1. Classificação *INPE-COM-4(RPE)*
C.D.U. 523.4-853

2. Período
10 Julho de 1979

4. Critério de Distribuição:
interna [ ]
externa [x]

3. Palavras Chaves (selecionadas pelo autor)
Ionosfera
Frequência crítica
Previsão

5. Relatório nº
INPE-1521-RPE/057

6. Data
Julho de 1979

7. Revisado por
M.A. Abdu

8. Título e Sub-Título
COMPARAÇÃO ENTRE A PREVISÃO PARA PROPAGAÇÃO EM HF E DADOS OBTIDOS POR IONOSSONDA

9. Autorizado por
Nelson de Jesus Parada
Diretor

10. Setor *DCE/DGA/GIO* Código *30.371*

11. Nº de cópias *19*

12. Autoria *I.J. Kantor*
E.R. de Paula

14. Nº de páginas *19*

13. Assinatura Responsável

15. Preço

16. Sumário/Notas

Dados utilizados com a finalidade de previsão de propagação em HF são comparados com dados obtidos pelas ionossondas do INPE. As medidas da frequência crítica da ionosfera permitem avaliar o erro associado à previsão.

17. Observações *Este trabalho foi parcialmente subvencionado pelo "Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT" através de contrato FINEP-CT/130. Este trabalho será apresentado na XXI Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência - SBPC, a ser realizada em Fortaleza, CE, de 11 à 18 de julho de 1979.*

COMPARAÇÃO ENTRE A PREVISÃO PARA PROPAGAÇÃO EM HF E DADOS OBTIDOS POR IONOSSONDA

por

I.J. Kantor e E.R. de Paula
Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq
12200 São José dos Campos, SP, Brasil

RESUMO

Dados utilizados com a finalidade de previsão de propagação em HF são comparados com dados obtidos pelas ionossondas do INPE. As medidas da frequência crítica da ionosfera permitem avaliar o erro associado à previsão.

INTRODUÇÃO

Foi observado por Burge et al (1973), King and Slater (1973) e Sheikh et al (1978) que a comparação entre observações com satélites da frequência de plasma e mapas numéricos de f_0F_2 mostram que as discrepâncias médias são em geral pequenas, mas em algumas regiões oceânicas, notadamente no Pacífico Sul e no hemisfério sul, e algumas vezes, as predições têm erro de até um fator de dois. Isto não é surpreendente em vista do número limitado de dados disponíveis do hemisfério sul.

Utilizando dados disponíveis na estação de Cachoeira Paulista (22,68°S, 45°W) e Fortaleza (3,89°S, 38,44°W), obtidos durante o ano de 1978, é possível comparar-se com previsões calculadas usando o sistema CCIR (Oslo, 1966).

Para caracterizar as estações do ano foram escolhidos dados dos meses de março e setembro (equinócio), junho (inverno) e dezembro (verão). Para a comparação das magnitudes relativas são apresentados, apenas, os dados de junho, setembro e dezembro.

Para cada estação, em um dados mês e para cada hora são apresentados: a mediana, quartil inferior, quartil superior, valor mínimo, valor máximo e desvio padrão dos dados medidos de f_0F_2; e o valor previsto pelo sistema CCIR (1966). Estes valores são apresentados nas Figuras 1 até 8.

Nas Figuras 10 até 15 são comparadas as magnitudes relativas:

a - do "range" dos quartis dos valores de f_0F_2 observados em Cachoeira Paulista e Fortaleza, o qual é dado por:

$$\frac{f_0F_2(\text{quartil superior}) - f_0F_2(\text{quartil inferior})}{f_0F_2(\text{mediano})} \times 100$$

b - dos erros nos valores medianos previstos de f_0F_2, calculados por:

$$\frac{|f_0F_2(\text{mediano}) - f_0F_2(\text{CCIR})|}{f_0F_2(\text{mediano})} \times 100$$

RESULTADOS

Em geral a previsão está próxima da mediana observada.

Comparando-se os valores medianos com os previstos para Cachoeira Paulista, observa-se depois de 1800 horas que a mediana tende a ser maior do que a previsão. Este efeito é provavelmente devido a não inclusão do efeito fonte na previsão do CCIR.

Para Fortaleza no inverno, durante o dia (0600 até 1700), a previsão está bem abaixo da mediana, sucedendo o oposto à noite. O mesmo não é observado para Cachoeira Paulista.

Durante o nascer do sol (0600), em geral, a previsão é maior do que o medido, exceto em março, tanto para Cachoeira Paulista quanto para Fortaleza, quando é menor.

Para Cachoeira Paulista a persistência do efeito fonte é maior, até 0300 em Março e Dezembro, sendo a mediana bem acima da previsão.

Em Cachoeira Paulista o desvio padrão dos dados é em geral maior a noite do que de dia, principalmente entre 0000 e 0600. Em Fortaleza o desvio padrão é mais uniforme ao longo do dia.

Em Cachoeira Paulista o desvio padrão durante o dia é mínimo no verão e máximo no inverno. Em Fortaleza não há muita diferença.

A Tabela 1 apresenta a média do erro percentual da previsão e a média dos "ranges" dos quartis para f_0F_2. Observe-se que a média dos erros é sempre menor do que a média dos "ranges" dos quartis, indicando que se for necessário predições mais precisas de f_0F_2 é necessário incluir, no sistema de predição, a variação dia a dia, em vez de se tentar melhorar a precisão dos valores medianos previstos.

A Figura 9 mostra que os valores de f_0F_2, para uma dada hora do dia, flutuam em torno da mediana, não apresentando uma tendência significativa. A Figura 9 ilustra f_0F_2 (mediano) em duas horas (0600 e 1200), durante os dias do mês de junho/78, em Cachoeira Paulista.

As Figuras 10 até 15 mostram o "range" dos quartis e o erro de previsão. Nota-se que novamente o erro é quase sempre menor do que o "range". O "range" tende a ser maior na parte da manhã, com um pico no nascer e no pôr do sol.

Em termos de telecomunicações, a previsão de Fortaleza foi boa e em Cachoeira Paulista, na parte da noite, a previsão foi em geral menor do que a mediana observada. Esta previsão não impede a propagação, apenas seria utilizada uma frequência menor do que a máxima possível e portanto haveria mais absorção. Exceto no inverno, em Cachoeira Paulista em 1978, poderia ter sido aumentada em 2 MHz a frequência do transmissor entre 1800 e 0300 horas. Quando a previsão é maior do que a mediana, pode não haver a propagação do sinal de rádio entre as estações.

Deve ser acrescentado que, devido ao "Spread F", faltam

dados a noite para Fortaleza.

