

Teste 1

Responda sucintamente, mas sempre com justificação. Utilize os diagramas convenientes em cada caso, indicando sempre o(s) diagrama(s) utilizados. Entregue os diagramas identificados.

1. Numa zona costeira uma massa de ar apresenta junto à superfície, aos 1011 hPa, uma temperatura de 0 °C e uma humidade relativa de 85%. Ao mesmo nível sobre o oceano o ar encontra-se aos 20°C saturado mas sem água líquida. Na interface observa-se mistura entre as duas massas de ar (continental e marítima). Utilize o diagrama de fases.
 - a. Calcule a razão de mistura de cada massa de ar.
 - b. Que propriedades vão ser conservadas no processo de mistura?
 - c. Na mistura, estime a proporção mínima e máxima da massa de ar marítima que dará origem a um nevoeiro.
 - d. Admitindo que a mistura se faz em partes iguais, calcule o estado final da massa de ar: temperatura, pressão, razão de mistura e razão de mistura de água líquida.

2. Na periferia de um furacão com uma pressão no centro de 920hPa observa-se, a 500km do seu centro, uma pressão de 1000hPa. A tempestade está localizada sobre o oceano. Aos 250hPa o furacão já não tem expressão (i.e. a superfície isobárica dos 250hPa é uma superfície de nível).
 - a. Estime a diferença de temperatura média (na camada 1000-250hPa) entre o centro do furacão e as zonas envolventes na camada entre a superfície e os 250hPa. Assuma que a temperatura média na região exterior ao furacão é de -10°C e ignore a correção da temperatura virtual (i.e. $T_v = T$).
 - b. Se tivesse considerado o efeito da humidade e admitindo que o ar no interior do furacão é, em média mais húmido por 1g/kg, como mudaria o resultado anterior? Justifique.

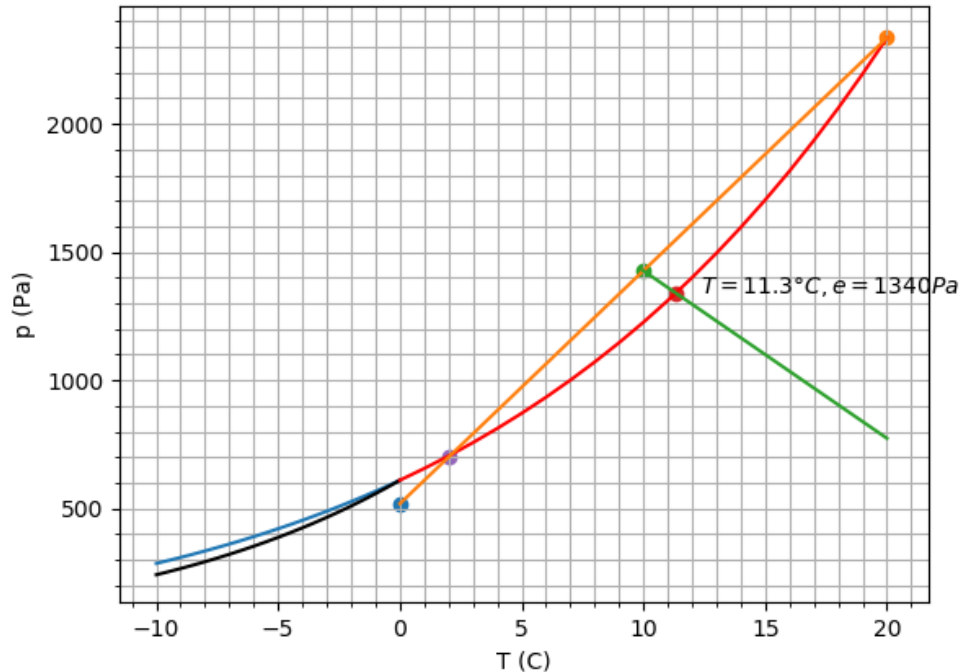
3. A tabela apresenta uma sondagem atmosférica.

