



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"  
Departamento de Engenharia de Biosistemas

Prof. Jarbas Honorio de Miranda  
LEB1302 - Física para Biologia



## Umidade Relativa do Ar

### Exercícios

1. Em determinado momento, em um local de 550 m de altitude, são feitas duas leituras no psicrômetro sem aspiração forçada, em dois momentos distintos:

Leitura 1: Temperatura do bulbo seco de 28 °C e Temperatura do bulbo úmido de 22 °C.

Leitura 2: Temperatura do bulbo seco de 20 °C e Temperatura do bulbo úmido de 18 °C.

Calcule a pressão de vapor, a umidade relativa do ar e o déficit de vapor.

**(Resposta: Leitura 1: 2.188,34 Pa; 57,90%; 1.591,34 Pa e Leitura 2: 1.912,08 Pa; 81,78%; 426,08 Pa)**

2. A pressão de vapor saturado de mercúrio à temperatura de 293 K é 0,16 Pa. A essa temperatura, quantos gramas de mercúrio ( $\mu_{\text{Hg}} = 200,6 \text{ g mol}^{-1}$ ) são necessários para saturar com vapor de mercúrio 500 m<sup>3</sup> de ar? **(Resposta: 6,58 g)**
3. Num final de tarde de inverno observa-se uma temperatura do bulbo seco de 12 °C e uma temperatura do bulbo úmido de 7,5 °C. A pressão atmosférica é de 10<sup>5</sup> Pa. Considerando que, nessas condições, geadas podem ser esperadas se a temperatura do ponto de orvalho for inferior a 0 °C, prever o risco de geada. **(Resposta: T<sub>o</sub> = 1,42 °C; não há risco)**
4. Um secador a ar quente opera de acordo com as condições: Vazão do secador: 100 m<sup>3</sup>/min, Ar entrada: T = 60 °C e UR = 25 %, Ar saída: T = 40 °C e UR = 50 %. Determinar a quantidade de água retirada do secador/hora. **(Resposta: 41,3 L)**
5. Em uma estufa de 200 m<sup>3</sup> é pulverizada água, conduzindo o ar à saturação. A condição inicial é de: t = 38 °C e UR=45%. Determine:
- Quantos gramas deverão ser pulverizados para atingir a saturação? **(Resposta: 5070 g)**
  - Qual o abaixamento de temperatura previsto? **(Resposta: 14,02 °C)**

## EQUAÇÕES

**Equação universal dos gases:**  $PV = nRT$

**Temperatura do Ponto de Orvalho:** 
$$T_o = \frac{237,3 \cdot \text{Log}\left(\frac{e_a}{A}\right)}{7,5 - \text{Log}\left(\frac{e_a}{A}\right)}$$

**Equação de Tetens:**

$$e_s = A \cdot 10^{\frac{7,5 \cdot T_s}{237,3 + T_s}}$$

A = 4,58 => Pressão em mmHg  
A = 0,6108 => Pressão em kPa  
Ts = Temperatura do bulbo seco (°C)

**Equação do Psicrômetro:**

$$e_a = e_{su} - \gamma \cdot P \cdot (T_s - T_u) \qquad e_{su} = A \cdot 10^{\frac{7,5 \cdot T_u}{237,3 + T_u}}$$

$\gamma$  = Constante psicrométrica, P = pressão (kPa ou mmHg) e Tu = Temperatura do bulbo úmido (°C)

$$\gamma = 6,7 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ (para psicrômetros com aspiração forçada)}$$

$$\gamma = 8 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ (para psicrômetros sem aspiração forçada)}$$

**Umidade Relativa do ar:**

$$\text{UR} (\%) = \frac{e_a}{e_s} \cdot 100$$

$$\text{UR} (\%) = \frac{UA}{US} \cdot 100$$

$$UA = 2165 \cdot \frac{e_a}{T} \text{ (g/m}^3\text{)}$$

$$UA = 289 \cdot \frac{e_a}{T} \text{ (g/m}^3\text{)}$$

$$US = 2165 \cdot \frac{e_s}{T} \text{ (g/m}^3\text{)}$$

$$US = 289 \cdot \frac{e_s}{T} \text{ (g/m}^3\text{)}$$

**Dados:**

Constante universal de gases R = 8,314 J.mol<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>

Energia gasta para evaporação da água: 2,45 MJ / kg de água

Massa específica da água = 1000 kg m<sup>-3</sup>