

A ENTRADA DE UM SISTEMA FRONTAL EM LATITUDES BAIXAS E SEUS EFEITOS NA ATIVIDADE CONVECTIVA TROPICAL

VERNON E. KOUSKY.
HASSAN VIRJI*

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE
CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO - CNPq
12.200-SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP

RESUMO

Discute-se um caso de forte interação entre um sistema frontal, oriundo das latitudes médias, e a convecção tropical. Durante a passagem de uma frente fria sobre a parte leste do Brasil, a convecção tropical aumentou primeiramente na região oeste do Amazonas e subsequentemente, nas partes central e leste da bacia Amazônica. A aparente propagação da atividade convectiva para o leste está associada à passagem da frente fria mais ao sul. Durante este período, ocorreram acelerações significativas nas correntes de jato sobre o Atlântico em ambos os hemisférios. Entradas de frentes, como a descrita, são, provavelmente importantes fatores na organização da convecção tropical sobre a América do Sul.

1. INTRODUÇÃO

As principais regiões de convecção úmida, nas zonas tropicais e subtropicais, são a Indonésia e o Pacífico Sul, a África Central, a América Central e a América do Sul. Estudos realizados utilizando quantidades mensais, tais como o total de precipitação e a média de pressão ao nível do mar, têm documentado variações espaciais dessas variáveis nos Trópicos e nas latitudes mais altas. Como um resultado, diversas características interessantes da atmosfera foram determinadas como, por exemplo, a Oscilação do Sul (Walker, 1924). Walker considerou que esta oscilação, confinada à região Tropical e subtropical, age principalmente na direção zonal. Estudos recentes, tais como Wright (1975) e Horel e Wallace (1981), têm mostrado que certos eventos meteorológicos, nas latitudes altas estão significativamente correlacionados com a Oscilação do Sul.

As conexões entre as configurações das anomalias na circulação das latitudes médias, na região da América do Norte e do Atlântico Norte, e as da precipitação dentro da região tropical da América do Sul, foram investigadas por Namias (1963, 1972) Meehl e van Loon (1979) também documentaram a relação entre as anomalias nos campos de vento e pressão ao nível do mar, nas altas e nas baixas latitudes, da região do Atlântico Norte.

*Filiado a University of Wisconsin
Madison, Wis., EUA

Variações na pressão, ao nível do mar e do vento em latitudes baixas, sobre o Atlântico Norte e o Atlântico Sul, desempenham um papel importante nas variações de precipitação no Nordeste do Brasil (Hastenrath e Heller, 1977; Moura e Shukla, 1981).

Considerando que as quantidades mensais, tais como aquelas usadas nos estudos acima mencionados, representam composições de eventos sinóticos persistentes, então as investigações que utilizam dados diários devem permitir uma compreensão valiosa nos processos físicos envolvidos em tais interações de grande escala. Além disso, os dados diários possibilitam a documentação da evolução dos eventos sinóticos, que conduzem às interações significativas entre as latitudes baixas e altas. Alguns estudos têm documentado a existência de tais interações, através de dados diários. Por exemplo, Gray e Clapp (1978) mostraram que um jato subtropical acentuado, oriundo do Norte da América do Sul, seguiu a intensificação de um cavado na alta troposfera, próximo à costa leste dos Estados Unidos. Kousky e Gan (1981) notaram que vórtices ciclônicos na alta Troposfera frequentemente formam, no Atlântico Sul, durante o verão no Hemisfério Sul, em associação com a amplificação de uma crista imediatamente corrente acima, nas latitudes mais altas.

Vórtices ciclônicos na alta troposfera, tais como aqueles estudos por Kousky e Gan (1981) e também notado por Virji (1981), Bengtsson et alii (1982), podem ser importantes nos transportes de umidade, quantidade de movimento, e calor latente liberado pela convecção em latitudes baixas (Riehl, 1977). Finalmente, Kousky (1979) e Kousky e Ferreira (1981) mostraram que penetrações de sistemas frontais, em latitudes baixas, também produzem um efeito pronunciado na atividade convectiva, na faixa tropical da América do Sul.

É claro que informações sobre a evolução de convecção úmida na América do Sul é extremamente importante para melhor compreender vários fenômenos meteorológicos, bem como os modos de interação com os sistemas em latitudes mais altas.

O melhor entendimento dos processos físicos envolvidos é um passo necessário para melhorar a previsão do tempo.

Neste estudo, tratamos de um caso excepcional de interação interlatitudinal que ocorreu entre 21 a 26 de abril de 1979. Os resultados aqui apresentados são preliminares, representando só a fase inicial da pesquisa.

2. DADOS

Foram utilizadas, neste estudo, as análises feitas pelo "U.S. National Meteorological Center" (NMC) e as imagens de satélite recebidas no Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). Também, as imagens do satélite SMS-1 foram usadas para extrair informações sobre o campo de vento nos níveis, inferiores e superiores, utilizando o sistema MCIDAS da Universidade de Wisconsin.

3. RESULTADOS

O período analisado é de 21 a 26 de abril de 1979. Nesta época formou-se, no hemisfério Sul, uma situação de bloqueio em latitudes médias e altas na faixa longitudinal do Brasil (Casarín, 1982). A circulação atmosférica em 250 mb indica uma bifurcação do escoamento sobre o Oceano Pacífico, com um ramo passando sobre o sul do continente e o outro sobre o norte do Chile e a parte central do Brasil. Estas características do escoamento no Hemisfério Sul permaneceram durante o período em estudo (Figura 1). A circulação atmosférica no Hemisfério Norte também indica características de uma situação de bloqueio, com um forte cavado próximo da longitude de 50W e uma crista, às vezes com a circulação anticiclônica fechada, em 30W e 37N. Também, existe uma bifurcação no escoamento atmosférico do Hemisfério Norte com um ramo subtropical, atravessando o Atlântico Norte, e o outro ramo seguindo um caminho ondulatório em volta do cavado e da crista. Como no caso do Hemisfério Sul, estas características do escoamento permaneceram durante todo o período.

A sequência de imagens que corresponde, aproximadamente, aos horários, das cartas, mostradas na Figura 1, é vista na Figura 2. As principais características dessas imagens são:

1. uma frente fria sobre o Atlântico Sul que se intensificou e deslocou-se para nordeste, atingindo os Estados de Paraíba e Pernambuco;
2. uma área com forte convecção, dentro da bacia Amazônica, deslocou-se para leste durante o período. Associados a esta atividade, as nuvens indicam forte divergência na alta troposfera, um fato verificado na análise dos ventos extraídos da animação das imagens (Figura 3) e também das cartas de 250 mb (Figura 1);
3. o Sul do Brasil permaneceu com tempo bom;

4. um forte cavado no ar superior permaneceu na parte central e uma situação de bloqueio dominou a parte leste do Atlântico Norte.

