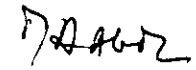




1. Publicação nº <i>INPE-3554-RPI/130</i>	2. Versão	ta 1985	5. Distribuição <input checked="" type="checkbox"/> Interna <input type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DGA/DIO</i>	Programa <i>IONO</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>PARÂMETROS IONOSFÉRICOS <math>f_0F_2</math>, <math>h_mF_2</math> e <math>h_pF_2</math> SISTEMA CCIR</i>			
7. C.D.U.: 523.4-853			
8. Título  <i>SISTEMA DE PREDIÇÃO CCIR</i>		10. Páginas: 39	
		11. Última página: A.13	
		12. Revisada por	
9. Autoria <i>E. R. de Paula O. T. do Vale * I. J. Kantor</i>		 M. A. Abdu	
 Assinatura responsável		13. Autorizada por  Marco Antonio Raupp Diretor Geral	
14. Resumo/Notas  <i>O sistema de predição CCIR foi desenvolvido para calcular os parâmetros ionosféricos da camada <math>F_2</math>, <math>f_0F_2</math> (frequência crítica da incidência vertical do traço ordinário) e <math>h_mF_2</math> (altura do máximo de ionização) medianas para qualquer mês de um ciclo solar, utilizando coeficientes numéricos do CCIR. Neste trabalho são apresentados os procedimentos para utilização do programa de computador e alguns exemplos de tabelas e gráficos dos dados de saída. Os valores preditos pelo CCIR de <math>f_0F_2</math> e <math>h_mF_2</math> são de grande utilidade para aplicações em radiocomunicações e para realizar estudos comparativos com os mesmos parâmetros observados.</i>			
* Endereço atual: Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA/CTA 12200 São José dos Campos, SP			
15. Observações <i>Este trabalho foi parcialmente subvencionado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), através do Contrato FINEP 537/CT.</i>			

### ABSTRACT

The CCIR prediction system was developed to calculate, using numerical coefficients, the median values of the  $F_2$ -layer ionospheric parameters,  $f_0F_2$  (ordinary wave critical frequency for vertical incidence) and  $hmF_2$  (height of the maximum ionization), representative for any month of a solar cycle. In the present work the computer program execution procedures are presented together with relevant examples of data plots and tables. The CCIR predicted values of  $f_0F_2$  and  $hmF_2$  are found to be of great use in radiocommunication applications and in comparative studies with observed parameters.

## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS .....	v
LISTA DE TABELAS .....	vii
1 - INTRODUÇÃO .....	1
2 - PROCECIMENTOS PARA A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE PREDIÇÃO CCIR .	2
3 - EXEMPLOS DE TABELAS E GRÁFICOS DOS PARÂMETROS $f_0F_2$ e $hmF_2$ (ou $hpF_2$ ) .....	6
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	17
APÊNDICE A - LISTAGEM DO PROGRAMA	

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
1 - Parâmetros $hmF_2$ e $f_0F_2$ preditos pelo CCIR para Cachoeira Paulista, em dezembro de 1978 .....	9
2 - Valores preditos (CCIR) e observados de $hmF_2$ e $f_0F_2$ e 10 e 30 quartis, valores máximos e mínimos e desvio padrão dos valores observados para Cachoeira Paulista, em dezembro de 1978.	10
3 - Valores preditos (CCIR) e observados de $f_0F_2$ , valores preditos (CCIR) de $hmF_2$ e valores observados de $h_pF$ e 10 e 30 quartis, valores máximos e mínimos e desvio padrão dos valores observados para Cachoeira Paulista, em dezembro de 1978 ....	11

## LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
1 - Valores preditos pelo CCIR dos parâmetros $MUF(0)F_2$ e $MUF(4000)F_2$ para $R_{12} = 0$ e $R_{12} = 100$ , $f_0F_2$ e $hmF_2$ para $R_{12} = 116,70$ , girofrequência, em dezembro de 1978, para Cachoeira Paulista .....	12
2 - Apresentação dos parâmetros $f_0F_2$ e $hmF_2$ , em dezembro de 1978, para Cachoeira Paulista .....	13
3 - Valores preditos (CCIR) de $f_0F_2$ e $hmF_2$ , seus erros relativos aos valores observados dos mesmos parâmetros e dados estatísticos dos valores observados de $f_0F_2$ e $hpF_2$ para cada hora local, em dezembro de 1978, para Cachoeira Paulista .....	15

## 1 - INTRODUÇÃO

O sistema de predição CCIR utiliza os coeficientes  $f_0F_2$  e  $M(3000)F_2$  (ITU, 1974) do CCIR ("Comité Consultatif International des Radio Communications") em um mapeamento numérico, o qual representa as variações geográficas e diurnas de  $f_0F_2$  e  $M(3000)F_2$ , fazendo uso de um tipo particular de séries de Fourier e Legendre (Jones and Gallet, 1962). Uma descrição completa do desenvolvimento destas séries pode ser encontrado em Paula (1977). Os coeficientes do CCIR foram obtidos de sondagem em incidência vertical de ionosfera, em um grande número de estações terrestres. Estes coeficientes são valores medianos mensais para dois níveis de atividades solares,  $R_{12}=0$  e  $R_{12}=100$ , correspondendo respectivamente à baixa e à alta atividade solar, e são utilizados para determinar o pico da densidade do plasma ionosférico e sua altura em todo o globo terrestre. Uma relação linear de  $f_0F_2$  e  $M(3000)F_2$  com a atividade solar, representada pelo fator  $R_{12}$  (média deslissante do número de manchas solares), é assumida. A altura do máximo de ionização da camada  $F_2$  é dada utilizando a fórmula de Shimazaki (1955):

$$hmF_2 = \left\{ \frac{1490}{M(3000)F_2} \right\} - 176 \text{ (km)}.$$

Os dados de entrada para o programa são:

- Índice do mês desejado (janeiro: 1, fevereiro: 2, etc.);
- $R_{12}$ , o qual pode ser obtido no periódico Solar Geophysical Data, para o mês de interesse;
- localidade, mês e ano;
- latitude e longitude geográfica do ponto de interesse.

O programa CCIR permite realizar estudos comparativos entre  $f_0F_2$  e  $hmF_2$ , preditos pelo CCIR, com  $f_0F_2$  e  $hmF_2$  observados, como o que foi realizado por Paula et alii (1981). Com esta finalidade basta fornecer os arquivos de entrada dos dados observados  $f_0F_2$  e  $M(3000)F_2$ . Caso não haja disponibilidade do fator  $M(3000)F_2$  observado e se deseje realizar uma comparação de  $hmF_2$  (CCIR) com  $hpF_2$  (observado) e  $f_0F_2$  (CCIR) com  $f_0F_2$  (observado), deve-se copiar os arquivos que contêm estes dados da fita IONODATA (SERIALNO = "FE0567") (ver Paula e Souza, 1984). Deve-se observar, entretanto, que  $hpF_2$  é igual à altura real do máximo de ionização da camada  $F_2$  apenas para uma camada parabólica simples, sem ionização nas regiões inferiores (WDC A, 1978). Na seção 2 estão apresentados os procedimentos para a utilização do sistema CCIR e na seção 3 alguns exemplos de listagens e gráficos dos parâmetros  $f_0F_2$ ,  $hmF_2$  ou  $hpF_2$  gerados pelo programa, bem como a explicação detalhada de cada parâmetro impresso.

Este programa foi desenvolvido para ser usado em um computador B6800 da Burroughs.

## 2 - PROCEDIMENTOS PARA A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE PREDIÇÃO CCIR

Para utilização do sistema de predição CCIR o usuário deve:

- 1) Copiar para sua área em disco os arquivos PRED/OBSERV e NCCIR da fita SISTIRI (SERIALNO = "FE0003") utilizando o seguinte "JOB":

```
BEGIN JOB <NOME DO JOB>;  
  
COPY  
  
(ANTONIOCARLOS)PRED/OBSERV AS PRED/OBSERV  
FROM SISTIRI(SERIALNO="FE0003") TO PACK;  
  
END JOB
```

Desejando realizar um estudo comparativo entre  $f_0F_2$  e  $hmF_2$ , observados e preditos pelo CCIR, deve-se colocar em sua área de disco os arquivos que contêm  $f_0F_2$  observado (CP/F0/7812, por exemplo) e  $M(3000)F_2$  observado (CP/M3000/7812, por exemplo), digitados no formato 12I4 (portanto 2 linhas para cada dia).

Existem também a possibilidade de copiar para a área do usuário arquivos de dados observados, onde constam os parâmetros  $f_0F_2$  e  $hpF_2$  para vários meses e anos como, por exemplo, CP/F0HP/7812. Estes arquivos podem ser copiados da fita IONODATA(SERIALNO="FE0567") já no formato compatível com o arquivo PRED/OBSERV. Procedimentos para efetuar estas cópias são encontrados em Paula e Souza (1984). Pode-se então comparar  $f_0F_2$  (predito pelo CCIR) com  $f_0F_2$  (observado) e  $hmF_2$  (predito pelo CCIR) com  $hpF_2$  (observado), porém deve-se estar atento para a diferença que existe entre  $hmF_2$  e  $hpF_2$ , conforme descrito na seção anterior.

