



**Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas**

Unidade Curricular: **Física Aplicada**

Aulas Laboratoriais

Trabalho laboratorial n.º 4

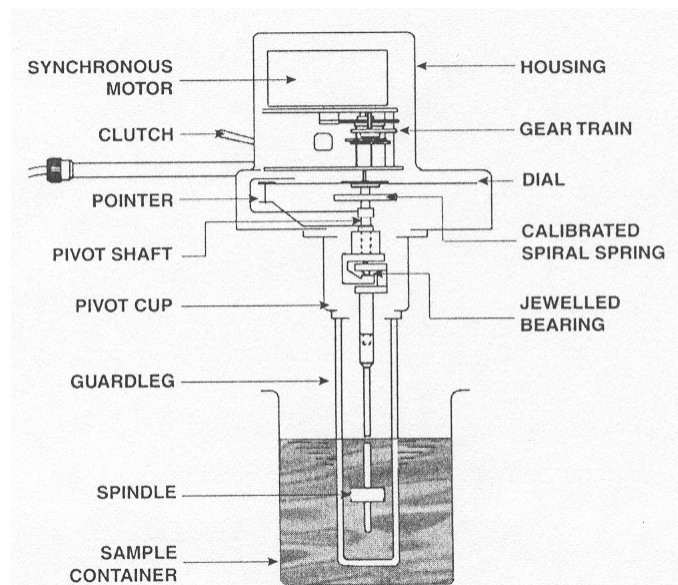
**Reologia**

## DETERMINAÇÃO DO COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE UMA SOLUÇÃO

Utiliza-se um viscosímetro rotativo para determinar as características reológicas de uma solução. Pretende-se avaliar o tipo de comportamento reológico da substância com comportamento não-Newtoniano.

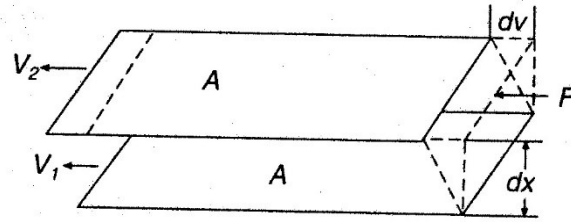
### 4.1 – BREVE REFERÊNCIA A ALGUNS CONCEITOS FUNDAMENTAIS

A determinação das características reológicas de uma solução pode ser realizada utilizando o Viscosímetro Digital Brookfield conforme mostra a figura seguinte.



A viscosidade, como se referiu (ver trabalho laboratorial n.º 3, parte 1), é a medida da "fricção interna de um fluido que resiste ao escoamento". A fricção torna-se aparente sempre que uma camada do fluido se move em relação a outra. Quanto maior a fricção, maior será a força necessária para provocar movimento, ao qual se chama "shear". Fluidos muito viscosos requerem maiores forças para se moverem que fluidos menos viscosos.

Isaac Newton definiu viscosidade considerando o seguinte modelo:



Dois planos paralelos de fluido, de igual área "A", estão separados a uma distância "dx" e movem-se na mesma direção a diferentes velocidades "v<sub>1</sub>" e "v<sub>2</sub>". Newton assumiu que a força necessária para manter esta diferença na velocidade é proporcional à diferença da velocidade através do líquido ou ao gradiente de velocidade.

$$\frac{F}{A} = \eta \times \frac{dv}{dx}$$

Onde  $F/A$  indica a força requerida, por unidade de área, para produzir uma ação laminar e designa-se por **tensão de corte** ou "**shear stress**".

A relação,  $dv/dx$  é a medida da variação da velocidade à qual as camadas intermédias se movem entre si. Designa-se por **velocidade de corte** ou "**shear rate**".

Newton assumiu que todos os materiais seguem este comportamento, o qual chamou curiosamente, Fluidos Newtonianos. Contudo, este comportamento é apenas um dos vários tipos de comportamentos conhecidos. No manual do equipamento (disponível em versão pdf) pode consultar diferentes tipos de comportamentos.

Na prática, num **Fluido Newtoniano**, a viscosidade a uma dada temperatura, mantém-se constante, independentemente do modelo do viscosímetro utilizado para efetuar a medição da viscosidade, ou da velocidade à qual se realizou a medição.

Nos **Fluidos Não-Newtonianos** a relação entre  $F/A$  e  $dv/dx$  não é constante. Isto é, a viscosidade destes fluidos varia com a variação do "shear rate". Neste tipo de fluidos todos os parâmetros, tais como o viscosímetro, os acessórios e a velocidade têm influência sobre a viscosidade. A viscosidade medida é designada por "**viscosidade aparente**" do fluido e só é exata nas condições experimentais utilizadas.

Existem vários tipos de comportamentos Não-Newtonianos. Caracterizam-se pela forma como a viscosidade aparente varia em resposta às variações do "Shear rate".

- Pseudoplástico
- Plástico
- Dilatante

## 4.2 – EXECUÇÃO LABORATORIAL

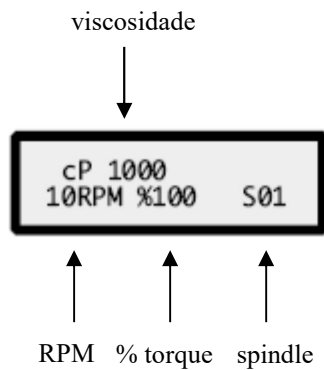
### 4.2.1 – Material e Reagentes

- Viscosímetro Digital Brookfield (princípios de funcionamento detalhadamente mencionados no manual de instruções)
- Termómetro
- Amostras
- Água desionizada

### 4.2.2 – Modo de proceder

- 1 – Utilize uma das soluções que foi fornecida.
- 2 – Ligue o Viscosímetro Digital Brookfield. (O botão encontra-se atrás do equipamento)
- 3 – Verifique se o equipamento está programado para o acessório (*spindle*) a ser usado (procure a ajuda do docente).
- 4 – Coloque o botão speed/spindle na posição à esquerda.
- 5 – Ajuste o valor da velocidade a 1 rpm.
- 6 – Coloque o botão speed/spindle na posição central.
- 7 – Para medir a viscosidade basta ligar o motor no botão MOTOR ON.

8 – Deixe estabilizar. Só deverá registar os resultados quando todos os dígitos presentes no ecrã deixarem de piscar. Deverá registar a velocidade em RPM, a viscosidade, bem como a % de binário aplicado.



9 – Repita o procedimento a partir do ponto 4, para as seguintes velocidades:

1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 10,0; 12,0; 20,0; 30,0; 50,0.

10 – Repita o procedimento para as mesmas velocidades de rotação mas agora de forma decrescente.

#### 4.3 – TRATAMENTO DOS DADOS EXPERIMENTAIS

1 – Trace um gráfico da  $\eta = f(\text{RPM})$ .

Utilize o mesmo gráfico para traçar as variações da viscosidade com o aumento e diminuição da velocidade de rotação.

2 – Avalie o tipo de comportamento reológico da solução.