



13009
Met. 571

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA

ALGUNS ASPECTOS
DA
METEOROLOGIA SINÓTICA

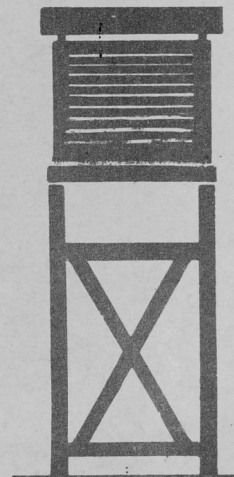
ESCUELA DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

CONTRIBUIÇÃO DIDÁTICA

5

POR
RENATO CARVALHO
COSTA MALHEIRO

MAIO 1972



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza
Instituto de Geociências
Departamento de Meteorologia

"ALGUNS ASPECTOS DE METEOROLOGIA SINÓTICA"

A presente publicação consiste na adaptação para o Hemisfério Sul do trabalho "III-Meteorologia Sinóptica" escrito pelo colega e amigo Meteorologista Licenciado Renato Antero da Costa Carvalho do Serviço Meteorológico Nacional de Portugal.

Realizada esta publicação com objetivo didático, pretende levar ao aluno de Meteorologia Geral I uma série de conhecimentos gerais de Meteorologia Sinótica numa linguagem e num conceitual ao nível de profundidade exigido no currículo da referida disciplina.

Rio de Janeiro, Setembro 1971

A.P. Costa Malheiro

A.P. Costa Malheiro
Perito da Organização Meteorológica Mundial (O.M.M.)
Professor de Meteorologia Sinótica na U.F.R.J.

1 - Introdução

A Meteorologia sinótica constitui uma síntese dos conhecimentos da termodinâmica e da dinâmica da atmosfera, de tal modo que, por análise das observações simultâneas dum rede de estações meteorológicas de determinada região, se torna possível fazer uma descrição do estado do tempo nessa região e a essa hora.

Para fazer este estudo torna-se necessário proceder à análise das cartas sinóticas de superfície ($H=0$) (obtidas por marcação simbólica das informações contidas nos comunicados SYNOP - observações de superfície), assim como das cartas sinóticas de altitude ($P=const.$) (obtidas por marcação simbólica das informações contidas nos comunicados PILOT - sondagem dos ventos em altitude, TEMP - radiossondagem (P, T, U, H), AIREP - informações de aeronaves em voo, etc.), a fim de se fazer a descrição do tempo nas três dimensões.

As cartas de superfície são aquelas que, em geral, possuem maior número de informações e que servirão assim como base de trabalho.

As cartas de altitude (em geral cartas que representam a topografia de superfície isobáricas) são analisadas a partir dos valores obtidos nas sondagens dos ventos e radiossondagens de diferentes estações da região à mesma hora.

2 - O campo da pressão atmosférica; anticiclones, depressões, cavados, cristas e colos.

O traçado das isóbaras feito nas cartas de superfícies (assim como o das isoipsas nas cartas de altitude) pode tomar diferentes configurações conforme a distribuição da pressão atmosférica; assim temos como principais configurações da distribuição da pressão atmosférica:

Anticiclone (A): sistema de isóbaras fechadas, rodeando um centro de altas pressões, cujos valores decrescem do interior para a periferia.

Depressão (B): sistema de isóbaras fechadas, geralmente de forma aproximadamente circular, rodeando um centro de baixas pressões, cujos valores crescem do interior para a periferia.

- Cavado (V): Linha ao longo da qual o valor da pressão atmosférica é mínimo.
- Crista (C): Linha ao longo da qual o valor da pressão atmosférica é máximo.
- Colo (Co): Região compreendida entre dois anticiclones e duas depressões.

Pela regra de Buys-Ballot o ar nas depressões circula no sentido retrógrado enquanto nos anticiclones circula no sentido direto (H.S.).

Em geral os ventos são mais fortes nas depressões e fazem um certo ângulo com as isóbaras convergindo para o interior da depressão, do que nos anticiclones onde divergem para a periferia; nos colos o vento é fraco e de diferentes rumos.