2) Dar o comando GET PRED/OBSERV. A seguir:

a) Caso se deseje apenas tabelas ou tabelas e gráficos de  $f_0F_2$  e  $hmF_2$  preditos pelo CCIR, deve-se dar o comando:

```
RUN
```

b) Caso se disponha dos parâmetros observados  $f_0F_2$  e  $M(3000)F_2$  no formato 12I4 (2 linhas para cada dia) e se deseje compará-los com mesmos parâmetros preditos pelo CCIR deve-se dar o comando:

```
RUN; FILE FILE8(TITLE=<ARQUIVO CONTENDO  $f_0F_2$  OBSERVADO>);  
FILE FILE9(TITLE=<ARQUIVO CONTENDO  $M(3000)F_2$  OBSERVADO>)
```



c) Caso se disponha dos parâmetros observados  $f_0F_2$  e  $hpF_2$ , copiados da fita IONODATA e se deseje compará-los com  $f_0F_2$  e  $hmF_2$  preditos pelo CCIR, deve-se dar o comando:

```
RUN, FILE FILE4(TITLE=<ARQUIVO CONTENDO  $f_0F_2$  e  $hpF_2$ >)
```

3) Após a compilação, o programa pedirá na tela do terminal os seguintes dados (um exemplo de dados de entrada é fornecido):

- I ← ENTRE COM INDICE DO MES NO FORMATO LIVRE  
→ 12
- II ← ENTRE COM R12(ATIV.SOLAR) DO MES NO FORMATO LIVRE  
→ 116.70
- III ← DIGITE LOCALIDADE E MES E ANO NO FORMATO 2A6, 1X, 2A6  
→ C.PAULISTA DEZ. 1978
- IV ← ENTRE COM LATITUDE, LONGITUDE NO FORMATO F6.2,1X, F7,2  
→ -22.68 -45.00
- V ← DIGITE: ⇒ 1 CASO QUEIRA OUTRO MES (APENAS CCIR)  
2 CASO QUEIRA OUTRA LOCALIDADE E MESMO MES (SO CCIR)  
3 CASO QUEIRA PLOTTER DOS VALORES PREDITOS  
4 CASO QUEIRA COMPARAR VALORES PREDITOS E OBSERVADOS  
5 CASO QUEIRA ENCERRAR O PROGRAMA

4) Em 3.V digitando: 1 o programa volta ao ponto I do item 3.  
: 2 o programa volta ao ponto III do item 3  
: 3 vem as seguintes mensagens:

```
DIGITE: ⇒ 1 CASO QUEIRA PLOTTER DE  $f_0F_2$  E  $hmF_2$  (OU  $hpF_2$ )  
: ⇒ 2 CASO QUEIRA PLOTTER DE  $f_0F_2$  (OU  $hpF_2$ ) APENAS  
: ⇒ 3 CASO QUEIRA PLOTTER DE  $hmF_2$  (OU  $hpF_2$ ) APENAS
```

digitando qualquer uma destas opções, o "plotter" é executado e a seguir vem as mensagens:

- ←DIGITE: ⇒ 1 CASO QUEIRA OUTRO MES
- ⇒ 2 CASO QUEIRA OUTRA LOCALIDADE E MESMO MES
- ⇒ 3 CASO QUEIRA ENCERRAR O PROGRAMA

5) em 3.V digitando 4 vem as mensagens:

- ←DIGITE: ⇒ 1 CASO TENHA M(3000)F2 e F0F2
- ⇒ 2 CASO TENHA HPF2 E F0F2
- ⇒ 3 CASO NAO TENHA DADOS OBSERVADOS

Digitando 1 ou 2 vem as mensagens:

←DIGITE O NUMERO DE DIAS DO MES, FORMATO LIVRE

- ←DIGITE: ⇒ 1 CASO QUEIRA PLOTTER DOS VALORES PREDITOS E OBSERVADOS
- ⇒ 2 CASO NAO QUEIRA PLOTTER

Escolhendo 2 o programa é encerrado.

Escolhendo 1 vem as mensagens:

- DIGITE: ⇒ 1 CASO QUEIRA PLOTTER DE F0F2 e HMF2 (OU HPF2)
- : ⇒ 2 CASO QUEIRA PLOTTER DE F0F2 APENAS
- : ⇒ 3 CASO QUEIRA PLOTTER DE HMF2 (OU HPF2) APENAS

Digitando qualquer uma destas opções o programa é encerrado.

OBS.: Tabelas com parâmetros preditos ou preditos e observados são impressas (ver seção 3).

### 3 - EXEMPLOS DE TABELAS E GRÁFICOS DOS PARÂMETROS $f_0F_2$ E $hmF_2$ (OU $hpF_2$ )

Na Tabela 1 estão apresentados os seguintes parâmetros para cada hora local (HL) e correspondente hora universal (HU):

$MUF(\theta)F_2$  - é a frequência crítica do raio extraordinário em incidência vertical (MHZ):  $(MUF(\theta)F_2 = f_0F_2 + (GF/2))$ .

$MUF(4000)F_2$  - é a frequência de junção estimada para a propagação por um salto pela camada F2 para uma distância de 4000 km (MHZ).  $(MUF(4000)F_2 = 1,1M(3000)F_2 f_0F_2)$ .

$f_0F_2$  - é a frequência crítica em incidência vertical para o raio ordinário (MHZ).

$hmF_2$  - altura da máxima ionização da camada F2 (km).

GF - girofrequência (MHZ) calculada a 300 km de altura.

Na Tabela 2 estão apresentados os parâmetros observados de  $f_0F_2$  e  $hmF_2$  (\*) de Cachoeira Paulista, em dezembro de 1978. A disposição dos dados é hora local (0 a 23), nas linhas, por dias do mês, nas colunas. Se o mês tem 30 dias, zeros serão impressos na coluna correspondente ao 31º dia.

Na Tabela 3 estão apresentados os seguintes parâmetros estatísticos para  $f_0F_2$  e  $hmF_2$  (sairia  $hpF_2$  se o arquivo de dados tivesse  $f_0F_2$  e  $hpF_2$ ) observados para cada hora local:

N = número de valores existentes no mês;

MEDIA - média mensal;

(\*) (sairia  $hpF_2$  se o arquivo de dados tivesse  $f_0F_2$  e  $hpF_2$ ).

MDANA - Mediana mensal;

1.QT - 1º quartil (25% dos dados possuem valor inferior ao do 1º quartil, estando o conjunto ordenado em ordem de grandeza);

3.QT - 3º quartil (75% dos dados possuem valor inferior ao 3º quartil);

MAX - valor máximo;

MIN - valor mínimo;

STD - desvio padrão;

RANGE - intervalo percentual dos quartis  $= \{ [f_0F_2(\text{quartil superior}) - f_0F_2(\text{quartil inferior})] / f_0F_2(\text{mediana observada}) \} \times 100$   
(o mesmo cálculo é feito para  $hmF_2$  ou  $hpF_2$ );

SRG - soma dos intervalos percentuais dos quartis de todas as horas.

Os seguintes parâmetros para os valores preditos pelo CCIR também constam da Tabela 3:

ERR = erro percentual na predição do CCIR =

$$= \frac{|f_0F_2(\text{mediana observada}) - f_0F_2(\text{CCIR})|}{f_0F_2(\text{mediana observada})} \times 100$$

(o mesmo cálculo é feito para  $hmF_2$  ou  $hpF_2$ )

PREV - valor mediano mensal predito pelo CCIR.

SER - soma dos erros percentuais de todas as horas.

Na Figura 1 estão apresentados os parâmetros  $f_0F_2$  e  $hmF_2$  preditos pelo CCIR, para Cachoeira Paulista, em dezembro de 1978.

Na Figura 2 estão apresentados os valores preditos e observados  $hmF_2$  e  $f_0F_2$  e 1º e 3º quartis, valores máximos e mínimos, e desvio padrão dos valores observados.

Na Figura 3 estão apresentados os valores preditos e observados de  $f_0F_2$ , os valores preditos (CCIR) de  $hmF_2$  e os valores observados de  $hpF_2$ , e 1º e 3º quartis, valores máximos e mínimos, e desvios padrão dos valores observados.

Observar que o programa gera os gráficos em cores. A legenda anexa fornece o parâmetro associado a cada cor. No presente trabalho as cores foram substituídas por linhas de diferentes espessuras para os parâmetros observados e linha tracejada para os valores preditos.

