Tópico 3 – Umidade

Revisão das aulas passadas

- Tópico 1:
  - Evolução da atmosfera terrestre
  - Composição química
- Tópico 2: Temperatura
  - Escalas de temperatura
  - Estrutura vertical da atmosfera
  - Variação diurna da temperatura
  - Estações do ano

Umidade do ar

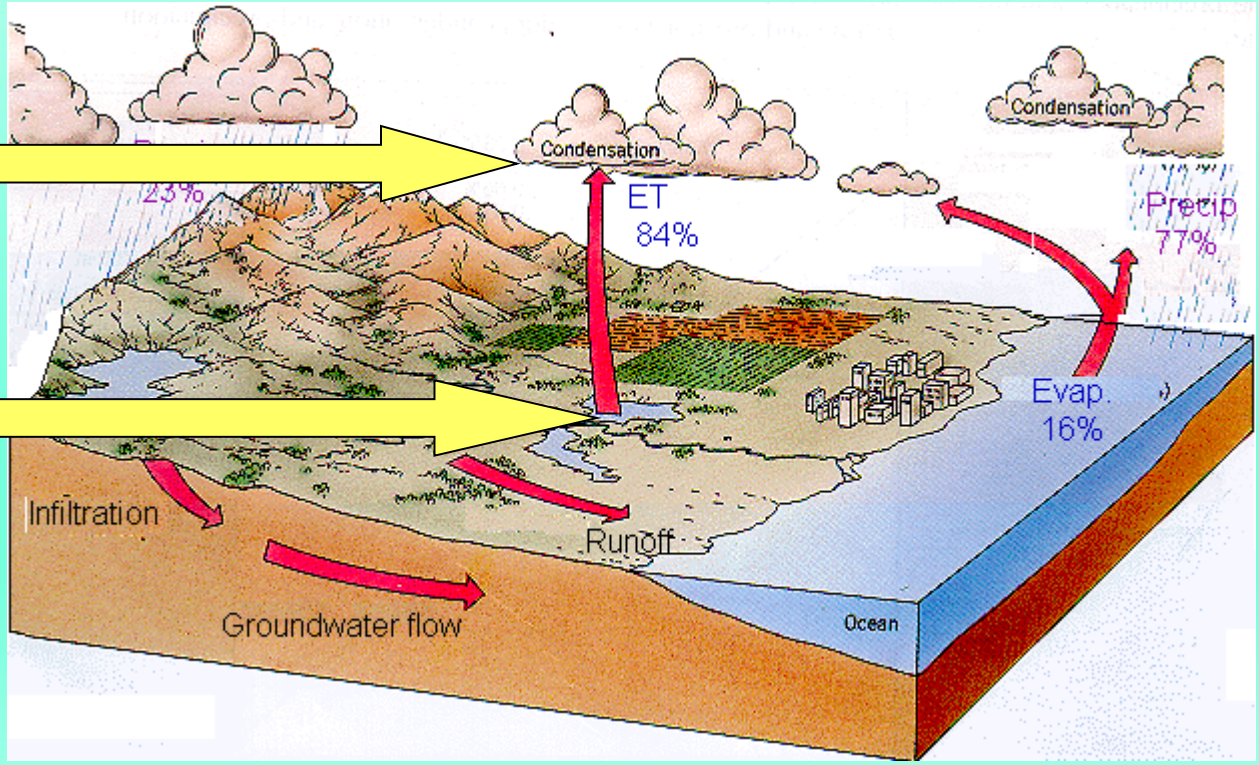
A água é a única substância que ocorre nas três fases na atmosfera e a Terra é o único planeta do sistema solar onde isso acontece. A água na atmosfera e suas mudanças de fase desempenham papel importantíssimo em diversos processos físicos naturais:

- **Transporte e distribuição de calor (ciclo hidrológico)**
- **Absorção de comprimentos de onda da radiação solar e terrestre**
- **Condensação (Orvalho, nuvens, chuva)**
- **Evaporação**

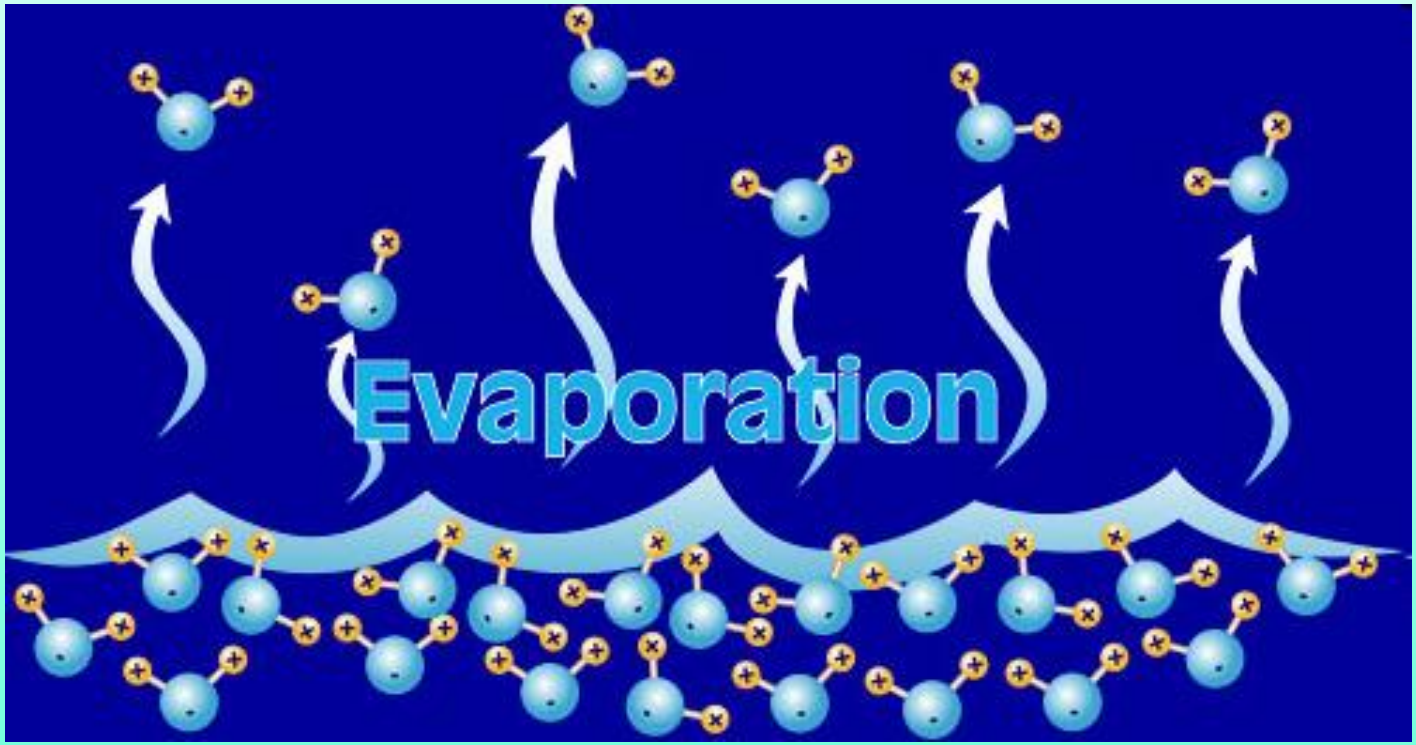
Liberação de energia na atmosfera devido à condensação

