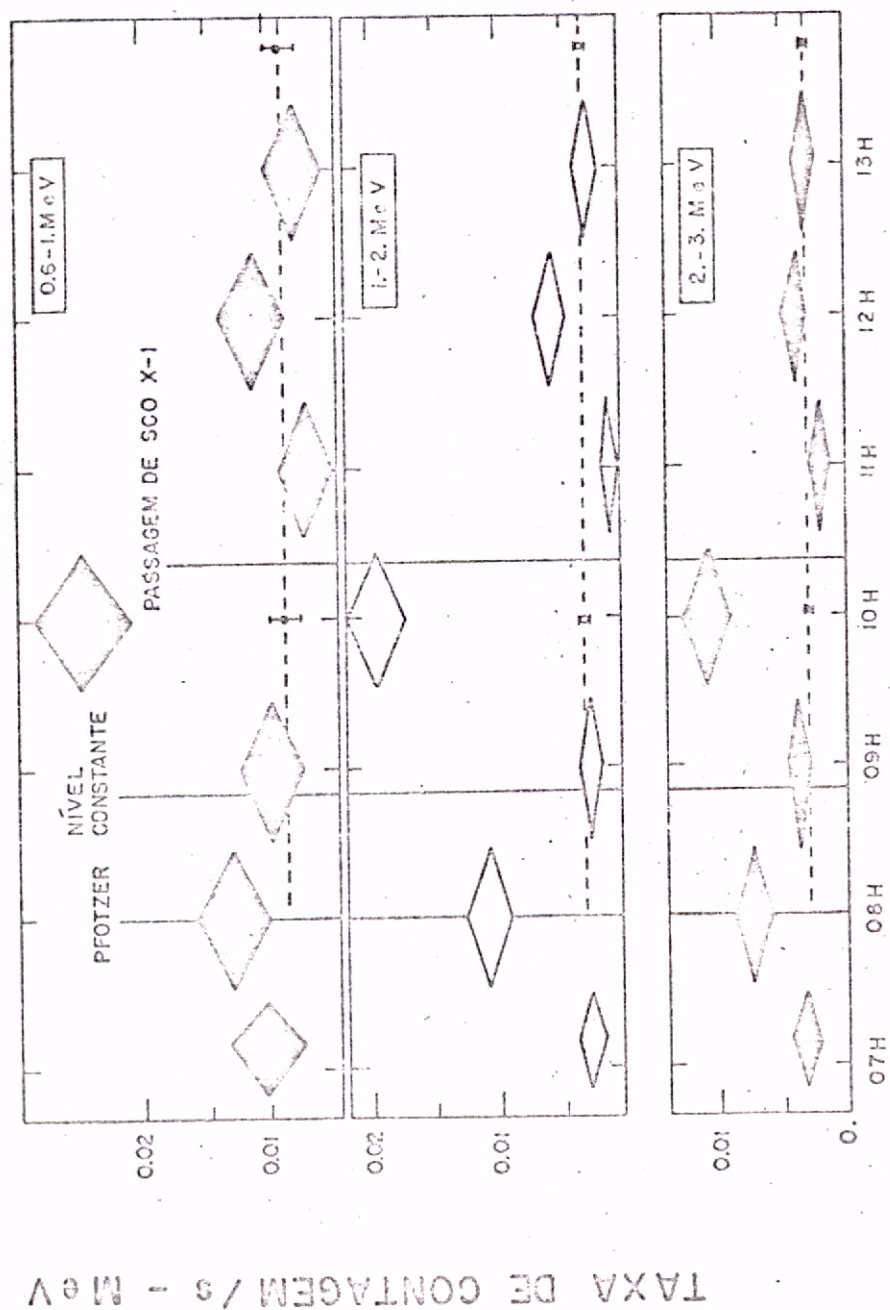
Agradecemos ao Dr. F. de Mendonça, Diretor do I.N.P.E., por nos ter apoiado neste tipo de pesquisa, e à equipe do projeto Tela que participou na realização da experiência. Este trabalho foi possível graças a colaboração da Secretaria de Cooperação Técnica Internacional SUBIN-convênio A-1975-1976.

