

PROPULSÃO I

ATMOSFERA ISA

Prof. José Eduardo Mautone Barros

mautone@demec.ufmg.br

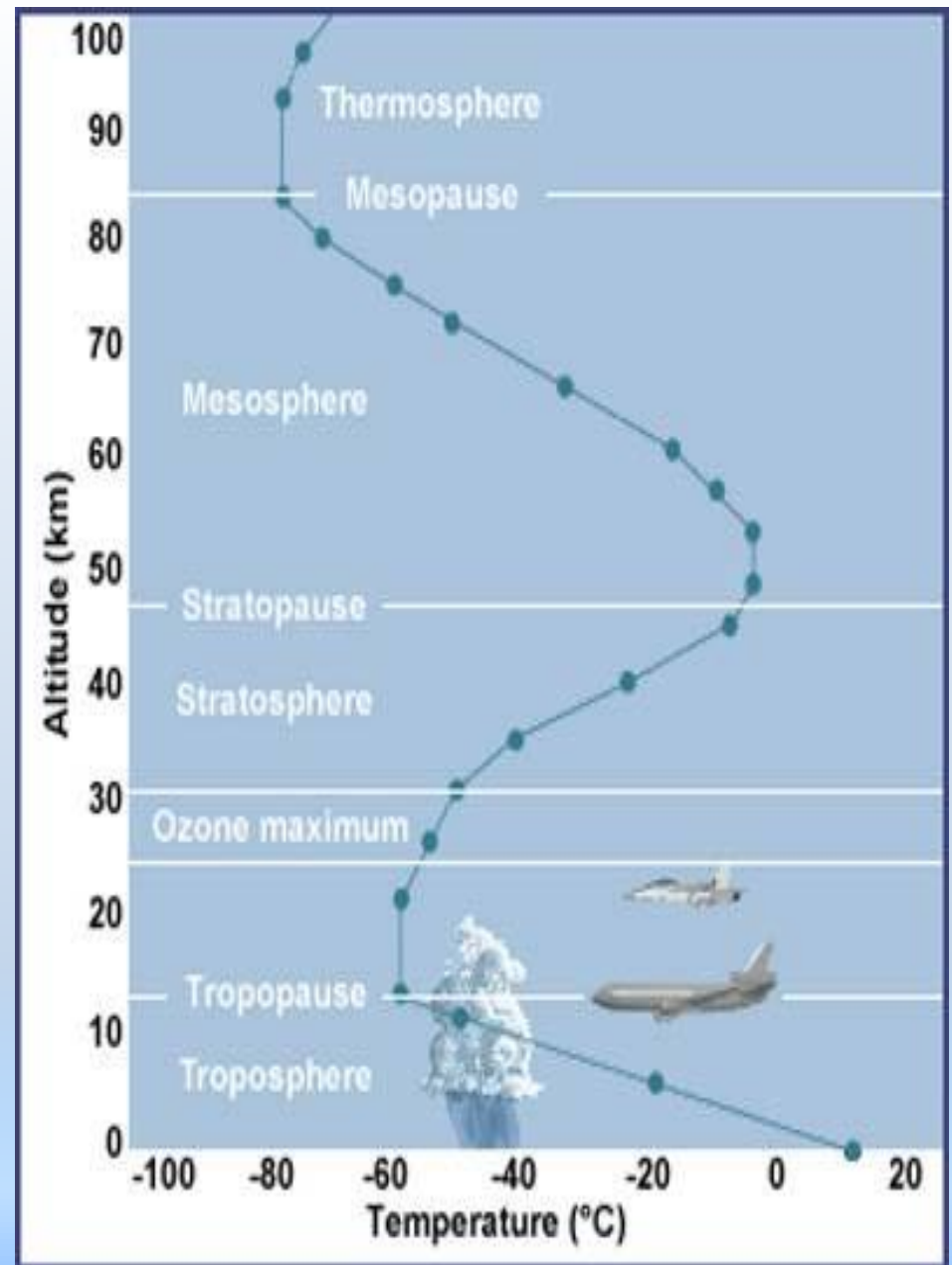
www.mautone.eng.br

ATMOSFERA ISA

☐ Definição

ISA - International Standard Atmosphere

- Válida para regiões temperadas
- O modelo prevê as propriedades do ar a uma dada altitude.