Consumo de energia na superfície pela evaporação

(ex: resfriamento da pele pela evaporação do suor)



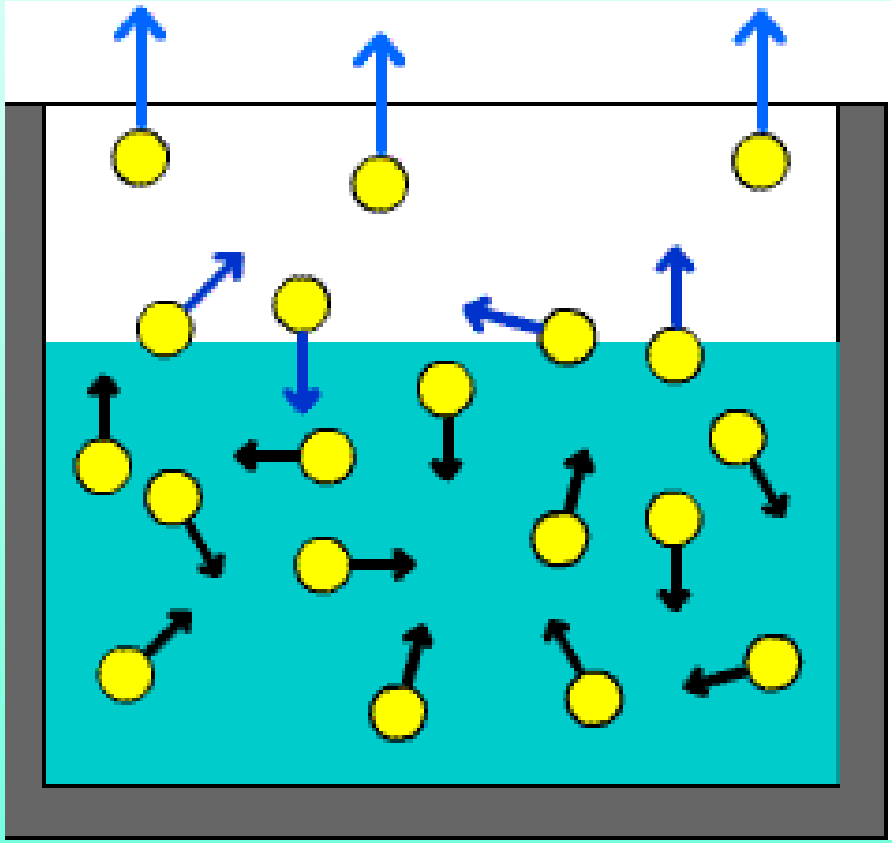
Neste momento, está ocorrendo evaporação? Ou...



... a evaporação só ocorre a 100ºC?

http://www.tapintoquality.com/facts/glossary/evaporation.jpg

Moléculas com diferentes energias:



Alta energia:

Evaporam

Média energia:

Voltam para o corpo d´água

Baixa energia:

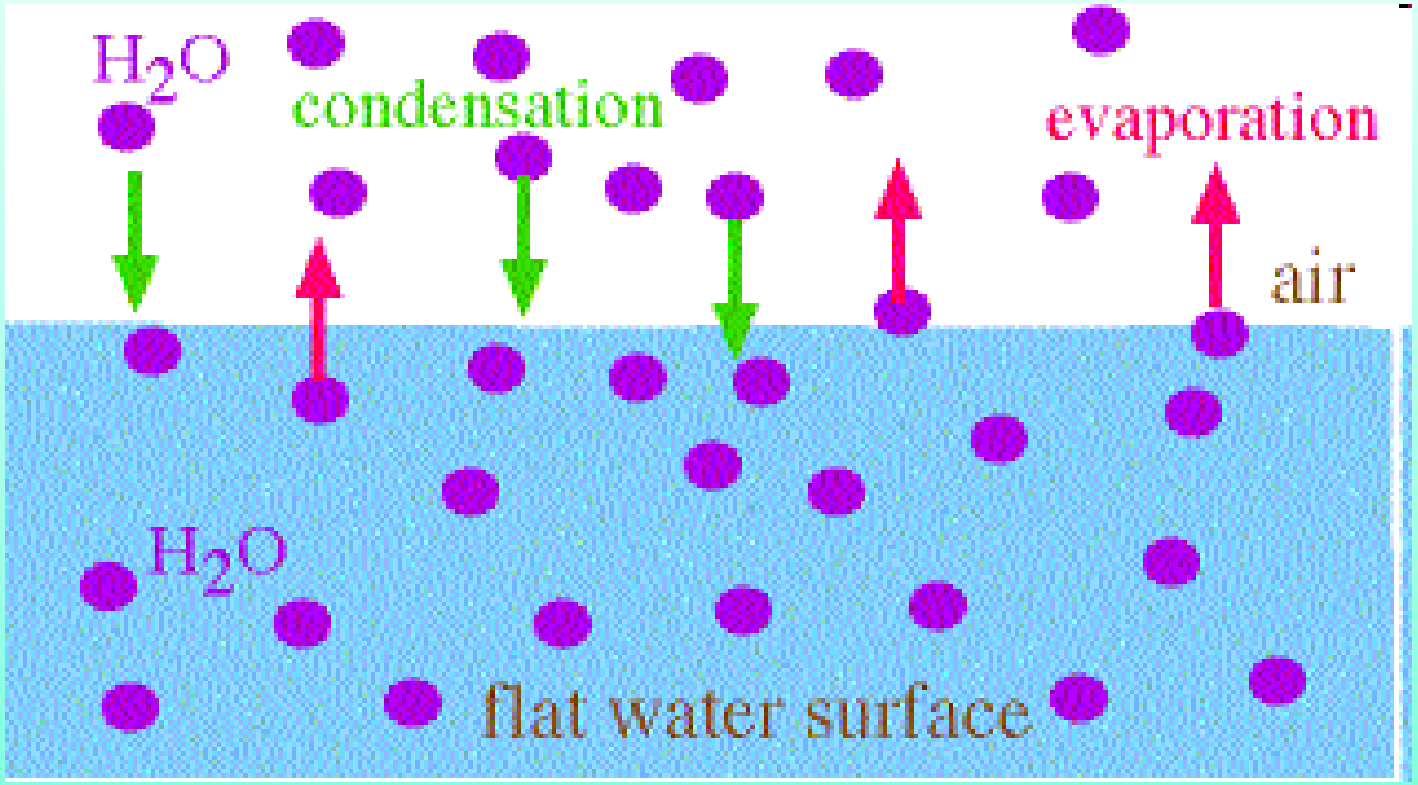
Permanecem na fase líquida

O que ocorre a 100ºC?

