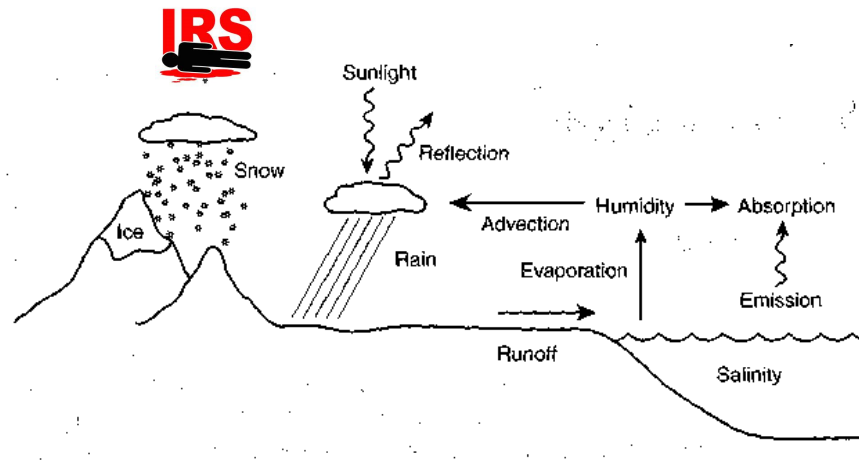


Humidade do Ar



Relacionada com vários processos

- Conforto animal
- Relação solo – planta - atmosfera (consumo hídrico)
- Doenças/pragas
- Instalações agro- industriais
- Incêndios florestais
- ...

- As grandezas mais importantes através das quais a humidade do ar se pode expressar são:

- Humidade absoluta
- Tensão de vapor
- Humidade específica
- **Humidade relativa**
- Razão de mistura
- Défice de saturação
- Ponto de orvalho
- Temperatura do bolbo seco e húmido

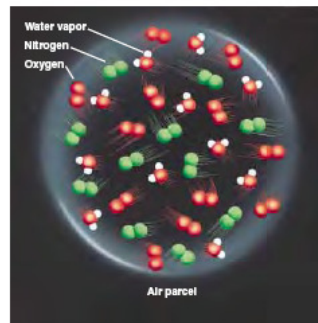


FIGURE 4.4
The water vapor content (humidity) inside this air parcel can be expressed in a number of ways.

Humidade Absoluta

Define o conteúdo real da atmosfera em vapor de água

$$\rho_v = \frac{m_v}{V} (\text{kg/m}^3)$$

Como $e = p_v 4,619T$,

$$\rho_v = \frac{e}{4,619T}$$

Ou

$$\rho_v = \frac{217e}{T} (\text{g/m}^3)$$

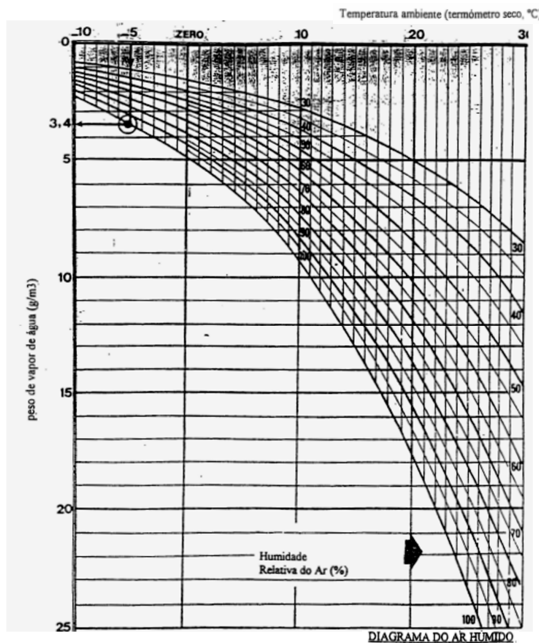
Corresponde à massa de vapor de água que existe na unidade de volume do ar húmido ou seja, massa de vapor de água existente num metro cúbico de ar.