ATMOSFERA ISA

□ Estratosfera
($h \geq 11.000 \text{ m}$)

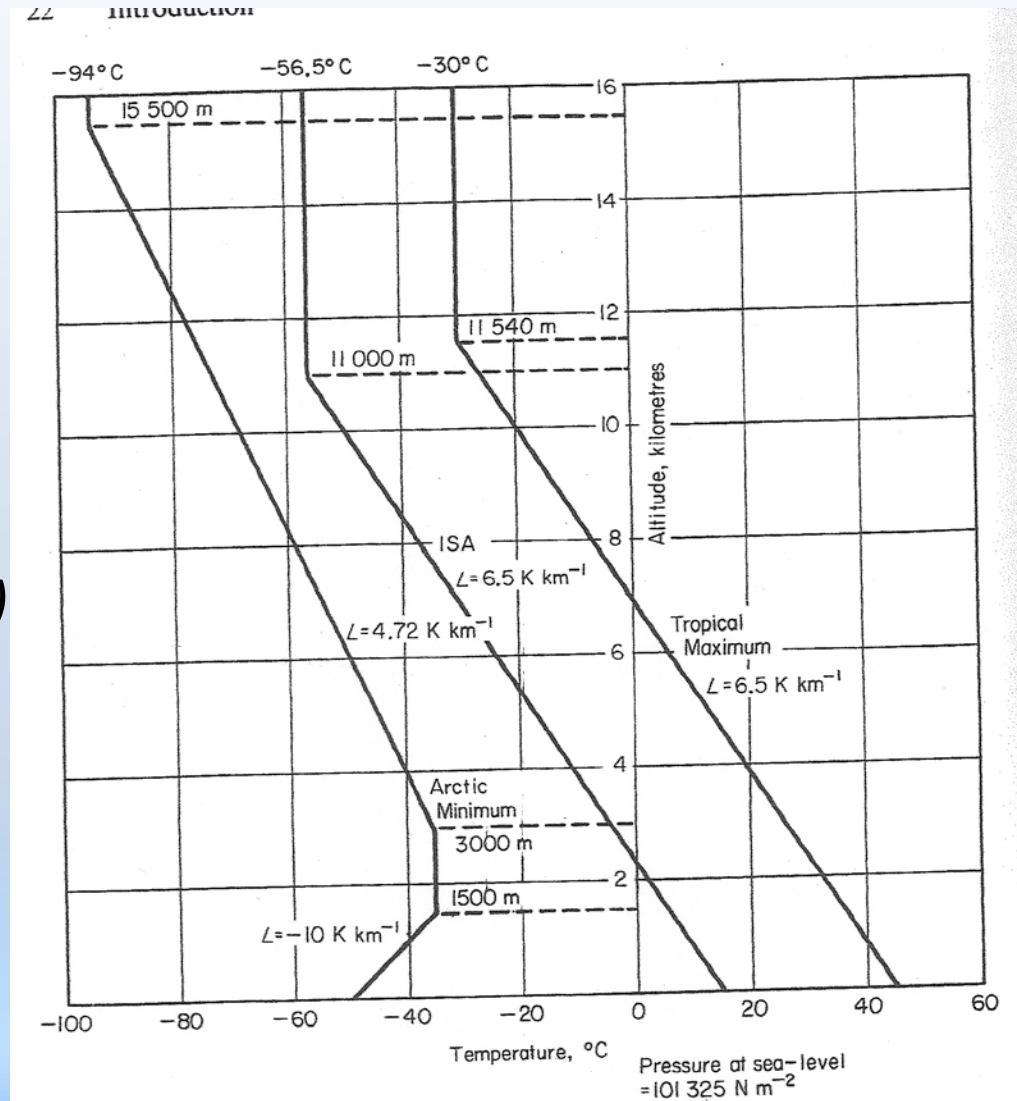
$$T = T_s = \text{constante}$$

$$P = \rho RT \quad R = 287,26 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

$$\frac{dp}{dh} = -\rho g \quad \begin{array}{l} \text{pressão} \\ \text{hidrostática} \end{array}$$

Integrando de h_1 a h_2

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} = \exp\left(\frac{g(h_1 - h_2)}{RT_s}\right)$$



ATMOSFERA ISA

☐ Troposfera
($h \leq 11.000 \text{ m}$)

