

ANÁLISE PRELIMINAR DOS DADOS DE RADIOSSONDAGEM

DURANTE O ABLEII-A

Pedro L. da Silva Dias (1)
 Manuel Gan (2)
 José Scolar (1)
 Maria Aurora Rabelo (1), (3)
 Ellen Cutrim (3)

(1) Departamento de Meteorologia
 Instituto Astronômico e Geofísico
 Universidade de São Paulo
 Caixa Postal 30627
 01051 São Paulo SP

(2) Departamento de Meteorologia
 Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
 Caixa Postal 12200
 São José dos Campos SP

(3) Departamento de Meteorologia
 Centro de Geociências
 Universidade Federal do Pará
 Caixa Postal 1611
 Belém PA

RESUMO

Neste trabalho são descritas as características gerais da estrutura vertical da atmosfera durante um período de 30 dias nos quais foram feitas 102 sondagens, como parte do "AMAZON BOUNDARY LAYER EXPERIMENT - ABLEIIa" (Experimento da Camada Limite na Amazônia). As sondagens foram realizadas no Aeroporto de Ponta Pelada em Manaus. Os resultados preliminares não indicam uma evidente modulação da precipitação por ondas de leste. Os primeiros 10 dias do experimento foram mais úmidos e se distinguem do período final mais seco basicamente com relação ao perfil do vento que mais baroclínico no período mais chuvoso. Foi também detectada uma variação diurna significativa na estrutura do vento e nas variáveis termodinâmicas. A análise de trajetórias revela que no período final (mais seco) havia possibilidade de penetração de massas de ar oriundas do Brasil Central, onde ocorriam queimadas.

1. INTRODUÇÃO

A detecção de concentrações elevadas de monóxido de carbono sobre a região amazônica, por sensores à bordo do ônibus

espacial, e de concentrações anômalas de ozônio por satélites, levou à realização de um experimento de campo organizado pela NASA e pelo INPE, denominado "AMAZON BOUNDARY LAYER EXPERIMENT - ABLEIIa" (Experimento da Camada Limite na Amazônia), como parte do programa "GLOBAL TROPOSPHERIC EXPERIMENT - GTE" (Experimento Troposférico Global), da NASA. Durante o experimento foram realizadas sondagens atmosféricas tendo em vista que a distribuição vertical dos constituintes químicos é função dos transportes verticais. A atmosfera tropical é consideravelmente misturada na vertical, por causa da convecção seca e úmida que se estende em geral até a tropopausa em períodos mais ativos. As sondagens foram feitas em geral a cada 6 horas no Aeroporto de Ponta Pelada em Manaus. O conjunto de dados obtidos durante esta etapa do experimento permitiu uma primeira descrição da variação diurna da estrutura vertical da atmosfera na região amazônica. As sondagens também permitiram o detalhamento das modificações associadas à passagem de sistemas convectivos organizados.

2. Descrição e Tratamento dos Dados

Durante o ABLEIIa foram realizadas 102 sondagens assim distribuídas: (a) 28 às 00 TMG, (b) 19 às 06 TMG, (c) 31 às 12 TMG e (d) 24 às 18TMG. Os balões (600g) foram lançados do Aeroporto de Ponta Pelada, utilizando o equipamento da Força Aérea Brasileira (VAISSALA) com sonda do tipo RS21. A leitura do diagrama de saída foi feita com resolução maior que a usual, levando em consideração mesmo as pequenas variações do campo da temperatura e da umidade. De maneira geral, foram processados cerca de 50 a 60 níveis na vertical sendo que a grande maioria dos balões atingiu níveis acima de 20 mb. As posições de azimute e elevação da antena foram tomadas a cada minuto, permitindo uma resolução vertical do vento da ordem de 300 m. Apenas acima de 100 mb é que as tomadas de posição da antena foram feitas a cada 2 minutos. Os lançamentos noturnos foram facilitados pelo uso de uma pequena lâmpada acoplada a sonda. Este procedimento foi indispensável tendo em vista a obtenção de um rastreamento preciso desde o início do lançamento. Entretanto, em algumas situações noturnas a sonda saiu inicialmente no lóbulo secundário da antena e o erro só pode ser corrigido após alguns minutos, quando o sinal deixa de estar saturado. Nestes casos, as leituras de azimute e elevação foram corrigidas por interpolação.