Referências

- 1.- R. Giacconi, H. Gursky, J.R. Waters, Nature, 207, 572 (1965).
- 2.- S. Hayakawa, M. Matsuoka, K. Yamashita, R. Iono. Sp. Res. Japan, 20, 480 (1966).
- 3.- P.C. Fisher, W.C. Jordan, A.J. Meyerott, L.W. Acton, D.T. Roething, Ap. J., 143, 203 (1966).
- 4.- R.E. Griffiths, B.A. Cooke, Nature Phys. Sc., 236, 104 (1972).
- 5.- W.H.G. Lewin, G.W. Clark, W.B. Smith, Ap. J., 152, 155 (1968).
- 6.- M. Oda, M. Matsuoka, Prog. Elem. Part. and Cosmic Ray Phys., 10, 305 (1971).
- 7.- R.C. Haymes, F.R. Hardner, W.N. Johnson, H.M. Prichard, Ap. J., 172, 147 (1972).
- 8.- A. Bui Van, I.M. Martin, K.R. Rao, F.G. Blanco, Rev. Bras. Fis., (a ser publicado).
- 9.- J.A.F. Pacheco, comunicação particular (1974).
- 10.- R. Ramaty, J.M. Cohen, Los Alamos Confer. on Transient Cosmic Gamma and X-ray sources (1973).

Legendas das figuras

- Fig.-1 -Variação da contagem de fotons detetados em função do tempo para tres intervalos de energia.
- Fig.-2 -Espectro em energia observado durante:
- periodo de passagem da fonte,
 - periodos anterior e posterior à passagem da fonte.
- Fig.-3 -Espectro da fonte Sco X-1 observado dentro do intervalo de energia 0.01 à 10.0 Mev:
- 0.04 à 0.93 Mev por Haymes (Haymes et al.⁷)
 - 0.2 à 5.0 Mev durante este vôo.
- Fig.-4 -Comparação à $4. \text{ g/cm}^2$ do fluxo observado durante o vôo com o fluxo medido pelo Apollo 15.



