

**Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Ciências Espaciais Atmosféricas
Divisão de Aeronomia
Ionosfera
Relatório preliminar
(Período jul/00 – dez/00)**

Bolsista

Maria Eugenia Carvalho Pontedeiro

Orientador

prof. º Dr. Polinaya Muralikrishna

Título

***ESTUDOS DA IONOSFERA GLOBAL A PARTIR DE
EXPERIMENTOS LANÇADOS A BORDO DE
FOGUETES E SATÉLITES.***

**São José dos Campos
2.001**

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	4
1.1 A IONOSFERA.....	4
1.2 IONOSSONDA.....	6
2 ANÁLISE ESPECTRAL.....	8
2.1 CURFIT.....	8
2.2 USANDO O ORIGIN.....	8
3. REDUÇÃO DE DADOS DE IONOGRAMAS.....	10
3.1 IONOGRAMA.....	10
3.1 PARAMETROS.....	10
3.1.1 f_0F_2	10
3.1.2 $h'F$	10
3.1.3 hmF_2	10
4. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	11

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Ionosfera.....	4
FIGURA 2 – gráfico final em função de LOG.....	9
FIGURA 3 – gráfico final em função LINEAR.....	9

1. INTRODUÇÃO

Dando continuidade ao estudo sobre ionosfera global, analisamos dados de foguetes fazendo análise espectral.

Primeiramente usando o software CURFIT e depois o Origin para que estes plotassem gráficos com análise espectral.

Após fazermos as análises espectrais dos dados de foguetes, reduzimos dados da ionossonda, estação de Talara, dos meses de janeiro e fevereiro de 1958. Usando como parâmetros $h'F$, $hmF2$, $f0F2$.

1.1 A IONOSFERA



Figura 1 - Ionosfera

A ionosfera, que está próxima da termosfera, é uma camada da atmosfera que se localiza entre 50 à 1.000 km acima da crosta terrestre.

É condutiva (boa condutora de eletricidade) pois é formada pela irradiação solar e tende a diminuir de densidade, tornando o plasma mais rarefeito durante a noite, devido a recombinação de seus íons e elétrons.

Esta camada também recebe o nome de "plasma ionosférico neutro", pois o número de íons e elétrons são iguais.

Com a sua alta condutividade elétrica, a ionosfera, num efeito combinado com o campo magnético terrestre, tem a propriedade de alterar a trajetória das ondas de rádio de alta frequência e frequência inferiores, refratando-as e refletindo-as.

O aumento de emissão de radiação eletromagnéticas e de partículas durante o máximo do ciclo de atividade solar, está relacionado à intensificação dos efeitos das "bolhas" ou interferências nas telecomunicações.

As bolhas ionosféricas são perturbações da ionosfera terrestre que podem causar fortíssimas interferências nas ondas de rádio que as traspassem. Elas consistem em enormes regiões de alto grau de rarefação do plasma ionosférico; se estendem ao longo das linhas de campo geomagnético por milhares de quilômetros.

Portanto, elas cobrem o território brasileiro, no sentido norte-sul. Elas ocorrem apenas no período noturno e de outubro a março, numa faixa entre 30° e 35° em torno do equador, as regras seguidas são peculiares pela sazonalidade ser distinta de outros setores longitudinais. Estudamos a ionosfera para:

- Entendimento dos processos dinâmicos e eletrodinâmicos observados na ionosfera;
- Entendimento dos efeitos causados nas telecomunicações;
- Estudo da física de plasmas e dos fenômenos de instabilidade de plasma;

- Estudo dos processos quânticos que ocorrem em átomos e moléculas atmosféricas excitadas;
- Estudo da espectroscopia óptica.

Um dos equipamentos mais eficientes para se estudar a ionosfera é a ionossonda.

1.2 IONOSSONDA

É formada por um sistema transmissor-receptor, um conjunto de antenas e um computador que continuamente efetua sondagem na ionosfera.

O equipamento atualmente está instalado em Itaitinga-CE, para estudar ionosfera, é um moderno sondador digital, denominado CADI (Canadian Advanced Digital Ionosonde).

Este equipamento foi instalado em outubro de 1994, através de um convênio entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Universidade de Western Ontario, Canadá, mas os dados reduzidos são do ano de 1958 onde nesta época se utilizava uma outra ionossonda.

O equipamento consiste de um sistema transmissor-receptor, das antenas e de um microcomputador. O transmissor opera com 600 W de potência e possui unidades amplificadoras. O sistema de recepção incorpora quatro receptores para medidas com quatro antenas espaçadas.

As saídas dos receptores são amostradas simultaneamente, usando dois microprocessadores por canal. A obtenção de um ionograma completo pode levar apenas alguns segundos até vários minutos, dependendo do tipo de resolução utilizada.

