

OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS NA COSTA NORTE E NORDESTE DO BRASIL *

RUDOLF BARTH

Do Instituto Oswaldo Cruz

O Departamento de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil ofereceu-me, por intermédio do seu diretor almirante AMÉRICO JACQUES MASCARENHAS SILVEIRA e seu vice-diretor capitão-de-mar-e-guerra LEVI PENA AARÃO REIS, a oportunidade de acompanhar a missão do navio-escola "Almirante Saldanha" à foz do Amazonas no período de 4 de novembro a 7 de dezembro de 1958. Não posso deixar de agradecer ao diretor e vice-diretor do citado Departamento, bem como ao comandante do navio, capitão-de-mar-e-guerra WALDECK LISBOA VAMPRÉ, e a toda a oficialidade, o tratamento amável que recebi durante a minha estada a bordo.

Durante a viagem tive oportunidade de observar o fenômeno das chuvas passageiras, dos chamados "Pára-já", típicas na costa norte e nordeste do Brasil. O navio não possui os meios técnicos necessários para sondagem das camadas superiores do ar, pois esta tarefa não estava no programa da comissão. Em virtude disso, não temos dados exatos para uma análise profunda do citado fenômeno e nos limitaremos aqui, apenas, às observações visuais, indicando sô-



Fig. 1 — *Convenção nova, ainda não atingindo a inversão superior. Formação do "velum" como sinal de grande energia. Loc. 120 milhas da foz do Pará. — 3. XII. 1958; 10,30 horas.*

* Trabalho realizado sob os auspícios do Conselho Nacional de Pesquisas.



Fig. 2 — A mesma convecção, 30 minutos depois. Início da precipitação. Deslocamento para leste (a esquerda) e formação do “rastro” em baixo da inversão superior.

mente o caminho para uma interpretação definitiva. Esta viagem faz parte de uma série de comissões que o Departamento está realizando dentro do plano do Ano Geofísico Internacional.

Em viagem anterior encontramos, na região da ilha da Trindade (vide “Memórias do Instituto Oswaldo Cruz”, 56: 261-289, 21 figs., 1958), a inversão do alísio — inversão superior — em aproximadamente 1 500 metros de altitude, que varia conforme as estações do ano, subindo até mais de 2 000 metros durante as estações mais quentes. A intensidade das precipitações está relacionada à espessura do estrato das nuvens ou da altura das convecções. No caso em que a convecção não suba mais do que a inversão superior, como foi sempre observado na ilha da Trindade (nos meses de agosto e setembro), a espessura da nuvem corresponde à altura entre as inversões média (de radiação do solo) e superior (do alísio). Sendo esta última de nível baixo, a chuva é de menor intensidade do que no caso de altitude mais elevada. Observamos este fato na viagem ao longo da costa do Brasil, a partir de mais ou menos 12° S, porém com mais frequência e de modo mais acentuado perto do equador. Estas chuvas do norte e nordeste salientam-se das da ilha da Trindade pela rapidez da sua formação. A condensação da nuvem começa com uma pequena convecção no nível da inversão média, que na madrugada se encontra de 300 a 400 metros de altitude, subindo durante o dia de 600 a 800 metros. Uma destas pequenas nuvens aparece na figura 3, seta 1. A energia desta convecção é grande, pois já em 10 ou 15 minutos o cume atinge a inversão superior de 2 200 a 2 300 metros. Observa-se freqüentemente a formação de um véu (velum) em cima da convecção, indicando também a força do movimento vertical. Este estado aparece na figura 1. Cada nuvem em formação — ou parte dela — destaca-se das mais velhas pelos seus contornos nítidos.