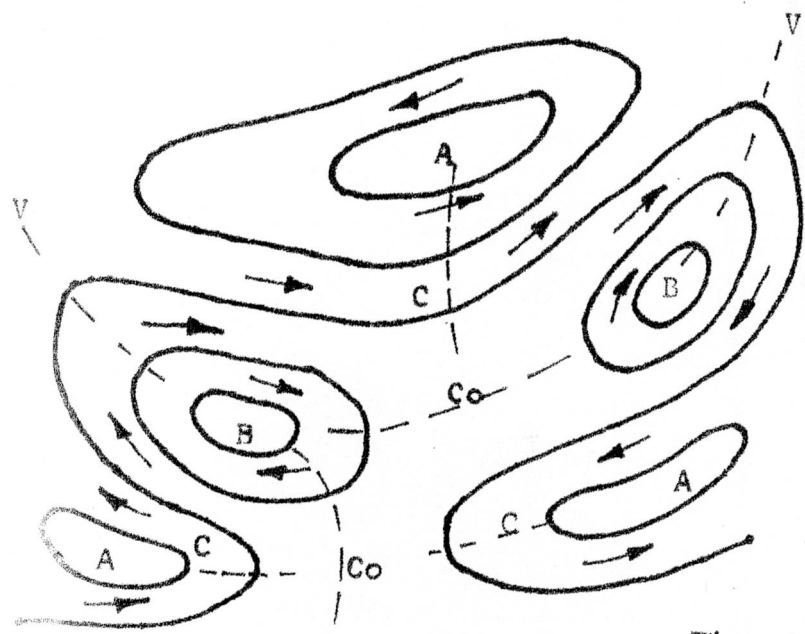


Fig. 1

Dum modo geral, nos anticiclones e cristas há bom tempo como resultado da subsidência (descida de ar de camadas superiores para níveis inferiores), enquanto que nas depressões e cavados há mau tempo devido ao fenômeno da convecção (subida do ar), em geral com nuvens de desenvolvimento vertical (Cu, Cb e

também Ac), com pancadas e trovoadas fortes com rajadas. Os colos são regiões de mau tempo, com precipitação e por vezes trovoadas.

3 - Massas de ar: classificação, formação, evolução e propriedades.

O conceito de massa de ar foi introduzido na meteorologia por Berge - ron (escola norueguesa) e é da maior utilidade no desenvolvimento da teoria frontal norueguesa.

Define-se massa de ar como uma extensa porção da atmosfera onde o ar tem as mesmas características quanto à distribuição horizontal da temperatura e da umidade e com um gradiente vertical da temperatura característico.

A classificação das massas de ar pode ser feita com base em vários critérios; assim, quanto à localização geográfica da região de formação consideram-se 4 massas de ar: antártico (A), polar (P), tropical (T) e equatorial (E); quanto às influências sofridas: marítimo (m) e continental (c); quanto às características termodinâmicas: quente (W) e frio (k) e ainda seco (s) e úmido (h).

As massas de ar formam-se em consequência do ar permanecer durante bastante tempo em determinada região de grande homogeneidade, adquirindo assim as mesmas características numa grande extensão. As condições mais favoráveis à formação das massas de ar são as provocadas pelos anticiclones estacionários, que correspondem a zonas de ventos fracos e boas condições de estabilidade resultantes da subsidência.

As massas de ar podem ser obrigadas a deslocar-se da sua região de formação, modificando-se então as suas características de acordo com as características das regiões por onde se vão deslocar.

As massas de ar, de acordo com as suas características físicas, possuem propriedades que estão indicadas no quadro seguinte:

	Antártico	Polar	Tropical	Equatorial
Estabilidade	Instável ($\gamma=8$ a $10^{\circ}\text{C}/\text{km}$)	Instável ($\gamma=6$ a $9^{\circ}\text{C}/\text{km}$)	Geralm/estável ($\gamma=3$ a $6^{\circ}\text{C}/\text{km}$)	Geralmente estável
Vento	Forte com rajadas.	Forte com rajadas.	Moderado ou forte.	Fraco
Visibilidade	Geralmente muito boa.	Geralmente boa.	Moderada	Fraca
Hidrometeoros	Pancadas e trovoadas.	Pancadas e trovoadas.	Chuvisco e nevoeiros (trovoadas q. do instável).	Pancadas Chuva Brumas
Nuvens	Desenvolvimento vertical (Cu, Cb)	Desenvolvimento. (Cu, Cb)	Estratificadas. (St, Sc, As)	Estratificadas ou de desenvolvimento vertical.