http://www.school-for-champions.com/science/images/evaporation.gif

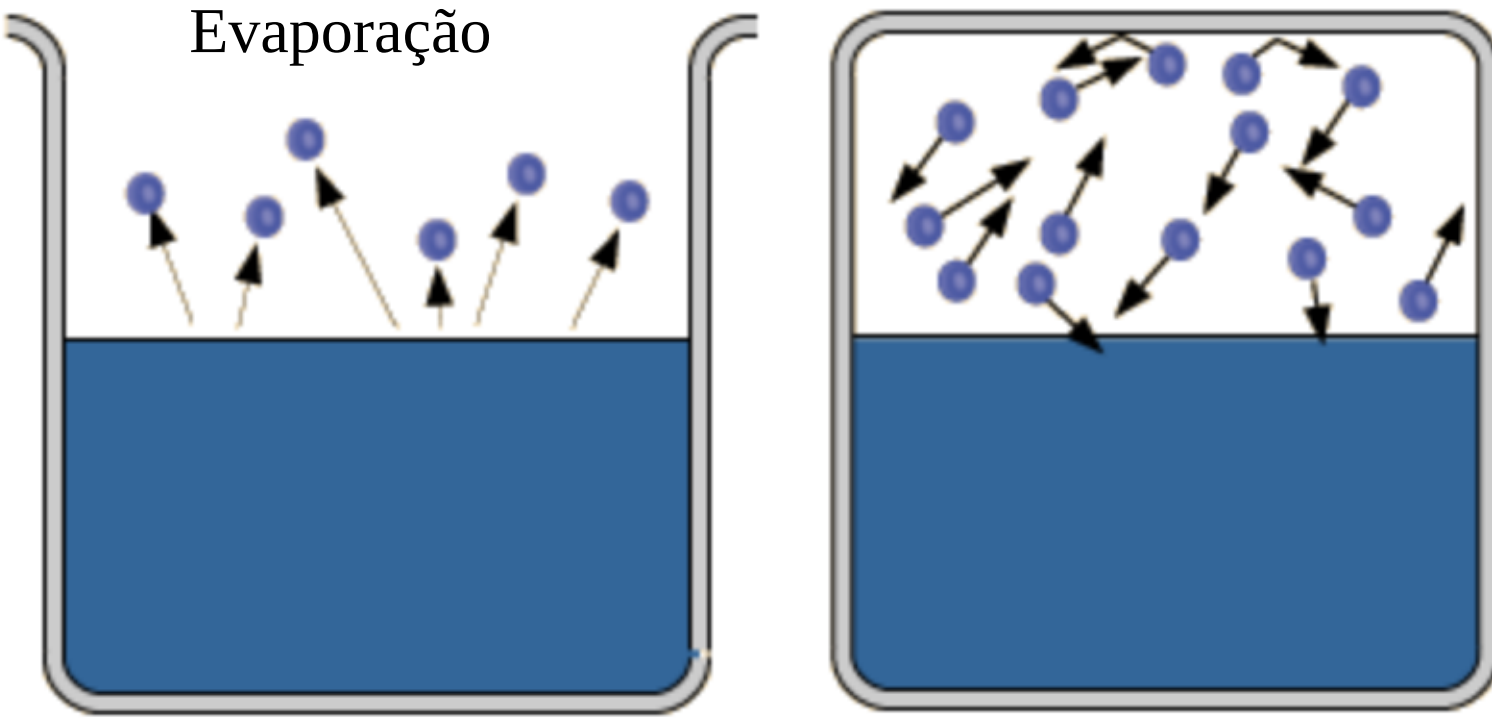
- Evaporação: mudança de fase do líquido para gás a temperaturas abaixo do ponto de ebulição; é um fenômeno de superfície na qual algumas moléculas têm energia cinética suficiente para “escapar” da tensão superficial.
- Ponto de ebulição: temperatura na qual a pressão de vapor da substância que está em estado líquido é igual á pressão atmosférica. (Portanto, depende da pressão atmosférica).

E condensação?



http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter7/graphics/saturate2.free.gif

http://www.geog.ucsb.edu/~joel/g110_w08/lecture_notes/water_vapor/agburt05_01c.jpg



Taxa de evaporação em equilíbrio com a taxa de condensação: pressão de vapor de saturação

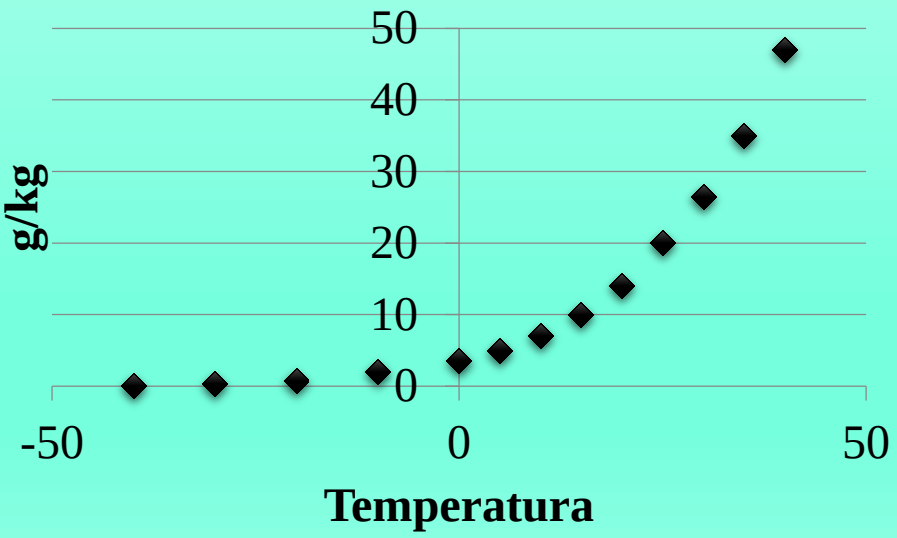
http://www.mwit.ac.th/~physicslab/hbase/kinetic/imgkin/vapp3.gif

Umidade do ar

- Principal fonte: oceano tropical
- Moléculas de vapor d'água acima da superfície de água líquida se movem em todas as direções. Aquelas que estão próximas da superfície de água e movendo-se em direção à superfície podem retornar à água líquida.
- Da mesma forma, há sempre moléculas de água líquida com energia suficiente para deixar a superfície, evaporando.
- Quando o número de moléculas que evapora é igual ao número de moléculas que condensa, a atmosfera acima da superfície d'água se encontra saturada.

Umidade do ar

- A pressão de saturação do vapor depende da temperatura



Umidade relativa

- A UR indica quão próximo o ar está da saturação, ao invés de indicar a real quantidade de vapor d’água no ar.