CONCLUSÃO

O erro de previsão da f_0F_2, pelo sistema CCIR, em Cachoeira Paulista e Fortaleza varia entre 7 e 14%. O erro maior ocorre em Cachoeira Paulista entre 1800 e 0300, pois o efeito fonte não aparece na previsão do CCIR. Em Fortaleza, no inverno, a previsão está 1,5 MHz abaixo da mediana durante o dia.

Este estudo será estendido para dados de outros anos, e, também, será incluida a análise da altura máxima da camada f_0F_2.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos as sugestões valiosas do Dr. Mangalathayil Ali Abdu, e a redução dos dados por Lúcia de Almeida Terra e Sueli de Lima Ribeiro. Este trabalho foi parcialmente subvencionado pela "Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP" através de contrato CT/130.

TABELA 1

MÉDIA DO ERRO PERCENTUAL DA PREVISÃO E MÉDIA DOS "RANGES" DOS QUARTIS PARA f_0F_2, PARA VÁRIOS MESES, E PARA CACHOEIRA PAULISTA E FORTALEZA EM 1978

ERRO "RANGE"	C. PAULISTA	FORTALEZA
Março (equinócio)	13,9 17,1	11,1 15,9
Junho (inverno)	7,6 29,7	12,4 19,0
Setembro (equinócio)	7,5 24,2	7,1 22,4
Dezembro (verão)	10,0 17,7	7,9 12,8

REFERÊNCIAS

BURGE, J.D.; KING, J.W. and SLATER, A.J. Mapping of f_0F_2 by means of topside sounder satellites. *Telecommunication Journal*, vol. 40, No. VII, 356-363, 1973.

CCIR - *Atlas of ionospheric characteristics - Report 340*, XIth Plenary Assembly, Oslo 1966 (ITU, Geneva, 1967).

KING, J.W. and SLATER, A.J. Errors in predicted values of f_0F_2 and h_mF_2 compared with the observed day-to-day variability. *Telecommunication Journal*, Vol. 40 - XII, 766-770, 1973.

SHEIKH, N.M.; NESKE, E.; RAWER, K. and REBSTOCK, C. Comparison of peak electron densities of the F_2-layer derived from in situ measurements with CCIR predictions. *Telecommunication Journal*, Vol. 45, V, 225-227, 1978.

LEGENDA DAS FIGURAS

Fig. 1 - Cachoeira Paulista, Março 78, equinócio. R = 69,60.
Linha tracejada: f_0F_2 (CCIR), valor previsto para o valor de R. Região sombreada: Espaço entre f_0F_2(quartil superior) e f_0F_2 (quartil inferior). A Mediana é representada pela linha contínua entre os quartis superior e inferior. Linha contínua fina: f_0F_2(mínimo), f_0F_2(mediano) e f_0F_2(máximo). Linha contínua grossa na parte inferior: desvio padrão de $f_0F_2$durante o mês.

Fig. 2 - Cachoeira Paulista, Junho 78, inverno. R = 89,35.

Fig. 3 - Cachoeira Paulista, Setembro 78, equinócio. R = 107,49.

Fig. 4 - Cachoeira Paulista, Dezembro 78, verão. R = 129,49.

Fig. 5 - Fortaleza, Março 78, equinócio. R = 69,60.

Fig. 6 - Fortaleza, Junho 78, inverno. R = 89,35.

Fig. 7 - Fortaleza, Setembro 78, equinócio. R = 107,49.

Fig. 8 - Fortaleza, Dezembro 78, verão. R = 129,49.

Fig. 9 - Cachoeira Paulista, Junho 78. Variação dia a dia da f_0F_2 (mediana) às 6:00 e 12:00 horas local. Escala: f_0F_2(MHz).

Fig. 10 - Cachoeira Paulista, inverno. Linha contínua: erro nos valores medianos previstos de f_0F_2. Linha tracejada: "range" dos quartis dos valores observados.

Fig. 11 - Cachoeira Paulista, equinócio.

Fig. 12 - Cachoeira Paulista, verão.

Fig. 13 - Fortaleza, inverno.

Fig. 14 - Fortaleza, equinócio.

Fig. 15 - Fortaleza, verão.