Logo depois de atingir a inversão superior, começa a estratificação em baixo do nível da mesma e, pouco mais tarde, cai a primeira precipitação. Ao

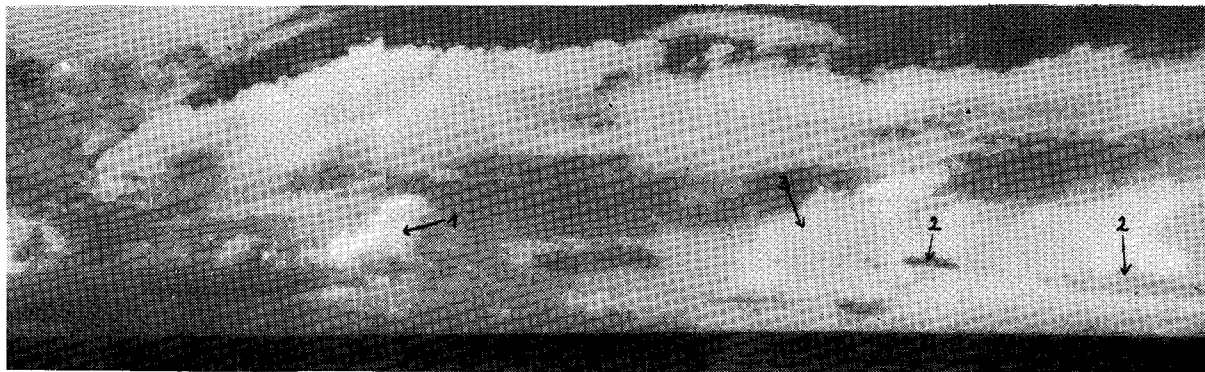


Fig. 3 — “Pára-já” (à esquerda) com seu rastro sôbre o céu em baixo da inversão superior em 2 200—2 300 m, aproximadamente. Loc. 120 milhas da costa de Pará. 3. XII. 1958; 13,30 horas.

mesmo tempo a base da nuvem é deslocada pelo vento, sendo, em seguida, o estrato superior prolongado no sentido do vento, pois o transporte do vapor d’água continua através da própria base, no sentido vertical, com mais velocidade do que a do vento horizontal. Encontramos, assim, um rastro da nuvem no céu. A extensão dêste indica a idade relativa e o rumo da chuva. A figura 2 mostra uma convecção nova, a figura 3 uma de formação mais avançada. Na última figura aparecem, à direita, convecções ainda mais distantes, porém mais novas (seta 3) do que a grande da esquerda. O vento sopra de SE (à direita). Encontramos ainda na mesma figura, na altura da inversão média, alguns restos de condensações (condensações secundárias), que se separam da base. É típico para êstes a desintegração parcial pelo vento (seta 2). A convecção, durante a sua trajetória pelo vento, forma na sua frente sempre novas condensações que sobem até a inversão superior, transportando continuamente mais vapor d’água que se transforma depois em gotas (fig. 3, seta 4). Estas condensações aditivas originam-se do gradiente térmico entre o ar frio em baixo da convecção e o ar quente do ambiente da nuvem.

Para um transporte contínuo do vapor d’água, no sentido vertical, a nuvem precisa de uma energia bastante grande. Observamos que a formação das partes frontais da convecção em movimento se desenvolve com mais velocidade, após a queda da primeira precipitação. Esta é relativamente fria. O gradiente térmico, cujo valor não conhecemos, provoca o mesmo efeito como a conhecida “gôta de ar frio” isto é, uma porção de ar frio, que se estende sôbre uma região restrita, incluída no ar mais quente, provocando, em virtude do gradiente térmico elevado, ventos horizontais circulatórios e verticais (*Kaltlufttropfen*). Quanto maior êste gradiente, tanto maior é a energia disponível para o movimento vertical na parte frontal da convecção.

