

1. Classificação <i>INPE-COM.8/RA</i>		2. Período <i>Julho 1978 a Junho 1979</i>	4. Distribuição  interna <input type="checkbox"/>  externa <input checked="" type="checkbox"/>
3. Palavras Chaves (selecionadas pelo autor)			
5. Relatório nº <i>INPE-1629-RA/072</i>	6. Data <i>Novembro, 1979</i>		7. Revisado por <i>Frederico Miranda</i>
8. Título e Sub-Título <i>RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO (ANUAL) CONVÊNIO 537/CT-FINEP/CNPq CIÊNCIA ESPACIAL</i>			9. Autorizado por <i>Parada</i> <i>Nelson de Jesus Parada Diretor</i>
10. Setor <i>DCE</i>	Código		11. Nº de cópias <i>09</i>
12. Autoria <i>Ivan Jelinek Kantor Inacio Malmonge Martin Nalin Babulal Trivedi Mangalathayil Ali Abdu Barclay Robert Clemesha Gerson Otto Ludwig</i>			14. Nº de páginas <i>67</i>
13. Assinatura Responsável <i>[Assinatura]</i>			15. Preço
16. Sumário/Notas  <i>O presente relatório contém informações detalhadas acerca do andamento do Projeto Ciência Espacial, que estuda as propriedades e o conteúdo do espaço situado acima da superfície da Terra, principalmente, as fontes de radiação externas, o meio interplanetário, magnetosfera, campo magnético terrestre, precipitação de partículas carregadas dos cinturões de Van Allen, ionosfera, mesosfera, luminescência noturna e física dos plasmas. Para facilidade de compreensão, o presente relatório está dividido em cinco subprojetos: Astrofísica, Geomagnetismo, Ionosfera, Física da Alta Atmosfera e Física dos Plasmas. Este conjunto cobre as atividades do Projeto Ciência Espacial. O andamento da execução destas atividades, apresentadas a seguir, cobrem o período de julho 1978 a junho 1979.</i>			
17. Observações			

## INDICE

### CAPÍTULO I

SUBPROJETO ASTROFÍSICA .....	1
1.1 - Andamento da execução .....	1
1.1.1 - Atividade OLINDA .....	1
1.1.2 - Atividade GELI .....	2
1.1.3 - Atividade SOURCE .....	2
1.1.4 - Atividade FUVÉ - Fotometria de ultravioleta de estrelas ..	15
1.1.5 - Atividade RANUC .....	17
1.1.6 - Atividade PAMB .....	18
1.1.7 - Atividade OPALE .....	18

### CAPÍTULO II

SUBPROJETO GEOMAGNETISMO .....	21
2.1 - Andamento da execução .....	21
2.1.1 - Atividade MATE .....	21
2.1.2 - Atividade SOMAT .....	22
2.1.3 - Atividade XGAP .....	27

### CAPÍTULO III

SUBPROJETO IONOSFERA .....	33
3.1 - Andamento da execução .....	33
3.1.1 - Operação dos instrumentos ionosféricos .....	33
3.1.2 - Redução de dados .....	34
3.1.3 - Análise de altura real dos ionogramas .....	34
3.2 - Problemas científicos específicos investigados durante o período .....	34
3.2.1 - Efeitos ionosféricos da precipitação de partículas na anomalia geomagnética brasileira .....	34

3.2.2 - Modelo da química de íons para a baixa ionosfera .....	35
3.2.3 - Estudo da ionosfera equatorial: campos elétricos, ventos termosféricos, correntes do eletrojato e irregularidade de plasmas .....	35

#### CAPÍTULO IV

SUBPROJETO FÍSICA DA ALTA ATMOSFERA .....	37
4.1 - Desenvolvimento experimental .....	38
4.1.1 - Atividade LIDA .....	38
4.1.1.1 - Laser de corante .....	38
4.1.1.2 - Receptor .....	38
4.1.1.3 - Rastreamento .....	39
4.1.2 - Atividade LUME .....	39
4.1.3 - Atividade PERO .....	39
4.1.4 - Atividade DADO .....	39
4.2 - Programa observacional .....	40
4.2.1 - Atividade LIDA .....	40
4.2.2 - Atividade LUME .....	40
4.3 - Resultados .....	40
4.3.1 - A distribuição vertical de átomos de sódio e as emissões da mesosfera e baixa termosfera .....	41
4.3.2 - A determinação da concentração de ozônio na mesosfera ....	42
4.3.3 - Determinação da altura de emissão máxima da linha OI 6300Å	42
4.3.4 - A desativação de hidroxila na alta atmosfera .....	43

#### CAPÍTULO V

SUBPROJETO DE FÍSICA DOS PLASMAS .....	45
5.1 - Experimento PDUP .....	45
5.2 - Experimento PMAG .....	48
5.3 - Experimento PRAD .....	49
5.4 - Atividade PTEO .....	49

CAPÍTULO VI

PUBLICAÇÕES .....	51
CRONOGRAMA MESTRE DE ATIVIDADES .....	57

## LISTA DE FIGURAS

Figura I.1 - Espectros de fótons de raios gama na atmosfera 39 km e 17 km .....	3
Figura I.2 - Gôndola estabilizada para balão da experiência César (GeLi) .....	4
Figura I.3 - Contagem de fótons de raios gama em função da altura (GeLi) .....	5
Figura I.4 - Espectro de fótons medidos na atmosfera a 42 km de altitude (GeLi) .....	6
Figura I.5 - Espectro de fótons de raios gama medidos na atmosfera a 40 km de altitude .....	7
Figura I.6 - Espectro de fótons de raios gama medidas na atmosfera a 42 km, sem a presença do Centro Galático .....	8
Figura I.7 - Esquema do Telescópio "Source" para medir raios gama .....	10
Figura I.8 - Gôndola metálica do Telescópio "Source" .....	11
Figura I.9 - Medidas do fluxo de fótons em função do tempo, obtidos com o Telescópio "Source" .....	12
Figura I.10 - Esquema sinótico do telescópio de Ultra-violeta "Fuve" .....	16
Figura II.1 - Campo telúrico, em Eusébio, registrado em 23 de março de 1979. $E_x$ -componente na direção N-S magnética; $E_y$ -componente na direção E-W .....	24

Figura II.2 - Campo geomagnético, em Eusébio, registrado em 23 de março de 1979. $H_x$ , $H_y$ e $H_z$ são as componentes nas direções N-S, E-W e vertical do campo geomagnético .....	25
Figura II.3 - Resistividade aparente versus período .....	26
Figura II.4 - Espectro de raios- $\gamma$ medido na altura de 6.0 g/cm <sup>2</sup> , em 29 de novembro de 1978 .....	29
Figura II.5 - Espectro de raios- $\gamma$ medido na altura de 600 g/cm <sup>2</sup> em 11 de dezembro de 1978 .....	30
Figura II.6 - Espectro de raios- $\gamma$ medido na altura de 4.5 g/cm <sup>2</sup> em 15 de dezembro de 1978 .....	31
Figura V.1 - Máquina de plasma duplo .....	46

LISTA DE TABELA

Tabela I.1 - Fontes a serem observadas no primeiro vôo	
Source-B no Nordeste .....	14
Tabela I.2 - Fontes a serem observadas no segundo vôo	
Source-B no Nordeste .....	14

## CAPÍTULO I

### SUBPROJETO ASTROFÍSICA

O subprojeto de Astrofísica do INPE está concentrado no estudo de fontes externas de raios X, raios gama, ultravioleta e infravermelho, além da radiação difusa existente no espaço intergaláctico e aquela existente na atmosfera terrestre, desde o solo até a altura de 47 km. O estudo dessas fontes, localizadas em estrelas binárias, é possível devido a posição privilegiada da região Sul do Brasil em relação ao centro galáctico.

Todas as fontes localizadas nas vizinhanças desse centro (região ainda pouco estudada) podem ser vistas praticamente na vertical, em latitudes como São José dos Campos, gerando, portanto, grande interesse na realização desse tipo de estudo, por parte da comunidade científica internacional.

Esses trabalhos, que necessitam, para a sua realização, de conjuntos experimentais a bordo de balões estratosféricos e satélites, complementam as pesquisas tradicionais de Astronomia feitas por equipamento situado no solo e são, portanto, apropriadas para um Instituto, como o INPE, dedicado às Atividades Espaciais.

Além dessa parte existe um grupo que estuda o meio interplanetário e a magnetosfera terrestre, mais envolvida na análise da dinâmica de partículas na região da anomalia magnética do Atlântico Sul.

#### 1.1. ANDAMENTO DA EXECUÇÃO

Entre julho de 1978 e junho de 1979 o subprojeto de Astrofísica realizou as seguintes atividades:

##### 1.1.1. ATIVIDADE OLINDA

Em 1977 foi construído no INPE um detetor de raios gama



de baixa energia (0.3 - 8.0 MeV) que, embarcado em balão estratosférico, mediria o fluxo da radiação gama desde o solo até 42 quilômetros de altitudes. Em junho de 1978 este detector foi lançado em balão da cidade de Baurū, SP. A duração do vôo foi de 7 horas e o resgate da experiência Olinda, após o vôo, se deu na Cidade de Cambuí, MG. Na Figura I.1 mostram-se as medidas obtidas a alturas equivalentes a  $5 \text{ g/cm}^2$  (~38 km), a  $72 \text{ g/cm}^2$  (~20 km) do fluxo de fótons de raios gama incidente ou produzido na atmosfera. Ainda se está trabalhando na análise dessas medidas.

### 1.1.2. ATIVIDADE GELI

No que diz respeito à atividade GELI, está se trabalhando na análise final das medidas tomadas no Brasil, em dezembro de 1976 e fevereiro 1977 com o telescópio pertencente ao "Commissariat à l'Energie Atomique (CEA)" e "Centre d'Etudes Spatiales des Rayonnements (CESR)" da França. Este telescópio de alta resolução espectral, lançado em balão duas vezes de Guaratinguetā, SP, obteve medidas de linhas da radiação nuclear produzidas na atmosfera e no espaço extraterrestre. A Figura I.2 representa o esquema do telescópio GELI e a gôndola estabilizada em azimute e elevação. Na Figura I.3 mostra-se o fluxo integrado (counts/sec) em função da altura (pressure mb), para o vôo de 14 de fevereiro de 1977. Na Figura I.4 mostra-se, para o mesmo vôo, o espectro em função da energia obtido em alturas equivalentes a 42 e 45 km, identificando as principais linhas medidas. Nas Figuras I.5 e I.6, respectivamente, mostra-se o espectro das linhas para dois intervalos de tempo diferente, no mesmo vôo. O trabalho final de análise desses vôos está sendo descrito no relatório externo INPE-1474 RPE/025 e na tese de doutoramento de José Marques da Costa, a ser apresentada no INPE em 1979. Além disso, trabalha-se juntamente com o CEA e CESR da França para construção, no INPE, de um telescópio idêntico ao já utilizado, porém com um cristal de Ge(Li) de maior volume ( $300 \text{ cm}^3$ ). Esta colaboração está prevista para fins de 1980.

### 1.1.3. ATIVIDADE SOURCE

Consiste no estudo, projeto, construção, calibração e

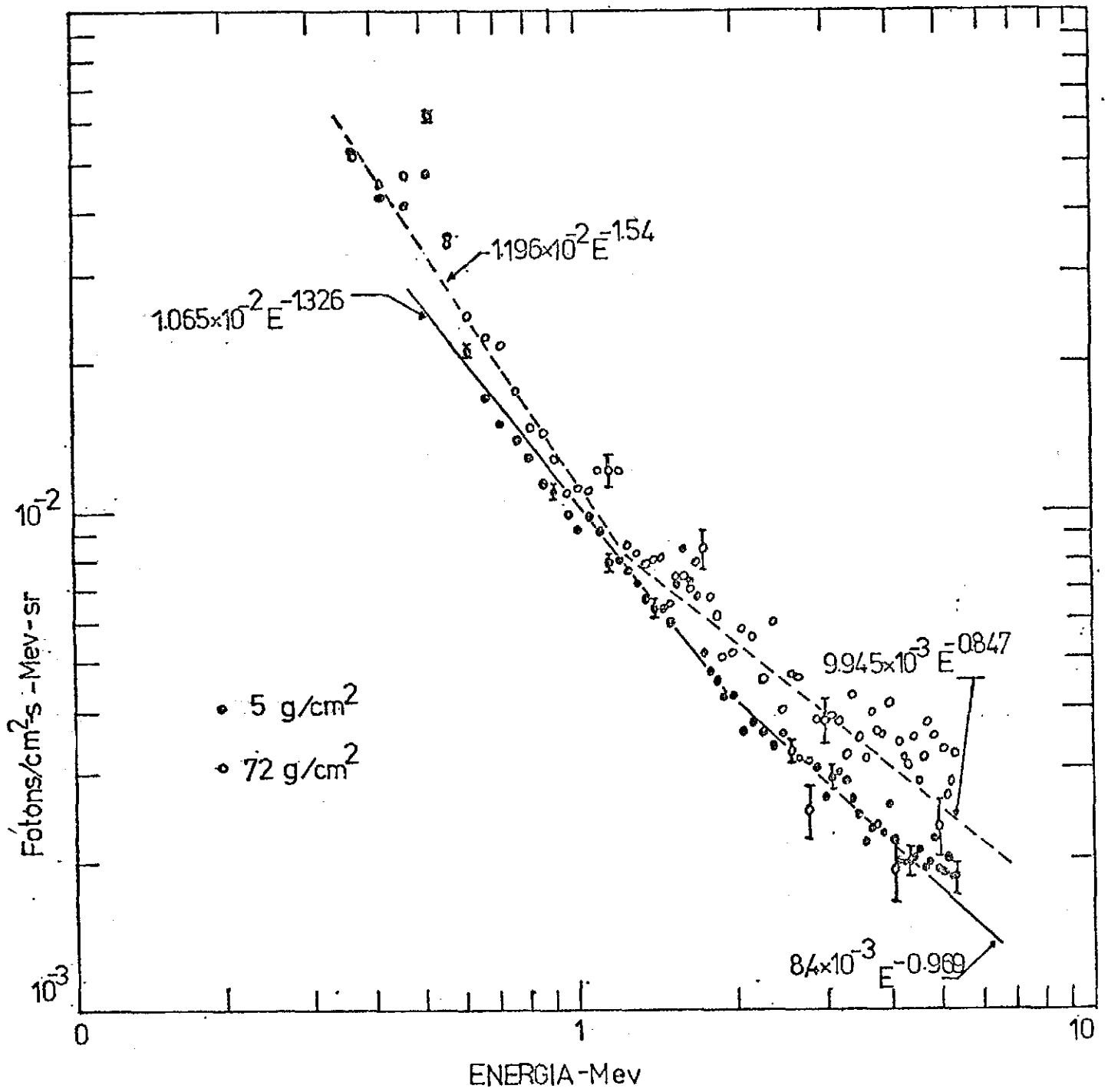


Fig. I.1 - Espectros de fótons de raios gama na atmosfera 39 km e 17 km.

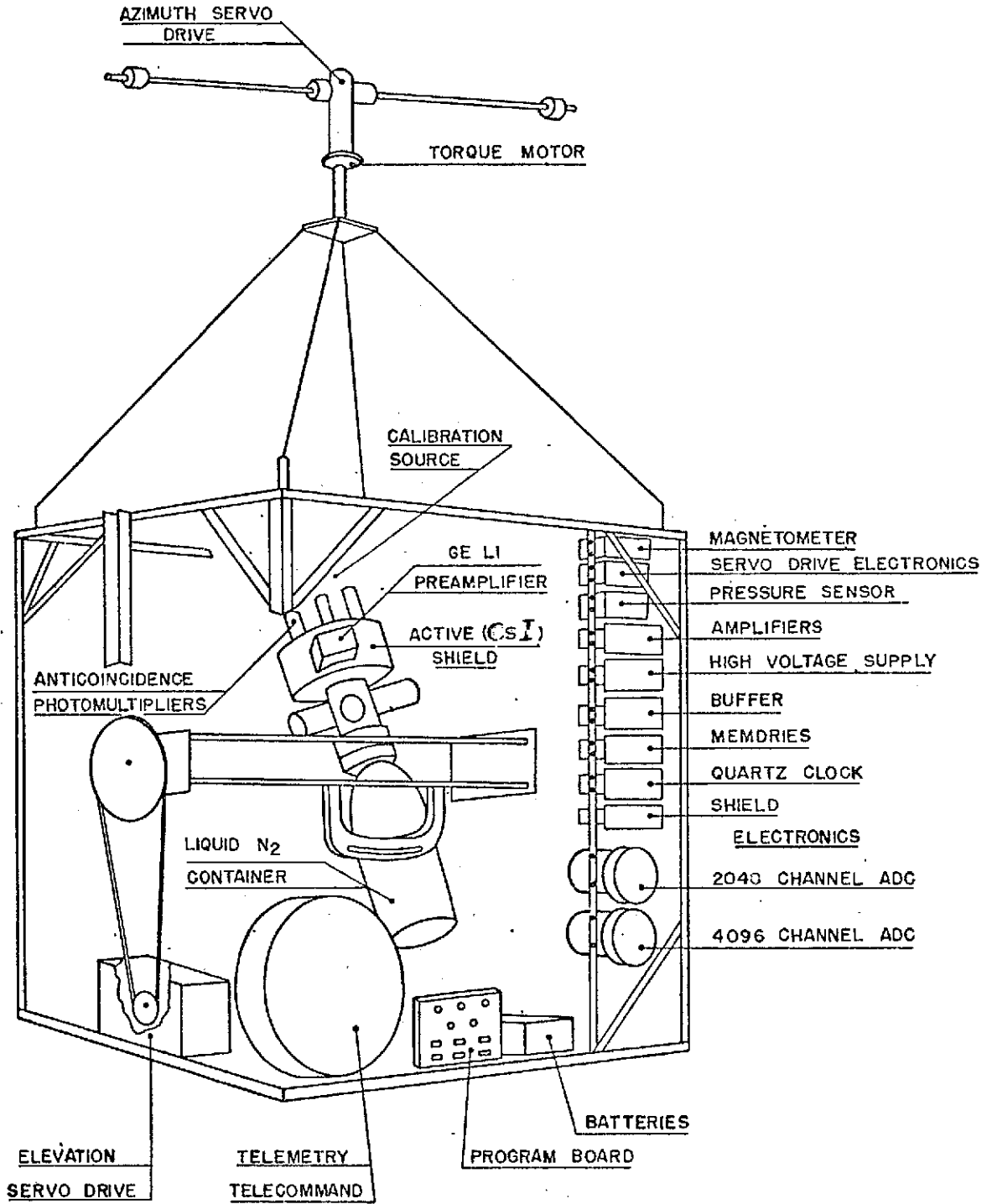


Fig. I.2 - Gôndola estabilizadã para balão da experiênciã Cesar (GeLi).