4. DISCUSSÃO

Nota-se, nas Figuras 1, 2 e 3, forte divergência na alta troposfera na faixa tropical da América do Sul. Devida à proximidade do centro da atividade convectiva ao Equador, associada à divergência, o escoamento sofre poucos efeitos da rotação da Terra e aparece como aquele associado a uma fonte de massa. Esta configuração está evidente em todas as cartas apresentadas nas Figuras 1 e 3. Também, nota-se que esta fonte se move para leste em associação com o deslocamento da atividade convectiva, observada nas imagens de satélite (Figura 2).

O deslocamento para leste da atividade convectiva, notado aqui, é semelhante àquele observado por Kousky e Ferreira (1981), que também esteve associado a um sistema frontal nas latitudes mais altas do Hemisfério Sul. Na situação de 23 a 26 de abril de 1979, é possível que fortes cavados na alta troposfera dos dois hemisférios tenham contribuído para uma intensa atividade convectiva observada sobre a América do Sul.

A maneira pela qual os sistemas das latitudes médias provocam uma organização da atividade convectiva tropical ainda não é bem entendida. Talvez a penetração de um cavado das latitudes médias nos subtrópicos, provoque acelerações no escoamento, tal que a divergência criada no ar superior favorecerá um aumento da atividade convectiva. A existência de uma forte frente fria também, parece ser importante, e poderia contribuir para aumentar a convergência nos baixos níveis. Isto teria o mesmo efeito que a divergência em altos níveis. Em todas as situações semelhantes àquela discutida acima, a atividade convectiva se inicia nas costas dos Andes, indicando a importância dessa Cordilheira no processo de formação.

A maneira pela qual a atividade convectiva tropical afeta a circulação atmosférica em latitudes médias necessita mais pesquisa. É interessante notar que o jato, nos altos níveis das latitudes médias do hemisfério sul, intensificou significativamente no dia 25 de abril. O ramo subtropical do escoamento no Hemisfério Norte intensificou durante este período. É possível que estas intensificações estejam ligadas à atividade convectiva tropical. No momento, deve-se considerar isto apenas como uma hipótese.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi realizada dentro do convênio CNPq/INPE/FINEP B/54-81/042/00/00.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERGTSOON, L.; KANAMITSU, M.; KALLBERG, P.; UPPALA, S. FGGE Research Activities at ECMWF. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 63(3): 277-303, 1982.
- CASARIN, D.P. *Um Estudo Observacional Sobre Sistemas de Bloqueio no Hemisfério Sul*. Dissertação da Tese de Mestrado, Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. (Em Prelo).
- GRAY JR., T.I.; CLAPP, P.F. An interaction between low-and high latitude cloud bands recorded on GOES-1 imagery. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 59(7):808-809, 1978.
- HASTENRATH, S.; and HELLER, L. Dynamics of climatic hazards in Northeast Brazil. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 103, (435): 77-92, 1977.
- HOREL, J.D.; e WALLACE, J.M. Planetary-scale atmospheric phenomena associated with the Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, 109(4): 813 - 829, 1981.
- KOUSKY, V.E. Frontal influences on Northeast Brazil. *Monthly Weather Review*, 107(9): 1140-1153, 1979.
- KOUSKY, V.E. e FERREIRA, N.J. Interdiurnal surface pressure variations in Brazil: Their spatial distributions, origins and effects. *Monthly Weather Review*, 109(9):1999-2008, 1981.
- KOUSKY, V.E. e GAN, M.A. Upper tropospheric cyclonic vortices in the Tropical South Atlantic. *Tellus*, 33(6):538-551, 1981.
- MEEHL, G.A. e VAN LOON, H. The seesaw in winter temperatures between Greenland and northern Europe. *Monthly Weather Review*, 107(9):095-1106, 1979.
- MOURA, A.D. e SHUKLA, J. On the dynamics of droughts in Northeast Brazil: Observation, theory and numerical experiments with a general circulation model. *Journal of Atmospheric Sciences*, 38(12):2653-2675, 1981.
- NAMIAS, J. Interactions of circulation and weather between hemispheres. *Monthly Weather Review*, 91:482-486, 1963.
- NAMIAS, J. Influence of Northern Hemisphere general circulation on droughts in Northeast Brazil. *Tellus*, 24(4):336-343, 1972.
- RIEHL, H. Venezuelan rain systems and the general circulation of the summer tropics II: Relations between low and high latitudes. *Monthly Weather Review*, 105, 1421-1433, 1977.

VIRJI, H. A preliminary study of summertime tropospheric circulation patterns over South America estimated from cloud winds. *Monthly Weather Review*, 109(3):599-610, 1981.

WALKER, G.T. world Weather IX. *Memoirs of the Indian Meteorology Department*, 24:275-332, 1974.

WRIGHT, P.B. *An index of the Southern Oscillation*. Norwich, England, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, 1975. (CRU-RP4).

ABSTRACT

A LOW LATITUDE FRONTAL PENETRATION AND ITS EFFECTS ON TROPICAL CONVECTIVE ACTIVITY

A case of strong interaction between a frontal system originating in mid-latitudes and Tropical convection is studied. During the passage of a cold front in eastern Brazil, Tropical convection increased, first in western Amazonas and subsequently in the central and eastern portions of the Amazon basin. The apparent propagation of the tropical convective activity to the east is linked to the frontal passage farther south. During this period, there were significant accelerations in the jet streams of both hemispheres. Frontal penetrations, such as the one described here, are probably important in organizing tropical convection over South America.