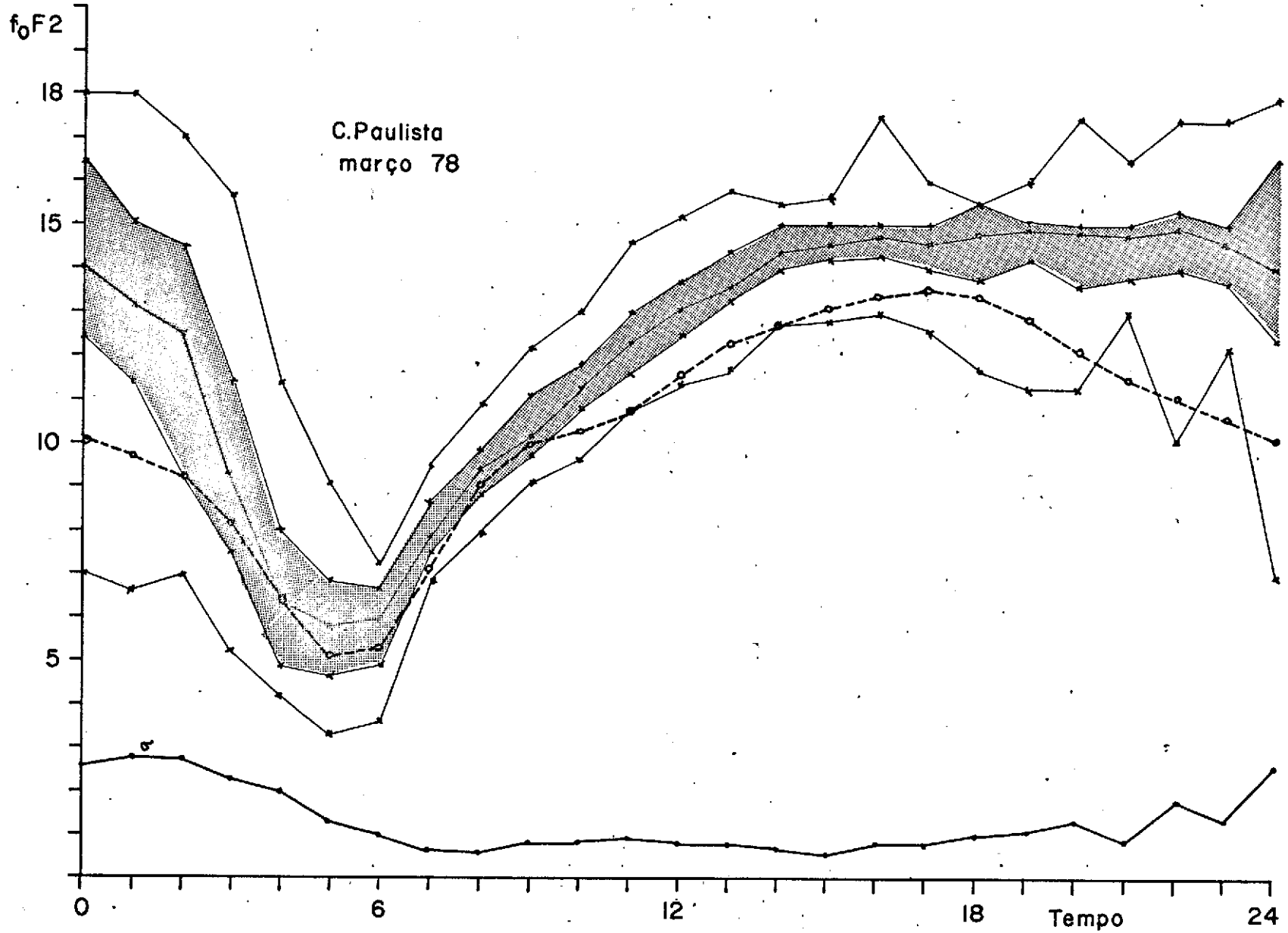

Fig. 1

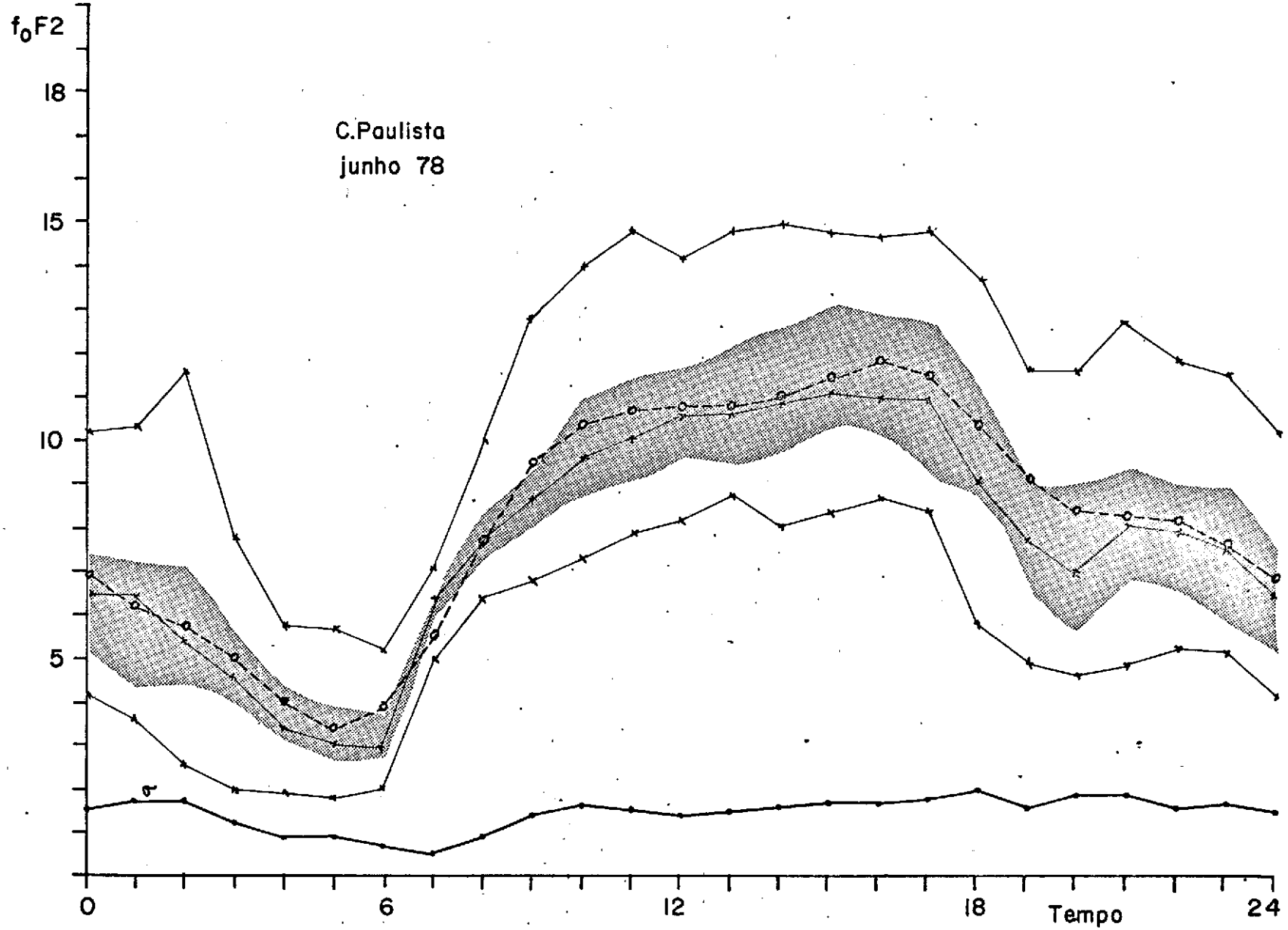

Fig. 2

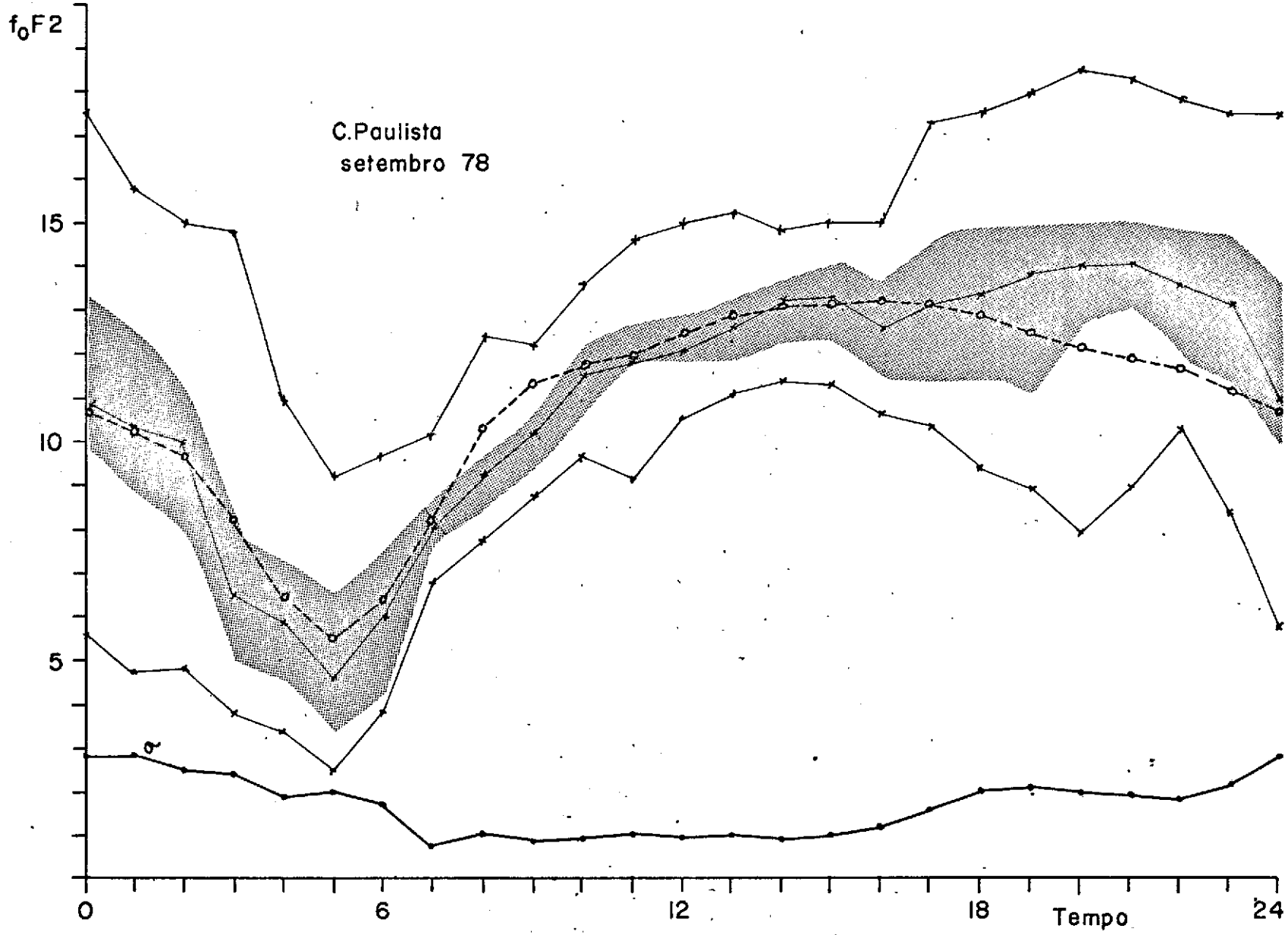