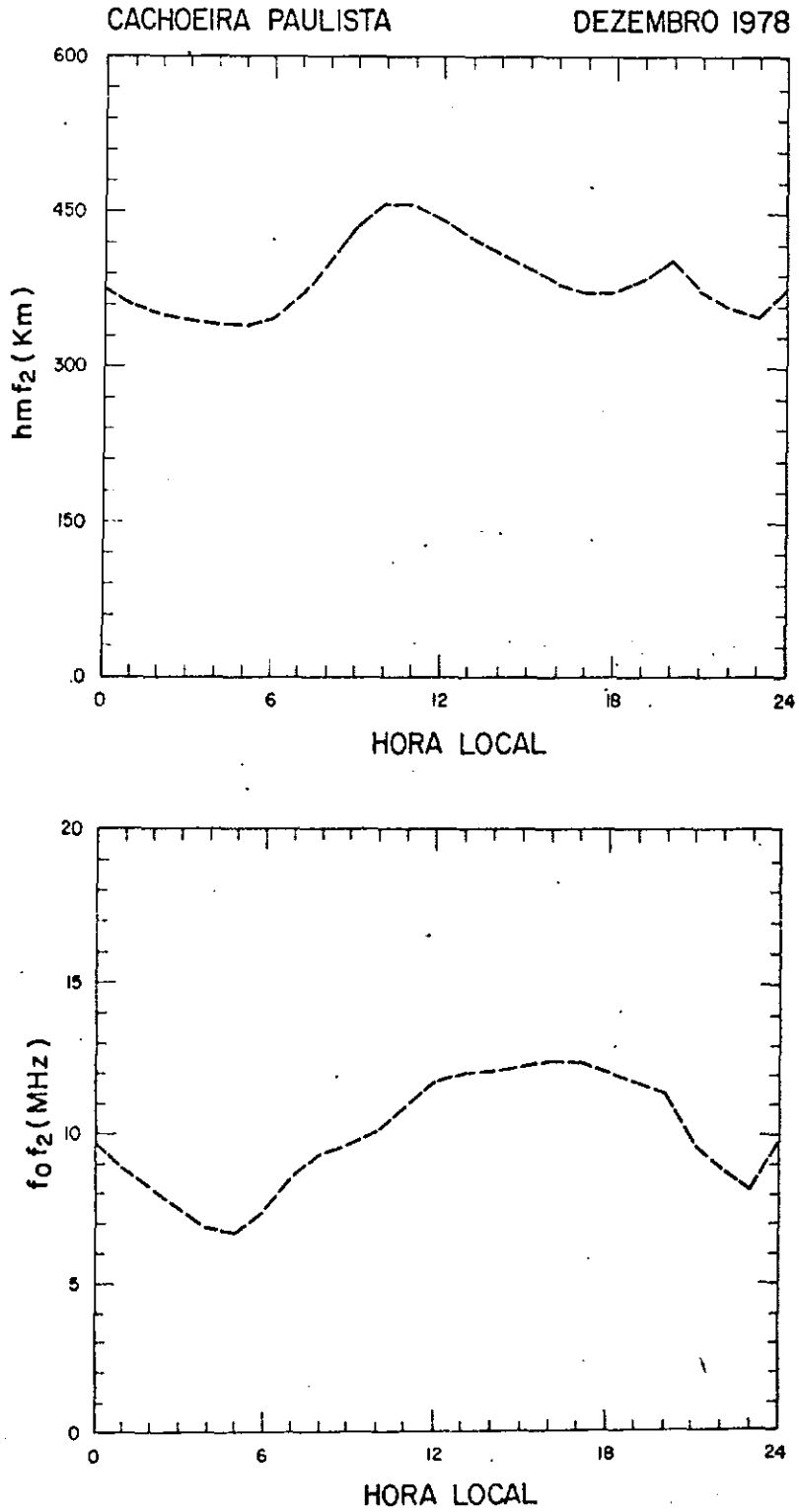


Fig. 1 - Parâmetros  $hmF_2$  e  $foF_2$  preditos pelo CCIR para Cachoeira Paulista, em dezembro de 1978.

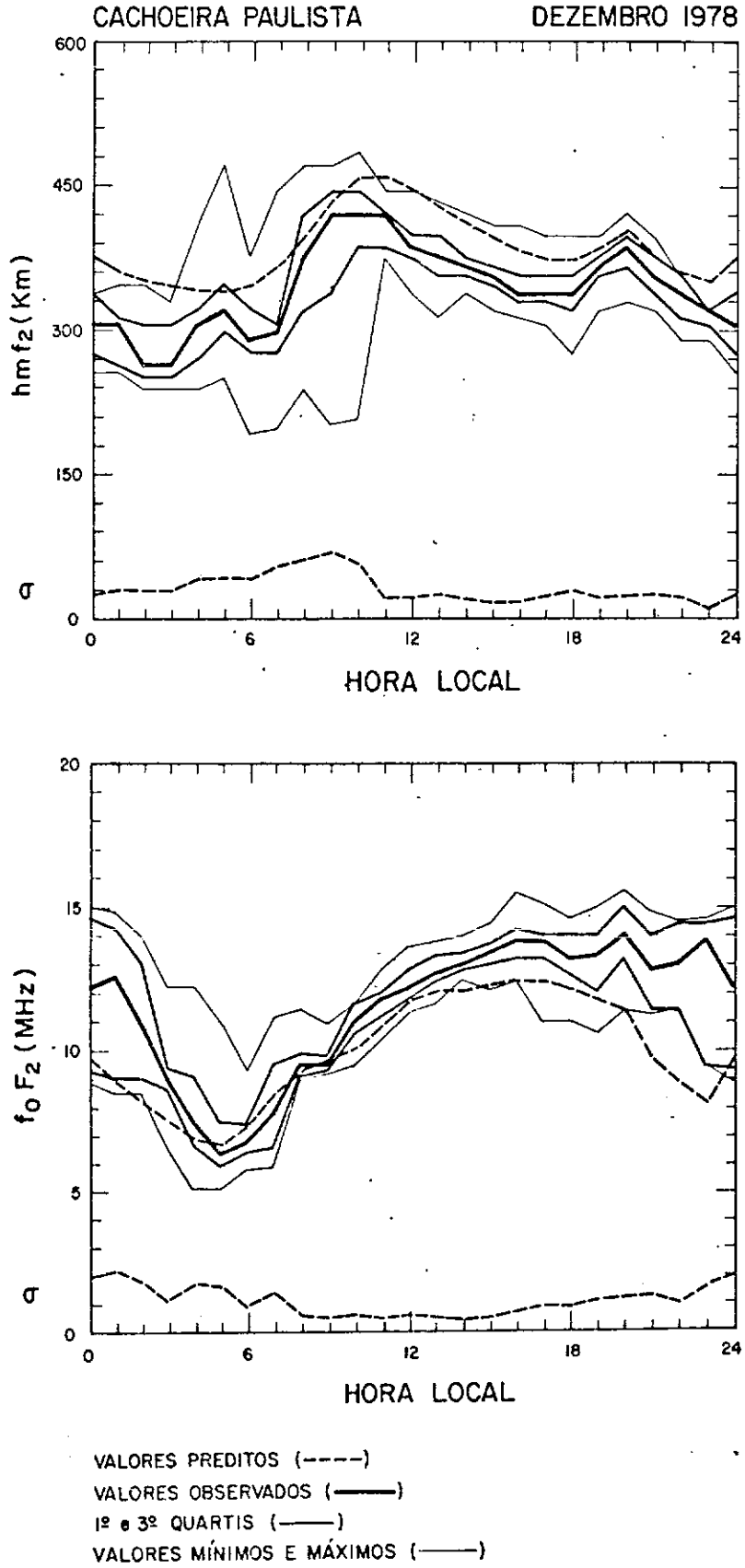
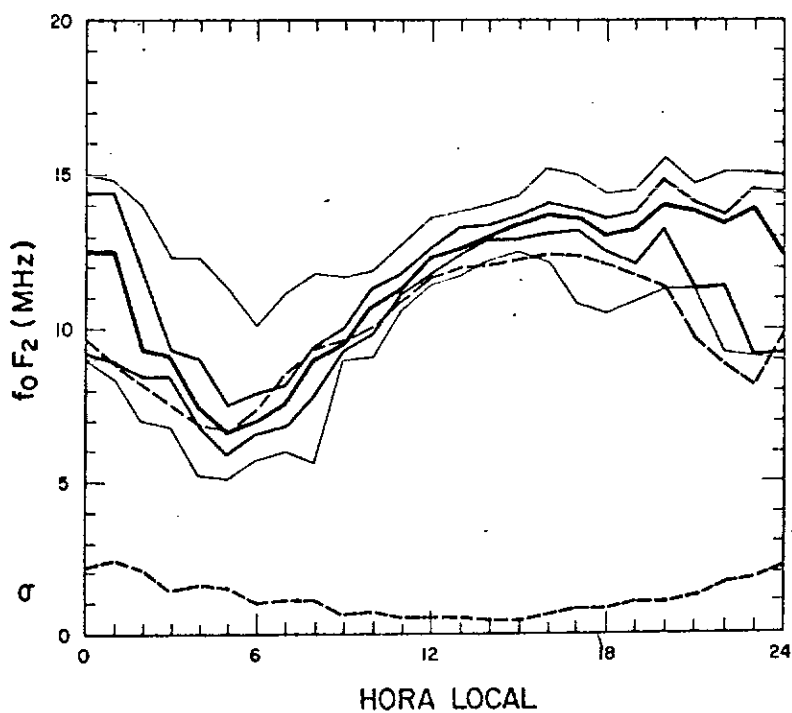
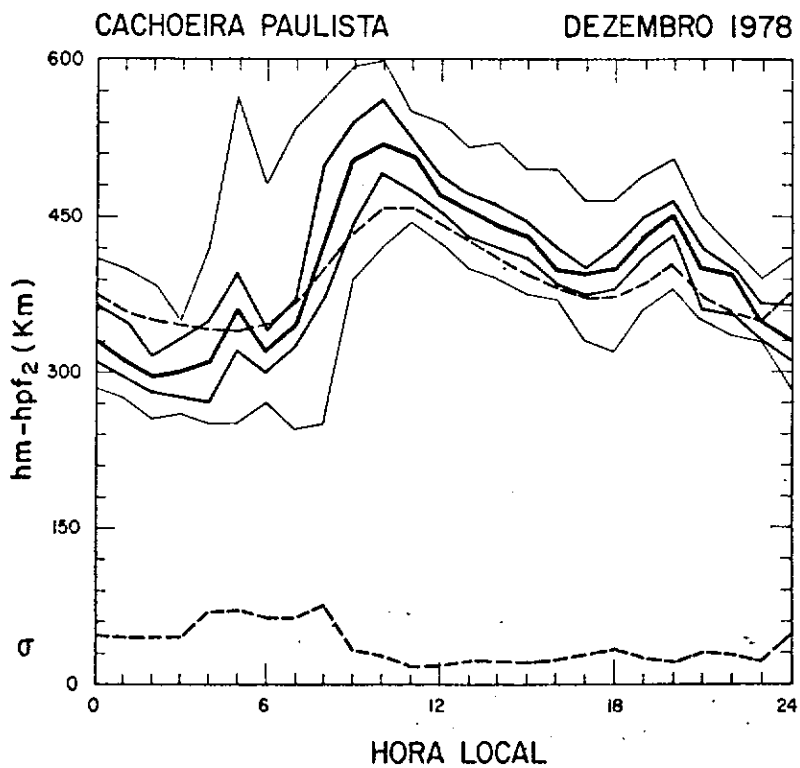


Fig. 2 - Valores preditos (CCIR) e observados de  $h_m F_2$  e  $f_o F_2$  e 1º e 3º quartis, valores máximos e mínimos e desvio padrão dos valores observados para Cachoeira Paulista, em dezembro de 1978.