C:D.U. 551.589

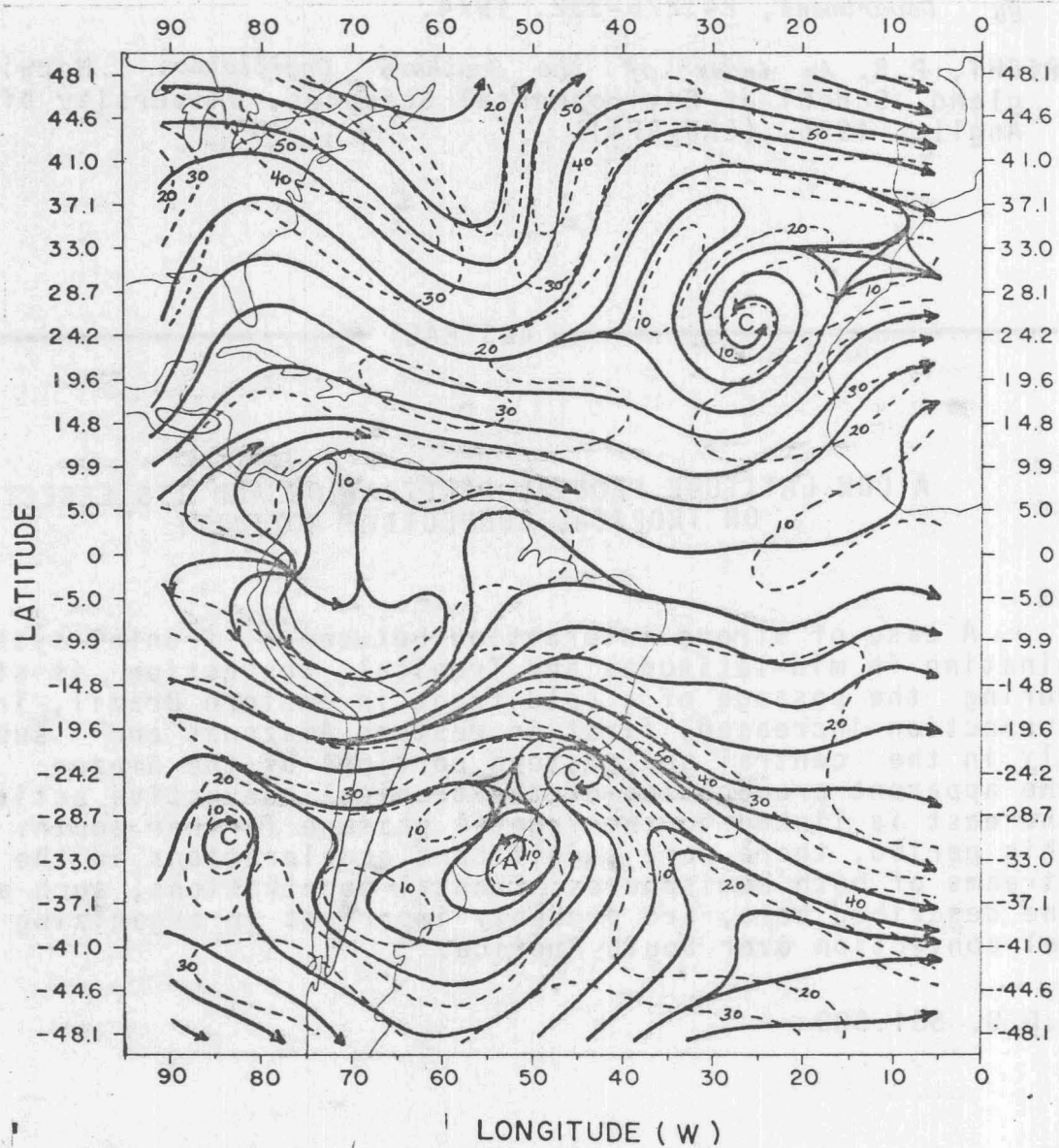


Fig. 1a.

Linhas de corrente (cheias) e isotacas (tracejadas) no nível de 250 mb para abril de 1979 dia 23 às 1200 TMG.

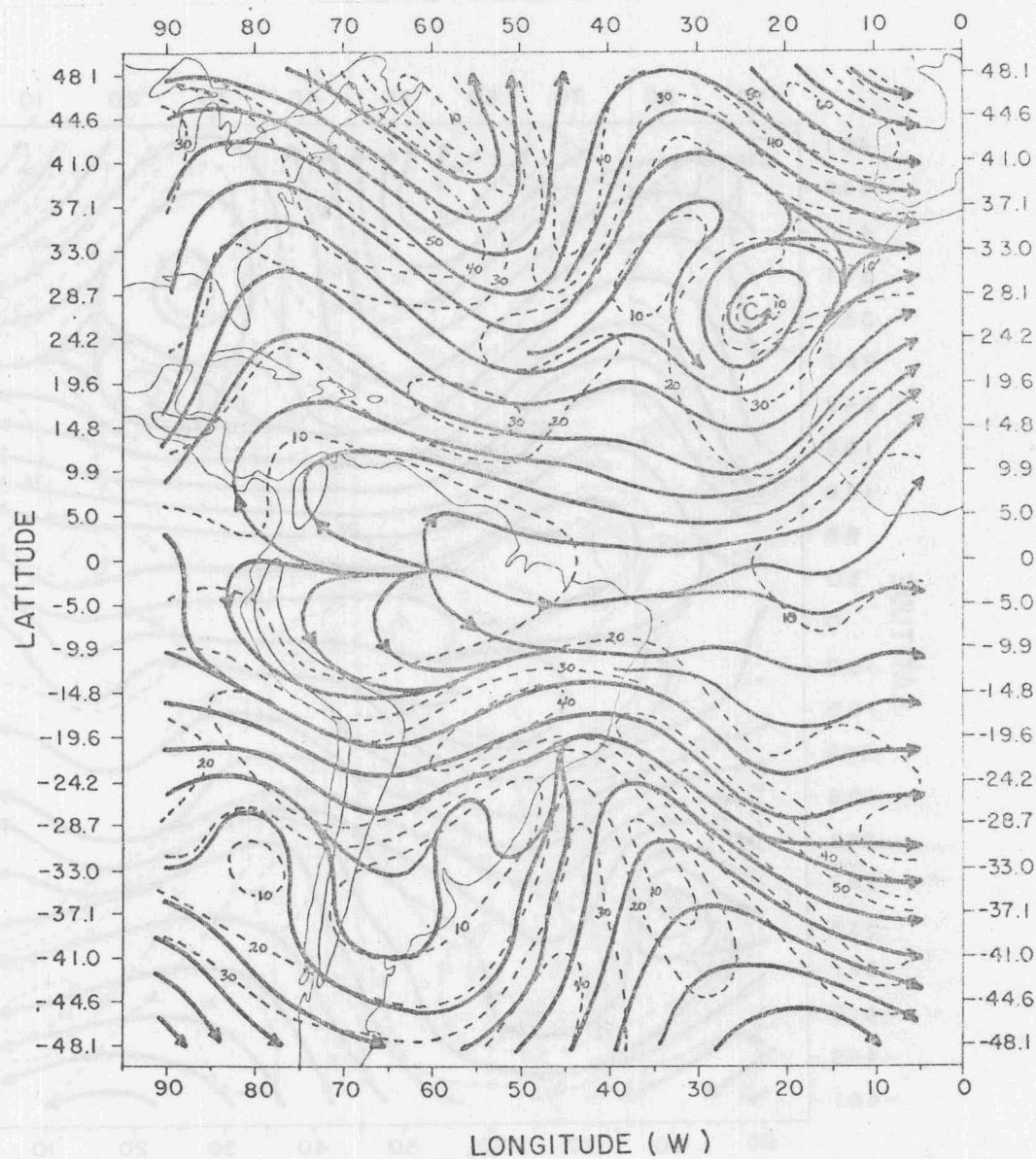


Fig. 1b.

