

1 Propriedades físicas da água

- **Massa específica**

$$[\rho] = \left[\frac{m}{v} \right] = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (1)$$

$$4^\circ\text{C} \rightarrow \rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

A **densidade** da água é uma função de sua **temperatura**. Para outros fluidos as tabelas devem ser consultadas.

Equação de Tanaka (2001): Equação utilizada para determinar a densidade da água para variações de temperatura entre 0°C e 40°C .

$$\rho = 999.974950 \cdot \left(1 - \frac{(T - 3.983035)^2 \cdot (T + 301.797)}{522528.9 \cdot (T + 69.34881)} \right) \quad (2)$$

- **Peso específico**

$$\gamma = \frac{W}{v} = \frac{m \cdot g}{v}, \text{ sendo } g = 9.81 \text{ m/s}^2 \quad (3)$$

$$[\gamma] = \frac{\text{N}}{\text{m}^3} \quad (4)$$

A água a 4°C possui $\gamma = 9810 \text{ N/m}^3 = 1000 \text{ kgf/m}^3$ γ pode ser reescrito como

$$\gamma = \rho \cdot g \quad (5)$$

- **Densidade (adimensional)**

$$d = \frac{\rho_{\text{substância}}}{\rho_{\text{padrão}}} \quad (6)$$

A água a 4°C tem $d = 1$, sendo utilizado como o padrão. Nessa temperatura $\rho_{\text{padrão}} = 1000 \text{ kg/m}^3$.

- **Viscosidade:**

- (a) Coeficiente de viscosidade dinâmica

Propriedade que confere resistência ao cisalhamento

$$\mu = f(\text{fluido, temperatura}) \quad (7)$$

$$[\mu] = \text{Pa} \cdot \text{s} \quad (8)$$

Água a 4°C possui $\mu = 1.566 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$

Equação de Lichachev (2003): Calcula μ em função de T

$$\mu = 32.025666 \cdot 10^{-6} \cdot e^{\frac{482.134866}{T+119.886026}} \quad (9)$$

- (b) Coeficiente de viscosidade cinemática

$$\nu = f(\text{fluido, temperatura}) \quad (10)$$

$$[\nu] = \left[\frac{\mu}{\rho} \right] = \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \quad (11)$$

Fluido	Temperatura (°C)	Viscosidade cinemática ($10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$)
Água	4	1.567
	20	1.007