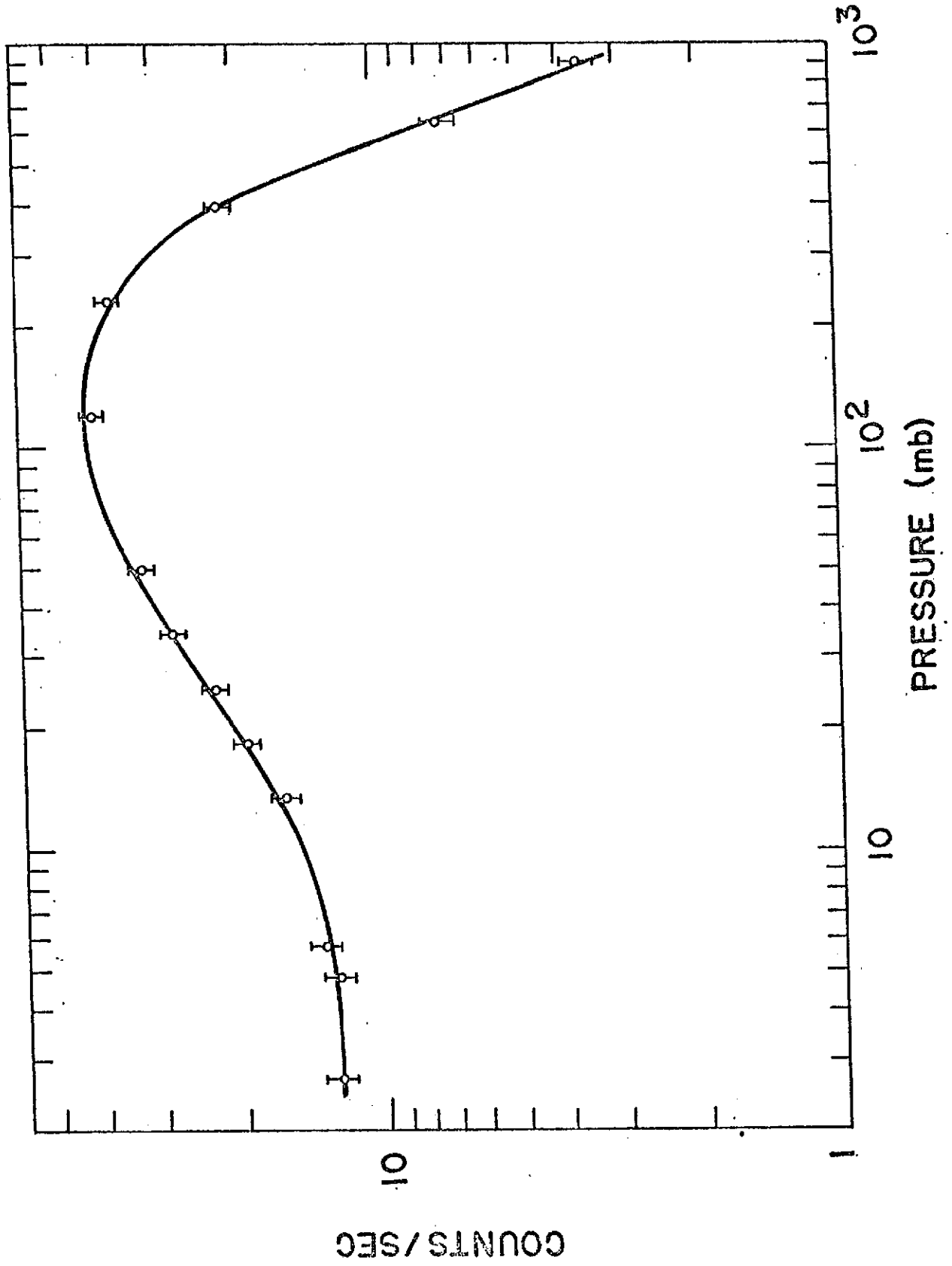


Fig. I.3 - Contagem de fótons de raios gama em função da altura (GeLi).

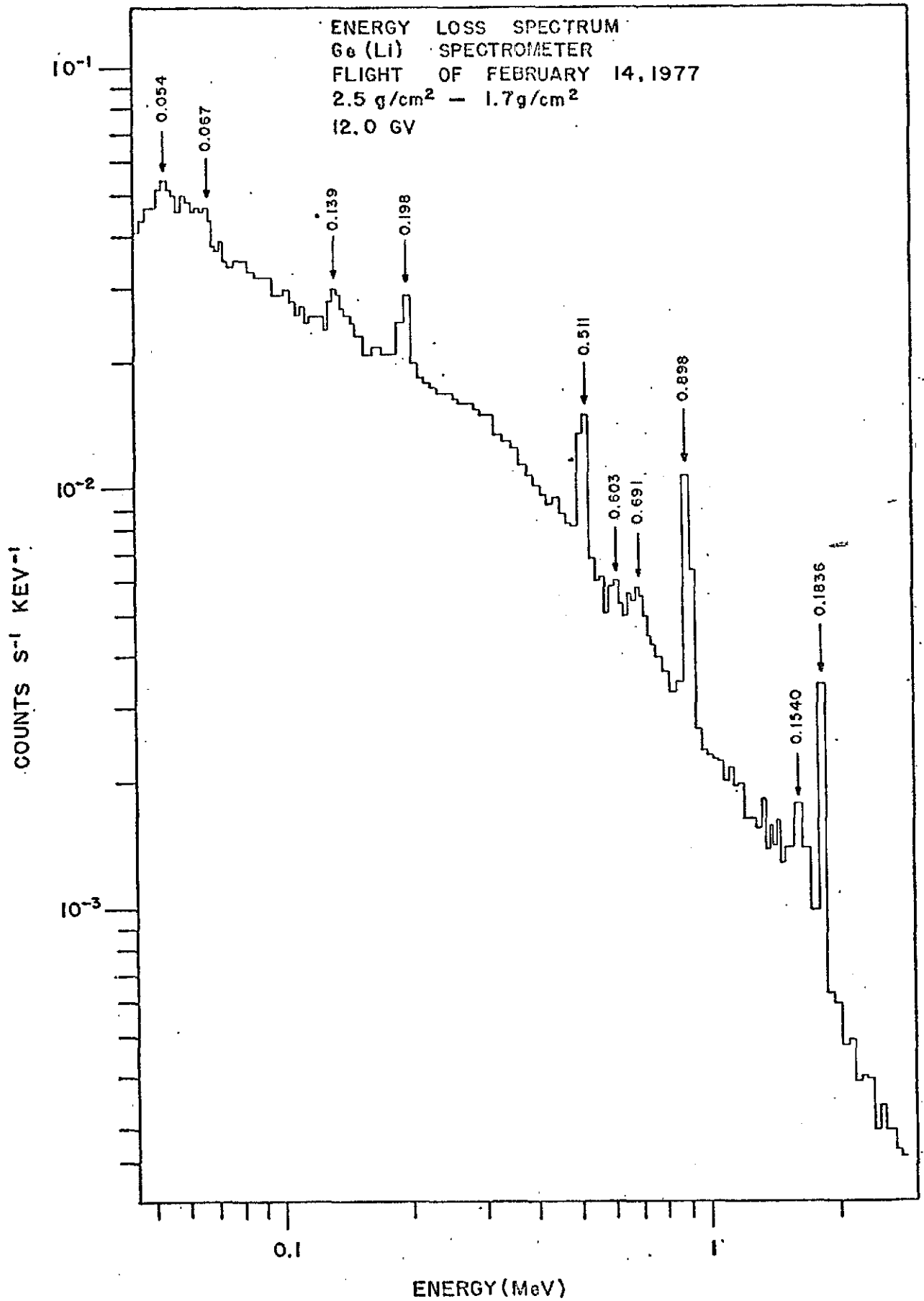


Fig. I.4 - Espectro de fôtons medidos na atmosfera a 42 km de altitude (GeLi).

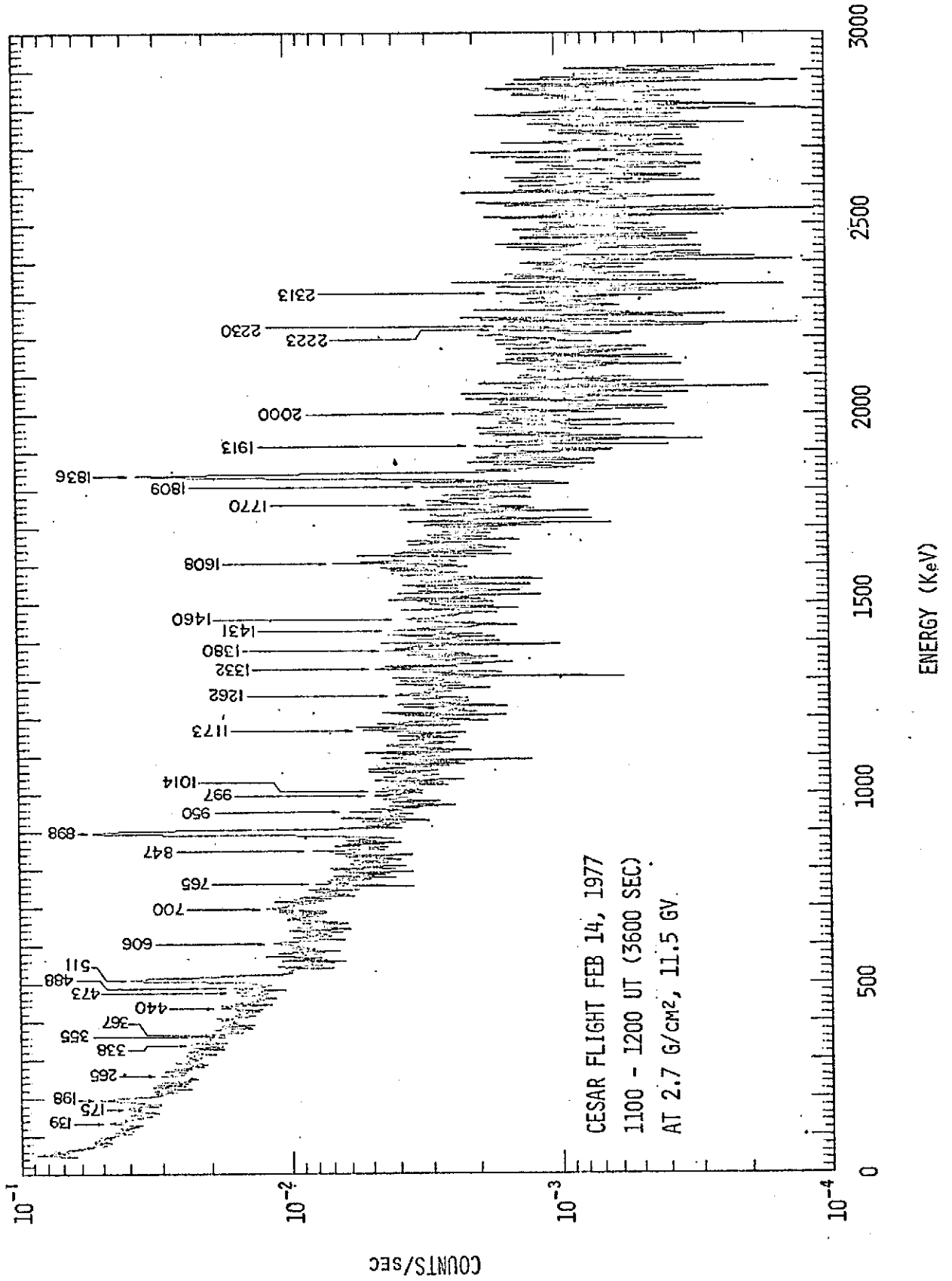


Fig. 1.5 - Espectro de fótons de raios gama medidos na atmosfera a 40 km de altitude.

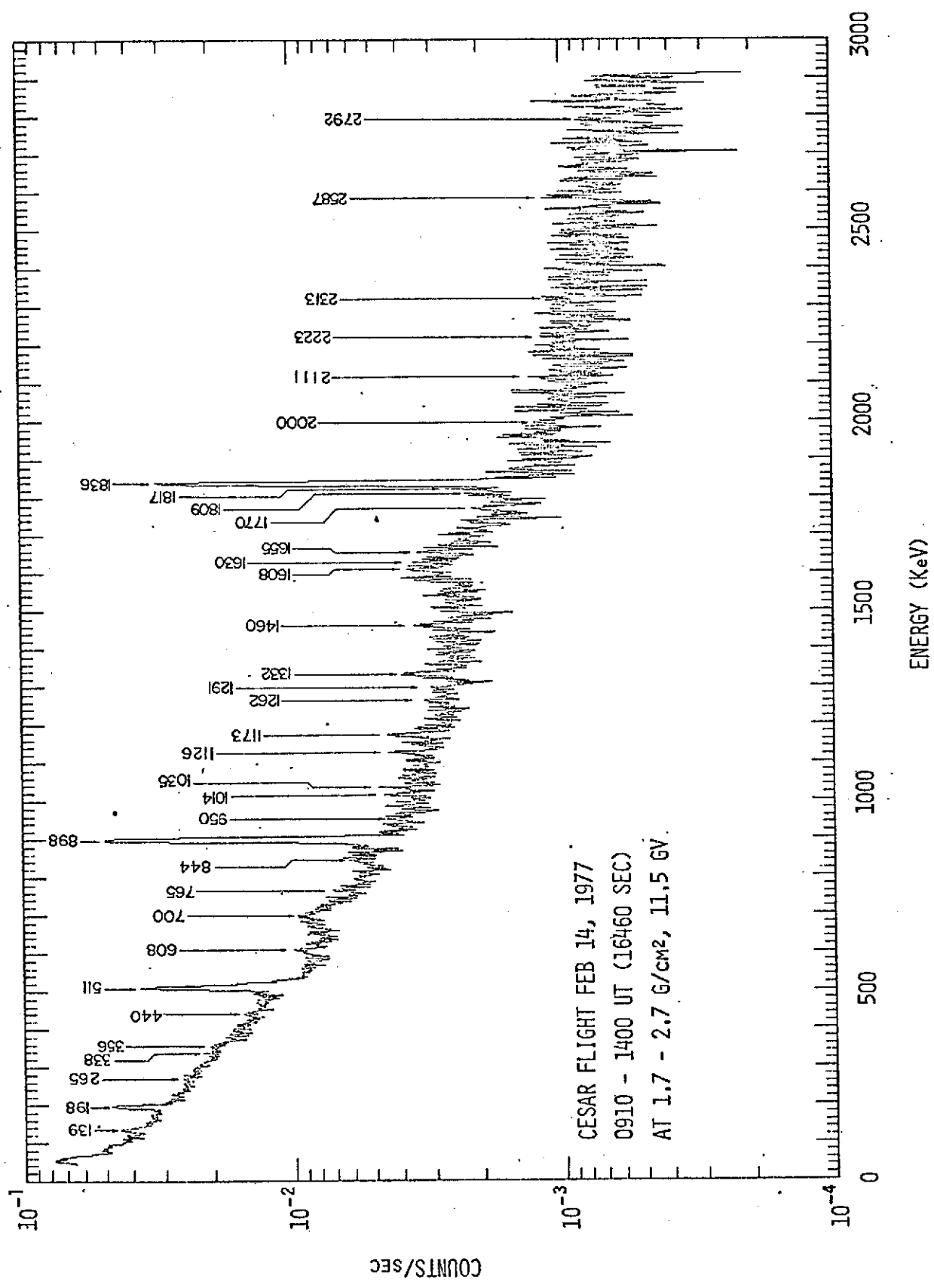


Fig. I.6 - Espectro de fôtons de raios gama medidas na atmosfera a 42 km, sem a presença do Centro Galático.

lançamento em balão estratosférico de um telescópio de alta resolução angular, para detetar fontes pontuais de raios gama.

A partir do início de fevereiro de 1979 foi projetado e construído o Telescópio Source para raios- $\gamma$  moles (0,34 MeV e 5 MeV), com o objetivo de observar e estudar fótons, nesta região, provenientes de estrelas de neutrons com grandes agregações de matéria (plasma). A Figura I.7 apresenta o esquema deste telescópio, de 2,20 cm de comprimento.

Foi necessário a construção de uma estrutura de alumínio e PVC, de maneira a proteger o telescópio na descida de pára-quadras ao solo (Figura I.8).

O telescópio funciona pelo princípio de subtração, a contagem do detetor 1 (um) menos a contagem do detetor 2 (dois). As blindagens existentes na linha que une os detetores garantirão que o sinal de diferença seja aquele dos objetos situados, aproximadamente, no seu eixo longitudinal.

Em 15 de março de 1979 o telescópio voou pela primeira vez, realizando um segundo voo em 31 de março de 1979. Neste último, os dados comprovaram a viabilidade do princípio utilizado na detecção, ao ser observada a SCO X-1 na hora prevista para sua passagem e com espectro coerente com o já obtido por Haymes em Palestine (Texas). Conseguiu-se detetar também a fonte OPHIUCUS XR-1 e a região no centro galáctico.

As Figuras I.7 e I.8 mostram o esquema do telescópio e a Figura I.9 mostra, em três intervalos de energia, a presença da fonte SCORPIUS-X-1. Alguns pontos desse telescópio estão sendo melhorados e novos vãos serão realizados em novembro e dezembro, deste ano, na Paraíba (local adequado para observação de certas estrelas) com o aproveitamento da telemetria e telecomando americano, das experiências que eles realizarão para a medição de componentes poluentes na alta atmosfera.

Com a realização destes vãos poder-se-á estudar o comportamento do telescópio SOURCE B, numa região onde o ruído de fundo at



ESQUEMA SOURCE-B

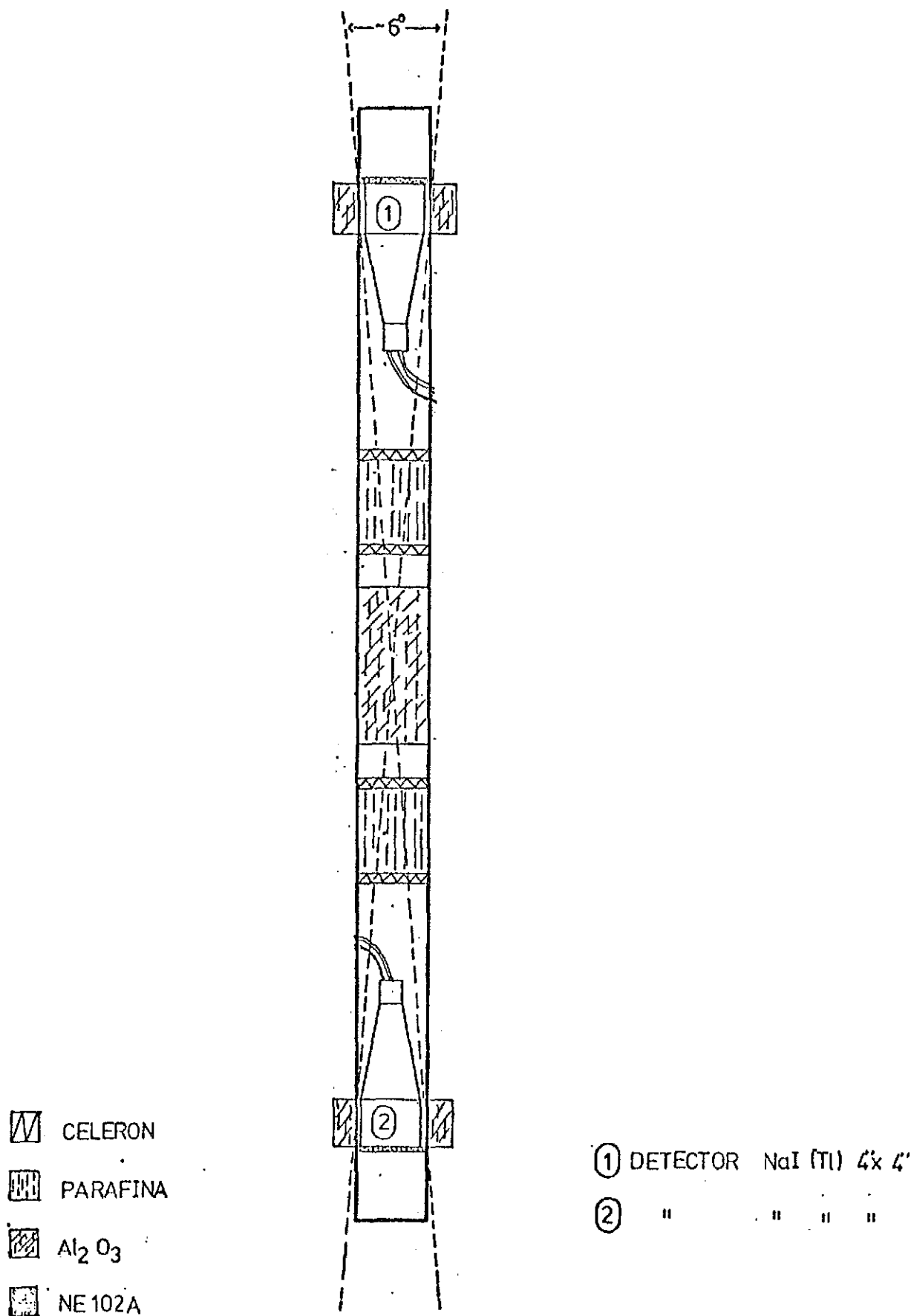


Fig. I.7 - Esquema do Telescópio "Source" para medir raios gama.