P (hPa)	1000	850	700	500	300
T (°C)	25	15	5	-10	-26
T _d (°C)	20	5	-10	-30	-50

- a. Marque-a no tefigrama.
- b. Classifique as camadas quanto à estabilidade estática.
- c. Localize o nível de convecção livre e estime sua altitude.
- d. Estime a CAPE.
- e. Estime a velocidade atingida por uma partícula aos 500 hPa se iniciar a sua ascensão com 1m/s aos 1000 hPa.

Sugestões de resolução

1. Ver figura



$$a) \quad r_1 = \frac{\varepsilon e_1}{P} \approx \frac{\varepsilon e^{\text{sat}}(0^\circ\text{C}) \times 0.85}{P} \approx 3.2 \times 10^{-3}$$

$$r_2 = \frac{\varepsilon e_2}{P} \approx \frac{\varepsilon e^{\text{sat}}(20^\circ\text{C})}{P} \approx 14.4 \times 10^{-3}$$

b) Pressão, entropia, entalpia, massa de água

c) O estado misturado antes da condensação vai estar sobre a linha reta que une os dois pontos representativos das duas massas de ar. Para existir nevoeiro o estado misturado deve encontrar-se acima da curva de saturação. De acordo com a figura deverá ter $\bar{T} > 2^\circ\text{C}$. Como:

$$\bar{T} = f_1 T_1 + (1 - f_1) T_2$$

Existirá condensação se:

$$f_1 > 0.1$$

d) Neste caso será:

$$\bar{T} = 0.5 T_1 + 0.5 T_2 = 10^\circ\text{C}$$

$$\bar{e} = 0.5 e_1 + 0.5 e_2 \approx 1427\text{ Pa}$$

e o estado final estará na interseção entre a curva de saturação e a curva psicrométrica que passa em $[\bar{T}, \bar{e}]$ (ver figura). Logo tem-se

$$T_{\text{final}} \approx 11.3^\circ\text{C}; e_{\text{final}} \approx 1340\text{ Pa}$$

Logo

$$r_{\text{final}} \approx \frac{P e_{\text{final}}}{\varepsilon} \approx 8.2 \times 10^{-3}$$

$$r_{l_{\text{final}}} \approx (\bar{r} - r_{\text{final}}) \approx 0.5 \times 10^{-3}$$