Fig. 3

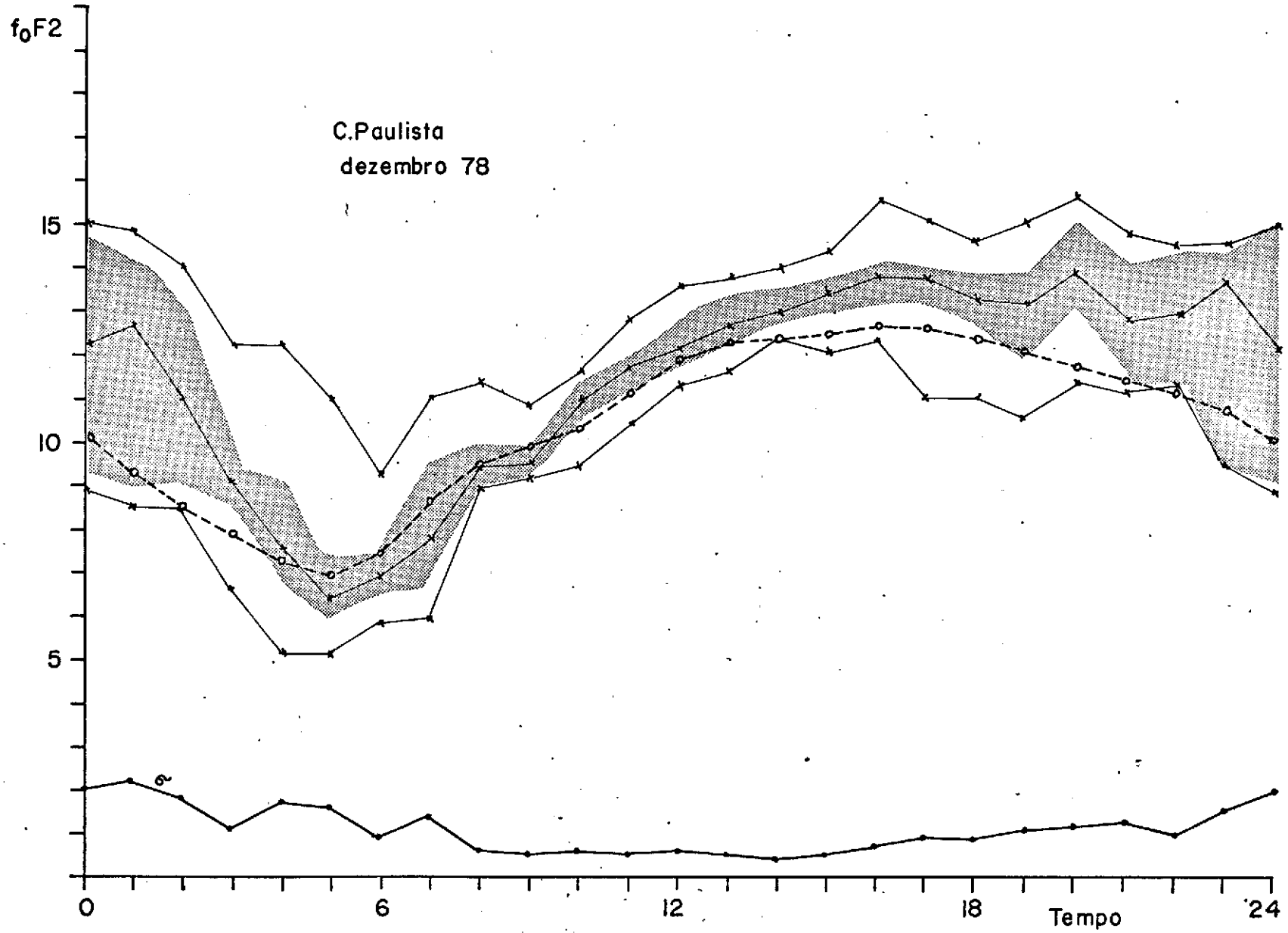

Fig. 4

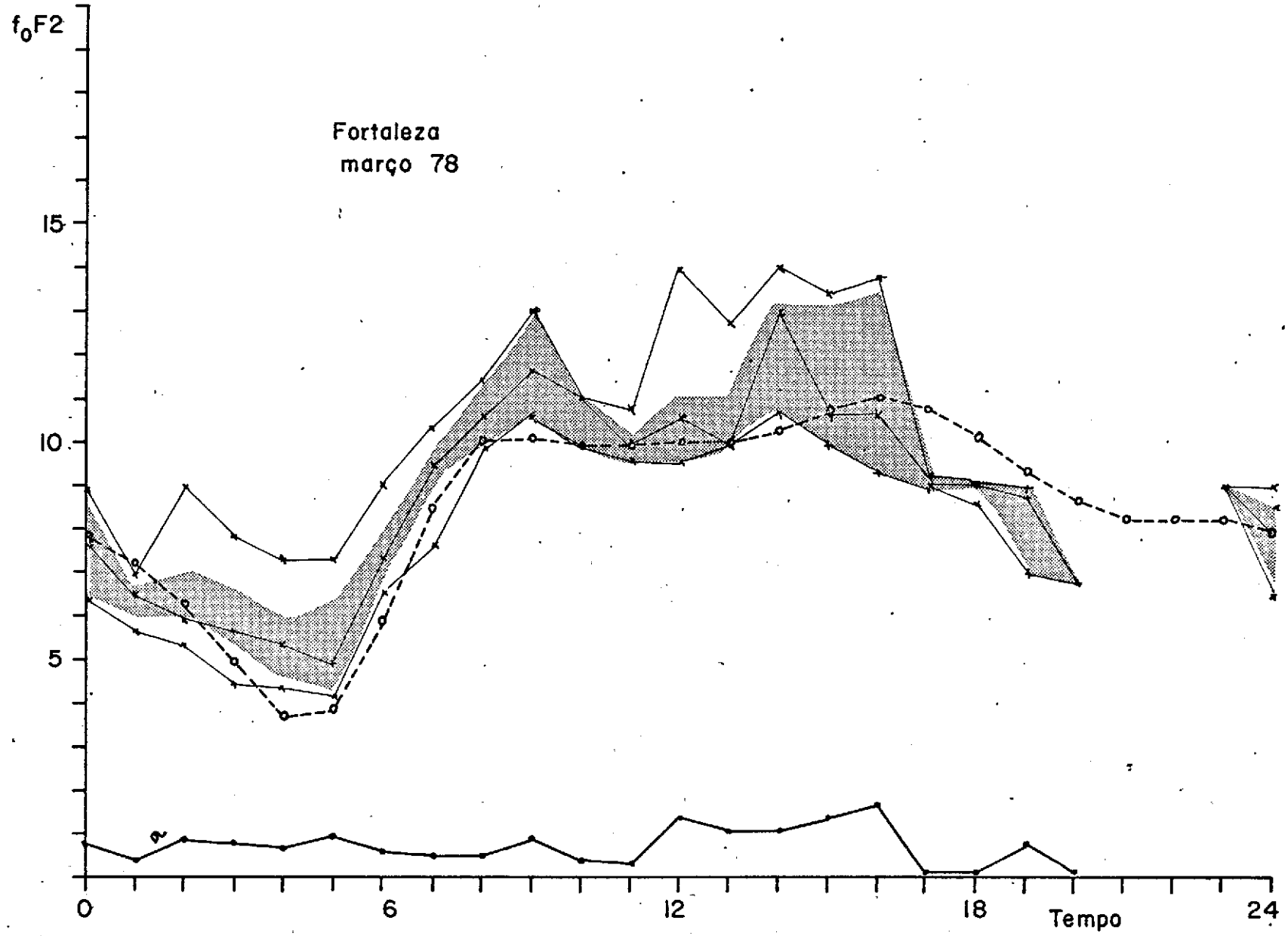

Fig. 5

