

Sumário

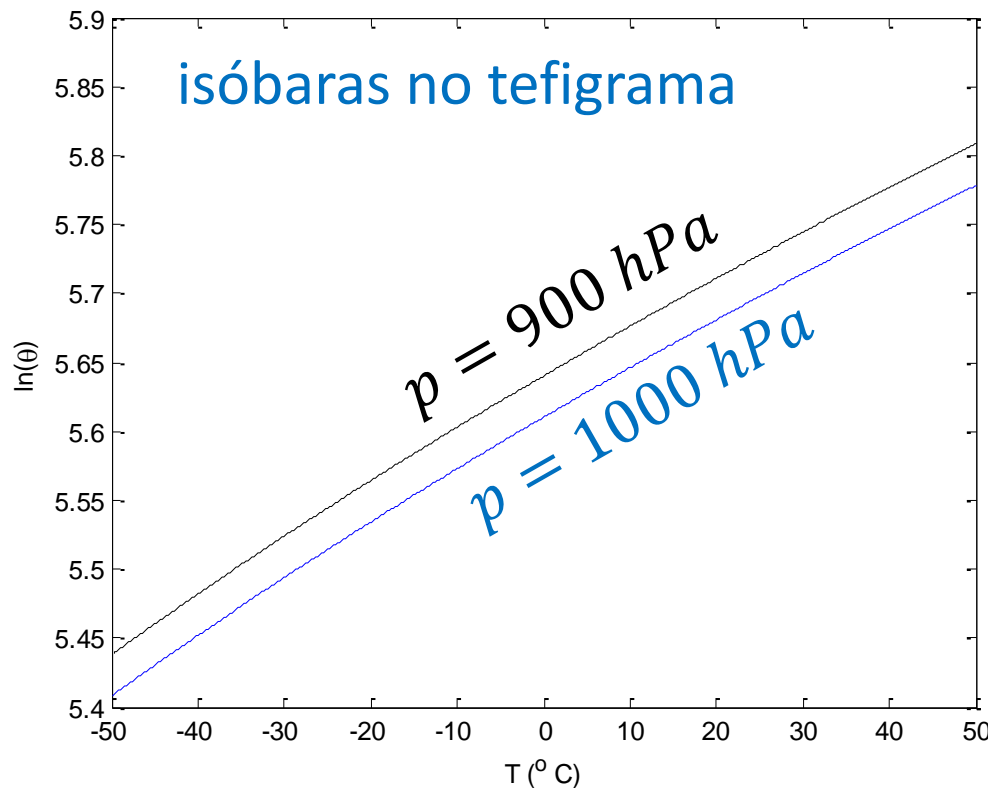
Aula 10

Processo (pseudo)adiabático saturado..

Tefigrama

(T, ϕ) (*temperatura, entropia*)

É uma versão do diagrama de Carnot, com curvas extra para incorporar propriedades do **ar seco** e do **vapor**.



$$s = c_p \ln(\theta)$$

$$s = c_p \ln \left(T \left(\frac{p}{p_{00}} \right)^{-\kappa} \right)$$

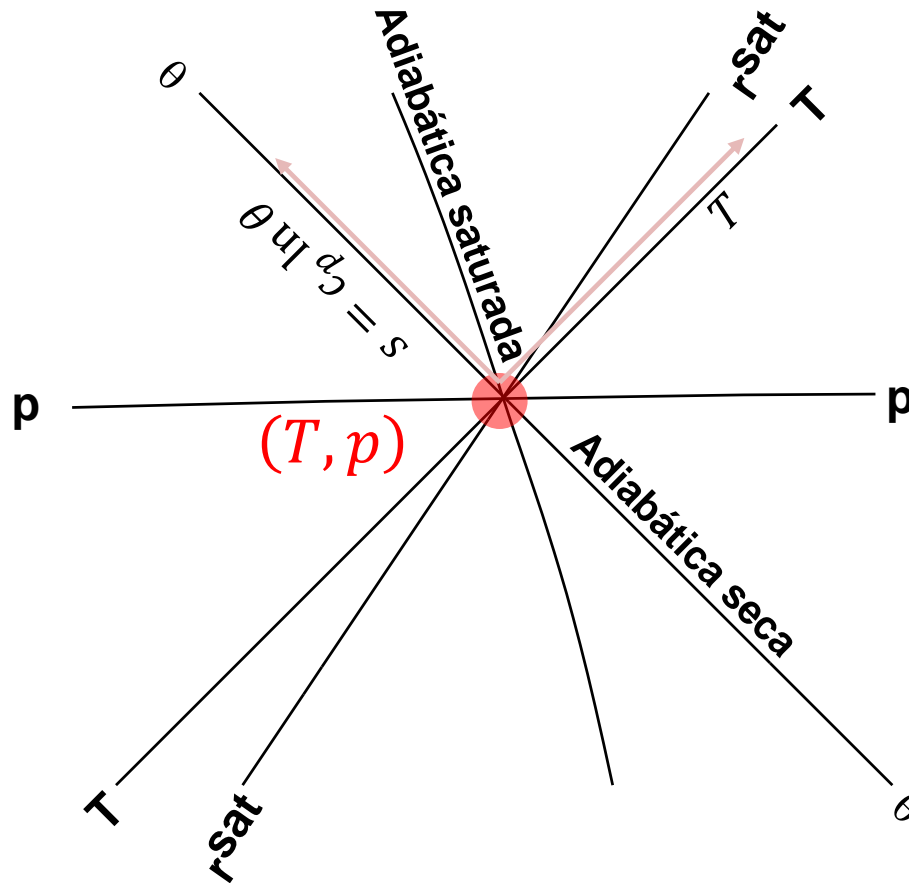
$$s = c_p \ln T - R_d \ln p + \text{const}$$