Linhas de corrente (cheias) e isotacas (tracejadas) no nível de 250 mb para abril de 1979, dia 24 às 0000 TMG.

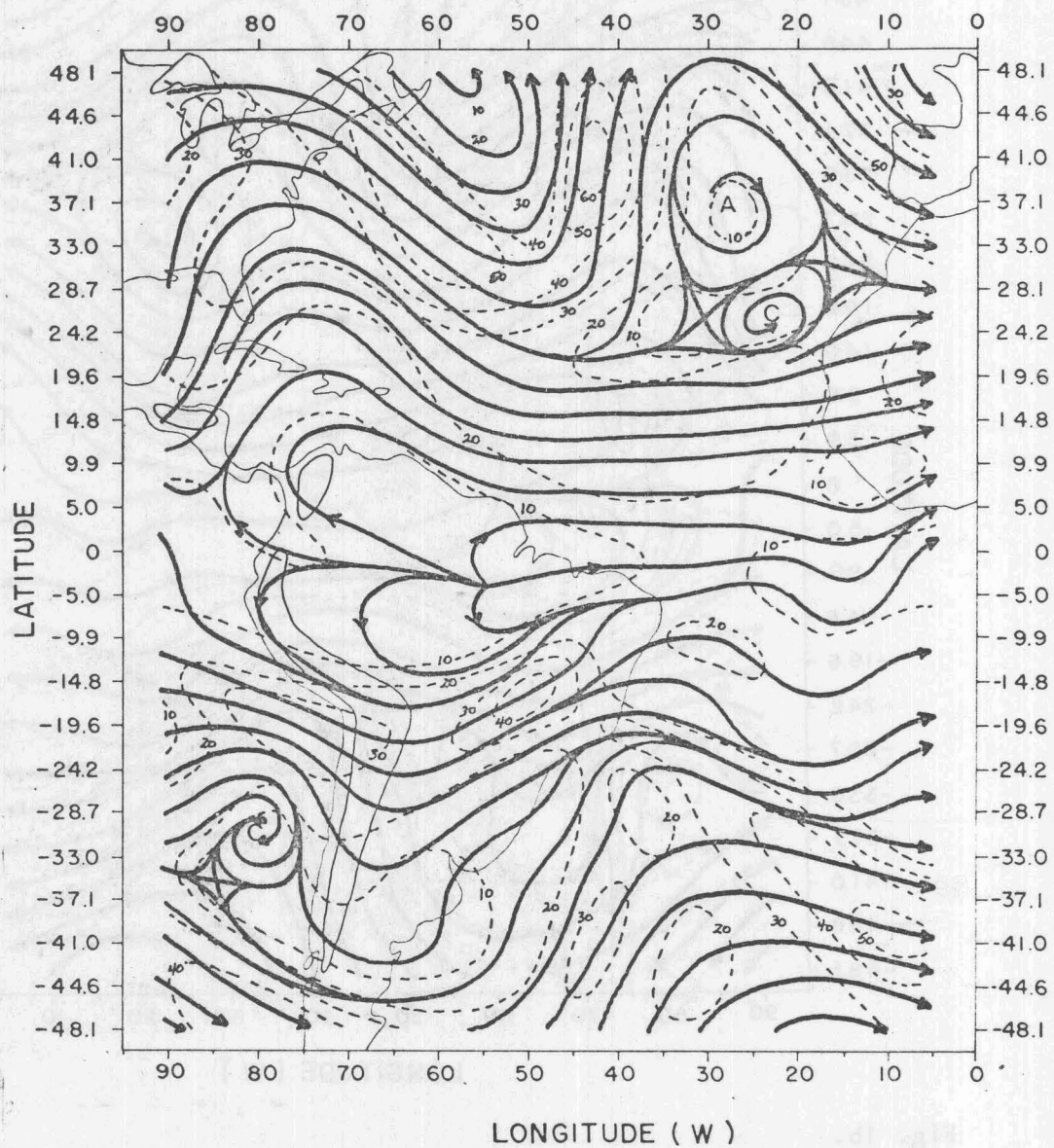


Fig. 1c.

Linhas de corrente (cheias) e isotacas (tracejadas) no nível de 250 mb para abril de 1979, dia 24 às 1200 TMG.