Os dados são armazenados no disco rígido do microcomputador e periodicamente é feita a transferência dos mesmos para mini-fitas magnéticas. A CADI instalada em Itaitinga opera como um sondador de incidência vertical, fornecendo informações sobre a ionosfera local. São obtidas informações sobre a altura virtual (em função da frequência), a amplitude e a fase do sinal refletido e o deslocamento doppler devido ao movimento do alvo refletor. Com receptores múltiplos o ângulo de chegada também pode ser determinado. A partir dessas informações pode-se obter a densidade eletrônica e a deriva do plasma ionosférico.

Os estudos ionosféricos realizados com os dados de Itaitinga, tanto os da antiga sonda C4 quanto os da atual digissonda, tem sido de grande importância para o conhecimento da ionosfera equatorial na região brasileira. Os primeiros estudos de bolhas de plasma e irregularidades da região F na região equatorial brasileira foram realizados utilizando esses dados.

A longa série temporal de dados permitiu que fosse feito um estudo detalhado do comportamento da camada E esporádica (Es) sobre a região de Itaitinga. A deriva secular do equador magnético para latitudes ao norte de Itaitinga/Fortaleza durante o período de observação, resultou em mudanças de longo prazo nas características de ocorrência dos diferentes tipos de Es. Sob este aspecto, esta é uma região única para se estudar este tipo de fenômeno. Para que fosse feita a redução utilizamos alguns parâmetros como $h'F$, $hmF2$, $f0F2$.

2 Analise Espectral

2.1 CURFIT

Anteriormente estávamos utilizando, para análise espectral, um programa cedido pelo Dr. Delano, o CURFIT, onde ao abrir um arquivo .DAT este plotava um gráfico com a análise espectral feita.

Para testar este programa fizemos um programa no Borland C++ que gerava um arquivo com dados artificiais. Os dados declarados no programa eram comparados com os dados do gráfico plotado.

2.2 Usando o Origin

Com dados do foguete transformados em quilômetros, utilizamos o Origin.

Limitando um espaço de tempo pegamos no máximo 100 pontos para assim analisá-los e fazer a análise espectral. Dando assim um gráfico final em log e outro linear:

1. begin -> 37.757
end -> 37.681
Xmin=106.714
Xmax=106.8189
77 pontos
2. begin -> 37.650
end -> 37.567
Xmin=106.86375
Xmax=106.98405
84 pontos
3. begin -> 37.539
end -> 37.458
Xmin=107.0232
Xmax=107.13659
82 pontos