Comparando estas observações e fatos com a distribuição das correntes marítimas, verificamos que o vento alísio das regiões entre 15° S e 0° sopra, com maior freqüência, de SE, transportando o ar sôbre a corrente quente do Brasil. Êste rio do mar origina-se da corrente equatorial que, depois de ter atravessado o Atlântico — em continuação da corrente fria de Benguela — divide-se em um ramo que vai ao Gôlfo de México, e outro que forma a corrente do Brasil. Medimos a temperatura da superfície da corrente equatorial: 28° C. O ar, transportado pelo alísio de SE, vai-se esquentando na sua trajetória para o norte. Sendo êste aquecimento um acréscimo da temperatura mais ou menos constante e não muito significante em curtas distâncias, as convecções, provocadas por pequenas irregularidades locais do equilíbrio estático do ar, não possuem bastante energia para atravessar a inversão estável (seu valor é ainda desconhecido). Formam-se, assim, as pequenas chuvas do tipo “Pára-já”, palavra esta que indica que a chuva, observada num certo lugar, passa rapidamente.



Fig. 4 — *Convecção com muita energia, subindo através da inversão em 3 000 m, chegando até 8 000 m. Estratificação acentuada entre as inversões média e superior.*

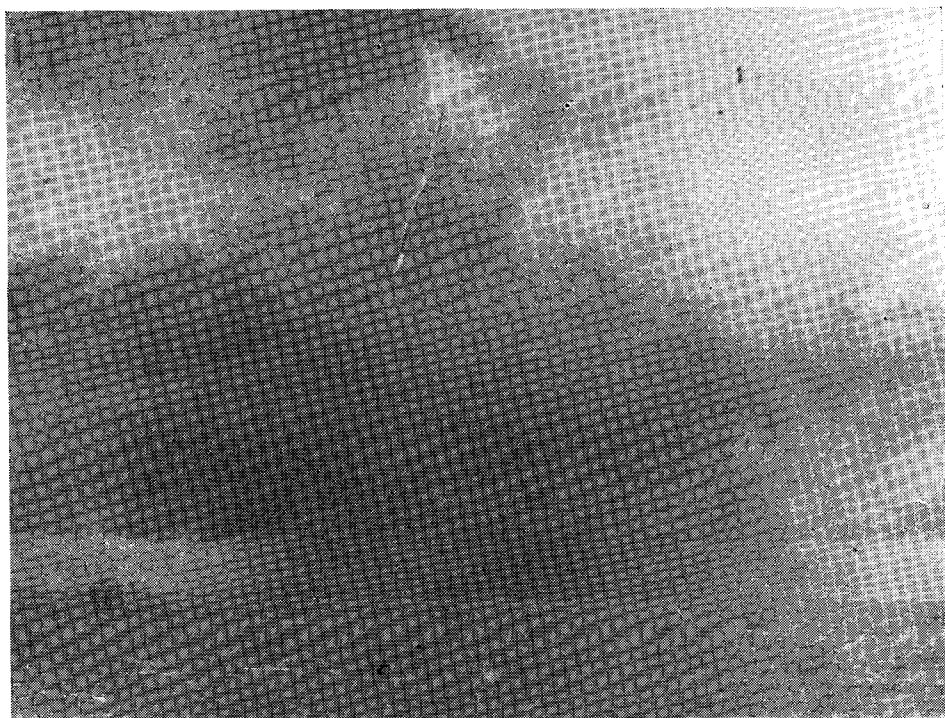


Fig. 5 — *A mesma convecção como na foto anterior, porém mais perto, apresentando-se a estratificação vista de baixo, e as condensações secundárias.*

