

### MISTURA SATURADA OU BIFÁSICA (LÍQUIDO SATURADO + VAPOR SATURADO)

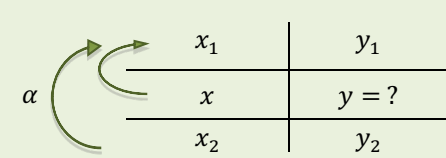
| Identificação              | título ou qualidade             | massa e volume da mistura |                         |
|----------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| $P = P_{SAT@T}$            | $x \equiv \frac{m_V}{m}$        | $m_V = \frac{V_V}{v_V}$   | $m_L = \frac{V_L}{v_L}$ |
| $T = T_{SAT@P}$            | $x = \frac{y - y_L}{y_{LV}}$    | $m = m_V + m_L$           |                         |
| $y_L \leq y \leq y_V$      |                                 | $V = V_V + V_L$           |                         |
| propriedades (específicas) |                                 |                           |                         |
| $y = v, u, h, s \dots$     | $y = y_L + x \cdot (y_V - y_L)$ | $y_{LV} = y_V - y_L$      |                         |

$y_L$  ou  $y_f$  – propriedade intensiva do **líquido saturado**;

$y_V$  ou  $y_g$  – propriedade intensiva do **vapor saturado**;

$y_{LV}$  ou  $y_{fg}$  – diferença entre as propriedades intensivas do líquido e vapor saturado. No caso da entalpia designa-se por **entalpia de vaporização ou condensação** sendo, também, conhecida por calor latente de vaporização, uma designação ultrapassada.

### VAPOR SUPERAQUECIDO OU SOBREAQUECIDO

| Identificação             | interpolação linear (método de Lagrange) |  |
|---------------------------|--|--|
| $P < P_{SAT@T}$           | $\alpha = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}$     |  |
| $T > T_{SAT@P}$           |  |  |
| $y > y_V$                 |  |  |
| propriedades interpoladas |  |  |
|                           | $y = y_1 + \alpha \cdot (y_2 - y_1)$     |  |

### LÍQUIDO COMPRIMIDO OU SUBARREFECIDO

| Identificação   | propriedades   | caso especial                                |
|-----------------|--|--|
| $P > P_{SAT@T}$ | $y \approx y_{L@T}$  | $h \approx h_{L@T} + v_{L@T}(P - P_{SAT@T})$ |
| $T < T_{SAT@P}$ | <b>As propriedades do líquido comprimido podem ser aproximadas às do líquido saturado à mesma temperatura</b> , com erro desprezável. Para pressões e temperaturas baixas e moderadas a entalpia pode ser aproximada com mais precisão usando a equação acima apresentada. |  |
| $y < y_L$       |  |  |

## GÁS IDEAL (OU PERFEITO) E GÁS REAL

| aproximação ao gás ideal  | propriedades reduzidas           | equações de estado de gás ideal |                     |
|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| $P_R \ll 1$               | $P_R = \frac{P}{P_{Cr}}$         | $pV = mRT$                      | $pV = nR_u T$       |
| $T_R > 2 \wedge P_R < 10$ | $T_R = \frac{T}{T_{Cr}}$         | $pv = RT$                       | $R = \frac{R_u}{M}$ |
| $Z \approx 1$             | $v_R = \frac{v}{RT_{Cr}/P_{Cr}}$ | $p = \rho RT$                   |                     |

$R_u = 8,31447 \text{ kJ/kmol} \cdot \text{K}$

### gases reais (princípio dos estados correspondentes)

|                 |   |     |
|-----------------|---|-----|
| $P_R, T_R, v_R$ | diagrama geral de compressibilidade $\rightarrow$ | $Z$ |
|-----------------|---|-----|

### factor de compressibilidade

$$Z = \frac{v}{v_{ideal}} = \frac{p}{p_{ideal}} = \frac{pv}{RT}$$

Factor de correção que permite calcular com precisão o desvio de comportamento de gás ideal que os gases reais apresentam em maior ou menor grau.

### erro percentual associado ao uso da equação dos gases ideais

$$e = \frac{|v - v_{tabela}|}{v_{tabela}} \times 100$$

em relação a valores tabelados

$$e = \left| 1 - \frac{1}{Z} \right| \times 100$$

em relação a valores obtidos pelo factor de compressibilidade

### pressão de vapor

$$P_v = P_{atm} - P_{ar\ seco}$$

Pressão de vapor é a pressão parcial do vapor de água no ar. O seu valor máximo é igual à pressão de saturação da água à temperatura do ar.

### humidade relativa

$$\phi = \frac{P_v}{P_{SAT@T_{ar}}}$$

|            |                |             |
|------------|----------------|-------------|
| $\phi = 0$ | $0 < \phi < 1$ | $\phi = 1$  |
| ar seco    | ar húmido      | ar saturado |

Humidade relativa é a razão entre a pressão de vapor e a pressão máxima de vapor (pressão de saturação) que o ar suporta a uma dada temperatura.

### equilíbrio de fase, água líquida em contacto com ar

$$P_{v, \text{ no ar}} = P_{v, \text{ na superfície}} \Leftrightarrow \phi P_{SAT@T_{ar}} = P_{SAT@T_s}$$

### temperatura de orvalho

$$T = T_{orvalho} \Leftrightarrow P_v = P_{SAT@T} \wedge \phi = 1$$

Temperatura abaixo da qual ocorre condensação do vapor de água existente no ar. Temperatura a que o ar deve baixar até ficar saturado, isto é, com uma pressão de vapor igual à pressão de saturação e humidade relativa de 100%.