Parcel Size	Mass of H ₂ O Vapor	Absolute Humidity
2 m ³	10 g	5 g/m ³
1 m ³	10 g	10 g/m ³

FIGURE 4.7 With the same amount of water vapor in a parcel of air, an increase in volume decreases absolute humidity, whereas a decrease in volume increases absolute humidity.

Para cada temperatura, a humidade absoluta não pode ultrapassar um valor máximo – taxa de saturação ou ponto de saturação (PS) - que corresponde à quantidade máxima de vapor de água que o ar pode conter, a uma determinada temperatura.



	Mass of Parcel	Mass of H ₂ O Vapor	Specific Humidity
↑	1 kg	1 g	1 g/kg
↓	1 kg	1 g	1 g/kg

FIGURE 4.8 The specific humidity does not change as air rises and descends.

Temperatura

Temperatura do bolbo seco (t_{bs})

Temperatura do bolbo húmido (t_{bh})

Temperatura do ponto de orvalho (t_d)

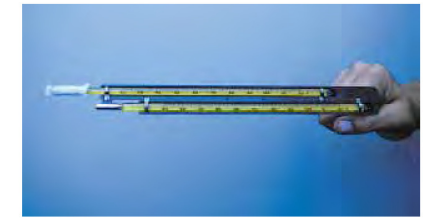


FIGURE 4.9 The sling psychrometer.

Temperatura do bolbo seco

É a temperatura medida num termómetro devidamente protegido da radiação solar

Temperatura do bolbo húmido

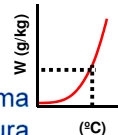
É a temperatura medida num termómetro cujo bolbo se encontra envolvido por um material poroso que está em contacto com a água

A evaporação da água desse material para o meio circundante faz com que o calor sensível seja rapidamente transferido do meio para o material poroso de modo a fornecer energia para a evaporação, o que consequentemente baixará a temperatura de bolbo húmido

Quanto mais seco estiver o ar, para uma dada t_{bs} , maior será a evaporação e menor a t_{bh}

Temperatura de ponto de orvalho

É a temperatura do ar saturado que tem a mesma tensão de vapor que a mistura de ar em causa. É a temperatura duma mistura à qual se inicia o fenómeno de **condensação**, $U = 100\%$, para uma situação em que o ar é arrefecido à pressão **P** e **W** constantes



Pode ser medida experimentalmente pelo controlo da temperatura de uma placa metálica polida, cuja temperatura superficial é baixada muito lentamente. Ao baixar a temperatura da placa, baixa também a temperatura da mistura circundante. Quando na placa começa a haver condensação de vapor de água da mistura, está encontrado a t_d , sabendo a temperatura à face da placa

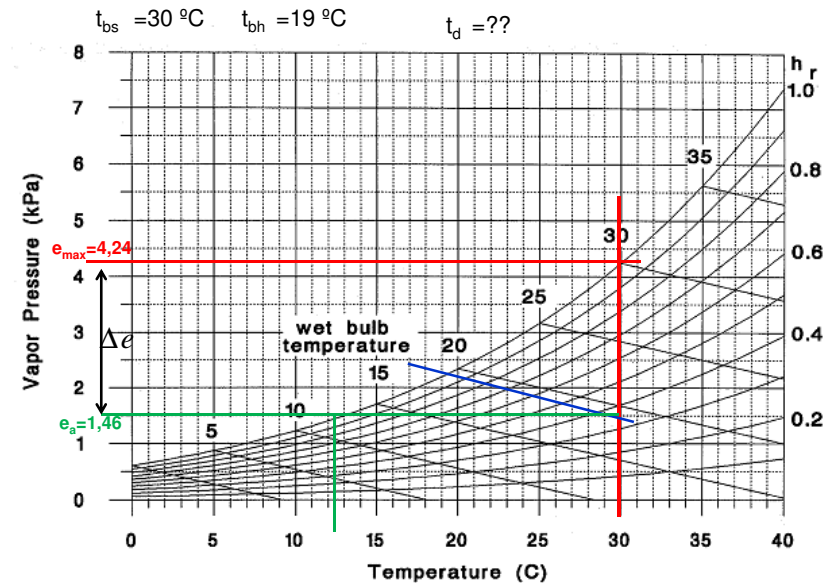
$$t_{bs} = 30^\circ\text{C}$$

$$t_{bh} = 19^\circ\text{C}$$

$$e_a = 1,46 \text{ kPa}$$

$$t_d = ??$$

$$t_d = \frac{240,97 \ln \frac{e_a}{0,611}}{17,502 - \ln \frac{e_a}{0,611}} = 12,62^\circ\text{C} \quad (3.14).$$