VALORES PREDITOS (---)  
VALORES OBSERVADOS (—)  
1ª e 3ª QUARTIS (—)  
VALORES MÍNIMOS E MÁXIMOS (—)

Fig. 3 - Valores preditos (CCIR) e observados de  $f_0F_2$ , valores preditos (CCIR) de  $hmF_2$  e valores observados de  $hpF_2$  e 1ª e 3ª quartis, valores máximos e mínimos e desvio padrão dos valores observados para Cachoeira Paulista, em dezembro de 1978.



TABELA 1

VALORES PREDITOS PELO CCIR DOS PARÂMETROS MUF(0)F<sub>2</sub> E MUF(4000)F<sub>2</sub> PARA R<sub>12</sub>=0 E R<sub>12</sub>=100, f<sub>0</sub>F<sub>2</sub> E hmF<sub>2</sub> PARA R<sub>12</sub>=116,70, GIROFREQUÊNCIA, EM DEZEMBRO DE 1978, PARA CACHOEIRA PAULISTA

HL	HU	R <sub>12</sub> = 0		R <sub>12</sub> =100		R <sub>12</sub> =116,70		
		MUF(0)F <sub>2</sub>	MUF(4000)F <sub>2</sub>	MUF(0)F <sub>2</sub>	MUF(4000)F <sub>2</sub>	f <sub>0</sub> F <sub>2</sub>	hmF <sub>2</sub>	GF
21	0	7,32	24,00	10,77	29,96	11,05	416,0	0,59
22	1	6,99	22,49	10,51	29,28	10,81	413,0	0,59
23	2	6,63	21,47	10,12	28,90	10,41	395,6	0,59
0	3	6,24	20,59	9,45	27,89	9,69	374,5	0,59
1	4	5,90	19,81	8,69	26,29	8,86	358,7	0,59
2	5	5,38	18,17	8,01	24,56	8,16	350,0	0,59
3	6	4,47	15,12	7,33	22,60	7,51	344,8	0,59
4	7	3,77	12,79	6,67	20,70	6,86	340,6	0,59
5	8	4,10	14,19	6,56	20,43	6,68	339,3	0,59
6	9	5,34	18,64	7,34	22,65	7,38	346,8	0,59
7	10	6,47	21,86	8,50	25,34	8,54	367,8	0,59
8	11	6,91	21,86	9,24	26,01	9,33	400,9	0,59
9	12	7,14	21,06	9,53	25,27	9,64	435,9	0,59
10	13	7,71	21,87	9,99	25,57	10,08	457,9	0,59
11	14	8,48	24,17	10,82	27,74	10,92	458,9	0,59
12	15	9,12	26,82	11,58	30,44	11,70	444,9	0,59
13	16	9,63	29,33	11,94	32,35	12,03	426,9	0,59
14	17	10,07	31,64	12,07	33,66	12,11	410,5	0,59
15	18	10,31	33,43	12,25	35,07	12,27	395,7	0,59
16	19	10,25	34,47	12,38	36,39	12,44	382,1	0,59
17	20	9,96	34,70	12,29	36,85	12,38	373,0	0,59
18	21	9,45	33,56	11,99	36,02	12,12	373,5	0,59
19	22	8,69	30,57	11,56	34,05	11,74	385,3	0,59
20	23	7,88	26,80	11,11	31,69	11,36	403,3	0,59





TABELA 3

VALORES PREDITOS (CCIR) DE  $f_0F_2$  E  $hmF_2$ , SEUS ERROS RELATIVOS AOS  
VALORES OBSERVADOS DOS MESMOS PARÂMETROS E DADOS ESTATÍSTICOS  
DOS VALORES OBSERVADOS DE  $f_0F_2$  E  $hpF_2$  PARA CADA HORA LOCAL,  
EM DEZEMBRO DE 1978, PARA CACHOEIRA PAULISTA

HORA	N	MEDIA	MDANA	1.QT	3.QT	MAX	MIN	STD	RANGE	ERR	PREV
0	10	121	125	92	144	150	90	22	41,6	22,5	98,9
1	11	119	125	89	144	148	84	24	44,0	29,1	88,6
2	17	102	93	84	118	140	70	21	36,6	12,3	81,6
3	19	90	91	84	93	123	68	14	9,9	17,5	75,1
4	22	78	75	68	90	123	52	16	29,3	8,5	68,6
5	24	71	66	59	75	113	51	15	24,2	1,2	66,8
6	25	73	70	66	79	101	57	10	18,6	5,4	73,8
7	25	77	76	68	82	112	60	11	18,4	12,4	85,4
8	26	88	90	78	94	118	56	11	17,8	3,7	93,3
9	26	97	95	93	100	117	90	6	7,4	1,5	96,4
10	27	106	107	98	113	119	91	7	14,0	5,8	100,8
11	26	114	113	111	118	128	106	5	6,2	3,4	109,2
12	29	123	123	118	126	136	114	5	6,5	4,9	117,0
13	27	127	126	124	133	138	117	5	7,1	4,6	120,3
14	26	131	130	129	134	140	122	4	3,8	6,8	121,1
15	28	133	134	129	137	143	125	4	6,0	8,4	122,7
16	26	136	137	131	141	152	122	6	7,3	9,2	124,4
17	28	134	136	132	139	150	108	8	5,1	8,9	123,8
18	28	130	130	125	136	144	105	8	8,5	6,8	121,2
19	28	130	132	121	138	145	109	10	12,9	11,0	117,4
20	19	138	140	132	148	155	113	10	11,4	18,9	113,6
21	11	132	138	113	141	147	113	12	20,3	29,8	96,9
22	10	130	134	113	137	151	92	16	17,2	33,9	88,6
23	7	133	139	91	145	151	91	18	38,8	41,3	81,6

SRG = 413,0    SER = 307,8

TABELA 3 - CONTINUAÇÃO

HORA	N	MEDIA	MDANA	1.QT	3.QT	MAX	MIN	STD	RANGE	ERR	PREV
0	10	259	275	232	304	346	187	47	26,0	36,2	374,5
1	11	286	304	249	329	365	196	45	26,0	18,0	358,7
2	16	320	329	297	356	408	211	45	17,0	6,4	350,0
3	18	315	320	275	365	397	249	45	28,0	7,8	344,8
4	21	298	304	249	375	420	178	69	41,0	12,0	340,6
5	24	226	237	201	289	420	87	71	37,0	43,1	339,3
6	24	267	289	262	320	375	134	64	20,0	20,0	346,8
7	25	242	255	226	282	432	102	63	21,0	44,2	367,8
8	24	169	178	122	226	420	87	76	58,0	125,2	400,9
9	23	123	119	99	158	206	74	33	49,0	266,3	435,9
10	24	112	110	90	128	178	72	27	34,0	316,3	457,9
11	25	120	116	107	137	158	94	17	25,0	295,6	458,9
12	28	138	141	128	151	174	99	18	16,0	215,5	444,9
13	27	151	151	141	170	196	113	22	19,0	182,7	426,9
14	26	161	162	147	178	206	110	21	19,0	153,4	410,5
15	27	172	170	158	187	221	125	20	17,0	132,8	395,7
16	26	191	196	178	211	226	125	22	16,0	94,9	382,1
17	27	205	201	196	221	275	144	28	12,0	85,6	373,0
18	28	197	196	178	216	289	144	33	19,0	90,6	373,5
19	25	168	179	155	187	237	128	25	18,0	126,6	385,3
20	18	158	155	144	170	216	119	21	16,0	160,2	403,3
21	9	195	196	178	237	249	155	30	30,0	91,1	374,5
22	9	215	201	196	243	268	178	28	23,0	78,5	358,7
23	7	247	249	232	275	275	206	22	17,0	40,5	350,0

SRG= 604,0    SER = 2643,6

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (ITU). C.C.I.R. *Atlas of ionospheric characteristics*, Genebra, 1974. (Report 304-2).
- JONES, W.B., GALLET, R.M. Representation of diurnal and geographic variations of ionospheric data by numerical methods. *Journal of Research of the National Bureau of Standards; D. Radio Propagation*, 66 d(4):419-438, July/Aug. 1962.
- PAULA, E.R. de. *Predição a longo prazo de circuitos de HF*. Tese de mestrado em Eletrônica. São José dos Campos, Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), Ago. 1977.
- PAULA, E.R. de; KANTOR, I.J.; ABDU, M.A.. A comparative study of the CCIR predictions with observations, of  $f_0F_2$  and  $h_mF_2$ , over Brazil. *Telecommunication Journal*, 48(10):589-593, Oct. 1981.
- PAULA, E.R. de; SOUZA, A.C.R. de. *Dados ionosféricos de Cachoeira Paulista e Fortaleza de 1978 e utilização do sistema IONODATA*. São José dos Campos, INPE, INPE-3318-RPI/115, out. 1984.
- SHIMAZAKI, T. World-wide daily variation in the height of the maximum electron density of the ionospheric  $F_2$  layer. *Journal of the Radio Research Laboratories*, 2:85-97, 1955.
- WORLD DATA CENTER (WDC A). *U.R.S.I. handbook of ionogram interpretation and reduction*. Boulder, CO, USA, UAG, Revision of Chapters 1-4, 1978 (Report UAG-23A).