4 - Superfícies frontais e frentes. A depressão frontal; processo de oclusão; frontogênese e frontólise. Nevoeiro, nuvens, trovoadas e precipitação.

Se a Terra se encontrasse imóvel, as massas de ar distribuir-se-iam em altitude segundo o valor decrescente da sua massa específica, ficando portanto o ar mais frio em contato com o globo e sucessivamente em altitude o ar mais quente.

Devido à Terra estar animada de movimento de rotação as diferentes massas de ar distribuem-se entre as superfícies cônicas que separam essas massas de ar. A estas superfícies de separação das massas de ar dá-se o nome de superfícies frontais, que se elevam geralmente até à tropopausa (superfícies no sentido físico e portanto com determinada es-

pessura). Assim temos a considerar três superfícies frontais:

Superfície frontal Antártica (1)

que separa a massa de ar antártico da massa de ar polar;

Superfície frontal polar (2)

que separa a massa de ar polar da massa de ar tropical;

Superfície frontal inter-tropical (3) ou zona inter-tropical

de convergência que separa a massa de ar tropical da massa de ar equatorial.

Devido à heterogeneidade da superfície do globo e ainda a perturbações que se formam nestas superfícies frontais, elas apresentam-se onduladas, propagando-se essas ondulações ao longo das superfícies com uma velocidade característica.

Chama-se frente, à intercepção duma superfície frontal com qualquer outra superfície, de nível ($H=const.$) ou isobárica ($P=const.$).

A superfície frontal que mais nos interessa (Atlântico Sul) é a superfície frontal polar, que sofre migrações periódicas, para Sul no verão até 50°S e para Norte no inverno até aos 10°S.

A frente polar à superfície (intercepção da superfície frontal polar com a superfície globo) apresenta-se inicialmente como uma linha (zona)

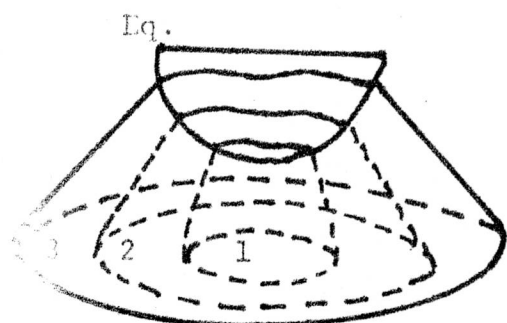


Fig. 2

que separa duas massas de ar convergentes (ar polar P e ar tropical T) (a), onde se formam ondulações (perturbações) (b) que se propagam e desenvolvem ao longo da frente com determinada velocidade; ao processo de formação das frentes dá-se o nome de frontogênese enquanto ao processo de dissipação das frentes se chama frontólise.