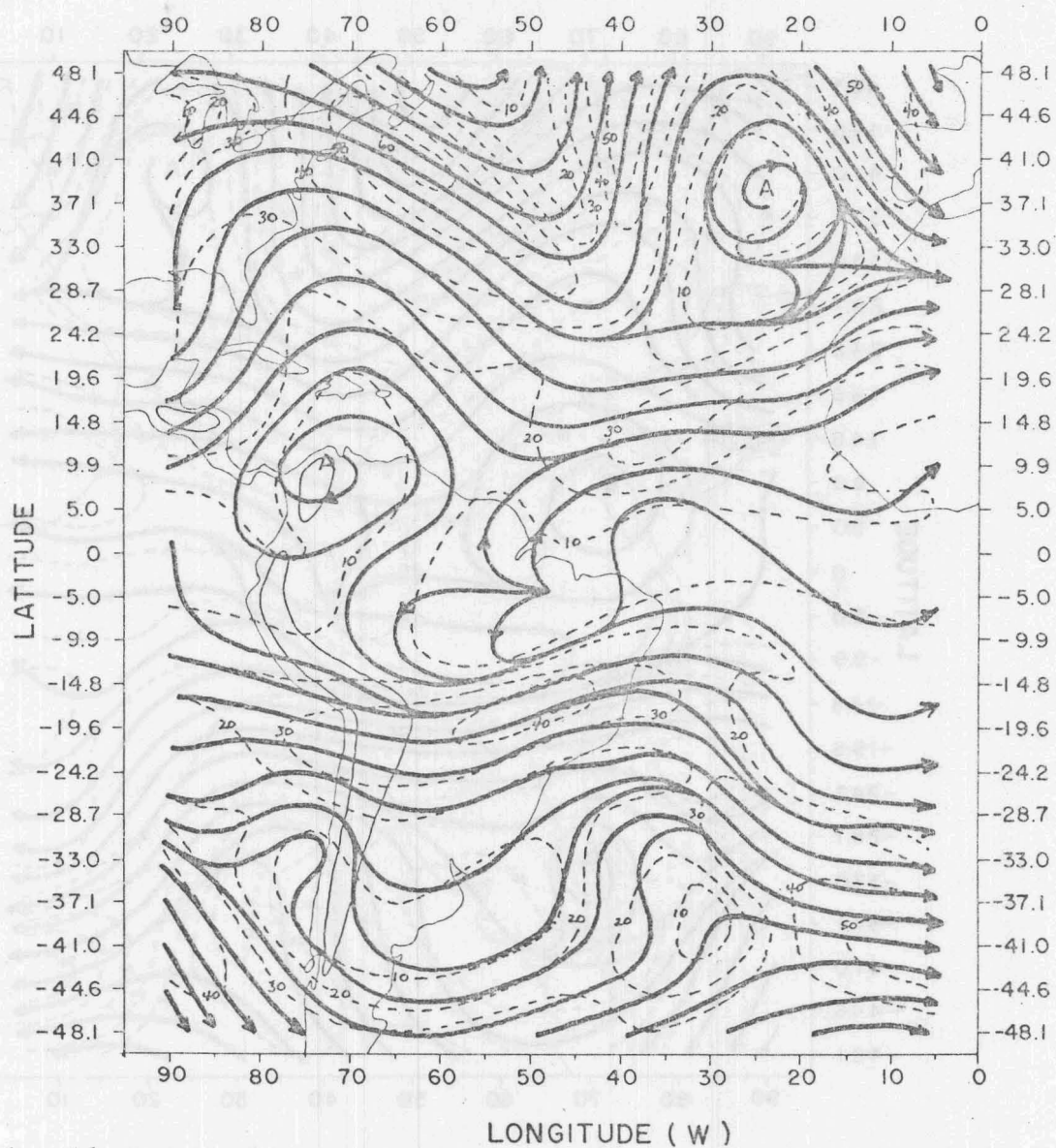


Fig. 1d.

Linhas de corrente (cheias) e isotacas (tracejadas) no nível de 250 mb para abril de 1979, dia 25 às 0000 TMG.

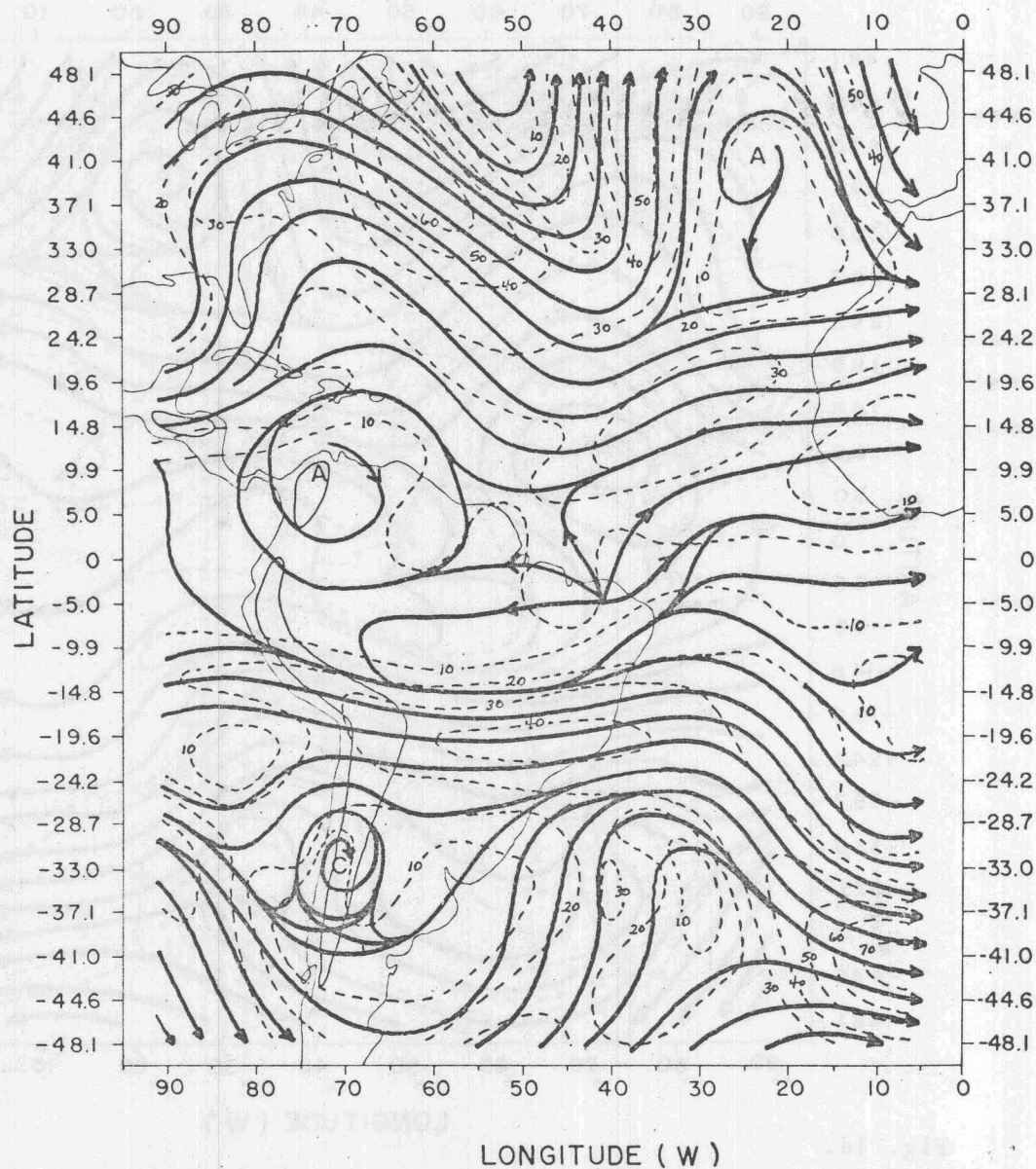


Fig. 1e.