TEMPERATURA	25°C	25°C	25°C
QUANTIDADE DE VAPOR D'ÁGUA	5 g/kg	10 g/kg	20 g/kg
CAPACIDADE	20g/kg	20g/kg	20g/kg
UMIDADE RELATIVA	5/20 = 25%	10/20 = 50%	20/20 = 100%

Variação da UR com o conteúdo de vapor d'água

TEMPERATURA	20°C	10°C	0°C
QUANTIDADE DE VAPOR D'ÁGUA	3,5 g/kg	3,5 g/kg	3,5 g/kg
CAPACIDADE	14 g/kg	7 g/kg	3.5 g/kg
UMIDADE RELATIVA	3.5/14 = 25%	3.5/7 = 50%	3.5/3.5 = 100%

Variação da UR com a temperatura

Quanto maior a temperatura, maior quantidade de vapor d'água pode ser "retida".

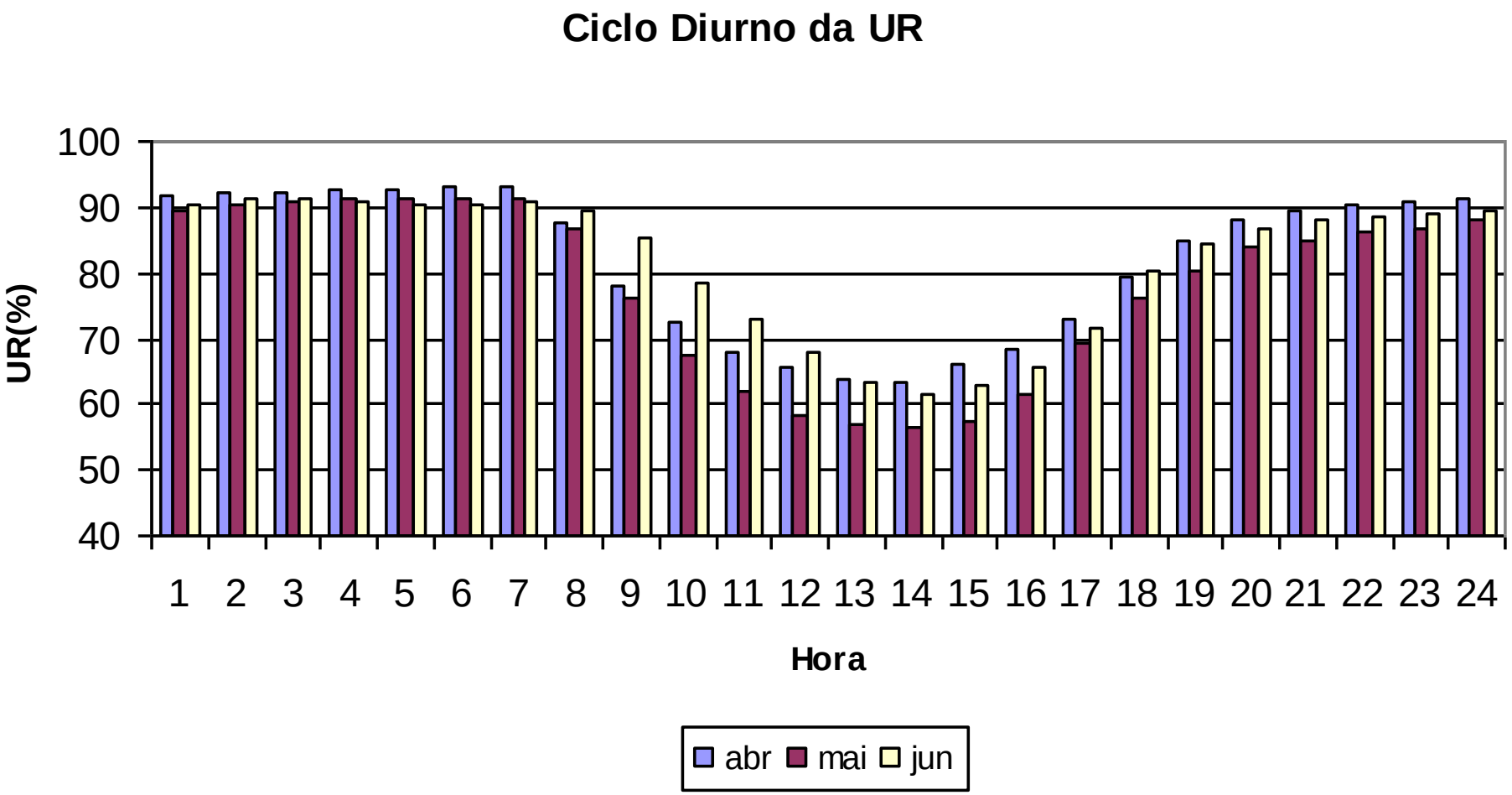
Calcular a umidade relativa

- A pressão de vapor de saturação do ar em São Paulo à temperatura de 25°C é de 31,7hPa.
- Qual é a umidade relativa se a pressão de vapor num determinado momento é de 25,2hPa?