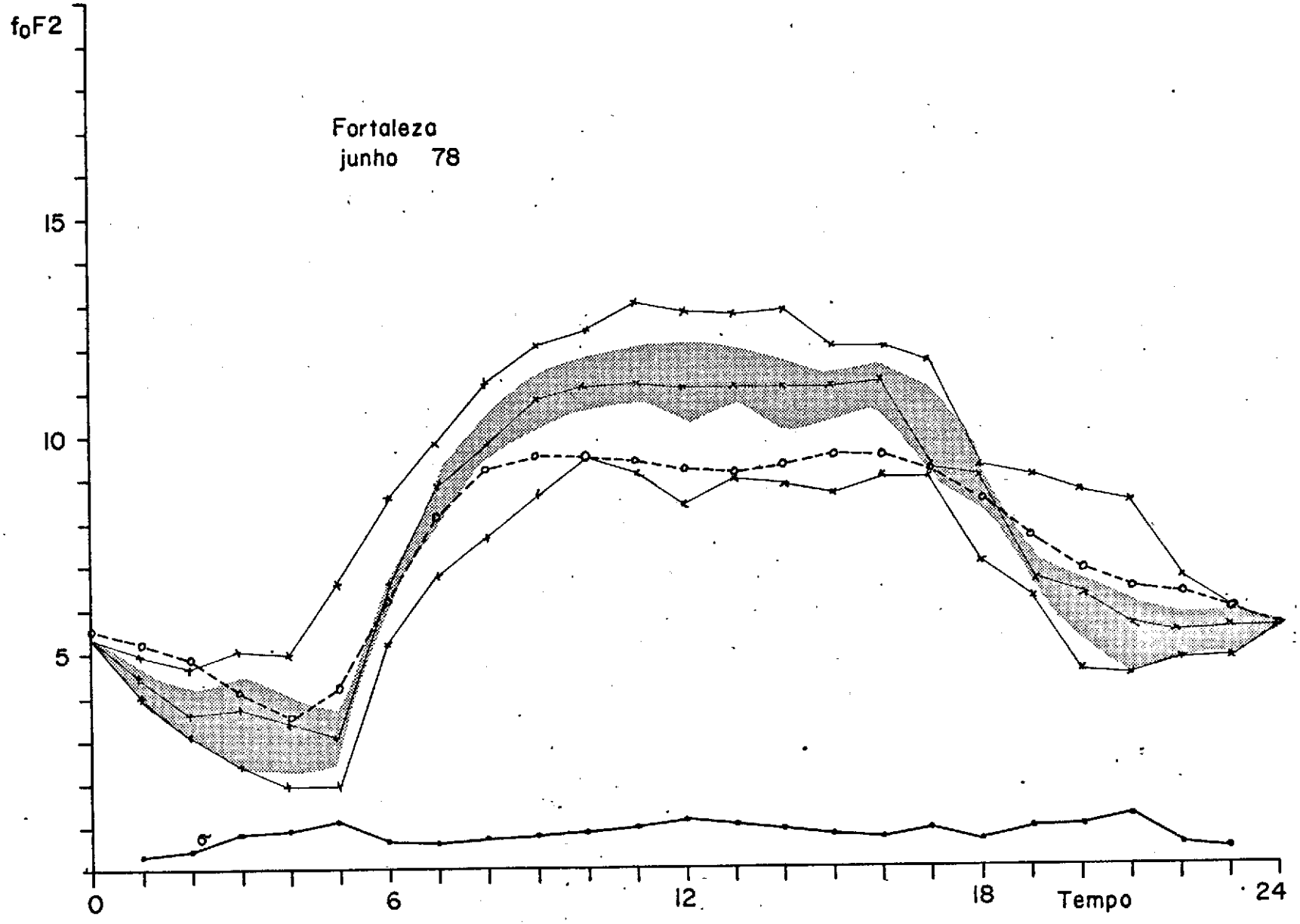

Fig. 6

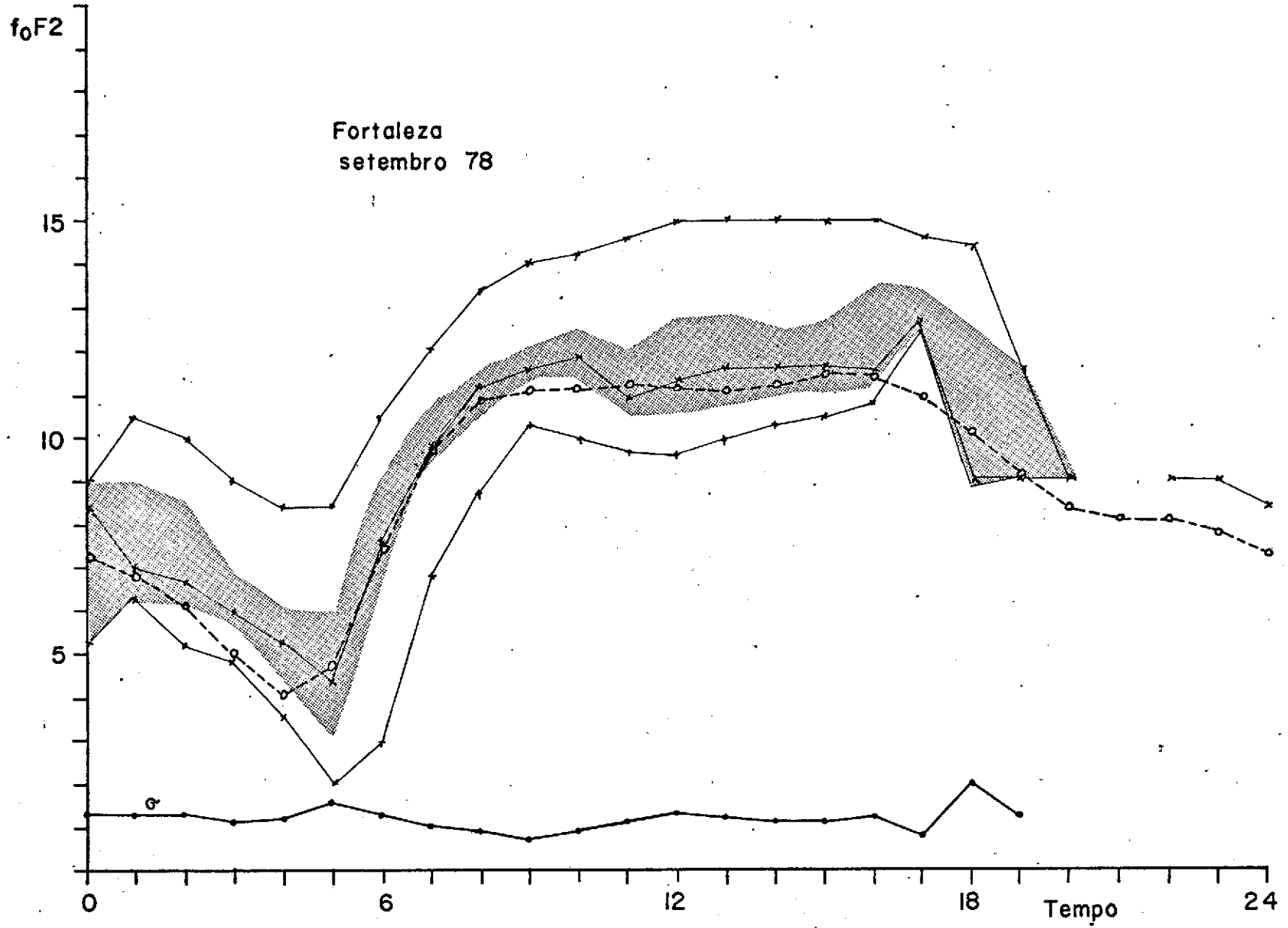

Fig. 7

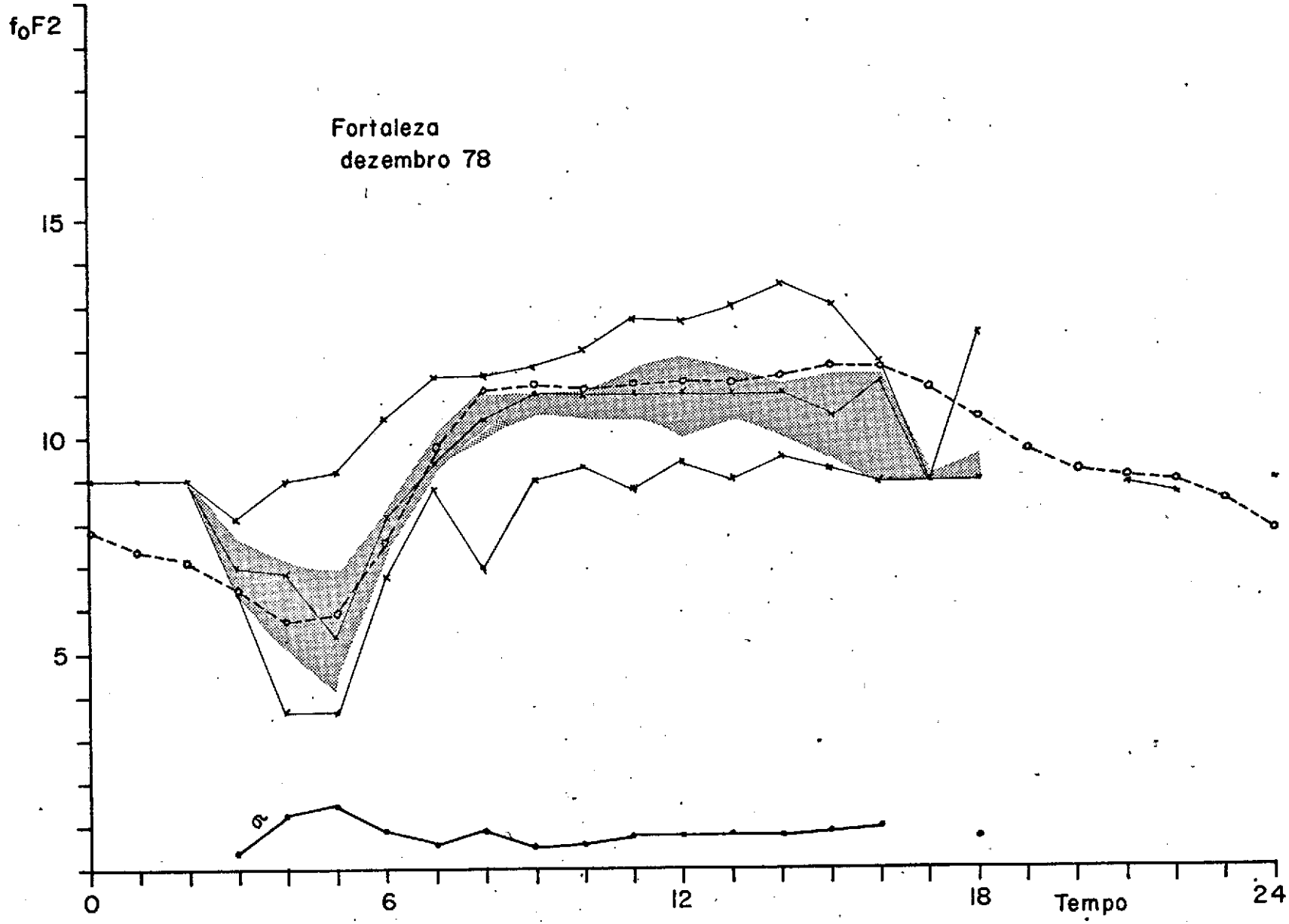