Linhas de corrente (cheias) e isotacas (tracejadas) no nível de 250 mb para abril de 1979, dia 25 às 1200 TMG.



Fig. 2a. - Imagens no infravermelho às 1046 TMG no dia 23.

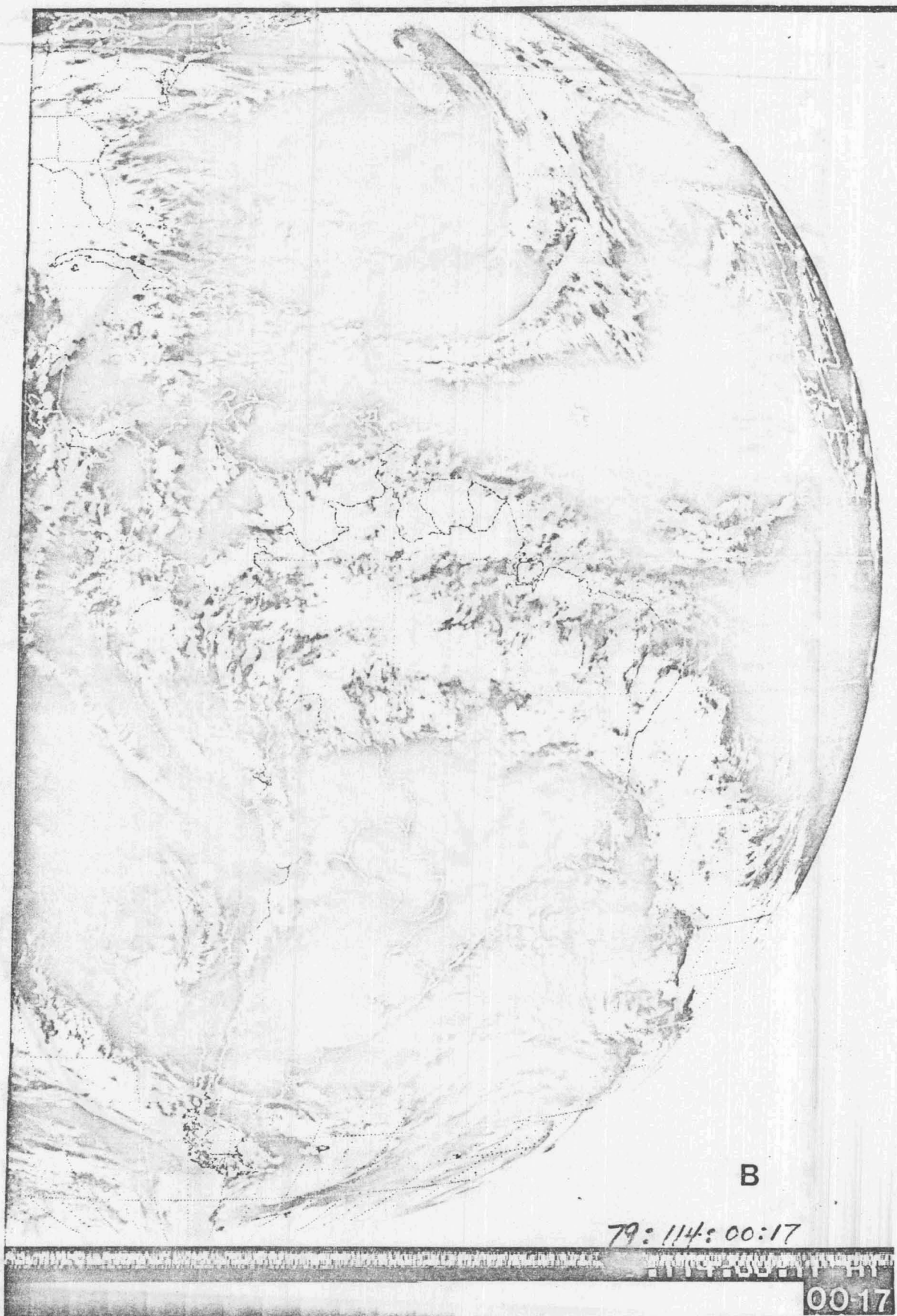


Fig. 2b. - Imagens no infravermelho às 0017 TMG no dia 24.

79: 114: 00: 17



79:115:00:18 A1

Fig. 2c. - Imagens no infravermelho às 0018 TMG no dia 25.