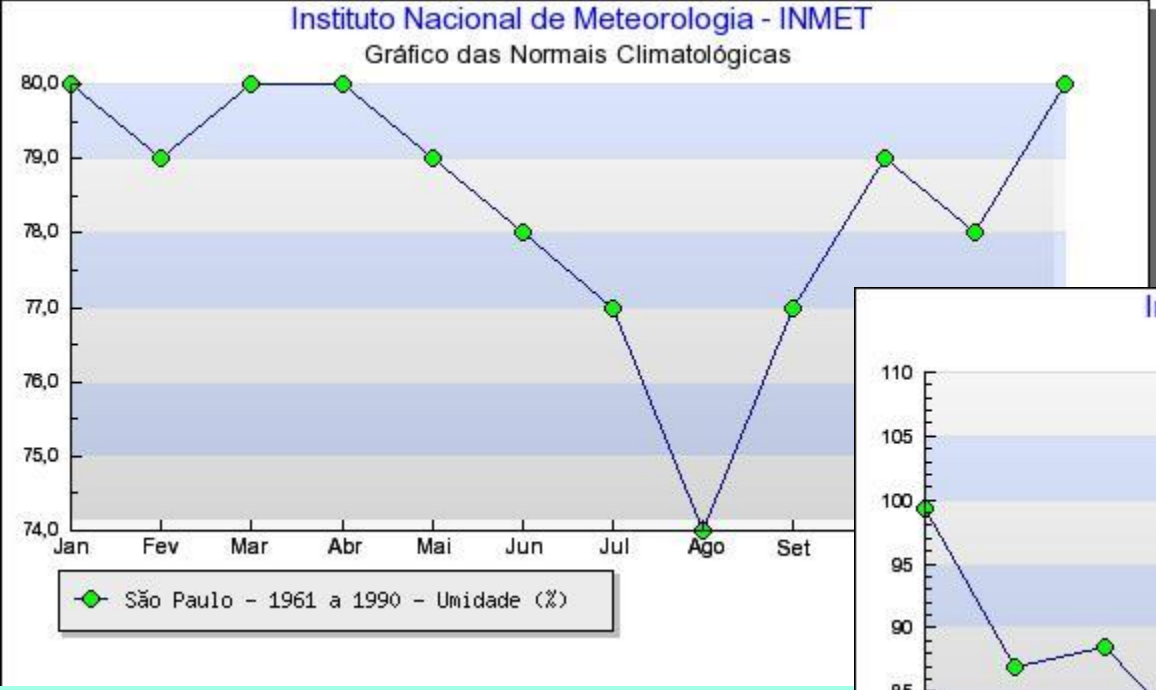
Variação da UR

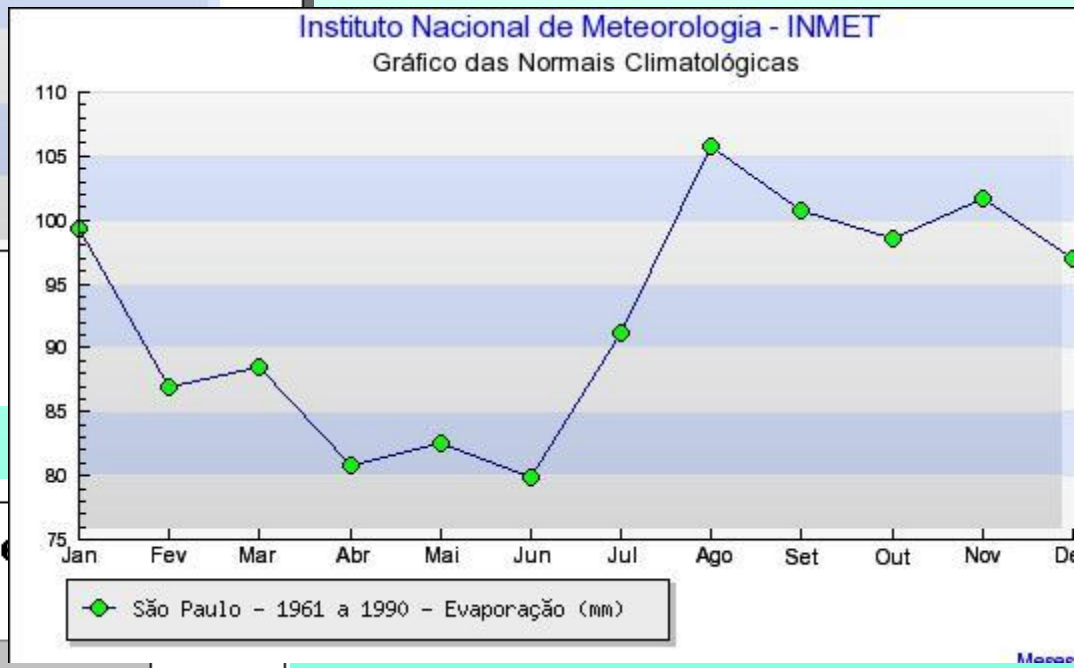
Variações da umidade relativa causadas por variações da temperatura ocorrem na natureza tipicamente por:

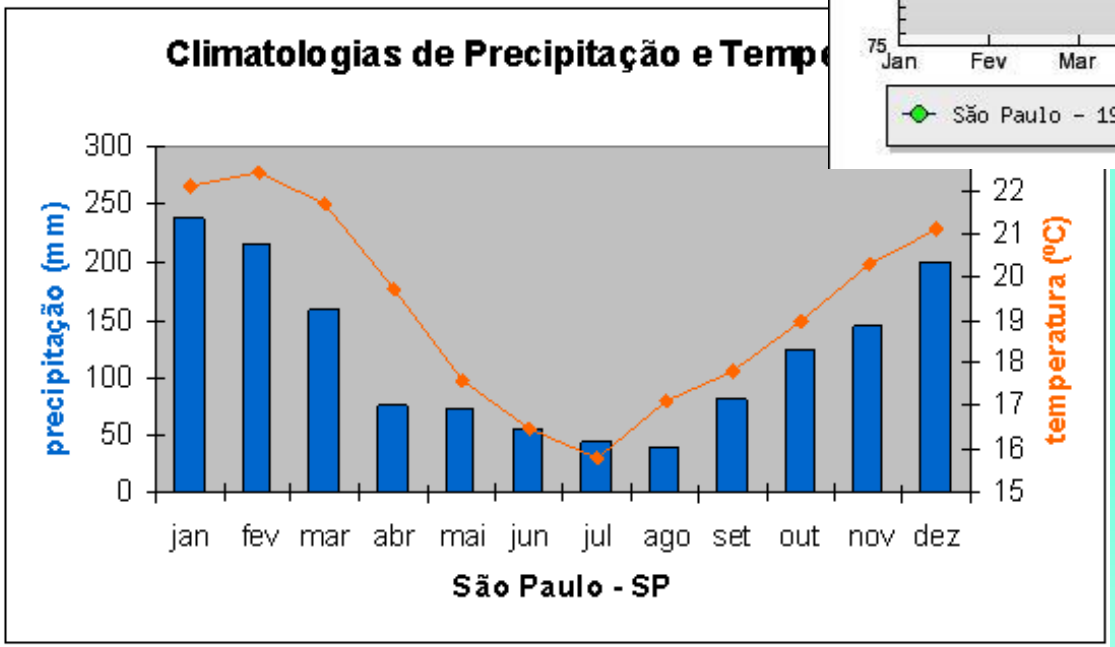
1) variação diurna da temperatura;
2) movimento horizontal de massa de ar;
3) movimento vertical de ar.


Ciclo Diurno da UR
100
90
80
70
60
50
40
UR(%)
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
Hora
abr
mai
jun