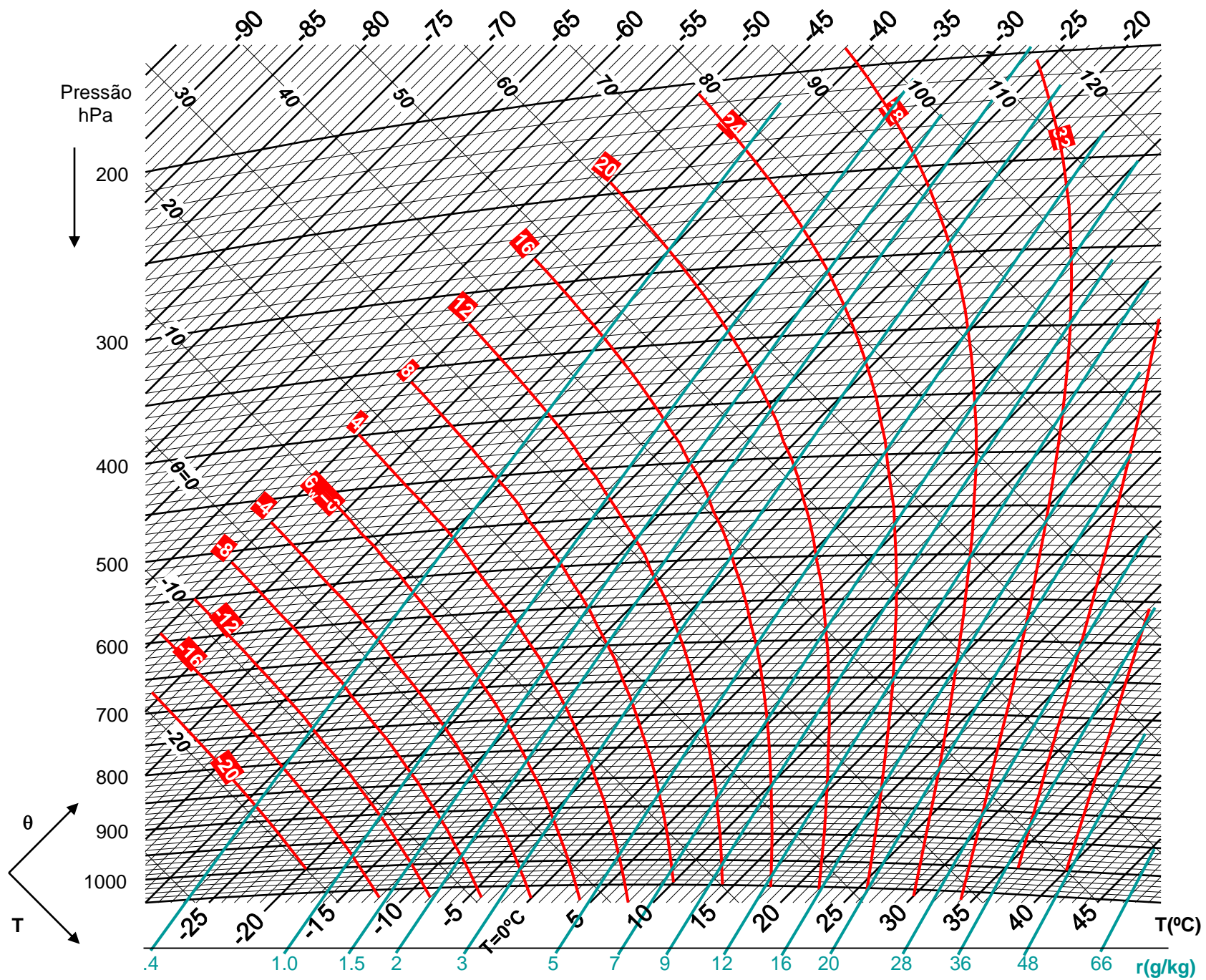
Na “região” meteorológica, as isóbaras são quase retilíneas, e:

$$200 \text{ hPa} < p < 1050 \text{ hPa}$$

Tefigrama rodado por 45°

Notar que o diagrama (T, θ) é **semilogarítmico**

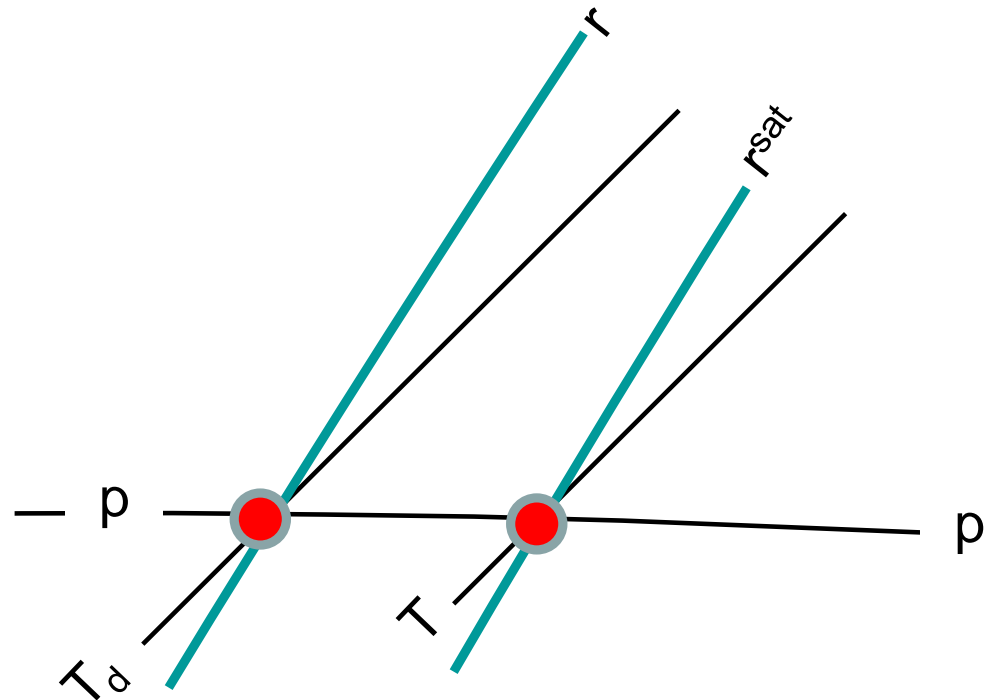




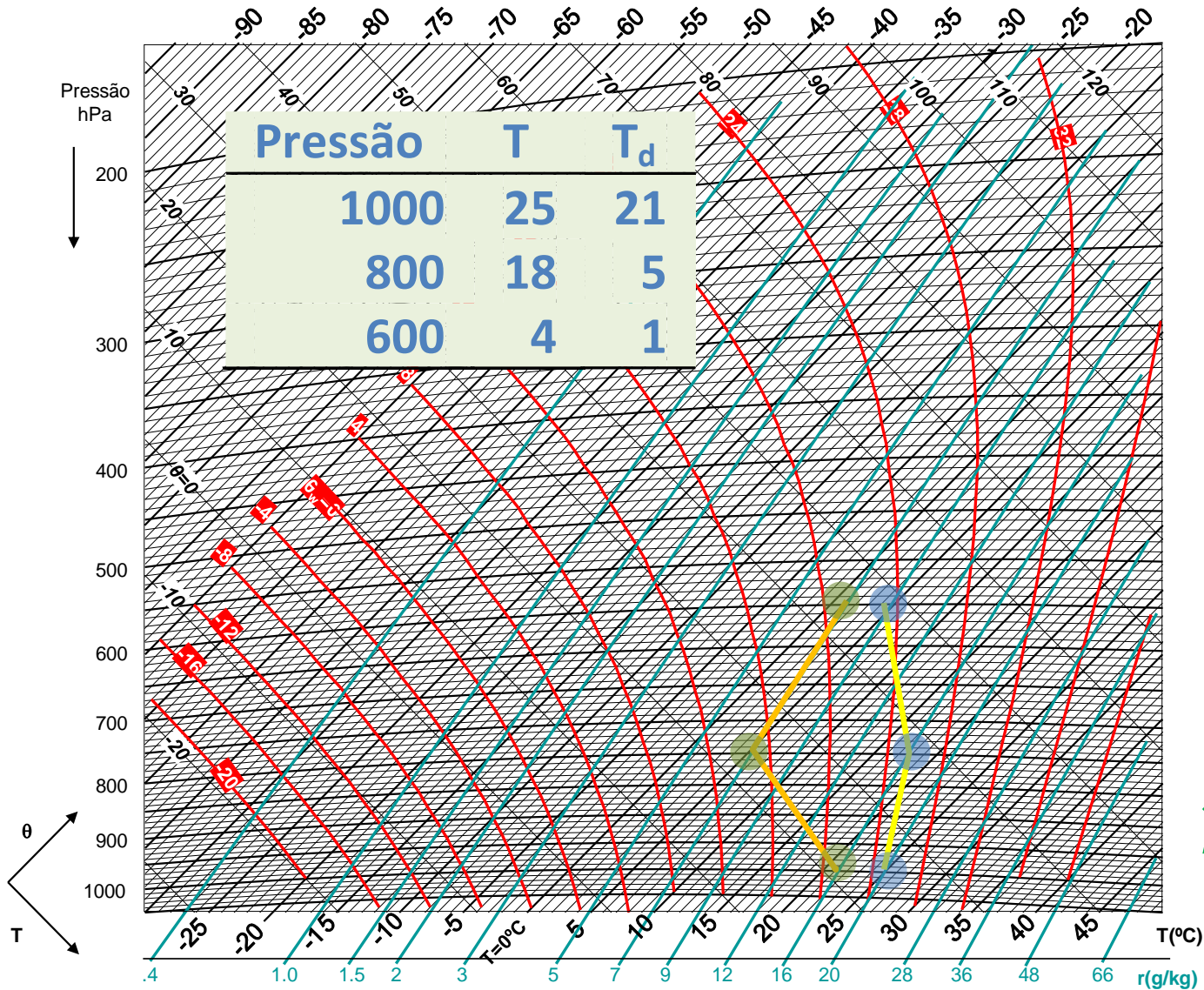
Estado de partícula de ar seco não saturado ($T_d < T$)

2 pontos na mesma isóbara

Se houver saturação só há 1 ponto ($T = T_d$), e a concentração de **condensados** só pode ser conhecida olhando para o **processo**