Os dados coletados foram processados num microcomputador compatível com o APPLE-II. O primeiro programa da série gera um arquivo de tempo, pressão, temperatura e umidade (PTU), gera outro arquivo com tempo, azimute e elevação da antena e finalmente permite o cálculo da altura geopotencial e determina o vento nos níveis de PTU. O segundo programa da série permite o cálculo de parâmetros termodinâmicos (temperatura potencial θ , potencial equivalente θ_e e equivalente saturada θ_{es}), fazendo também os gráficos na tela e permitindo a obtenção de uma cópia em papel. Foram também desenvolvidos programas para o cálculo das variáveis

básicas em níveis igualmente espaçados em pressão, secções pressão X tempo (incluindo gráficos com isolinhas), médias horárias etc. O programa para determinação dos dados básicos foi verificado com relação ao procedimento manual, havendo concordância satisfatória. Este último programa permite uma avaliação visual rápida da qualidade dos dados e eventual correção.

A realização das 102 sondagens foi possível graças a colaboração dos Oficiais Meteorologistas da Força Aérea Brasileira, especialistas em radiossonagens.

3. Resultados e Discussão

No decorrer do ABLEIIa foram detectados dois comportamentos básicos diferentes com relação ao regime de precipitação: (a) período úmido desde o início até aproximadamente o dia 24/07, com chuvas mais frequentes e com organização de aglomerados e linhas de precipitação na região de Manaus e (b) período seco, com precipitação ao norte e oeste do Amazonas. As secções verticais X tempo de temperatura não indicam variações muito significativas no decorrer do experimento, exceto pela variação diurna (a ser discutida a seguir). Entretanto, o campo da umidade relativa apresenta uma secagem significativa acima de 500 mb sobretudo a partir de 26/07/85, refletindo a diminuição do transporte vertical de umidade pela convecção profunda. O campo do vento também não apresenta indícios evidentes de perturbações que possam ser associadas a ondas de leste.

Os perfis de θ_e e θ_{es} para o período úmido e seco às 18TMS são mostrados na Figura 1a e 1b, respectivamente. É evidente que ambos apresentam sondagens condicionalmente instáveis e com possibilidade de instabilidade convectiva. Na baixa troposfera as diferenças de umidade e de estabilidade são desprezíveis. Também estão indicados na Figura 1 os perfis de θ_e e θ_{es} obtidos na reserva Duke, indicando que as diferenças de temperatura são desprezíveis enquanto que a troposfera parece ser mais úmida logo ao norte de Manaus. Este último resultado encontra suporte observacional, tendo em vista que as observações visuais no Aeroporto de Ponta Pelada indicavam com frequência a existência de atividade convectiva profunda ao norte. Entretanto, também há a possibilidade das diferenças serem devidas apenas ao uso de sondas diferentes (Sistema VIZ na Reserva Ducke). Este problema ainda não foi totalmente esclarecido.

O campo do vento zonal e meridional nos dois períodos em questão podem ser vistos na Figura 2a e 2b, respectivamente. O fato mais marcante refere-se a intensificação do cisalhamento vertical no período úmido (Figura 2a). Esta diferença significativa sugere uma causa dinâmica para o contraste na eficiência na produção de precipitação, pois do ponto de vista termodinâmico os dois períodos são igualmente eficientes. De fato, o cisalhamento observado é mais favorável para a

organização de linhas de precipitação (Silva Dias et alli., 1983) no período inicial do experimento.

A variação diurna de temperatura e umidade, medida através de θ_{es} e θ_e , pode ser vista nas Figuras 3a e 3b. Como θ_{es} é substancialmente maior às 00 TMB do que às 12 TMB, conclui-se que o aquecimento é significativo desde a superfície até 400 mb, havendo um resfriamento acima. Por outro lado, como o aumento de θ_e não é tão substancial como o de θ_{es} , conclui-se que de fato houve uma certa secagem nos baixos níveis. Acima de 400 mb houve aumento de θ_e e portanto um aumento de umidade. Uma possível explicação para este fenômeno pode ser encontrada na variação diurna da convecção: com a intensificação dos Cb's nas vizinhanças de Manaus, no período da tarde e continuando no início da noite, haveria uma intensificação da subsidência local, induzida pela excesso de massa transportado verticalmente pelas células ativas, produzindo um aquecimento e secagem nos baixos níveis. Nos níveis superiores a umidade, proveniente da camada de mistura e entranhada na baixa troposfera, é expelida nas bigornas, espalhando-se lateralmente tendo em vista a limitação superior imposta pela estabilidade da tropopausa. O campo do vento também mostra uma variação diurna compatível com esta explicação, indicando ventos mais fortes no período noturno, sobretudo as 06 TMB (Figura 4a e 4b).