APÊNDICE A

LISTAGEM DO PROGRAMA

```
100 $RESET FREE
200 $SET AUTOBIND
300 $BIND = FROM ROTINAS/PLOTTER1051/=
400 C PROGRAMA PRINCIPAL
500 C OS VALORES PREDITOS PELO CCIR UTILIZAM OS COEFICIENTES NUMERICOS
600 C DO ARQUIVO NCCIR, O QUAL NAO ESTANDO PRESENTE EM SUA AREA, DEVE SER
700 C COPIADO DA FITA KAKA(SERIALNO="FE0700"), A QUAL ESTA PUBLICA.
800 C PELO CCIR DETERMINA-SE FOF2 E HMF2(UTILIZANDO O FATOR M(3000)F2).
900 C SE QUISER COMPARAR VALORES PREDITOS COM VALORES OBSERVADOS, DEVE
1000 C RODAR COM O COMANDO:
1100 C R:FILE FILE8(TITLE=<NOME DO ARQUIVO CONTENDO FOF2>);FILE FILE9
1200 C (TITLE=<NOME DO ARQUIVO CONTENDO M(3000)F2>)
1300 C OS ARQUIVOS ACIMA DEVEM ESTAR NO FORMATO 1214.
1400 C CASO NAO DISPONHA DE M(3000)F2 NO FORMATO ANTERIORMENTE ESPECIFI-
1500 C CADO, E QUEIRA COMPARA FOF2(CCIR) COM FOF2(OBSERVADO) E HMF2(CCIR)
1600 C COM HMF2(OBSERVADO), DEVE-SE RODAR UTILIZANDO O COMANDO:
1700 C R:FILE FILE4(TITLE=<NOME DO ARQUIVO CONTENDO FOF2 E HMF2>)
1800 C VARIOS ARQUIVOS CONTENDO FOF2 E HMF2 JA NO FORMATO ADEQUADO AO
1900 C PROGRAMA PODEM SER COPIADOS DA FITA IOADDATA(SERIALNO="FE0567"),
2000 C A QUAL ESTA PUBLICA. EXEMPLO DE NOME DE ARQUIVO: CP/FOHP/7612.
2100 C ISTO E ARQUIVO REFERENTE A CACHOEIRA PAULISTA PARA DEZEMBRO DE 75.
2200 C AO SER RODADO O PROGRAMA FORNECE:
2300 C 1_VALORES DE FOF2 E HMF2 PREDITOS PELO CCIR, PARA DETERMINADA LO-
2400 C CALIDADE, MES E ANO. ESTES RESULTADOS SAO IMPRESSOS EM TABELA, TEN-
2500 C DO-SE AINCA A OPCAO DE SAIDA DESTES EM GRAFICOS DO TIPO FOF2 X
2600 C HORA LOCAL E/OU HMF2 X HORA LOCAL.
2700 C 2_CASO SE DESEJE E FEITA A COMPARACAO ENTRE VALORES PREDITOS E
2800 C VALORES OBSERVADOS, SENDO IMPRESSOS, NESTE CASO, OS VALORES DE
2900 C FOF2(OBSERVADOS), VALORES DE HMF2(OU HMF2(OBSERVADOS)) E AS TA-
3000 C BELAS CONTENDO FOF2(VALORES PREDITOS E VALORES OBSERVADOS E SU-
3100 C AS ESTATISTICAS) E HMF2(OU HMF2(VALORES PREDITOS E VALORES
3200 C OBSERVADOS E SUAS ESTATISTICAS)). HA TAMPEM A OPCAO DE SAIDA DOS
3300 C RESULTADOS ACIMA EM GRAFICOS DO TIPO FOF2 X HORA LOCAL E/OU
3400 C HMF2(OU HM-HMF2) X HORA LOCAL.
3500 C BIBLIOGRAFIA: CCIR 340-2 OSLO 1974
3600 FILE 4(KIND=DISK, TITLE="CP/FOHP/7612", FILETYPE=7)
3700 FILE 5(KIND=REMOTE, MYUSE=10)
3800 FILE 6(KIND=PRINTER, MAXRECSIZE=130)
3900 FILE 7(KIND=DISK, TITLE="NCCIR", FILETYPE=7)
4000 FILE 8(KIND=DISK, TITLE="CP/FO/7612", FILETYPE=7)
4100 FILE 9(KIND=DISK, TITLE="CP/M3000/7612", FILETYPE=7)
4200 DIMENSION K(10), U(13,76), K1(10), U1(13,76), KM(10), UM(13,76), KM1(10)
4300 *, UM1(13,76), LDC(2), MES(2), TIT(2), ESTAC(2), N3HIL(24,31), F(6,32)
4400 *, TITX(2), TITYF(2), TITYH(2), FMAX(2), FMIN(2), FFF(2), FEY(2), KIFF(2)
4500 *, TITYH1(2), FFF(2,6,25), TIT1(6), TIT2(6), TIT3(6), TIT4(6), TITL(2)
4600 *, TITLG(2)
4700 REAL INCX, INCY
4800 INTEGER P(2,24,31), X(31), O, A, CD, AI, O1, C2, STD, K(62,31), V(62,31)
4900 *, AUX(1306), AUX1(1306)
5000 COMMON RL1,RL6, SX, CF, HU, R12, R0, GPR, NV, ICONT
5100 DATA TIT/4HF2F2,4HHMF2/
5200 DATA TITX/"HORA LOCAL"/
5300 DATA TITYF/"FOF2-HM2 "/
5400 DATA TITYH/"HMF2-KM "/
5500 DATA TITYH1/"HM-HMF2-KM "/
5600 DATA TIT1/"EM PRETO -VALORES PREDITOS "/
5700 DATA TIT2/"EM AZUL -VALORES OBSERVADOS "/
```



```
5800 DATA TIT3/"EM VERDE -VALORES MAX. E MIN."/
5900 DATA TIT4/"EM VERMELHO - 01 E 02 "/
6000 DATA TITL/"LATITUDE "/
6100 DATA TITLC/"LONGITUDE "/
6200 C CONSTANTES
6300 R0=6371.2
6400 PI=3.1415927
6500 GPR=PI/180.
6600 PI02=PI/2.
6700 H0=300.
6800 R=H0+R0
6900 NV=149000
7000 M=MI
7100 A=A1
7200 KAA=1
7300 C LEITURA DO INDICE DO MES
7400 19 WRITE(5,100)
7500 100 FORMAT(1X,"ENTRE COM INDICE DO MES NO FORMATO LIVRE")
7600 READ(5,/)IN)
7700 FIND(7*578*(INO-1)+1)
7800 C LEITURA DOS COEFICIENTES DE FOF2 PARA R12=0 E R12=100
7900 CALL LCOEF(X,U)
8000 CALL LCOEF(XI,U1)
8100 C LEITURA DOS COEFICIENTES DE M(3000)F2 PARA R12=0 E R12=100
8200 CALL LCOEF(XM,UM)
8300 CALL LCOEF(XMI,UM1)
8400 C LEITURA DE R12
8500 WRITE(5,200)
8600 200 FORMAT(1X,"ENTRE COM R12(ATIV. SOLAR) DO MES NO FORMATO LIVRE")
8700 READ(5,/)R12
8800 C LEITURA DA LOCALIDADE,MES E ANO
8900 13 WRITE(5,300)
9000 300 FORMAT(1X,"DIGITE LOCALIDADE E MES E ANO NO FORMATO 2A6,1X,2A6")
9100 READ(5,11)(LJC(I),I=1,2),(MES(I),I=1,2)
9200 11 FORMAT(2A6,1X,2A6)
9300 C LEITURA DAS COORDENADAS GEOGRAFICAS DA LOCALIDADE
9400 WRITE(5,400)
9500 400 FORMAT(1X,"ENTRE COM LATITUDE, LONGITUDE NO FORMATO F6.2,1X,F7.2")
9600 READ(5,500)RLTG,RLGG
9700 RLGG=RLCG
9800 500 FORMAT(F6.2,1X,F7.2)
9900 C TRANSFORMACAO DE GRAUS PARA RADIANS
10000 RLT=RLTG*GPR
10100 RLG=RLGG*GPR
10200 C IMPRESSAO DO CABECALHO PARA VALORES PREDITOS
10300 WRITE(5,12)
10400 WRITE(6,40)(LOC(I),I=1,2),RLTG,RLGG,(MES(I),I=1,2)
10500 40 FORMAT(5X,2A6,/,2X,"LAT=",F7.2,2X,"LONC=",F7.2,/,/,3X,2A6,/)
10600 WRITE(6,50)R12
10700 50 FORMAT(11X,"R12=0",15X,"R12=100",7X,"R12=",F6.2,/,2X,"HL",2X,"HU",
10800 *1X,"MUF(30)F2",1X,"MUF(4000)F2",1X,"MUF(0)F2",1X,"MUF(4000)F2",1X,"
10900 *FOF2",2X,"HMF2",3X,"GF")
11000 C DETERMINACAO DA COLATITUDE
11100 ARC=PI02-RLT
11200 C DETERMINACAO DAS COMPONENTES DO CAMPO MAGNETICO
11300 CALL CAMAG(R,ARC,B,BR,BT,BP)
11400 C ZERA MATRIZ QUE RECEBERA VALORES DE FOF2 E HMF2
11500 C NAS MATRIZES F,FF,P O PRIMEIRO INDICE VALE 1 PARA FOF2
11600 C E VALE 2 PARA HMF2(CU HMF2)
11700 DO 21 I=1,2
```

```
11800      DD 21 J=1,32
11900      21 F(I,J)=C
12000      C      LOOP DA HORA
12100      C      ADAPTACAO DA LONGITUDE PARA CALCULO DA HORA LOCAL
12200      IF(RLGG.GT.0) RLGG=RLGG-360.
12300      DD 70 IN=1,24,1
12400      IT=IN-1
12500      HU=IT
12600      LT=IT+RLGG/15.
12700      IF(LT.LT.0) LT=LT+24
12800      CALL CMUF(K,J,OMEGA)
12900      FOF20=OMEGA
13000      XMUF0=FCF20+GF/2.
13100      CALL CMUF(K1,U1,OMEGA)
13200      FOF21=OMEGA
13300      XMUF1=FOF21+GF/2.
13400      CALL CMUF(KM,UM,OMEGA)
13500      XM30=OMEGA
13600      CALL CMUF(KM1,UM1,OMEGA)
13700      XM31=OMEGA
13800      XMUF40=1.1*FOF20*XM30
13900      XMUF41=1.1*FOF21*XM31
14000      C      EXTRAPOLACAO COM R12
14100      CALL F2IER(FOF20,FCF21,RP)
14200      FOF2R=RP
14300      CALL F2IER(XMUF0,XMUF1,RP)
14400      XMUF0R=RP
14500      CALL F2IER(XM30,XM31,RP)
14600      XM3R=RP
14700      CALL F2IER(XMUF40,XMUF41,RP)
14800      XMUF4R=RP
14900      HPF2=1490./XM3R-170.
15000      WRITE(6,60)LT,IT,XMUF0,XMUF40,XMUF1,XMUF41,FOF2R,HPF2,GF
15100      60 FORMAT(2X,12,2X,12,3X,F5.2,5X,F5.2,6X,F5.2,5X,F5.2,4X,F5.2,1X,F5.1
15200      *,1X,F5.2)
15300      LL=1
15400      F(LL,IN)=FCF2R*10
15500      LL=LL+1
15600      F(LL,IN)=HPF2
15700      70 CONTINUE
15800      WRITE(6,12)
15900      C      CORRECAO DE HORA UNIVERSAL PARA HORA LOCAL
16000      IHL=RLGG/15.
16100      DD 26 I=1,24
16200      I7=I-IHL
16300      IF(I7.GT.24) I7=I7-24
16400      F(1,I)=F(1,I7)
16500      F(2,I)=F(2,I7)
16600      26 CONTINUE
16700      WRITE(5,12)
16800      12 FORMAT("1")
16900      24 WRITE(5,60C)
17000      60C FORMAT(1X,"DIGITE=>1 CASO QUEIRA OUTRO MESCAPENAS CCIR)",//,7X,
17100      *":=>2 CASO QUEIRA OUTRA LOCALIDADE E MESMO MES(CSO CCIR)",//,7X,
17200      *":=>3 CASO QUEIRA PLOTAR DGS VALORES PREDITOS",//,7X,
17300      *":=>4 CASO QUEIRA COMPARAR VALORES PREDITOS E OBSERVADOS",
17400      *//,7X,"":=>5 CASO QUEIRA ENCERRAR O PROGRAMA")
17500      READ(5,/)LCONT
17600      GO TO(19,13,118,139,119),LCONT
17700      WRITE(5,12)
```

```
17800      139 WRITE(5,1000)
17900      1000 FORMAT(1X,"DIGITE ==>1 CASO TENHA M(3000)F2 E FOF2",//,7X,
18000      *":==>2 CASO TENHA HPF2 E FOF2",//,7X,
18100      *":==>3 CASO NAO TENHA DADOS OBSERVADOS")
18200      READ(5,/)INDEC
18300      WRITE(5,1001)
18400      1001 FORMAT(1X,"DIGITE O NUMERO DE DIAS DO MES,FORMATO LIVRE")
18500      READ(5,/) INDIICE
18600      GO TO(8,39,1035),INDEC
18700      8 READ(9,1003)(AUX(KK),KK=1,INDICE*24)
18800      1003 FORMAT(12I4)
18900      READ(9,1003)(AUXI(KK),KK=1,INDICE*24)
19000      KKK=0
19100      DO 82 KK=1,INDICE
19200      DO 82 J=1,24
19300      KKK=KKK+1
19400      P(1,J,KK)=AUXI(KKK)
19500      P(2,J,KK)=AUX(KKK)
19600      82 CONTINUE
19700      REWIND 8
19800      REWIND 9
19900      GO TO 1059
20000      39 DO 1010 I=1,INDICE
20100      READ(4,1404)D,MI,AI,ESTAC
20200      1404 FORMAT(3I2,2A6)
20300      DO 1007 J=1,24
20400      KAA=KAA+1
20500      FIND(4*KAA)
20600      READ(4,1008)W(J,I),V(J,I)
20700      1008 FORMAT(12X,13,1X,13)
20800      1007 CONTINUE
20900      KAA=KAA+1
21000      FIND(4*KAA)
21100      1010 CONTINUE
21200      DO 1011 I=1,INDICE
21300      DO 1011 J=1,24
21400      P(1,J,I)=W(J,I)
21500      P(2,J,I)=V(J,I)
21600      1011 CONTINUE
21700      REWIND 4
21800      1059 WRITE(6,12)
21900      WRITE(6,1012)(LCC(I),I=1,2),RLTG,RLCCG,(MES(I),I=1,2)
22000      1012 FORMAT(/,5X,2A6,2X,"LAT=",F7.2,2X,"LONG=",F7.2,2X,2A6,/)
22100      WRITE(6,1111)
22200      1111 FORMAT(5X,"PARAMETRO = FOF2",/)
22300      WRITE(6,1112)((P(1,J,KK),KK=1,31),J=1,24)
22400      1112 FORMAT(24(/1A,31I4))
22500      IF(INDEC.EQ.3) WRITE(6,1113)
22600      IF(INDEC.EQ.2) WRITE(6,1114)
22700      1113 FORMAT(/,5X,"PARAMETRO = HPF2",/)
22800      1114 FORMAT(/,5X,"PARAMETRO = HPF2",/)
22900      WRITE(6,1112)((P(2,J,KK),KK=1,31),J=1,24)
23000      WRITE(6,12)
23100      DO 1013 I=1,2
23200      ICUNT=I
23300      SRG=0.
23400      SER=0.
23500      WRITE(6,1014) TIT(I),(MES(M),M=1,2),(LCC(M),M=1,2)
23600      1014 FORMAT(/,5X,A4,2X,"MES=",2A6,2A6,/)
23700      *      "      HORA N MEDIA MDANA I.GT 2.GT MAX MIN STD RANGE ERR P
```

```
23800      =REV",/)
23900      DO 1015 J=1,24
24000      DO 1016 KK=1,INDICE
24100      1016 X(KK)=P(I,J,KK)
24200      CALL STAT(X,N,MED,MDANA,Q1,Q2,MM,MN,STD,RG)
24300      IF(INDEC.EQ.2) GO TO 1017