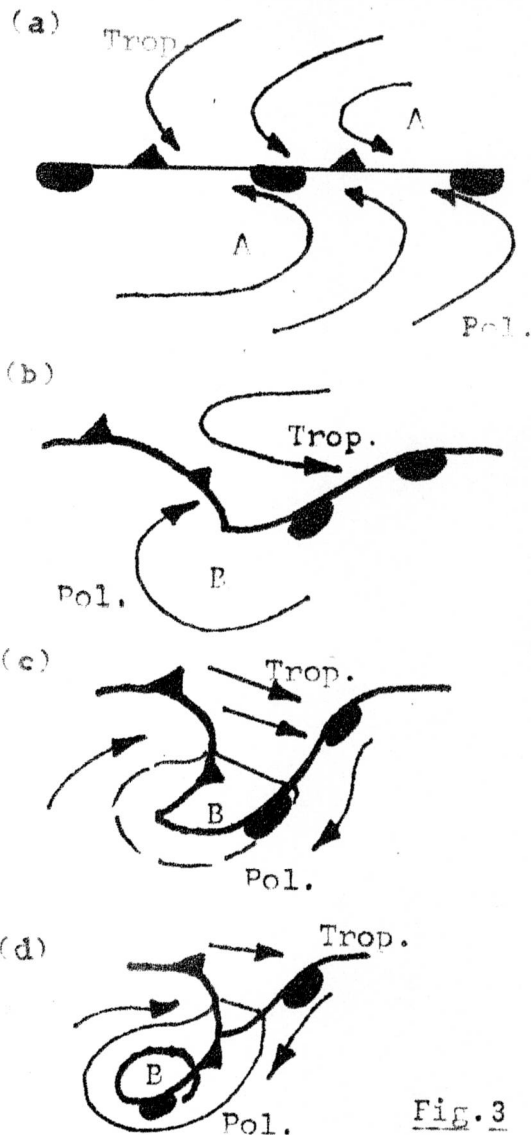


Fig. 3

A frente polar à superfície apresenta-se assim como uma língua de ar tropical que penetra no ar polar e cujo movimento é em geral, de W para E (varia desde NE até SE) (fig. 3 (c)).

A zona da frente polar que separa o ar tropical do ar polar que vai sendo substituído por ar tropical chama-se frente quente, (declive 1/200). A zona que separa o ar polar do ar tropical que vai sendo substituído por ar polar chama-se frente fria; declive 1/100); a região compreendida entre a frente quente e a frente fria, onde existe ar tropical, é o setor quente. Em geral, a velocidade de deslocamento da frente fria (80% da velocidade do vento aos 500 mb) é superior à da frente quente (60% da velocidade do vento aos 500 mb), diminuindo o setor quente, até que a frente fria atinge a frente quente (fig. 3 (d)), dando-se então a oclusão da frente polar dando origem à formação de uma nova superfície frontal, que corresponde à superfície de separação do ar polar pré-frontal e do ar polar post-frontal (em geral com características físicas diferentes). A interceptação desta superfície frontal com a

Assim nas regiões onde entram em contacto o ar tropical T e o ar polar P (geralmente devido à circulação de dois anticiclones) forma-se a superfície frontal polar onde se originam as perturbações de natureza depressionária - depressão frontal - que se propagam ao longo da superfície frontal, com uma velocidade que depende da corrente geral na região de frontogênese. (Nota: são regiões de frontogênese importantes, as costas orientais dos continentes).

A frente polar à superfície apresenta-se assim como uma língua de ar tropical que penetra no ar polar e cujo movimento é em geral, de W para E (varia desde NE até SE) (fig. 3 (c)).

A zona da frente polar que separa o ar tropical do ar polar que vai sendo substituído por ar tropical chama-se frente quente

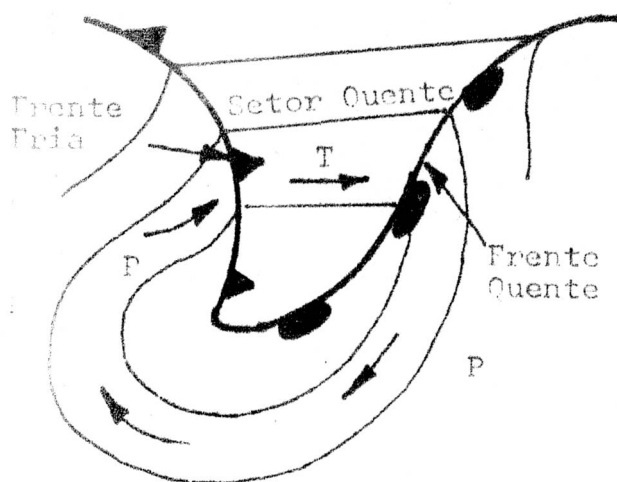


Fig. 4

superfície do globo chama-se frente oclusa, não existindo portanto o setor quente à superfície, mas permanecendo em altitude.

A frente oclusa pode ser de dois tipos:

- a) - Tipo quente, se o ar atrás da frente oclusa é mais quente (-) do que o ar à frente da frente. Fig.5a.
- b) - Tipo frio, se o ar atrás da frente oclusa é mais frio (--) do que o ar à frente da frente. Fig.5b.

Associados à superfície frontal polar existem grandes sistemas nebulosos com precipitação, trovoadas, turbulência, condições favoráveis à formação de gelo, ventos fortes, etc.