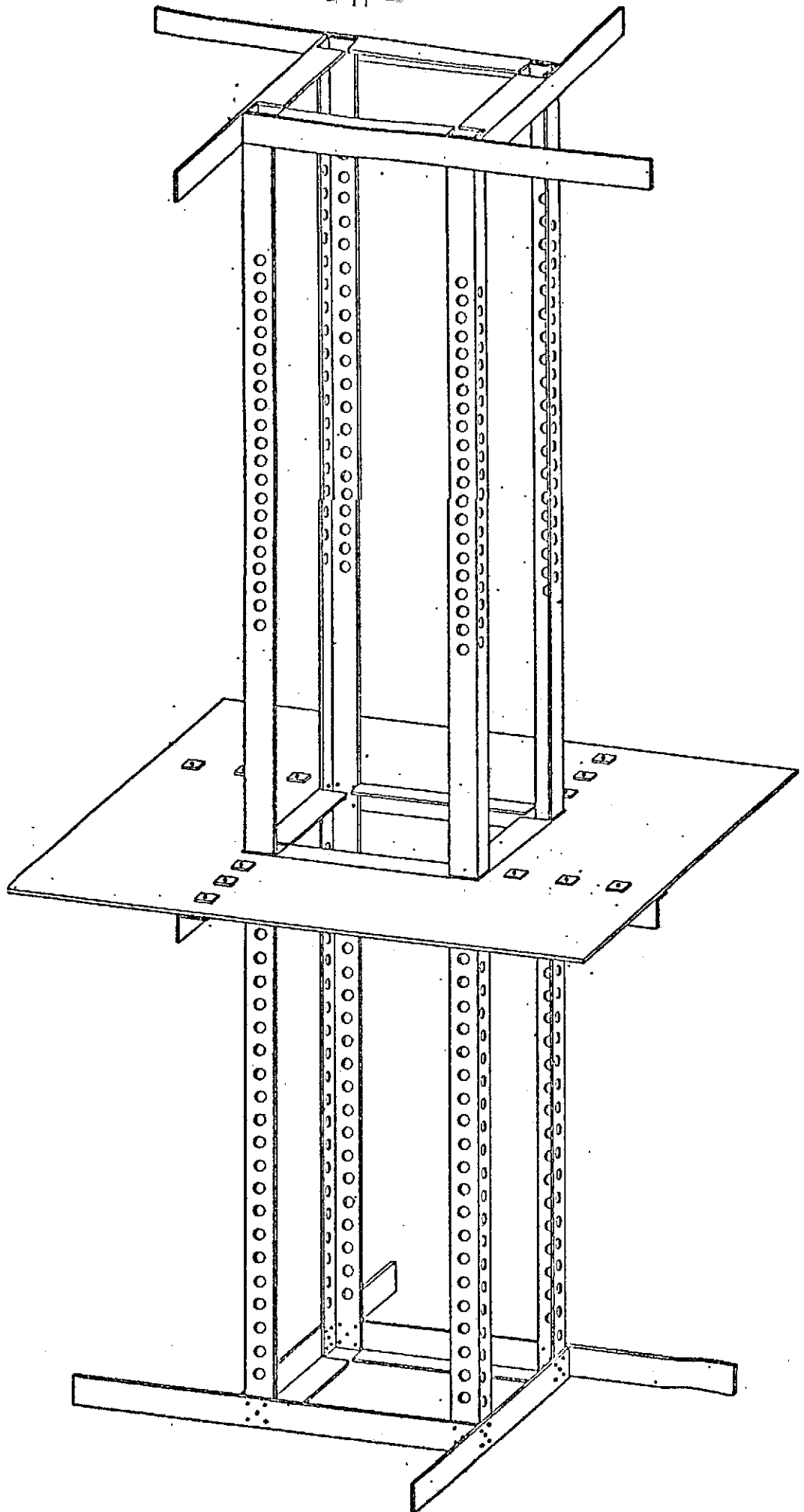


Fig. I.8 - Gondola metálica do Telescópio "Source".

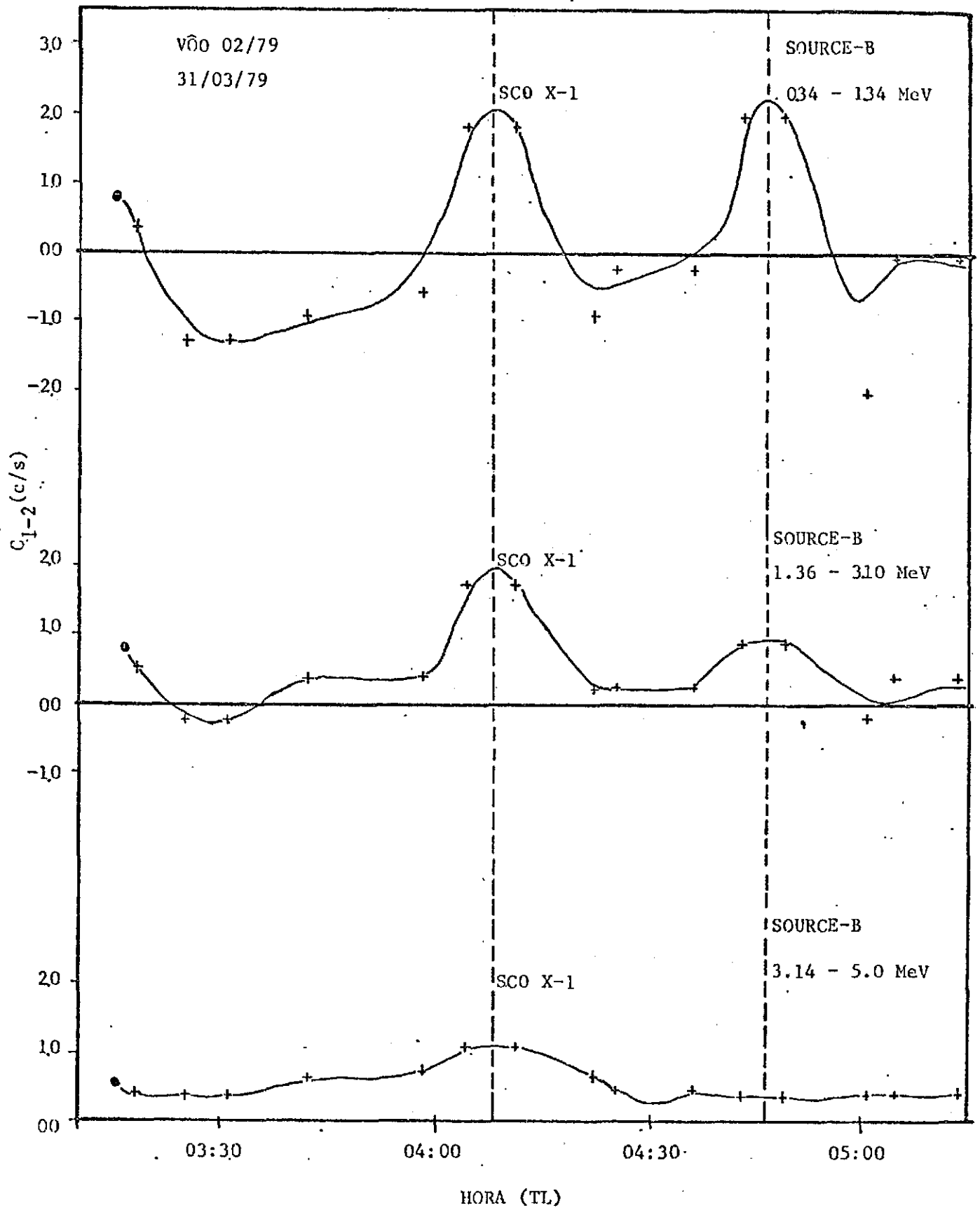


Fig. I.9 - Medidas do fluxo de fôtons em função do tempo, obtidos com o Telescópio "Source".

mosférico é da ordem de 2 vezes menor do que na região de S. José dos Campos. Devemos notar que o ruído de fundo na região de latitude  $23^{\circ}\text{S}$  é, aproximadamente, 2 vezes menor do que na região  $40^{\circ}\text{N}$ , onde é efetuada a maior parte dos vôos do pessoal do Hemisfério Norte.

Pretende-se efetuar medidas das fontes SCO X-1 e da outra fonte observada, a qual foi sugerida ser Oph XR-2, a fim de confirmar, ou não, os resultados obtidos.

No primeiro vôo observar-se-ão as fontes de raios X, possíveis emissores de raios gama, da Tabela I.1; nos vôos seguintes mudar-se-á a inclinação do eixo do telescópio para se efetuar medidas de fontes do Hemisfério Norte, visíveis na latitude de Natal ( $\sim 6^{\circ}\text{S}$ ), de acordo com a Tabela I.2, porém não observáveis da região de S. José dos Campos.

Deve-se, assim, aproveitar facilidades de lançamento através desta missão conjunta. Isto fornecerá uma ocasião especial de se realizar vôos no Nordeste, para se obter medidas, tanto do "background" atmosférico, como de fontes emissores de raios gama de baixa energia naquela região. Além do mais, o custeio da operação com a colaboração do NSFB será apenas de 30% do seu valor total.

A obtenção dos dados, referidos anteriormente, foi devida à redução dos espectros do fluxo  $\gamma$  medido durante o vôo. Inicialmente foi feita uma redução de caráter geral, sendo dada especial atenção aos espectros obtidos durante a passagem da fonte SCORPIUS X-1 e o centro galáctico à frente do telescópio.

Basicamente, a análise desses espectros consiste em ajustar uma lei de potência sobre o espectro medido.

Também, durante a subida do balão, foi analisada a linha de 511 KeV com duas finalidades básicas. A primeira seria comparar o fluxo médio do máximo de Pfozter obtido com o telescópio, com o obtido por outras experiências, verificando a eficiência de blindagem conseguida para neutrons e partículas carregadas. A segunda seria extrapolar o

TABELA I.1

FONTES A SEREM OBSERVADAS NO PRIMEIRO VÔO SOURCE-B NO NORDESTE

$\alpha$ (195) h m s	$\delta$ (1950) o ' "	COMENTÁRIOS
09 00 24	- 09 24 00	
14 10 55	- 03 03 36	NGC5506
16 17 07	- 15 32 13	Sco X-1
16 51 48	- 06 31 30	
17 28 50	- 16 56 53	Oph 3
18 07 55	- 10 52 48	transiente
18 11 42	- 17 11 06	Sgr XR-2
18 13 10	- 14 03 36	Ser XR-2
18 23 06	- 00 04 12	
19 08 07	+ 00 31 12	Aql XR-1

TABELA I.2

FONTES A SEREM OBSERVADAS NO SEGUNDO VÔO SOURCE-B NO NORDESTE

$\alpha$ (1950) h m s	$\delta$ (1950) o ' "	COMENTÁRIOS
05 31 30	+ 21 58 52	Crab Nebula Pulsar
05 31 50	- 05 18 00	Orion
06 14 30	+ 09 09 54	Estrela
06 30 00	+ 02 24 00	
12 28 46	+ 12 40 12	Virgo A (M87)
14 55 02	+ 19 06 00	Abell 1991
16 36 24	+ 05 12 00	Abell 2204

"background" atmosférico para o topo da atmosfera.

Deve-se acrescentar que a atividade SOURCE-B sofreu modificações em seus princípios de funcionamento, sendo a nova atividade totalmente nacional.

#### 1.1.4. ATIVIDADE FUVU - FOTOMETRIA DE ULTRAVIOLETA DE ESTRELAS

##### Objetivo Geral:

Projetar e construir um telescópio com características espaciais para ser lançado em balão estratosférico, com o intuito de medir a radiação ultravioleta de origem extraterrestre entre 3800Å até 2000Å. Os mecanismos de produção de fótons na região do ultravioleta em estrelas, no espaço interestelar e galáctico são de grande importância para o estudo dos processos físicos energéticos que ocorrem em diversas fontes galácticas. Complementando a parte do espectro eletromagnético em raios-X e raios gama, a medida do fluxo da radiação dessas fontes em ultravioleta fornece conhecimento para se entender os processos energéticos de produção e variação temporal dessa radiação.

O estado no fim da atividade consistirá em se ter um telescópio de alta precisão para medidas de fótons ultravioleta no espaço e detectar-se, no espaço correspondente ao Centro Galáctico, todas as fontes intensas emisoras dessa radiação, assim como identificar os mecanismos de produção dessas fontes.

##### Integração:

Esse estudo vem complementar outros já existentes ou em fase de execução na parte eletromagnética de raios X e raios gama, no INPE, e em radioastronomia e ótica no ON/CNPq.

##### Discussão Técnica:

O esquema apresentado na Figura I.10 mostra o sistema de colimação dos fótons ultravioleta ainda no espaço. Um espelho de 45 cm de diâmetro (já existente no INPE) será utilizado como espelho principal. Um espelho secundário com 10 cm de diâmetro garantirá a focaliza

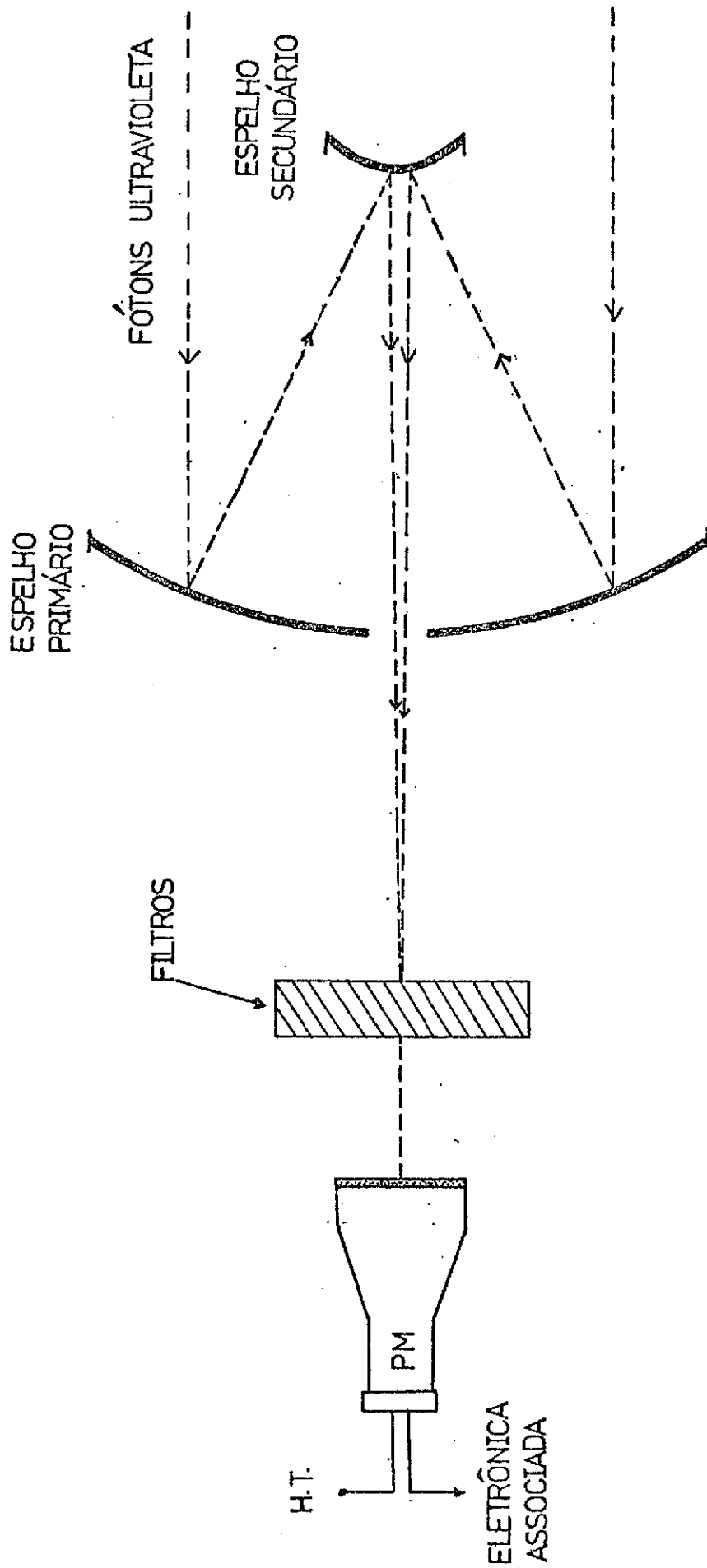


Fig. I.10 - Esquema sinótico do telescópio de Ultra-violeta "Fuve".

ção dos feixes em filtros de várias bandas passantes, onde a radiação incidirá, diretamente, sobre fotomultiplicadora de alta sensibilidade para ultravioleta. A partir desse estágio, a eletrônica associada garantirá a análise espectral das fontes medidas.

Todo trabalho experimental será efetuado no INPE, com os espelhos especialmente fabricados para esse tipo de radiação (ultravioleta) em laboratório do Brasil (FUNBEC, D. Vasconcelhos, etc.). A eletrônica associada será efetuada pelo grupo de Sensores e Carga Útil do Departamento de Engenharia Espacial do INPE. A gôndola semi-estabilizada a bordo de balão será elaborada pelo Grupo de Lançamento de Balão do Departamento de Apoio Técnico do INPE.

Esta atividade será executada em colaboração com o pessoal técnico-científico do Observatório Nacional do Rio de Janeiro. A Figura I.10 mostra o esquema dos espelhos, a eletrônica associada que se deverá construir no INPE, assim como uma gôndola estabilizada azimutalmente e em elevação, para bordo de balão.

#### 1.1.5. ATIVIDADE RANUC

Esta atividade se baseia em detetores e eletrônica já existentes e desenvolvidas pelo grupo de Astrofísica do INPE, sendo agora introduzidas modificações com vistas a melhorar o sistema inicial. Procura-se fazer um sistema de campo, portátil.

O detetor consta de um cintilador de NaI(Tl) de 4"x4" acoplado a uma fotomultiplicadora RCA P055, sendo este conjunto com materiais de baixo Z. O restante do sistema é formado pela eletrônica associada e por um gravador de fita magnética.

Este detetor será inicialmente utilizado para medir o "background" atmosférico, devido à radiação cósmica, na faixa de energias de 0,3 a 3 MeV, a bordo de um avião.

Com estas medidas, pretende-se obter a variação desse



"background", entre as latitudes  $0^{\circ}$  e  $12^{\circ}$  Sul, em várias alturas. Estas medidas serão complementadas com as já existentes em latitudes mais ao Sul. Deste modo, pode-se obter a variação do "background" atmosférico com a latitude desta região.

Futuramente este sistema de detecção de radiação  $\gamma$ , portátil, será usado para se obter medidas da radioatividade natural, na região Nordeste do Brasil.

Com este objetivo, está sendo feita uma análise dos vários métodos empregados para a redução das medidas feitas com o citado detetor, na medição da radioatividade natural.

#### 1.1.6. ATIVIDADE PAMB

A atividade PAMB tem por finalidade o estudo integrado de processos associados à precipitação de partículas (principalmente elétrons) na Anomalia Magnética Brasileira. Com isso, poder-se-á obter um melhor conhecimento dos processos fundamentais relacionados com a origem das partículas, sua precipitação e interação com a ionosfera e atmosfera. A atividade deverá utilizar detetores de radiação X e gama de origem atmosférica, embarcados em balões estratosféricos. Essas medidas serão correlacionadas com uma série de outras medidas obtidas no solo com magnetômetros, riômetros, ionossondas, etc., num programa internacional para medidas simultâneas na região da Anomalia Magnética do Atlântico Sul. Conta a atividade, ainda, com a colaboração de grupos de pesquisadores da África do Sul e do GSFC-NASA.

O seu estudo foi desenvolvido no período 78-79 (vide publicações).

#### 1.1.7. ATIVIDADE OPALE

São estudadas, na atividade OPALE, fontes de raios gama de baixa energia (0,3 - 10 MeV), situadas na região do centro galáctico, assim como a componente difusa da radiação gama e da componente atmosférica.

rica, em função da pressão, do ângulo zenital e da latitude.

O seu estudo foi desenvolvido no período 78-79 (veja publicação).

Paralelamente, foi estudado e projetado um sistema de alta confiabilidade e resolução angular para apontamento estelar. Por se trabalhar com experiências levadas por balões, a grandes altitudes (40 a 50 km) com o objetivo de detecção de uma radiação específica de uma fonte, normalmente estelar, necessita-se de um sistema acurado de apontamento.