Fig. 8

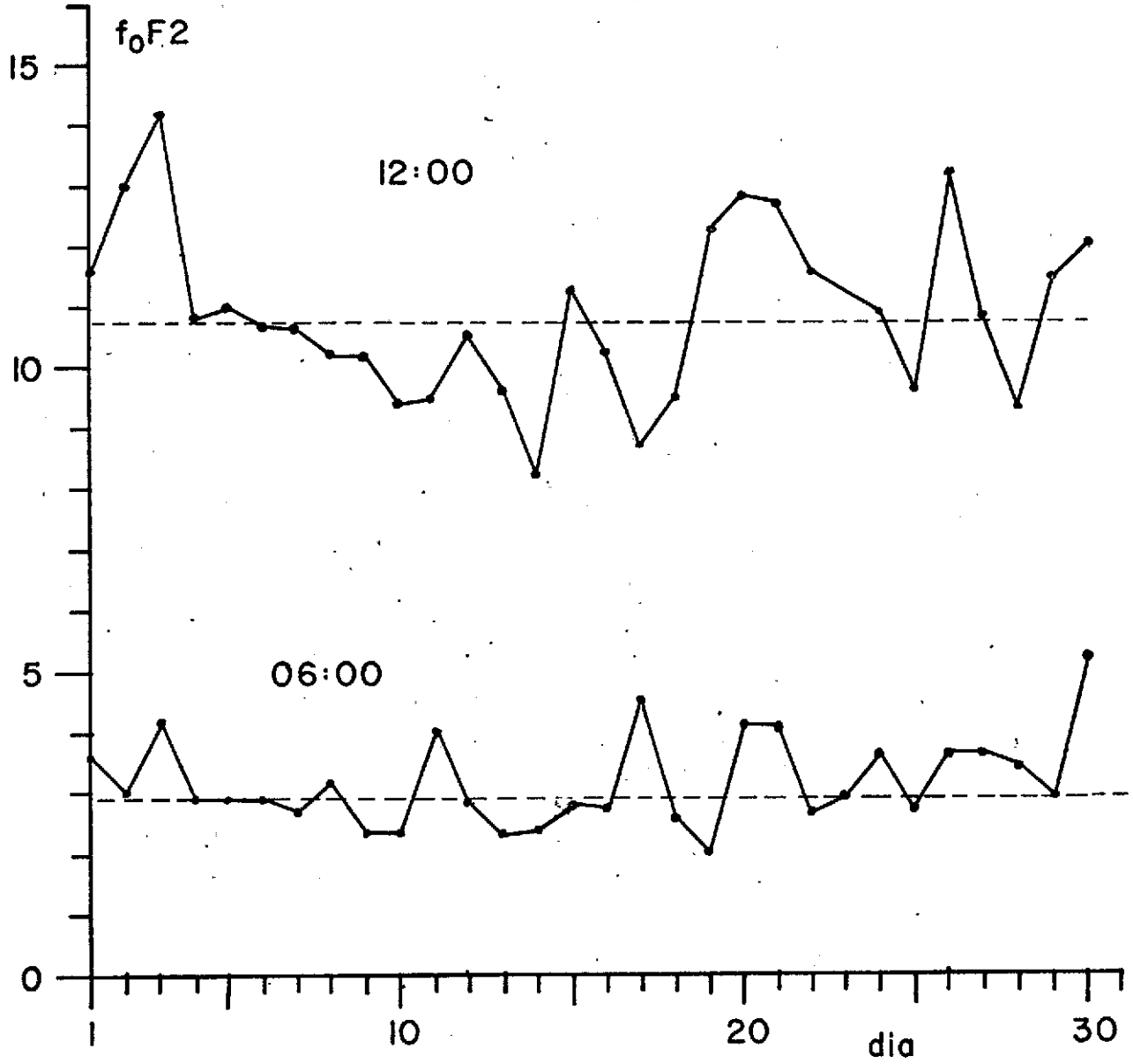

Fig. 9

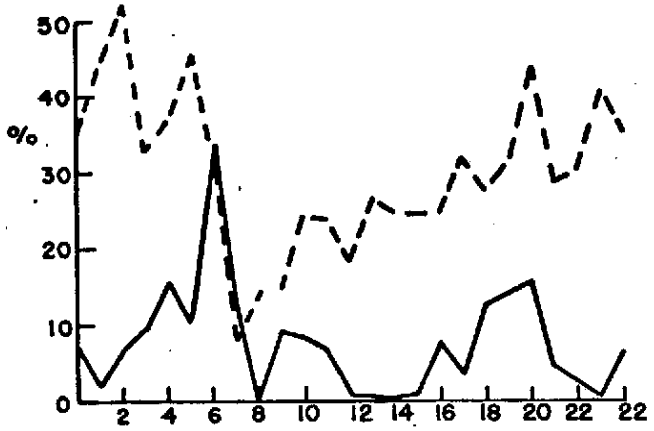

Fig. 10

