

**MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS  
COORDENAÇÃO DE ENSINO, DOCUMENTAÇÃO E PROGRAMAS ESPECIAIS  
COORDENAÇÃO DE CIÊNCIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS - CEA  
CENTRO REGIONAL SUL DE PESQUISAS ESPACIAIS - CRSPE  
ESTAÇÃO TERRENA DE RASTREIO E CONTROLE DE  
SATÉLITES - ETRCS/CRSPE/INPE  
OBSERVATÓRIO ESPACIAL DO SUL - OES/CRSPE/INPE**

**Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC - CNPq**

**RELATÓRIO PARCIAL DE ATIVIDADES  
SUBSTITUIÇÃO DE BOLSISTA**

**Título do Projeto:**

**Estudo da Camada de Ozônio sobre o Sul do Brasil  
no Observatório Espacial do Sul**

**Bolsista:**

**Fernando Luís Guarnieri**

**Orientador:**

**Volker W. J. H. Kirchhoff**

**Co-Orientador:**

**Nelson Jorge Schuch**

**Santa Maria, Fevereiro de 1999.**

# ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b>	<b>2</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>3</b>
<b>Resumo</b>	<b>4</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>5</b>
<b>1.1. O Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria/CT/UFMS, o Projeto RA e a Implantação do OES/CRSPE - INPE</b>	<b>5</b>
1.1.1. Objetivo do Projeto Radioastronomia	11
1.1.2. Objetivo da Cooperação Científica Internacional Brasil-Japão em Ciências Espaciais Básicas e Ciências Atmosféricas	11
1.1.3. Objetivo do Programa de Monitoramento do Ozônio Atmosférico do LACESM	11
<b>1.2. Estudo dos Fenômenos Espaciais e Atmosféricos na Região Sul do Brasil: Camada de Ozônio X Anomalia Magnética do Atlântico Sul</b>	<b>12</b>
<b>1.3. O Buraco de Ozônio Antártico</b>	<b>13</b>
<b>1.4. Gases Atmosféricos: SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub></b>	<b>15</b>
<b>1.5. Radiação Ultravioleta Solar</b>	<b>16</b>
<b>2. Instrumentação</b>	<b>17</b>
<b>2.1. Instrumentos do Programa de Monitoramento do Ozônio Atmosférico Instalados no Observatório Espacial do Sul</b>	<b>17</b>
<b>2.2. O Espectrofotômetro Brewer MKIV</b>	<b>17</b>
2.2.1. Descrição Técnica das partes do Espectrofotômetro Brewer MKIV	20
2.2.1.1. SISTEMA ÓTICO	21
PRISMA DE ZÊNITE	21
LÂMPADAS	22
DIAFRAGMA DA IRIS	23
FILTROS	23
2.2.1.2. ESPECTRÔMETRO	24
LENTE DE CORREÇÃO	25
ESPELHO ESFÉRICO	25
GRADE DE DIFRAÇÃO	25
MICRÔMETRO	26
MÁSCARA	26
2.2.1.3. FOTOMULTIPLICADOR	27
2.2.2. Metodologia	28
<b>2.3. Sistema de Telemetria e Sondagens - W-9000</b>	<b>30</b>
2.3.1. Microsonda MARK II	33
2.3.2. Ozoniosonda ECC Modelo Z	35
<b>3. Relato das atividades do bolsista</b>	<b>37</b>
<b>3.1. Espectrofotômetro BREWER</b>	<b>37</b>
3.1.1. COLETA SEMANAL DOS DADOS	37
3.1.2. MANUTENÇÃO DOS FILTROS DE UMIDADE DO AR	37
3.1.3. REALIZAÇÃO DE TESTES DE OPERAÇÃO DO ESPECTROFOTÔMETRO	38
3.1.4. VERIFICAÇÃO E SUBSTITUIÇÃO DE LÂMPADAS	38
3.1.5. CALIBRAÇÃO QUINZENAL DO MONITOR UVB	38
3.1.6. LIMPEZA DO PEDESTAL	38
3.1.7. INSTALAÇÃO DE NO-BREAKS	39
3.1.8. LIMPEZA EXTERNA DO ESPECTROFOTÔMETRO	40
3.1.9. MANUTENÇÃO DOS SCHEDULES DO BREWER	40
3.1.10. OUTROS AJUSTES MANUAIS	41

3.1.11. Redução e Análise dos dados	41
3.1.12. MANUTENÇÃO Eletrônica do espectrofotômetro	53
<b>3.2. Sistema de Sondagens</b>	<b>54</b>
3.2.1. LANÇAMENTOS DE SONDAS	54
3.2.2. MANUTENÇÃO DA ESTAÇÃO DE TERRA DO SISTEMA W-9000	54
<b>4. Participação em congressos</b>	<b>55</b>
<b>5. conclusões</b>	<b>56</b>
<b>6. Bibliografia</b>	<b>57</b>
<b>Anexo 1</b>	<b>59</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1- FOTOGRAFIA MOSTRANDO AS INSTALAÇÕES DO OBSERVATÓRIO ESPACIAL DO SUL - OES	10
FIGURA 2 - PRÉDIO 1 DO OBSERVATÓRIO ESPACIAL DO SUL CRSPE - INPE	17
FIGURA 3 - ESPECTROFOTÔMETRO BREWER MKIV INSTALADO NO OES/CRSPE - INPE	19
FIGURA 4 - DIAGRAMA SIMPLIFICADO DO SISTEMA ÓTICO	20
FIGURA 5 - FOTOGRAFIA MOSTRANDO O SISTEMA ÓTICO DO ESPECTROFOTÔMETRO	21
FIGURA 6 - VISTA DO PRISMA ROTATIVO DE ENTRADA DA LUZ NO BREWER	22
FIGURA 7 - VISTA FRONTAL EM CORTE DAS LÂMPADAS DE CALIBRAÇÃO	23
FIGURA 8 - POSIÇÃO DOS FILTROS NO EIXO ÓTICO	24
FIGURA 9 - FOTOGRAFIA ONDE APARECE EM PRIMEIRO PLANO O ESPECTRÔMETRO	25
FIGURA 10 - VISTA SUPERIOR DO MICRÔMETRO DE AJUSTE DA GRADE DE DIFRAÇÃO	26
FIGURA 11 - MÁSCARA DA FENDA DE SAÍDA	27
FIGURA 12 - VISTA SUPERIOR DO TUBO FOTOMULTIPLICADOR	28
FIGURA 13 - VISÃO DE TOPO DO SISTEMA INTERNO DO ESPECTROFOTÔMETRO BREWER MKIV	29
FIGURA 14 - ESQUEMA DO SISTEMA METEOROLÓGICO W-9000 INSTALADO NO OES/CRSPE - INPE	30
FIGURA 15 - RECEPTOR DO SISTEMA METEOROLÓGICO W-9000 INSTALADO NO OES/CRSPE - INPE	31
FIGURA 16 - ANTENA DE RECEPÇÃO DOS DADOS DO SISTEMA W-9000	32
FIGURA 17 - FOTO MOSTRANDO A ANTENA DO ANTIGO SISTEMA DE NAVEGAÇÃO NAVAID	32
FIGURA 18 - OZONIOSSONDA ECC LANÇADAS NO OES/CRSPE - INPE	35
FIGURA 19 - BALÃO METEOROLÓGICO LANÇADO NO OES/CRSPE - INPE	36
FIGURA 20 - FOTOGRAFIA DA PARTE INTERNA DO ESPECTROFOTÔMETRO ONDE APARECE O FILTRO PRINCIPAL DE UMIDADE	37
FIGURA 21 - VISTA INTERNA DO PEDESTAL, ONDE PODE SER VISTO O DISCO DE REDUÇÃO QUE DEVE SER LIMPADO PERIODICAMENTE	39
FIGURA 22 - FOTOGRAFIA DO CONJUNTO MOTOR-GERADOR (A ESQUERDA), E DO SISTEMA NO-BREAK (A DIREITA)	40
FIGURA 23 - GRÁFICO MOSTRANDO AS VARIAÇÕES DAS VARIÁVEIS R5 E R6	41

## RESUMO

O presente relatório descreve as atividades realizadas durante o período de setembro de 1998 até o mês de fevereiro de 1999 pelo acadêmico Fernando Luís Guarnieri no Observatório Espacial do Sul do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - OES/CRSPE/INPE, em São Martinho da Serra, RS. A orientação do projeto coube ao Dr. Volker Kirchhoff, do INPE/Coordenadoria de Ciências Espaciais e Atmosféricas - CEA e INPE/CRSPE, e como co-orientadores o Dr. Nelson Jorge Schuch, CRSPE-OES, e a Profa. Damaris Kirsch Pinheiro, do Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM.

Neste período foram realizadas revisões bibliográficas envolvendo os conteúdos de Ciências Atmosféricas e Ciências Espaciais Básicas e instrumentação aplicada a estas ciências, principalmente na parte eletrônica envolvida nos equipamentos utilizados no projeto de Monitoramento do Ozônio Atmosférico, como o Espectrofotômetro Brewer e o Sistema Meteorológico W-9000. Foram também realizadas atividades de estudo da operação, manutenção e de calibração dos demais equipamentos instalados no OES.

Paralelamente, realizou-se ainda a coleta e redução de dados, buscando relações com fenômenos conhecidos e fazendo uma análise matemática sobre o comportamento dos dados. Desenvolveu-se parcialmente um software para processamento dos dados do Espectrofotômetro Brewer.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil, País de dimensões continentais, constitui-se num excelente local de observações de fenômenos geofísicos e espaciais. Efeitos Secundários do Buraco de Ozônio Antártico, Anomalia Magnética do Atlântico Sul (AMAS), Eletrojato Equatorial, Equador Magnético, Amazônia, massas de ar e variedade de climas, maior incidência de relâmpagos em todo o Planeta, relativa proximidade ao continente Antártico, todas estas características favorecem a ocorrência de variedades de fenômenos naturais os quais por si só merecem estudo e compreensão.

### 1.1. O Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria/CT/UFSM, o Projeto RA e a Implantação do OES/CRSPE - INPE

Em 13 de outubro de 1973 foi criado o Núcleo de Estudos e Pesquisas Aeroespaciais - NEPAE, o qual teve sua designação alterada para Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria - LACESM, em 1995. O LACESM é um órgão setorial administrativamente vinculado a Direção do Centro de Tecnologia da UFSM. O LACESM é o órgão executor do Projeto Radioastronomia. No princípio, porém, quando da concepção do NEPAE, a idéia era capacitá-lo para operar uma pequena estação de rastreamento de satélites em convênio com o INPE. A estação foi equipada com o Sistema de Recepção de Fotografias de Satélites Meteorológicos APT/102; o sistema funcionou por pouco tempo sendo abandonado e por consequência o convênio "caducou", perdendo seu sentido.

Em 1986, por ocasião do início da implantação do Projeto Radioastronomia (RA), a estrutura técnico-científica e administrativa do NEPAE foi totalmente remodelada. O NEPAE teve sua estrutura adequada para atender os novos objetivos do Núcleo agora vinculados a execução do Projeto Radioastronomia.

A primeira concepção da importância e necessidade técnico/científica da construção de um radio-interferômetro de grande porte para ser instalado no Sul do Brasil surgiu em 1976, quando o Coordenador do Projeto RA, Nelson J. Schuch, encontrava-se em seu programa de doutoramento no Cavendish Laboratory - Departamento de Física da Universidade de Cambridge, Inglaterra.

Foi assegurada a participação do INPE no Projeto RA via documento do Diretor de Ciências Espaciais e Atmosféricas do INPE, Ref. 30.900.000.044/85-DA, 01/10/1985. Portanto, o INPE vem participando do PROJETO RADIOASTRONOMIA desde o seu princípio.

A Resolução 0001/86, do Gabinete do Reitor da UFSM, de 06/01/1986, atribui ao NEPAE, hoje LACESM, a execução do Projeto RA. Delega ao Dr. Nelson Jorge Schuch a tarefa de Coordenador do Projeto RA, *facultando-lhe gestões que assegurem e garantam eficácia às atividades necessárias a implantação e desenvolvimento do Projeto RA.*

O Projeto RA - FINEP/PADCT foi transformado em um Projeto FINEP/FNDCT. O termo de Convênio entre INPE/UFSM foi formalmente assinado em Santa Maria no dia 11/04/1988, com a participação do Ministro da Ciência e Tecnologia, Secretaria Estadual de Ciência e Tecnologia e do diretor do INPE.

O Gabinete do Reitor, via Portaria 21.432/88 de 06/05/1988, designa o Dr. Nelson Jorge Schuch para exercer a coordenação técnica e administrativa do Convênio INPE-UFSM.

A liberação de recursos como "Apoio de Recursos Computacionais" foi feita pela FINEP, no período entre 1987 e 1991, exigindo grande esforço da Coordenação do Projeto e assinatura de três Termos Aditivos, datados de 25/06/1987, 05/04/1989 e 29/05/1991, totalizando US\$ 768,792.96, recursos utilizados na aquisição da rede de computadores Cobra, dos micros Diginet e das Estações de Trabalho Sun, ainda hoje em operação no Projeto RA/LACESM.

A não liberação de outros recursos, que não para a área de Informática, pela FINEP/FNDCT, obrigou a Coordenação do Projeto RA a procurar e obter recursos via outros agentes financeiros nacionais e/ou internacionais.

Em 13/04/1993, quando no exercício da Direção do CNPq/Observatório Nacional - CNPq/ON, Rio de Janeiro, em reunião com o Presidente da FINEP, o Coordenador do Projeto Radioastronomia, na época Vice-Diretor do Observatório Nacional, entregou em mãos a *Carta Consulta OF.ON/DIR-119/93*, solicitando o enquadramento da ordem de US\$ 1,500,000.00 para conclusão do Projeto Radioastronomia - Projeto RA, Convênios: CNPq/ON-UFSM, INPE-UFSM e FINEP-UFSM, visando a construção do Rádio Observatório e do Radiointerferômetro em Santa Maria, RS. A referida Carta Consulta foi enquadrada, documento FINEP Ref. 0376/93, na linha de apoio FNDCT. A solicitação de financiamento foi elaborada utilizando a metodologia de duas fases. Na Fase I, no Sítio de observações utilizado pelo LACESM, na região do Rincão dos Negrinhos, em São Martinho da Serra, Distrito emancipado de Santa Maria, hoje Observatório Espacial do Sul - OES/CRSPE/INPE-UFSM, seriam executadas as seguintes tarefas:

- Levantamento topográfico/geológico e magnético visando a construção do Radiointerferômetro RA/IPS, antena piloto e instrumental de grande porte;
- Construção do Radiointerferômetro piloto no OES/LACESM;
- Transferência do instrumental instalado provisoriamente no Campus da UFSM para o OES/LACESM;
- Construção de um mini-prédio de alvenaria, *para abrigar equipamentos de controle das antenas piloto.*

O Projeto RA/IPS com sua metodologia foi aprovado pela Diretoria da FINEP, decisão 0358 de 05/06/1995.

Deve ser enfatizado que, até 13/03/1995 com a aprovação do Projeto RA/IPS - Radioastronomia/Cintilação Interplanetária, nenhum recurso financeiro tinha sido liberado pela FINEP para a montagem dos Laboratórios de Pesquisa e Desenvolvimento em Eletrônica, Rádio-Frequência, Tempo & Frequência, Antenas e para Material de Consumo, permitindo a aquisição de componentes eletrônicos, cabos, alumínio para as estruturas e para a

construção do Telescópio, isto é, do Radiointerferômetro do Projeto RA, o que monta dez anos de persistência e trabalho da Coordenação do Projeto RA para a concretização do mesmo objetivo, a revelia de todas as oposições.

O Convênio de execução do Projeto RA - Radioastronomia/Cintilação Interplanetária, *por impossibilidade da UFSM poder receber recursos de agentes financeiros federais, visto encontrar-se inadimplente, na época, teve que ser celebrado com a Fundação de Apoio à Tecnologia e Ciência - FATEC como Unidade Gestora, tendo o Núcleo de Estudos e Pesquisas Aeroespaciais/UFSM, hoje LACESM, como Unidade Executora e a co-participação do INPE, via Convênio.*

Mesmo na data de hoje, Fevereiro/1999, a FINEP/FNDCT tem tido grande dificuldade financeira para honrar seus compromissos aprovados na linha FNDCT, inclusive para promover a liberação das parcelas previstas/aprovadas para a execução do Projeto RA, exercícios 1996 e 1997, a Coordenação do Projeto RA têm desenvolvido incansáveis esforços, inclusive a nível político, a fim de obter da FINEP a liberação dos recursos para 1999, hoje com parcelas em atraso. A conseqüência imediata, é o sistemático e já bem conhecido, pela FINEP, atraso na implementação do Cronograma Físico do Projeto.

O Prédio 1 do Observatório Espacial do Sul - CRSPE/INPE/UFSM financiando pela FNDCT/FINEP, em São Martinho da Serra - RS, foi construído e entrou em operação sistemática com coleta de dados científicos em 19/12/1996. Portanto, no mês de dezembro/1996 foi iniciado o processo da transferência dos equipamentos de controle e coleta de dados instalados no "campus" da UFSM, inclusive os equipamentos da Cooperação Brasil - Japão e do Programa do Ozônio, conforme estabelecido pelo Cronograma aprovado pela FINEP/FNDCT para o PROJETO RADIOASTRONOMIA.

Como relatado, devido a grandes dificuldades existentes no País para a implementação e desenvolvimento de projetos científicos aprovados pela FINEP e/ou pelo CNPq, a Coordenação do Projeto RA neste últimos anos, foi obrigada a desenvolver, formas alternativas para o desenvolvimento de sub-áreas do Projeto RA, criando uma série de cooperações com várias instituições: Universidade de Kyushu (Magnetosfera Terrestre e Geomagnetismo, instalação de magnetômetro fluxgate em Santa Maria), INPE (Ciências Atmosféricas e Espaciais, instalação de espectrofotômetro Brewer, magnetômetro de indução), National Institute of Polar Research - NIPR e Takushoku University (Ciências Atmosféricas e Espaciais, instalação de contador Geiger, sensor UV, magnetômetro de indução), Philips Laboratory (Telecomunicações/Rádio Propagação, instalação de sistema transmissor - receptor de 48 MHz, Santa Maria/São José dos Campos, para estudo na grande área das telecomunicações pela reflexão via rastro de meteoros e na Camada Es Esporádica da Ionosfera).

Para o desenvolvimento das atividades técnicas, foi criado o Laboratório de Eletrônica e Rádio-Freqüência, nas instalações do Projeto RA, no prédio Pavilhão de Laboratórios, no Centro de Tecnologia, com a aquisição de instrumentação eletrônica adequada para a construção de *hardware* necessário ao rádio-interferômetro. *Estas atividades continuam sendo desenvolvidas* no LACESM com acadêmicos estagiários dos Centros de Tecnologia e de Ciências Naturais e Exatas da UFSM.

O INPE vem colaborando de forma ininterrupta e sistematicamente com a UFSM promovendo e apoiando o desenvolvimento das Ciências Espaciais e Atmosféricas no Rio Grande do Sul, desde 1985, quando assegurou sua participação no Projeto RA, tendo sido assinado um novo Convênio entre a UFSM e o INPE em 1988, reiniciando atividades conjuntas.

Em Maio de 1992, no âmbito da Cooperação da UFSM com o INPE, foi instalado em Santa Maria um Espectrofotômetro Brewer MKIV para acompanhar o comportamento da Camada de Ozônio no Sul do Brasil e paralelamente estudar a possibilidade de utilizar o Ozônio Atmosférico como traçador indireto de rádio-interferência para o Projeto RA. O Brewer mede as colunas totais de O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>. Com o apoio da FAPERGS, em 1994, foi adquirido e instalado no Brewer um detetor de Radiação Ultravioleta Solar para monitorar a intensidade da radiação solar na faixa do UVB 290-320 nm.

A partir do comprovado sucesso do desenvolvimento e da sistemática superação de dificuldades imposta a consolidação do Projeto RA e do LACESM, a Direção do INPE demonstrou interesse em instalar no Sul do País um Complexo de Pesquisas Espaciais, consolidando os objetivos da Política Nacional de Desenvolvimento de Atividades Espaciais - PNDAE. Diante deste interesse, em 1996 foi renovado e assinado o Convênio MCT/INPE - UFSM, para implantação do CENTRO REGIONAL SUL DE PESQUISAS ESPACIAIS - CRSPE/INPE, incluindo subprojetos da ESTAÇÃO TERRENA DE RASTREIO E CONTROLE DE SATÉLITES - ETRCS/INPE, em Santa Maria, e do OBSERVATÓRIO ESPACIAL DO SUL - OES/INPE, em São Martinho da Serra, RS.