Espera-se que o "know how" em eletrônica associada, de experimentos com uso de balão, seja aproveitado quando se utilizar satélites.

## CAPÍTULO II

### SUBPROJETO GEOMAGNETISMO

Este subprojeto realiza estudos sobre variações geomagnéticas e indução eletromagnética terrestre. E, também, sobre o fenômeno de precipitação de partículas carregadas dos cinturões de radiação de Van Allen, na atmosfera da Anomalia Magnética do Atlântico Sul, principalmente sua associação com eventos geomagnéticos.

#### 2.1. ANDAMENTO DA EXECUÇÃO

##### 2.1.1. ATIVIDADE MATE

Um magnetômetro fluxgate operou em Eusébio ( $3^{\circ}53'S$ ,  $38^{\circ}26'W$ ), no Estado do Ceará, na faixa do Eletrojato Equatorial. Durante o período deste relatório, o magnetômetro funcionou continuamente, fornecendo dados magnéticos das três componentes H, D, Z. Estes dados estão gravados em fitas magnéticas, na forma de microfilmes de 35 mm e, também, em papel de registradores gráficos. O cronograma mestre das atividades para a FINEP foi cumprido. A estação de Eusébio é operada em colaboração com a Universidade da Califórnia em Los Angeles, USA, dentro do programa IMS ("International Magnetospheric Study"). A operação do magnetômetro ASMO em Cachoeira Paulista ( $23^{\circ}39'S$ ,  $46^{\circ}39'W$ ) não foi como planejado no cronograma para a FINEP. Em vista da necessidade de mudança de local e dos vários problemas técnicos e logísticos, este equipamento está funcionando em fase de testes. Desde junho de 1979 obtém-se dados do campo total (F) geomagnético.

As pesquisas desenvolvidas nesta atividade concentraram-se nos estudos das características do eletrojato equatorial e comportamento das variações geomagnéticas, através de dados magnéticos coletados pelo INPE e, também, adquiridos do centro mundial de dados magnéticos (WDC). Os resultados obtidos sugerem que uma nova estação magnética entre

Huancayo ( $12^{\circ}\text{S}$ ,  $75^{\circ}\text{W}$ ) e Eusébio ( $3^{\circ}\text{S}$ ,  $38^{\circ}\text{W}$ ) ajudarã os estudos do fenômeno do Eletrojato Equatorial.

As atividades acadêmicas durante este período foram bastante intensivas. O subprojeto conduziu vários seminários e um curso sobre geomagnetismo.

Com respeito à implementação do Banco de Dados Geomagnéticos:

- a) definiu-se um sistema com capacidade de receber todos os tipos de dados geomagnéticos, normalmente coletados por observatórios magnéticos permanentes e estações magnéticas temporárias;
- b) trabalhou-se na elaboração de programas de armazenamento e recuperação;
- c) trabalhou-se na elaboração do Manual do Usuário;
- d) gravou-se em fitas magnéticas digitais, valores médios horários da variação do campo magnético terrestre em São José dos Campos (1964 - 1974; Adis-Ababa (1958 - 1966), Pilar (1958), Trelew (1958), Huancayo (1957, 1959, 1964 e 1966).

#### 2.1.2. ATIVIDADE SOMAT

Estudos experimentais sobre indução eletromagnética terrestre foram começados em dezembro de 1978, com a instalação de equipamentos para medidas de correntes magneto-telúricas (MT) em Eusébio, no Estado do Ceará. Inicialmente as medidas telúrico-elétricas sofreram muita interferência dos cabos telefônicos e de energia elétrica. Em vista desse inconveniente, instalou-se os eletrodos longe do prédio e de outras possíveis fontes de interferência, a fim de se obter registros sem ruído. Somente a partir de março de 1979 obteve-se dados de campo magnetotelúrico sem ruído elétrico. Medidas MT na faixa de 100 a 86400 foram realizadas nesta estação costeira de Eusébio, na região do eletrojato equatorial. Os dados foram analisados para se obter os perfis de resistividade escalar e tensorial. Os resultados desta análise indicam uma profundidade da camada de condução intermediária entre 45 e 75 km, e a ul

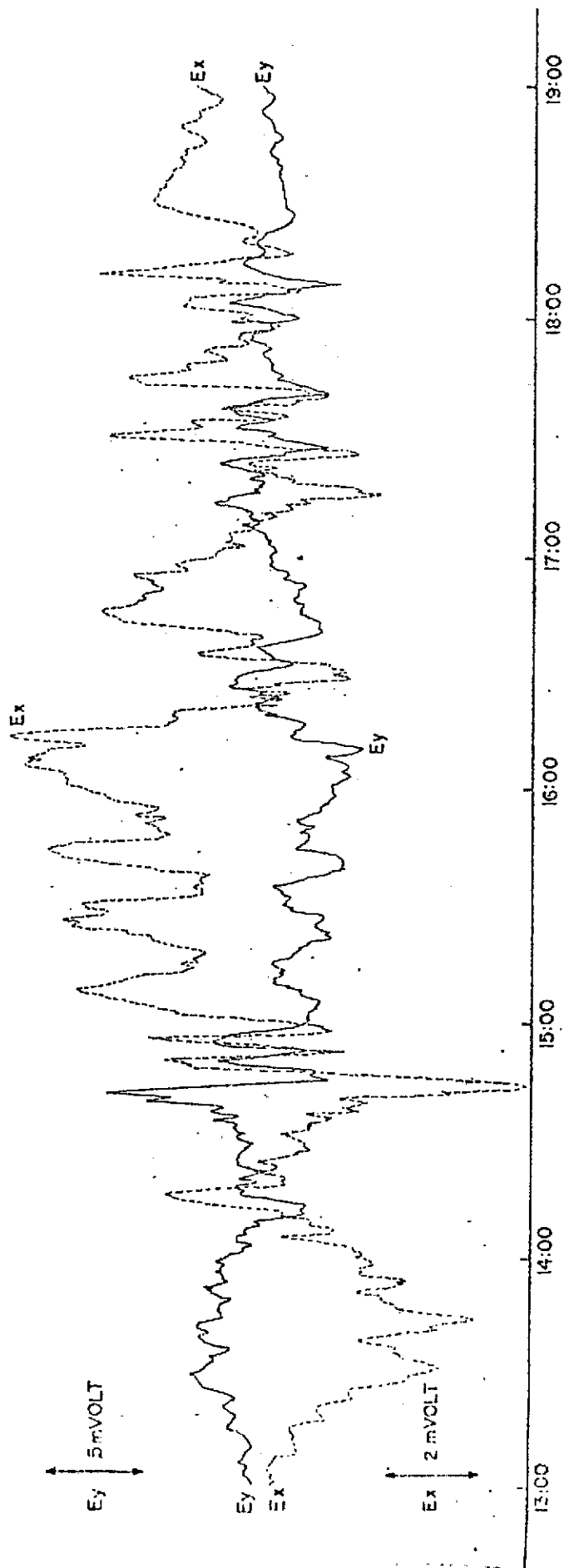
tima camada de condução parece começar na profundidade de, aproximadamente, 250 km. Nas Figuras II.1 e II.2 são mostrados alguns registros para ilustração. A Figura II.3 mostra o perfil de condutividade no local da estação de Eusébio. Os resultados foram apresentados na reunião da SBPC, 1979.

O principal objetivo desta pesquisa é estudar a corrente do eletrojato equatorial como fonte de indução eletromagnética na terra. Um trabalho de análise, com este propósito, está sendo desenvolvido. As variações naturais dos campos geomagnético e geoeletrico/telúrico são intimamente ligadas. Relações entre os campos E e H são governadas pelas equações de Maxwell. Medidas simultâneas do campo geomagnético e correntes induzidas na terra, por estas variações magnéticas, constituem o método geofísico, denominado magnetotelúrico (MT). É um método muito utilizado para estudos sobre indução eletromagnética terrestre. Medidas MT, podem, também, ser usadas para obter o perfil da condutividade no interior da terra.

A atividade SOMAT tem cooperação e orientação do Dr. H. Fournier do "Laboratoire de Géomagnétisme", Université de Paris, France. O Dr. Hugo Fournier esteve no INPE, por alguns dias, em dezembro de 1978 e mais dez dias durante o mês de abril de 1979. O Dr. Fournier apresentou seminários e manteve discussões sobre o assunto, durante sua permanência no INPE. Projetou-se, também, um aparelho para medir campo MT na faixa de 1 Hz a D.C. No momento, este equipamento está sendo construído. Conseguiu-se, também, adaptar um programa de computador, utilizado para o cálculo de resistividade tensorial, para o computador do INPE. Este programa foi fornecido pelo Dr. Hugo Fournier.

EUSEBIO TELLURIÇ RECORD

23 MARCH 1979



45° WMT

Fig. II.1 - Campo telúrico, em Eusebio, registrado em 23 de março de 1979.  $E_x$ -componente na direção N-S magnética;  $E_y$ -componente na direção E-W.

EUSEBIO MAGNETOGRAM  
23 MARCH 1979

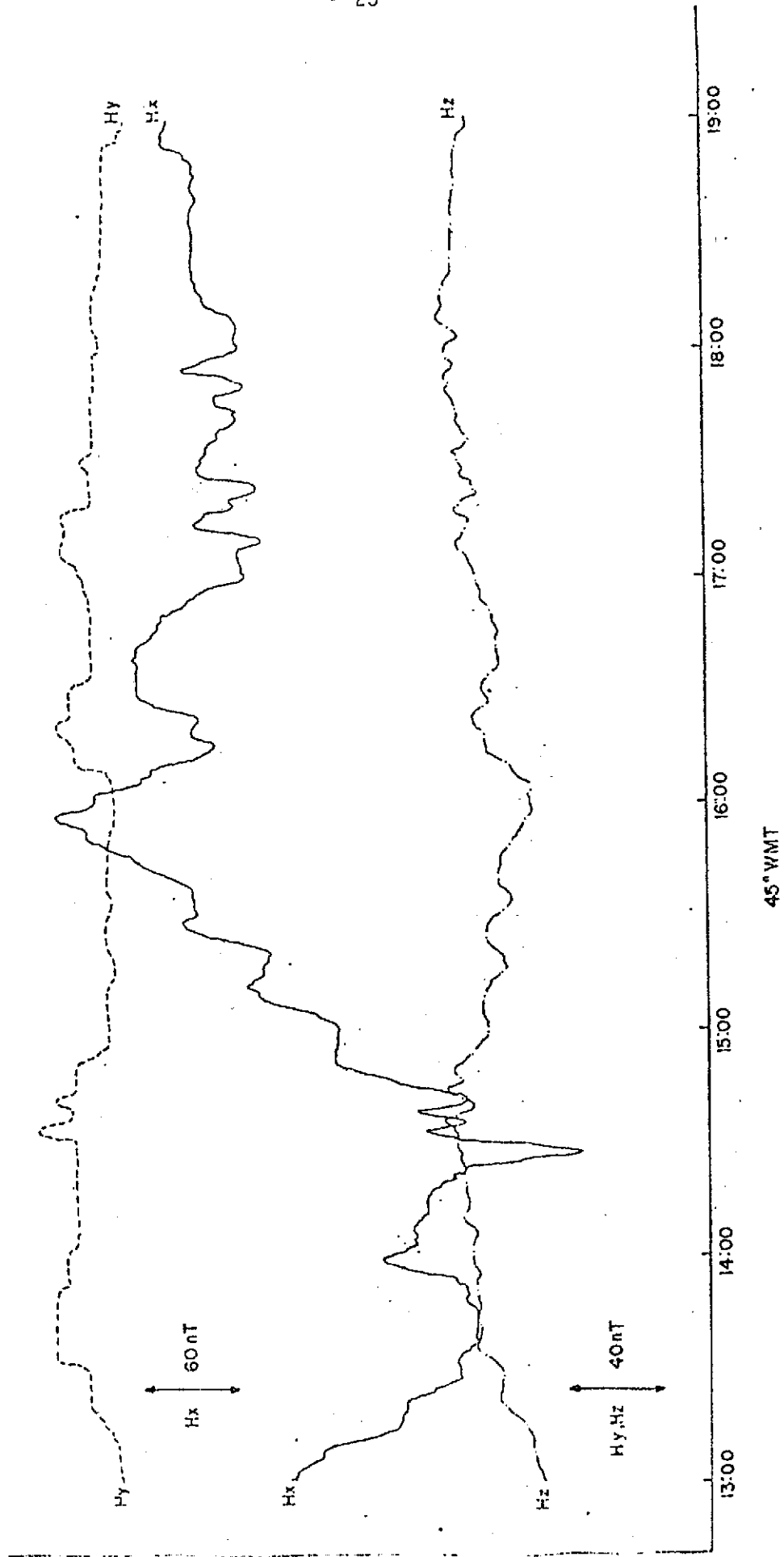


Fig. II.2 - Campo geomagnético, em Eusébio, registrado em 23 de março de 1979.  $H_x$ ,  $H_y$  e  $H_z$  são as componentes nas direções N-S, E-W e vertical do campo geomagnético.

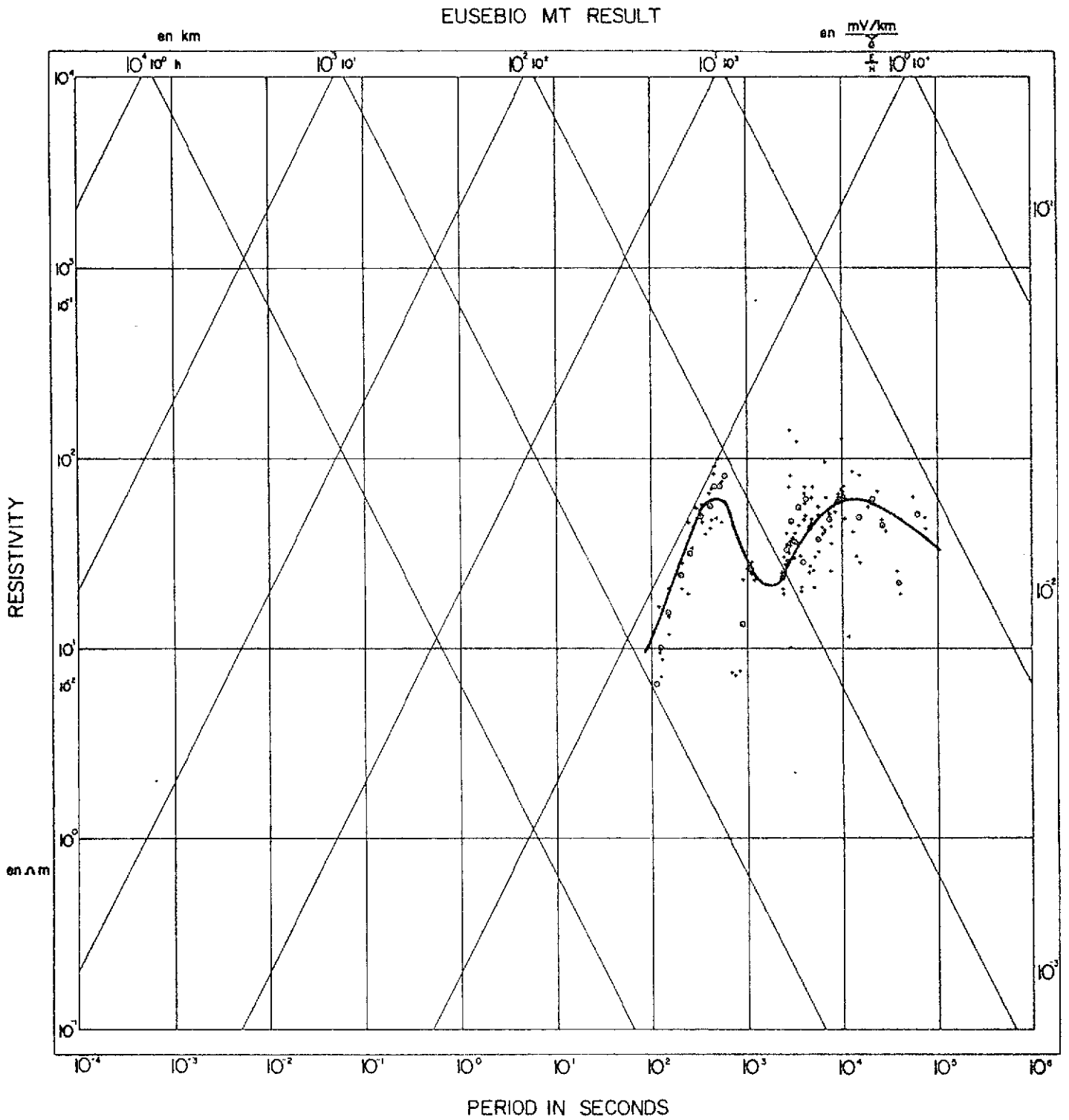


Fig. II.3 - Resistividade aparente versus período.



### 2.1.3. ATIVIDADE XGAP

A atividade XGAP envolveu um grande número de pesquisadores, engenheiros e técnicos do Departamento de Ciência Espacial, Departamento de Engenharia Espacial e Departamento de Apoio Técnico do INPE. Durante o período em questão, julho de 1978 a junho de 1979, foi projetada e construída uma carga útil para efetuar medidas de radiação X e  $\gamma$  a bordo de balões estratosféricos. Além disso, desenvolveram-se, também, vários estudos concernentes à análise dos dados obtidos nos experimentos. Com o desenvolvimento natural da atividade, ocorreram vários contatos com grupos científicos nacionais e estrangeiros, que têm demonstrado grande interesse de participação.

Foram realizados três experimentos científicos, envolvendo medidas simultâneas das variações do campo geomagnético e da intensidade de fótons atmosféricos (40 KeV - 10.0 MeV), na Anomalia Magnética do Atlântico Sul. Foram efetuados três vôos com a carga útil do XGAP a bordo de balões estratosféricos, lançados nos dias 29 de novembro, e 11 e 15 de dezembro de 1978. Os vôos dos dias 29 de novembro e 11 de dezembro foram efetuados durante períodos com pouca atividade magnética. O vôo do dia 15 de dezembro foi efetuado durante um período magneticamente ativo, iniciado com um aumento súbito da intensidade às 0127 UT do dia 14 de dezembro. Os experimentos foram realizados durante passagens de satélites artificiais na Anomalia, com detetores de elétrons a bordo. Os três experimentos proporcionaram cerca de 10 horas de medidas, das quais 6 horas com os detetores na altura de 4.4 mb.

Os lançamentos dos balões foram efetuados pelo grupo de Lançamentos de Balões do DAT. Os dados recebidos através da telemetria foram gravados em fitas magnéticas e fitas de papel (saída da impressora de multicanal) pela equipe de telemetria do grupo de Carga Útil do DEE e pesquisadores do DCE.

O equipamento de medidas (carga útil), que voou a bordo dos balões, foi construído pelo grupo de Carga Útil do DEE e pesquisadores do DCE. A carga útil constou de dois sistemas de detecção de raios

X e  $\gamma$ , com suas respectivas eletrônicas associadas, telemetria de bordo, e sensores de pressão e temperatura. Os detetores de raios X e  $\gamma$  foram cristais cintiladores NaI(Tl) de 3" x 1/2" e 4" x 4", acoplados a fotomultiplicadoras. O cristal NaI(Tl) de 4" x 4" funcionou em anticoincidência com uma blindagem de cintilador plástico de 2cm de espessura. Os detetores foram calibrados para medir radiação X e  $\gamma$ , nas faixas de 40 - 400 KeV e 0.3 - 10.0 MeV. Todos equipamentos foram instalados numa gôndola de alumínio de forma cilíndrica, com 1.5 metros de altura e raio de 0.5 m. Uma caixa externa de isopor de 10cm de espessura, revestida em folhas de alumínio de 1mm de espessura, garantiu a proteção térmica para os equipamentos, durante os vôos à bordo dos balões.

A execução da atividade proporcionou inúmeros benefícios para o desenvolvimento das atividades de pesquisa no INPE, utilizando sensores à bordo de balões estratosféricos. Do ponto de vista tecnológico foram projetados, construídos e testados vários equipamentos eletrônicos, elétricos e mecânicos, capazes de funcionar nas condições de temperatura (de até - 60°C), encontradas na troposfera e estratosfera terrestre. Houve, também, treinamento de pessoal no manuseio de materiais radioativos, métodos de calibração e estudo das funções de resposta de detetores com cristais NaI(Tl) à raios X e  $\gamma$  monoenergéticos.