24400      IF(T.EQ.1) GO TO 1017
24500      IF(MED.EQ.C) GO TO 1017
24600      MED=NV/MED-176
24700      MDANA=NV/MDANA-176
24800      Q1A=Q1
24900      Q2A=Q2
25000      Q1=NV/Q2-176
25100      Q2=NV/Q1A-176
25200      MMA=MM
25300      MM=NV/MM-176
25400      MN=NV/MMA-176
25500      IF(MDANA.NE.0) RG=(Q2-Q1)*100/MDANA
25600      1017 L=J-1
25700      ER=0
25800      IF(MDANA.NE.0) ER=ABS(MDANA-F(I,J))*100/MDANA
25900      SRG=SRG+RG
26000      SER=SER+ER
26100      C   ARMAZENAMENTO DOS PARAMETROS A SEREM PLOTADOS
26200      IF(I.EQ.2) GO TO 53
26300      FF(1,1,J)=MDANA
26400      FF(1,2,J)=STD
26500      FF(1,3,J)=Q1
26600      FF(1,4,J)=Q2
26700      FF(1,5,J)=MM
26800      FF(1,6,J)=MN
26900      GO TO 1015
27000      53 FF(2,1,J)=MDANA
27100      FF(2,2,J)=STD
27200      FF(2,3,J)=Q1
27300      FF(2,4,J)=Q2
27400      FF(2,5,J)=MM
27500      FF(2,6,J)=MN
27600      1015 WRITE(6,1013)I,N,MED,MDANA,Q1,Q2,MM,MN,STD,RG,ER,F(I,J)
27700      1013 FORMAT(5X,I4,I3,2I6,2I5,3I4,3F6.1)
27800      1015 WRITE(6,1017)SRG,SER
27900      1017 FORMAT(//,5X,"SRG=",F8.1," SER=",F8.1,/,1H1)
28000      MI=M
28100      AI=A
28200      WRITE(5,12)
28300      WRITE(5,1022)
28400      1022 FORMAT(1X,"DIGITE==>1 CASO QUEIRA PLOTTER DOS VALORES PREDITOS
28500      *E OBSERVADOS",//,7X,"==>2 CASO NAO QUEIRA A PLOTTER")
28600      READ(5,/)IPD
28700      GO TO (118,119),IPD
28800      C   PLOTAGEM DOS PARAMETROS
28900      118 WRITE(5,12)
29000      WRITE(5,99)
29100      99 FORMAT(1X,"DIGITE==>1 CASO QUEIRA PLOTTER DE FOF2 E HMF2(OU HMF2)"
29200      *//,7X,"==>2 CASO QUEIRA PLOTTER DE FOF2 APENAS",//,7X,
29300      *//,7X,"==>3 CASO QUEIRA PLOTTER DE HMF2(OU HMF2) APENAS")
29400      READ(5,/)IDEC
29500      DO 65 I=1,2
29600      FMAX(I)=0.
29700      FMIN(I)=1000.
```

```
29800      DO 65 J=1,24
29900      IF(F(I,J).GT.FMAX(I)) FMAX(I)=F(I,J)
30000      IF(F(I,J).LT.FMIN(I)) FMIN(I)=F(I,J)
30100      65 CONTINUE
30200      IFF(1)=5
30300      IFF(2)=IFIX(FMAX(2)/30.)*10
30400      KIFF(1)=IFF(1)
30500      KIFF(2)=IFF(2)
30600      C  ATRIBUICAO DO VALOR DA HORA O A HORA 24
30700      DO 66 I=1,6
30800      FF(1,I,25)=FF(1,I,1)
30900      66 FF(2,I,25)=FF(2,I,1)
31000      F(1,25)=F(1,1)
31100      F(2,25)=F(2,1)
31200      SPLDT=SPLDT+1.0
31300      IF(SPLDT.EQ.1.0) GO TO 73
31400      GO TO 37
31500      73 CALL PLOTS(0.,*.*,1)
31600      CALL PLOT(0.65,0.65,-3)
31700      GO TO 74
31800      C  DETERMINACAO DAS DISTANCIAS ENTRE OS PLOTS
31900      37 IF((IANT.EQ.2).OR.(IANT.EQ.3)) CALL PLOT(34.*0.2,0.,-3)
32000      IF(IANT.EQ.0) CALL PLOT(52.*0.2,0.,-3)
32100      IF(IANT.EQ.1) CALL PLOT(44.*0.2,0.,-3)
32200      74 DO 80 KK=1,2
32300      C  DETERMINACAO DO PARAMETRO(JA SELECIONADO) A SER PLOTADO
32400      IF((IDEC.EQ.1).AND.(KK.EQ.2)) GO TO 43
32500      IF((IDEC.EQ.5).AND.(KK.EQ.2)) GO TO 43
32600      IF((IDEC.EQ.3).OR.(KK.EQ.2)) GO TO 44
32700      43 XX=0.
32800      YY=0.
32900      DX=0.07
33000      DY=0.07
33100      INCX=0.2
33200      INCY=0.2
33300      ICX=6
33400      ICY=5
33500      ICSTX=6
33600      ICSTY=5
33700      C  TRACADO DOS EIXOS
33800      DO 41 M=1,2
33900      DO 20 IC=1,24
34000      XX=XX+INCX
34100      CALL PLOT(XX,YY,2)
34200      IF(IC.EQ.ICSTX) GO TO 22
34300      GO TO 23
34400      22 ICSTX=ICSTX+ICX
34500      DY=DY*2.0
34500      23 CALL PLOT(XX,YY+DY,2)
34700      CALL PLOT(XX,YY,2)
34800      IF(M.EQ.2) GO TO 28
34900      DY=0.07
35000      GO TO 20
35100      28 DY=-0.07
35200      20 CONTINUE
35300      DO 30 IC=1,20
35400      YY=YY+INCY
35500      CALL PLOT(XX,YY,2)
35600      IF(IC.EQ.ICSTY) GO TO 25
35700      GO TO 27
```

```
35800      25 ICSTY=ICSTY+ICY
35900      DX=DX+2.0
36000      27 CALL PLOT(XX-DX,YY,2)
36100      CALL PLOT(XX,YY,2)
36200      IF(M.EQ.2) GO TO 29
36300      DX=0.07
36400      GO TO 30
36500      29 DX=-0.07
36600      30 CONTINUE
36700      INCX=-INCX
36800      INCY=-INCY
36900      DX=-DX
37000      DY=-DY
37100      ICSTX=6
37200      ICSTY=5
37300      41 CONTINUE
37400      INCX=0.2
37500      INCY=0.2
37600      ICX=6
37700      ICY=5
37800      XX=0.
37900      YY=0.
38000      ICSTX=6
38100      ICSTY=5
38200      CALL NUMBER(XX-0.07,-0.2,0.07,0.0,0,0)
38300      VAR=C.0
C          TRACADO DA NUMERACAO E IDENTIFICACAO DOS EIXOS
38400      DO 51 IN=1,24
38500      VAR=VAR+1.0
38600      XX=XX+INCX
38700      IF(IN.EQ.ICSTX) GO TO 31
38800      GO TO 51
38900      31 CALL NUMBER(XX-0.07,-0.2,C.07,VAR,0,0)
39000      ICSTX=ICSTX+ICX
39100      51 CONTINUE
39200      CALL NUMBER(-0.2,YY-0.07,C.07,0.0,90,0)
39300      DO 61 IN=1,20
39400      YY=YY+INCY
39500      IF(IN.EQ.ICSTY) GO TO 32
39600      GO TO 61
39700      32 CALL NUMBER(-0.2,YY-0.07,C.07,IFF(KK),90,0)
39800      ICSTY=ICSTY+ICY
39900      IFF(KK)=IFF(KK)+KIFF(KK)
40000      61 CONTINUE
40100      CALL SYMBOL(((24.0*INCX)/2.0)-0.49,-0.5,0.14,TITX,0,10)
40200      IF(KK.EQ.2) GO TO 54
40300      GO TO 56
40400      54 Y=((20.*INCY)/2.)-0.49
40500      IF(INDEC.EQ.0) CALL SYMBOL(-.5,Y,.14,TITYH,90,7)
40600      IF(INDEC.EQ.2) CALL SYMBOL(-.5,Y,.14,TITYH1,90,10)
40700      IF(INDEC.EQ.1) CALL SYMBOL(-.5,Y,.14,TITYH,90,7)
40800      GO TO 57
40900      56 CALL SYMBOL(-0.5,((20.0*INCY)/2.0)-0.49,0.14,TITYF,90,8)
41000      57 CALL PLOT(G.,0.,3)
C          DETERMINACAO DOS FATORES DE ESCALA
41100      FEY=0.2
41200      FEY(1)=4.0/(40*KIFF(1))
41300      FEY(2)=4.0/(4*KIFF(2))
41400      PP=0.0
41500      IP=2
```

```
41800 C PLOTAGEM DOS VALORES PREDITOS
41900 DO 71 I=1,25
42000 IF(I.EQ.1) IP=3
42100 CALL PLOT(PP*FEX,F(KK,I)+FEY(KK),IP)
42200 PP=PP+1.0
42300 IP=2
42400 71 CONTINUE
42500 44 CALL PLOT(C.,5.0,-3)
42600 80 CONTINUE
42700 IF(LCONT.EQ.3) GO TO 84
42800 C PLOTAGEM DOS VALORES OBSERVADOS,MEDIA,MEDIANA,ETC
42900 IF((IDEC.EQ.1).OR.(IDEC.EQ.2)) Y=-10.
43000 IF(IDEC.EQ.3) Y=-5.
43100 CALL PLOT(C.,Y,-3)
43200 KL=1
43300 DO 79 KI=1,2
43400 IF((IDEC.EQ.1).AND.(KI.EQ.2)) GO TO 75
43500 IF((IDEC.EQ.3).AND.(KI.EQ.2)) GO TO 75
43600 IF((IDEC.EQ.3).OR.(KI.EQ.2)) GO TO 79
43700 75 DO 78 JL=KL,KL+5
43800 IF(JL.EQ.1) CALL NEWPEN(2)
43900 IF((JL.EQ.3).OR.(JL.EQ.4)) CALL NEWPEN(3)
44000 IF((JL.EQ.5).OR.(JL.EQ.6)) CALL NEWPEN(4)
44100 PP=0.0
44200 IP=2
44300 DO 77 J=1,25
44400 IF(J.EQ.1) IP=3
44500 CALL PLOT(PP*FEX,FF(KI,JL,J)+FEY(KI),IP)
44600 IP=2
44700 PP=PP+1.0
44800 77 CONTINUE
44900 CALL NEWPEN(1)
45000 CALL PLOT(C.,0.,3)
45100 73 CONTINUE
45200 CALL PLOT(C.,5.0,-3)
45300 79 CONTINUE
45400 C IDENTIFICACAO NO PLOT DA LOCALIDADE,MES,ANO,LATITUDE,LONGITUDE
45500 C E CORRESPONDENCIA ENTRE CORES E PARAMETROS
45600 84 T=.14
45700 IF(LCONT.EQ.3) CALL PLOT(C.,-10.,-3)
45800 IF(((IDEC.EQ.1).OR.(IDEC.EQ.3)).AND.(LCONT.EQ.4))
45900 *CALL PLOT(C.,-10.,-3)
46000 IF((IDEC.EQ.2).AND.(LCONT.EQ.4)) CALL PLOT(C.,-5.,-3)
46100 GO TO(1,2,3),IDEC
46200 1 SX=30.*INCX
46300 IF(LCONT.EQ.4) Y=5.7
46400 IF(LCONT.EQ.3) Y=5.0
46500 GO TO 4
46600 2 SX=0.
46700 IF(LCONT.EQ.4) Y=7.0
46800 IF(LCONT.EQ.3) Y=6.0
46900 GO TO 4
47000 3 SX=0.
47100 Y=4.
47200 4 CALL SYMBOL(SX,Y,0.14,LCC,C,12)
47300 CALL SYMBOL(SX,Y-2*T,0.14,MES,C,12)
47400 CALL SYMBOL(SX,Y-4*T,0.14,TITL1,C,9)
47500 CALL SYMBOL(SX,Y-6*T,0.14,TITL2,C,10)
47600 CALL NUMBER(SX+9*0.14,Y-4*T,0.14,RLTG,C,2)
47700 CALL NUMBER(SX+9*0.14,Y-6*T,0.14,RLGG,C,2)
```

```

47300      IF(LCCNT.EQ.3) GO TO 1035
47900      CALL SYMBOL(SX,Y-8*T,0.14,TIT1,0,32)
48000      CALL SYMBOL(SX,Y-10*T,0.14,TIT2,0,32)
48100      CALL SYMBOL(SX,Y-12*T,0.14,TIT3,0,32)
48200      CALL SYMBOL(SX,Y-14*T,0.14,TIT4,0,32)
48300      IF(LCCNT.EQ.4) GO TO 115
48400  1035 WRITE(5,1020)
48500  1020 FORMAT(1X,"DIGITE==> 1 CASO QUEIRA OUTRO MES",//,7X,
48600      *":=> 2 CASO QUEIRA OUTRA LOCALIDADE E MESMO MES",//,7X,
48700      *":=> 3 CASO QUEIRA ENCERRAR O PROGRAMA")
48800      READ(5,/)ID
48900      IF((LCCNT.EQ.4).AND.(IDEC.EQ.1)) IANT=0
49000      IF((LCCNT.EQ.3).AND.(IDEC.EQ.1)) IANT=1
49100      IF((LCCNT.EQ.3).AND.((IDEC.EQ.2).OR.(IDEC.EQ.3))) IANT=2
49200      IF((LCCNT.EQ.4).AND.((IDEC.EQ.2).OR.(IDEC.EQ.3))) IANT=3
49300      GO TO (19,13,117),ID
49400  117 IF(IPQ.EQ.2) GO TO 119
49500  115 CALL PLOT(0.,0.,999)
49600  119 STOP
49700      END
49800      SUBROUTINE CAMAG(R,ARC,B,GR,RT,RP)
49900  C      CALCULA COMPONENTES DO CAMPO MAGNETICO
50000  C      COEFICIENTES G E H JENSEN CAIN (GAUSS NORMALIZADOS) EPOCA 1960
50100      DIMENSION SP(7),CP(7),DP(7,7),CONST(7,7),P(7,7),G(7,7),H(7,7)
50200      COMMON RLT,RLG,SLG,GF,HU,R12,R0,GPR,NV,ICONT
50300      DATA C/0.0,30411.2,2403.5,-3151.2,-4175.4,1625.6,1952.3,0.0,2147.4
50400      *,-5125.3,6213.0,-4529.3,-3440.7,-485.3,2*0.0,-1330.1,-2489.8,-2179
50500      *.5,-1944.7,321.2,3*0.0,-649.6,700.3,-60.8,2141.3,4*0.0,-204.4,277.
50600      *.5,105.1,5*0.0,69.7,22*7.6*0.0,111.5/
50700      DATA H/2*0.0,-5798.9,3312.4,1467.0,-1122.5,-79.6,-575.8,2*0.0,-157
50800      *.9,-407.5,1000.6,-200.0,-873.5,3*0.0,21.0,43.0,459.7,-340.6,4*0.0,
50900      *130.5,242.1,-11.6,5*0.0,-121.8,-111.6,6*0.0,-32.5/
51000      P(1,1)=1.0
51100      DP(1,1)=0.0
51200      SP(1)=0.0
51300      CP(1)=1.0
51400      DO 2 N=2,7
51500      FN=N
51600      DO 2 M=1,N
51700      FM=M-1
51800      2 CONST(N,M)=((FN-2.0)**2-FM**2)/((2.0*FN-3.0)*(2.0*FN-5.0))
51900      SP(2)=SIN(RLG)
52000      CP(2)=COS(RLG)
52100      S=SIN(ARC)
52200      C=COS(ARC)
52300      DO 4 M=3,7
52400      SP(M)=SP(2)*CP(M-1)+CP(2)*SP(M-1)
52500      CP(M)=CP(2)*CP(M-1)-SP(2)*SP(M-1)
52600  4 CONTINUE
52700      ADR=R0/R
52800      AR=AGR**2
52900      BR=C.C
53000      BT=0.0
53100      BP=0.0
53200      DO 9 N=2,7
53300      AR=ADR*AR
53400      FN=N
53500      DO 9 M=1,N
53600      FM=M-1
53700      IF(N-M)6,5,6