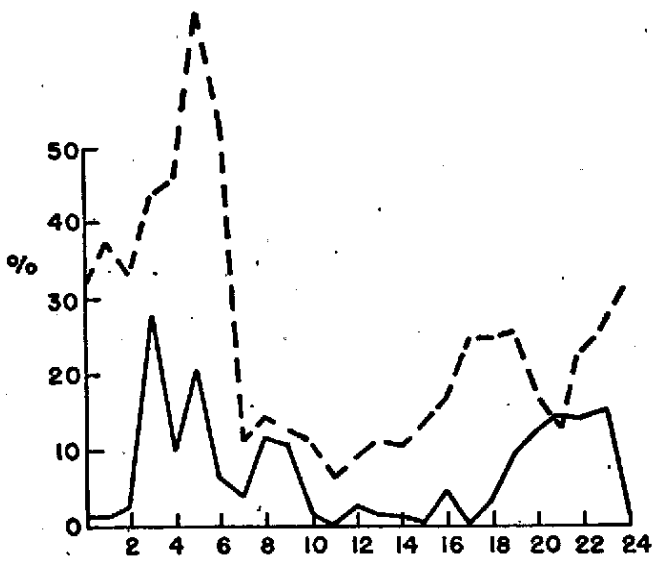

Fig. 11

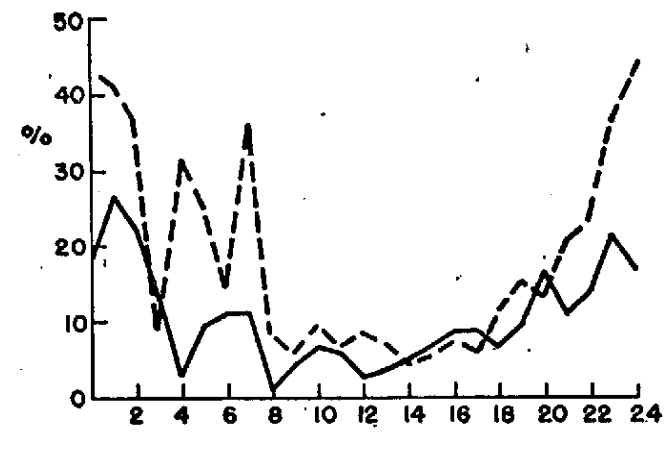

Fig. 12

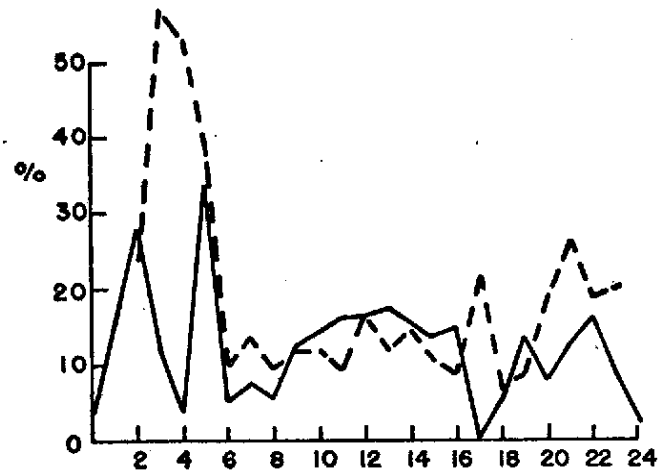