Do ponto de vista científico, estudos prévios sobre métodos de análise e correlações com outros dados geofísicos permitiram a preparação de vários trabalhos de análise. A partir das medidas efetuadas durante os experimentos foi possível estudar: a) os espectros contínuos de fótons atmosféricos nas faixas de 40 - 400 KeV e 0.3 - 10.0 MeV, para períodos magneticamente calmos e perturbados; b) a variação da intensidade da linha de 0.511 MeV em função da altura; e c) o fluxo de partículas carregadas com energia superior a 0.3 MeV precipitantes na Anomalia. As Figuras II.4 a II.6 mostram os espectros de fótons atmosféricos na faixa de 0.3 - 10.0 MeV, medidos durante os experimentos de novembro - dezembro de 1978. Estudos sobre os mecanismos de precipitação, utilizando-se, também, de dados sobre variações geomagnéticas do tipo PC5 e flutuações eletromagnéticas do tipo "hiss" (medidas por detetores à bordo do satélite OGO-6), mostraram que os processos de res

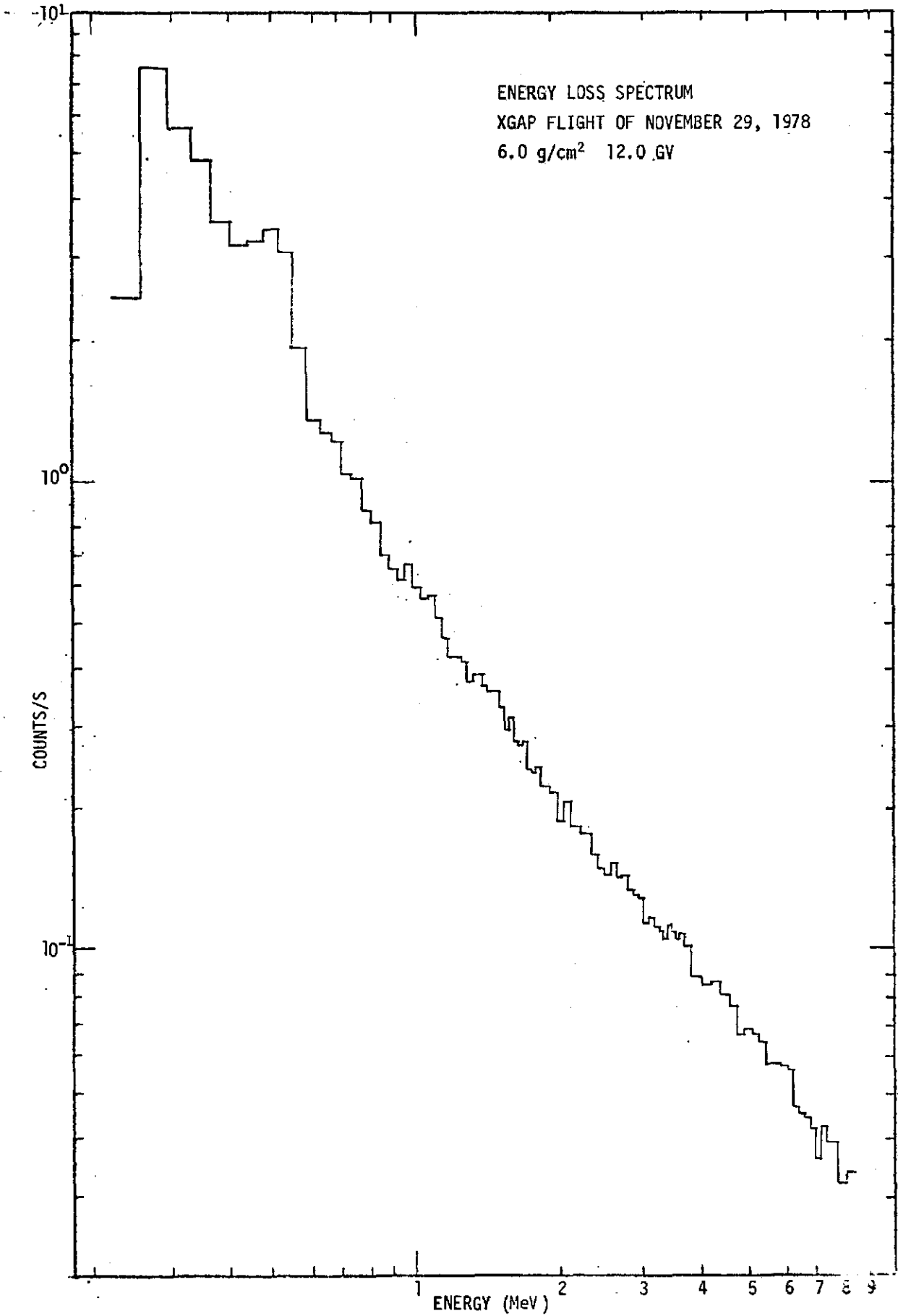


Fig. II.4 - Espectro de raios- $\gamma$  medido na altura de 6.0 g/cm<sup>2</sup>, em 29 de novembro de 1978.

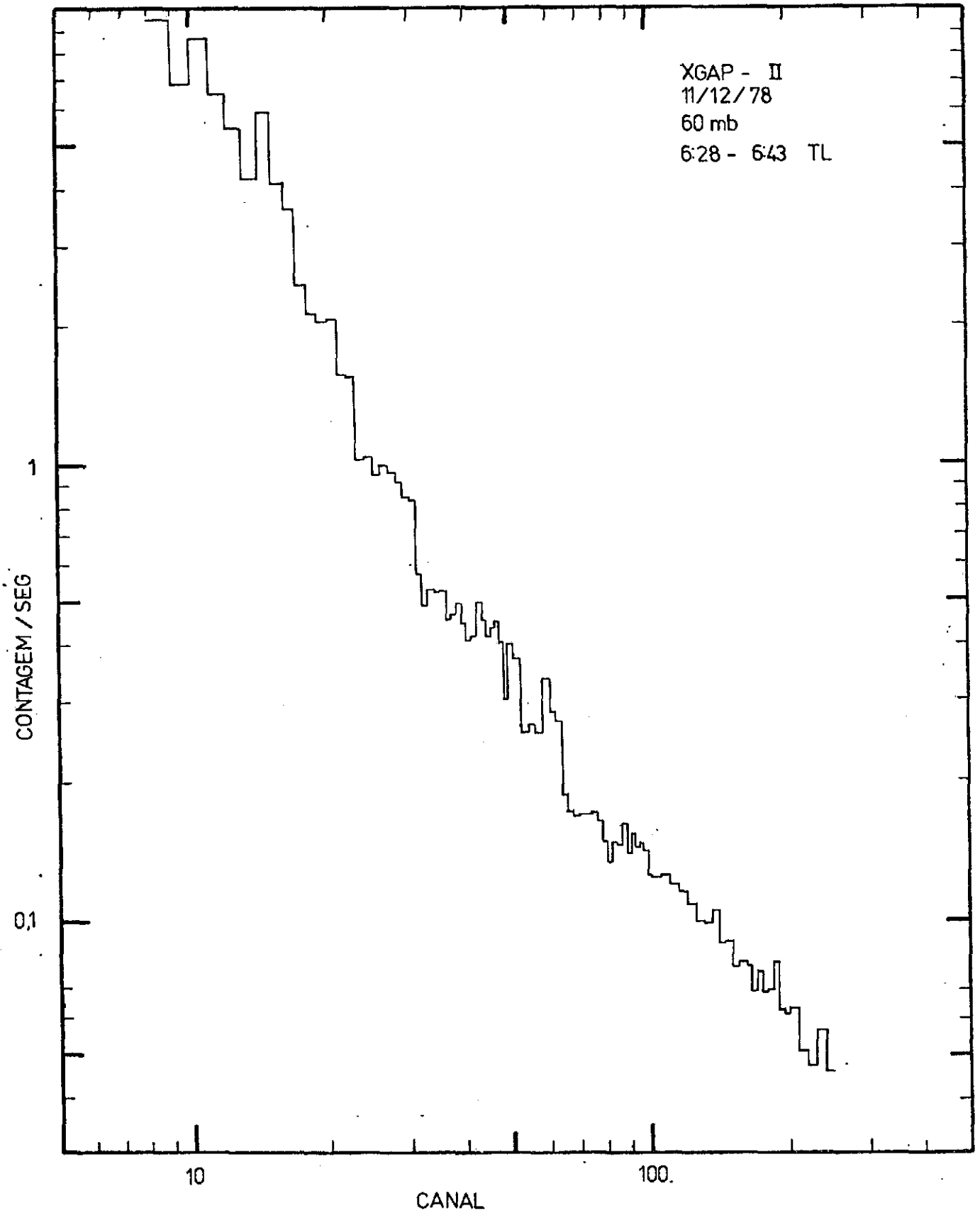


Fig. II.5 - Espectro de raios- $\gamma$  medido na altura de  $600 \text{ g/cm}^2$  em 11 de dezembro de 1978.

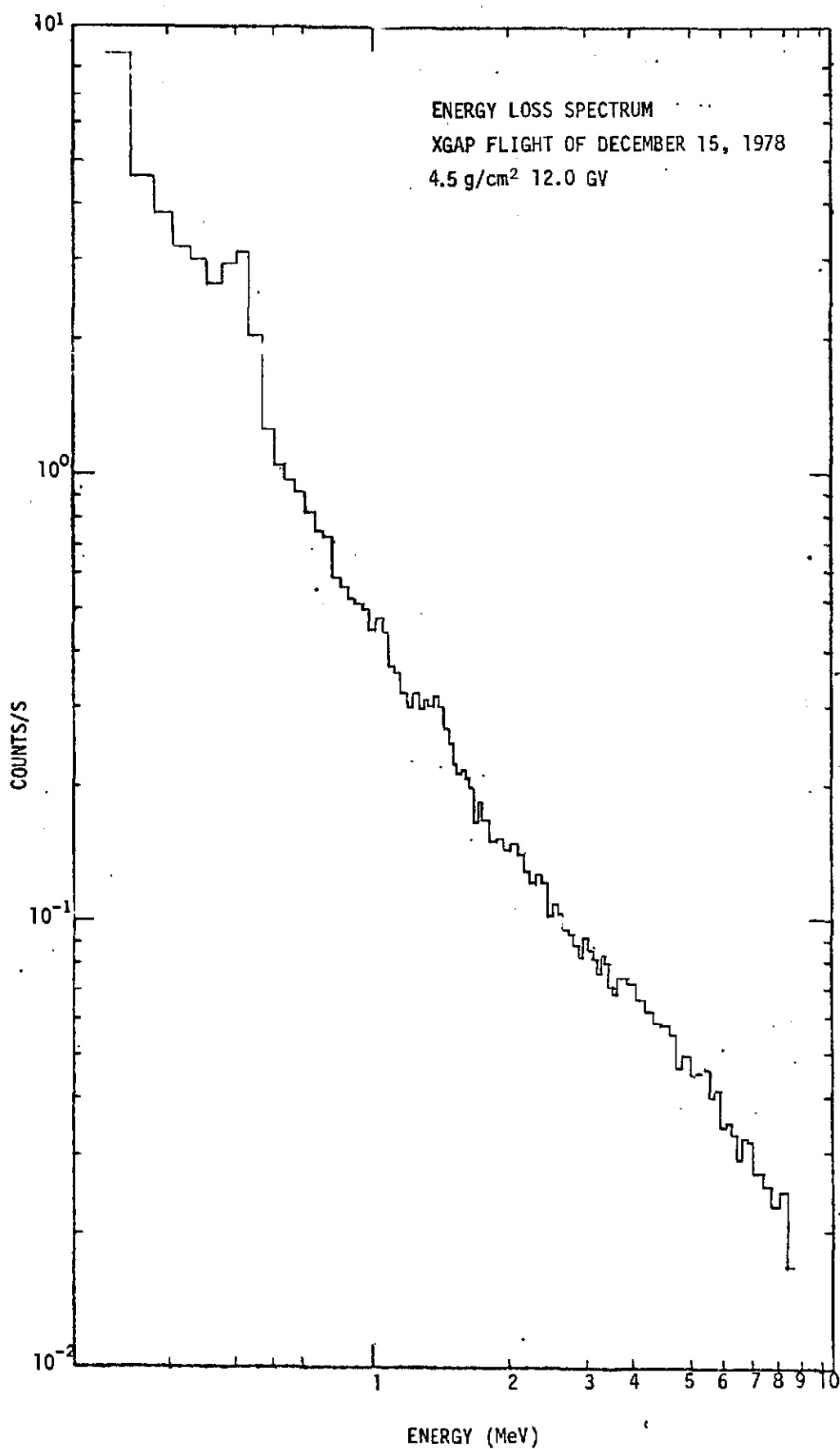


Fig. II.6 - Espectro de raios- $\gamma$  medido na altura de 4.5 g/cm<sup>2</sup> em 15 de dezembro de 1978.

sonância na interação onda-partícula intensificam a precipitação de elétrons na Anomalia, em períodos magneticamente calmos e perturbados. Vários programas de computador, para análise de espectros de raios X e  $\gamma$  e partículas carregadas, foram testados e implementados no computador B-6700 do INPE.

## CAPÍTULO III

### SUBPROJETO IONOSFERA

Este subprojeto trata do estudo da ionosfera, sua física, morfologia e dinâmica, visando principalmente aplicações nas áreas das telecomunicações e da física de plasmas.

#### 3.1. ANDAMENTO DA EXECUÇÃO

##### 3.1.1. OPERAÇÃO DOS INSTRUMENTOS IONOSFÉRICOS

As sondagens ionosféricas rotineiras, feitas por ionos sondas em Cachoeira Paulista e Fortaleza, continuam sendo registradas, sem interrupção, a cada 15 minutos, sendo que as duas estações têm fornecido dados bastante úteis. Em Cachoeira Paulista completou-se a instalação dos para-raios e foi iniciada a reinstalação da antena que cobre a banda de baixa frequência; porém esta instalação ainda não foi concluída. As unidades da ionossonda C-4 de Fortaleza foram realinhadas, a fim de melhorar a qualidade dos ionogramas na faixa de alta frequência. Serão necessários, ainda, alguns aperfeiçoamentos, para assegurar dados de boa qualidade nos próximos dois ou três anos de máximo solar, quando  $f_0F_2$  aumenta bastante, atingindo o limite superior de frequência do instrumento.

Iniciou-se, em Cachoeira Paulista, a operação regular do riômetro, com antena vertical e frequência de 30 MHz. Foram feitos testes para a operação simultânea desse riômetro com outro, com antena inclinada. Foram comprados dois registradores gráficos para serem acoplados aos riômetros.

Continuou sendo feita, sem interrupção, a recepção da amplitude e fase do sinal em VLF, 16 kHz, transmitido pela estação GBR (Inglaterra).

O polarímetro de rotação de Faraday, que mede o conteúdo

eletrônico total da ionosfera, foi colocado novamente em operação, após ter ficado parado para reforma das instalações.

### 3.1.2. REDUÇÃO DE DADOS

Apenas uma pequena parte dos dados obtidos durante esse período foram reduzidos. Há atrasos na redução rotineira de dados, principalmente dados de ionossonda, devido à falta de pessoal para fazer esse trabalho. Há, também, dificuldade em fornecer, regularmente, dados reduzidos às pessoas interessadas e mesmo para atender, com rapidez, às pessoas que necessitam de alguns dados específicos.

### 3.1.3. ANÁLISE DE ALTURA REAL DOS IONOGRAMAS

Foi desenvolvido um programa de computador bem detalhado e elaborado, que calcula as alturas reais de reflexão na ionosfera, a partir dos dados de altura virtual ( $h' - f$ ), obtidos nos ionogramas (ou seja, e calcula o perfil de densidade eletrônica abaixo do pico de ionização máxima da ionosfera). O programa é suficientemente sofisticado, a fim de fornecer alturas reais com precisão de poucos quilômetros e usa tanto o traço ordinário como o extraordinário do ionograma. O programa, já operacional, está sendo usado em uma análise preliminar de ionogramas, para estudar a resposta ionosférica a tempestades magnéticas sobre Cachoeira Paulista.

## 3.2. PROBLEMAS CIENTÍFICOS ESPECÍFICOS INVESTIGADOS DURANTE O PERÍODO

### 3.2.1. EFEITOS IONOSFÉRICOS DA PRECIPITAÇÃO DE PARTÍCULAS NA ANOMALIA GEOMAGNÉTICA BRASILEIRA

Foi concluída uma análise detalhada, usando dados de composição iônica, obtidos por meio de foguetes, durante um eclipse total do sol em Cassino. Esta análise determinou taxas de produção de pares de íons na baixa ionosfera, devidas a partículas carregadas precipitadas na anomalia geomagnética brasileira, durante período geomagneticamente calmo. Os resultados foram comparados com cálculos feitos ante



riormente, usando dados de ionossonda em Cachoeira Paulista.

Foi feito um levantamento de casos de aumentos nas frequências características da camada Es, durante períodos geomagneticamente perturbados, a fim de complementar estudos anteriores e, também, para tentar correlacionar esses eventos com possíveis aumentos no fluxo de partículas, detectado por satélites na anomalia brasileira.

### 3.2.2. MODELO DA QUÍMICA DE ÍONS PARA A BAIXA IONOSFERA

Foi completado um programa de computador, baseado na química de íons atualmente conhecida, o qual será útil no estudo de problemas específicos da baixa ionosfera. Foi utilizada uma versão modificada desse programa, incluindo a variação temporal das equações de continuidade para as diferentes espécies iônicas, na análise das taxas de produção de íons por partículas mencionadas em (a). O programa, na forma atual, foi usado para determinar a distribuição de óxido de nitrogênio (NO) na baixa ionosfera, em diferentes partes do mundo. Os resultados obtidos para Cassino, Brasil, foram aceitos para publicação.

### 3.2.3. ESTUDO DA IONOSFERA EQUATORIAL: CAMPOS ELÉTRICOS, VENTOS TERMO- FÉRICOS, CORRENTES DO ELETROJATO E IRREGULARIDADE DE PLASMAS

O estudo do comportamento dos ventos termosféricos meridionais tem sido feito usando medidas das diferenças de altura do pico da camada  $F_2$  em pontos magneticamente conjugados. Além disso, as velocidades verticais do plasma,  $E \times B$ , têm sido deduzidas usando os aumentos da emissão OI 6300Å, perto da meia noite, sobre o equador magnético. Esses estudos envolveram um modelamento, por computador, da região F da ionosfera tropical, usando soluções dependentes do tempo para os diferentes processos ionosféricos.

Teve início o preparo de um estudo detalhado de problemas envolvendo a região E equatorial, tais como, formação e comportamento das camadas E esporádicas no equador magnético, efeitos de ventos e campos elétricos nas irregularidades de plasma da região E, e correntes

do eletrojato. Foram reduzidos vários meses de dados de ionossonda de Fortaleza com esse objetivo. O estudo envolverá ionogramas e magnetogramas de Fortaleza e Huancayo, Perú. Alguns dos dados de Huancayo já foram comprados.

## CAPÍTULO IV

### SUBPROJETO FÍSICA DA ALTA ATMOSFERA

A física da alta atmosfera envolve o estudo das propriedades básicas da atmosfera superior: densidade, temperatura, pressão, composição e movimento. Uma vez que a composição da atmosfera é modificada por reações químicas entre seus vários constituintes, o estudo destas reações também se inclui nesta área de pesquisa. O subprojeto de pesquisas da alta atmosfera no INPE trata principalmente da dinâmica e fotoquímica da mesosfera e termosfera, e tem o objetivo de melhorar o entendimento dos fatores, controlando estas regiões.

Atualmente os estudos experimentais da alta atmosfera, no INPE, são feitos principalmente por técnicas ópticas de sensoriamento remoto. Observações das emissões dos átomos e moléculas de oxigênio molecular, oxigênio atômico, hidroxila e sódio providenciam informações sobre as reações fotoquímicas acontecendo na mesosfera e baixa termosfera. Medidas por radar de laser, da distribuição de átomos de sódio na mesosfera, possibilitam não somente o estudo das interações deste elemento com outros constituintes da mesosfera, mas também as flutuações de densidade e temperatura associadas com ondas de gravidade e marés solares. O radar de laser também fornece informações sobre aerossóis estratosféricos.