Variação temporal da umidade do ar - escala anual

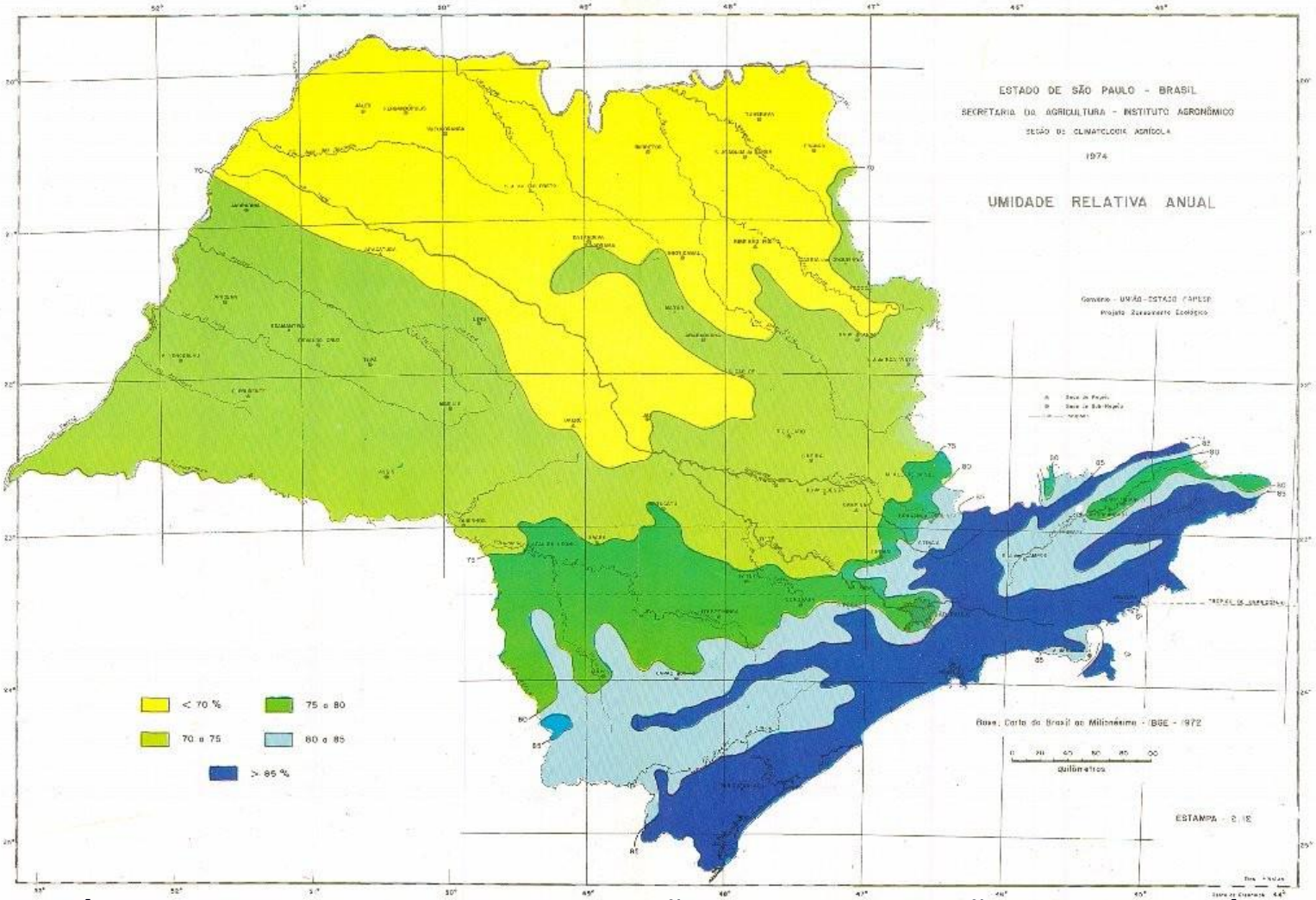






Na escala anual, a UR média mensal acompanha basicamente o regime de chuvas, pois havendo água na superfície haverá vapor d´água no ar. Observa-se na figura que a UR média mensal é maior na estação chuvosa e menor na estação seca.

Variação espacial da umidade do ar



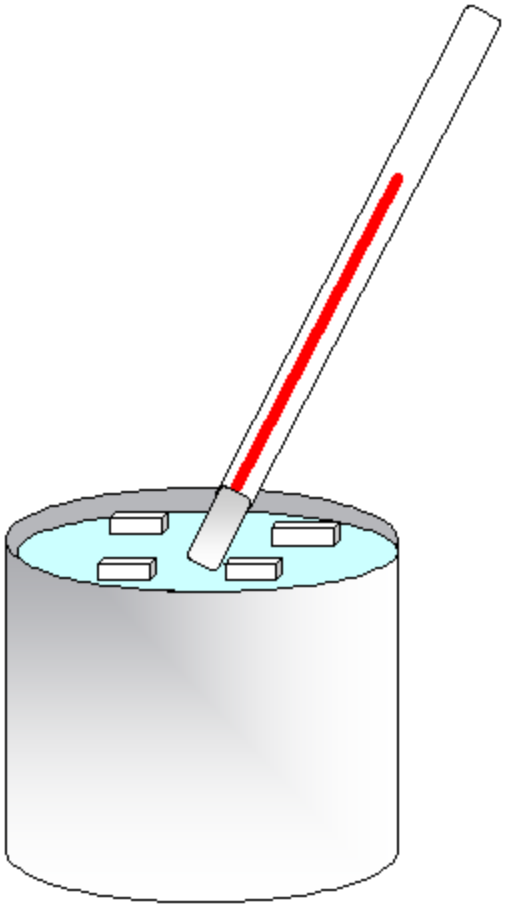
Também segue o regime de chuvas das regiões. No estado de São Paulo a UR média anual é maior na faixa litorânea e menor no norte e noroeste do estado.

Temperatura do ponto de orvalho

- Td
- É a temperatura até a qual o ar deve se resfriar para atingir seu ponto de saturação
- É um bom indicador do conteúdo de vapor d’água no ar.

Como obter a Td?

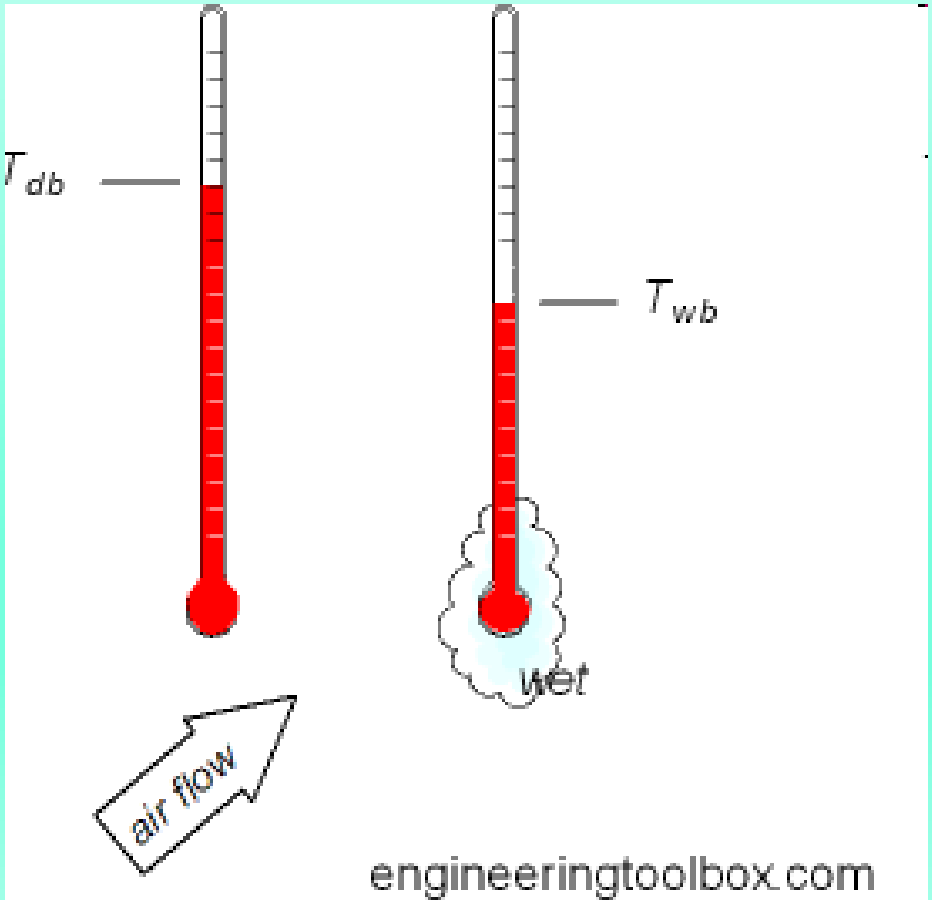
Coloque água numa cuba metálica e adicione alguns cubos de gelo para diminuir a temperatura. Misture a água com um termômetro para homogeneizar a temperatura no sistema água-gelo. Quando começar a condensação na parede da cuba, anote a temperatura: esta é a temperatura de ponto de orvalho.