São objetivos do CRSPE/INPE em Santa Maria, RS:

1. Dar suporte logístico, técnico-científico ao desenvolvimento de programas, projetos e atividades do INPE na região Sul do Brasil e Cone Sul da América.
2. Apoiar os lançamentos e monitoramentos de foguetes e balões, no trânsito dos mesmos, na calibração das cargas-úteis e no processamento dos dados.
3. Efetuar manutenção de banco de dados obtidos pela ETRCS/INPE e OES/INPE.
4. Prestar apoio a usuários localizados nas regiões Sul do Brasil e Cone-Sul da América na obtenção de dados produzidos pelo Instituto.
5. Desenvolver equipamentos para suporte aos laboratórios, para uso de missões do INPE e para coleta de dados convencionais ou via satélite.
6. Realizar a administração das atividades, dos recursos humanos e dos recursos financeiros movimentados pelo CRSPE, ETRCS e OES/INPE, bem como as de suprimento de materiais, bens patrimoniais e orçamento e finanças.

O programa de escolha de sítio para determinar a região para a sede do OES foi extensivo, envolvendo estudo técnico e científico da escolha de sítios, nas regiões Centro-Oeste e Sul do Brasil, no Rio Grande do Sul e finalmente na grande região de Santa Maria, atendendo a metodologia de consideração dos fatores antropogênicos, logísticos, macro-micro clima &



meteorológicos e do nível de radio-interferência natural e artificial. Como resultado deste trabalho foi escolhida uma área na região do Rincão dos Negrinhos, no antigo distrito de Santa Maria, hoje município de São Martinho da Serra.

A Prefeitura e Câmara Municipal de São Martinho da Serra desapropriou no Município a área escolhida para a Sede do Observatório, uma gleba de área de 12 hectares para a construção do OES pelo INPE. Esta área é adequada para a construção dos prédios necessários para a implementação do OES e permite uma otimização com um melhor aproveitamento da distribuição física, no terreno, de sensores, equipamentos e antenas de telescópios.

A localização do CRSPE/INPE, permite desenvolver estudos inéditos das derivas zonais das irregularidades ionosféricas, dos ventos na formação do fenômeno *spread-F*, incluindo as bolhas ionosféricas e um estudo dinâmico multidisciplinar da Anomalia Magnética do Atlântico sul - AMAS.

A sub-unidade do CRSPE/INPE, o Observatório Espacial do Sul, em São Martinho da Serra, RS, tem como coordenadas geográficas:

Latitude: 29° 26' 24 " Sul

Longitude: 53° 48' 38" Oeste

Altitude elipsoidal: 488.7001 m

valores obtidos através de levantamentos por técnicas GPS na posição do 3° ponto da linha de base do radiointerferômetro do Projeto RA no Sítio do OES.

As coordenadas geomagnéticas são:

Latitude: 19° 13' 48 " Sul

Longitude: 16° 30' Leste

Inclinação (dip): 32° ,989 Sul

Intensidade do Campo Total: 22989 nT.

valores obtidos usando o modelo IGRF 1995-2000.

Foram definidas como atribuições do Observatório Espacial do Sul:

1. Executar e desenvolver as atividades e projetos de pesquisa técnico-científica em Astronomia, nas áreas de astrofísica e radioastronomia.
2. Executar e desenvolver as atividades e projetos de pesquisa técnico-científica em Geofísica Espacial, nas áreas de geomagnetismo, magnetosfera e heliosfera, eletricidade atmosférica, física e química da média e baixa Atmosfera.
3. Executar e desenvolver as atividades e projetos de pesquisa técnico científica em Aeronomia, nas áreas de físico-química e física da alta Atmosfera e Ionosfera.

4. Coletar dados, arquivando-os e mantendo-os em banco de dados formatados de acordo com padrões internacionais.
5. Desenvolver e fortalecer atividades de cooperação científica com pesquisadores e instituições de pesquisas nacionais e estrangeiras.



**Figura 1- Fotografia mostrando as instalações do Observatório Espacial do Sul - OES**

Santa Maria, com o LACESM e com o Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais - CRSPE/INPE e a sua sub-unidade, o Observatório Espacial do Sul - OES/CRSPE - INPE, em São Martinho da Serra, apresentam as condições logísticas e antropogênicas ideais do Sul do País para dar suporte a uma Cooperação Científica Internacional de longo período, 12 anos (abrangendo no mínimo um período completo do ciclo solar de 11 anos), como a do Brasil/Japão em Ciências Espaciais Básicas, que tem como principal objetivo pesquisar os fenômenos físico-químicos que ocorrem na grande região da AMAS.

Em 1996, com o apoio do CEA/INPE e da UFSM/LACESM foi aprovado pelo Governo Japonês o projeto de Cooperação Internacional Brasil - Japão em Ciências Espaciais Básicas, para estudo de fenômenos relacionados a Anomalia Magnética do Atlântico Sul, com coordenação pelo lado brasileiro do LACESM/CT/UFSM e do CEA/INPE, e coordenação pelo lado japonês do *National Institute of Polar Research*.

### **1.1.1. OBJETIVO DO PROJETO RADIOASTRONOMIA**

O objetivo do Projeto Radioastronomia RA é a construção de um radiointerferômetro de Síntese de Abertura com a rotação da Terra, operando em baixas frequências, via convênio entre **Ministério da Ciência e Tecnologia/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Universidade Federal de Santa Maria**, através da construção de laboratórios e áreas de apoio adequados à execução de atividades científicas para implantação no País de técnicas radiointerferométricas, visando o desenvolvimento de pesquisas e recursos humanos em Ciências da Terra e do Espaço, priorizando a Astrofísica, a Aeronomia e a Geofísica Espacial, entre outras áreas do saber.

### **1.1.2. OBJETIVO DA COOPERAÇÃO CIENTÍFICA INTERNACIONAL BRASIL-JAPÃO EM CIÊNCIAS ESPACIAIS BÁSICAS E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS**

A Cooperação Científica Internacional Brasil-Japão em Ciências Espaciais Básicas e Ciências Atmosféricas tem como principal objetivo pesquisar os fenômenos físico-químicos que ocorrem na grande região da Anomalia Magnética do Atlântico Sul, com coordenação técnico-científica do Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria - LACESM - CT/UFSM e da Coordenação de Ciências Espaciais e Atmosféricas do INPE, no Brasil, e com a coordenação técnico-científica do National Institute of Polar Research - NIPR de Tóquio com a colaboração das seguintes instituições: Takushoku University (Physics Division, Faculty of Engineering), Kyushu University (Dept. of Earth and Planetary Sciences), Nagoya University (Solar Terrestrial Environment Laboratory), Rikkyo University (Dept. of Physics), Kokugaku-in University, Communication Research Laboratory, National Institute of Radiological Sciences (Space and Particle Radiation Science Research Group), no Japão.

### **1.1.3. OBJETIVO DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO OZÔNIO ATMOSFÉRICO DO LACESM**

O Programa de Monitoramento do Ozônio Atmosférico do Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria - LACESM/CT/UFSM, executado em convênio com o Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Convênio: MMA - UFSM, em Cooperação com o Laboratório de Ozônio do **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE**, dentro do âmbito dos convênios MCT/INPE-UFSM e Agência Espacial Brasileira da Presidência da República - Fundação de Apoio a Tecnologia e Ciência - Convênio: AEB/PR-FATEC/UFSM, *objetiva o monitoramento, a análise estatística dos dados e a análise comportamental da Camada de Ozônio, na latitude de 30° Sul, bem como correlação com o monitoramento*

*sistemático da radiação ultravioleta, de partículas de radiação cósmica, de gases traçadores atmosféricos NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>, com dados físicos e meteorológicos obtidos através de sondagens troposféricas e estratosféricas e correlação com fenômenos da Anomalia Magnética do Atlântico Sul - AMAS.*

## **1.2. Estudo dos Fenômenos Espaciais e Atmosféricos na Região Sul do Brasil: Camada de Ozônio X Anomalia Magnética do Atlântico Sul**

A interação entre os fenômenos geofísicos e espaciais pode ser resumida: a região da Anomalia Magnética do Atlântico Sul - AMAS é caracterizada por apresentar uma menor intensidade total do campo geomagnético, em todo o Globo, favorecendo uma maior penetração de partículas carregadas na alta Atmosfera, devido aos cinturões de radiação encontrarem-se rebaixados nesta região ( o ponto de espelhamento das partículas está em menor altitude). Na ocorrência de eventos solares, ocorre um aumento na intensidade de radiação corpuscular e eletromagnética a atingir a Terra. Esta radiação extra, ao interagir com a Magnetosfera terrestre, gera tempestades magnéticas que podem interferir nos sinais recebidos pelos radiotelescópios e nos sinais de radicomunicações. Ao penetrar no topo da Atmosfera, as partículas carregadas colidem com espécies químicas nela presente e aumentam o fluxo de elétrons secundários. Este fluxo entre 50 e 25 km de altitude pode dissociar a molécula de nitrogênio molecular e gerar óxidos de nitrogênio os quais, por meio de uma seqüência de reações catalíticas, contribuir para a destruição da molécula de O<sub>3</sub>, provocando um aumento na radiação UV na superfície. Uma redução na concentração de ozônio pode ser um indicador de eventos de partículas solares e interferências para as observações radiointerferométricas como por exemplo as efetuadas pelo interferômetro do Projeto RA.

Da base de dados obtida pelo LACESM desde 1992, determinou-se que o comportamento da Camada de Ozônio na Região Sul do Brasil não se apresentou dentro da normalidade, de 1992 a 1997. Em outubro de 1993, ficou clara a comprovação científica de que a Camada do Ozônio no Sul do Brasil sofreu efeitos secundários do "Buraco de Ozônio Antártico", sendo a região atingida por ventos estratosféricos que trazem o ar pobre em ozônio do Continente Antártico até a latitude de 30° Sul.

O fenômeno da redução de ozônio atmosférico é causado, a nível global, por um desequilíbrio termodinâmico na Atmosfera terrestre, provocado pela injeção de compostos artificiais, especialmente os compostos de halogênios, os quais apresentam condições favoráveis de permanência na mesma e caráter químico catalítico em reações com a molécula de ozônio. Tal fato resultou na assinatura do Protocolo de Montreal visando reduzir efetivamente as emissões deste compostos antropogênicos. Espera-se que com a eliminação da fonte destes compostos, a Atmosfera terrestre possa voltar a seu estado de equilíbrio, isto é, a concentração de

ozônio voltar a seus valores não perturbados após um determinado e prolongado tempo. Já o Buraco de Ozônio Antártico deve ter seu efeito enfraquecido a medida que a concentração dos compostos de cloro for reduzida na Atmosfera. Entretanto, o tempo necessário para a restauração das condições normais na Atmosfera é da ordem de décadas, de maneira que várias gerações ainda terão que conviver com o problema.

O decréscimo do campo geomagnético, um fenômeno natural e que já ocorreu inúmeras vezes na história da Terra, tanto com reversões de campo quando sem reversões, ainda não tem conseqüências bem esclarecidas. Uma suposta anulação do campo geomagnético faria com que o vento solar incidisse diretamente no topo da Atmosfera terrestre, já que não haveria a Magnetosfera, e as partículas carregadas incidiriam igualmente sobre todo o Globo, não sendo aprisionadas e direcionadas aos pólos, uma vez que a incidência de raios cósmicos é isotrópica. O aumento de partículas incidentes na alta Atmosfera causaria modificações imediatas na estrutura e composição das suas camadas superiores, com uma maior geração de íons. Embora a propagação de partículas energéticas até a superfície possa ser atenuada pela Atmosfera, indubitavelmente seus efeitos se farão sentir por todo o sistema terrestre. A maior precipitação de partículas poderia levar a maior produção de nitrogenados, e estes poderiam causar uma redução significativa na camada de ozônio a nível de Mesosfera e alta Estratosfera. Uma redução no ozônio nestas altitudes propiciaria uma maior penetração de raios ultravioleta de comprimentos de onda baixos a altitudes mais baixas, modificando as reações fotoquímicas na Estratosfera e repercutindo em termos dinâmicos e térmicos propagando-se até a baixa Atmosfera. Além disso, emissões óticas (auroras) e de raios X seriam acentuadas.

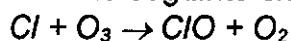
### 1.3. O Buraco de Ozônio Antártico

O ozônio é produzido na estratosfera por uma série de reações que principiam com a fotodissociação do oxigênio molecular. O ozônio pode ser destruído pela recombinação com o oxigênio e por uma variedade de ciclos catalíticos envolvendo H, NO<sub>x</sub> e Cl. A concentração de ozônio em qualquer lugar da superfície da Terra é medida pela coluna total de ozônio, a qual é a integral sobre a espessura da Atmosfera da quantidade de ozônio por quantidade de volume. A coluna total de ozônio é freqüentemente expressa como a espessura que o ozônio isolado ocuparia nas CNTP. É medido em milésimos de cm - unidades Dobson (1 UD = 0.001 cm de espessura =  $2.69 \cdot 10^{16}$  moléculas/cm<sup>2</sup>).

O fenômeno do Buraco de Ozônio, descoberto na década de 80, deve-se a reações catalíticas entre halogêneos e a molécula de ozônio. A Atmosfera da Antártica apresenta condições peculiares para o favorecimento destas reações. Devido as baixas temperaturas, formam-se no inverno antártico nuvens estratosféricas de partículas, principalmente de ácido nítrico congelado, as quais favorecem a liberação dos átomos de cloro dos compostos reservatório e propiciar a ocorrência de reações químicas heterogêneas entre ozônio e espécies de cloro e bromo, principalmente. O Buraco é favorecido no inverno também porque o ar pobre em ozônio não

consegue sair da Antártica, devido a um fenômeno de circulação atmosférica conhecido como Vórtex Polar; devido as baixas temperaturas, o ar fica impedido de prosseguir para outras latitudes, ocorrendo uma circulação centrada sobre o Pólo Sul. Com o final do inverno, o aquecimento da Atmosfera quebra o vórtex polar e o ar pobre em ozônio circula para outras latitudes, e no pólo ocorre mistura das massas de ar, homogeneizando a composição de ozônio.

Pesquisadores determinaram, através de medições na Antártica, que a redução de Ozônio estava diretamente ligada ao aumento dos compostos ClO. Logo associou-se esta redução do ozônio atmosférico à presença de compostos halogenados, derivados dos CFCs, os quais são encontrados em produtos como aerossóis, refrigeradores e embalagens. As duas espécies mais comuns, CFC-11 e CFC-12, permanecem na Atmosfera por 75 e 120 anos, respectivamente. Após 5 anos na troposfera, são transportados até a estratosfera, onde raios ultravioleta solares os dissociam em átomos livres de cloro e outros fragmentos moleculares. Podem contribuir para a destruição da molécula de ozônio no seguinte ciclo:



Nestas reações catalíticas, o ozônio passa a oxigênio molecular e os átomos de cloro estão livres para reiniciar o processo. Um simples átomo de cloro pode destruir centenas de milhares de moléculas de ozônio durante sua estada na Atmosfera. O ciclo catalítico só é interrompido quando os átomos livres de cloro são seqüestrados pelos chamados compostos reservatório, como ácido clorídrico (HCl) e nitrato de cloro (ClONO<sub>2</sub>), em cuja forma não podem atacar o ozônio.

Condições especiais favorecem a destruição do ozônio na Antártica; uma delas é a formação do vórtex polar. Durante o inverno polar, a massa de ar estratosférico sobre a Antártica é efetivamente isolada do resto da Atmosfera por uma forte circulação centrada sobre o pólo. Este vórtex polar forma-se quando o ar polar esfria-se, contrai e desce. O ar que se move para o pólo das baixas latitudes é desviado pelo efeito Coriolis, e um forte vórtex circular é produzido sobre uma região correspondente ao continente antártico.

No hemisfério Norte, as temperaturas não são tão baixas e então o vórtex ártico é mais fraco e tende a ser destruído durante o inverno. O vórtex antártico, entretanto, é completamente estável e conserva-se até a primavera quando o Sol surge e aquece o ar. Uma rápida mudança no modo de circulação dos ventos resulta, então, de tal forma que o ar das baixas latitudes penetra na região polar sul.

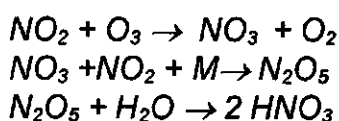
Dentro do vórtex ocorre a presença de nuvens estratosféricas polares que se desenvolvem no inverno, a temperaturas abaixo de 190 K. Essas nuvens de partículas, principalmente de ácido nítrico congelado, são sítios de reações químicas heterogêneas, as quais podem libertar os átomos de cloro dos compostos reservatório.

As formas de cloro acumuladas durante o inverno rapidamente se dissociam no retorno da luz solar na primavera para produzir átomos de cloro reativos que atacam o ozônio. O mecanismo mais provável para a destruição da molécula de ozônio é : o ciclo começa com a junção de duas moléculas

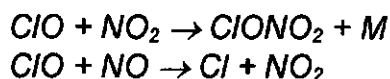
de ClO para formar o dímero Cl<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Se a fotólise do dímero produzir um átomo de cloro livre e uma forma particular de dióxido de cloro, esta molécula decompõe-se rapidamente, fechando um ciclo catalítico efetivo em remover o ozônio.

#### 1.4. Gases Atmosféricos: SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>

O NO<sub>2</sub> é um importante reagente nos processos que controlam o balanço da camada de ozônio terrestre. A presença de NO<sub>2</sub> e seu par de equilíbrio NO na baixa estratosfera provê um mecanismo importante para a destruição do ozônio. As reações envolvidas principiam com a hidrólise de N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sobre aerossóis de sulfato:



Também pode reagir com o cloro, formando compostos inativos para a destruição do ozônio:

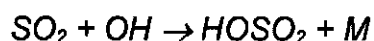


O dióxido de nitrogênio apresenta bandas de absorção na região visível. O Espectrofotômetro Brewer mede o NO<sub>2</sub> através da absorção diferencial de radiação (400-420 nm), através de duas técnicas, DS e ZS, obtendo o valor da coluna de NO<sub>2</sub> contida no caminho da massa de ar atravessada pelos raios solares.

A presença de SO<sub>2</sub> na Atmosfera dá-se por duas causas fundamentais: atividade antropogênica e emissão vulcânica. A emissão vulcânica é proveniente tanto de erupções vulcânicas quanto de emissões contínuas por vulcões inativos. Entretanto, a emissão por vulcões inativos é muito inferior a proveniente da atividade antropogênica, de tal forma que apenas vulcões eruptivos tem condições de modificar significativamente a presença de SO<sub>2</sub> na Atmosfera.

Apenas erupções fortes podem injetar dióxido de enxofre na estratosfera. Este então oxida-se e combina com água para formar aerossol de sulfato, o qual absorve radiação aquecendo a estratosfera e esfriando a superfície.

A principal reação que envolve o SO<sub>2</sub> é a etapa controladora na oxidação de fase gasosa de SO<sub>2</sub> na estratosfera:



O HOSO<sub>2</sub> formado levará à formação de sulfato. O tempo de vida do SO<sub>2</sub> com as reações acima é de cerca de 38 dias.

O Espectrofotômetro Brewer mede a coluna total de SO<sub>2</sub> utilizando a absorção espectral diferencial pela molécula de SO<sub>2</sub> em comprimentos de onda do ultravioleta, entre 300-320 nm. São realizadas observações ao longo de todo o dia.

## 1.5. Radiação Ultravioleta Solar

A atenuação da radiação pela Atmosfera, por absorção ou espalhamento, é o fator determinante para a existência da vida na superfície terrestre. Por isso, a descoberta da redução no ozônio estratosférico criou uma expectativa quanto a possibilidade do aumento da intensidade de radiação solar UV na superfície, em especial da radiação biologicamente ativa UVB (290-320 nm). Espera-se que a radiação UVB aumente com a depleção do ozônio atmosférico muito mais pronunciadamente que a radiação UVA, devido a que a absorção pelas Bandas de Hartley da molécula de ozônio aumenta muito mais rapidamente para comprimentos de onda curtos, abaixo de 320 nm.

A radiação UVB tem sido classificada em curvas de acordo com seus efeitos biológicos (espectro de ação), tais como as curvas para a síntese da vitamina D, ação Erythema, ação cancerígena, ação biológica sobre o olho humano. Na faixa de Erythema-UV, responsável pelo surgimento de queimaduras na pele, seu espectro de ação tem um máximo na região UVB (em torno de 300 nm), estendendo-se até o UVA.

A faixa de radiação UV próxima ao visível, UVA (320-400 nm) apresenta uma pequena ação biológica, entretanto reveste-se de certa importância por representar cerca de 90% da radiação solar no UV. UVA é menos efetiva biologicamente que UVB. Entretanto, por causa de sua intensidade muito maior na luz solar assim como em muitas fontes artificiais, e o maior período do dia no qual a luz solar UVA permanece a altas intensidades, UVA pode ter significativos efeitos biológicos.

A radiação UVA situa-se numa região espectral sem fortes bandas de absorção molecular na Atmosfera, não sofrendo portanto influências com a variação no ozônio total. Esta faixa pode então servir como referência para comparação com níveis de radiação UVB, verificando se flutuações ocorridas nesta faixa estão relacionadas com variações na coluna total de ozônio ou com variações em outros fatores, tais como nebulosidade, opacidade atmosférica e flutuações no fluxo de radiação solar.