Os programas observacionais são divididos entre duas atividades: LUME, que trata das observações de emissões luminescentes, e LIDA, que trata das medidas utilizando o radar de laser. Estas duas atividades também incluem o desenvolvimento experimental, isto é, o desenvolvimento das técnicas e equipamentos necessários aos programas experimentais. A análise e interpretação dos resultados dos programas experimentais são feitas em conjunto. Apresenta-se aqui, uma breve descrição dos principais acontecimentos nos programas experimentais, e dos principais resultados conseguidos.

#### 4.1. DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

##### 4.1.1. ATIVIDADE LIDA

Trabalhos de desenvolvimento experimental tem se concentrado em três áreas principais: 1) modificações no laser de corante para possibilitar a medida da temperatura da alta atmosfera; 2) modificações no receptor do radar de laser para melhorar a sensibilidade e range dinâmico do sistema; 3) alterações no transmissor para possibilitar a observação de estrutura horizontal na camada de sódio.

##### 4.1.1.1. LASER DE CORANTE

Pretende-se determinar a temperatura do sódio na alta atmosfera, através de uma medida da largura Doppler da linha de ressonância  $D_2$ . Para fazer esta medida é necessário diminuir a largura espectral da emissão do laser. Durante o período coberto por este relatório, foi construído e testado a maioria dos equipamentos ópticos e eletrônicos necessários. Não foi possível, ainda, conseguir a redução da largura de banda desejada por falta de alguns componentes ópticos, no processo de importação. Embora não tenha sido conseguido o estreitamento da largura da banda do laser suficiente para medir a largura Doppler do sódio mesosférico, as modificações feitas no laser aumentaram a potência útil por um fator de aproximadamente 2, assim melhorando seu desempenho nas medidas da distribuição vertical de sódio. Ao mesmo tempo, o sistema de monitoramento e calibração do laser foi modificado de tal maneira a melhor compensar as variações na emissão do laser.

##### 4.1.1.2. RECEPTOR

A sensibilidade do receptor do radar de laser foi aumentada por um fator de quatro, com a instalação de um novo fotomultiplicador especialmente escolhido para maior eficiência quântica no comprimento de onda do radar. Também foram desenvolvidos e instalados um novo preamplificador de banda larga e um discriminador e "pre-scaler", necessários para melhor aproveitar a capacidade do novo detetor.

#### 4.1.1.3. RASTREAMENTO

Foi construído e instalado um sistema para alinhar o radar de laser em uma sequência de ângulos zenitais e azimutais, com a finalidade de investigar a estrutura horizontal na camada de sódio. Este sistema consiste em uma parte mecânica, com motores elétricos para comandar os movimentos de elevação e azimute, e uma parte eletrônica que programa a sequência de movimentos.

#### 4.1.2. ATIVIDADE LUME

Um fotômetro de filtro inclinável foi completado e posto em operação para substituir um instrumento provisório, utilizado a fim de medir a emissão de sódio em São José dos Campos. Tem-se, atualmente, em construção um fotômetro multicanal de filtro inclinável, a ser instalado em Fortaleza, e um fotômetro de varredura zonal, a ser operado em conjunto com o fotômetro de varredura meridional já em funcionamento em Cachoeira Paulista.

#### 4.1.3. ATIVIDADE PERÔ

A atividade PERÔ visa o desenvolvimento de um fotômetro interferométrico de altíssima resolução espectral, para medir temperatura e ventos na termosfera através do efeito Doppler na emissão OI 6300Å da região F da ionosfera. Foi feito um estudo cuidadoso visando a otimização das características do instrumento, e decidiu-se comprar um interferômetro de 12 cm de abertura, com varredura piezo-elétrica e servo-controle do espaçamento das placas de quartzo. Atualmente, espera-se a liberação da guia de importação desta unidade, a ser adquirida da firma "Queensgate Instruments Ltd.", Inglaterra. Ao mesmo tempo prossegue o projeto dos outros elementos do fotômetro, a serem construídos nos laboratórios do INPE.

#### 4.1.4. ATIVIDADE DADO

A atividade DADO visa o desenvolvimento de um sistema de

aquisição e gravação de dados a ser usado em diversos instrumentos do programa observacional. A parte de aquisição de dados, propriamente dita, já foi montada e testada em protótipo. Atualmente, espera-se a importação das unidades de transporte de fitas a serem usadas no registro dos dados em fita magnética.

## 4.2. PROGRAMA OBSERVACIONAL

### 4.2.1. ATIVIDADE LIDA

Durante o segundo semestre de 1978, a ênfase principal dessa atividade foi no desenvolvimento experimental e na análise de resultados já obtidos. Durante o primeiro semestre de 1979 foi retomado o programa observacional, com observações da camada de sódio e o perfil de espalhamento estratosférico, realizados em 26 noites, resultando em um total de 1690 perfis da seção de espalhamento atmosférico.

### 4.2.2. ATIVIDADE LUME

O programa observacional da atividade LUME prosseguiu normalmente durante todo o período coberto por este relatório. Foram feitas observações das emissões de oxigênio atômico (6300Å, 7774Å e 5577Å), hidroxila (nas bandas 9,4; 8,3; 7,2; 6,2 e 5,1) e sódio (5893Å). Todas as emissões são observadas em Cachoeira Paulista, sendo que a de sódio é também observada em São José dos Campos.

## 4.3. RESULTADOS

Os resultados dos programas experimentais são analisados do ponto de vista da física e química da alta atmosfera. Detalhes destas pesquisas são expostos nas publicações referenciadas. Segue uma descrição resumida de alguns dos resultados recentemente conseguidos.

#### 4.3.1. A DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DE ÁTOMOS DE SÓDIO E AS EMISSÕES DA ME SOSFERA E BAIXA TERMOESFERA

As medidas simultâneas da distribuição vertical de sódio, a intensidade da emissão de sódio (observada em São José dos Campos) e as intensidades das emissões de  $OI\ 5577\text{Å}$  e  $OH(8,3)$  (observadas em Cachoeira Paulista) mostram que as variações noturnas das várias emissões são bem correlatas com as variações na densidade de sódio às alturas de 87 km, 91 km e 84 km, respectivamente. Nos casos de sódio e  $OH(8,3)$  estas alturas correspondem às alturas de máxima emissão esperadas, embora no caso de  $OI\ 5577\text{Å}$  a emissão máxima esperada é, normalmente, de uma altura de 4 km maior.

As variações correlatas são causadas por ondas atmosféricas com comprimentos de onda verticais entre 10 km e 15 km, cuja fase se propaga verticalmente para baixo com velocidade entre  $1\text{ km, hr}^{-1}$  e  $2\text{ km, hr}^{-1}$ . As observações da emissão de hidroxila permitem a determinação da temperatura rotacional da molécula, e os resultados das observações mostram que a densidade de sódio aumenta em ocasiões em que a temperatura está excepcionalmente alta.

A amplitude das variações na densidade de sódio do lado inferior da camada é muito grande para se explicar como resultado direto de variações na densidade atmosférica. Estas variações poderiam resultar de movimentos verticais da camada, ou poderiam ser causadas por alterações no equilíbrio entre sódio e seus compostos. Em várias ocasiões aconteceram grandes variações na densidade de sódio, altamente correlacionadas a variações na temperatura rotacional, sugerindo a existência de um efeito da temperatura no equilíbrio químico.

Também foi observado que a média noturna da abundância total de sódio aumenta em dias de alta temperatura rotacional. Conclui-se que esta correlação ou poderia resultar de um aumento na evaporação de sódio de partículas aerossóis em dias de alta temperatura mesosférica, ou poderia ser o resultado de uma dependência térmica da fotoquímica de sódio.

#### 4.3.2. A DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OZÔNIO NA MESOSFERA

Atualmente existem poucas medidas da concentração de ozônio na mesosfera, por causa da grande dificuldade em medi-las. Até agora as medidas, bastante imprecisas, têm sido feitas através de determinações da absorção de luz U.V., por instrumentos levados a bordo de satélites. A seguinte descrição é de um novo método de medir a concentração de ozônio na mesosfera, através de medidas com instrumentos de sensoria-mento remoto. Embora existam dificuldades, principalmente por falta de boas medidas no laboratório dos coeficientes de reação relevantes, a técnica mostra resultados promissores.

A intensidade da emissão atmosférica de sódio é, de acordo com a teoria fotoquímica geralmente aceita, proporcional ao produto das densidades de sódio e de ozônio. Como resultado deste relacionamento deve ser possível determinar a concentração de ozônio, baseado em medidas simultâneas da intensidade da emissão quimiluminescente e da densidade de sódio. Foram utilizados dados do radar de laser, e de um fotômetro de filtro inclinável, ambos instalados no INPE, São José dos Campos, para determinar algumas características da variação de ozônio mesosférico.

A densidade de ozônio não varia durante a noite, em média, mas mostra uma forte variação sazonal, com uma concentração máxima no outono. Os resultados desta pesquisa apoiam a sugestão recente que a taxa de reação entre sódio e ozônio deve ser consideravelmente maior que o valor anteriormente aceito de  $6.5 \times 10^{-12} \text{ cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

#### 4.3.3. DETERMINAÇÃO DA ALTURA DE EMISSÃO MÁXIMA DA LINHA OI 6300Å

A emissão OI 6300Å resulta de um dos processos de recombinação na região F da ionosfera. Foram utilizados perfis da densidade eletrônica medidos pelo radar de espalhamento incoerente de Arecibo, em conjunto com observações da intensidade da emissão OI 6300Å feitas no mesmo local, para determinar a distribuição vertical de emissão. Os resultados mostram que, em média, o pico de emissão situa-se a 56 km abai



xo do pico de densidade eletrônica.

#### 4.3.4. A DESATIVAÇÃO DE HIDROXILA NA ALTA ATMOSFERA

É geralmente aceito que a excitação da molécula OH na alta atmosfera se deve à reação entre hidrogênio e ozônio, capaz de excitar a hidroxila ao nono nível vibracional. Existe, porém, considerável discussão sobre a possível existência de um mecanismo adicional, contribuindo à população dos estados mais baixos. Em um artigo recente (Llewellyn et al., 1978) foi concluído, na base de um cálculo teórico, que não é necessário postular a existência do mecanismo adicional. Medidas das intensidades das bandas OH (9,4), (8,3), (7,2), (6,2) e (5,1) feitas em Cachoeira Paulista não apoiam esta conclusão. Estas observações acusam a existência de um mecanismo adicional capaz de excitar OH ao nível vibracional 6.



## CAPÍTULO V

### SUBPROJETO DE FÍSICA DOS PLASMAS

O subprojeto de pesquisas em Física dos Plasmas foi elaborado e apresentado em janeiro de 1978, propondo a implantação de um grupo de pesquisa e a montagem de um laboratório de plasma. As atividades experimentais deveriam se concentrar na execução de dois experimentos descritos naquela proposta, e atualmente designados por PDUP e PMAG. Este subprojeto foi revisto em dezembro de 1978, passando a incluir um novo experimento, designado PRAD. Os estudos teóricos, por sua vez, ficaram reunidos sob o título PTEO. A situação atual destas atividades é sucintamente descrita a seguir.

#### 5.1 - EXPERIMENTO PDUP

Este experimento consiste na construção e utilização de uma máquina de plasma duplo (PD). Tal dispositivo permite a produção de um volume relativamente grande de plasma quiescente (~ 45 litros) e presta-se à realização de várias experiências, situadas, em sua maioria, em torno da frequência íon-acústica (excitação e detecção de ondas íon-acústicas nos regimes linear e não-linear, ondas de choque iônicas, ondas solitárias, cavidades na densidade, etc.). O projeto eletromecânico da máquina PD foi realizado, durante o ano de 1978, em duas versões. A Figura V.1 apresenta um desenho de conjunto, da versão final, que fornece uma visão bastante detalhada do aspecto e da estrutura da câmara onde serão realizadas as experiências de interação e propagação de ondas em plasmas. Esta câmara constitui a peça fundamental da máquina. Grande parte dos equipamentos periféricos da máquina, tais como bomba de vácuo e fontes de alimentação, já foram adquiridos e se encontram no laboratório de plasma. Os equipamentos eletrônicos necessários para a parte de diagnóstico (osciloscópio, câmara fotográfica, registrador, gerador de pulsos, etc.) estão sendo importados e têm prazo de entrega previsto para agosto de 1979. A maior parte das peças componentes da máquina já foi confeccionada na oficina mecânica do INPE, porém a fase final de montagem se encontra bastante prejudicada, principalmente devi

do ao número insuficiente de mecânicos para atender a demanda de serviços do Instituto. A fase de construção já sofreu um atraso de dois meses, prevendo-se que sejam necessários mais três meses para finalizar a construção e montagem da máquina PD.

Os dois sistemas que serão utilizados para diagnóstico do plasma, ou seja, por sondas eletrostáticas e sistema de sondagem por feixe eletrônico, dependem de projeto eletrônico bastante elaborado, que está sendo presentemente realizado pelo grupo. A temperatura e a densidade eletrônica do plasma serão determinadas por meio de sondas eletrostáticas, de geometrias cilíndrica e plana. A teoria de tais sondas foi estudada (as sondas planas apresentam características que melhor se adaptam a um modelo teórico simples), bem como foram analisados os diversos circuitos eletrônicos que poderão ser utilizados para excitá-las e para determinar os parâmetros do plasma. Dois tipos de instrumentos serão utilizados para acionar as sondas: o mais simples fornecerá a temperatura e a densidade, diretamente a partir da inclinação da curva de variação de corrente versus tensão da sonda; o segundo tipo, mais complicado, será utilizado na obtenção da distribuição de velocidade dos elétrons (este instrumento excitará a sonda com tensão senoidal, e detectará a componente de segunda harmônica da corrente de resposta da sonda, a qual contém informação a respeito da distribuição de energia das partículas do plasma). Chegou-se à conclusão que o projeto final destes instrumentos somente poderá ser feito após terminada a montagem da máquina de plasma duplo, pois são necessárias informações mais precisas a respeito dos valores das correntes e tensões envolvidas. A maior dificuldade, nesta parte da atividade se encontra na execução das sondas propriamente ditas, pois estas requerem a confecção de peças de vidraria que dependem da contratação de serviços externos.

O sistema de sondagem por feixe eletrônico tem por peça fundamental um canhão de elétrons, formado pelo diodo acelerador e por um conjunto de lentes eletrostáticas. Foram examinadas diversas configurações de eletrodos, optando-se pelo canhão de elétrons convergentes do tipo Pierce, que permite satisfazer a necessidade de isolamento mecânico entre a região de geração de elétrons do canhão (catodo) e a re

gião de propagação (câmara de máquina PD). A forma dos eletrodos para este tipo de canhão pode ser determinada a partir de modelo teórico bastante preciso, mas necessita extenso trabalho de computação. Os programas de cálculo estão sendo desenvolvidos, esperando-se concluir a fase de projeto, incluindo as lentes eletrostáticas e placas defletoras, no próximo trimestre. Para manter o vácuo diferencial, necessário ao funcionamento do canhão, é requerida uma pequena bomba do tipo iônica, que já foi adquirida. A maior parte do material, necessário à construção da estrutura à máquina PD, já se encontra na oficina do INPE.

## 5.2 - EXPERIMENTO PMAG

O estudo das propriedades de plasmas magnetizados é o objetivo geral deste experimento. Para a realização das experiências construir-se-á um sistema linear, que depende essencialmente da montagem de um conjunto de solenóides com núcleo de ar. Considerou-se a alternativa de construção destes eletro-ímãs no INPE; para isso, realizou-se um anteprojeto procurando adaptar os solenóides a fontes de alimentação disponíveis de fabricantes nacionais. O sistema seria formado por oito bobinas, com diâmetro interno de 20 cm e largura de 7,5 cm, que permitem aplicar um campo, com densidade de fluxo central máxima igual a 0,24 T, sobre uma distância axial de 70 cm. As fontes de alimentação forneceriam uma potência de 24 kW para uma corrente de 300A. A refrigeração dos solenóides seria feita por meio de uma bomba de recirculação de água, com vazão da ordem de 1 l/s. As duas fontes de alimentação já foram encomendadas, e foi possível, dentro dos recursos disponíveis, aumentar a potência total para 36 kW. Infelizmente, chegou-se à conclusão que a construção dos solenóides requer uma infra-estrutura não existente no INPE, porém, está se tentando convencer uma indústria nacional a executar o projeto; a alternativa seria importar os solenóides. De qualquer forma, até a fase de montagem do sistema linear, prevê-se um prazo de doze meses. Foram, também, desenvolvidos códigos para computador que permitem calcular as variações das componentes axial e radial da densidade de fluxo no interior do sistema. Estes códigos estão sendo melhorados para que se possa determinar a configuração que forneça, por exemplo, a maior uniformidade do campo magnético na região experimental.

### 5.3 - EXPERIMENTO PRAD

Este experimento visa a produção e estudo das propriedades de plasmas de alta densidade e de temperatura elevada, produzidos pela irradiação de alvos sólidos, ou gasosos, por fontes intensas da radiação laser. Para a realização desta atividade será utilizado um laser de rubi com potência máxima entre 100 e 200 MW, pertencente ao Grupo de Ótica Atmosférica do INPE. A irradiação dos alvos será feita no interior de uma pequena câmara de vácuo, cujo projeto já foi realizado e aguarda sua execução na oficina mecânica do INPE. Para fazer as primeiras experiências de testes do sistema de produção de plasmas por laser, foi feito, também, o projeto de uma câmara de vácuo com janelas bastante simplificadas. A construção desta câmara deverá estar concluída em aproximadamente um mês. Foi realizado um levantamento do material bibliográfico referente a plasmas produzidos por laser e técnicas de diagnóstico aplicáveis às medidas de densidade eletrônica, temperatura eletrônica e velocidade do plasma. Estas medidas serão feitas utilizando-se sondas eletrostáticas e técnicas espectroscópicas (o equipamento para espectroscopia já existe no Laboratório de Ótica do INPE). Atualmente, está-se estudando a possibilidade de medição do campo magnético espontâneo em tais plasmas produzidos por laser (ainda não existe uma técnica desenvolvida para realizar tais medidas junto ao foco do laser).

### 5.4 - ATIVIDADE PTEO

Realizou-se um estudo teórico do equilíbrio bi-dimensional de anéis iônicos (o interesse, neste assunto, resulta de possíveis aplicações em reatores de fusão baseados na concepção Astron). O modelo teórico já foi concluído e, também, já foram obtidos os primeiros resultados computacionais satisfatórios. Nos próximos três meses deverá estar concluída uma publicação expondo este trabalho. Para a realização dos trabalhos teóricos do grupo foi necessário desenvolver ou adaptar diversos algoritmos, tais como os utilizados no cálculo de funções de onda de Coulomb e de funções de Legendre.



## CAPÍTULO VI

### PUBLICAÇÕES

- MEDRANO-B., R.A. Metodos Matemáticos da Física I - Vetores, Campos e Coordenadas. Out. 1978 (INPE-1372-PE).
- GONZALES, A.L.C.; GONZALEZ-A., W.D. Interplanetary Current Sheet and Magnetic Field on Magnetic Field Sector Structure. In: 1978 Fall AGU Meeting, San Francisco, Dec. 4-8, 1978. (Trans. AGU, 59(12): 1178, 1978). Dec. 1978.
- GONZALEZ-A., W.D.; DUTRA, S.L.G.; GONZALEZ, A.L.C.; BATISTA, I.S.; MARTIN, I.M. Electromagnetic Hiss and Relativistic Electron Interaction at the Brazilian Magnetic Anomaly. In: 1978 Fall AGU Meeting, San Francisco, Dec. 4-8, 1978. (Trans. AGU, 59 (12):1156, 1978). Dec. 1978.
- GONZALEZ-A., W.D.; GONZALEZ, A.L.C. Influence of the Interplanetary Magnetic Field on Magnetospheric Current Systems. In: 1978 Fall AGU Meeting, San Francisco, Dec. 4-8, 1978. (Trans. AGU, 60 (18): 327, 1979). Jan. 1979.
- RAO, K.R. Four Year Statistics of Active Prominences. In: IAU Colloquium N. 44 "Physics of Solar Prominences", Jan. 1979 (INPE-1417-RPE).
- GONZALEZ-A., W.D.; GONZALEZ, A.L.C. Periodicities in the Interplanetary Magnetic Field Polarity. Feb. 1979 (INPE-1425-RPE).
- GONZALEZ-A., W.O.; GONZALEZ, A.L.C.; MOZER, F.S. Two Modes of Interplanetary Electric Field Penetration to the Earth's Magnetosphere. In: International Workshop on Selected Topics of Magnetospheric Physics, Tokio, Mar. 13-16, 1979 (Magnetospheric Study 1979, ED. Japanese IMS Committee, 310-315, 1979). Mar. 1979.
- MEDRANO-B., R.A. Metodos Matemáticos da Física II - Operadores Lineares, Matrizes e Autovalores. Mar. 1979 (INPE-1449-RPE).