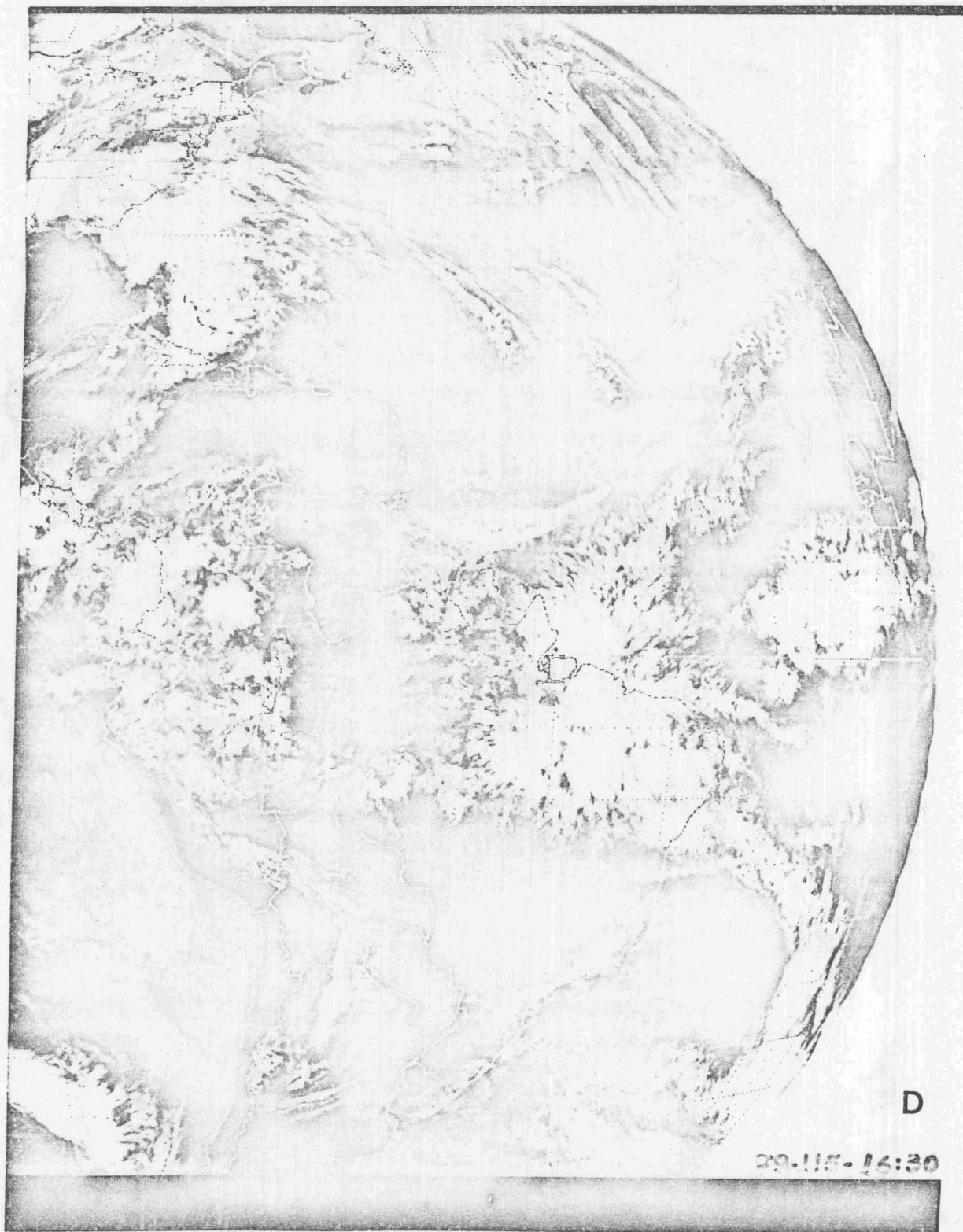


Fig. 2d. - Imagens no infravermelho às 1630 TMG no dia 25.

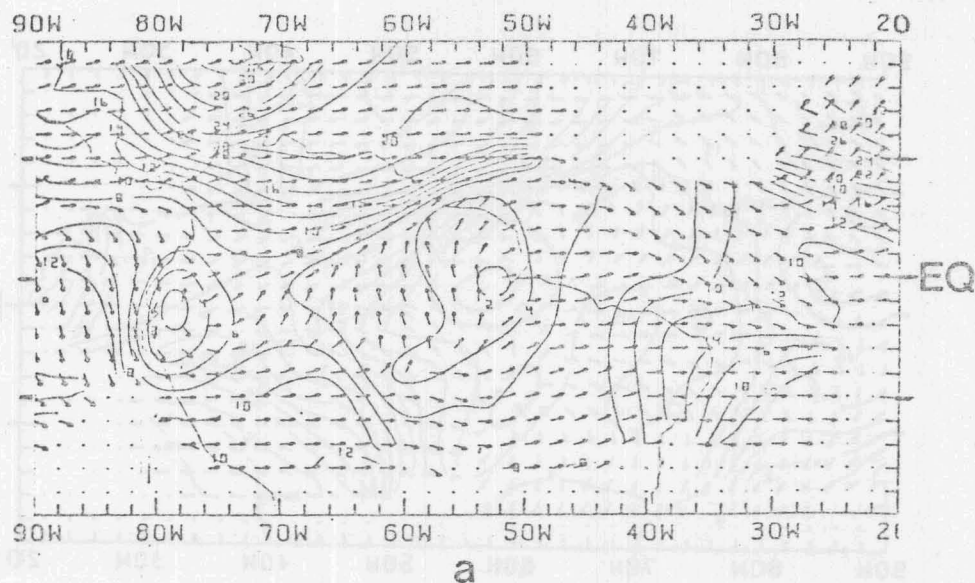


Fig. 3a.

O campo de vento (altos níveis) extraído da animação de imagens de satélite (SMS-1), utilizando-se o sistema MCIDAS da Universidade de Wisconsin para o dia 21 de abril de 1979 às, mais ou menos, 1800 TMG.

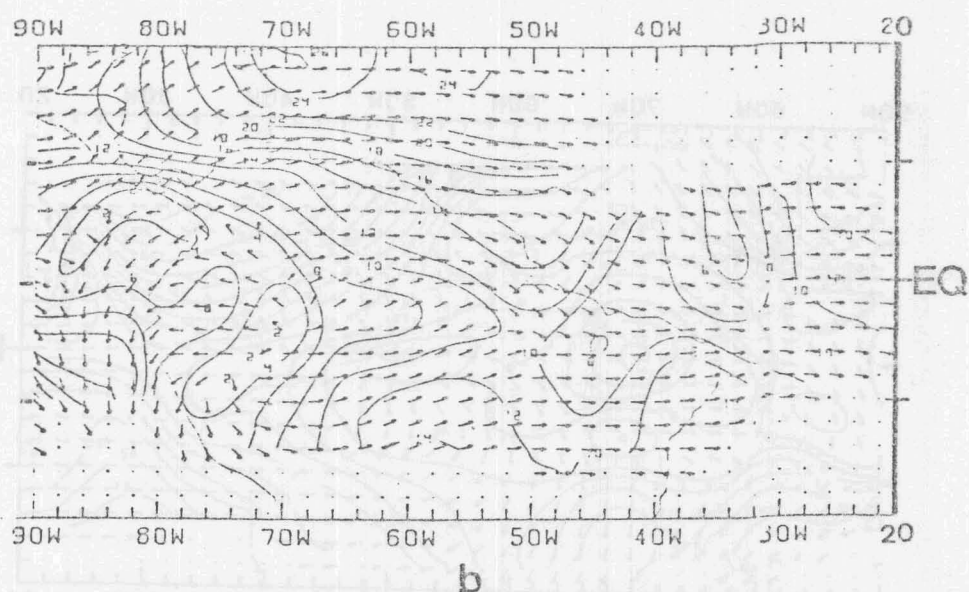


Fig. 3b.

O campo de vento (altos níveis) extraído da animação de imagens de satélite (SMS-1) utilizando-se o sistema MCIDAS da Universidade de Wisconsin para o dia 22 de abril de 1979 às, mais ou menos, 1800 TMG.