```



```

53800      5 P(N,M)=S*P(N-1,N-1)
53900      DP(N,M)=S*DP(N-1,N-1)+C*P(N-1,N-1)
54000      GO TO 8
54100      6 P(N,M)=C*P(N-1,M)
54200      DP(N,M)=C*DP(N-1,M)-S*P(N-1,M)
54300      IF(N-2)7,8,7
54400      7 P(N,M)=P(N,M)-CONST(N,M)*P(N-2,M)
54500      DP(N,M)=DP(N,M)-CONST(N,M)*DP(N-2,M)
54600      8 CONTINUE
54700      PAR=P(N,M)*AR
54800      TEMP=G(N,M)*CP(M)+H(N,M)*SP(M)
54900      PENT=G(N,M)*SP(M)-H(N,M)*CP(M)
55000      BT=BT+TEMP*DP(N,M)*AR
55100      BR=BR-TEMP*FN*PAR
55200      BP=BP-PENT*FM*PAR
55300      9 CONTINUE
55400      FC=0.00001
55500      BP=BP/S
55600      BP=BP*FC
55700      BR=-BR*FC
55800      BT=-BT*FC
55900      B=SQRT(BR*BR+BT*BT+BP*BP)
56000      GF=2.8*9
56100      BTP=SQRT(BT**2+BP**2)
56200      W=BR/BTP
56300      HINCL=ATAN(W)
56400      SX=HINCL/SQRT(HINCL**2+COS(RLT))
56500      RETURN
56600      END
56700      SUBROUTINE CMUF(K,U,OMEGA)
56800      C   CALCULO DA FUNCAO OMEGA QUE DETERMINA FOF2 E H(3000)F2
56900      DIMENSION G(76),K(10),U(13,76)
57000      COMMON RLT,RLG,SX,GF,HU,R12,R0,GPR,NV,ICONT
57100      T=(15.*HU-130.)*GPR
57200      C   CALCULO DA FUNCAO GK
57300      A=SX
57400      KF=K(1)+1
57500      DO 1 KA=1,KF
57600      1 G(KA)=A**+(KA-1)
57700      KQ=K(10)+2
57800      DO 2 I=1,KQ
57900      XA=(COS(RLT)**I)*COS(I*RLG)
58000      M1=K(I)+2
58100      M2=K(I+1)+1
58200      DO 2 N=M1,M2,2
58300      IB=(N-M1)/2
58400      2 G(N)=(A**IB)*XA
58500      DO 3 I=1,KQ
58600      YA=(COS(RLT)**I)*SIN(I*RLG)
58700      M3=K(I)+3
58800      M4=K(I+1)+2
58900      DO 3 M=M3,M4,2
59000      IB=(M-M3)/2
59100      3 G(M)=(A**IB)*YA
59200      C   CALCULO DE OMEGA
59300      KP=K(9)+1
59400      DK1=0
59500      DO 4 KA=1,KP
59600      4 DK1=DK1+U(1,KA)*G(KA)
59700      DK4=C