- JARDIM, J.O.D. On the Origin of the Elements - A Brief Review. *Ciência e Cultura*. Apr. 1979 (INPE-1466-RPE).
- MEDRANO-B., R.A. Métodos Matemáticos da Física IV: Funções da Variável Complexa. Mai. 1979 (INPE-1494-RPE).
- DA COSTA, J.M.; DUTRA, S.L.G., BOCLET, D.; CLAISSE, J.; DUROUCHUX, PH.; OLIVIER, E.; PAGNIER, P.; ROCCHIA, R.; ALBERNHE, F.; FRABEL, M.; VEDRENE, G. Background Radiation in Some Recent High Resolution Measurements in Gamma Ray Astronomy. In: 30A. Reunião Anual da SBPC, São Paulo, 9-15, jul. 1978. (INPE-1474-RPE).
- BUIVAN, N.A.; RAO, K.R.; MARTIN, I.M. Gamma-Ray Lines Observed in Balloon Flights at High Rigidity Atmospheric Space Sci. Oct. 1978 (INPE-1366-PE).
- BUIVAN, N.A.; RAO, K.R.; MARTIN, I.M. Atmospheric Gamm Rays at High Rigidity Region Planet. Space Sci. Oct. 1978 (INPE-1367-PE).
- GONZALEZ-A., W.D. Proposta de Estudo de Processos Associados a Precipitação de Partículas na Anomalia Magnética Brasileira. Out. 1978 (INPE-1386-PPR).
- KANE, R.P. True Height Calculation from Ionograms. *J. Atmos. Terr. Phys.* Oct. 1978 (INPE-1360-PE).
- PICQUENARD, A.A.E.; PAULA, E.R. A Simplified Computer Method for Long Term Calculation of HF SKY-Waves Circuits. In: *Internacional Solar Terrestrial Predictions*, Boston, Apr. 23-27, 1979. Oct. 1978 (INPE-1377-PE).
- BITTENCOURT, J.A. *Fundamental of Plasma Physics: An Introduction*. Apr. 1979 (INPE-1450-RPE).
- BITTENCOURT, J.A. *Macroscopic Transport Equations*. Apr. 1979 (INPE-1471-RPE).

- BITTENCOUR, J.A. Elements of Plasma Kinetic Theory. Apr. 1979 (INPE-1452-RPE).
- BITTENCOURT, J.A. Average Values and Macroscopic Variables. Apr. 1979 (INPE-1451-RPE).
- BITTENCOURT, J.A. Electromagnetic Waves in Free Space. May. 1979 (INPE-1475-RPE).
- BATISTA, I.S.; ABDU, M.A.; SOBRAL, J.H.A. Um Estudo Numérico das Variações na Composição Iônica na Baixa Ionosfera durante um Eclipse Solar. In: 30A. Reunião Anual da SBPC, São Paulo, 9-15, jul. 1978 (INPE-1300-PE).
- ZIAUDDIN, S.; ABDU, M.A. On the Apparent Equatorward Propagation of Auroral Substorm Absorption Events at Low Auroral Latitudes Canadian, J. Phys., 56(11): 1412-1416, 1978. Jul. 1978 (INPE-1305-PE).
- ABDU, M.A.; BATISTA, I.S., SOBRAL, J.H.A. Particle Ionization Rates from Total Solar Eclipse Rocket Ion Composition Results, In the South Atlantic Geomagnetic Anomaly. J. Geophys. Res. Oct. 1978 (INPE-1369-PE).
- SOBRAL, J.H.A.; ABDU, M.A.; BATISTA, I.S. Wavelike Spatial Structure in Red ( $\lambda = 6300\text{\AA}$ ) Line Nightglow Intensity at 22.41'S 45.000'W, Brazil. J. Atmos. Terres. Phys. (Sub.). Nov. 1978 (INPE-1389-PE).
- ABDU, M.A.; BATISTA, I.S. Nitric Oxide Height Distribution in the Lower Ionosphere from Rocket Ion Composition Results over a Southern Temperate Latitude Station. J. Geophys. Res., Nov. 1978 (INPE-1394-PE).
- ABDU, M.A.; BATISTA, I.S. Determination of Nitric Height Distribution from Rocket Ion Composition Results at Low Latitudes. In: COSPAR Meeting - Symposium on Low Latitude Aeronomical Processes, Bangalore, May 30 - June 1, 1979. May 1979 (INPE-1493-RPE).

- KIRCHHOFF, V.W.J.H. Comments on "Quatorial F-Region Motions deduced from Sq Currents" by Tom Beer. J. Geophys. Res., 83:3903, 1978. Aug. 1978 (INPE-1155-PE).
- CLEMESHA, B.R.; KIRCHHOFF, V.W.J.H. Simultaneous Observations of Sodium Density and the Nad, OH (8,3) and OI 5577A Nightglow Emissions. J. Geophys. Res., Dec. 1978 (INPE-1404-PE).
- TAKAHASHI, H.; BATISTA, P.P. Comments on the Paper Entitled "The Quenching of DH\* in the Atmosphere" by LLEWELLYN, LONG and SOLHEIM. Plant. Space Sci. (Sub.). May 1979 (INPE-1484-RPE).
- CLEMESHA, B.R.; KIRCHHOFF, V.W.J.H.; SIMONICH, D.M.; TAKAHASHI, H. Evidence of an Extraterrestrial Source for the Mesospheric Sodium Layer. Geophys. Res. Let., 5:873-876, 1978. In: 1978 International Symposium on Solar Terrestrial Physics, Innsbruck, Austria, May 29-June 10, 1978. Oct. 1978 (INPE-1252-PE).
- SIMONICH, D.M., CLEMESHA, B.R.; KIRCHHOFF, V.W.J.H. The Mesospheric Sodium Layer at 23 Degree South: Nocturnal and Seasonal Variation. J. Geophys. Res., 84:1543-1550, 1979. Mar. 1979 (INPE-1302-PE).
- KIRCHHOFF, V.W.J.H.; CLEMESHA, B.R.; SIMONICH, D.M. Mesospheric Ozone from Measurements of Ground based Sodium Sounders. In: 31A. Reunião Anual da SBPC, Fortaleza, 11-18 jul. 1979. May. 1979 (INPE-1495-RPE).
- CLEMESHA, B.R.; KIRCHHOFF, V.W.J.H.; SIMONICH, D.M. Concerning the Seasonal Variation of the Mesospheric Sodium Layer at Low Latitude. Planet. Space Sci., 27(6):909-910, June 1979, (INPE-1283-PE).
- TAKAHASHI, H.; BATISTA, P.P.; CLEMESHA, B.R. OH Vibrational Band Emissions and the Excitation Mechanisms in the Upper Atmosphere. In: 30A. Reunião Anual da SBPC, São Paulo, 9-15 jul. 1978, (INPE-1306-PE).

- BITTENCOURT, J.A.; SAHAI, Y. Behavior of the (OI) 6300Å Emission at the Magnetic Equator and its Relation to the Vertical ExB Plasma Drift Velocity. J. Atmos. Terr. Phys. Aug. 1978, (INPE-1346-PE)
- SOBRAL, J.H.A.; ZAMLUTTI, C.J. A Semi-Experimental Estimation on the Location of the F-Region Maximum Intensity Emission Layer. J. Atmos. Terres. Phys. (Sub.), Dec. 1978, (INPE-1410-PE).
- KIRCHHOFF, V.W:J.H.; CLEMESHA, B.R.; SIMONICH, D.M. Sodium Nightglow Measurements and Implications on the Sodium Photochemistry. J. Geophys. Res., 84:1323-1327, 1979. Apr. 1979, (INPE-1219-PE).
- TAKAHASHI, H.; BATISTA, P.P.; CLEMESHA, B.R.; SIMONICH, D.M.; SAHAI, Y. Correlations between OH, NaD and OI 5577 Emission in the Airglow. Planet. Space Sci., 27(6):801-807, June 1979. In: International Symposium on Solar Terrestrial Physics, Innsbruck, Austria, May 29-June 10, 1978. June 1979, (INPE-1255-PE).
- JARDIM, J.O.D. Introdução aos Processos de Interação Onda-Partícula e Partícula-Partícula. Out. 1978, (INPE-1370-NTI).
- TRIVEDI, N.B., KANE, R.P. Solar and Lunar Daily Variation at Low Latitudes during Quiet and Disturbed Days. Mar. 1979, (INPE-1435-RPE).
- KANE, R.P.; TRIVEDI, N.B. Influence on Northern and Southern Hemisphere Sq Current Systems on the Equatorial Region. J. Atmos. Terr. Phys., (Sub.). Apr. 1979, (INPE-1434-RPE).
- KANE, R.P.; TRIVEDI, N.B. Relationship between Sunspot Number during Years of Sunspot Maximum and Sunspot Minimum. Nature, (Sub.). May 1979, (INPE-1485-RPE).
- KANE, R.P.; TRIVEDI, N.B. Central Plane of the Ring Current Responsible for Geomagnetic Disturbance in the South American Region. J. Geophys. Res. (Sub.). May 1979, (INPE-1482-RPE).

KANE, R.P.; TRIVEDI, N.B. Are the Equatorial Electrojet and Counter-electrojet Centered Invariably on the Dip Equator? June 1979, (INPE-1500-RPE).

KANE, R.P.; TRIVEDI, N.B. Confinement of Equatorial Counter-electrojet to Restricted Longitudes. J. Geomag. Geoelec. (Sub.). Dec. 1978, (INPE-1409-PE).

CRONOGRAMA MESTRE DAS ATIVIDADES DO PROJETO PARA A FINEP

PROJETO: CIÊNCIA ESPACIAL

DATA: JULHO/79

PRINCIPAIS EVENTOS/ATIVIDADES	TEMPO (TRIMESTRE)							
	I (*)	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<b>FISICA DA ALTA ATMOSFERA</b> 1 - Previsão de observações e de medidas de - perfil vertical de sódio - perfil vertical de aerossóis - emissão de sódio em S.J.C. - emissões mesosféricas - emissões termosféricas (a cada trimestre será apresentado o relatório das observações realizadas no trimestre n-2) (*N = Noites de Observação)	15 N*	12 N	12 N	15 N	15 N	12 N	12 N	15 N
	15 N	12 N	12 N	15 N	12 N	12 N	12 N	15 N
	20 N	12 N	12 N	20 N	20 N	12 N	12 N	20 N
	20 N	12 N	12 N	20 N	20 N	12 N	12 N	20 N
	20 N	12 N	12 N	20 N	20 N	12 N	12 N	20 N
2 - Equipamento para medir a temperatura de sódio na mesosfera - construção - teste e calibração - operação e realização de medidas	▼	□				●		
		▼	□			○	●	
						5 N	5 N	20 N

CONVENÇÃO    ▼ Início Planejado    □ Término Planejado    ○ Novo Início Planejado  
                   ▼ Início Real            ■ Término Real            ● Novo Término Planejado

CRONOGRAMA MESTRE DAS ATIVIDADES DO PROJETO PARA A FINEP

PROJETO: CIÊNCIA ESPACIAL

DATA: JULHO/79

PRINCIPAIS EVENTOS/ATIVIDADES	TEMPO (TRIMESTRE)							
	I(*)	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
3 - Fotômetro de varredura meridional - projeto - construção - teste e calibração - realização de medidas (relatórios sobre as observações no tri- mestre n-2)	▼		■					
				▼	□	○	□	●
4 - Fotômetros multicanais com filtro indinã vel - projeto - construção - testes e calibração - realização de medidas (relatórios sobre as observações no tri- mestre n-2)	▼		■					
				▼	□	○	□	●

CONVENÇÃO

▼ Início Planejado	□ Término Planejado	○ Novo Início Planejado
▼ Início Real	■ Término Real	● Novo Término Planejado

CRONOGRAMA MESTRE DAS ATIVIDADES DO PROJETO PARA A FINEP

PROJETO: CIÊNCIA ESPACIAL

DATA: JULHO/79

PRINCIPAIS EVENTOS/ATIVIDADES	TEMPO (TRIMESTRE)							
	I(*)	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
5 - Interferômetro tipo Fabri-Perot - estudo preliminar - projeto - construção - testes e calibração - operação e realização de medidas (relatório sobre as observações no tri- mestre n-2)	▼	■	▼	▼	○	□		
FÍSICA DE PLASMAS 6 - máquina de Plasma Duplo - construção - montagem - teste de vedação - teste elétrico - determinação dos parâmetros caracterís- ticos do plasma (densidade e tempera- tura dos elétrons) - construção do sistema de diagnóstico por feixes de elétrons - definição da programação da experimen- tação (excitação e detecção de ondas ion-acústicas, produção de cavitons, etc.	▼	□	▼	▼	○	●	○	●

CONVENÇÃO

▼ Início Planejado    □ Término Planejado    ○ Novó Início Planejado  
 ▼ Início Real        ■ Término Real        ● Novo Término Planejado



CRONOGRAMA MESTRE DAS ATIVIDADES DO PROJETO PARA A FINEP

PROJETO: CIÊNCIA ESPACIAL

DATA: JULHO/79

PRINCIPAIS EVENTOS/ATIVIDADES	TEMPO (TRIMESTRE)							
	I(*)	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
- Realização de pesquisas, segundo a programação estabelecida.								<input type="checkbox"/>
7 - Sistemas para pesquisas em Plasmas Magnetizados.				<input type="checkbox"/>				
- projeto								
- construção								
- montagem								
(indicadores de andamento a serem determinados durante o projeto).								
GEOMAGNETISMO								
8 - Previsão de realização de observações e de medidas:								
- no Eletrojato Equatorial	92 D*	92 D	90 D	91 D	92 D	92 D	90 D	91 D
- na Anomalia Magnética do Atlântico Sul		92 D			92 D	92 D	90 D	92 D
(*D = jornadas diárias de 24 horas).								
9 - Equipamento de sondagem magneto - telúricas.								
- projeto								

CONVENÇÃO

▼ Início Planejado    □ Término Planejado

○ Novo Início Planejado

● Novo Término Planejado

▼ Início Real

■ Término Real

CRONOGRAMA MESTRE DAS ATIVIDADES DO PROJETO PARA A FINEP

PROJETO: CIENCIA ESPACIAL

DATA: JULHO/79

PRINCIPAIS EVENTOS/ATIVIDADES	TEMPO (TRIMESTRE)							
	I (*)	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
- construção - montagem - testes e cronograma de utilização - medidas segundo o cronograma estabelecido.	▼	■	▼	□		●		
				▼			○	○
10 - Detetores de raios X e raios γ atmosféricos	▼	■						
- construção - montagem - teste	▼	■						
		▼						
11 - Realização de medidas de raios X e raios γ, e partículas carregadas através de detetores instalados a bordo de balões estratosféricos.		▼ 3 vôos	■			▼ 6 vôos	3 vôos	□
12 - Redução e análise de dados (a cada bimestre será apresentado o relatório do trimestre n-2).	▼							□

CONVENÇÃO

▼ Início Planejado    □ Término Planejado    ○ Novo Início Planejado  
 ▼ Início Real        ■ Término Real        ● Novo Término Planejado

CRONOGRAMA MESTRE DAS ATIVIDADES DO PROJETO PARA A FINEP

PROJETO: CIENCIA ESPACIAL

DATA: JULHO/79

PRINCIPAIS EVENTOS/ATIVIDADES	TEMPO (TRIMESTRE)							
	I(*)	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
13 - Implantação do Banco de Dados Geomagnéticos. - definição do sistema - elaboração do programa de armazenamento e recuperação. - processamento e armazenamento dos dados já existentes no INPE (formato da Associação Internacional de Geomagnetismo e Aeronomia). - elaboração do Manual do Usuário	▼ ■	▼ ■	▼	▼ ■	▼	●		
IONOSFERA	92 D	92 D	91 D	91 D	92 D	92 D	90 D	91 D
14 - Observações Ionossonda (relatórios sobre as observações no trimestre n-2)		▼ ■	▼	▼				
15 - Instalações de riômetro em Cachoeira Paulista.		▼	▼	▼	▼			
16 - Compra de registradores e riômetros nacionais.	▼	▼ ■		▼	▼			
17 - Compra de riômetros e registradores importados.			▼	▼	▼			

CONVENÇÃO

▼ Início Planejado    □ Término Planejado    ○ Novo Início Planejado  
 ▼ Início Real        ■ Término Real        ● Novo Término Planejado

CRONOGRAMA MESTRE DAS ATIVIDADES DO PROJETO PARA A FINEP

PROJETO: CIENCIA ESPACIAL

DATA: JULHO/79

PRINCIPAIS EVENTOS/ATIVIDADES	TEMPO (TRIMESTRE)							
	I(*)	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
18 - Instalação de um riômetro em Fortaleza					▽		○	
19 - Instalação de um riômetro em Gaspar-SC.						□		
20 - Compra de um receptor HF.				▼		●		
21 - Instalação de um receptor HF em Cachoeira Paulista			▽	□	○	●		
22 - Compra e instalação de um oscilador para drão		▼					●	
23 - Compra de dados ionosfêricos.				□		●		
24 - Medidas com os equipamentos instalados e análise dos dados (relatôrios sobre as observações no trimestre n-2)			▼					□
ASTROFÍSICA								
25 - Compra de balões e materiais para construção de detetores de raios X e raios γ, e partículas carregadas.	▼	■			▽	□		
26 - Construção dos detetores.		▼	■			▽	□	
27 - Teste dos detetores.			▼				▽	
28 - Realização de observações através de detetores instalados a bordo de balões.			▼ 2 vôos		▽ 2	2	6	3

CONVENÇÃO

▼ Início Planejado      □ Término Planejado      ○ Novo Início Planejado  
 ▼ Início Real            ■ Término Real            ● Novo Término Planejado