http://biomet.ucdavis.edu/frostprotection/Measure%20Dewpoint/image002.gif

Outra forma de se obter a UR:

- Temperatura de bulbo úmido (Tw)

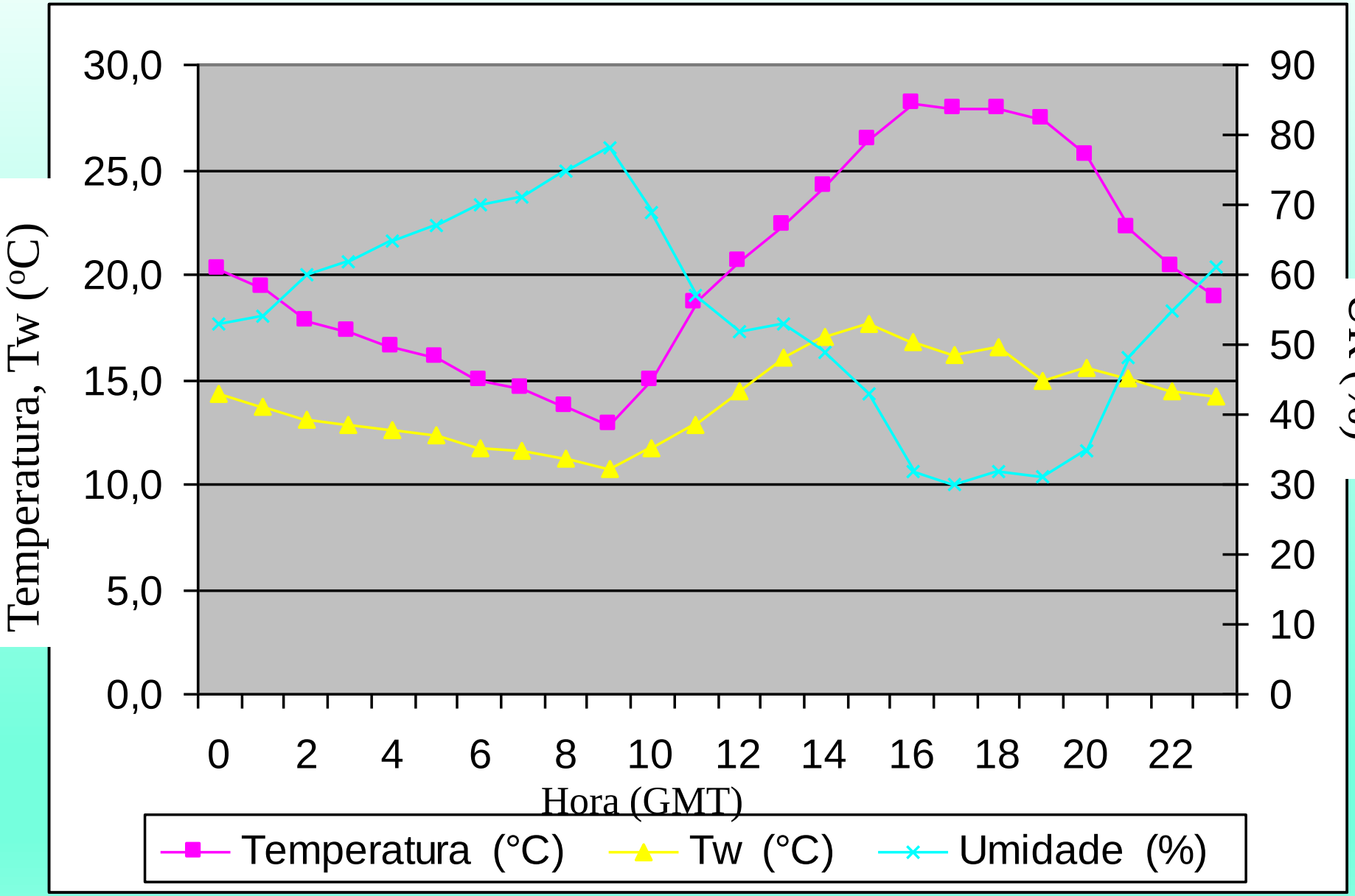


A <u>temperatura de bulbo úmido</u> cai, devido ao calor retirado para evaporar a água. O seu resfriamento é proporcional à secura do ar. Quanto mais seco o ar, maior o resfriamento. Portanto, quanto maior a diferença entre as temperaturas de bulbo úmido e de bulbo seco, menor a umidade relativa; quanto menor a diferença, maior a umidade relativa. Se o ar está saturado, nenhuma evaporação ocorrerá e os dois termômetros terão leituras idênticas.

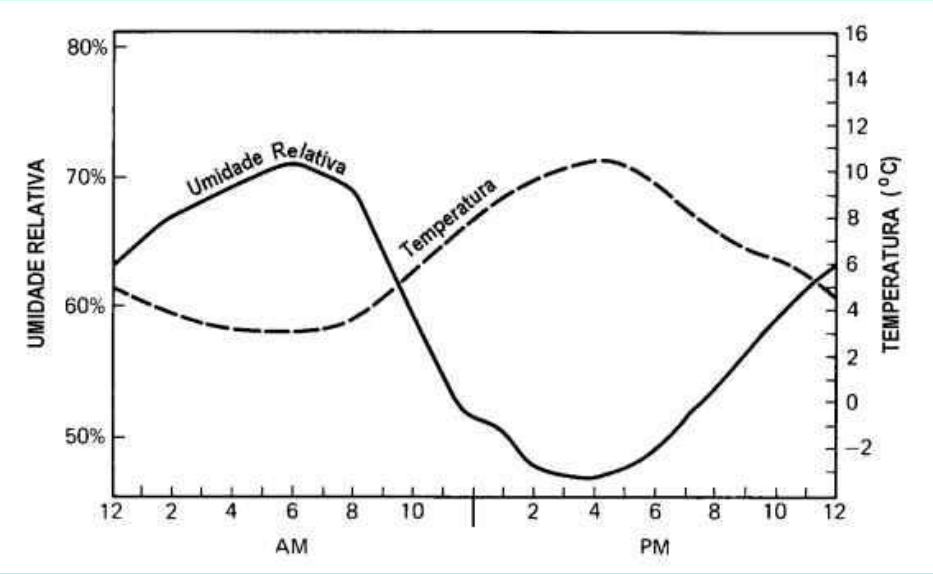
Diferença entre Td e Tw

- Note-se que a temperatura de ponto de orvalho não deve ser confundida com a temperatura de bulbo úmido. Elas não são iguais.
- A temperatura de bulbo úmido é determinada induzindo-se resfriamento por evaporação.
- A temperatura de ponto de orvalho é obtida pelo resfriamento do ar até atingir o ponto de saturação.
- Exceto na saturação, a temperatura de bulbo úmido é maior que a de ponto de orvalho. Quando o ar está saturado, a temperatura de bulbo úmido, de ponto de orvalho e do ar ambiente são as mesmas.