Fig. 5a

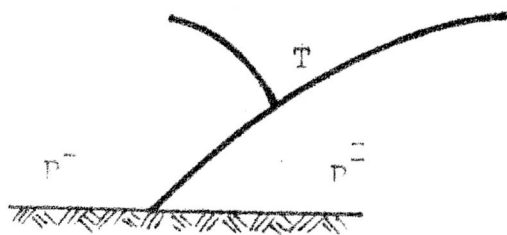
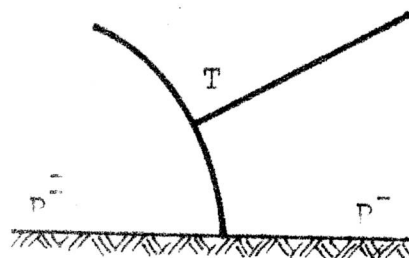


Fig. 5b



Consideremos uma ondulação da frente polar à superfície (fig.6 (a)) e vamos representar o perfil dum corte vertical feito nesta superfície (fig.6 (b)).

É da maior importância também conhecer quais os registros obtidos nos instrumentos registradores duma estação meteorológica atingida pela superfície frontal polar (sucessivamente: aproximação da frente quente à superfície, passagem da frente quente, setor quente, aproximação da frente fria, passagem da frente fria e ar polar post-frontal) (fig.7).

Vejamos alguns aspectos, de carácter geral, da visibilidade horizontal, altura da base das nuvens e hidrometeoros observados num local atin

gido pela frente polar.

a) Visibilidade horizontal: geralmente boa no ar pré-frontal tornando-se moderada ou má durante a precipitação, para diminuir bastante à passagem da frente quente; no setor quente a visibilidade é geralmente moderada ou má (com precipitação ou nevoeiro); à passagem da frente fria a visibilidade é má (precipitação muito forte) para melhorar tornando-se muito boa no ar polar post-frontal.

b) Altura da base das nuvens: diminui sucessivamente com a aproximação da frente quente onde é da ordem das poucas centenas de metros (100 a 300 m), melhorando ligeiramente no setor quente (300 a 600m); à passagem da frente fria a altura da base das nuvens é muito pequena (50 a 300m) para aumentar nitidamente no ar polar post-frontal.

c) Hidrometeoros: a cerca de 500 km da frente quente à superfície começa a dar-se a precipitação (chuva ou neve) de altoestratos (As) que aumenta de intensidade com a aproximação dos nimbostratos (Ns); à passagem da frente quente observam-se nevoeiros ou neblinas e/ou chuvisco que podem permanecer no setor quente; à passagem da frente fria a precipitação é intensa (chuva e pancadas fortes); no ar polar post-frontal instável, a precipitação é do tipo pancadas; na região da frente quente, no caso do ar tropical ser instável ou condicionalmente instável, e em determinadas condições (por ex: efeitos orográficos), podem ocorrer trovoadas; nas proximidades da frente fria verificam-se com frequência trovoadas, resultantes das intensas correntes ascendentes.