Estado de uma camada de ar: 2 linhas



p, T
 p, T_d

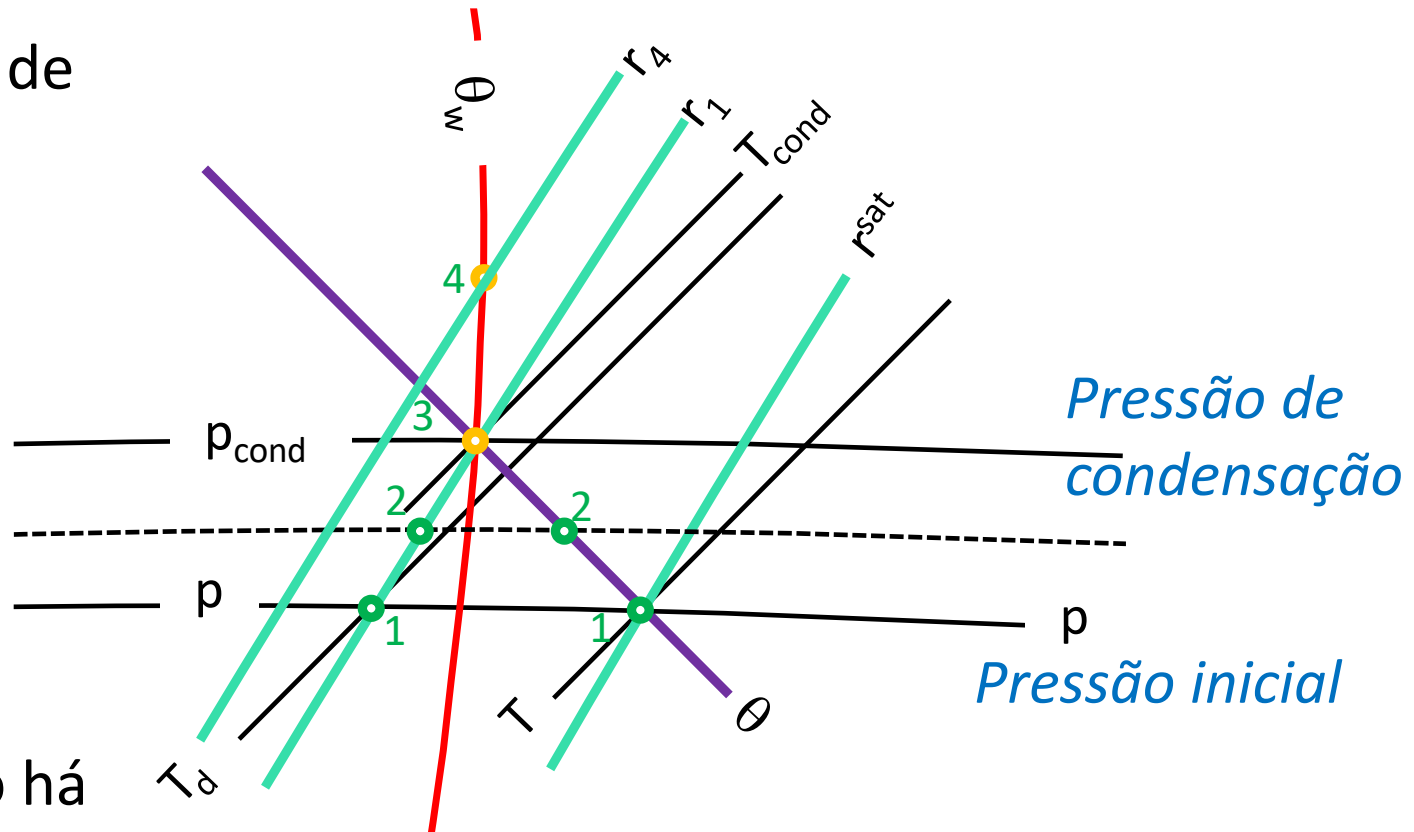
Expansão adiabática

SEM CHUVA: $(r + r_l = \text{const})$

Em (4): $r_l = r_1 - r_4$

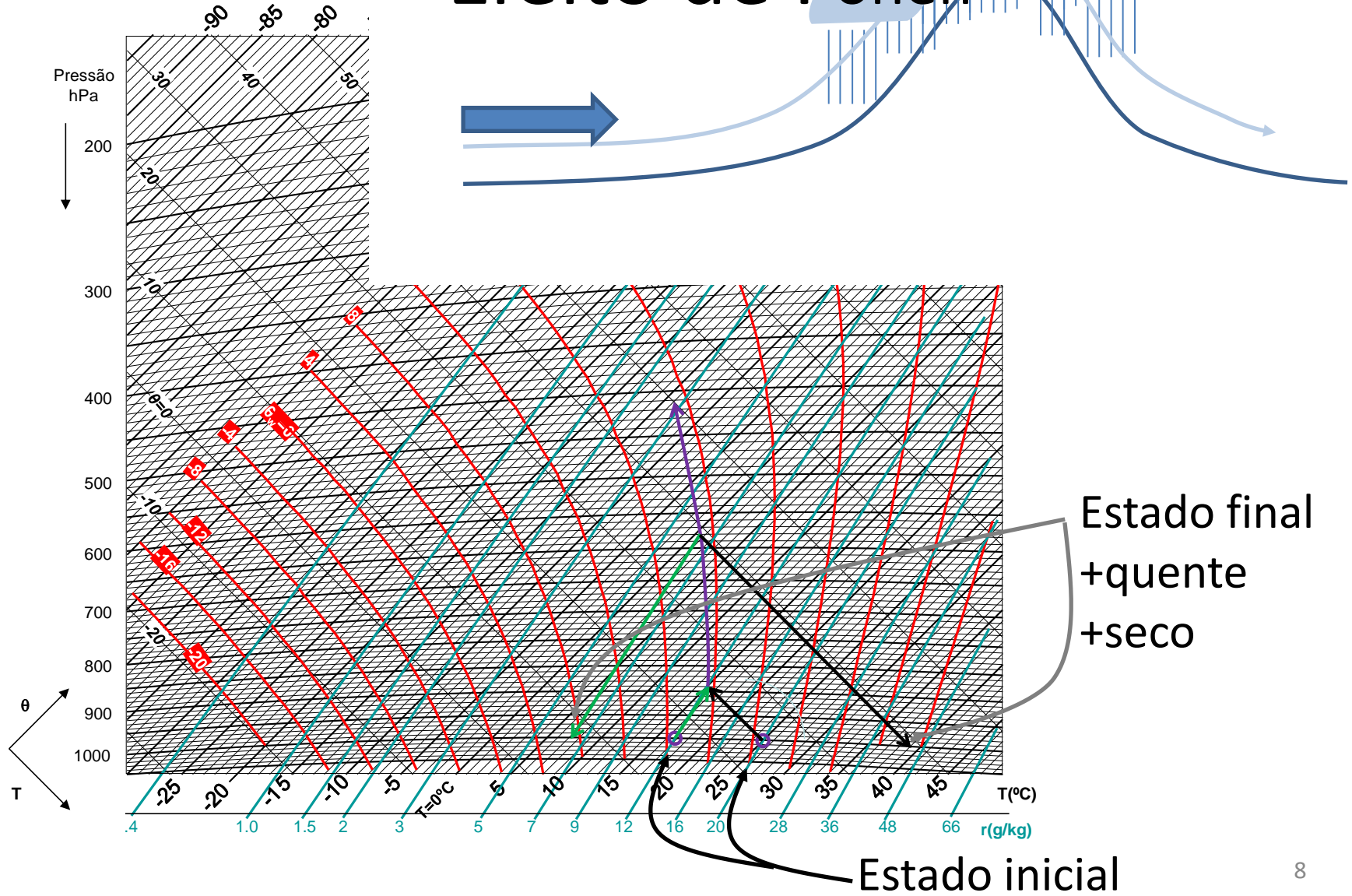
- Sequência de estados:

- (1,1) →
- (2,2) →
- (3) → (4)