Humidade Relativa

É a razão entre a pressão parcial do vapor de água na mistura e a pressão de vapor de água se o ar estivesse saturado de vapor de água à mesma pressão total

Existem **tabelas** que fornecem os valores de **tensão máxima** e_{\max} ou e_s para diferentes temperaturas, esses valores são relacionados com as **tensões verificadas (e)** ou também chamadas **actuais / real** (e_a)

$$U(\%) = \frac{e_a}{e_{\max}} \times 100 \quad (\%) \rightarrow e_{\max}, e_a - \text{expressos em unidade de pressão (atm, mmHg, mb, hPa ou kPa...)}$$

Tensão máxima do vapor de água em relação à água na fase líquida (hPa)

t (°C)	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1	6,566	6,614	6,661	6,709	6,758	6,807	6,856	6,905	6,955	7,004
10	12,270	12,350	12,440	12,520	12,610	12,690	12,770	12,860	12,950	13,030
11	13,120	13,210	13,290	13,380	13,470	13,560	13,650	13,740	13,830	13,930
12	14,020	14,110	14,200	14,300	14,390	14,490	14,580	14,680	14,770	14,870
13	14,970	15,070	15,170	15,270	15,370	15,470	15,570	15,670	15,770	15,870
17	19,370	19,490	19,610	19,740	19,860	19,990	20,120	20,240	20,370	20,500
23	28,090	28,260	28,430	28,600	28,770	28,950	29,120	29,300	29,470	29,650

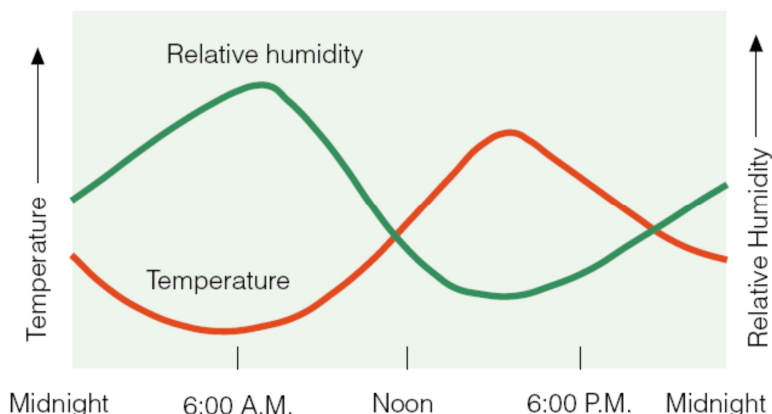


FIGURE 4.6

When the air is cool (morning), the relative humidity is high. When the air is warm (afternoon), the relative humidity is low. These conditions exist in clear weather when the air is calm or of constant wind speed.

Qual é a humidade relativa deste dia?



Temperatura do Ar = 27 °C

Embaciada



Temp. cerveja = 7 °C
(lado de fora do vidro)



Temp. do vinho = 18 °C
(lado de fora do vidro)

$$U(\%) = \frac{e_a}{e_{\max}} \times 100$$

$$U(\%) = \frac{10,2(mb)}{35,0(mb)} \times 100 = 29,0$$

Humidade relativa e Temperatura de ponto de orvalho

TABLE B.1 Saturation Vapor Pressure over Water for Various Air Temperatures

Air Temperature (°C)	Saturation Vapor Pressure (mb)	Air Temperature (°F)	Saturation Vapor Pressure (mb)
-18 (0)	1.5	18 (65)	21.0
-15 (5)	1.9	21 (70)	25.0
-12 (10)	2.4	24 (75)	29.6
-9 (15)	3.0	27 (80)	35.0
-7 (20)	3.7	29 (85)	41.0
-4 (25)	4.6	32 (90)	48.1
-1 (30)	5.6	35 (95)	56.2
2 (35)	6.9	38 (100)	65.6
4 (40)	8.4	41 (105)	76.2
7 (45)	10.2	43 (110)	87.8
10 (50)	12.3	46 (115)	101.4
13 (55)	14.8	49 (120)	116.8
16 (60)	17.7	52 (125)	134.2