TEMPO LOCAL

FIG 1

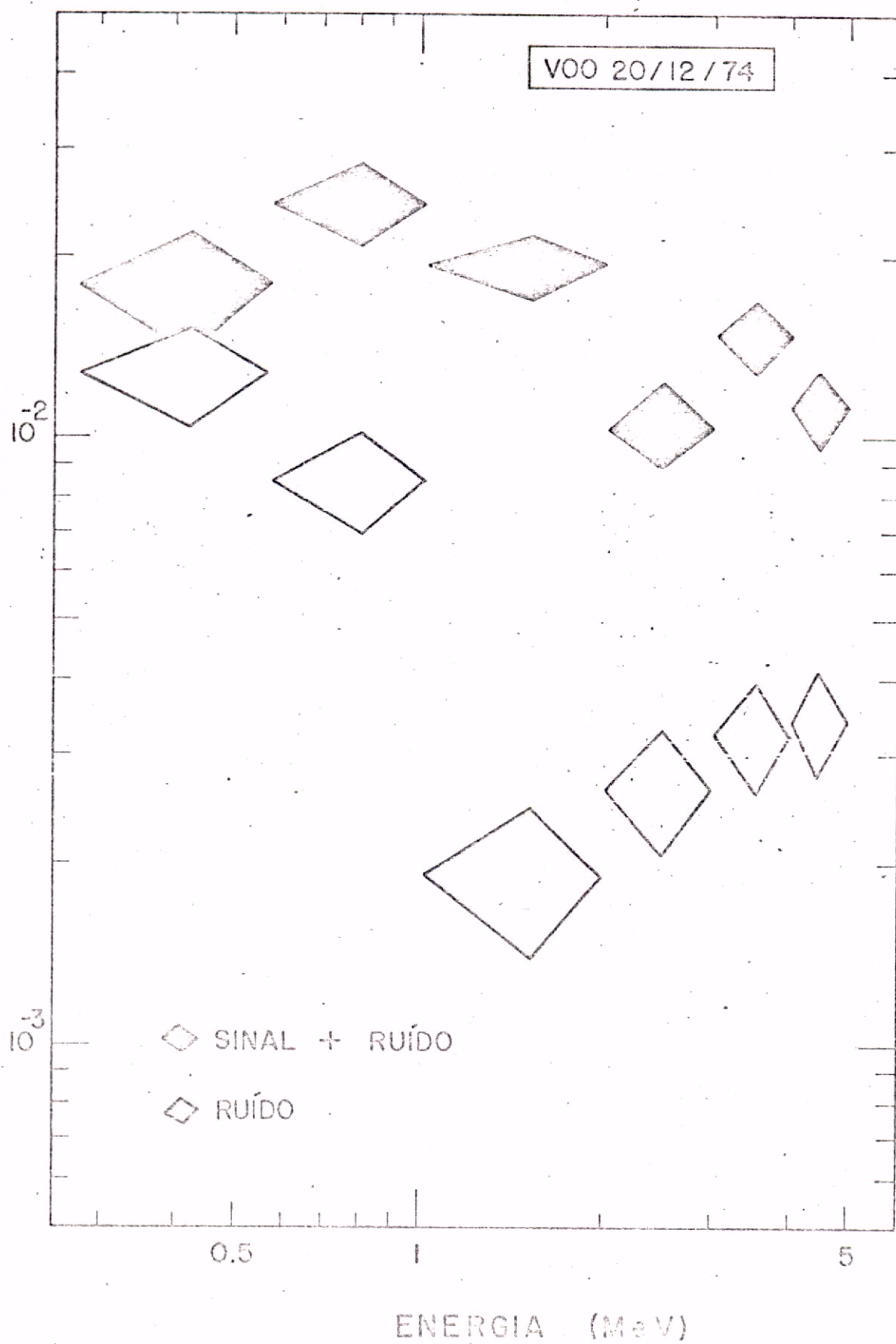


FIG 2

