

## AULA PRÁTICA 4

### Viscosidade de Fluidos Não-Newtonianos

#### Objetivo:

Determinação da viscosidade de molhos, através do cálculo do índice de escoamento ( $n$ ) e da consistência ( $k$ ).

#### Equipamento

##### Reómetro

Compressor

Banho de controlo de temperatura

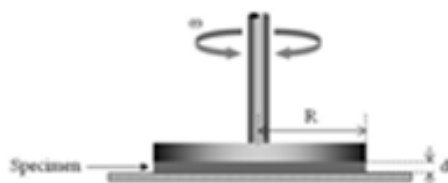
Sistemas sensores

Software (programação dos testes e tratamento de resultados)

#### Curva de viscosidade --> Teste estacionário

#### **Sistema sensor de pratos paralelos:**

- Consiste em 2 pratos paralelos. A geometria é determinada pelo raio do prato ( $R$ ). O gap deve ser muito inferior ao raio ( $d < 1\% \times R$ )
- **A velocidade de deformação (*shear rate*) é heterogénea (0 no centro, e máxima no limite do prato) – maior desvantagem**
- Adequados para testes rotacionais (ex<sup>o</sup> determinação de viscosidade)
- Aplica-se a polímeros fundidos e materiais muito viscosos
- Para fluidos com baixa viscosidade usar sistema com um raio maior
- Permite medições em dispersões com partículas em suspensão
- **Podem apresentar superfícies rugosas (*serrated*) de forma a minimizar efeitos de “escorregamento” da amostra a altas velocidades de deformação**

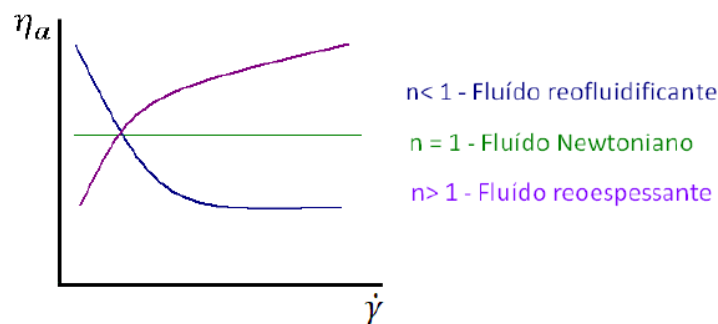


## Procedimento experimental:

- Ligar o compressor, regular o banho termostatzado para 20°C e ligar o reómetro
- Adaptar o sistema sensor PP35 (prato paralelo rugoso, 35 mm de diâmetro), e 1 mm gap
- Colocar uma porção da amostra no prato do reómetro
- Manter a amostra em repouso durante 5 min antes de efetuar a determinação

## Tratamento de resultados:

- 1) Tabela com valores de **velocidade de deformação** e de **viscosidade aparente**
- 2) Traçar as **curvas de viscosidade** (viscosidade aparente em função da velocidade de deformação)



Para amostras com **comportamento reofluidificante** (a viscosidade aparente diminui com o aumento da velocidade de deformação) utiliza-se a **Lei de Potência** para calcular a consistência (k) e o índice de escoamento (n) das amostras:

$$\eta_a = k \times \dot{\gamma}^{n-1}$$

$\eta_{ap}$  – viscosidade aparente (Pa.s)

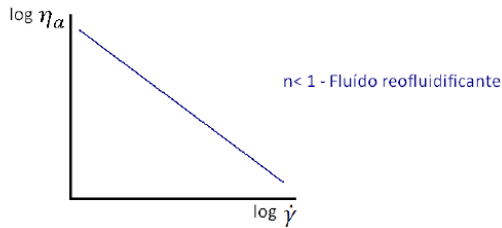
$\dot{\gamma}$  – velocidade de deformação (1/s)

k – consistência (Pa.s<sup>n</sup>)

n – índice de escoamento (traduz o desvio do comportamento Newtoniano)

3) **Logaritmizar** os valores de velocidade de deformação e de viscosidade

$$\log \eta_a = \log K + (n - 1) \log \dot{\gamma}$$



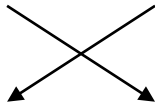
Obtém-se uma equação do tipo  $y=mx+b$   
(eq. da reta)

$a = \log k \iff$  Ordenada na origem  $\iff k = 10^a$

$b = n-1 \iff$  Declive da recta  $\iff n = b+1$

**Exemplo:**

$$y = -0.7197x + 1.0579$$



$$\log \eta_a = \log k + (n - 1) \log \dot{\gamma}$$

**Consistência**

$\log k = 1.0579$

$k = 10^{1.0579}$

$k = 11426 \text{ Pa}\cdot\text{s}^n$

**Índice de escoamento**

$n-1 = -0.7197$

$n = -0.7197 + 1$

$n = 0.280$