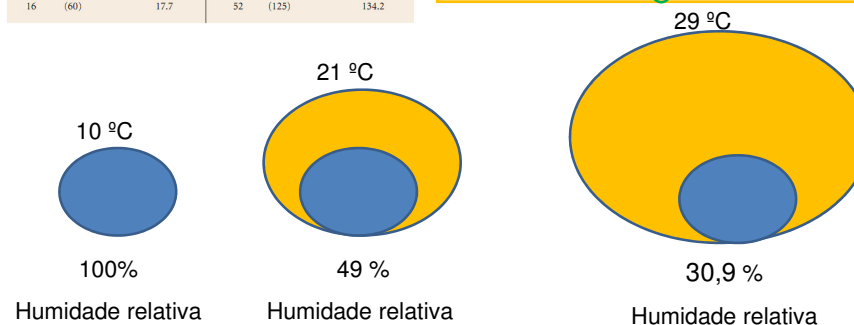


Units/Constants

e_a = actual vapor pressure (millibars)
 e_s = saturation vapor pressure (millibars)
 RH = relative humidity (percent)

$$RH = \frac{e_a}{e_s} \times 100\%$$

To determine e and e_s , when the air temperature and dew-point temperature are known, consult Table B.1. Simply read the value adjacent to the air temperature and obtain e_a ; read the value adjacent to the dew-point temperature and obtain e_s .



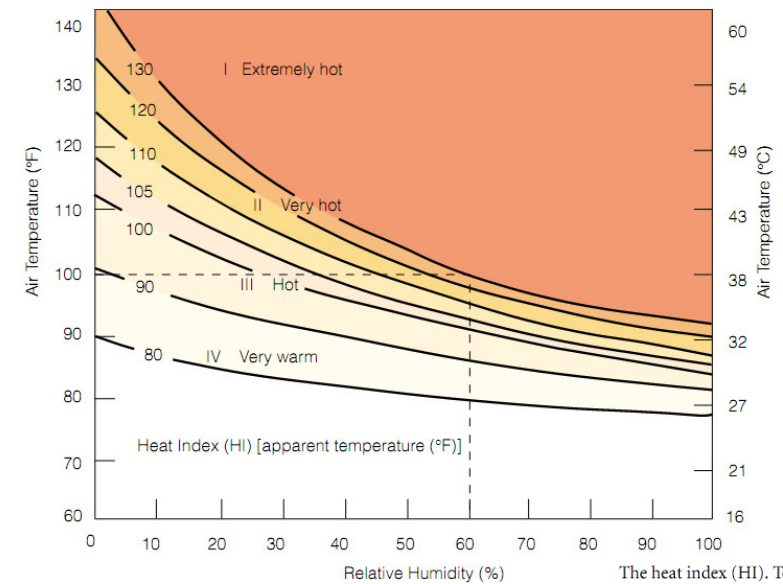
Humidade relativa

(outras definições)