CRONOGRAMA MESTRE DAS ATIVIDADES DO PROJETO PARA A FINEP

PROJETO: CIÊNCIA ESPACIAL

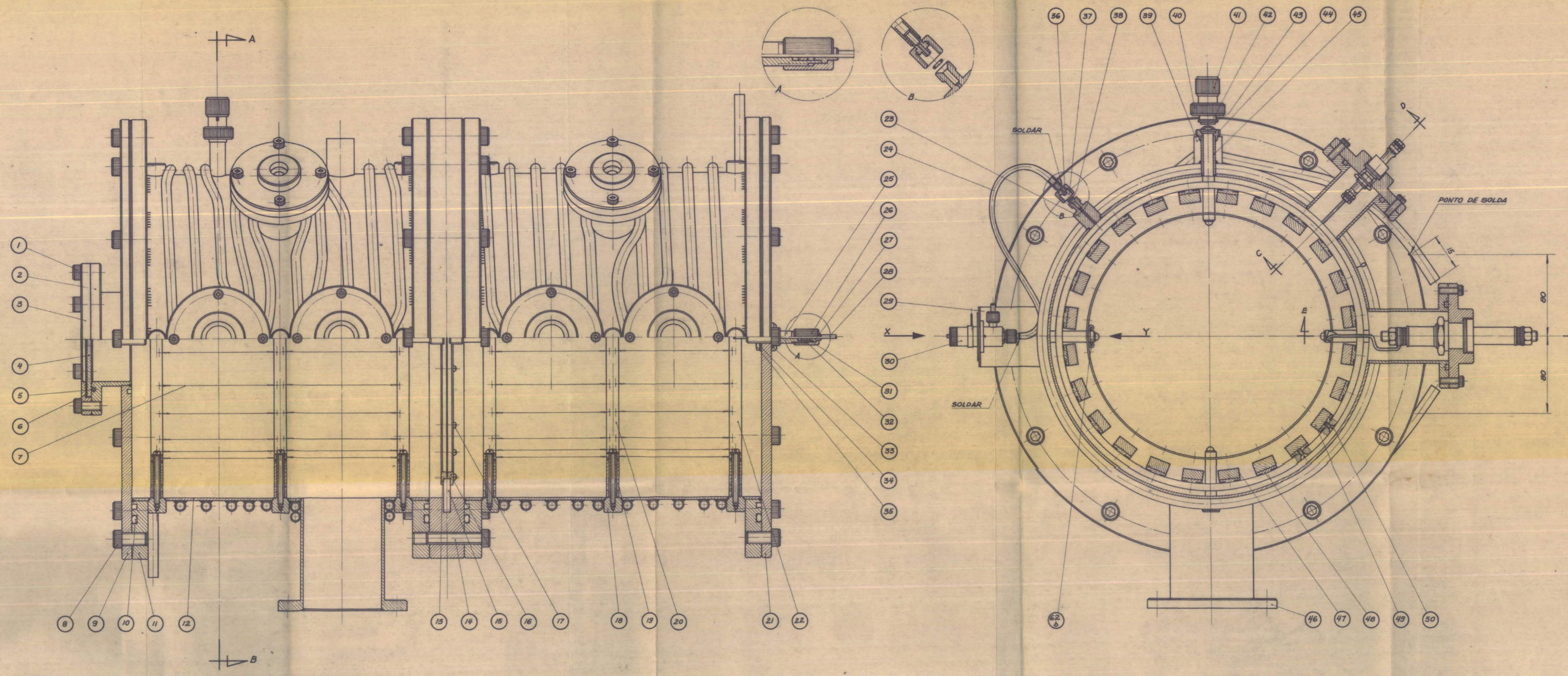
DATA: JULHO/79

PRINCIPAIS EVENTOS/ATIVIDADES	TEMPO (TRIMESTRE)							
	I(*)	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
29 - Redução e análise dos dados. (a cada trimestre será apresentado o relatório do trimestre n-2).			▼					□

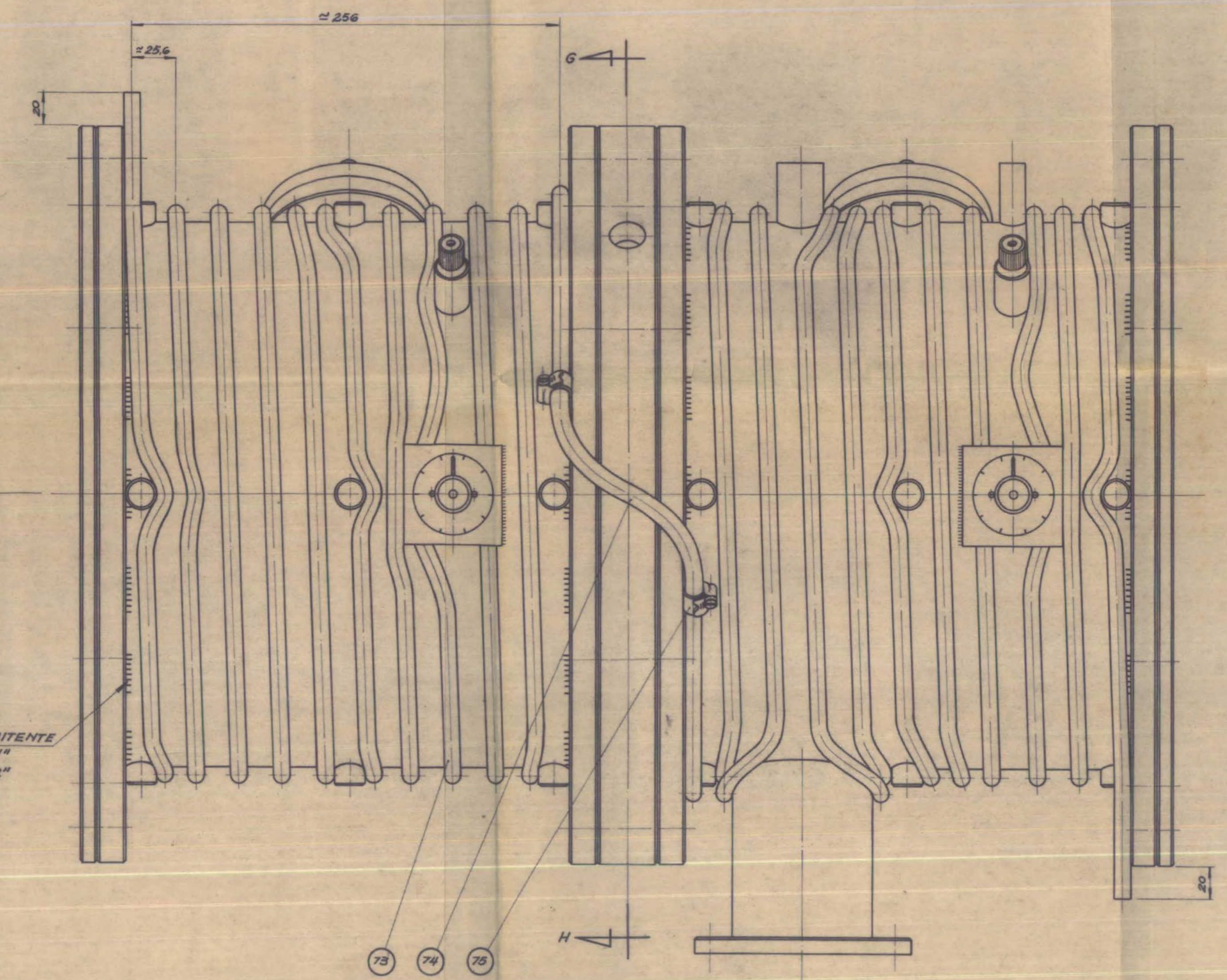
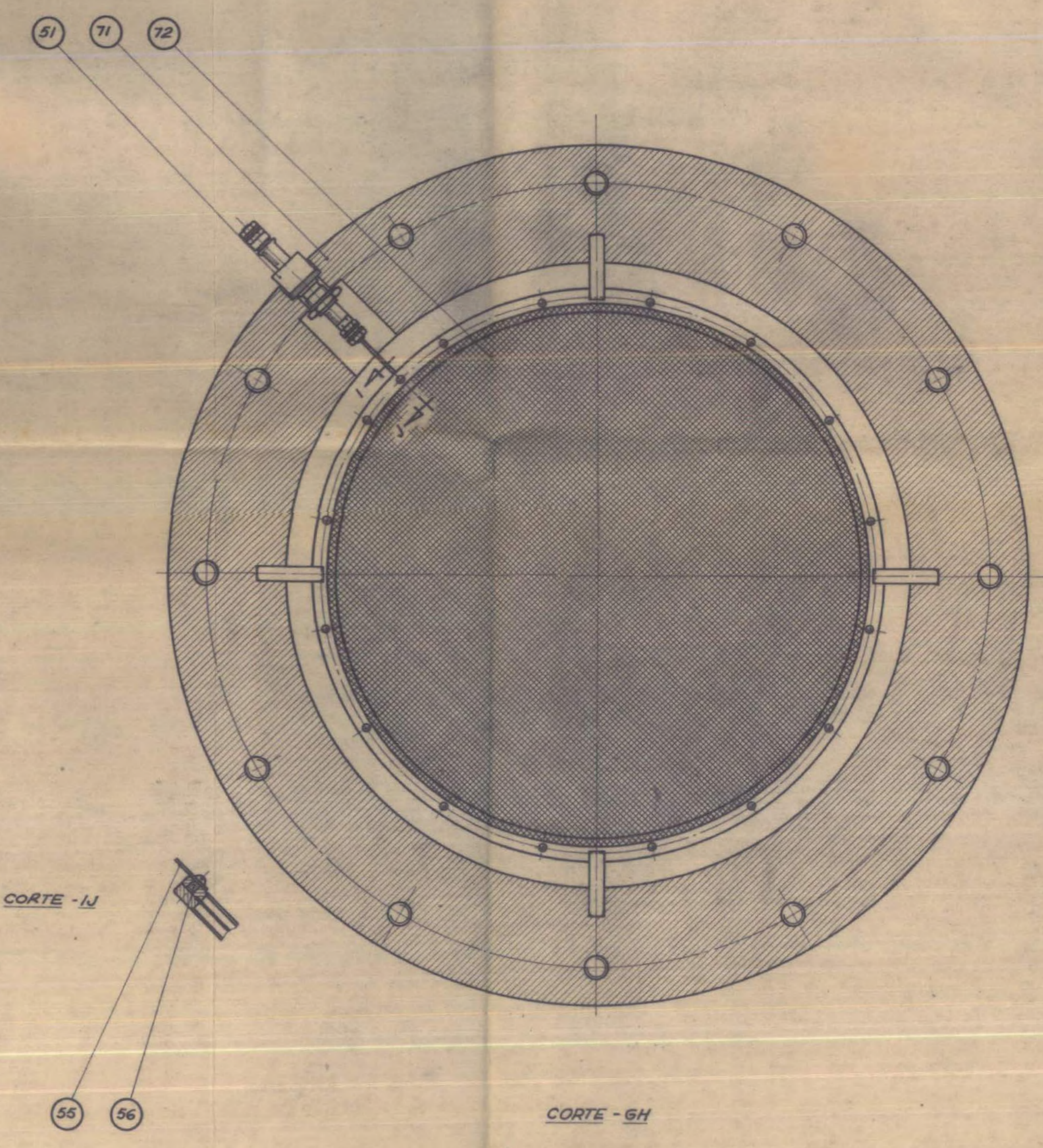
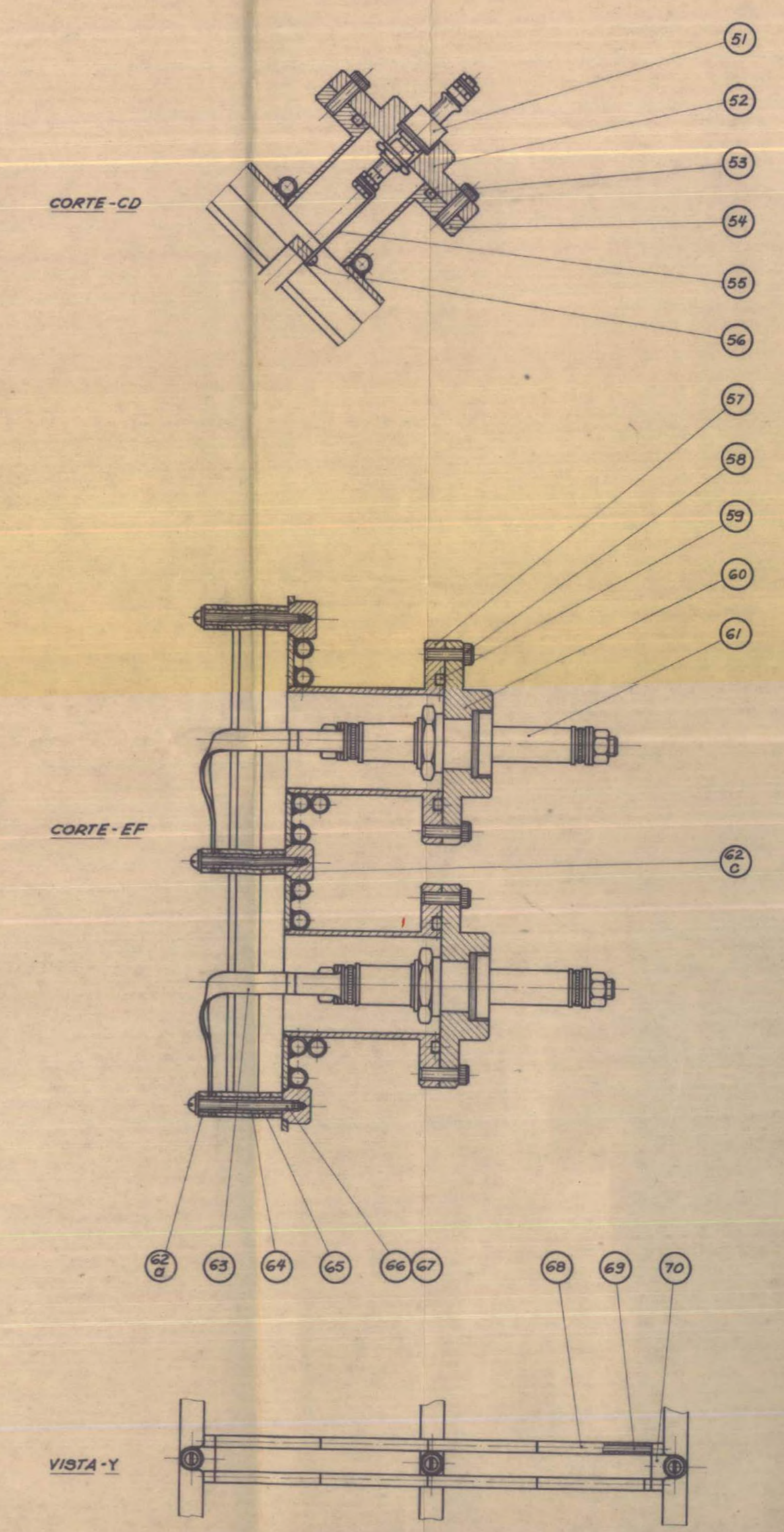
CONVENÇÃO

▼ Início Planejado	□ Término Planejado	○ Novo Início Planejado
▼ Início Real	■ Término Real	● Novo Término Planejado





VISTA PARCIAL  
 NOTA: CONJUNTO TODO SOLDADO  
 A ARGÔNIO.



VISTA PARCIAL-X  
 NOTA: SOLDAR A SERPENTINA EM TODA  
 EXTENSÃO.

75	BRACADEIRA	2	EXIST.	32	ANEL DE COMPRESSÃO	1	LATÃO	
74	MANUEIRA DE BORRACHA	1	INT. 3/8" COMP. 250	31	ANEL O-RING ED. 101 VOR	2	INT. 250X125MM	EXIST.
73	TUBO DE COBRE	2	Ø 3/8" COMP. 125	30	VÁLVULA DE ADMISSÃO DE GÁS	2	ACO INOX. C/ESP.	
72	TELA	1	ACO INOX. 25X125	29	SUporte DA VÁLV. DE ADM. DE GÁS	2	ACO INOX. C/ESP.	
71	FLANGE CENTRAL	1	ALUMÍNIO	28	SOLDA			
70	SUPOORTE DO CONDUTOR	4	LATÃO EBP. I	27	INVELADOR DA SONDIA	1	LATÃO	
69	CONDUTOR	4	COBRE FIO 24T	26	PARÇA DE ABERTO DO SUPR. ALUM.	1	LATÃO	
68	ISOLADOR DO CONDUTOR	4	PORCELANA 25T 155	25	SUPOORTE DA SONDIA	1	LATÃO	
67	ARRUELA 1/2"	24	LATÃO 25X125	24	TUBO DE UNIÃO	1	COBRE 1/2" X 1/2"	
66	PARAF. FENDA CAB. ABAUL.	24	LATÃO 25X125	23	UNIÃO PARA ADMISSÃO DE GÁS	2	ACO INOX.	
65	ISOLADOR DE PORCELANA	24	PORCELANA	22	ANEL DE FIX. DOS FILAMENTOS-I	4	ACO INOX. ESP. I	
64	ESPAÇADOR DE PORCELANA II	24	PORCELANA	21	TAMPA DA CÂMARA ALVO	1	ALUMÍNIO	
63	CONECTOR-E	1	COBRE C/ESP.	20	ANEL DE FIX. DOS FILAMENTOS-II	2	ACO INOX. ESP. I	
62	ESPAÇADOR DE PORCELANA I	48	PORCELANA	19	ANEL DE FIX. DAS CAVALETAS	4	ACO INOX.	
61	ELETRODO MAIOR	4	MOD. 50	18	FIXADOR DOS PARAF. DOS ANEIS	24	LATÃO	
60	FIXADOR DO ELETRODO MAIOR	4	ACO INOX.	17	PARAF. FENDA CAB. ABAUL.	16	LATÃO 1/2" X 1/2"	
59	ANEL O-RING PARKER Nº 2-325	4	INT. 250X125	16	SUPOORTE DA TELA DE ESPANÇÃO-II	1	ALUMÍNIO	
58	PARAF. ALLEN. CAB. CILÍNDRICA	16	ACO 1/2" X 1/2"	15	SUPOORTE DE PORCELANA	4	PORCELANA	
57	FL. DO ALUM. DO ELETRODO MAIOR	4	ACO INOX.	14	PARAFUSO ESPECIAL	25	PARAF. ALLEN. CAB. CILÍNDRICA	
56	PARAF. FENDA CAB. ABAUL.	2	LATÃO 1/2" X 1/2"	13	SUPOORTE DA TELA DE ESPANÇÃO-I	1	ALUMÍNIO	
55	CONECTOR-T	2	COBRE C/ESP.	12	CÂMARA	2	ACO INOX.	
54	FL. DO ALUM. DO ELETRODO MENOR	2	ACO INOX.	11	FLANGE DA CÂMARA	1	ACO INOX.	
53	ANEL O-RING PARKER Nº 2-325	2	INT. 250X125	10	ANEL O-RING PARKER Nº 2-157	4	INT. 250X125	
52	FIXADOR DO ELETRODO MENOR	2	ACO INOX.	9	TAMPA DA CÂMARA DE EXCITAÇÃO	1	ALUMÍNIO	
51	ELETRODO MENOR	2	MOD. 70	8	PARAF. ALLEN. CAB. CILÍNDRICA	24	ACO 1/2" X 1/2"	
50	PARAF. FENDA CAB. ESC.	144	LATÃO 1/2" X 1/2"	7	FILAMENTOS	24	ACO 1/2" X 1/2"	
49	IMÁ	192	EXIST.	6	ANEL DE MEDICAMENTO	24	ACO 1/2" X 1/2"	
48	SUPOORTE DAS CAVALETAS	48	ALUMÍNIO	5	ANEL O-RING PARKER Nº 2-241	1	INT. 250X125	
47	CANALETA	48	ACO INOX. 25X125	4	ESPAÇADOR	1	1/2" X 1/2" X 5/8"	EXIST.
46	CONEXÃO P/BOMBA DE DIFUSÃO	1	ACO INOX.	3	FIXADOR DO ESPELHO	1	LATÃO	
45	FIX. DA VÁLV. DE ADMISSÃO DE GÁS	1	ACO INOX.	2	FLANGE DO VÍDEO	1	LATÃO	
44	ACOPLEMENTO-FÊMEA	1	SCIO-08-C10-02-100	1	PARAF. ALLEN. CAB. CILÍNDRICA	6	ACO 1/2" X 1/2"	
43	ACOPLEMENTO-MACHO	1	SCIO-08-C10-02-100	1	POB			
42	BUCHA DO O-RING	1	SCIO-08-C10-02-100		DESCRIBÇÃO	QT	MATERIAL	DBR.
41	VÁLVULA DE ADMISSÃO DE GÁS	1	RB-3		<b>INPE</b>			
40	FIX. DO O-RING	1	SCIO-08-C10-02-100		<b>Fig. V.1 MÁQUINA DE PLASMA DUPLO</b>			
39	FIX. DO O-RING	1	ACO INOX.		REF	GPL	DM	
38	ANEL O-RING PARKER Nº 2-325	2	INT. 250X125		DES	103.01.000	E	
37	PARÇA DE ABERTO DA UNIÃO	2	ACO INOX.		TOL. MÁX. ESPEC.	ESCALA	FOLHA	
36	UNIÃO DA ADMISSÃO DE GÁS	2	ACO INOX.		PROJ	1:2	1	
35	PARÇA ESPECIAL	1	LATÃO 25X125		DES	103.01.000	1	
34	ARRUELA 1/2" X 1/2"	1	LATÃO		TOL. MÁX. GEN.	ESCALA	FOLHA	
33	ANEL O-RING ED. 128 VOR	1	INT. 250X125		PROJ	103.01.000	1	
					DES	103.01.000	1	
					VISTO	103.01.000	1	