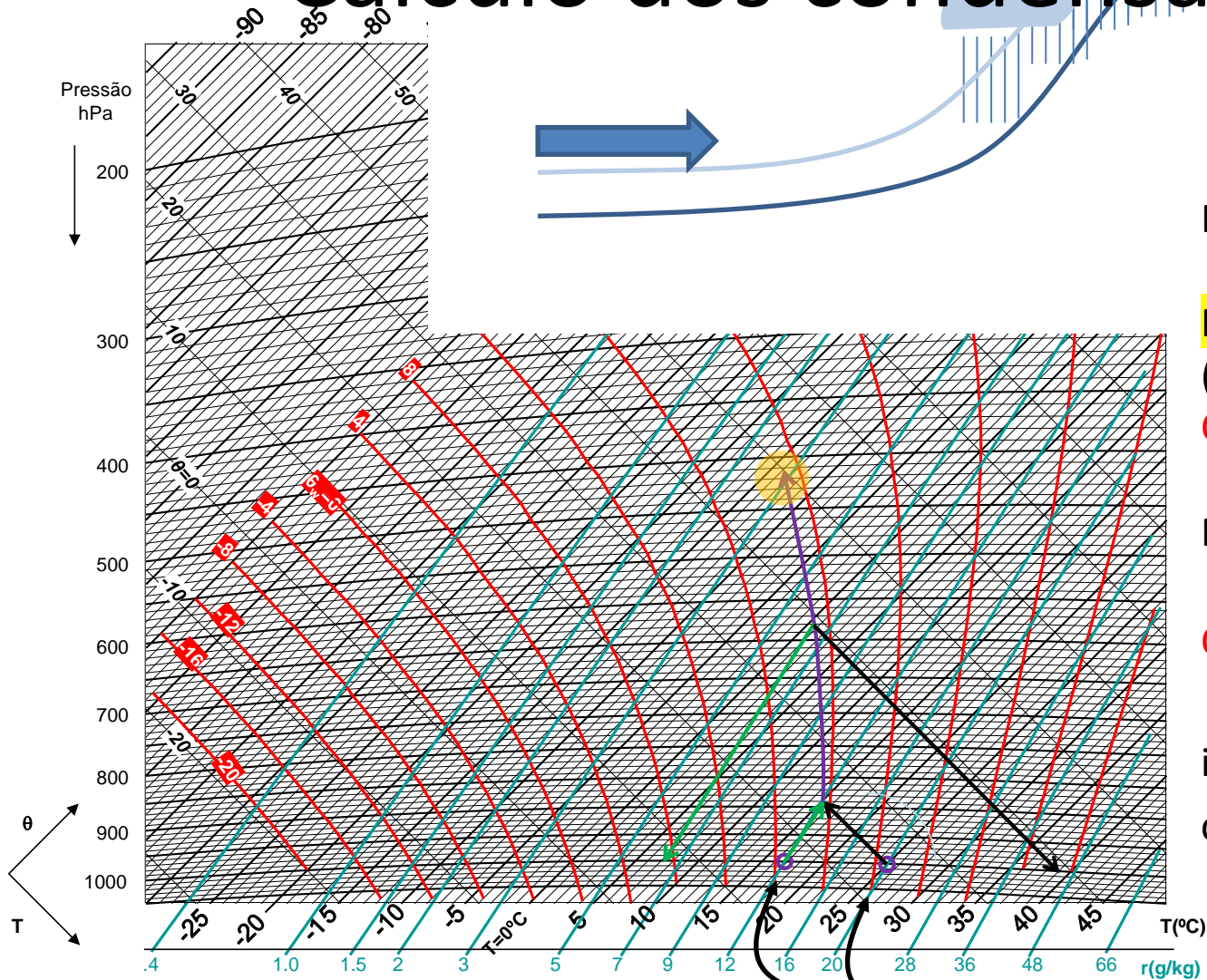


- Quando só há 1 ponto há saturação

Efeito de Fohen



Cálculo dos condensados



No início

$$r_i = 12 \text{ g kg}^{-1}$$

No topo da subida

$$(470 \text{ hPa}) r_t = 3 \text{ g kg}^{-1}$$

Condensado:

$$r_l = r_i - r_t = 9 \text{ g kg}^{-1}$$