Um Medidor de Intensidade de Radiação UV-A & Erythema-UV foi transferido do "Campus" UFSM, para o Observatório Espacial do Sul - OES/CRSPE/INPE em São Martinho da Serra, RS, com a finalidade de sistematicamente monitorar a radiação ultravioleta no Sul do País. Atualmente, este medidor encontra-se em conserto no Japão.



## 2. INSTRUMENTAÇÃO

### 2.1. Instrumentos do Programa de Monitoramento do Ozônio Atmosférico Instalados no Observatório Espacial do Sul

O Observatório Espacial do Sul - OES/CRSPE/INPE em São Martinho da Serra, na localidade do Rincão dos Negrinhos, distante cerca de 40 km de Santa Maria. A Figura 2 mostra o Prédio-1 do OES, o qual foi concluído em dezembro/1996.



Figura 2 - Prédio 1 do Observatório Espacial do Sul CRSPE - INPE

Nesta foto, pode-se ver o Espectrofotômetro Brewer #081, e em segundo plano pode-se ver a antena do sistema meteorológico W-9000, que foi instalada sobre uma pequena torre.

### 2.2. O Espectrofotômetro Brewer MKIV

Um espectrofotômetro é um instrumento formado por uma fonte de radiação contínua, um monocromatizador e um detector para observar e medir um espectro de absorção.

Trabalha em uma ampla faixa espectral, que é selecionada com o auxílio de um monocromatizador. Este é essencialmente constituído de uma

fonte de energia radiante, um elemento de dispersão e dispositivos para controle da largura da faixa e comprimento de onda desejados.

A fonte de energia deve fornecer um espectro contínuo.

Os elementos de dispersão podem ser prismas de vidro ou quartzo e redes de difração.

Uma porção da energia radiante emitida pela fonte passa por uma fenda de entrada e vai incidir sobre o elemento de dispersão. A radiação é dispersa dando um espectro contínuo dentro dos limites correspondentes à fonte utilizada. Por meio de uma fenda de saída, pode-se enfim isolar uma faixa mais ou menos estreita da radiação. O comprimento de onda médio da faixa que atravessa a fenda de saída é controlado mediante a variação da posição do prisma ou da rede de difração.

A pureza da energia radiante isolada no monocromatizador depende em parte das larguras das fendas de entrada e saída. Quanto mais estreitas, mais limitada será a faixa espectral isolada, mas isso diminuí a intensidade da radiação. Na construção de um espectrofotômetro devem ser conciliadas uma intensa radiação e uma estreita faixa de comprimento de onda.

Os prismas são constituídos de material capaz de transmitir a radiação de comprimento de onda desejado: o vidro transmite as radiações de 350 a 3000 nm - região do visível - o quartzo transmite radiações de 180 a 350 nm - ultravioleta. A dispersão efetuada com um prisma não é uniforme. O grau de dispersão aumenta à medida que diminuem os comprimentos de onda. A dispersão na região dos comprimentos de onda mais curtos é maior que na região dos comprimentos de onda mais longos, logo, com uma dada largura de saída, o prisma é capaz de isolar radiações mais puras na região de comprimentos de onda mais curtos.

Redes de difração do tipo côncavo refletem as radiações e são utilizadas para todas as regiões do espectro, pois as radiações não passam através do material.

A radiação interferente (estranha) pode ser eliminada com o auxílio de filtros colocados antes da fenda de saída. Quando se isola uma radiação de pequeno comprimento de onda, outra espécie de radiação estranha passa igualmente. Trabalhando na região do ultravioleta, a rede situa-se em posição mais ou menos normal às fendas de entrada e de saída, de sorte que uma parte da radiação da fenda de saída pode ser simplesmente refletida. A maior parte da radiação estranha é eliminada por meio de um filtro colocado antes da fenda de saída para absorver as radiações de maior comprimento de onda.

A dispersão efetuada pelas redes é uniforme.

O Espectrofotômetro instalado no OES/CRSPE/INPE é um instrumento ótico projetado para medir a intensidade da atenuação da radiação solar ultravioleta incidente em cinco comprimentos de onda no espectro de absorção do ozônio e dióxido de enxofre atmosféricos. Também pode operar na análise do dióxido de nitrogênio atmosféricos nos comprimentos de onda de 430 a 450 nm e na intensidade da radiação UVB incidente a superfície (290-320 nm). O Sistema Brewer é formado por um espectrofotômetro e por um sistema de rastreamento do Sol, acoplados a um microcomputador IBM o qual, através de software próprio do Brewer, controla o funcionamento do espectrofotômetro e reduz/armazena os dados.

A Figura 3 mostra o Espectrofotômetro Brewer MKIV que encontra-se instalado no Observatório Espacial do Sul.

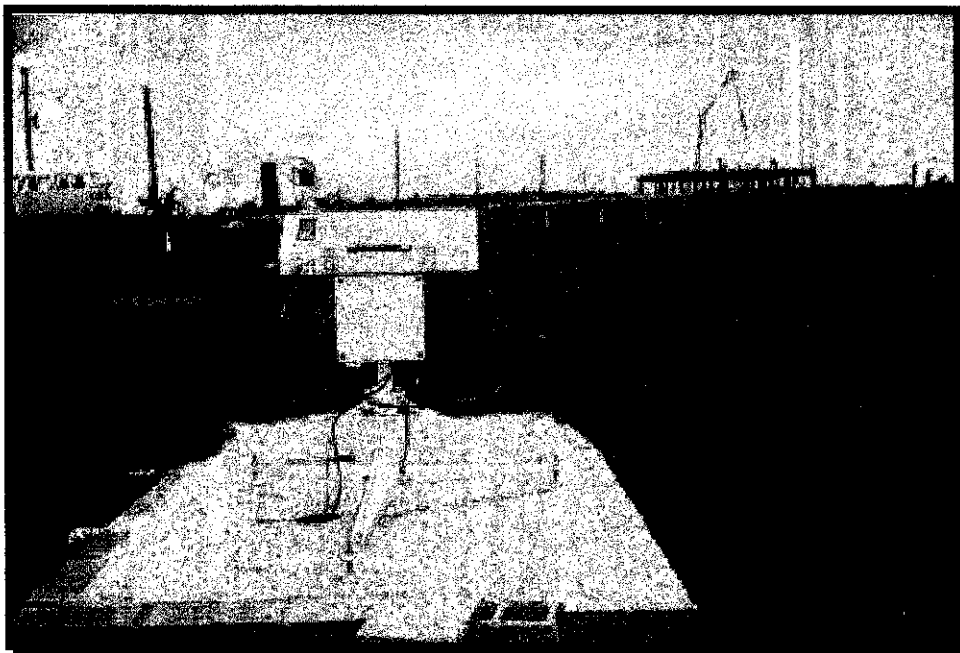


Figura 3 - Espectrofotômetro Brewer MKIV instalado no OES/CRSPE - INPE

A luz entra através de uma janela inclinada de quartzo. O feixe incidente é direcionado através da parte ótica por um prisma diretor que pode ser girado para selecionar luz tanto do Céu Zênite, Direto ao Sol ou das lâmpadas de calibração. Uma lâmpada de mercúrio fornece uma fonte padrão para calibração do comprimento de onda do Espectrofotômetro; uma lâmpada halógena fornece uma fonte de luz bem regulada para monitorar a resposta espectral relativa do espectrômetro.

Uma grade espectrométrica dispersa a luz ultravioleta para um plano focal; 6 fendas de saída estão posicionadas ao longo do plano focal nos comprimentos de onda de operação: - 302.2, 306.3, 310.0, 313.5, 316.8, 320 nm.

O comprimento de onda é ajustado pela rotação da grade com um motor de passo que direciona um micrômetro.

A fenda de saída plana é envolvida por uma máscara cilíndrica que expõe só um comprimento de onda por vez. A máscara é posicionada por motor de passo.

A luz que passa através da fenda de saída é coletada no cátodo de um fotomultiplicador; o pulso de fótons é amplificado, discriminado e dividido antes de ser transmitido para um contador. A contagem de fótons resultante é registrada em um dos 5 canais de comprimento de onda.

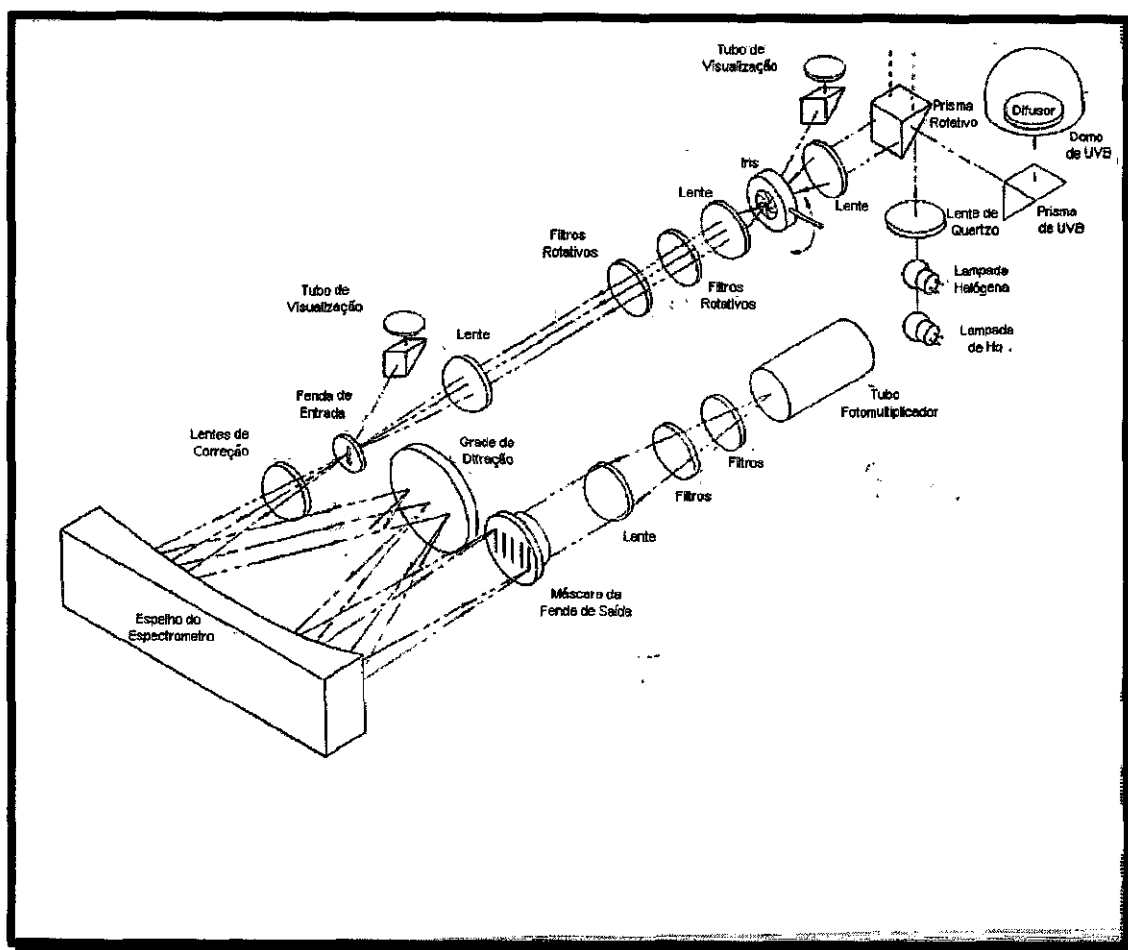


Figura 4 - Diagrama simplificado do sistema óptico

### 2.2.1. DESCRIÇÃO TÉCNICA DAS PARTES DO ESPECTROFOTÔMETRO BREWER MKIV

Na Figura 4, observa-se as três partes que compõem o espectrofotômetro: a parte pré-ótica, composta do prisma zênite e filtros com motores de passo para direcionar a luz, o espectrômetro com o sistema óptico propriamente dito, com lentes e espelhos e o tubo fotomultiplicador. O funcionamento básico é descrito abaixo.

### 2.2.1.1. SISTEMA ÓTICO

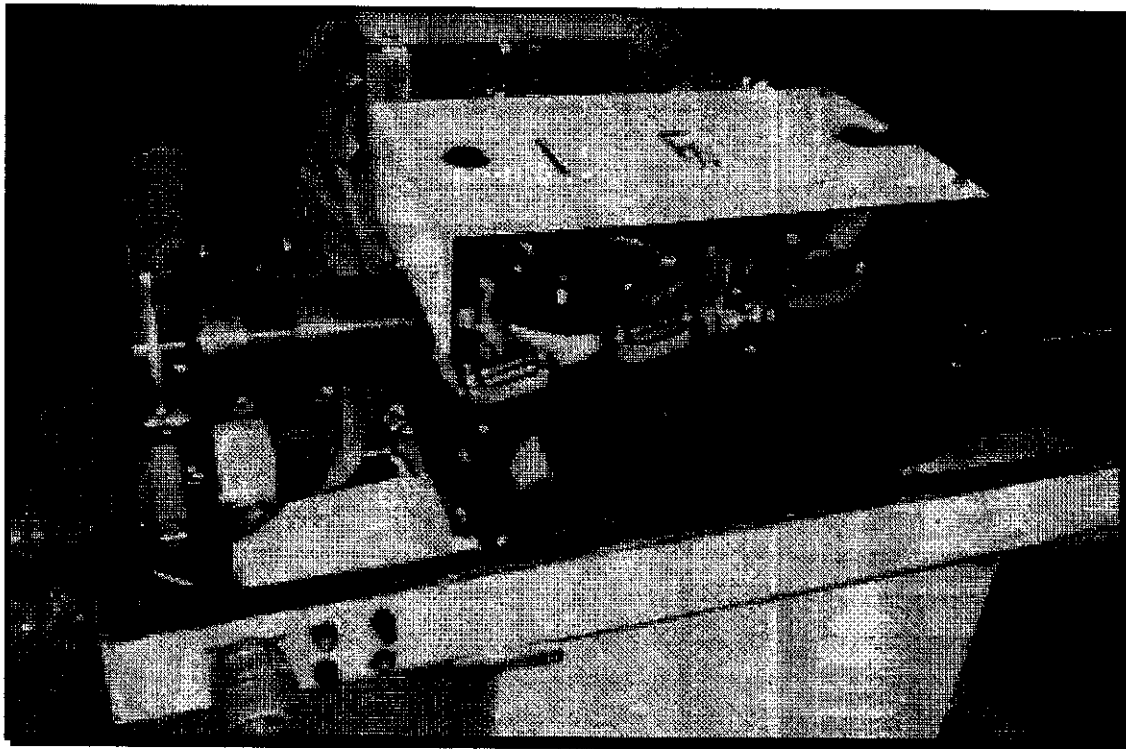


Figura 5 - Fotografia mostrando o sistema ótico do espectrofotômetro

#### PRISMA DE ZÊNITE

No ângulo certo, o prisma de zênite reflete a luz incidente do céu, Sol, lâmpadas de Hg ou halógena e do monitor de UVB para o eixo ótico.

A ângulos entre 0 e 90 °, a luz incidente provém do céu ou diretamente do Sol; a ângulo de 180 °, o prisma recebe a luz das lâmpadas de calibração; e a -90 °, a luz incide do difusor de Teflon de UVB. O prisma é feito de quartzo, com ângulo a direita e com dimensão de 31.75 x 31.75 mm.

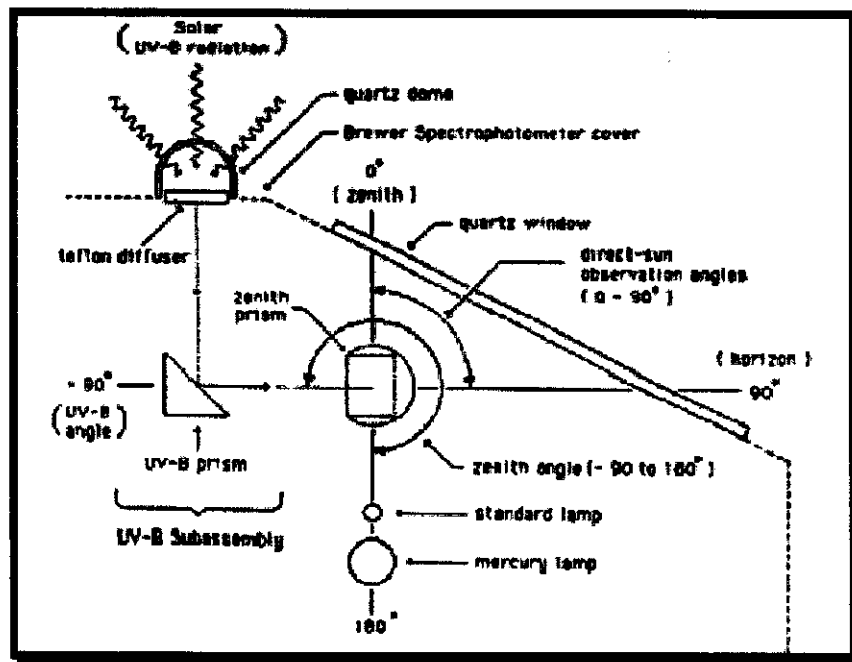


Figura 6 - Vista do prisma rotativo de entrada da luz no Brewer

## LÂMPADAS

A lâmpada halógena, que funciona com um tensão de 12 V, potência de 20 W e corrente nominal constante de 1,5 A, fornece uma fonte de luz bem regulada que é usada como referência padrão para sensibilidade dos instrumentos. O filamento da lâmpada halógena está voltado para o ponto focal de uma lente duplo-convexa, de tal forma que a luz proveniente da lâmpada é colimada ao longo do eixo óptico do espectrômetro pelo prisma zênite.

Abaixo da lâmpada halógena está a lâmpada de Hg. Ela produz luz ultravioleta que é difundida e passa para o prisma. Sua função é testar a resposta do espectrofotômetro a radiação ultravioleta.

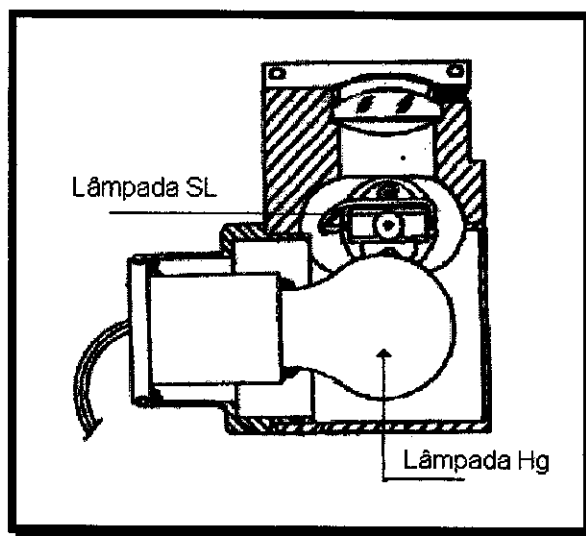


Figura 7 - Vista frontal em corte das lâmpadas de calibração

## DIAFRAGMA DA IRIS

Está montada no foco de ultravioleta de uma lente plano-convexa; a lente focaliza objetos em ultravioleta a distâncias infinitas do plano da Íris.

Quando o instrumento está alinhado para receber luz solar, uma imagem ultravioleta do Sol é focalizada no centro da Íris.

Ao lado da Íris há uma outra lente plano-convexa, posicionada de tal forma que seu ponto focal esteja no plano da Íris; a luz que passa através da abertura da Íris é então colimada ao longo do eixo ótico.

Ambas as lentes tem a sua face plana voltada para a íris, cujo diafragma possui uma faixa de abertura de 2 a 12 mm.

## FILTROS

Dois filtros discoidais estão montados em suportes de bronze em um alojamento. Cada disco tem seis orifícios de 25.4 mm de diâmetro, espaçados a intervalos de 60 graus. Cada orifício contém um filtro que pode ser selecionado para interceptar o eixo ótico.

O filtro 1 contém dois orifícios abertos, um filme polarizador, um disco de quartzo, uma folha opaca, um segundo disco de quartzo e um filtro de densidade neutra. O disco de quartzo é usado como um difusor para medidas DS e de lâmpadas padrão. O disco opaco é usado para testes com sinal escuro; o filme polarizador é usado para medições ZS. É montado de tal forma que o eixo polarizador é perpendicular a fenda de entrada.

A posição com os orifícios abertos é usada para observações da Lua e UVB. O segundo disco de quartzo é usado para medições da concentração de dióxido de nitrogênio.