Figura 2 - Gráfico final em função de LOG

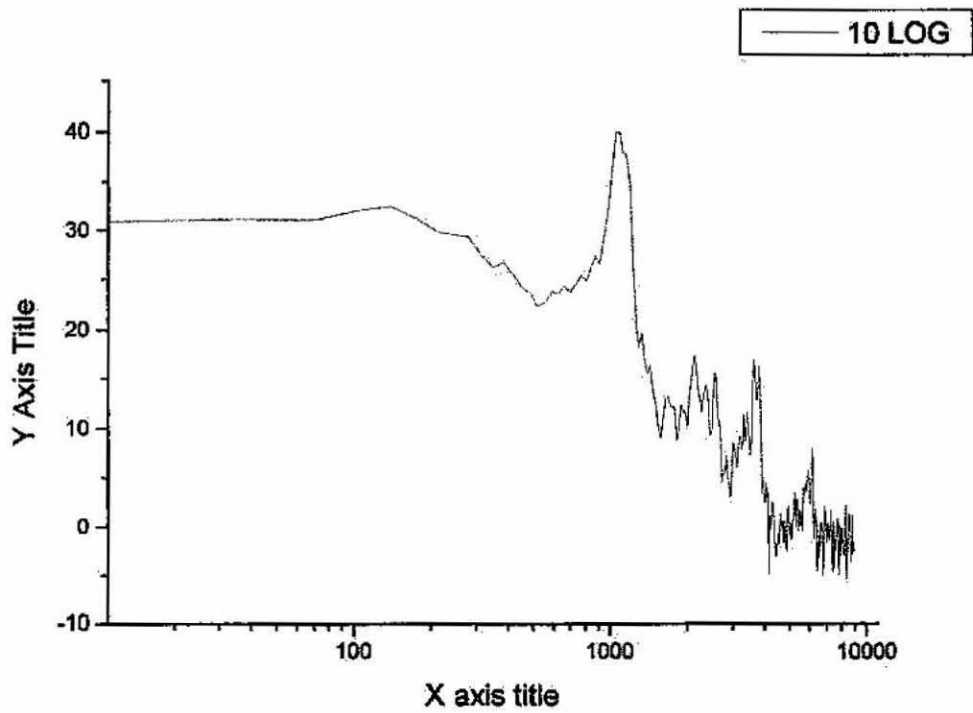
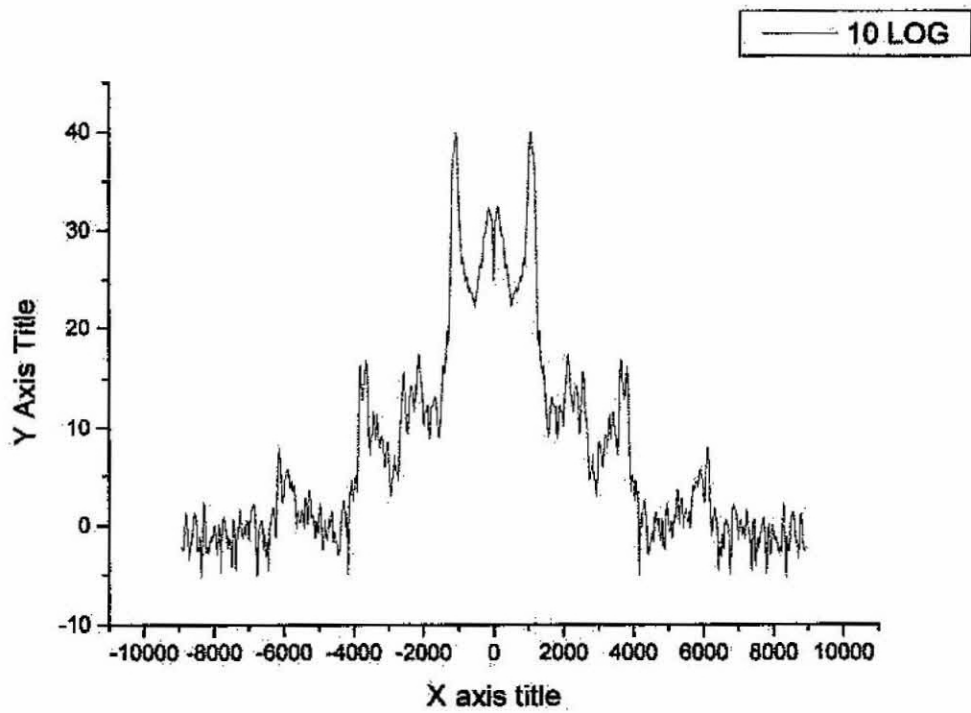


Figura 3 - Gráfico final em função linear



3. REDUÇÃO DE DADOS DE IONOGRAMAS

A redução foi feita com ionogramas da estação de TALARA dos meses de janeiro e fevereiro de 1958 e foi utilizado os parâmetros: f^oF2 , $h'F$, $hmF2$.

3.1 Ionograma

São os registros fotográficos produzidos pelos equipamentos de sondagem, ou sondas, os quais mostram a variação da altura virtual de reflexão das ondas de rádio em função da frequência do pulso. Essa altura é dita virtual devido ao fato da sonda medir o tempo decorrido entre a transmissão do pulso e a recepção do mesmo pulso após ocorrer a reflexão na ionosfera e considerar esse tempo como proporcional a altura onde se deu a reflexão, a altura real é sempre menor do que a virtual. A altura virtual mostrada no ionograma aumenta proporcionalmente a frequência da onda. Quando a reflexão alcança a altura máxima, a onda incidente fura a camada, não havendo portanto, retorno do pulso incidente e a sonda mede a altura virtual como infinita. A sonda utilizada nos dados reduzidos foi a ionossonda.

3.1 PARAMETROS

Para esta redução foi definidos alguns parâmetros:

3.1.1 f^oF2

Frequência crítica da onda ordinária da camada mais alta da região F.

3.1.2 $h'F$

Altura virtual mínima do traço ordinário em toda região F.

3.1.3 $hmF2$

fator de MUF para um percurso de 3000Km, usando a camada F2.

4. REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

- **SOUZA, J.R.;** Estudo do conteúdo total ionosférico. Dissertação de mestrado em ciência espacial/ geofísica espacial, 1992.
- **BITTENCOURT, J.A.;** Física da ionosfera, relatório n. INPE- 1191- nte/111, 1978.
- **VIEIRA, LEANDRO P.;** Projeto e desenvolvimento dos experimentos PLASMEX e pdp para medição de parâmetros de plasma espacial.
- **ERA, J.C.P.;** FRANCISCO, M.F.M.; MURALIKRISHNA, Polinaya; Interface Specification of plasma probe Payload.
- **Delano, CURFIT** Programa em V.B. para análise espectral.
- **Limiro, L.A.T. (1997)** - "Sistema ionocadi - manual do usuário" - publicação interna do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE-6116-MAN/010.