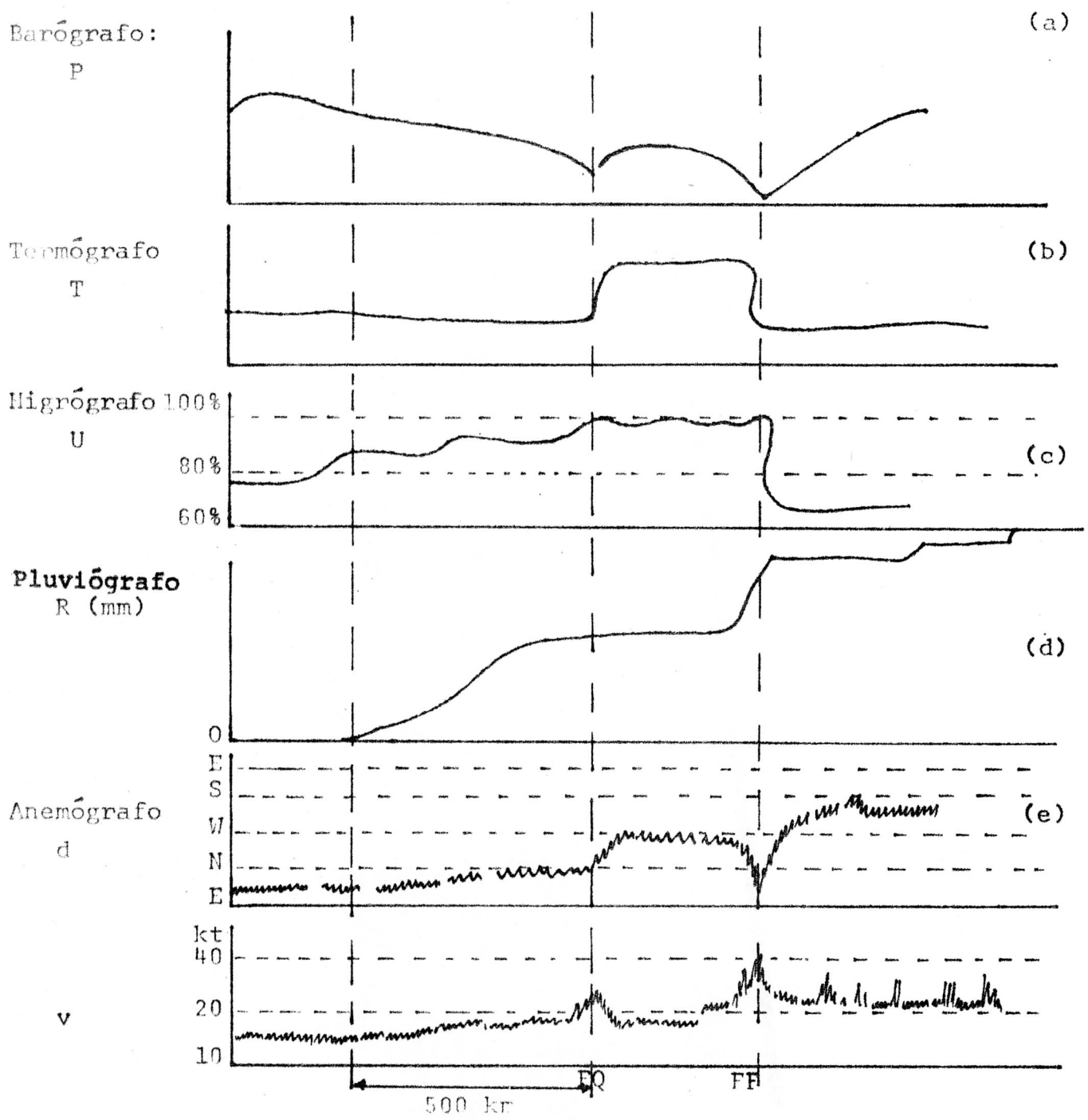


Fig. 7

BIBLIOGRAFIA

- BERRY, B. - "Handbook of Meteorology" - N.Yorque. (1945).
- MALHEIRO, A.P.C e outros. - "Introdução à Meteorologia Sinótica". Contrib.Didática nº 3, Dep.Meteorologia, UFRJ. (1972).
- "Massas de ar e superfícies frontais". Contrib.Didática nº 11, Dep.Meteorologia, UFRJ. (1972).
- PEIXOTO, J.P. - "Meteorologia Sinótica" - Universidade de Lisboa (1965).
- "Apontamentos para uso dos estagiários para meteorologista" - Tomo I, Serviço Meteorológico Nacional, Lisboa. (1954).
- PETTERSSSEN, S. - "Weather analysis and forecasting" - vol. I e II, N.Yorque. (1956).
- SAUCIER, W.L. - "Princípios de Análise Meteorológica". (Trad.), Ao Livro Técnico, Rio de Janeiro. (1969).
- WILLET, H.C. e SANDERS, F. - "Descriptive Meteorology" - N.Yorque. (1959).

"CONTRIBUIÇÕES DIDÁTICAS" já publicadas.

- Nº 1 - CÓDIGOS METEOROLÓGICOS
- Nº 2 - INTRODUÇÃO À METEOROLOGIA SINÓTICA
- Nº 3 - CLIMATOLOGIA: CIÊNCIA FÍSICA OU DESCRITIVA?
- Nº 4 - UTILIZAÇÃO DOS OPERADORES DIFERENCIAIS EM METEOROLOGIA
- Nº 5 - ALGUNS ASPECTOS DA METEOROLOGIA SINÓTICA

UFRJ - I. GEOCIÊNCIAS
DEPTº DE METEOROLOGIA
LG. DE S. FRANCISCO 26/2º
GUANABARA.