


 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
 LEB0140 – Física
 Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

Aula 3

24/05/2023
 Prof. Jarbas

31


 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
 LEB0140 – Física
 Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br



EXTREMOS DE UMIDADE RELATIVA DO AR

NÍVEL DE UMIDADE recomendado pela OMS

30% 40% 50% 60% 70% 80%

AR MUITO SECO
ressecamento das vias aéreas respiratórias

AR MUITO ÚMIDO
aumento de proliferação de fungos e de bactérias

CLIMATEMPO
A StormGeo Company

940 x 803

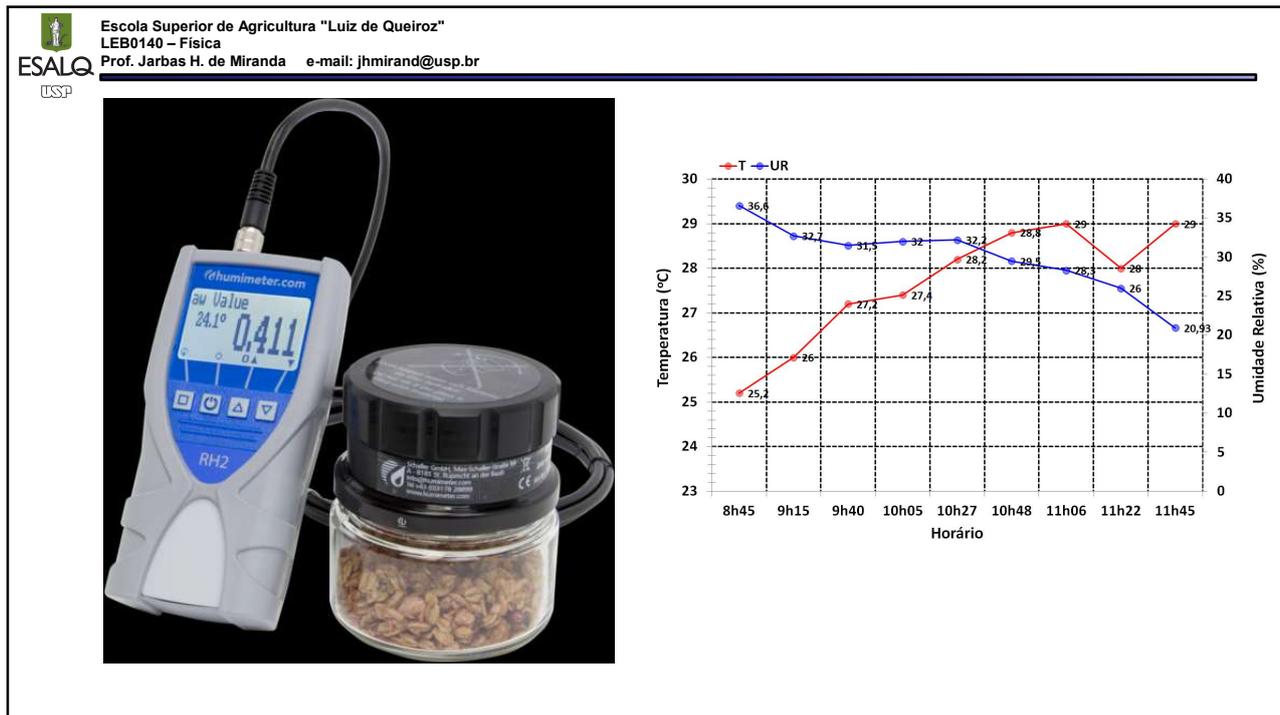


Legenda

- Limite de Estado
- Limite do País
- Capital de Estado
- ★ Capital de País

Região Norte Nordeste Sudeste	Sul Centro-Oeste	
--	---------------------	--

32



33


 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
 LEB0140 – Física
 Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

- * A umidade relativa interfere diretamente na atividade de água do alimento;
- * Se armazenarmos um alimento de baixa atividade de água em ambiente com alta UR, a atividade de água do alimento aumentará, podendo sofrer deterioração por microrganismos;
- * A relação UR/temperatura não pode ser desprezado: quanto mais elevada a temperatura de estocagem, menor deverá ser a UR e vice e versa;
- * Alimentos que sofrem deterioração por mofo, leveduras e certas bactérias em sua superfície devem ser armazenados em condições de baixa UR;
- * Carnes mal embaladas tendem a sofrer deterioração superficial antes de deterioração profunda quando armazenadas no refrigerador. Isto ocorre devido a alta UR do refrigerador e ao fato de que a biota que ataca as carnes é essencialmente aeróbia.

35


 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
 LEB0140 – Física
 Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br



Lei de Dalton

“A pressão exercida por uma mistura de gases ideais em um dado volume V e a uma temperatura absoluta T é igual à soma das pressões P_i , a qual seria exercida respectivamente por cada gás individualmente, se ele sozinho ocupa um mesmo volume V na mesma temperatura T.