No final (1000 hPa)

$$r_f = 6.5 \text{ g kg}^{-1}$$

Choveu

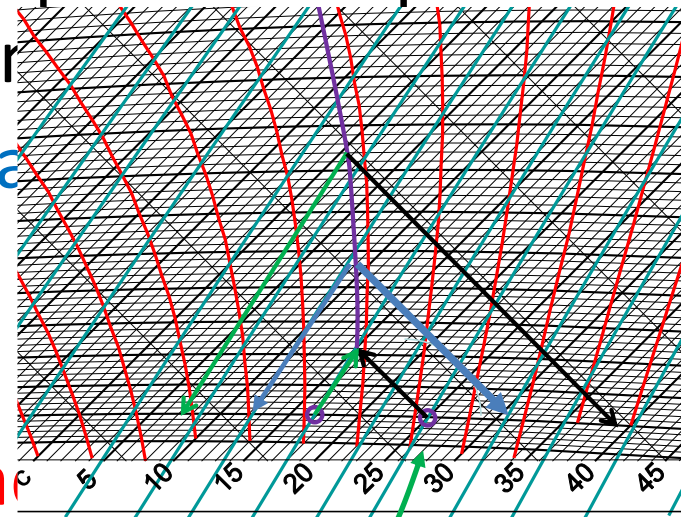
$$r_f - r_i = 5.5 \text{ g kg}^{-1}$$

i.e. $\frac{5.5}{9} \approx 61\%$ do condensado...

Estado inicial

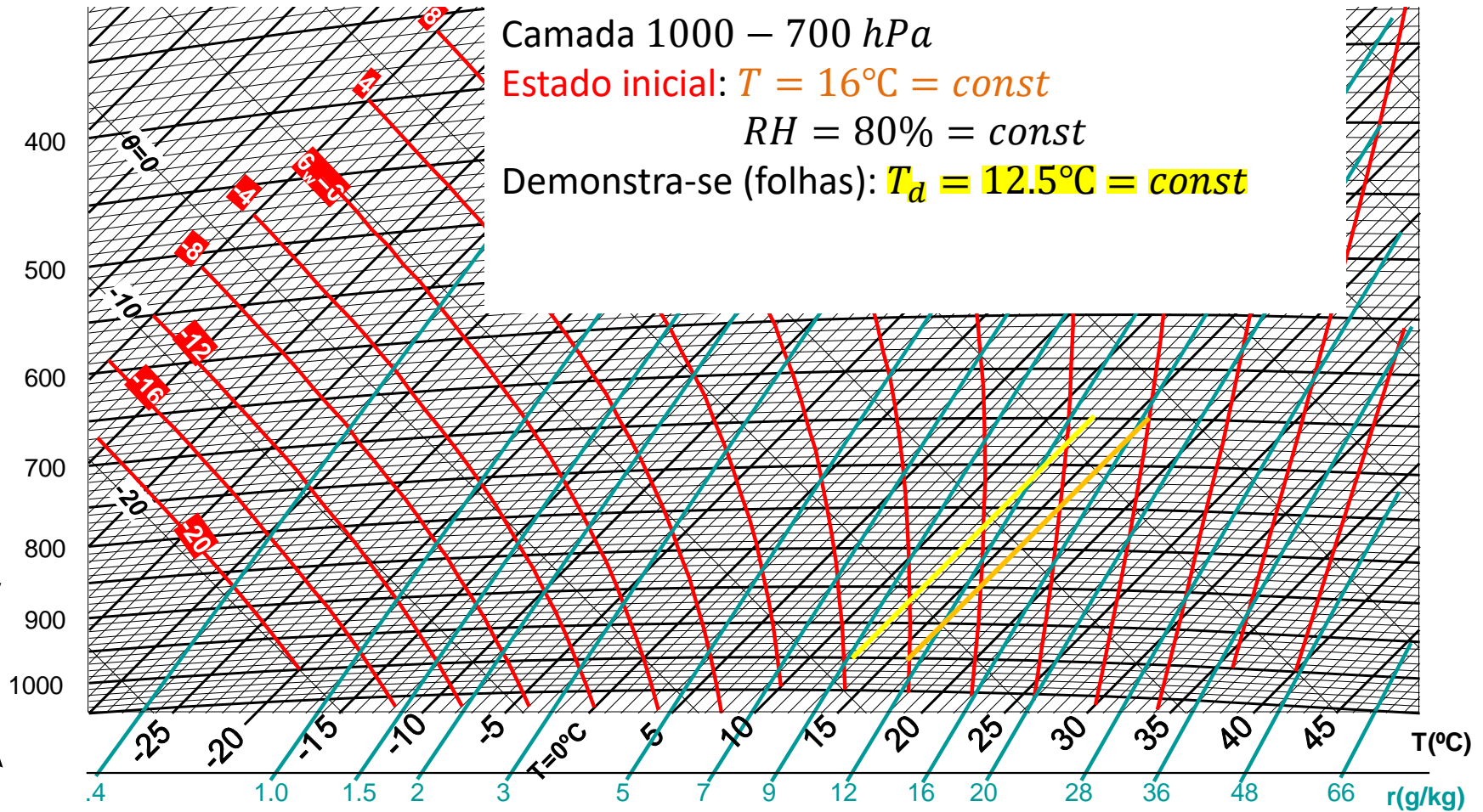
O que se mantém constante na expansão adiabática?