Humidade relativa = (humidade absoluta / humidade absoluta máxima) * 100

$$U (\%) = \frac{\rho_a}{\rho_{\max}} \times 100$$

$$U (\%) = \frac{W_a}{W_{\max}} \times 100$$

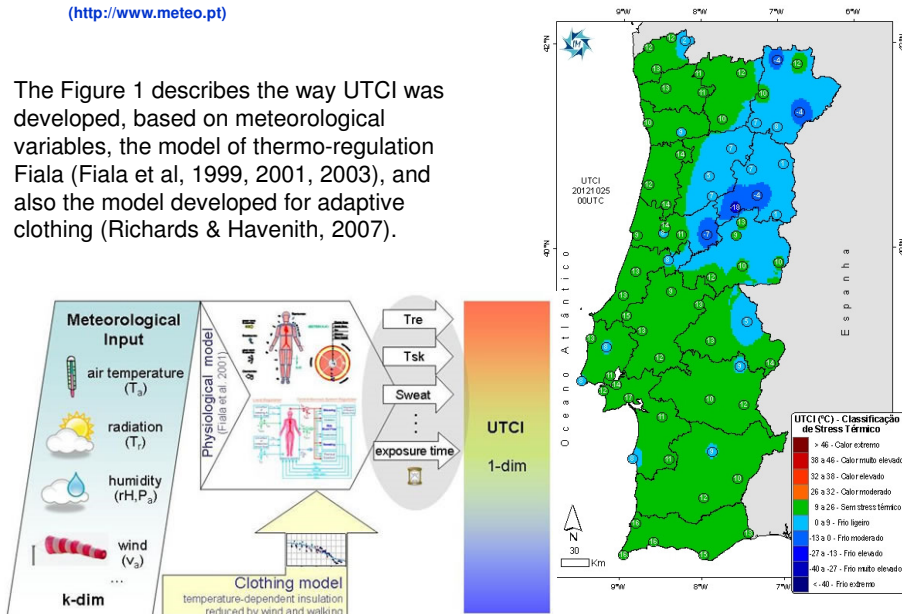


The heat index (HI). To calculate the apparent temperature, find the intersection of the air temperature and the relative humidity.

Universal Thermal Climate Index

(<http://www.meteo.pt>)

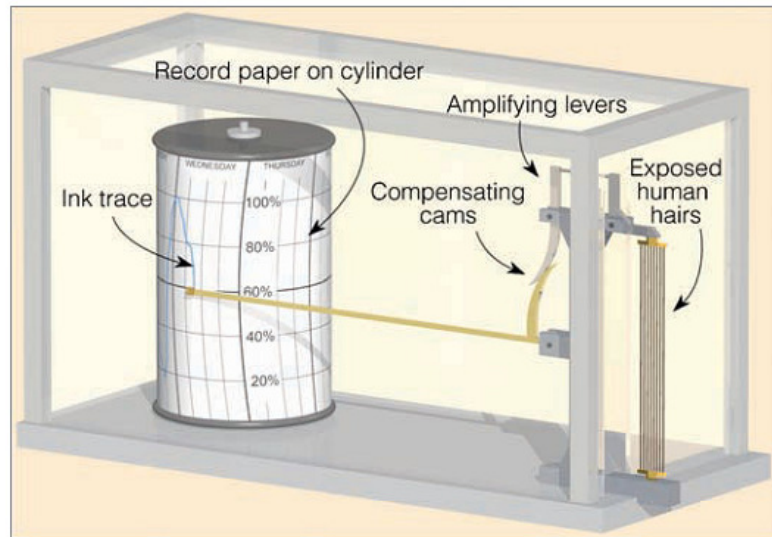
The Figure 1 describes the way UTCI was developed, based on meteorological variables, the model of thermo-regulation Fiala (Fiala et al, 1999, 2001, 2003), and also the model developed for adaptive clothing (Richards & Havenith, 2007).



Technical Description

The HMP155A uses a HUMICAP®180R capacitive thin film polymer sensor to measure RH, and a PRT to measure temperature.





● **FIGURE 4.21** The hair hygrometer measures relative humidity by amplifying and measuring changes in the length of human (or horse) hair.

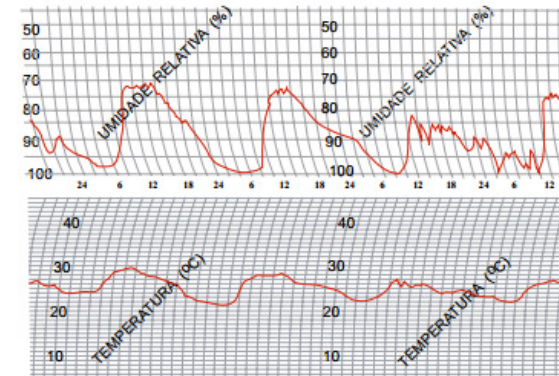
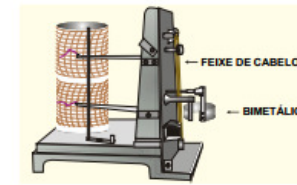


Fig. IV.7 - O termohigrógrafo, um registrador convencional de temperatura e de umidade do ar (acima), usa o termohigrograma como diagrama (abaixo).

METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA
Mario Adalmo Vazão-Silva
Versão digital 2 - Recife, 2006

Cálculo da Humidade Relativa Média do ar

$$U_{med} = (U_{max} + U_{min}) / 2$$

$$U_{med} = \frac{1}{24} (U_{00:00} + U_{01:00} + \dots + U_{23:59})$$

$$U_{med} = (\sum U_i) / n$$

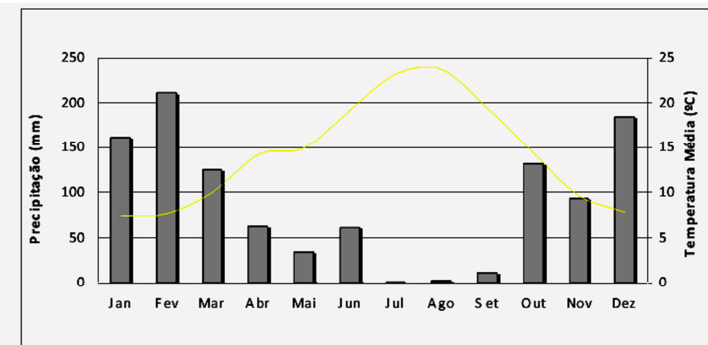


Figura 20. Temperaturas médias mensais (linha) e precipitação mensal do ano 2010 no campo experimental. Dados da estação meteorológico local

C.M. Lopes et al. / Scientia Horticulturae 129 (2011) 603–612

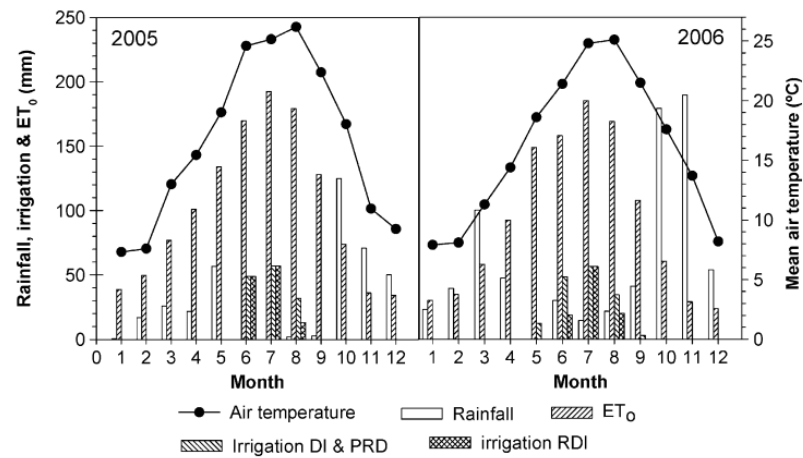
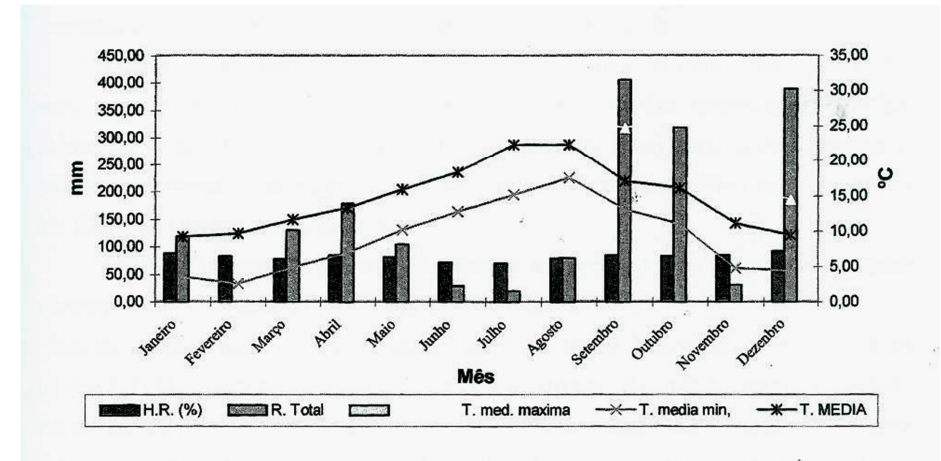