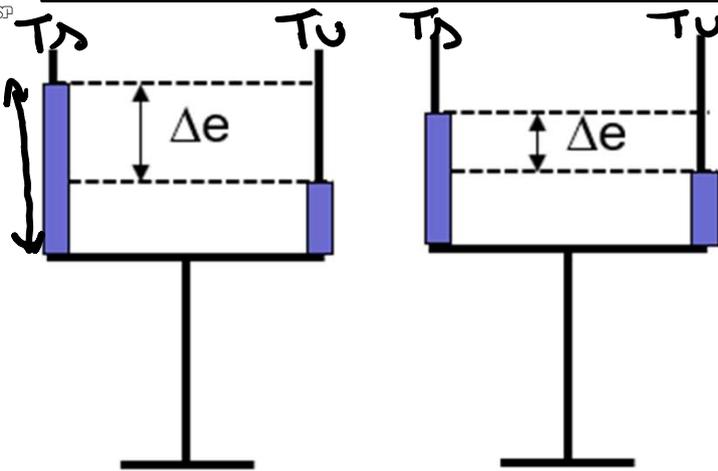
$$\sum_{i=1}^n P_i \cdot v_i = \sum_{i=1}^n n_i \cdot R \cdot T_i$$

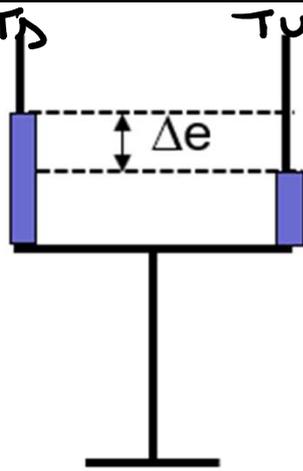
$n = \frac{m}{\mu}$

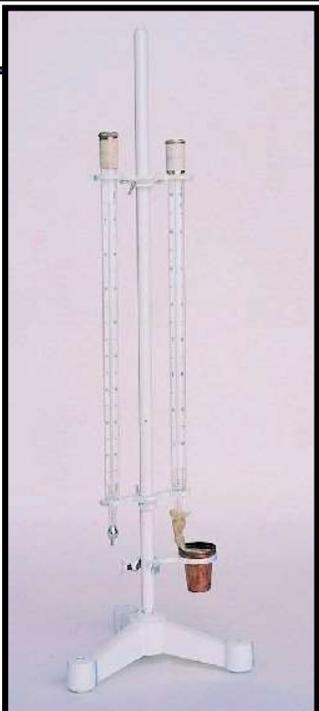
Densidade do ar: 1,1609 kg m⁻³ Massa molar do ar: 28,56 g/mol

36


 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
 LEB0140 – Física
 Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br







37


 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
 LEB 0200 - Física do Ambiente Agrícola
 Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

Umidade Relativa do Ar

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

A = 0,6108 (kPa), 610,8 (Pa) ou A = 4,58 (mmHg)

$$e_a = e_{su} - \gamma \cdot P \cdot (T_s - T_u) \quad \gamma = 8 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ (para psicrômetros sem aspiração forçada)}$$

$$P = K \cdot \left(1 - \frac{0,0065 \cdot h}{288}\right)^{5,2568}$$

K = 101,325 (P = kPa), 101325 (P = Pa) ou 760 (P = mmHg)

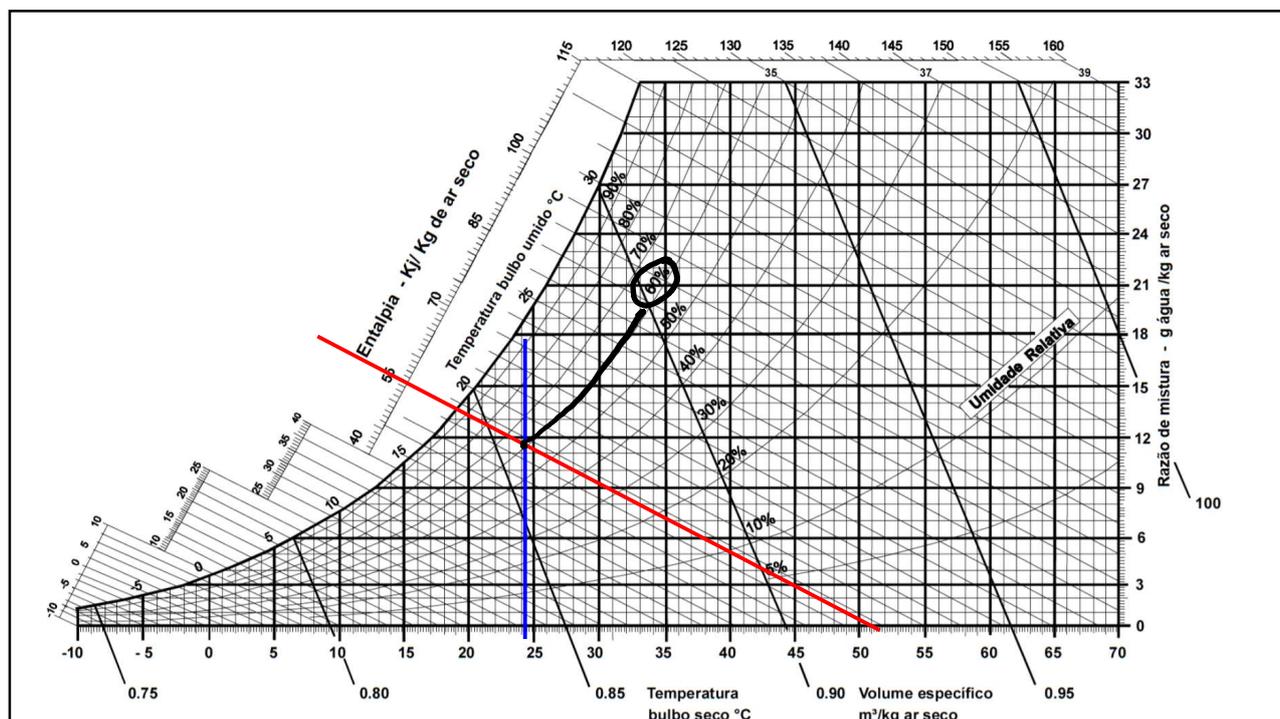
$$T_o = \frac{237,3 \cdot \text{Log}\left(\frac{e_a}{A}\right)}{7,5 - \text{Log}\left(\frac{e_a}{A}\right)}$$