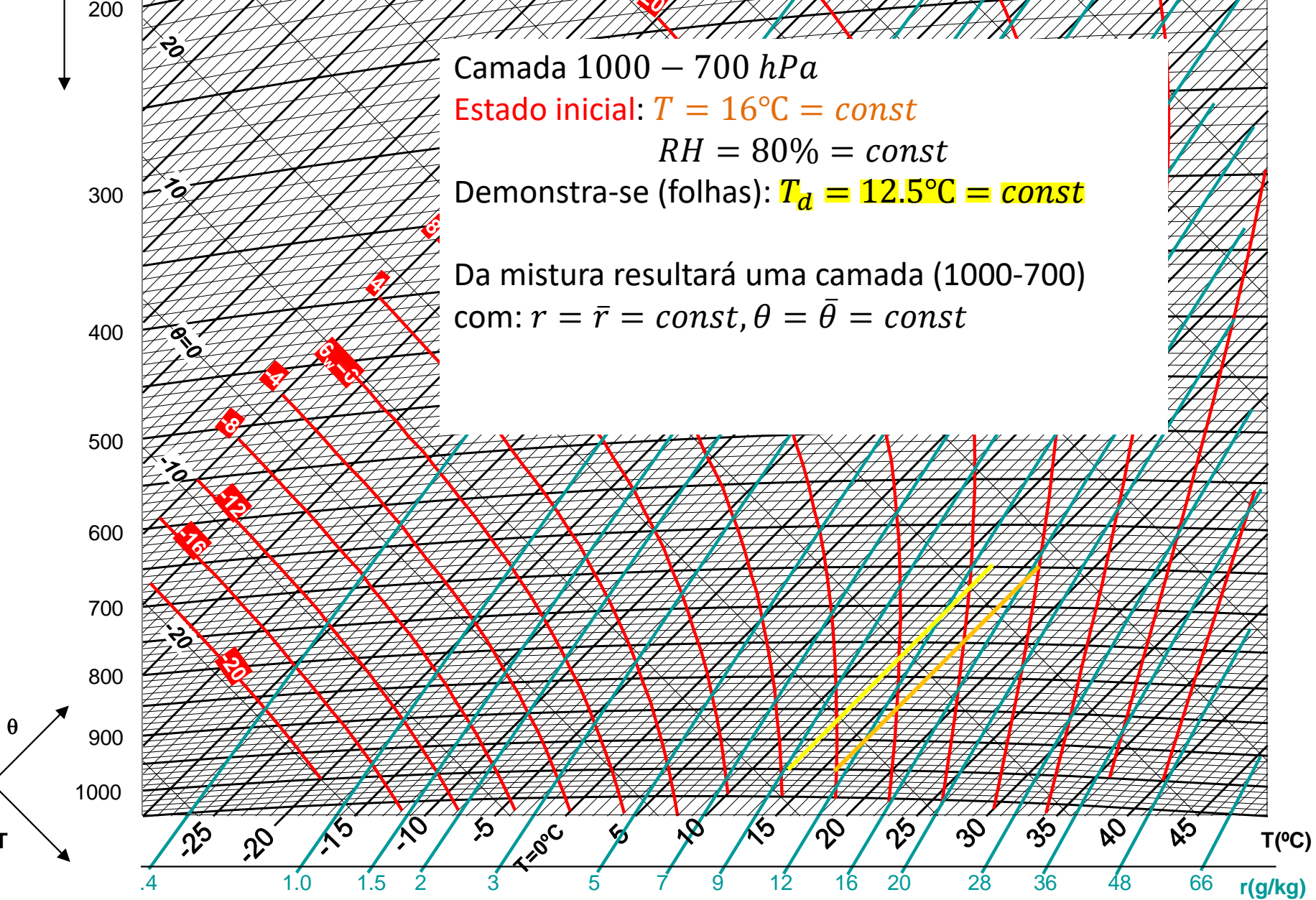
- A massa de água (contando com a fração precipitada)
- A entropia (se não houver precipitação)
- Aproximadamente, a entropia e a temperatura potencial do termómetro r
- Para diferentes % de chuva
- , sempre o mesmo θ_w
- (no exemplo $\theta_w = 20^\circ\text{C}$)
- Quanto mais chuva mais a