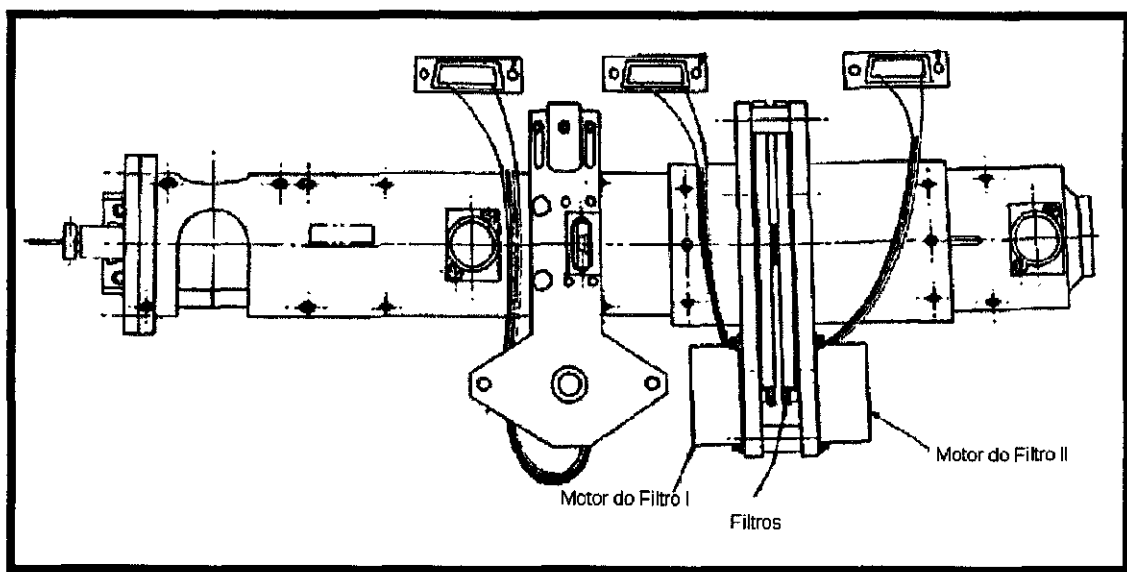


Figura 8 - Posição dos filtros no eixo óptico

### 2.2.1.2. ESPECTRÔMETRO

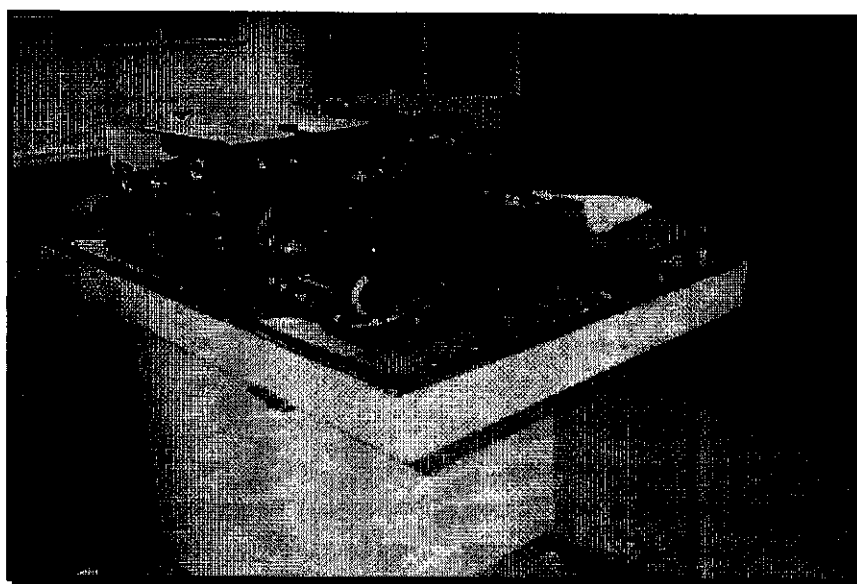
O propósito do dispositivo é receber a luz na fenda de entrada e dispersá-la num espectro de alta qualidade ao longo do plano focal da fenda de saída.

A luz entra pela fenda de entrada e passa através da lente inclinada e que corrige aberrações cromáticas e astigmáticas inerentes ao sistema.

A luz é então colimada por um espelho esférico para uma grade onde é dispersa. Uma segunda reflexão no espelho focaliza o espectro para o plano focal da fenda de saída. Seis fendas de saída estão localizadas ao longo do plano focal em posições apropriadas de comprimento de onda.

Uma ranhura cilíndrica fechada (máscara de fenda), posicionada em frente ao plano da fenda serve como seletor de comprimento de onda.





**Figura 9 - Fotografia onde aparece em primeiro plano o espectrômetro**

## LENTE DE CORREÇÃO

Apresentam uma superfície convexo-cilíndrica de raio igual a 170 mm e uma superfície concavo-esférica de raio igual a 230 mm.

Ambas as superfícies são revestidas com uma camada de fluoreto de magnésio para minimizar reflexões a 315 nm. A lente está fixada a um ângulo de 29° com o eixo óptico, com sua superfície concavo-esférica defronte a fenda de entrada.

## ESPELHO ESFÉRICO

Tem um raio de curvatura de 324 mm. A superfície é polida, revestida com alumínio, então revestida com fluoreto de magnésio para minimizar reflexões a 315 nm.

Um sistema de molas mantém a superfície esférica do espelho segura contra três parafusos de ajuste, que são normais à superfície esférica no plano horizontal do espectrômetro. Ao espelho é permitido mover-se sobre uma superfície esférica definida pelos três pinos de ajuste.

## GRADE DE DIFRAÇÃO

A grade está fixada com adesivos de alta qualidade a três pequenos blocos que propiciam uma ampla cinemática para a grade, tal como pequenos ajustes pela rotação da grade sobre eixos perpendiculares às fendas da grade. O giro da grade é controlado por um micrômetro, guiado por um motor de passo.

## MICRÔMETRO

O micrômetro é usado no espectrofotômetro a fim de ajustar a rotação da grade de difração, sendo movimentado por um motor de passo, que funciona com uma tensão de 12 V, 2W. Um ajuste de 0,03 mm corresponde a uma mudança de 0,1 nm no comprimento de onda na fenda de saída.

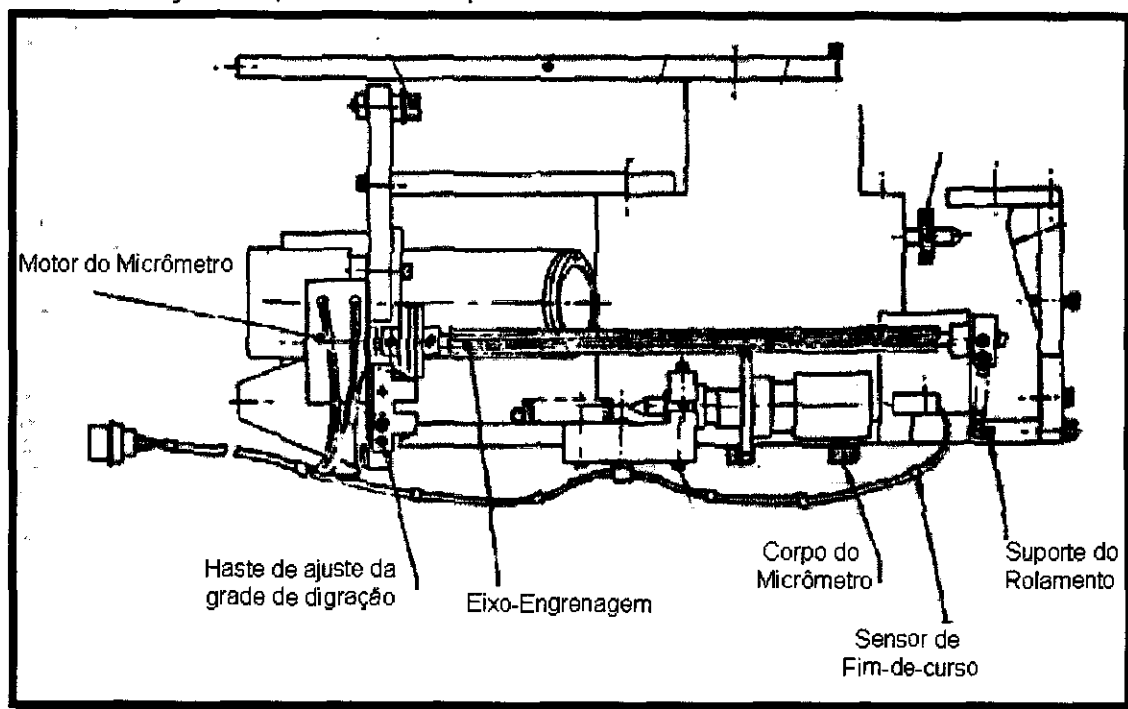


Figura 10 - Vista superior do micrômetro de ajuste da grade de difração

## MÁSCARA

Está diretamente em frente ao plano da fenda de saída. A seção cilíndrica possui um diâmetro de 25,4 mm. Possui também oito fendas para a passagem da luz em diferentes comprimentos de onda. Seis das oito posições conduzem a luz para uma das seis fendas de saída.

A segunda posição bloqueia todas as fendas de saída e uma medida de sinal escuro pode ser feita. A oitava posição expõe duas das fendas de saída tal que a linearidade do sistema fotocontador possa ser determinada.

O eixo do cilindro é preso à extremidade de um motor de passo, de 12 V de tensão, 2W. A máscara é alinhada com as fendas de saída para ajustamento da posição vertical do motor e ajustando a posição horizontal do cilindro sobre a extremidade do motor.

Girando a máscara cada uma das fendas se alinhará com a fenda correspondente da saída plana, selecionando efetivamente um comprimento de onda. Durante o teste de Hg, a mais alta fenda da máscara se alinha com a fenda de calibração de Hg da saída.

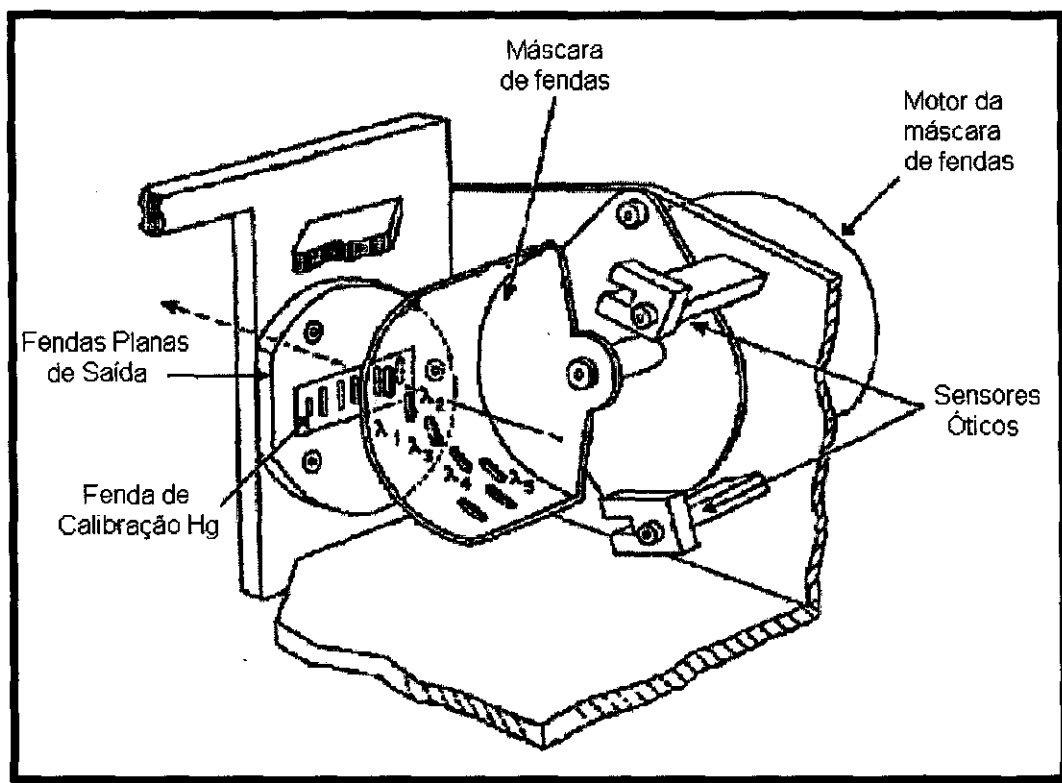


Figura 11 - Máscara da fenda de saída

### 2.2.1.3. FOTOMULTIPLICADOR

A luz que passa através das fendas de saída é focalizada sobre o cátodo do fotomultiplicador por uma lente de quartzo Fabry de 38.1 mm de ponto focal.

Localizado entre a lente Fabry e o fotomultiplicador está uma combinação em bloco de filtro: um cristal de sulfato de níquel de 10mm prensado entre dois filtros de 2mm de espessura e um filtro de dióxido de nitrogênio. Por causa da natureza higroscópica do cristal de sulfato de níquel, este está prensado em um anel lacrado entre as lentes de quartzo e o filtro.

O cátodo do fotomultiplicador está localizado no foco UV da lente de Fabry. O espaço entre as lentes e o fotomultiplicador leva em conta a aparente mudança no ponto focal devido a presença dos filtros. O fotomultiplicador está blindado em um campo magnético gerado por uma tensão de aproximadamente 1500V, a fim de minimizar o ruído eletrônico. O fotomultiplicador é a parte mais sensível do aparelho, pois uma variação na ordem de 1% do comprimento de onda, resulta em grandes variações na medida do Ozônio. Na saída do fotomultiplicador, encontra-se o foto-amplificador e o circuito discriminador.

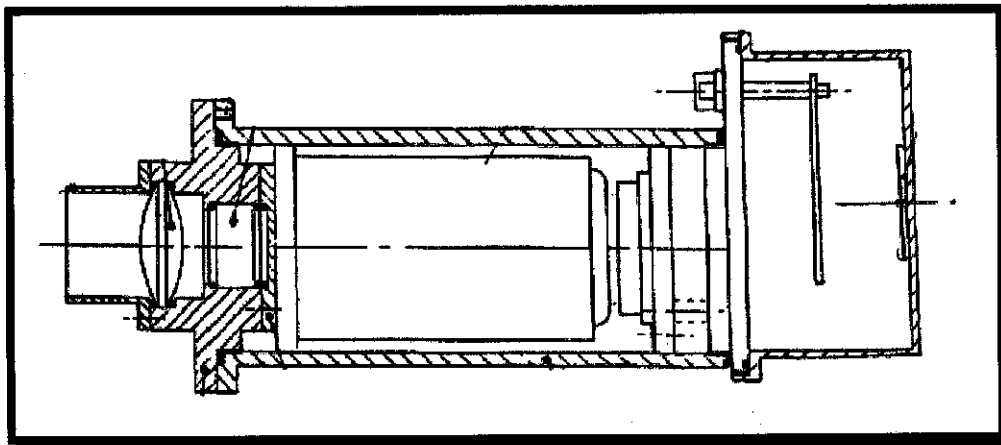


Figura 12 - Vista superior do tubo fotomultiplicador

### 2.2.2. METODOLOGIA

O microcomputador encontra-se dentro do Prédio 1 do OES e o espectrofotômetro encontra-se instalado aproximadamente a 5 m de distância. A conexão entre o Brewer e o computador é feita por meio de cabos condutores protocolo RS 232 com velocidade de 300 ou 1200 bps, 8 bits sem paridade e 1 bit de parada. A conexão ao microcomputador IBM é feita através de um cabo serial, ocupando os pinos números 1, 2, 3 e 7.

O equipamento eletrônico e o sistema ótico estão encerrados sob uma cobertura impermeável; há ainda um conjunto de secadores de sílica-gel com a finalidade de retirar o excesso de umidade do interior do Brewer.

São utilizadas duas técnicas para a coleta de dados de  $O_3$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$ .

- DS - direto ao Sol - a lente do Espectrofotômetro é voltada diretamente para o Sol, captando a radiação proveniente diretamente deste
- ZS- céu zênite - a lente é posicionada para o ponto mais alto do céu - zênite, ficando em posição perpendicular ao plano da superfície.

A redoma de UVB permite ao Brewer captar a radiação UVB dispersa nos comprimentos de onda de 290-320 nm, recebendo a radiação global num área de 180 graus.

A Figura 13 mostra a visão superior (de topo) do Espectrofotômetro Brewer MKIV

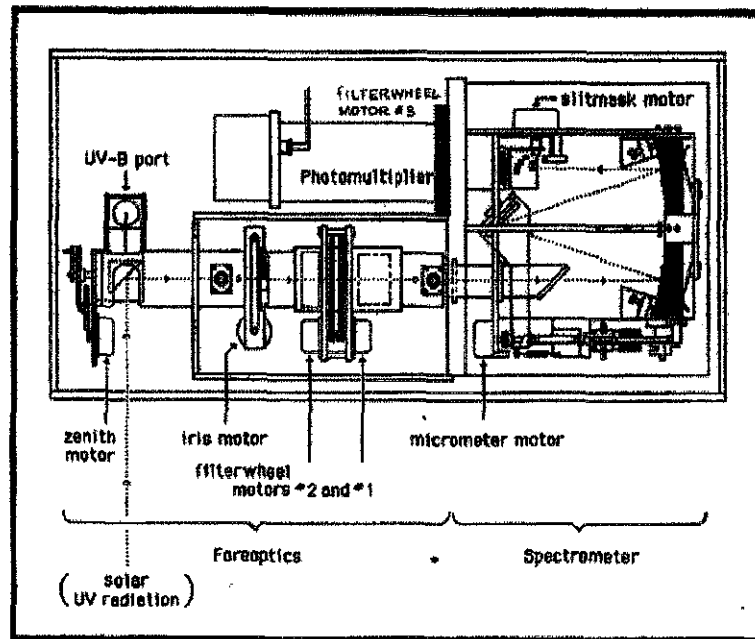


Figura 13 - Visão de topo do sistema interno do Espectrofotômetro Brewer MKIV

Para verificar o perfeito funcionamento da instrumentação são efetuados vários testes diariamente, os quais encontram-se inseridos no software de controle do Brewer.

- AP - responsável pelo monitoramento interno do Brewer, análise de voltagens/ampérgens. Indica também a temperatura interna em diversos pontos do aparelho.
- HG - é um teste de calibração dos comprimentos de onda do mercúrio. Localiza com precisão a linha espectral do Hg, reposicionando o micrômetro tal que a grade de difração disperse os 5 comprimentos de onda operacionais sobre as fendas de saída apropriadas. Se o micrômetro estiver na posição errada e o teste falhar, então a compensação do díodo é medida e o micrômetro é reposicionado para o valor correspondente à constante e o teste é reiniciado. É importante para a obtenção dos comprimentos de onda corretos.
- SL - mede a intensidade de uma lâmpada padrão interna de quartzo-halogêneo nos cinco comprimentos de onda operacionais. É utilizado como um exame da qualidade geral da performance do instrumento. A lâmpada produz um espectro contínuo o qual é estável e constantemente reproduzível.
- DT - é um teste do instrumento que mede o tempo morto do fotomultiplicador e o circuito de foto-contagem a altos e baixos níveis de intensidade da lâmpada padrão. O resultado deve estar dentro de uma margem de 5 % de acordo com o valor da constante do instrumento.
- RS - é um teste de performance do instrumento o qual verifica se o motor da máscara de fenda está operando corretamente ou não.

### 2.3. Sistema de Telemetria e Sondagens - W-9000

A telemetria e sondagem troposférica/estratosférica no OES/CRSPE/INPE é efetuada utilizando o Sistema de Processamento Meteorológico ZEEMET W-9000, que é um conjunto altamente sofisticado de equipamentos modulares integrados e *software*, que fornece perfis de dados meteorológicos de alta resolução através da utilização de dados coletados por telemetria, da radiossonda e da sonda de ozônio, e que permitem a medição da média e baixa Atmosfera. Incorporando um sistema de "Arquitetura Aberta", o sistema W-9000 atende às especificações padrões que possibilitam comunicações nos dois sentidos entre computadores e periféricos. Com tal flexibilidade, o sistema pode ser configurado para uma variedade de requisitos, como a sondagem de ozônio, com um mínimo de equipamentos e *software* dedicado. Assim, o pacote de ozônio W-9000/MICROSSONDA Mark II consiste de elementos de equipamentos e *software*, que permitem sondar com uma MICROSSONDA Mark II especialmente configurada, acoplada a uma sonda de ozônio modelo Z ECC da Companhia EN-SCI, e obter um perfil vertical dos dados de ozônio, pressão, temperatura, umidade relativa e ventos para estudos durante e após a sondagem.

A Figura 14 mostra o Sistema Meteorológico W-9000 com o gabinete do receptor, a antena OMNI, o conjunto de antenas YAGI, o microcomputador dedicado e impressora.