http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap5/cap5-5.html

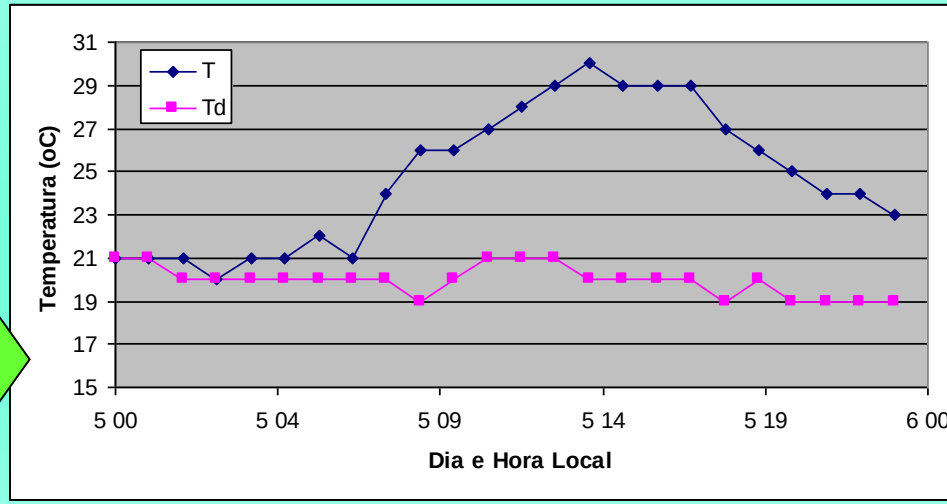

30,0
25,0
20,0
15,0
10,0
5,0
0,0
Temperatura, Tw (ºC)
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
UR (%)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
Hora (GMT)
Temperatura (°C)
Tw (°C)
Umidade (%)

Variação temporal da umidade do ar - escala diária

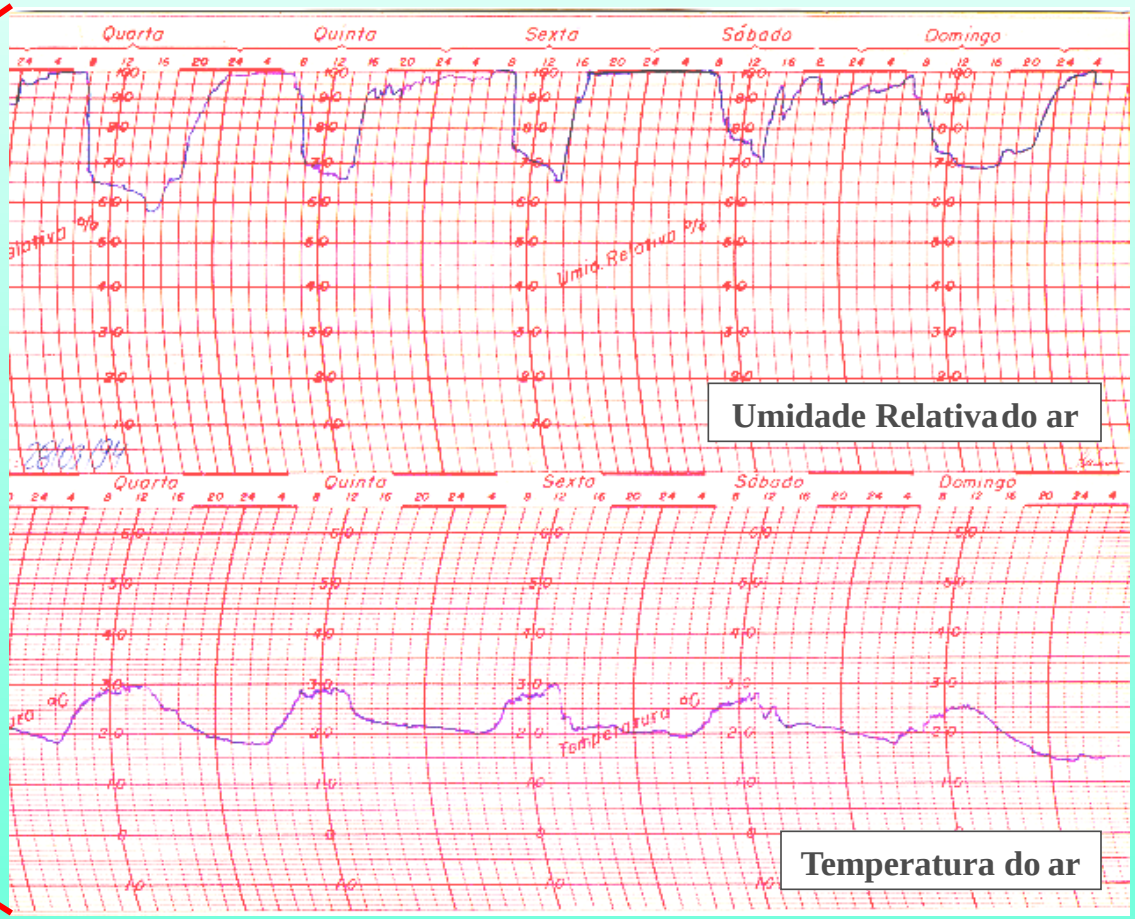


Na escala diária praticamente não há variação de "Td" ao longo do dia. Entretanto, a UR varia continuamente ao longo do dia, chegando ao valor mínimo no horário de Tmax e a um valor máximo a partir do momento em que a temperatura se aproxima do ponto de orvalho (Td).

Desse modo, a UR tem uma variação inversa à da temperatura do ar (T), como pode-se observar na figura acima.



Higrógrafos mecânicos



Os higrógrafos mecânicos, normalmente associados ao termógrafo bimetálico, usam como elemento sensor, para umidade do ar, o cabelo humano, o qual tem a propriedade de se dilatar e contrair em função da umidade do ar. Esses equipamentos são empregados para a obtenção de medidas contínuas nas estações meteorológicas convencionais e registram os valores de UR no higrograma. Esse equipamento requer calibrações freqüentes, pois o cabelo vai perdendo elasticidade com o tempo.

MÉTODOS DE MEDIÇÃO

PSICRÔMETRO:

São 2 termômetros juntos, um deles mergulhado em uma gaze molhada e o outro seco. São chamados de termômetros de bulbo úmido e seco.

O bulbo úmido é posto a se esfriar por evaporação. E a diferença dos 2 termômetros é tabelada como mostra a