Esta situação torna-se súbitamente diferente quando o ar entra em contato com a água quente da corrente equatorial, cuja água superficial com 28° C se distingue bem da água da corrente do Brasil que, no seu início, apresenta temperaturas entre 24° e 25° C. Com o aquecimento da água também a inversão superior se desloca mais para cima, atingindo finalmente uma altitude de 3 000 metros, aproximadamente. Encontramos, nestas latitudes de água quente, a zona das calmarias tropicais "doldrums", onde o ar do SE se encontra com o correspondente do NE. Estes ventos formam sobre a corrente equatorial uma espécie de convecção que atinge 10 000 metros ou mais, formando depois o contra-alísio. As nuvens típicas deste são os cirro-estratos e cirro-cúmulos, que aparecem na figura 2. O ar dos "doldrums", aquecido pela corrente equatorial, enfraquece ou interrompe parcial ou totalmente a inversão superior. Esta zona, conforme as estações do ano, desloca-se relativamente pouco, pois a translação do eixo da corrente equatorial é muito restrita. As convecções, que observamos nestas regiões, foram muito mais extensas e chegaram até 8 000 metros ou mais (fig. 4), produzindo chuva forte. Encontramos sempre em baixo destas nuvens, que se estendem sobre áreas com dezenas de milhas de diâmetro, o já citado efeito da "gota de ar frio" com a típica alteração da direção do vento (compare a direção das linhas de precipitação nas figuras 5 e 6). É de interesse mencionar que, no mês de novembro, não observamos nenhuma formação de bigorna sobre o mar, fenômeno este que encontramos na mesma época freqüentemente sobre a terra vizinha. Em consequência disso, nunca foi observado qualquer fenômeno elétrico sobre o mar, nem mesmo nas mais fortes convecções como a da figura 6.

Estas explicações, que acompanham as fotografias das figuras 1 a 6, não se baseiam em valores quantitativos e exatos. Achamos as observações visuais bastante interessantes, pois nos fornecem uma impressão da distribuição da energia sobre o mar. Com esta publicação desejamos chamar atenção para a necessidade de pesquisas intensas neste setor da ciência, cujos resultados concorrerão para que se solucionem os problemas da segurança, tanto da navegação marítima e áreas, quanto do trabalho dos pescadores, na zona costeira e no alto mar.

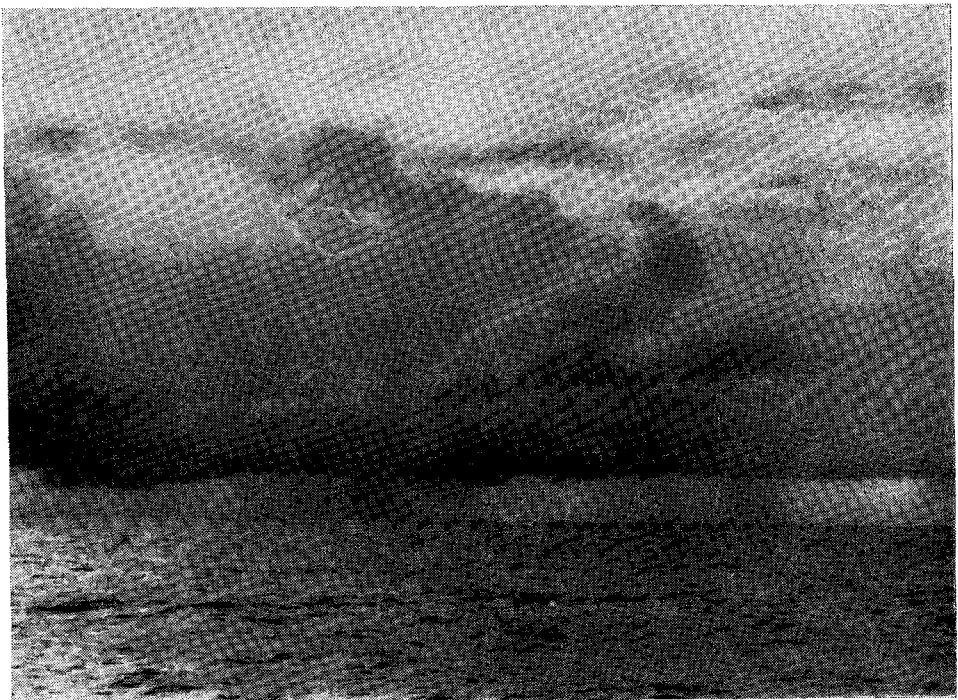


Fig. 6 — A mesma convecção com chuva forte e ventos acelerados. Formação de condensações secundárias em baixo da inversão média. Distância 8 milhas.