```

```

59800      N=K(10)
59900      DO 7 M=1,N
60000      D1=0
60100      D2=0
60200      C=COS(M*T)
60300      L=2*M+1
60400      DO 5 KA=1,KP
60500      5 D1=D1+U(L,KA)*G(CA)
60600      DK2=C*D1
60700      S=SIN(M*T)
60800      L=2*M
60900      DO 6 KA=1,KP
61000      6 D2=D2+U(L,KA)*G(CA)
61100      DK3=S*D2
61200      7 DK4=DK4+DK3+DK2
61300      DK=DK1+DK4
61400      OMEGA=DK
61500      RETURN
61600      END
61700      SUBROUTINE LCOEF(K,U)
61800      C      LEITURA DOS COEFICIENTES U(S,K)
61900      DIMENSION K(10),U(13,76)
62000      COMMON RLT,RLG, SX,GF,HU,R12,RO,GPR
62100      READ(7,1)(K(I),I=1,10)
62200      1 FORMAT(10I5)
62300      KJ=2*K(10)+1
62400      KI=M(9)+1
62500      READ(7,2)((U(I,J),I=1,KJ),J=1,KI)
62600      2 FORMAT(5(E15.8))
62700      RETURN
62800      END
62900      SUBROUTINE FZIER(ARO,ARI,RP)
63000      C      INTERPOLACAO E EXTRAPOLACAO PARA A ATIVIDADE SOLAR(R12) FORNECIDA
63100      COMMON RLT,RLG, SX,GF,HU,R12,RO,GPR,NV,ICONT
63200      RP=ARO+0.01*R12*(ARI-ARO)
63300      RETURN
63400      END
63500      SUBROUTINE STAT(X,N,MED,MDANA,G1,G2,PM,PN,STD,RG)
63600      C      DETERMINACAO DAS ESTATISTICAS DOS VALORES OBSERVADOS
63700      INTEGER X(31),Y(31),YY,STD,C1,G2,XH(31)
63800      COMMON RLT,RLG, SX,GF,HU,R12,RO,GPR,NV,ICONT
63900      N=0
64000      SX=0.
64100      SX2=0.
64200      SHMX=0
64300      SHMX2=0
64400      MN=0
64500      MN=1000
64600      LOGICAL TESTE
64700      IF(TESTE) WRITE(6,30)X
64800      DO 10 I=1,31
64900      IF(X(I).EQ.0) GO TO 10
65000      N=N+1
65100      SX=SX+X(I)
65200      SX2=SX2+X(I)*X(I)
65300      XH(I)=NV/X(I)-176
65400      SHMX=SHMX+XH(I)
65500      SHMX2=SHMX2+XH(I)*XH(I)
65600      IF(MN.LT.X(I)) MN=X(I)
65700      IF(MN.GT.X(I)) MN=X(I)

```

```
65800      Y(N)=X(I)
65900      10 CONTINUE
66000      IF(N.EQ.0) GO TO 40
66100      IF(N.EI.1) GO TO 50
66200      DO 20 I=2,N
66300      MM=N+2-I
66400      DO 20 J=2,MM
66500      IF(Y(J-1).LE.Y(J)) GO TO 20
66600      YY=Y(J)
66700      Y(J)=Y(J-1)
66800      Y(J-1)=YY
66900      20 CONTINUE
67000      IF(TESTE) WRITE(6,30) Y
67100      30 FORMAT(1X,31I4)
67200      I=N/4
67300      J=N-I
67400      IF(I.EQ.0) I=1
67500      Q1=Y(I)
67600      Q2=Y(J)
67700      MDANA=Y((N+1)/2)
67800      MED=SX/N
67900      STD=SQRT((SX2-SX*SX/N)/N)
68000      IF(ICDNT.EQ.2) STD=SQRT((SHMX2-SHMX*SHMX/N)/N)
68100      RG=(Q2-Q1)*100./MDANA
68200      RETURN
68300      40 MED=0
68400      MDANA=0
68500      Q1=0
68600      Q2=0
68700      MM=0
68800      MN=0
68900      STD=0
69000      RG=0.
69100      RETURN
69200      50 MED=Y(I)
69300      MDANA=MED
69400      Q1=MED
69500      Q2=MED
69600      MN=MED
69700      MM=MED
69800      STD=0
69900      RG=0.
70000      RETURN
70100      END
```