2. Aplica-se a fórmula hipsométrica (altimetria barométrica):

$$\Delta z = \frac{R_d \bar{T}}{g} \ln\left(\frac{p_0}{p_1}\right)$$

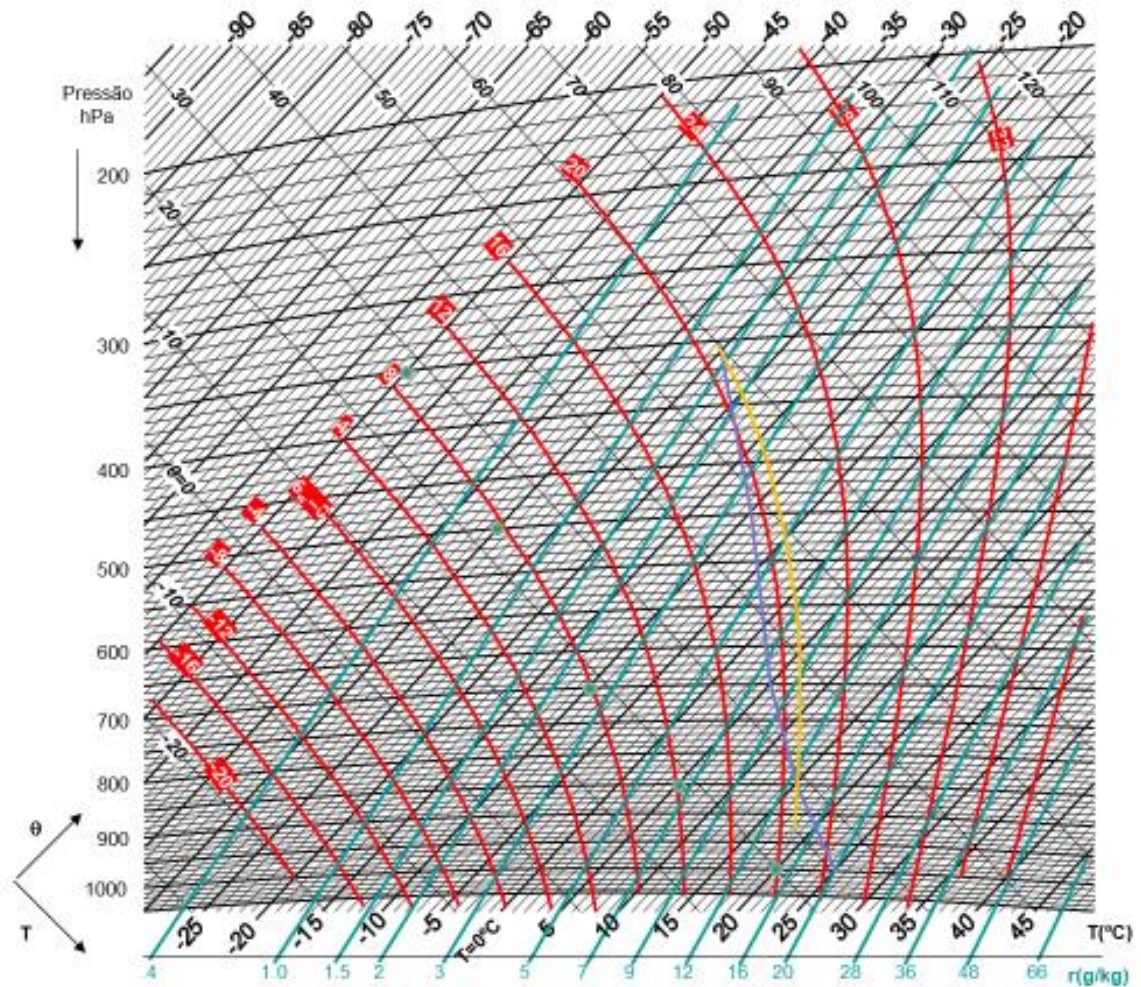
a)

$$\frac{R_d \bar{T}_{centro}}{g} \ln\left(\frac{920}{250}\right) = \frac{R_d \bar{T}_{periferia}}{g} \ln\left(\frac{1000}{250}\right) \Rightarrow \frac{\bar{T}_{centro}}{\bar{T}_{periferia}} = \frac{\ln\left(\frac{1000}{250}\right)}{\ln\left(\frac{920}{250}\right)} \approx 1.064$$

$$\bar{T}_{centro} \approx 1.064 * \bar{T}_{periferia} \approx 280K \approx 7^\circ C$$

b) As temperaturas seriam substituídas por temperaturas virtuais, mais altas que as temperaturas, especialmente no centro do furacão. Logo a temperatura do interior seria mais baixa que a calculada.

3. Tefigrama



a) Figura

b)

1000-850,850-700: condicionalmente instável

700-500,500-300: absolutamente estável

c) Nível de convecção livre $p_{CL} \approx 860 \text{ hPa}$

$$z_{CL} \approx \frac{R_d \bar{T}_v}{g} \ln\left(\frac{1000}{860}\right) \approx 1294 \text{ m}$$

d) CAPE

$$CAPE = \sum_{k=1}^{N-1} R_d \Delta \bar{T}_k \ln\left(\frac{P_k}{P_{k+1}}\right) = R_d \left[\frac{0+2}{2} \ln\left(\frac{860}{700}\right) + \frac{2+2.5}{2} \ln\left(\frac{700}{500}\right) + \frac{2+0}{2} \ln\left(\frac{500}{305}\right) \right] \\ \approx 560 \text{ J kg}^{-1}$$

e) É também preciso determinar a CIN e limitar a CAPE aos 500hPa:

$$CAPE_{860-500} + CIN$$

$$= R_d \left[-\frac{0+2}{2} \ln\left(\frac{1000}{925}\right) - \frac{2+0}{2} \ln\left(\frac{925}{860}\right) - \frac{0+2}{2} \ln\left(\frac{860}{700}\right) + \frac{2+2.5}{2} \ln\left(\frac{700}{500}\right) \right] \approx 233 \text{ J kg}^{-1}$$

$$w_{500} = \sqrt{w_{1000}^2 + 2 * 450} \approx 22 \text{ ms}^{-1}$$