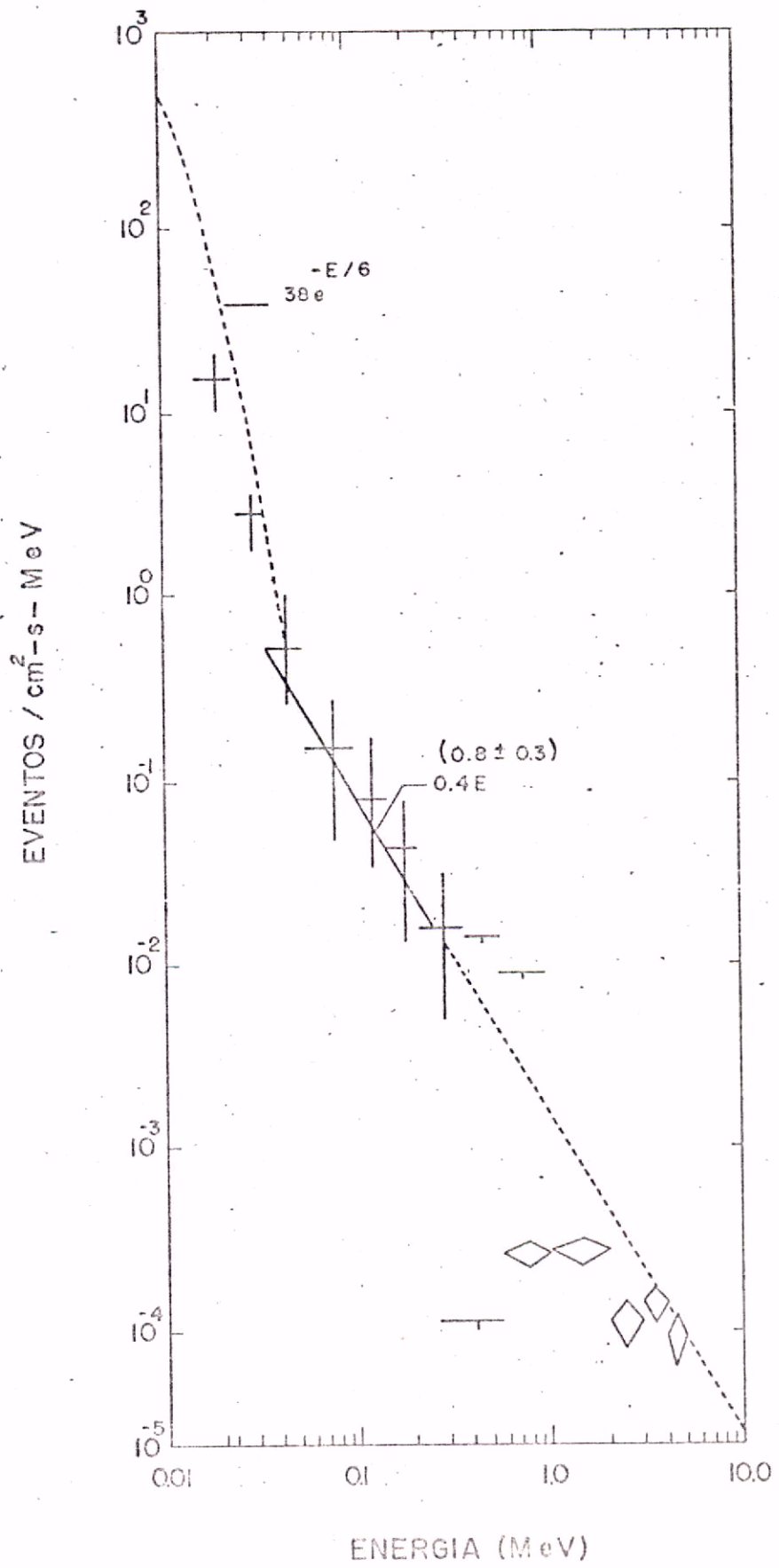


FIG 3

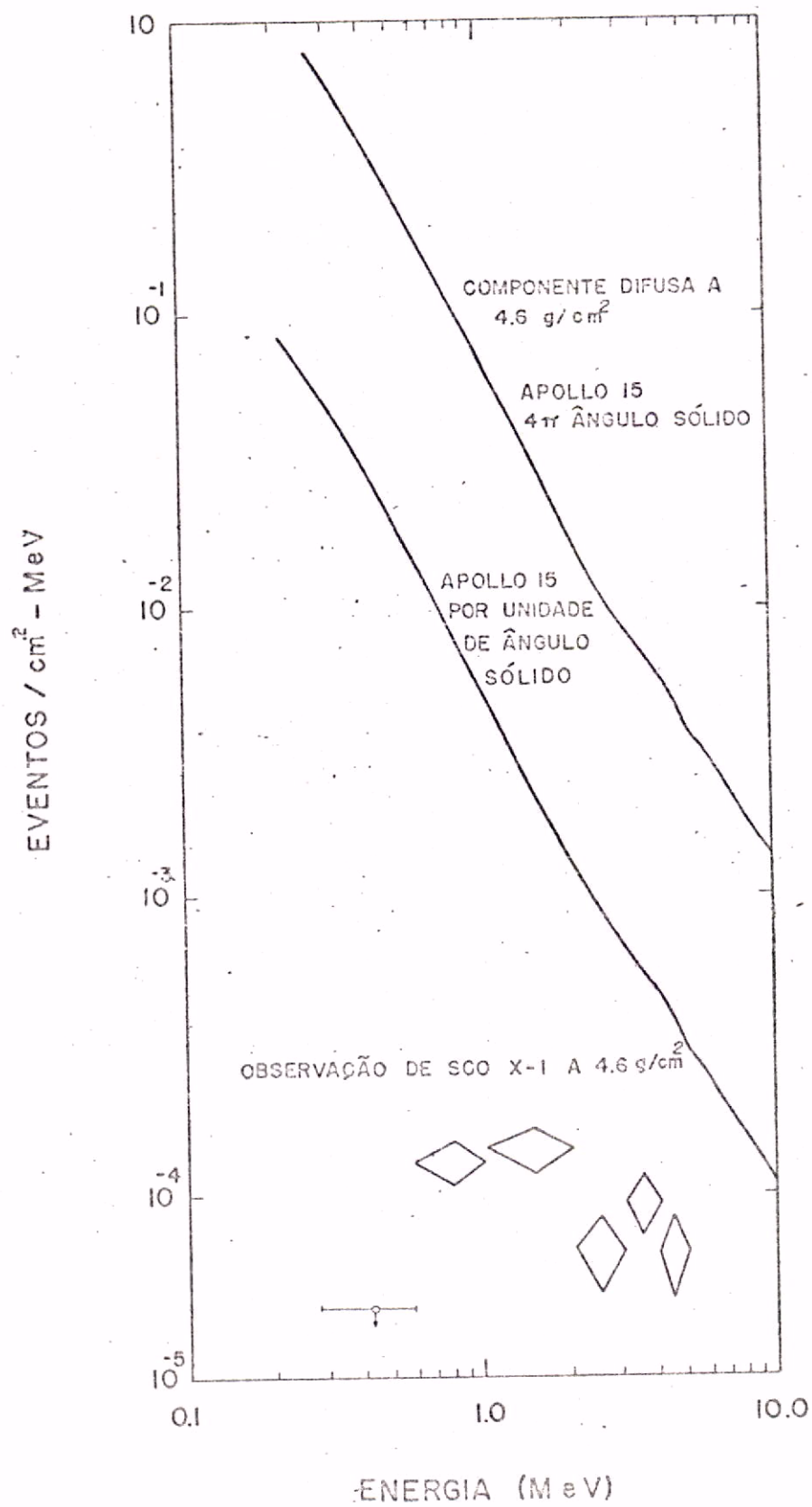


FIG 4