Fig. 13

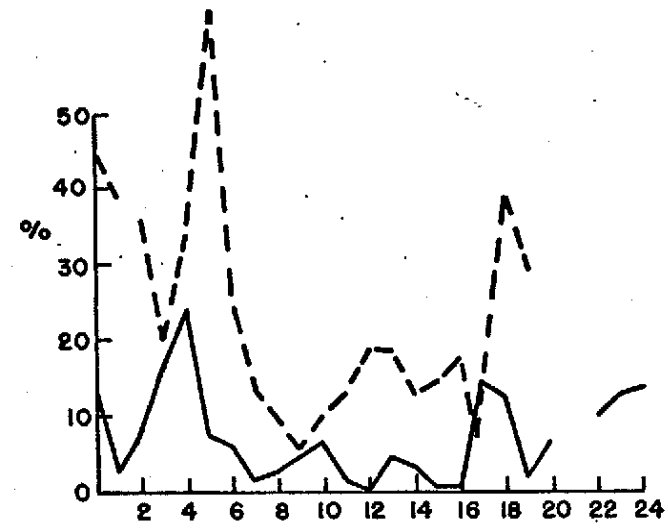

Fig. 14

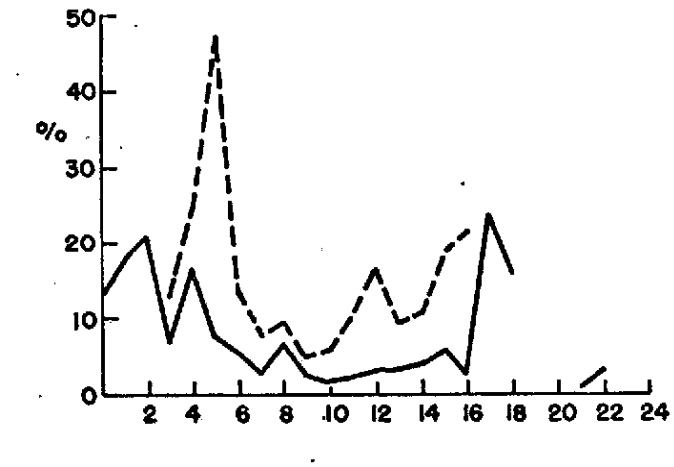

Fig. 15