

## 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.

- Uma massa de ar apresenta junto à superfície, aos 1019 hPa, uma temperatura de 17 °C e uma temperatura do termómetro molhado de 14°C, às 20h. Durante a noite, a massa de ar arrefece isobaricamente devido a uma perda de calor à potência de  $-0.8 W/kg$ .
  - Estime a razão de mistura inicial da massa de ar e a sua humidade relativa.
  - Estime a hora de formação de nevoeiro. (Se não resolveu a alínea anterior faça RH=80%)
  - Estime a hora à qual o nevoeiro atinge uma concentração de 0.8 g/kg
  - Admitindo que o arrefecimento é devido a transferência de calor para a superfície de uma camada com 50 m de ar, calcule o fluxo de calor para a superfície.
- Um alpinista utiliza barómetro, termómetro e higrómetro para monitorizar a sua altitude. No início da subida mede (970 hPa, 12°C, 70%), no topo mede (820 hPa, 3°C, 95%)
  - Estime a temperatura virtual média da camada.
  - Estime o desnível.
  - Calcule o impacto da humidade no resultado obtido.

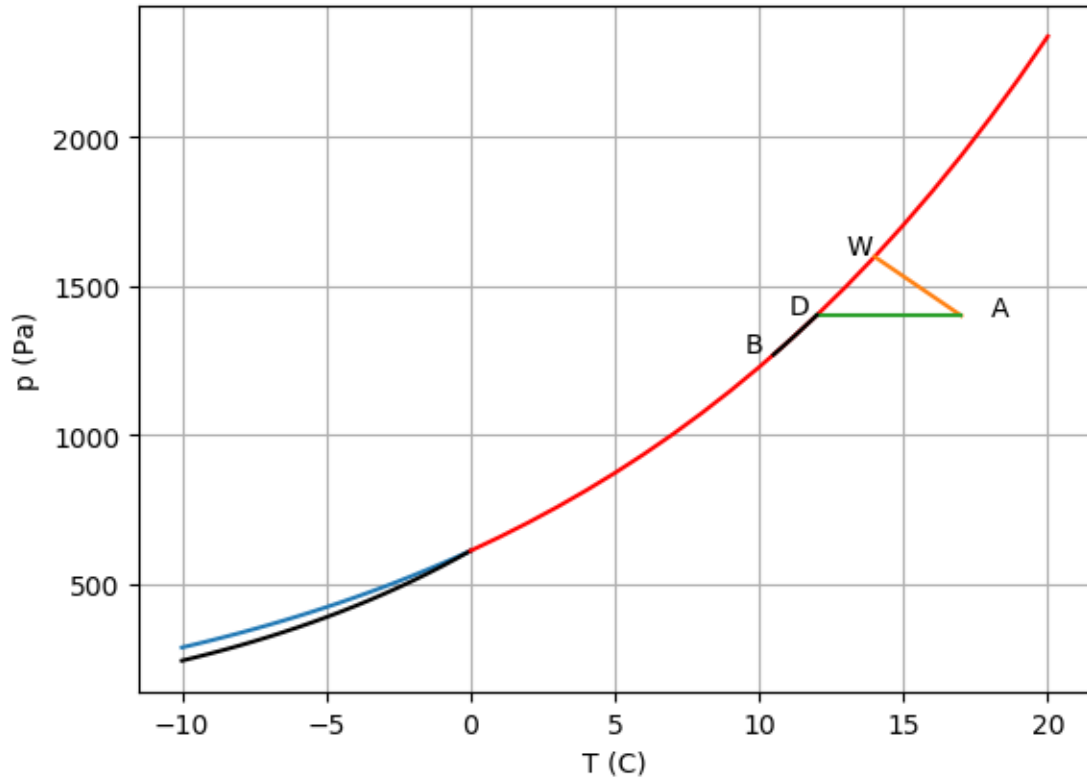
3. A tabela apresenta uma sondagem atmosférica.