A = 0,6108 (kPa), 610,8 (Pa) ou A = 4,58 (mmHg)

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

$$\text{UR}(\%) = \frac{U_A}{U_S} \cdot 100$$

40



41



Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
LEB 0200 - Física do Ambiente Agrícola
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

Umidade Relativa do Ar

1) Em determinado momento observa-se, num psicrômetro sem aspiração forçada, uma temperatura do bulbo seco de 24,2 °C e uma temperatura do bulbo úmido de 18,8 °C. A altitude do local é de 546 m.
Calcular a pressão de vapor, a umidade relativa do ar e o déficit de vapor (Δe).
Resolva utilizando as constantes em mmHg.

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

$P = K \cdot \left(1 - \frac{0,0065 \cdot h}{288}\right)^{5,2568}$
K = 101,325 (P = kPa), 101325 (P = Pa) ou 760 (P = mmHg)

A = 0,6108 (kPa), 610,8 (Pa) ou A = 4,58 (mmHg)

$$e_a = e_{su} - \gamma \cdot P \cdot (T_s - T_u) \quad \gamma = 8 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

(para psicrômetros sem aspiração forçada)

$$\Delta e = e_s - e_a$$

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

$$T_o = \frac{237,3 \cdot \text{Log}\left(\frac{e_a}{A}\right)}{7,5 - \text{Log}\left(\frac{e_a}{A}\right)}$$

A = 0,6108 (kPa), 610,8 (Pa) ou A = 4,58 (mmHg)

Variáveis	Respostas	Unidade
Pressão do Local	94931,1243	Pa
es	3019,7548	Pa
esu	2170,0274	Pa
ea	1759,9249	Pa
UR	58,28	%
UA	12,8140	g m ⁻³
US	21,9868	g m ⁻³
To	15,4909	°C
Δe	1259,8299	Pa

43



Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
LEB 0200 - Física do Ambiente Agrícola
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

2) 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: pressão de vapor, umidade absoluta do ar, umidade de saturação, umidade relativa do ar e o déficit de vapor:

Variáveis	Respostas	Unidade	Variáveis	Respostas	Unidade
Pressão do Local	94.885,52	Pa	Pressão do Local	94.885,52	Pa
es	3.779,69	Pa	es	2.338,17	Pa
esu	2.643,79	Pa	esu	2.063,90	Pa
ea	2.188,34	Pa	ea	1.912,08	Pa
UR	57,90	%	UR	81,78	%
UA	15,7322	g m ⁻³	UA	14,1213	g m ⁻³
US	27,1726	g m ⁻³	US	17,2681	g m ⁻³
To	18,93	°C	To	16,79	°C
Δe	1.591,34	Pa	Δe	426,09	Pa

44



Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
LEB 0200 - Física do Ambiente Agrícola
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

Umidade Relativa do Ar

3) Um reservatório de ar de 100 litros, fechado, encontra-se à temperatura de 300 K e umidade relativa de 10%. Coloca-se dentro do reservatório uma proveta com 100 mL de água. Unidades no SI.

a) Qual é a pressão de vapor no reservatório à umidade relativa de 10% ?

(Resposta: 353 Pa)

b) Qual será o volume de água na proveta quando a umidade relativa atingir 100%? (Resposta: 97,7 mL)

c) Considerando que a temperatura se manteve constante, quanto calor foi absorvido pelo reservatório durante o processo de evaporação?

(são gastos na evaporação 2,45 MJ/kg água)

(Resposta: 5,62 kJ)

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

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

$$m_{\text{água}} = \frac{P \cdot V \cdot \mu_{\text{água}}}{R \cdot T}$$

P = e_a (antes)

P = e_s (saturado)