

MEDIDA DA UNIDADE RELATIVA DO AR COM O USO DE UM PSICRÔMETRO

Relatório Parcial

Jurandi Leão – 991981

Orientadora: Profa. Maria José P. M. de Almeida

I – Descrição

O projeto consiste na montagem de Psicrômetro para medidas e estudo da umidade relativa do ar. Esse aparelho constituirá de dois termômetros, fixados sobre um mesmo suporte um com seu bulbo seco, *termômetro de bulbo seco*, e o outro com o seu bulbo molhado, *termômetro de bulbo molhado*. O termômetro de bulbo molhado marcará uma temperatura menor e essa diferença é o dado fundamental para o nosso estudo.

II – Introdução

A psicrometria (do grego *psukhros* – frio) é um capítulo da termodinâmica que trata do estudo do comportamento de sistemas constituídos por uma mistura de ar e vapor de água, tal que a concentração de vapor d'água é relativamente baixa.

As condições de conforto humano estão relacionadas não somente com a temperatura do ar, mas também com a concentração do vapor d'água contido no ar atmosférico (umidade do ar) visto que o equilíbrio térmico que se estabelece intervém do fenômeno de evaporação; mais concretamente, quanto mais elevada for a temperatura do ambiente, o equilíbrio térmico do corpo humano está mais fortemente dependente da evaporação que da radiação e convecção e, por isso, o teor de vapor d'água contido no ar atmosférico deve ser tanto menor quanto maior for a temperatura ambiente.

A título de exemplo, os valores recomendáveis do teor de umidade no ar, expressos em gramas de vapor por grama de ar seco, são:

20 °C	-----	12,40
25 °C	-----	12,10
30 °C	-----	11,80
35 °C	-----	11,30
40 °C	-----	9,70

III – Algumas Definições

Dentre as misturas de gases e vapores, salienta-se o ar atmosférico, também denominado ar úmido, constituído de ar seco e de vapor de água. Quando este ar está saturado, diz-se comumente que o *ar é saturado*; quando, porém, o vapor está superaquecido, diz-se que o *ar é não-saturado*. Observa-

se que o vapor de água na atmosfera pode achar-se superaquecido, em temperaturas muito abaixo de 100 °C, mesmo que a pressão atmosférica seja normal. É que a pressão indicada pelo barômetro não é a pressão parcial do vapor de água; e sim a soma desta pressão com a do ar seco. Considera-se, sem inconvenientes, que o vapor de água na atmosfera obedece as Leis dos Gases Perfeitos, porque está submetido a pressões muito baixas.

Temperatura do ponto de orvalho define-se como sendo a temperatura a qual o ar não-saturado torna-se saturado, ou seja, quando o vapor começa a condensar-se, seguindo um processo de resfriamento a pressão constante e umidade específica constante.

Umidade Específica ou Razão de Umidade define-se como sendo a razão da massa do vapor d'água para a massa de ar seco em um dado volume de mistura, ou, matematicamente:

$$\omega = m_v / m_a \quad (1)$$

onde ω é a umidade específica; m_v a massa de vapor d'água em um dado volume da mistura e m_a a massa do ar seco no mesmo volume da mistura.

Como o ar seco e o vapor d'água ocupam, cada um, o volume todo da mistura, a umidade específica pode também ser definida em função dos volumes específicos, ou da densidades, do vapor d'água e do ar seco.

$$\omega = m_v / m_a = \rho_v / \rho_a = (\rho_v / R_v T) / (\rho_a / R_a T) = 0,622 (\rho_v / \rho_a) \quad (2)$$

Umidade Relativa, define-se como sendo a razão da pressão parcial do vapor d'água em uma mistura à pressão de saturação do vapor à mesma temperatura. A umidade relativa, representada por ϕ , é dada por:

$$\phi = \rho_v / \rho_g \quad (3)$$

Onde p_v é a pressão parcial do vapor d'água na mistura, e p_g a pressão de saturação à mesma temperatura. Supondo válidas as relações para gás perfeito:

$$\phi = \rho_v / \rho_g = (RT / v_v) / (RT / v_g) = v_g / v_v = \rho_v / \rho_g \quad (4)$$

Comparando as equações (2) e (3), temos a relação entre a umidade específica e a umidade relativa:

$$\omega = \phi \rho_g / \rho_a = \phi v_a / v_g = 0,622 \phi \rho_g / \rho_a \quad (5)$$

Aplicando, ainda, a Lei de Dalton, obtemos:

$$\omega = 0,622 p_v / (p - p_v) \quad (6)$$

Onde p é a pressão total da mistura ou a pressão barométrica do ar atmosférico.

É instrutivo investigar o efeito de um tal processo sobre a pressão parcial do vapor. Pela equação acima, obtemos:

$$p_v = \omega p / \omega + 0,622 \quad (7)$$

E sendo constantes a pressão total da mistura e a umidade específica, segue-se que a pressão parcial do vapor também deve ser constante.

Temperatura do bulbo seco: é a temperatura de equilíbrio da mistura de ar e vapor.