Por fim, é de interesse prático mostrar a diferença marcante entre os dois regimes que predominaram durante o ABLEIIa, sob o ponto de vista de trajetórias de parcelas. O pacote diagnóstico desenvolvido no IAG/USP (Silva Dias e Silva Dias, 1986) foi utilizado para se obter o campo do vento médio em pontos de grade sobre a América do Sul nos dois períodos. A seguir, foi desenvolvido um programa compatível com o APPLE-II para cálculo de trajetória isobárica. Tomou-se como referência o nível de 850 mb por representar bem as características da camada de mistura nas situações observadas. Uma comparação com a análise de trajetória isentrópica revelou grande concordância na área tropical, tendo em vista o caráter plano do campo da temperatura potencial. A Fig. 5 mostra trajetórias típicas de parcelas originárias nos pontos indicados, por um período de 60 horas. Nota-se facilmente, que no período seco predominaram trajetórias com movimento mais intenso de sul para norte. Logo, há indícios de que no período seco a massa de ar predominante na região entre Manaus e Belem era originária do sul do Para onde haviam queimadas intensas (Alberto Setzer, comunicação pessoal).

4. Referências Bibliográficas

Silva Dias, M.A.F., A.K. Betts and D. Stevens, 1983: A Linear Spectral Model of Tropical Mesoscale Systems: Sensitivity Studies. J. Atmos. Sci., 41, 1704-1716.

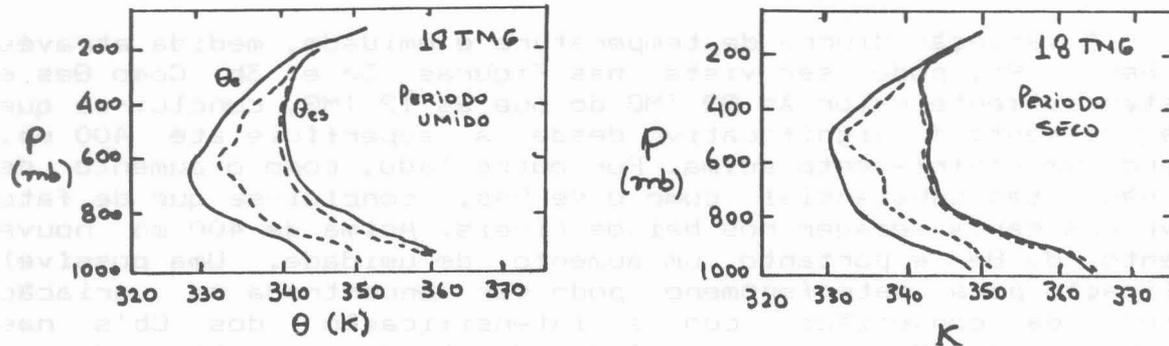


Figura 1 Temperatura potencial equivalente (θ_e) e equivalente saturada (θ_{es}) às 18 TMG para período úmido (a) e seco (b) (dias 09/07/85 a 20/07/85 e 21/07/85 a 09/08/85 respectivamente). Linha sólida corresponde aos dados de Manaus e linha tracejada aos dados da Reserva Ducke.