Nenhuma chuva: processo reversível

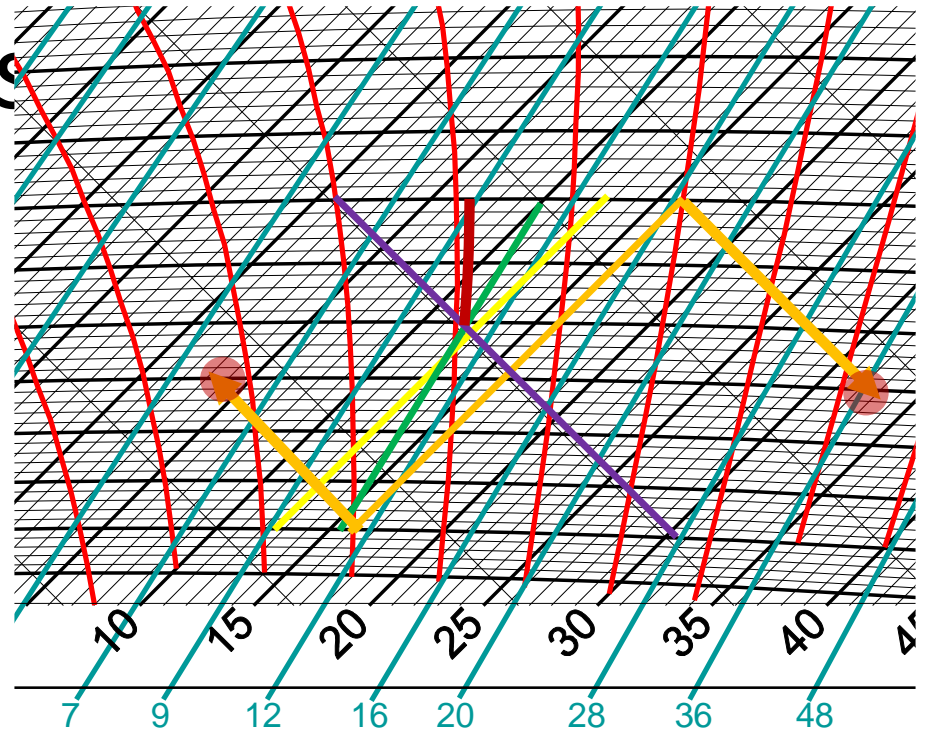
Mistura vertical





Mis

- Processo **adiabático**, **conserva água**.
- 1º leva-se o ar a um nível comum: cada partícula conserva θ, r



- Misturando:

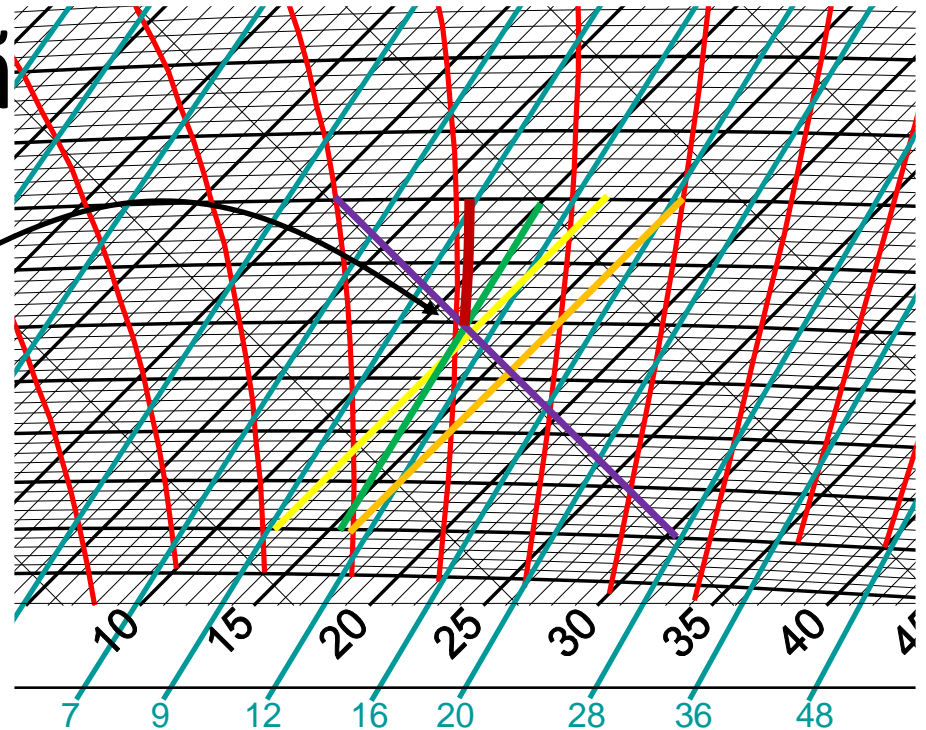
- $\bar{\theta} =$

$$\frac{1}{\Delta p} \int \theta dp \approx \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}$$

$$\bar{r} = \frac{1}{\Delta p} \int r dp \approx \frac{r_1 + r_2}{2}$$

Condensação

Nível de condensação por mistura



- Se as linhas $\bar{\theta}$ e \bar{r} se cruzarem, forma-se uma nuvem acima desse nível.
- Na nuvem o ar passa a seguir a linha $\theta_w = \text{const.}$
- No topo da nuvem a concentração de líquido é máxima.

Mistura vertical

Estado inicial: $T = \text{const}$, $RH = \text{const}$

Estado final: $\theta_w = \text{const}$