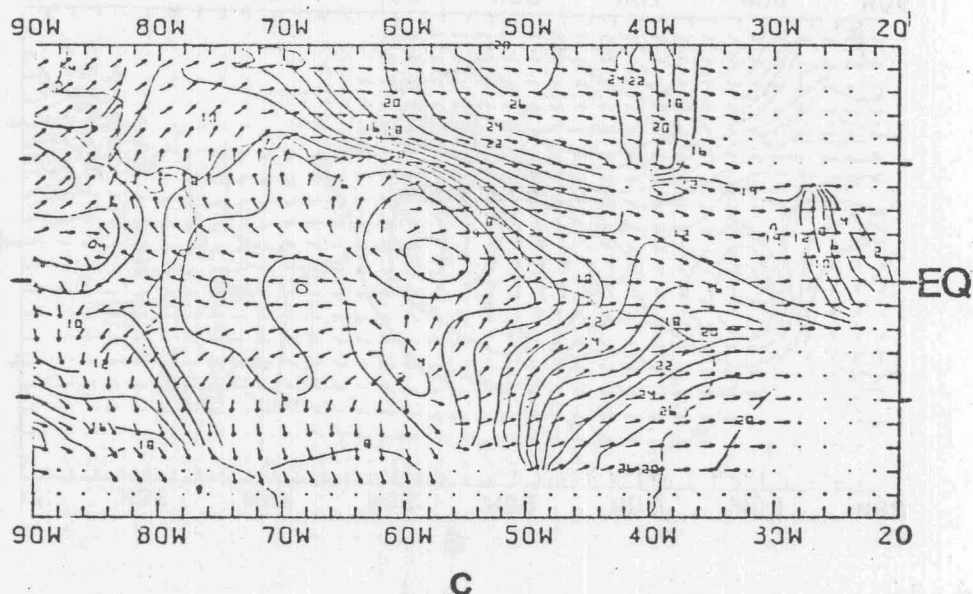


Fig. 3c.

O campo de vento (altos níveis) extraído da animação de imagens de satélite (SMS-1), utilizando-se o sistema MCIDAS da Universidade de Wisconsin para o dia 23 de abril de 1979 às, mais ou menos, 1800 TMG.

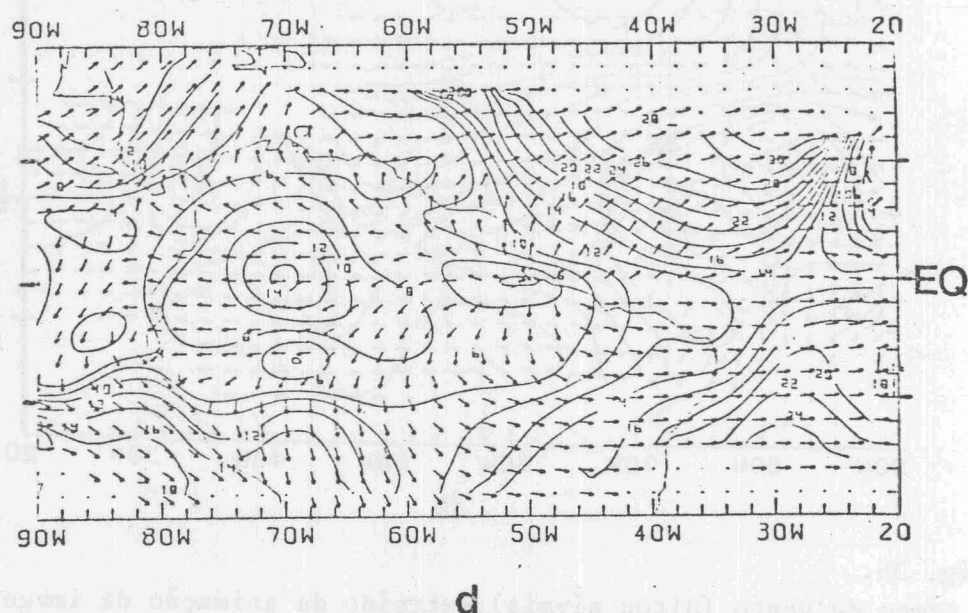


Fig. 3d.

O campo de vento (altos níveis) extraído da animação de imagens de satélite (SMS-1), utilizando-se o sistema MCIDAS da Universidade de Wisconsin para o dia 24 de abril de 1979 às, mais ou menos, 1800 TMG.

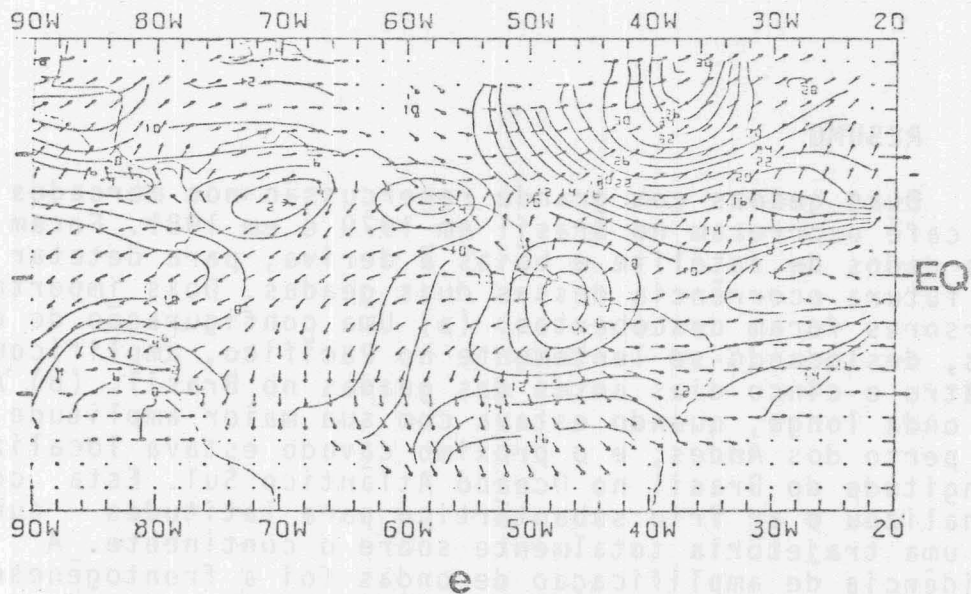


Fig. 3e

O campo de vento (altos níveis) extraído da animação de imagens de satélite (SMS-1), utilizando-se o sistema MCIDAS da Universidade de Wisconsin para o dia 25 de abril de 1979 às, mais ou menos, 1800 TMG.