

# Órgãos de Máquinas - Tribologia

## Aula Laboratorial nº 5b

### Medição de Viscosidade e Densidade

C. Fernandes, D. Gonçalves, R. Martins

## **1 Medição de Viscosidade e Densidade**

Este trabalho tem como principais objetivos: medir a viscosidade cinemática com um viscosímetro de Engler e a densidade através de um densímetro de óleos lubrificantes a várias temperaturas. Com os resultados das medições é apresentado o cálculo da viscosidade dinâmica.

### **1.1 Execução da Experiência**

As medições e operação dos equipamentos serão efetuadas pelo Docente responsável pela aula laboratorial. Os resultados devem ser registados pelos alunos durante as experiências.

### **1.2 Preparação dos Testes**

A experiência consiste na realização dos seguintes procedimentos:

1. Aquecimento da amostra de óleo lubrificante até à temperatura desejada;
2. Medição do tempo de escoamento de 200 mL de óleo lubrificante após atingir a temperatura desejada;
3. Medição da densidade do óleo lubrificante a duas temperaturas distintas.

### 1.3 Resultados

Os resultados das medições devem ser registados para avaliação.

O estudante deverá apresentar os seguintes resultados:

1. viscosidade cinemática em graus ENGLER do óleo testado (ver formulário). Converter os valores em  $\frac{\text{mm}^2}{\text{s}}$ ;
2. as constantes  $m$  e  $n$  da fórmula ASTM D341 para o óleo testado no viscosímetro de Engler considerando o valor da constante  $c = 0,7$ ;
3. índice de viscosidade do óleo lubrificante. O que entende por este parâmetro?
4. Verifique se o óleo lubrificante (p. ex. 75W90, ISOVG 320,) cumpre as especificações de viscosidade definidas pela norma respetiva (SAE, ISO, etc).
5. o coeficiente de expansão térmica do lubrificante  $\alpha_t$ .

### 1.4 Formulário

Cálculo dos graus Engler do lubrificante medido:

$$^{\circ}E = \frac{\text{tempo de escoamento do óleo lubrificante}}{\text{tempo de escoamento de 200 mL de água a } 20^{\circ}\text{C}} \quad (1)$$

Conversão de graus Engler para  $\frac{\text{mm}^2}{\text{s}}$  é obtida através da equação (2), utilizando os parâmetros descritos na Tabela 1.

$$\nu = k_1 \cdot ^{\circ}E + \frac{k_2}{^{\circ}E + k_3} \quad (2)$$

Tabela 1: Registo do valor das medições de rugosidade

Parâmetro	$^{\circ}E > 3$	$^{\circ}E < 3$
$k_1$	7,624	14,867
$k_2$	-2,717	75,568
$k_3$	-1,522	-6,198

A fórmula ASTM D341:

$$\nu = -c + 10^{10^{n-m \log T}} \quad (3)$$

A variação da densidade com a temperatura pode ser representada pela equação (4).

$$\rho = \rho_0 + \rho_0 \cdot \alpha_t \cdot (T_0 - T) \quad (4)$$

Nome: \_\_\_\_\_

Número: \_\_\_\_\_

## Registo de medições de viscosidade

Tabela 2: Registo do valor das medições de viscosidade

Fluido	$T/^{\circ}\text{C}$	$t/\text{s}$	$^{\circ}\text{E}$	$\nu/\frac{\text{mm}^2}{\text{s}}$
Água (200 mL)	20	51.3	-	-

Tabela 3: Registo do valor das medições de densidade

Óleo lubrificante	Temperatura / $^{\circ}\text{C}$	Densidade / $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$\alpha_t/\frac{1}{^{\circ}\text{C}}$

### Respostas:

1.

2.

3.

4.

5.