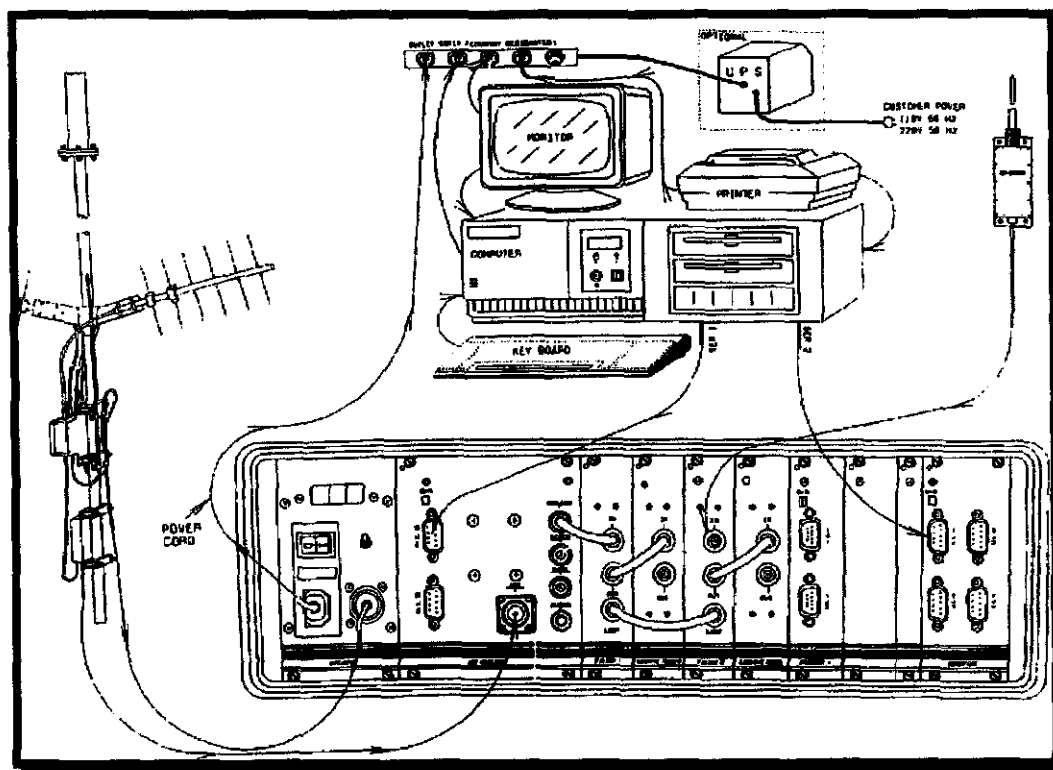
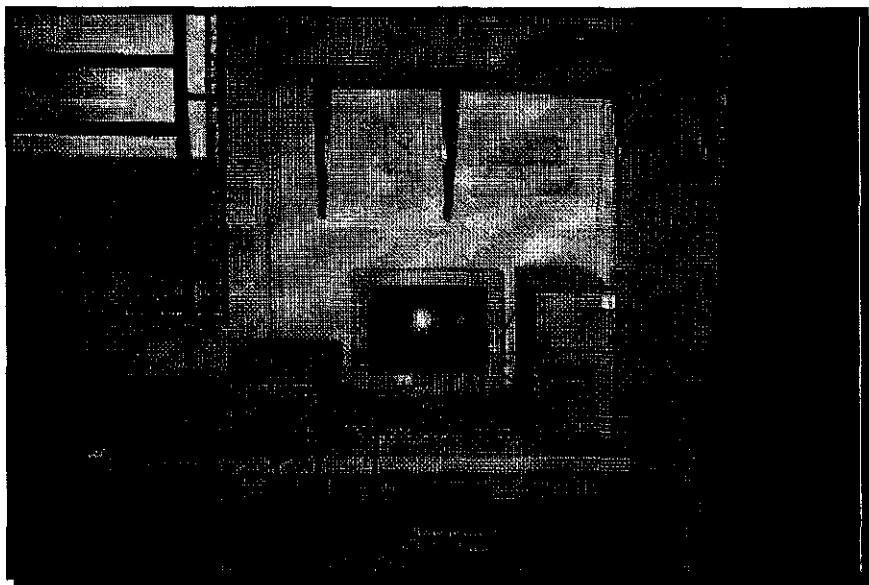


Figura 14 - Esquema do Sistema Meteorológico W-9000 instalado no OES/CRSPE - INPE

Na Figura 15, tem-se uma foto do Receptor do Sistema Meteorológico W-9000, juntamente com um microcomputador dedicado.

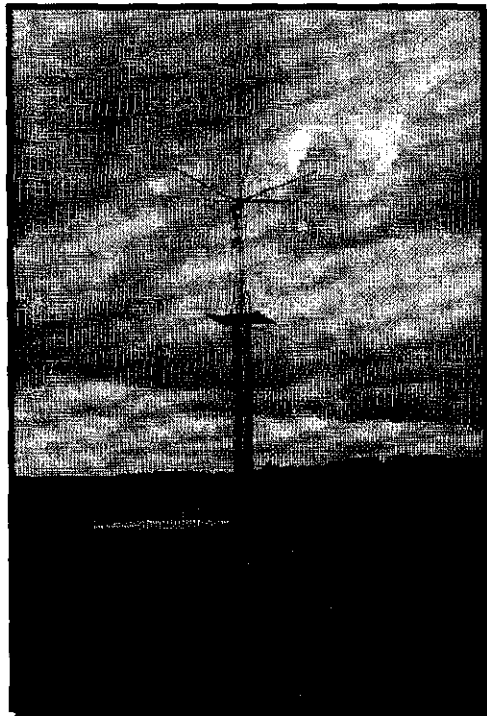


**Figura 15 - Receptor do Sistema Meteorológico W-9000 instalado no OES/CRSPE - INPE**

O sistema subdivide-se em três partes:

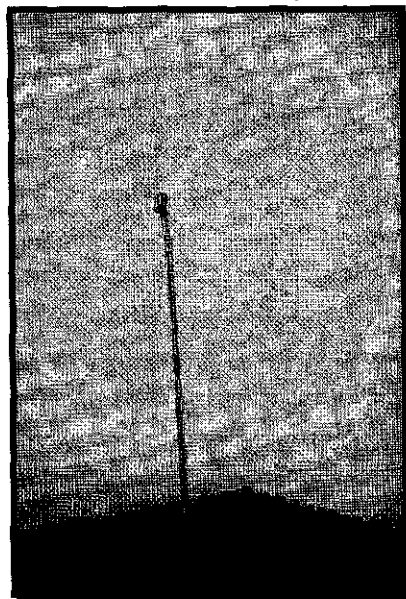
- Dispositivos de aquisição de dados, tais como os enviados pelas radiossondas e sondas de ozônio;
- Bastidor ZEEMET: uma unidade modular para recepção e acondicionamento de sinal;
- Computador padrão (PC-AT) com periféricos associados para análise e processamento de dados. O computador atualmente dedicado ao Sistema W-9000 é um microcomputador 486 100 MHz.

A unidade de recepção e condicionamento do sinal é o coração do sistema. Ela é um bastidor concentrado padrão *Eurorack*, contendo módulos do tipo *plug-in* inter-conectados por um barramento P90 e um sistema duplo de antenas. Os módulos do bastidor ZEEMET, em sua maioria, comunicam-se nos dois sentidos com o barramento comum e são controlados pelo computador através da Interface do Sistema, que emprega dois canais RS-232 de 9600 Baud. O primeiro canal controla a ação dos módulos do bastidor ZEEMET, usando um protocolo de comando/resposta, e o segundo interrompe e ativa a saída dos dados meteorológicos e de Navaid. O computador controla os módulos do bastidor ZEEMET e processa os dados para a apresentação e saída.



**Figura 16 - Antena de recepção dos dados do sistema W-9000**

As transmissões das MICROSSONDAS Mark II são recebidas pelo Receptor Sintetizado de 403MHz. Os dados meteorológicos e de Navaid são enviados ao computador através da interface RS-232C, do sistema. A MICROSSONDA Mark II possui, ainda, um sistema que permite o desenrolar da antena NAVAID remota de dentro da Mark II, logo após o lançamento. Este sistema funciona em conjunto com os módulos rastreadores e são usados para determinarem a posição da sonda. Existem dispositivos para operação com Omega, VLF, Loran-C e eles podem ser usados simultaneamente para rastreamento com Navaid múltiplos.



**Figura 17 - Foto mostrando a antena do antigo sistema de navegação NAVAID**



A sonda de ozônio modelo Z ECC da companhia EN-SCI usa um sensor ECC (Célula de Concentração Eletroquímica). O sensor gera uma corrente elétrica em resposta ao ozônio do ar bombeado. Esta corrente é medida pela interface da Mark II. A sonda de ozônio inclui uma bomba revestida de Teflon que força o ar através do eletrólito catódico do sensor. A célula e a bomba são empacotadas em um caixa robusta de espuma moldada.

A sonda de ozônio não inclui a eletrônica de interface. Entretanto, estão incluídos espaçadores e parafusos de montagem para se montar o circuito de interface na sonda de ozônio. No interior da caixa há um termistor (*bead*) para medição da temperatura interna da caixa. Para condicionamento e preparação das sondas de ozônio é utilizada uma unidade de teste ozonizadora modelo KTU-2.

O *software* do Sistema de Processamento Meteorológico W-9000 permite que durante a sondagem o ozônio atmosférico seja computado e armazenado nos arquivos de dados processados. Estes dados podem ser vistos na tela em qualquer momento durante a sondagem. O *software* ainda possui uma série de utilitários que permitem, desde a conversão de arquivos binários em arquivos de texto para possibilitar a sua importação para outros aplicativos para estudo posterior, até a geração de gráficos.

### 2.3.1. MICROSSONDA MARK II

A microsonda Mark II é uma sonda digital constituída de três subconjuntos contidos em um estojo de espuma moldada (poliestireno expandido). O conjunto dos sensores suporta os sensores de pressão e umidade e fornece suporte para o braço do elemento de temperatura. O conjunto transmissor contém um transmissor de alta estabilidade. No terceiro conjunto está o cordão que une a sonda ao balão e o mecanismo para controlar a velocidade de liberação do cordão. Este conjunto agrega, também, a antena Navaid.

Para oferecer um ambiente adequado ao sensor (de carbono) de umidade, a caixa da sonda tem um duto que serve para proteger o elemento contra o aquecimento solar e de respingos diretos de chuva. O duto é essencial para a operação correta do sensor de umidade. O duto junto com o desenrolador e o cordão aumentam o volume da sonda em  $0,0017 \text{ m}^2$  e o peso da sonda é de aproximadamente 250 gr. O pequeno peso associado a um volume razoável aumenta a fragilidade da sonda e reduz o risco de danificar aeronaves. A sonda é equipada com três sensores meteorológicos e tem capacidade de canal para adicionar mais três outros sensores caso necessário. Os três sensores meteorológicos da sonda são:

- *Sensor de Pressão* - É construído com Nispan-C laminado a frio e tratado com calor para atingir coeficientes de temperatura nulo, ou seja, trata-se de uma cápsula aneróide capacitiva de leitura contínua. A cápsula é, então, calibrada com a eletrônica do interfaceamento para fornecer coeficientes polinomiais. A medição da pressão é feita através da

determinação da capacitância entre as duas placas paralelas situadas no interior do aneróide. A esta capacitância está associada uma corrente, que é transformada em sinais digitais pela interface da Mark II e é enviada ao W-9000. No sistema W-9000 este sinal é interpretado fornecendo um valor de pressão.

- *Sensor de Temperatura* - O sensor de temperatura é extrudado de um óxido de ferro. O óxido é queimado, tratado e chapeado em ambas as extremidades e são adicionados finos fios condutores. Após um teste de rastreamento da curva e determinação do valor da resistência de "amarração", os termistores são revestidos com material refletor. Finalmente a superfície do termistor é tratada para impedir a aglutinação de pingos d'água após a passagem por chuva ou nuvens. A medição da temperatura é feita a partir da determinação da resistência do resistor. Assim uma corrente é associada a esta resistência, que depois de ser tratada e enviada ao W-9000 é interpretada como um valor de temperatura.
- *Sensor de Umidade* - A umidade é medida pela variação da resistência de uma película de carbono depositada sobre um substrato de acrílico. Assim, com a variação da resistência, há uma variação de corrente. Essa variação é enviada a interface da sonda, transformada em sinal digital e, então, é transmitida ao W-9000 onde é interpretada como um valor de umidade.

O transmissor da MICROSSONDA Mark II é um circuito de múltiplos estágios de alta estabilidade. Ele é isolado da antena da sonda, reduzindo assim os efeitos dos saltos de frequência durante a preparação para o lançamento. Para minimizar as faixas de temperatura vistas pelo transmissor, ele é revestido com poliestireno para reter o calor dissipado nos dispositivos ativos do transmissor.

Para cobrir a faixa de 395 MHz a 410 MHz o transmissor é sintonizável pelo lado externo do estojo. A frequência de transmissão da sonda é recebida na estação de terra por um receptor de UHF sintetizado cujo oscilador local é referenciado a um oscilador a cristal.

A sonda transmite um fluxo de dados digitais a uma taxa de 400 Bauds bifásicos, com código de correção de erros e CRC-16 para manutenção da integridade dos dados. O sinal de 400 Bauds bifásicos é uma representação binária dos dados formatados contendo informações meteorológicas, de calibragem e o número de série da sonda. Estes são aplicados ao transmissor variando a frequência portadora em aproximadamente 150 KHz, criando uma transmissão que possui as características de MSK (*Minimum Shift Key*). Adicionalmente, cada conjunto de dados é transmitido duas vezes para melhorar a recepção durante as condições de desvanecimento da transmissão, que pode ocorrer quando a sonda oscila a grandes altitudes. O fluxo de dados de 400 Bauds modula a frequência portadora, de modo que o desvio pico-a-pico não exceda a 300

KHz. Pressão, temperatura e umidade são enviadas duas vezes a cada segundo. A bateria utilizada na MICROSSONDA Mark II é do tipo padrão, ativada a água. A energia fornecida pela bateria é suficiente para alimentar a sonda durante uma hora no solo e mais duas horas em vôo, embora já tenha sido feito lançamento em São Martinho da Serra em que a bateria manteve 3 horas de vôo.

### 2.3.2. OZONIOSSONDA ECC MODELO Z

A ozoniossonda de célula de concentração eletroquímica é construída em uma estrutura rígida principal, onde são montados o motor acionador da bomba de gás construída em Teflon/Vidro, os tubos de Teflon, uma célula de concentração eletroquímica sensível a ozônio e uma caixa da interface eletrônica, conforme Figura abaixo. Para subir até a estratosfera, o conjunto é alojado em uma caixa de poliestireno moldado impermeável.

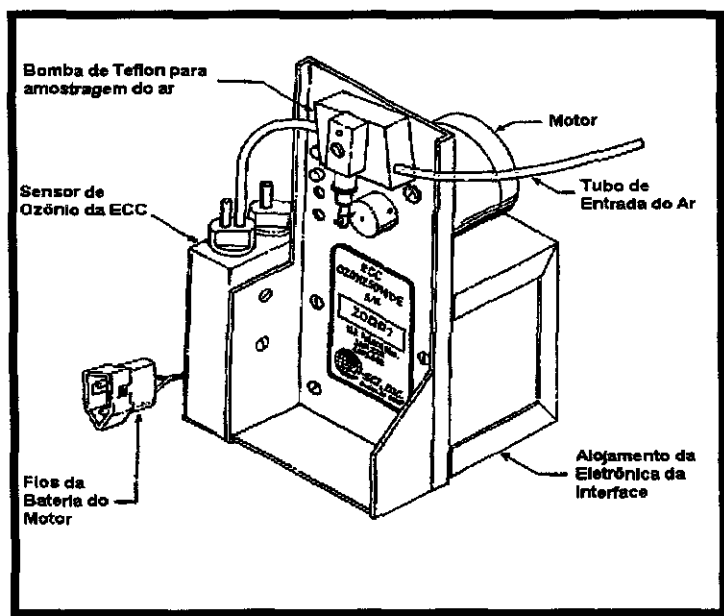
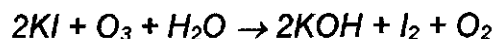


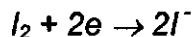
Figura 18 - Ozoniossonda ECC lançadas no OES/CRSPE - INPE

O sensor de ozônio da ozoniossonda ECC é construído com dois eletrodos de platina imersos em soluções de iodeto de potássio (KI) de diferentes concentrações em câmaras de ânodo e cátodo separadas. As câmaras são ligadas com uma ponte iônica que, em adição com um íon, retarda a associação dos eletrólitos de ânodo e cátodo, preservando, deste modo, suas concentrações. Os eletrólitos contêm também brometo de potássio (KBr) e um mediador, no qual a concentração em cada meia célula é a mesma. Obtém-se uma tensão na célula de aproximadamente 0,13 V, que é proveniente da diferença da concentração de iodeto de potássio das duas meias células. Desta forma, não é necessário uma bateria externa para operar a célula.

Quando o ozônio do ar entrar no sensor por ação da bomba da sonda, é formado iodo no cátodo da meia célula de acordo com a relação:



A célula converte o iodo em iodeto de acordo com:



durante este tempo, dois elétrons fluem para o circuito externo da célula. Medindo o fluxo de elétrons (isto é, a corrente da célula), junto com a relação da quantidade de ozônio que entra na célula por unidade de tempo, obtém-se a concentração de ozônio que entra por unidade de tempo, e a concentração de ozônio de um amostra de ar deriva de:

$$p_3 = 4,307 \times 10^{-3} (i_m - i_b) T_p t$$

onde  $p_3$  é a pressão parcial de ozônio em nanobars,  $i_m$  é a medida da corrente de saída do sensor em microamperes,  $i_b$  é a corrente de background do sensor (isto é, a corrente residual emanando da célula em ausência de ozônio no ar) em microamperes,  $T_p$  é a temperatura da bomba em Kelvins, e  $t$  é o tempo em segundos tomado pela bomba da sonda para forçar uma amostra de gás de 100 ml de ar direto no sensor.

A Figura seguinte mostra o lançamento de um balão com as sondas de ozônio e a radiossonda:



Figura 19 - Balão Meteorológico lançado no OES/CRSPE - INPE

### 3. RELATO DAS ATIVIDADES DO BOLSISTA

Durante o período deste relatório, foram desenvolvidas as seguintes atividades:

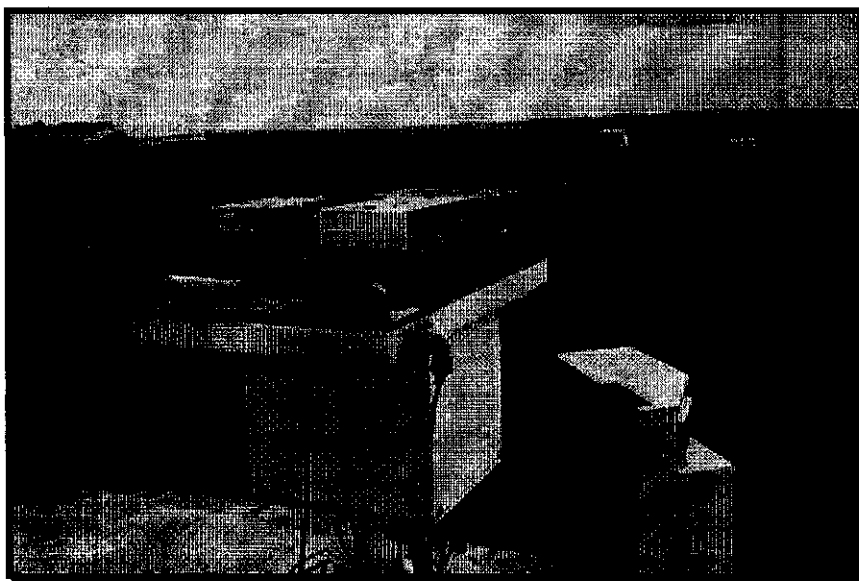
#### 3.1. Espectrofotômetro BREWER

##### 3.1.1. COLETA SEMANAL DOS DADOS

Semanalmente, retira-se os dados coletados pelo espectrofotômetro BREWER instalado no Observatório Espacial do Sul (OES) em São Martinho da Serra. Os dados são copiados em disquetes e transferidos para o Laboratório de Geofísica Espacial no LACESM, em Santa Maria, onde são armazenados em uma estação de trabalho. Além da cópia de segurança que é mantida em disquetes, foi iniciada a gravação dos dados em CD-R, a fim de aumentar a segurança. Os dados brutos trazidos de São Martinho da Serra também são armazenados em uma conta do INPE criada nas estações de trabalho do LACESM, o que possibilita o acesso dos pesquisadores a estes dados mesmo a distância.

##### 3.1.2. MANUTENÇÃO DOS FILTROS DE UMIDADE DO AR

Estão sendo utilizados atualmente os filtros de umidade originais do Brewer e outros seis pacotes de sílica-gel confeccionados posteriormente. Tudo isto tendo em vista o aumento da vida útil das lâmpadas de calibração do espectrofotômetro e um menor desvio nas medidas. Os filtros são trocados semanalmente e colocados para secar em uma estufa exclusiva para este fim adquirida pelo LACESM.



**Figura 20 - Fotografia da parte interna do espectrofotômetro onde aparece o filtro principal de umidade no OES/CRSPE-INPE**

De acordo como uma nova recomendação do fabricante, foi adotado um novo procedimento quanto à disposição dos filtros de umidade dentro do espectrofotômetro: Duas bolsas de sílica-gel deverão ser colocadas sobre a

fonte secundária do espectrofotômetro, que é responsável pela geração da alta tensão utilizada no tubo fotomultiplicador.