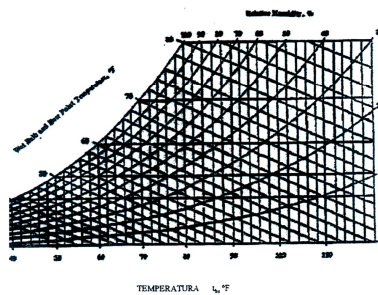
Fig. 1. Mean daily temperature and total monthly rainfall, irrigation and reference evapotranspiration on 2005 and 2006 seasons, at Estremoz, Portugal.



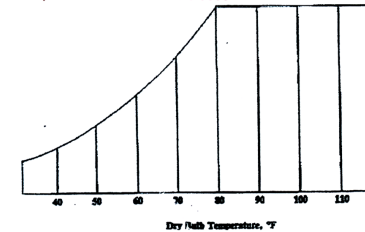
Carta Psicrométrica

É uma representação gráfica das propriedades físicas e termodinâmicas do ar húmido

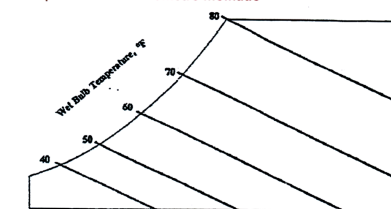
Carta psicrométrica simplificada para temperaturas e humidade relativa



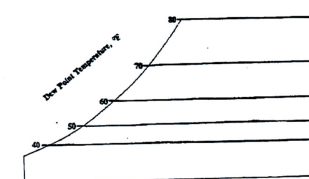
Temperatura do termómetro seco



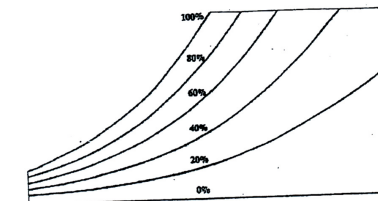
Temperatura do termómetro molhado



Temperatura do ponto de orvalho



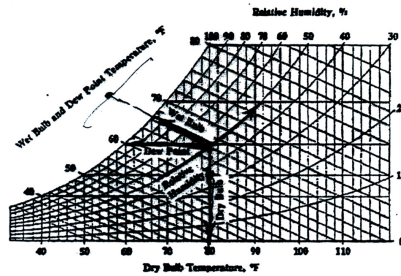
Humidade relativa



Carta Psicrométrica

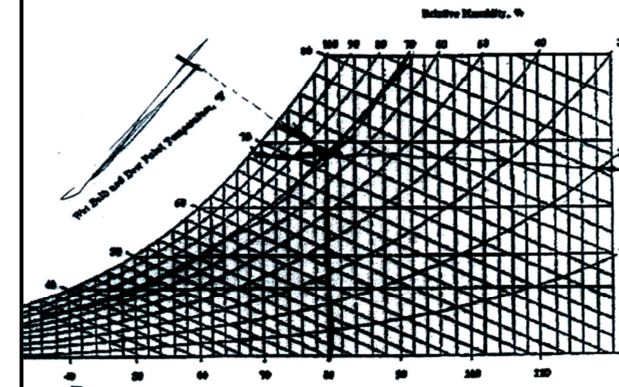
Conhecendo duas propriedades de uma mistura de ar, através da carta psicrométrica, podem-se determinar as outras

Exemplo 1 – Mistura de ar a 80°F
Humidade relativa 50%



Propriedade	Valor
Tbs	80°F
U	50%
Tbh	67°F
Td	59°F

Exemplo 2 – O ar numa pocilga tem uma temperatura de 80°F e a humidade relativa é 70%. Que devo fazer para que não ocorra condensação



A temperatura do ponto de orvalho é 69°F.

As paredes devem ter uma temperatura superior a esta para não haver condensação

Exemplo 3

Propriedades do ar húmido numa carta psicrométrica

Propriedades do ar húmido a 24°C e a 50% de humidade relativa