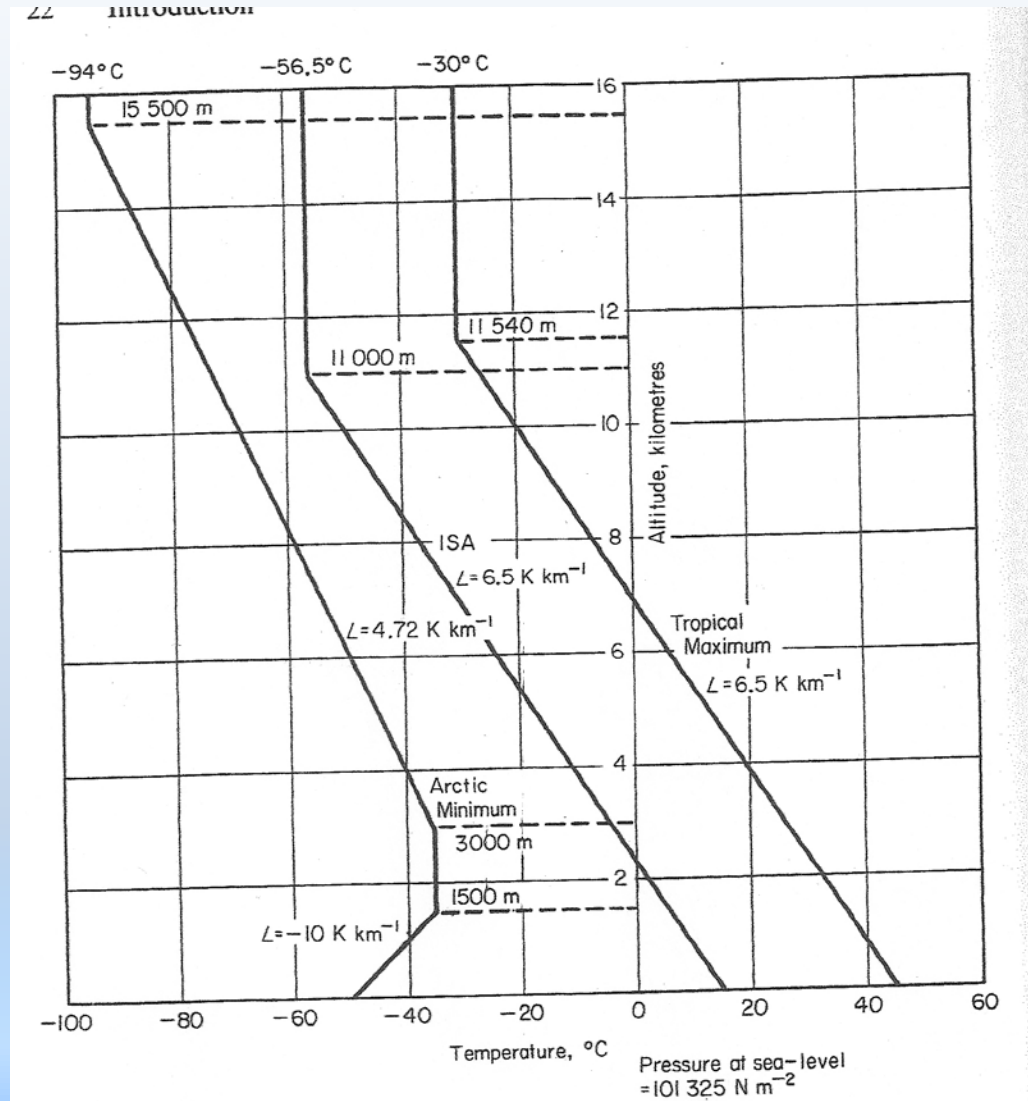
$$T = T_0 - Lh$$

$$\frac{dT}{dh} = L = 0,0065 \text{ [K/m]}$$

$$\frac{dp}{dh} = -\rho g \quad P = \rho RT$$

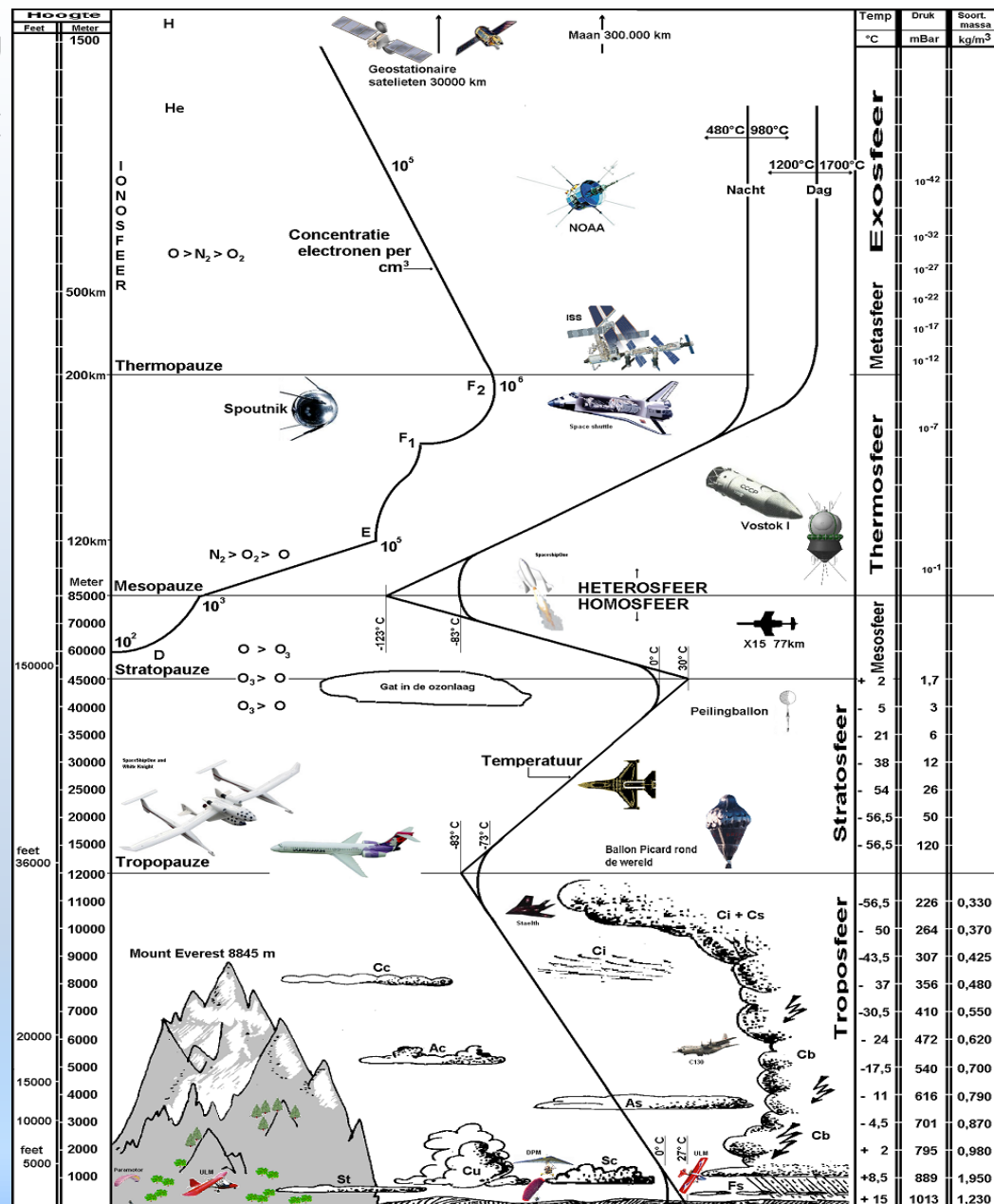
Integrando de h_0 a h_1

$$\frac{P_1}{P_0} = \left(\frac{T_1}{T_0} \right)^{g/LR} = \left(\frac{\rho_1}{\rho_0} \right)^{g/(g-LR)}$$



ATMOSFERA ISA

- Outras camadas (h ≥ 20.000 m)
 - Usar a norma US Standard Atmosphere, de 1962
 - Um programa exemplo calcula as propriedades a atmosfera a qualquer altitude



Exercícios

1) Calcular a pressão e massa específica da atmosfera ISA a 10 km e a 20 km. Sabendo que ao nível do mar a pressão é 101325 Pa e a temperatura é 288.15 K (15 °C).

Bibliografia

- HOUGHTON, E. L. et CARPENTER, P. W. *Aerodynamics for Engineering Students*. New York: John Wiley & Sons, 1993. 4ed. 515p.
- *US Standard Atmosphere*, 1962.