P (hPa)	1000	900	700	500	300
T (°C)	20	10	-5	-22	-35
T <sub>d</sub> (°C)	10	5	-10	-30	-50

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

### Resolução esquemática

1. A figura mostra a evolução do sistema: W (termómetro molhado); D (ponto de orvalho), A (estado inicial); B (estado final)



- a) A tensão de vapor correspondente ao termómetro molhado é lida no diagrama (figura 1) ou na tabela smithsoniana:

$$e_w = e^{sat}(14^\circ\text{C}) \approx 1600 \text{ Pa}$$

A tensão de vapor (ponto A) calcula-se com a fórmula psicrométrica:

$$e_A = e_w - \frac{P c_p}{l_v \epsilon} (T_A - T_w) \approx 1400 \text{ Pa}$$

$$\text{Logo: } RH_A = \frac{e_A}{e^{sat}(17^\circ\text{C})} \approx \frac{1400}{1936} \approx 72\%$$

- b) O nevoeiro é formado quando é atingido o ponto de orvalho (ponto D). Por leitura do diagrama ou na tabela

$$T_d \approx 12^\circ\text{C}$$

Logo tem-se

$$\Delta t = \frac{c_p (T_d - T_A)}{\dot{Q}} \approx 6281 \text{ s} \approx 1:45$$

O nevoeiro forma-se às 21:45.

- c) Começamos por calcular a razão de mistura de vapor inicial:

$$r_A = \frac{\varepsilon e_A}{P} \approx 8.5 \times 10^{-3}$$

Por conservação da água, a razão de mistura final será:

$$r_B = r_A - r_{liq} = 7.7 \times 10^{-3}$$

Logo:

$$e_B = \frac{Pr}{\varepsilon} \approx 1258 \text{ Pa}$$

Donde  $T_B \approx 10.5^\circ\text{C}$  (por leitura no diagrama ou interpolação na tabela)

$$\Delta t = \frac{c_p(T_B - T_A) + l_v(r_B - r_A)}{\dot{Q}} \approx 10665 \text{ s} \approx 2:58$$

O estado é atingido cerca das 22:58

d) O fluxo à superfície está relacionado com a taxa de perda de calor por:

$$H = \int \dot{Q} dm = \bar{Q} \rho \Delta z \approx -0.8 \times \frac{P}{R_d T_A} 50 \approx -49 \text{ W m}^{-2}$$

2. Alpinista

a)  $T_v \approx (1 + 0.61r)T$

Atenção que é preciso trabalhar em SI (kelvin)

$$e_A = 0.7 \times e^{sat}(T_A) \approx 980 \text{ Pa} \Rightarrow r_A \approx \frac{\varepsilon e_A}{P_A} \approx 6.3 \times 10^{-3} \Rightarrow T_{vA} \approx 282.2 \text{ K} \approx 13.1^\circ\text{C}$$

$$e_B = 0.95 \times e^{sat}(T_B) \approx 719 \text{ Pa} \Rightarrow r_B \approx \frac{\varepsilon e_B}{P_B} \approx 5.5 \times 10^{-3} \Rightarrow T_{vB} \approx 277.1 \text{ K} \approx 3.9^\circ\text{C}$$

$$\bar{T}_v \approx 281.7 \text{ K}$$

b) Integrando a equação de Pascal

$$dP = -\rho g dz = -\frac{P}{R_d \bar{T}_v} g dz \Rightarrow R_d \bar{T}_v \frac{dP}{P} = -g dz \Rightarrow \Delta z = \frac{R_d \bar{T}_v}{g} \ln\left(\frac{p_A}{p_B}\right) \approx 1385 \text{ m}$$

c) Desprezando a humidade seria  $T_v = T$  e  $\Delta z = \frac{R_d \bar{T}}{g} \ln\left(\frac{p_A}{p_B}\right) \approx 1380 \text{ m}$

Logo a humidade tem um impacto de 5 metros (erro relativo de 0.4%). Seria desprezável.

3.

a) Figura

b) 1000-900: absolutamente instável; 900-700 condicional instável; 700-500 absolutamente estável; 500-300 absolutamente estável;

c) O nível de convecção livre está na superfície (0 m)

d) O nível de flutuação nula está nos 450 hPa.

$$CAPE = \int_{z_{NCL}}^{z_{NFN}} \frac{\Delta T}{T} g dz = \int_{P_{NFN}}^{P_{NCL}} \Delta T R_d \frac{dP}{P} \approx \sum_k \bar{\Delta T} R_d \ln\left(\frac{P_k}{P_{k-1}}\right) \approx 501 \text{ J kg}^{-1}$$

e) A energia disponível aos 500 será inferior  $CAPE_{500} \approx 456 \text{ J kg}^{-1}$ .

$$w_{500} = \sqrt{w_0^2 + 2 \times CAPE_{500}} \approx 30 \text{ ms}^{-1}$$