### **3.1.3. REALIZAÇÃO DE TESTES DE OPERAÇÃO DO ESPECTROFOTÔMETRO**

São realizados diariamente testes que foram descritos anteriormente, a fim de verificar o perfeito funcionamento do espectrofotômetro. Caso um destes testes apresente valores fora do normal, realizam-se testes adicionais. A seqüência utilizada nos testes é: APHGSLDTRS. Cada um destes comandos já teve a sua função explicada anteriormente.

### **3.1.4. VERIFICAÇÃO E SUBSTITUIÇÃO DE LÂMPADAS**

Devido a elevada umidade relativa do ar na região, ocorre uma significativa redução da vida útil das lâmpadas halógena e de mercúrio. Quinzenalmente, abre-se o compartimento das lâmpadas de calibração e verifica-se o funcionamento de cada uma delas. Na lâmpada de mercúrio, após acionada com o comando 'b1', verifica-se se ocorre uma incandescência regular do filamento. Algumas lâmpadas de mercúrio, após certo tempo de uso, passam a ter somente poucos pontos de incandescência do filamento, enquanto outros nem sequer acendem-se. Já as lâmpadas halógenas tem com freqüência apresentado uma formação de resíduo branco por dentro do vidro, o que reduz a sua irradiação. A adoção de um acompanhamento mais freqüente destas lâmpadas deu-se devido a variações dos valores das constantes R5 e R6.

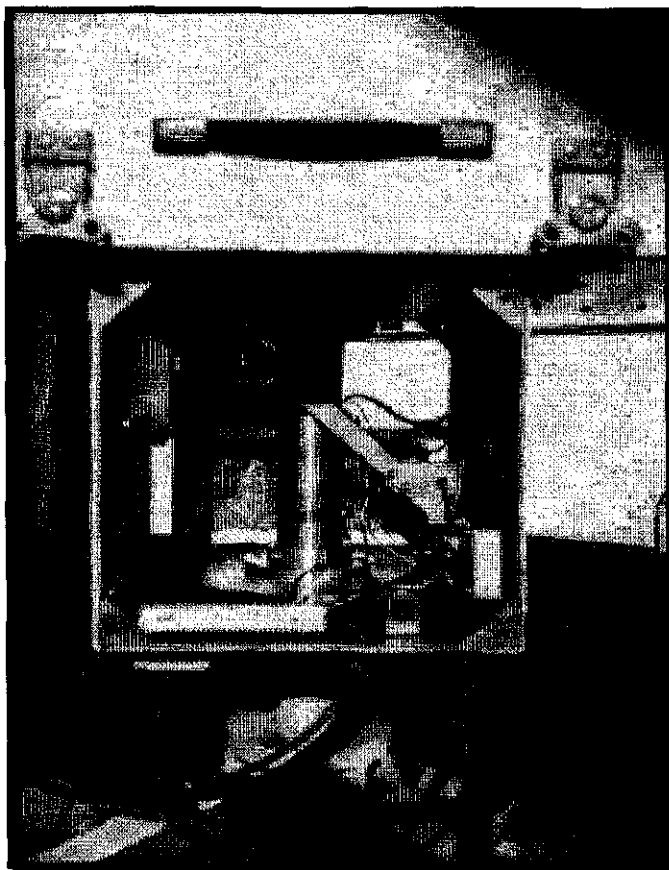
### **3.1.5. CALIBRAÇÃO QUINZENAL DO MONITOR UVB**

Quinzenalmente é realizada a calibração do monitor de UVB, fazendo-se uso do Kit de calibração fornecido pelo fabricante do equipamento. O conjunto é formado por uma fonte ajustável de precisão, um multímetro, um suporte para as lâmpadas, e cinco lâmpadas padrão, cujas constantes de irradiação são conhecidas e servem para avaliar a acuidade do equipamento. Também por ocasião da calibração do monitor UVB, são realizadas verificações das tensões da fonte de alta tensão que alimenta o fotomultiplicador do espectrofotômetro.

### **3.1.6. LIMPEZA DO PEDESTAL**

A cada quinze dias, é feita a limpeza do tracker do espectrofotômetro. Como o movimento é transmitido do eixo do motor para o pedestal através do atrito do eixo com um disco, é necessário realizar a remoção de pó e principalmente de resíduos metálicos a fim de evitar o deslizamento entre as peças, o que resultaria em erro no ajuste de azimute do espectrofotômetro.

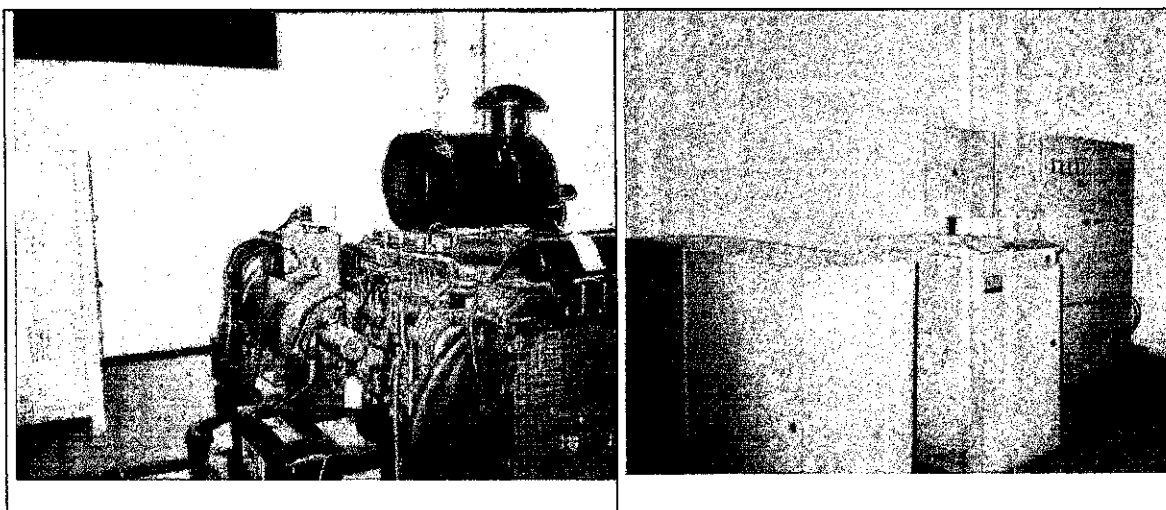
Com a implantação de um novo procedimento de operação do espectrofotômetro em todo o país, este procedimento de limpeza deverá ser semanal.



**Figura 21 - Vista interna do pedestal, onde pode ser visto o disco de redução que deve ser limpo periodicamente.**

### **3.1.7. INSTALAÇÃO DE NO-BREAKS**

Como foi relatado, ocorreu diversas vezes a desativação da chave de fim-de-curso do pedestal do espectrofotômetro. Analisando os motivos que levavam a estas ocorrências, e fazendo vários testes, concluiu-se que isto ocorre quando acontece uma falha no abastecimento de energia elétrica ao pedestal quando estiver sendo realizada a operação de zerar o azimute. Ao ser normalizado o abastecimento de energia elétrica, o aparelho assume que a posição onde ele parou é o norte, e ao tentar retornar para a posição correta, acaba desativando a chave de segurança instalada a fim de evitar o enrolamento do cabos em torno do próprio espectrofotômetro. A fim de suprir o abastecimento de energia ao Espectrofotômetro durante pequenas interrupções no fornecimento de energia elétrica, foi adquirido pelo LACESM um no-break. Isto tem permitido maior regularidade de medidas e evitou problemas de desligamento de segurança do pedestal, como relatado no item seguinte. No caso de desligamentos por períodos mais prolongados, entra em funcionamento os equipamentos do Observatório Espacial do Sul, compostos por Motor-Gerador a Diesel e No-Breaks de grande capacidade, que podem ser vistos nas fotos seguintes. No caso de interrupção no fornecimento de Energia Elétrica, os No-Breaks fazem o abastecimento até que o motor-gerador dê a partida e tenha a sua rotação estabilizada, assumindo então toda a carga e recarregando as baterias dos No-Breaks. Ao normalizar o fornecimento de energia pela concessionária local, o sistema de segurança é automaticamente desligado e retorna ao fornecimento normal de eletricidade.



**Figura 22 - Fotografia do conjunto Motor-Gerador (a esquerda), e do sistema No-Break (a direita), no OES/CRSPE-INPE**

**3.1.8. LIMPEZA EXTERNA DO ESPECTROFOTÔMETRO**

Devido a exposição constante do espectrofotômetro às intempéries, ocorre o acúmulo de pó e desenvolvimento de fungos na parte externa do equipamento. Isto diminui a capacidade de refletir ao calor (objetivo da pintura branca especial) principalmente durante o verão. Assim, realiza-se mensalmente uma limpeza na parte externa do Brewer, e aplicação de uma cera automotiva, que também impede o acúmulo de água e formação de pequenos pontos de oxidação.

**3.1.9. MANUTENÇÃO DOS SCHEDULES DO BREWER**

Devido a latitude da região, semanalmente são feitos novos schedules, ou esquemas de medidas, utilizados no Espectrofotômetro. Estes esquemas indicam o ângulo solar em determinado horário e as medidas e testes que deverão ser realizados pelo Brewer.

Os schedules que atualmente estão em uso possuem as seqüências de medidas que podem ser vistas abaixo, variando somente o ângulo solar de uma semana para outra. Este esquema de medida está de acordo com o novo procedimento de operação estabelecido pelo Laboratório de Ozônio do INPE.

-105.0	pno3hgsln2sl
-96.85	pno3hgsln2sl
-87.5	pno3um
-85.1	pnn2dszsdzszsdzszdszs
-79.5	pno3uvhgdszs
-74.34	pnuvdszsdzsdzsdzsdzshgvs
-65.0	pnzsdzsdzsdzsdzsdzsdzshgvs
-57.7	pndzsdzsdzsdzsdzsdzsdzshgvs
-53.5	pndzsdzsdzsdzsdzsdzsdzshgvs
52.9	pndzsdzsdzsdzsdzsdzsdzshgvs
56.2	pndzsdzsdzsdzsdzsdzsdzshgvs
62.7	pndzsdzsdzsdzsdzsdzsdzshgvs
71.5	pnuvdszszsuvdszszshgzs
81.8	pnn2dszsdzszsdzszdszs
87.35	pno3um
90.0	pnum
93.43	pnhgsln2sl
180	s4jun



### 3.1.10. OUTROS AJUSTES MANUAIS

Como foi comentado, devido a latitude da região, é necessário uma substituição freqüente dos esquemas de medida do espectrofotômetro, e a fim de minimizar o erro, realiza-se ainda, semanalmente, o ajuste do posicionamento do equipamento em relação ao Sol. Isto é feito utilizando-se o comando SI no programa do Brewer e após fazendo o ajuste nas teclas externas do Espectrofotômetro.

Outro ajuste realizado algumas vezes é o nível do Espectrofotômetro, que devido as vibrações em seu movimento e também por ação de fortes ventos, pode sofrer alteração, o que resulta em erros no posicionamento do equipamento.

### 3.1.11. REDUÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Devido a problemas no espectrofotômetro Brewer #081, ocorrem variações freqüentes nas variáveis R5 e R6, que são utilizadas pelo software no processamento dos dados de ozônio e dióxido de enxofre.

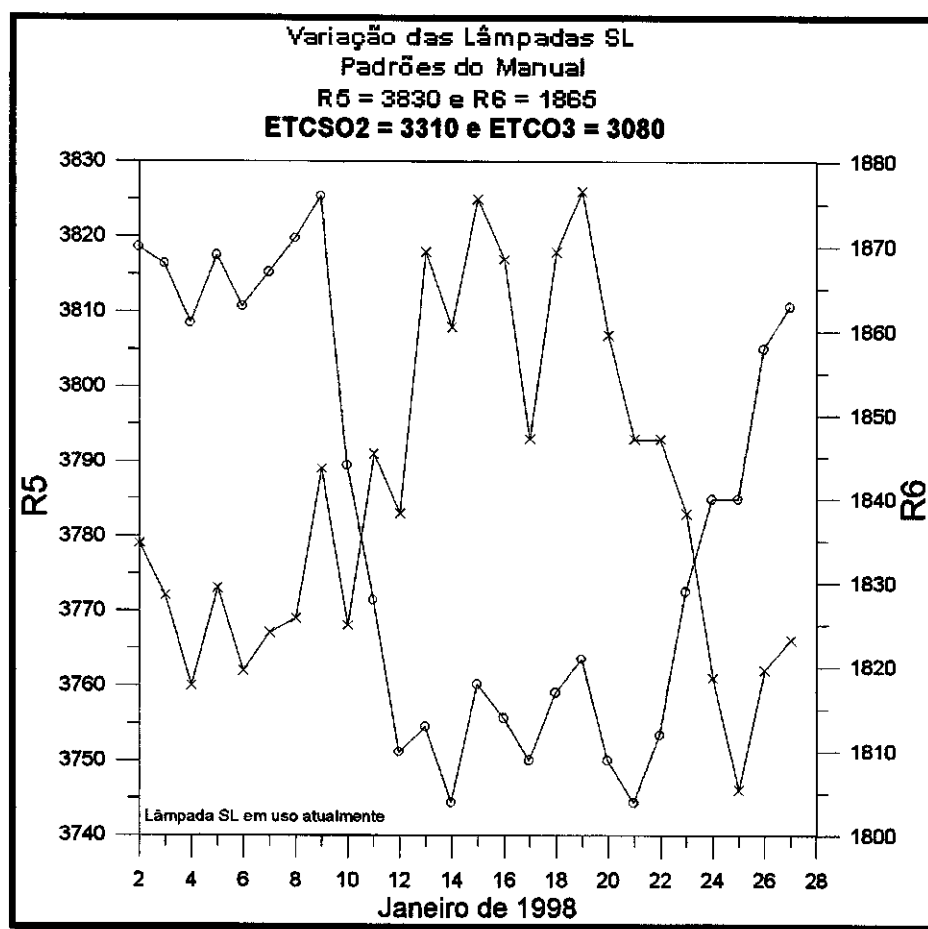


Figura 23 - Gráfico mostrando as variações das variáveis R5 e R6 do Brewer MKIV do OES/CRSPE-INPE.

Para os dados de ozônio, efetua-se o recálculo da variável R6, sendo reprocessados os dados de cada período.

Abaixo temos uma relação das mudanças efetuadas nas constantes do espectrofotômetro:

### Mudanças de Constantes ETC do Brewer

Original do manual (#081-1.fil)

SL R6 = 1932 R5 = 3503

ETC Values O3 = 3090,1 SO2 = 2974,2

Valor constante no Canada

(errado, corrigido pelo próprio Ken Lamb ao chegar ao Brasil)

(#081-2.fil)

ETC Values O3 = 2937,7 SO2 = 2999,2

Modificação enviada do Canada em maio de 1995

(errado, pois se baseou no arquivo original errado)(#081-3.fil)

ETC Values O3 = 3030 SO2 = 3450

Modificação feita em janeiro de 1995 por Damaris e Chagas

(experiência de calculo, funcionou bem enquanto SL não mudou)

(#081-4.fil)

ETC Values O3 = 3184,1 SO2 = 3430,2

Modificação Valida para Junho a Agosto de 1994 (#081-5.fil)

SL R6 = 2045 R5 = 3659

ETC Values O3 = 3202,1 SO2 = 3130,2

Modificação Valida para setembro a outubro de 1994 (#081-6.fil)

SL R6 = 2071 R5 = 3688

ETC Values O3 = 3228,1 SO2 = 3159,2

Modificação valida para novembro a dezembro de 1994 (#081-7.fil)

SL R6 = 2131 R5 = 3761

ETC Values O3 = 3288,1 SO2 = 3232,2

Modificação valida para janeiro de 1995 (#081-8.fil)

SL R6 = 2072 R5 = 3957

ETC Values O3 = 3229,1 SO2 = 3428,2

Modificação valida para fevereiro a 24 de outubro de 1995

(#081-9.fil)

SL R6 = 1998 R5 = 3955

ETC Values O3 = 3155,1 SO2 = 3426,2

Modificação valida de 25 de outubro de 1995 a 03 de fevereiro de 1996

(#081-10.fil)

SL R6 = 2086,2 R5 = 4142,6

ETC Values O3 = 3244,3 SO2 = 3613,8

OBS.: As modificações nas constantes ETC foram necessárias porque os testes SL não ficaram estáveis durante o período de junho de 1994 até outubro de 1995, quando a lâmpada queimou e foi substituída por outra.

A partir de fevereiro de 1996, os dados calculados pelas constantes acima não se ajustavam perfeitamente aos valores normais para a época do ano. Adotou-se de fevereiro/1996 em diante as constantes originais (#081-1.fil), que aproximam os dados aos valores esperados. Porém, os resultados dos testes SL apresentam valores fora dos padrões estipulados pelo manual para as constantes originais. Portanto, ou os padrões SL devem ser modificados, ou devem ser calculadas outras constantes ETC, não pelo método conhecido e utilizado nos cálculos acima. Em qualquer dos casos recomenda-se uma calibração completa do Espectrofotômetro Brewer MKIV #081, utilizando um aparelho padrão pertencente ao fabricante SCI-TEC Inc. do Canada.

Após a calibração, efetuada de 16 a 23 de dezembro de 1996, em Natal RN, instalou-se o novo programa de coleta de dados e estabeleceu-se as novas constantes e os novos padrões do manual (R5 = 3830 e R6 = 1865, ETC\_O3 = 3080 e ETC\_SO2 = 3310). As modificações anteriores a esta data foram efetuadas em relação aos dados iniciais do manual.

Foi necessário recalculer as constantes e reprocessar os dados do dia 04 de fevereiro de 1996 até o dia 08 de dezembro de 1996, devido as modificações no teste SL (R5 e R6 fora dos padrões do manual).

Para tanto as seguintes modificações foram efetuadas:

Modificação valida de 04 de fevereiro a 18 de abril de 1996 (#081-11.fil)

SL            R6 = 2031.4    R5 = 4110.2  
ETC Values    O3 = 3189.5    SO2 = 3581.4

Modificação valida de 19 de abril a 04 de julho de 1996 (#081-12.fil)

SL            R6 = 2002.7    R5 = 4080.6  
ETC Values    O3 = 3160.8    SO2 = 3551.8

Modificação valida de 05 de julho a 31 de julho de 1996 (#081-13.fil)

SL            R6 = 2061.3    R5 = 4182.0  
ETC Values    O3 = 3219.4    SO2 = 3653.2

Modificação valida de 01 de agosto a 31 de novembro de 1996 (#081-14.fil)

SL            R6 = 1857.4    R5 = 3869.3  
ETC Values    O3 = 3015.5    SO2 = 3340.5

Modificação valida de 01 a 09 de dezembro de 1996 (#081-15.fil)

SL            R6 = 1833.1    R5 = 3848.3  
ETC Values    O3 = 2991.2    SO2 = 3319.5

Após a calibração, efetuada de 16 a 23 de dezembro de 1996, continuou o problema de variação da emissão das lâmpadas, tendo uma grande variação de R5 e R6. Durante a calibração foi recomendado que para toda variação em R6 > 10, deve-se recalculer ETC. Assim sendo, recalculou-se ETC para os períodos abaixo:

Valores obtidos durante a calibração de 16 a 23/12/96 (icf35796.081)

SL R6 = 1865 R5 = 3830  
ETC Values O3 = 3080 SO2 = 3310

Modificação valida de 22 a 25 de janeiro de 1997 (icf02297.081)

SL R6 = 1836 R5 = 3852.8  
ETC Values O3 = 3051 SO2 = 3332.8

Modificação valida de 26 de janeiro a 10 de fevereiro de 1997  
(icf02697.081)

SL R6 = 1782.1 R5 = 3923.1  
ETC Values O3 = 2997.1 SO2 = 3403.1

Modificação valida de 11 a 23 de fevereiro de 1997 (icf04297.081)

SL R6 = 1830.4 R5 = 3838.7  
ETC Values O3 = 3045.4 SO2 = 3318.7

Modificação valida de 24 de fevereiro a 07 de março de 1997  
(icf05597.081)

SL R6 = 1786.7 R5 = 3866.8  
ETC Values O3 = 3001.7 SO2 = 3346.8

Modificação valida de 08 a 12 de março de 1997 (icf06797.081)

SI R6 = 1805.4 R5 = 3833  
ETC Values O3 = 3020.4 SO2 = 3313

Modificação valida de 13 de março a 18 de abril de 1997  
(icf07297.081)

SL R6 = 1846.4 R5 = 3824.2  
ETC Values O3 = 3061.4 SO2 = 3304.2

Para o período de 19 de abril a 10 de maio de 1997 aso validos os  
valores  
da calibração.