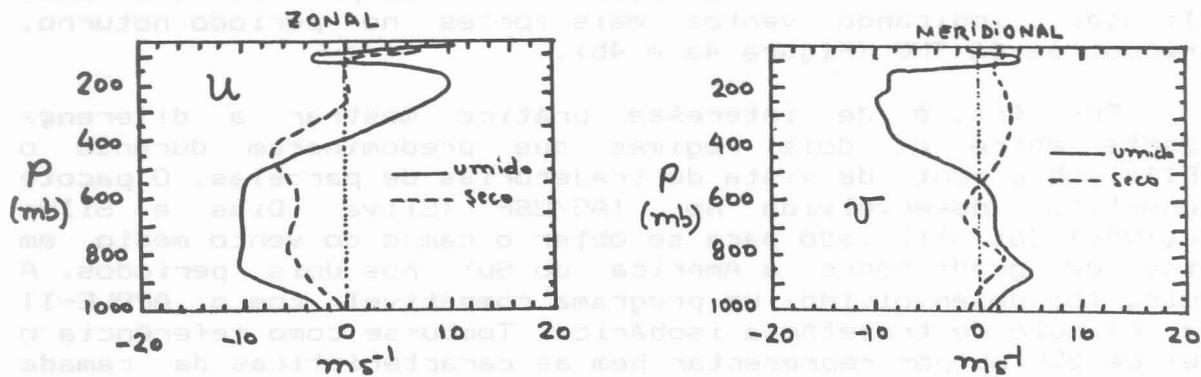


Figura 2 Componente zonal (a) e meridional (b) do vento em Manaus no período seco (linha tracejada) e úmido (linha sólida), conforme definição na Figura 1.

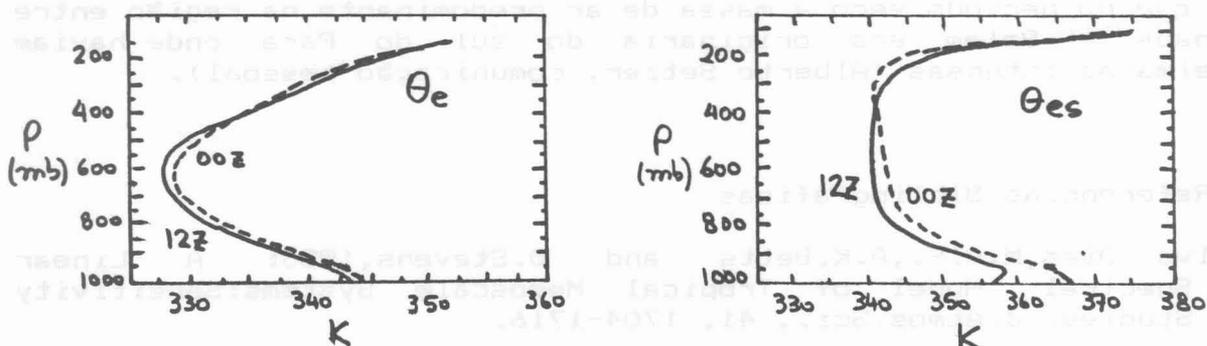


Figura 3 Média horária da (a) temperatura potencial equivalente (θ_e) e (b) da temperatura potencial equivalente saturada (θ_{es}) às 00 TMG (linha tracejada) e às 12 TMG (linha sólida).

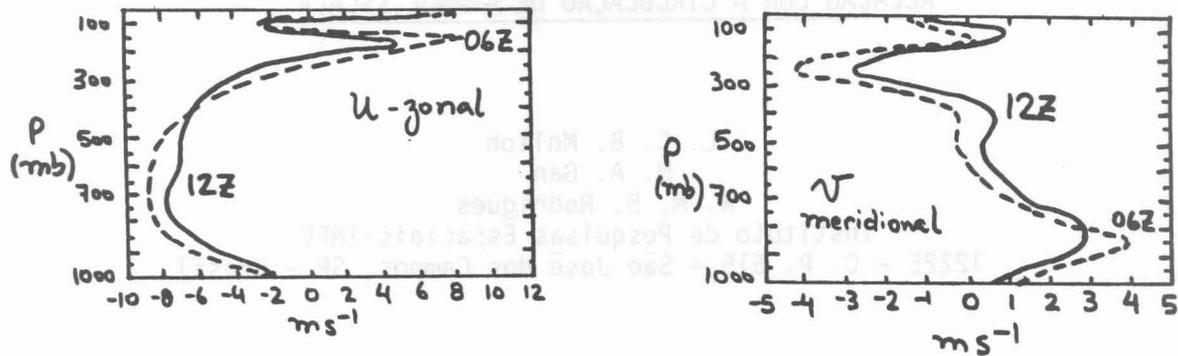


Figura 4 Média horária da (a) componente zonal do vento e (b) componente meridional do vento.



Figura 5 Trajetória de parcelas num período de 60 horas a partir dos pontos marcados por Xo para o campo médio do vento em 850 mb no período seco (linha tracejada) e úmido (linha pontilhada), conforme definição na Figura 1.