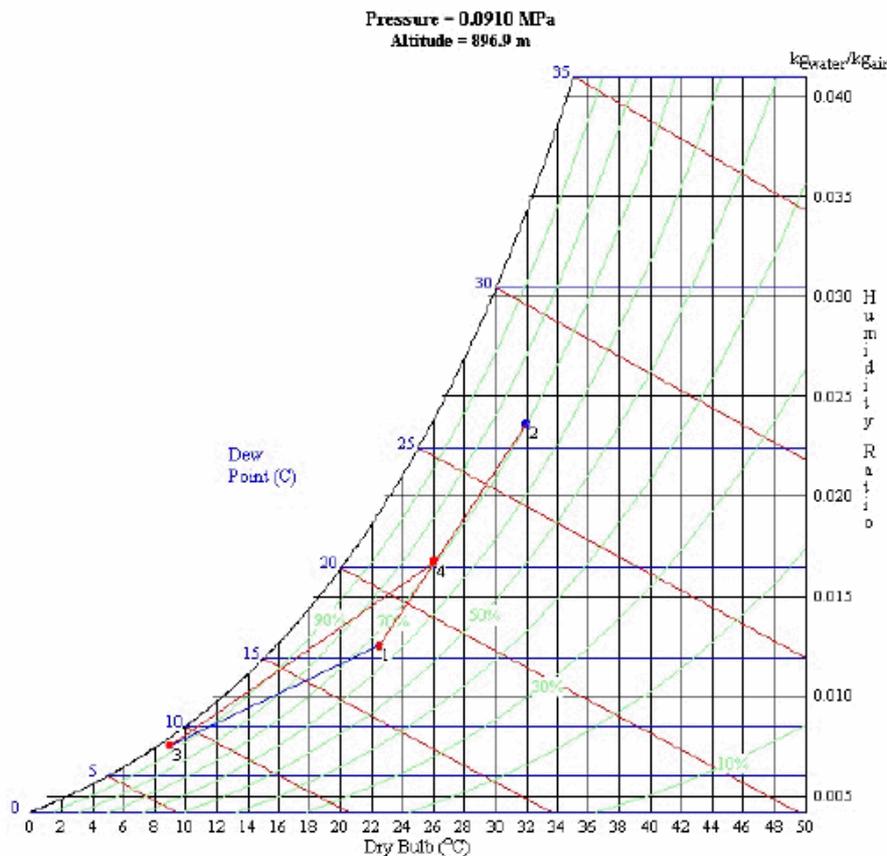
Temperatura termodinâmica de bulbo molhado é a temperatura de equilíbrio alcançada quando a mistura de ar e vapor sofre um processo de resfriamento adiabático até chegar a saturação. Iremos nos referir a temperatura em um termômetro de bulbo molhado como simplesmente *temperatura do bulbo molhado*. O termômetro do bulbo molhado é idêntico ao termômetro de bulbo seco, exceto pelo bulbo, que é provido de um tecido embebido em água pura. O tecido mantém uma delgada camada de água sobre o bulbo, daí o termo *bulbo molhado*.

O nosso psicrômetro consistirá de dois termômetros combinados, um de bulbo molhado e de bulbo seco, montados sobre suporte. O conjunto pode ser rapidamente girado no ar, a fim de induzir escoamento turbulento de ar sobre o bulbo molhado, provocando assim a transmissão de calor por convecção. Se o ar não está saturado, a água do tecido é resfriada por evaporação até que sua temperatura caia abaixo da temperatura de calor do ar ao tecido, prossegue o processo de evaporação, até que se atinja a temperatura de equilíbrio ou de bulbo molhado.

IV – Carta Psicrométrica

As propriedades da mistura de ar e vapor d'água que constitui a atmosfera podem ser convenientemente apresentadas em forma gráfica, no que se denomina *carta psicrométrica*. Toda carta psicrométrica, de modo geral, é um gráfico que tem por ordenadas a umidade específica e a pressão de vapor, e como abscissa a temperatura de bulbo seco. O volume específico da mistura, a temperatura de bulbo molhado, a umidade relativa e a entalpia da mistura aparecem como parâmetros. Duas quaisquer destas propriedades, incluindo a temperatura de bulbo molhado, fixam as condições da mistura. É importante notar que uma carta psicrométrica é traçada para uma dada pressão barométrica, que geralmente é tomada como 1 atm ($1,013 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 1,013 \text{ Bar} = 760 \text{ mm Hg}$). Veja abaixo exemplo de uma carta psicrométrica.

Um dos objetivos será criar, ou analisar, de maneira bastante didática uma carta psicrométrica para que possamos, com o uso do psicrômetro, obtermos resultados, a partir das equações acima, a respeito do ar atmosférico.



V – Conclusão

Este estudo poderá motivar bastante os alunos visto que é um assunto que está bastante real acionado com o seu dia-a-dia. A parte matemática é simples, o que de certa forma, é outra motivação. O projeto ainda precisa ser melhorado e está sendo. Além disso, este projeto servirá para estudos e aprimoramento futuros, por outros alunos do Instituto de Física da Unicamp, nesta disciplina ou em outras, bem como de outras instituições.

VI – Referências

MARQUES, I. A. *Termodinâmica Técnica*, Editora Científica.
LEE, J. F e SEARS, F. W. *Termodinâmica*, Ao livro Técnico.
LUIS, A. C. S. *Psicrometria*.

Alguns sites com informações sobre o psicrômetro:

<http://webs.demasiado.com>
www.monografias.com
www.impac.com.br
www.inmet.gov.br