Modificação valida de 11 a 31 de maio de 1997 (icf13197.081)

SL R6 = 1848.2 R5 = 3833.1  
ETC Values O3 = 3063.2 SO2 = 3313.1

Modificação valida de 01 a 05 de junho de 1997 (icf15297.081)

SL R6 = 1876.8 R5 = 3819.4  
ETC Values O3 = 3091.8 SO2 = 3299.4

Modificação valida de 06 a 08 de junho de 1997 (icf15797.081)

SL R6 = 1850 R5 = 3801.3  
ETC Values O3 = 3065 SO2 = 3281.3

Modificação valida de 09 a 20 de junho de 1997 (icf16097.081)

SL R6 = 1813.7 R5 = 3812.6  
ETC Values O3 = 3028.7 SO2 = 3292.6

Modificação válida de 21 a 25 de junho de 1997 (icf17297.081)

SL R6 = 1785.2 R5 = 3805.4  
ETC Values O3 = 3000.2 SO2 = 3285.4

Modificação válida de 26 de junho a 08 de julho de 1997 (icf17797.081)

SL R6 = 1807.2 R5 = 3817.8  
ETC Values O3 = 3022.2 SO2 = 3297.8

Modificação válida de 09 a 13 de julho de 1997 (icf19097.081)

SL R6 = 1817.6 R5 = 3775.2  
ETC Values O3 = 3032.6 SO2 = 3255.2

Modificação válida de 14 a 16 de julho de 1997 (icf19597.081)

SL R6 = 1839.3 R5 = 3789.7  
ETC Values O3 = 3054.3 SO2 = 3269.7

Nos dias 17 de julho a 06 de agosto de 1997, os valores de R6 estão dentro do intervalo de +/- 10, portanto seus valores de ETC são os mesmos da calibração.

Modificação válida de 07 a 08 de agosto de 1997 (icf21997.081)

SL R6 = 1882 R5 = 3814.5  
ETC Values O3 = 3097 SO2 = 3294.5

Modificação válida de 18 a 19 de agosto de 1997 (icf23097.081)

SL R6 = 1847.5 R5 = 3788  
ETC Values O3 = 3062.5 SO2 = 3268

Modificação válida de 28 a 31 de agosto de 1997 (icf24097.081)

SL R6 = 1852 R5 = 3776.6  
ETC Values O3 = 3067 SO2 = 3256.6

Para os demais períodos do mês de agosto são válidos os valores de ETC da calibração, visto que os valores de R5 e R6 estão dentro do intervalo de +/- 10.

Modificação válida de 01 a 10 de setembro de 1997 (icf24497.081)

SL R6 = 1856.7 R5 = 3786.1  
ETC Values O3 = 3071.7 SO2 = 3266.1

Modificação válida de 11 a 13 de setembro de 1997 (icf25497.081)

SL R6 = 1831.3 R5 = 3785  
ETC Values O3 = 3046.3 SO2 = 3265

Modificação válida de 14 a 16 de setembro de 1997 (icf25797.081)

SL R6 = 1811 R5 = 3790.7  
ETC Values O3 = 3026 SO2 = 3270.7

Modificação válida de 17 a 21 de setembro de 1997 (icf26097.081)

SL R6 = 1790.2 R5 = 3807.6  
ETC Values O3 = 3005.2 SO2 = 3287.6

Modificação valida de 22 a 27 de setembro de 1997 (icf26597.081)

SL R6 = 1798 R5 = 3801.3  
ETC Values O3 = 3013 SO2 = 3281.3

Modificação valida de 28 de setembro a 07 de outubro de 1997  
(icf27197.081)

SL R6 = 1780.6 R5 = 3791  
ETC Values O3 = 2995.6 SO2 = 3271

Modificação valida para 17 de outubro de 1997 (icf29097.081)

SL R6 = 1838 R5 = 3759  
ETC Values O3 = 3053 SO2 = 3239

Modificação valida de 23 a 25 de outubro de 1997 (icf29697.081)

SL R6 = 1767.3 R5 = 3775  
ETC Values O3 = 2982.3 SO2 = 3255

Modificação valida de 26 a 27 de outubro de 1997 (icf29997.081)

SL R6 = 1750.5 R5 = 3782.5  
ETC Values O3 = 2965.5 SO2 = 3262.5

Modificação valida de 07 a 09 de novembro de 1997 (icf31197.081)

SL R6 = 1836.7 R5 = 3742.7  
ETC Values O3 = 3051.7 SO2 = 3222.7

Modificação valida de 10 a 14 de novembro de 1997 (icf31497.081)

SL R6 = 1855 R5 = 3762  
ETC Values O3 = 3070 SO2 = 3242

Modificação valida para 15 de novembro de 1997 (icf31997.081)

SL R6 = 1842 R5 = 3787  
ETC Values O3 = 3057 SO2 = 3267

Modificação valida de 16 a 25 de novembro de 1997 (icf32097.081)

SL R6 = 1777.1 R5 = 3815.7  
ETC Values O3 = 2992.1 SO2 = 3295.7

Modificação valida de 26 a 27 de novembro de 1997 (icf33097.081)

SL R6 = 1790 R5 = 3789.5  
ETC Values O3 = 3005 SO2 = 3269.5

Para 28 de novembro de 1997 são validados os valores de ETC da  
calibração, visto que os valores de R5 e R6 estão dentro do  
intervalo de +/- 10.

Modificação valida para 29 de novembro de 1997 (icf33397.081)

SL R6 = 1785 R5 = 3765  
ETC Values O3 = 3000 SO2 = 3245

Modificação valida de 30 de novembro a 01 de dezembro de 1997 (icf33497.081)

SL R6 = 1752.5 R5 = 3763.5  
ETC Values O3 = 2967.5 SO2 = 3243.5

Modificação valida para 02 de dezembro de 1997 (icf33697.081)

SL R6 = 1805 R5 = 3879  
ETC Values O3 = 3020 SO2 = 3359

Modificação valida de 03 a 14 de dezembro de 1997 (icf33797.081)

SL R6 = 1770.9 R5 = 3844.6  
ETC Values O3 = 2985.9 SO2 = 3324.6

Modificação valida de 15 a 20 de dezembro de 1997 (icf34997.081)

SL R6 = 1783.8 R5 = 3847.2  
ETC Values O3 = 2998.8 SO2 = 3327.2

Modificação valida de 21 e 22 de dezembro de 1997 (icf35597.081)

SL R6 = 1805 R5 = 3788.5  
ETC Values O3 = 3020 SO2 = 3268.5

Modificação valida de 23 a 27 de dezembro de 1997 (icf35797.081)

SL R6 = 1830.2 R5 = 3746.2  
ETC Values O3 = 3045.2 SO2 = 3226.2

De 28 de dezembro de 1997 a 09 de janeiro de 1998 aso validos os valores de ETC da calibração, visto que os valores de R5 e R6 estão dentro do intervalo de +/- 10. (icf35796.081)

Modificação valida para 10 de janeiro de 1998 (icf01098.081)

SL R6 = 1844 R5 = 3768  
ETC Values O3 = 3059 SO2 = 3248

Modificação valida para 11 de janeiro de 1998 (icf01198.081)

SL R6 = 1828 R5 = 3791  
ETC Values O3 = 3043 SO2 = 3271

Modificação valida de 12 a 22 de janeiro de 1998 (icf01298.081)

SL R6 = 1811.9 R5 = 3807.4  
ETC Values O3 = 3026.9 SO2 = 3287.4

Modificação valida para 23 de janeiro de 1998 (icf02398.081)

SL R6 = 1829 R5 = 3783  
ETC Values O3 = 3044 SO2 = 3263

Modificação valida de 24 a 25 de janeiro de 1998 (icf02498.081)

SL R6 = 1840 R5 = 3753.5  
ETC Values O3 = 3055 SO2 = 3233.5

De 26 de janeiro de 1998 a 02 de fevereiro de 1998 aso validos os valores de ETC da calibração, visto que os valores de R5 e R6 estão dentro do intervalo de +/- 10. (icf35796.081)

De 03 de fevereiro de 1998 a 14 de fevereiro de 1998 aso validos os valores de ETC da calibração, visto que os valores de R5 e R6 estão dentro do intervalo de +/- 10. (icf35796.081)

Modificação valida de 15 a 17 de fevereiro de 1998 (icf04698.081)  
SL R6 = 1846.3 R5 = 3765.3  
ETC Values O3 = 3061.3 SO2 = 3245.3

Modificação valida para 18 de fevereiro de 1998 (icf04998.081)  
SL R6 = 1821 R5 = 3777  
ETC Values O3 = 3036 SO2 = 3257

Modificação valida de 19 a 21 de fevereiro de 1998 (icf05098.081)  
SL R6 = 1793 R5 = 3816.6  
ETC Values O3 = 3008 SO2 = 3296.6

Modificação valida de 22 a 26 de fevereiro de 1998 (icf05398.081)  
SL R6 = 1808.6 R5 = 3785.2  
ETC Values O3 = 3023.6 SO2 = 3265.2

Modificação valida de 27 de fevereiro a 01 de marco de 1998 (icf05898.081)  
SL R6 = 1826 R5 = 3736.3  
ETC Values O3 = 3041 SO2 = 3216.3

Modificação valida de 02 a 14 de marco de 1998 (icf06198.081)  
SL R6 = 1824 R5 = 3742.5  
ETC Values O3 = 3039 SO2 = 3222.5

Modificação valida de 15 a 20 de marco de 1998 (icf07498.081)  
SL R6 = 1835.5 R5 = 3739.8  
ETC Values O3 = 3050.5 SO2 = 3219.8

Modificação valida de 21 a 25 de marco de 1998 (icf08098.081)  
SL R6 = 1803.2 R5 = 3771.2  
ETC Values O3 = 3018.2 SO2 = 3251.2

Modificação valida de 26 a 31 de marco de 1998 (icf08598.081)  
SL R6 = 1804 R5 = 3785.6  
ETC Values O3 = 3019 SO2 = 3265.6

Modificação valida para 01 de abril de 1998 (icf09198.081)  
SL R6 = 1795 R5 = 3767  
ETC Values O3 = 3010 SO2 = 3247

Modificação valida de 02 a 11 de abril de 1998 (icf09298.081)  
SL R6 = 1777.2 R5 = 3775.9



ETC Values O3 = 2992.2 SO2 = 3255.9

Modificação válida de 12 a 16 de abril de 1998 (icf10298.081)

SL R6 = 1813.8 R5 = 3723

ETC Values O3 = 3028.8 SO2 = 3203

Modificação válida de 17 a 19 de abril de 1998 (icf10798.081)

SL R6 = 1826 R5 = 3719

ETC Values O3 = 3041 SO2 = 3199

Modificação válida para 20 de abril de 1998 (icf11098.081)

SL R6 = 1805 R5 = 3725

ETC Values O3 = 3020 SO2 = 3205

Modificação válida para 21 de abril de 1998 (icf11198.081)

SL R6 = 1774 R5 = 3727

ETC Values O3 = 2989 SO2 = 3207

Modificação válida de 22 a 30 de abril de 1998 (icf11298.081)

SL R6 = 1760.5 R5 = 3758.1

ETC Values O3 = 2975.5 SO2 = 3238.1

Modificação válida de 01 a 06 de maio de 1998 (icf12198.081)

SL R6 = 1787.6 R5 = 3768.8

ETC Values O3 = 3002.6 SO2 = 3248.8

Modificação válida de 07 a 14 de maio de 1998 (icf12798.081)

SL R6 = 1760.3 R5 = 3787

ETC Values O3 = 2975.3 SO2 = 3267

Modificação válida de 15 a 20 de maio de 1998 (icf13598.081)

SL R6 = 1785.3 R5 = 3789.3

ETC Values O3 = 3000.3 SO2 = 3269.3

Modificação válida de 21 a 25 de maio de 1998 (icf14198.081)

SL R6 = 1763.2 R5 = 3781

ETC Values O3 = 2978.2 SO2 = 3261

Para cada uma destas alterações fazia-se necessário realizar uma complexa análise dos dados e muitos cálculos a fim de obter as novas constantes utilizadas no reprocessamento dos valores das medidas. A fim de diminuir este trabalho e reduzir a margem de erro, implementou-se uma rotina no próprio programa do espectrofotômetro que realiza esta análise e recalculo das constantes. Esta rotina foi chamada de 'rc' consoantes da palavra recalculo, desenvolvida em Basic e pode ser vista a seguir:

**ROTINA PARA RECALCULO DAS CONSTANTES DO  
ESPECTROFOTOMETRO**

```
10000 rem data rc
11000 CONSTANTE=1865
11100 ETC=3080
11200 ' DESENHO DAS JANELAS
11400 GOTO 12000
11500 LET A$="":LET B$="Í":LET C$="»":LET D$="É":LET E$="¼":LET F$="È":
DESENHANDO PAGINA INICIAL:locate 1,1:print D$;FOR I=1 TO 78:PRINT B$;NEXT
I:PRINT C$;
11600 PRINT A$;" PROGRAMA DE ANALISE DE DADOS DO
ESPECTROFOTOMETRO BREWER 16/06/98 ";A$;PRINT A$;" LACESM
FERNANDO L. GUARNIERI";A$;
11700 PRINT F$;FOR I=1 TO 78:PRINT B$;NEXT I:PRINT E$;RETURN
11800 LOCATE X-1,1:LET G$="Ú":LET H$="¿":LET I$="À":LET J$="Ù":LET
L$="³":LET M$="Ä":PRINT G$;FOR I=1 TO 78:PRINT M$;NEXT I:PRINT H$;FOR
I=X TO Y:LOCATE I,1:PRINT L$;LOCATE I,80:PRINT L$;NEXT I:PRINT I$;
11900 FOR I=1 TO 78:PRINT M$;NEXT I:PRINT J$;RETURN
12000 CLS:GOSUB 11500:X=6:Y=8:GOSUB 11800:' programa de recalculo
12100 LOCATE 6,2:INPUT "Data Inicial (DDMMAA):" ; SD:LOCATE 8,2:INPUT "Data
Final (DDMMAA):" ; ED:DAT=SD:GOSUB
12200:ANOS=ANO:MES=MES:DIAS=DIA:DAT=ED:GOSUB
12200:ANOE=ANO:MESE=MES:DIAE=DIA:GOTO 12600
12200 ANO=DAT-(INT(DAT/100))*100
12300 MES=((DAT-ANO)-(INT((DAT-ANO)/10000))*10000)/100
12400 DIA=INT(DAT/10000)
12500 RETURN
12600 ' rotina para calculo da data inicial em juliano
12700 ANO=ANOS
12800 MES=MES
12900 DIA=DIAS
13000 GOSUB 14000
13100 DJS=DJ
13200 ' rotina para calculo da data final em juliano
13300 ANO=ANOE
13400 MES=MESE
13500 DIA=DIAE
13600 C=1
13700 GOSUB 14000
13800 DJE=DJ
13900 GOTO 15000
14000 DJ=0:I=0
14100 IF ANO/4=INT(ANO/4) THEN BI=1 ELSE BI=0
14200 FOR I=1 TO MES
14300 DATA 0, 31, 28, 31, 30, 31, 30, 31, 31, 30, 31, 30, 31
14400 READ A
14500 IF I=3 THEN DJ=DJ+A+BI ELSE DJ=DJ+A
14600 NEXT I
14700 RESTORE
14800 DJ=DJ+DIA
14900 RETURN
15000 REM
```

```
15100 CLS
15200 GOSUB 11500
15300 X=6
15400 Y=8
15500 GOSUB 11800
15600 LOCATE 6,2
15700 PRINT "      INICIO                      FIM"
15800 LOCATE 7,2:PRINT "DATA NORMAL: ";DIAS;"-";MESS;"-";ANOS;
15900 LOCATE 7,50:PRINT "DATA NORMAL: ";DIAE;"-";MESE;"-";ANOE
16000 LOCATE 8,2:PRINT "DATA JULIANA: ";DJS*100+ANOS
16100 LOCATE 8,50:PRINT "DATA JULIANA: ";DJE*100+ANOE
16200 N=DJE-DJS
16300 DJSC=DJS*100+ANOS
16400 DJEC=DJE*100+ANOE
16500 LOCATE 12,1
16600 X=11
16700 Y=23
16800 GOSUB 11800
16900 LOCATE 10,18:PRINT "AGUARDE !!! LOCALIZANDO DADOS NO ARQUIVO"
17000 DIM DAT(N),CONST(N),REPRO(N),NETC(N), STATUS(N)
17100 OPEN "c:\bdata\sloavg.081" FOR INPUT AS 1
17200 IF EOF(1) THEN GOTO 12000
17300
INPUT#1,N1,N2,N3,N4,N5,N6,N7,N8,N9,N10,N11,N12,N13,N14,N15,N16,N17,N18
17400 DAT(1)=INT(N1)
17500 CONST(1)=N10
17600 IF DAT(1)<>DJSC THEN GOTO 17200
17700 FOR I=2 TO N
17800
INPUT
#1,N1,N2,N3,N4,N5,N6,N7,N8,N9,N10,N11,N12,N13,N14,N15,N16,N17,N18
17900 DAT(I)=N1
18000 CONST(I)=N10
18100 NEXT I
18200 CLOSE #1

18300 ' ANALISE DOS DADOS
18500 ' X=11
18600 ' Y=23
18700 ' GOSUB 11800
18800 ' LOCATE 11
18850 'let constante=1965
18860 'let etc=3080

18900 FOR I=1 TO N-1
18950 IF CONST(I)>CONSTANTE-10 AND CONST(I)<CONSTANTE+10 THEN GOSUB
20000 ELSE GOSUB 30000
19200 ' PRINT DAT(I);" ";CONST(I);" ";NETC(I);" ";STATUS(I)
19300 NEXT I

19400 GOTO 45000

20000 ' ROTINA DE CONSTANTE CORRETA
20050 STATUS(I)=0
20100 NETC(I)=ETC
20200 RETURN
```

```
30000 ' ROTINA DE FORMACAO DE GRUPOS
30005 ACC=0 ' LIMPA O ACUMULADOR
30010 MAX=I ' INDICE DO PONTO DE MAXIMO
30020 MIN=I ' INDICE DO PONTO DE MINIMO
30025 INI=I ' INDICE DO PONTO DE INICIO
30027 fin=I ' INDICE DO PONTO DE FIM

30100 FOR A=I TO N
30200 B=A
30300 IF CONST(B)>CONST(MAX) THEN MAX=B
30400 IF CONST(B)<CONST(MIN) THEN MIN=B
30500 IF CONST(MAX)-CONST(MIN)<20 THEN gosub 30900
30600 IF CONST(MAX)-CONST(MIN)>20 THEN GOSUB 31200
30650 STATUS(B)=1
30700 NEXT A
30800 gosub 40000

30900 rem calculo dos pontos dentro do intervalo
31000 ACC=ACC+CONST(B)
31100 return

31200 REM PONTO FORA DO INTERVALO MAXIMO ADMITIDO
31300 FIN=B
31400 A=N
31500 I=B-1
32000 RETURN

40000 ' ROTINA DE CALCULO DA NOVA CONSTANTE
40100 MEDIA=ACC/(FIN-INI)
41000 NETC=(MEDIA-CONSTANTE)+ETC
41500 FOR C=INI TO FIN
41510 NETC(C)=NETC
42000 ' PRINT DAT(C);" ";CONST(C);" ";NETC(C);STATUS(C)
43000 NEXT C
44000 return

45000 FOR A=1 TO N
45100 PRINT DAT(A);" ";CONST(A);" ";NETC(A);STATUS(A)
45200 NEXT A

46000 data rc
65529 rem dummy line

=====
```

Esta rotina encontra-se em fase de teste. Ao ser executada, é requerido ao operador o período que se deseja reprocessar. Selecionado o período, são lidos os dados do arquivos das lâmpadas de calibração. O programa busca então agrupar os dias próximos e que tenham desvios semelhantes ou dentro de uma mesma faixa de variação. Caso os resultados dos testes estejam dentro de uma faixa aceitável, as constantes originais do equipamento são mantidas, caso contrário, o software realiza uma análise matemática e gera novas constantes. Estas constantes poderão agora ser substituídas no programa do espectrofotômetro e os dados de

ozônio reprocessados. Em uma próxima etapa pode-se fazer com que a própria rotina faça o reprocessamento dos dados de ozônio toda a análise e reprocessamento de outras medidas como SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>.

### **3.1.12. MANUTENÇÃO ELETRÔNICA DO ESPECTROFOTÔMETRO**

No ano de 1998, devido a um problema na rede elétrica do Observatório Espacial do Sul, ocorreu um problema eletrônico no Brewer. Depois de exaustivas verificações, o equipamento foi enviado a Natal-RN onde foi substituída a sua placa do microprocessador pelos engenheiros do INPE-NATAL. No Anexo 1 apresenta-se o relatório dos procedimentos adotados na tentativa de solucionar este defeito.

## **3.2. Sistema de Sondagens**

### **3.2.1. LANÇAMENTOS DE SONDAS**

Os lançamentos semanais que eram realizados no OES em São Martinho da Serra, foram suspensos desde o mês de março de 1998 devido a falta de sondas, por causa de problemas de importação.

Outro problema que atrapalhou o sistema de sondagens foi a desativação do sistema de navegação Omega, utilizado no posicionamento da sonda e no processamento de dados de vento. O novo sistema que vem sendo utilizado para sondagens faz uso do sistema GPS (Global Position System), e implica na substituição de um dos módulos da Estação de Terra do Sistema W-9000. Este novo módulo, de custo elevado, ainda não foi adquirido pelo OES/CRSPE-INPE.

Mesmo com estas dificuldades, tentou-se realizar um lançamento fazendo uso de material reaproveitado de outros lançamentos, e sem dispormos de posicionamento e processamento de ventos. Os dados obtidos neste lançamento não puderam ser aproveitados, pois após os 5 km de altitude, a sonda transmissora passou a apresentar um comportamento instável, transmitindo o sinal por alguns intervalos de tempo e cessando completamente a transmissão por um tempo mais prolongado.

### **3.2.2. MANUTENÇÃO DA ESTAÇÃO DE TERRA DO SISTEMA W-9000**

Ao tentarmos realizar o lançamento descrito acima, percebeu-se que a Estação de Terra não estava captando o sinal transmitido pela radiossonda. Depois de vários testes nos módulos receptores, cabos, conexões, sistemas de chaveamento, descobriu-se o defeito, que se tratava do pré-amplificador da antena principal que havia queimado devido, provavelmente, a descargas elétricas atmosféricas, muito freqüentes naquela época. O pré-amplificador foi substituído por um módulo reserva que havia sido adquirido pelo LACESM na compra do equipamento.

## 4. PARTICIPAÇÃO EM CONGRESSOS

Nos dias 10 e 11 de novembro de 1998, a UPF (Universidade de Passo Fundo) da cidade de Passo Fundo, promoveu a 8ª MIC (Mostra de Iniciação Científica), da qual participou-se com 4 trabalhos, que foram publicados em anais. Participou-se também da Jornada Acadêmica de Pesquisa, Extensão e Ensino, promovida pela UFSM (Universidade Federal de Santa Maria). Abaixo estão relacionados estes trabalhos, a participação do bolsista e o número do anexo onde encontra-se o resumo do trabalho:

### Trabalhos Apresentados na 8ª MIC

Título do trabalho: Determinação de Perfis Médios de Ozônio e Parâmetros Atmosféricos na Latitude de 30° S.

Autores: Guarnieri, F. L., Saldanha, F. M., Garibotti, L. Mühlen, L.

Orientador: Dr. Shuch, N. J.; Co-orientador: Prof. Pinheiro, D. K.

Participação: Co-Autor

Título do trabalho: Desenvolvimento de Software para Redução de Dados de um Espectrofotômetro Brewer.

Autores: Guarnieri, F. L., Saldanha, F. M., Garibotti, L. Mühlen, L., Külzer, R.

Orientador: Dr. Kirchhoff, V. W. J. H.; Co-orientador: Prof. Pinheiro, D. K.,

Dr. Shuch, N. J.

Participação: Co-Autor e Apresentador

Título do trabalho: Determinação do Comportamento Médio da Camada de Ozônio na Latitude de 30° S.

Autores: Guarnieri, F. L., Saldanha, F. M., Garibotti, Külzer, R.

Orientador: Dr. Kirchhoff, V. W. J. H.; Co-orientador: Prof. Pinheiro, D. K.,

Dr. Shuch, N. J.

Participação: Co-Autor

Título do trabalho: Desenvolvimento de Banco de Dados para Unix usando Java, driver JDBC e Postgress

Autores: Guarnieri, F. L., Saldanha, F. M., Garibotti, L., Külzer, R.

Orientador: Dr. Kirchhoff, V. W. J. H.; Co-orientador: Prof. Pinheiro, D. K.,

Dr. Shuch, N. J.

Participação: Co-Autor

### Trabalhos Apresentados na Jornada Acadêmica de Pesquisa, Extensão e Ensino

Nesta Jornada foram apresentados quatro trabalhos, porém os anais deste evento ainda não foram publicados pela Universidade Federal de Santa Maria.

## 5. CONCLUSÕES

A partir das atividades realizadas no LACESM/CT/UFSM em Convênio com o INPE/CRSPE no OES, pode-se concluir que:

- As observações sobre a Camada de Ozônio efetuadas desde 1992 permitem concluir que a latitude de Santa Maria sofre *Efeitos Secundários do Buraco de Ozônio Antártico* na primavera, quando ocorre a quebra do vórtex polar Sul. O fenômeno da redução da concentração de ozônio atmosférico sobre esta latitude deve-se a injeção de ar polar estratosférico pobre em ozônio;

- A concentração de ozônio apresenta uma variação cíclica anual. Não sendo possível observar-se uma periodicidade devido a QBO (Oscilação Quase Bienal), pelo pouco tempo de observação e também por influência do Buraco Antártico, o qual perturbou o comportamento normal da Camada de Ozônio.

- O dióxido de enxofre e o dióxido de nitrogênio, cujos dados não foram apresentados neste relatório, apresentam ambos níveis de background intermeados por picos, dos quais a maioria ainda se desconhece a causa, pois complexos mecanismos químicos e de transporte atmosférico podem estar envolvidos.

- A radiação ultravioleta solar apresenta um comportamento cíclico, com variações anuais e diárias. A intensidade de radiação UVB atinge picos diários aproximadamente as 13:00 h .

As pesquisas realizadas em Santa Maria e São Martinho da Serra, RS, possuem grande importância, não apenas para o aumento do conhecimento científico acerca do ambiente Terra-Espaço próximo, mas também devido as grandes conseqüências que tais fenômenos possam ter sobre a humanidade. A redução da Camada de Ozônio já é um fenômeno bastante repercutido e a descoberta de que seus efeitos fazem-se sentir sobre regiões densamente povoadas como o Sul do Brasil é preocupante, pois imaginava-se que o fenômeno estivesse restrito ao continente Antártico. Calcula-se que tal fenômeno estender-se-á até meados do próximo século e o aumento nos níveis de radiação ultravioleta no solo trará graves conseqüências sobre os seres vivos.



## 6. BIBLIOGRAFIA

1. Schuch, N.J.; Adaime, S. F.; Oliveira, N. U. V.; Bortolotto, E.; Sarkis, P. J.; Pinheiro, D. K.; Lüdke, E.; Wendt, F. A.; Trivedi, N. B.; Costa, J. M.; Kirchhoff, V. W. J. H.; Dutra, S. L. G.; Sobral, J. H. A.; Abdu, M. A.; Takahashi, H.; *Observatório Espacial do Sul - Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais/INPE*, Revista Brasileira de Geofísica; Vol 15(1), 65-70, 1997.
2. Kirchhoff, V.W.J.H, Schuch; N. J., Pinheiro D. K.; Harris, J.; *Evidence for an ozone hole perturbation at 30° South*, Atmos. Environ. , 30, 1481-1488, 1996.
3. Coffey, M. T.; Mankin, W.G; *Observations of the loss of stratospheric NO<sub>2</sub> following volcanic eruptions*, Geophysical Research Letters, 20, 2873-2876, 1993.
4. Bluth, G.J.S.; , C.C.; Krueger, A.J.; Walter, L.S.; *The contribution of explosive volcanism to global atmospheric SO<sub>2</sub> concentrations*, Nature, 366, 327-329, 1993.
5. Coffey, M. T.; *Observations of the impact of volcanic activity on stratospheric chemistry*, Journal of Geophysical Research, 101, 6767-6780, 1996.
6. Kirchhoff, V.W.J.H; *Ozônio e Radiação UV-B*, Transtec Editorial, 1995.b
7. *Brewer Ozone Spectrophotometer Operator's Manual*
8. *Meteorological Processing System W-9000 - Operator Manual*;
9. *Meteorological Processing System W-9000 - Reference Manual*;
10. *Meteorological Processing System W-9000 - Theory of Operation*.
11. *EN-SCI Corporation Models Z ECC - O<sub>3</sub> - Sondes \_ Instruction Manual*.
12. Kirchoff, V.W.; *Introdução A Geofísica Espacial*, Editora da Universidade de São Paulo, 1991
13. *Brewer Ozone Spectrophotometer Acceptance Manual*
14. *Brewer Ozone Spectrophotometer Maintenance Manual*

15. Nakamura, Y., Yamazaki, Y., Cabral, M.R., Ning, C.H.S.; *Medidas de Ozônio Total por Meio de Satélite no Setor Brasileiro*, Revista Brasileira de Geofísica, Vol. 6, 46-54, 1988
16. Kirchhoff, V.W.J.H.; *Variações Temporais da Concentração de Ozônio de Superfície*, Revista Brasileira de Geofísica, Vol. 6, 3-8, 1988
17. Fleagle, R. G; Businger, J. A.; *An Introduction To Atmospheric Physics - International Geophysics Serie - Academic Press*, 1963;
18. Josefsson, W. A. P.; *Focused Sun Observations Using A Brewer Ozone Spectrophotometer* *Journal of Geophysical Research*, 97, 15813-15817;
19. Whitten, R. C. e Prasad, S. S.; *Ozone In Free Atmosphere*, Van Nostrand Reinhold Company, 1985;
20. J. K. Hargreaves; *The solar-terrestrial enviroment*, Cambridge Atmospheric and Space Science Series, 1995;
21. Richard P. Wayne; *Chemistry of Atmospheres*, Oxford Science Publications, Second Edition, 1996;
22. Richard Goody; *Principles of Atmospheric Physics and Chemistry*, Oxford University Press, 1995;
23. Peter Warneck; *Chemistry of the Natural Atmosphere*, International Geophysics Series, Volume 41, 1988;
24. Murry L. Salby; *Fundamentals of Atmospheric Physics*, International Geophysycs Series, 1996.

## **ANEXO 1**

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS ESPACIAIS DE SANTA MARIA**

**RELATÓRIO DOS PROBLEMAS, TENTATIVAS DE SOLUÇÃO E  
SITUAÇÃO ATUAL DO ESPECTROFOTÔMETRO BREWER MKIV #O81  
INSTALADO NO OBSERVATÓRIO ESPACIAL DO SUL  
OES/CRSPE/INPE**

**SANTA MARIA, 24 DE JULHO DE 1998.**

## **COMO SURTIU O PROBLEMA**

### **Ocorrência de choques elétricos**

Durante a realização do curso de operação do Espectrofotômetro Brewer, ministrado aos novos bolsistas do LACESM, no dia 28-05-98, foi efetuada uma verificação interna e percebeu-se a ocorrência de choques elétricos ao entrar em contato com a carcaça do Brewer.

### **Problemas com a Íris**

No mesmo dia 28-05, durante a verificação interna, todos os pontos de medição de tensões foram verificados, apresentando somente como problema a não abertura da Íris.

### **Instalação de haste de aterramento**

Em viagem posterior a São Martinho da Serra, no dia 02-06-98, foi instalada uma haste de aterramento para ligação do espectrofotômetro. Antes de efetuar a conexão da haste com o espectrofotômetro, foi realizada uma medida de diferença de potencial entre o Terra e a carcaça do espectrofotômetro.

### **Medição da diferença de potencial entre o Brewer e a haste de aterramento**

Nesta medição da diferença de potencial entre a carcaça do espectrofotômetro e a haste de aterramento, utilizou-se um voltímetro Fluke 87, do kit de calibração do espectrofotômetro. Nesta medição foi constatada a presença de aproximadamente 86 Volts. Ao se verificar a frequência, mediu-se um valor de 60 Hz, o que levou a crer que se tratava de problemas com a rede elétrica local.

Verificou-se ainda que este potencial se mantinha, mesmo quando era desconectado o cabo de alimentação do espectrofotômetro. Desconectando-se o cabo de comunicação do microcomputador, constatou-se que este potencial estava presente no pino de terra da saída serial do microcomputador.

A firma de Engenharia Elétrica responsável pela obra foi contatada e o problema foi resolvido, tendo sido encontrado um curto-circuito entre uma fase e a estrutura de uma caixa de distribuição (CD).

### **Início da condição de não operação**

No dia 05-06, em nova visita ao Laboratório, constatou-se que a Íris do Espectrofotômetro voltou a funcionar normalmente.

Foi novamente desconectado o cabo de comunicação do microcomputador para verificar se ainda continuava a diferença de potencial no pino de terra da saída serial. Constatou-se que este problema já havia sido solucionado.

Foram reconectados os cabos e o Brewer ligado. Não houve estabelecimento de comunicação entre o microcomputador e o espectrofotômetro. Foram feitas sucessivas tentativas de liga-lo, devido ao fato do led indicador de funcionamento estar queimado. Após várias tentativas não foi estabelecida a conexão, situação esta que persiste até o momento.

## **MEDIDAS TOMADAS NA TENTATIVA DE SOLUÇÃO DO DEFEITO**

### **Verificação do conector serial do Brewer**

A primeira medida adotada foi verificar o contato do conector serial com a saída serial do microcomputador. Nesta verificação, constatou-se que o microcomputador enviava sinal de comunicação para o espectrofotômetro.

### **Verificação do sinal dentro do Brewer (depois do conector)**

Aberto o espectrofotômetro, efetuou-se uma medição nos contatos do conector serial de entrada. Verificou-se que o sinal enviado pelo microcomputador estava sendo recebido pelo espectrofotômetro, que inclusive apresentou o 'click' audível de reset do sistema.

### **Medição da continuidade do cabo de dados**

Removido o cabo de comunicação, utilizou-se o ohmímetro para verificação da continuidade do cabo de comunicação. O ohmímetro apresentou, quando curto-circuitadas as pontas, uma resistência de 0.2 ohms, que é considerada como erro do ohmímetro. Efetuou-se então a medida do fio que interliga o pino 2 da interface serial ao pino B do conector do Brewer, sendo obtido o valor de 0.6 ohms. O mesmo valor foi verificado para o fio que interliga o pino 3 ao pino C. Na medição do pino 7 da interface ao pino J do conector do Brewer, obteve-se o valor de 0.4 ohms. Este valor menor deve-se ao fato de os pinos 7 ao pino J do conector serial utilizarem dois fios, portanto com uma resistência menor.

### **Verificação do sinal de resposta gerado pelo espectrofotômetro**

Removida a tampa superior do espectrofotômetro, efetuou-se a medição do sinal de resposta gerado pelo aparelho, na parte interna do conector do Brewer. Verificou-se a existência do sinal de resposta. Passou-se então a verificar o sinal de resposta na outra extremidade do cabo, junto a saída serial do microcomputador, tendo sido encontrado o referido sinal.

### **Verificação da entrada de sinal na Placa Mãe do computador**

Como o sinal de resposta do espectrofotômetro foi localizado na extremidade do cabo conectada ao computador, desconfiou-se das conexões entre a extremidade do cabo e a entrada da placa mãe do computador. Para isto foi removido o protetor de transientes que é ligado entre o conector do Brewer e a tomada serial do computador. Persistindo o problema, abriu-se o PC a fim de verificar se não existiam falhas no conector da saída serial do microcomputador. Assim, foi verificada a entrada de sinal diretamente na placa mãe do microcomputador, tendo sido encontrado o referido sinal.

### **Substituição do Software**

Como o sinal estava sendo recebido corretamente no microcomputador, desconfiou-se de problemas de configuração do software. Assim foi substituído o programa de controle do espectrofotômetro, mas o sistema continuava inoperante.

### **Substituição do computador**

Tendo sido já realizadas as verificações usuais, passou-se a desconfiar que tivesse ocorrido algum problema com a saída serial do microcomputador. Para verificar este problema, substituiu-se o PC de controle por outros dois microcomputadores, não tendo sido resolvido o problema com nenhum dos outros.

### **Mudança da passagem dos cabos**

Como os cabos de alimentação e comunicação do espectrofotômetro estavam instalados em rede subterrânea, que poderia estar apresentando problemas de umidade, foi resolvido retirar os cabos da via subterrânea e passá-los novamente de modo externo.

### **Remoção das placas e limpeza das conexões**

Como todas as verificações não mostraram resultado, iniciou-se a verificação interna do espectrofotômetro. A primeira providência foi remover as placas do rack do Brewer e efetuar uma limpeza nos seus conectores, fazendo uso de borracha, para remover possíveis oxidações.

### **Verificação dos conectores dos diversos componentes**

Procedeu-se uma verificação dos conectores que interligam as diversas placas e circuitos do espectrofotômetro, a fim de encontrar possíveis maus contatos ou problemas de conexão. Não foi encontrado nenhum ponto com problema.

### **Verificação dos pontos de medida da fonte de alta tensão**

Todos os pontos de medida de tensões da fonte secundária foram verificados utilizando-se um voltímetro Fluke 87, sendo que todos os valores encontravam-se normais. Só não foi verificada a saída de alta tensão devido ao fato de esta exceder o limite máximo de tensão do voltímetro.

### **Remoção da fonte principal de alimentação**

A fonte principal do espectrofotômetro teve as suas saídas de tensão medidas, sendo encontrada uma saída de 5 Volts danificada. Como esta fonte já havia apresentado problemas anteriormente, ela foi removida e trazida para o Laboratório de Eletrônica & Radiofrequência do LACESM em Santa Maria, onde foi realizado um exame mais minucioso da fonte.

### **Substituição de Diodo da fonte de alimentação**

Na verificação da fonte principal no Laboratório, encontrou-se um diodo zener queimado. O diodo era um 1N4734, com tensão de 5.6 Volts. Substituído este diodo, a fonte voltou a operar normalmente e foi reinstalada no espectrofotômetro, mas este não voltou a funcionar.

### **Verificação do setup da porta serial no programa do Brewer**

Por sugestão do Eng. José Raimundo Silva, do INPE de Natal-RN, foi verificado o setup da porta serial do software de controle do espectrofotômetro, que em outros locais já havia apresentado problemas de comunicação por ter sido trocado o número da porta serial. A porta encontrase identificada corretamente no software instalado em Santa Maria.

**Substituição da placa de clock e de conversão A/D**

Em recente viagem a unidade do INPE de Cachoeira Paulista, foi emprestado um conjunto de placas reservas de clock e conversão analógica/digital do espectrofotômetro modelo MK IV. Estas placas foram substituídas no Brewer de Santa Maria, mas não apresentaram resultado.

**Substituição da placa de I/O no. 3**

O Eng. José Raimundo Silva enviou de Natal - RN uma placa I/O n. 03 para ser testada no Brewer de Santa Maria. Esta placa foi instalada no espectrofotômetro #081, mas não apresentou nenhuma melhora na situação de operação.

**Conserto da fonte original do Brewer, vinda de Cachoeira Paulista**

Na já referida viagem a Cachoeira Paulista, no Laboratório de Ozônio, foi encontrada a fonte original do Brewer #081, que havia sido removida a alguns anos para conserto. Esta fonte ainda encontrava-se danificada, estando com os transistores de chaveamento arrancados da placa. A fonte foi trazida para Santa Maria onde foi consertada e deixada em condições de operação.

**Substituição da fonte principal**

A fonte original do Brewer #081, consertada em Santa Maria, foi instalada no espectrofotômetro a fim de testar qualquer possível falha da fonte que estava em funcionamento anteriormente. No entanto, não se obteve nenhum resultado.

**Medição de continuidade dos Flat-Cables**

Com o auxílio de um ohmímetro, foi realizada uma verificação detalhada de cada linha de todos os flat-cables do espectrofotômetro, a fim de localizar possíveis rupturas ou problemas nos conectores. Este teste demonstrou que todos os flat-cables encontram-se em bom estado, não havendo problemas de falta de continuidade.

**Medição da Alta Tensão**

Como nem o Observatório Espacial do Sul nem o LACESM possuem um voltímetro que permita medir diretamente os valores de saída da fonte de alta tensão, experimentou-se ligar dois multímetros com resistência interna equivalentes ou aproximadas e realizar a medição dos valores da alta tensão. Esta configuração de dois multímetros em série foi testada em laboratório medindo-se a rede elétrica local. Os valores de tensão distribuem-se nos multímetros de forma diretamente proporcional a sua resistência interna.

Ao tentar efetuar a medida na fonte de alta tensão, foi obtido valor nulo (0 Volts). Este valor foi confirmado ligando-se um dos voltímetros diretamente na fonte. Ficou a dúvida: se a fonte funciona permanentemente e está queimada ou funciona somente nos instantes em que são efetuadas medidas, por isto estaria medindo 0 Volts.

**Reconstrução do terminal do Cabo de comunicação**

Para eliminar qualquer possibilidade de mau contato no terminal de interligação com a porta serial, que é um dos problemas usuais de comunicação do Brewer, resolveu-se cortar aproximadamente 5 cm de cabo que não se encontrava em bom estado e refazer as ligações do conector. Tal procedimento também não obteve resultado.

**Substituição do programa novo do Brewer pela antiga versão**

Desconfiou-se novamente do software e, para descartar definitivamente a hipótese, instalou-se a antiga versão do programa do Brewer. Infelizmente não houve melhora na situação e não foi estabelecida a comunicação.

**SITUAÇÃO ATUAL**

O problema de falta de comunicação entre o microcomputador e o Brewer persiste, apesar de todas as tentativas feitas e, segundo o manual, a próxima etapa seria chamar a assistência técnica.

As placas que ainda não foram trocadas são:

Posição	Parte	Função
1	BA-E50/A	I/O (Micrômetro)
2	BA-E50/B	I/O (Íris e Filtros 1 e 2)
5	BA-E48	Contador de Fótons
10	BA-E52/B	Microprocessador Cosmac

