

PRÁTICA: LÍQUIDOS: DETERMINAÇÃO DA VISCOSIDADE

1. Introdução

No estado líquido as moléculas estão mais próximas uma das outras e entre elas existem forças atrativas. Para um líquido fluir suas moléculas devem ser capazes de deslizar uma sobre as outras. Todo líquido oferece uma resistência a esse processo. Esta resistência ou fricção interna é a medida da viscosidade do líquido. Em geral, líquidos mais viscosos fluem mais lentamente e devem apresentar forças de atração mais intensas entre as moléculas.

Considere um líquido no interior de um tubo circular, onde as moléculas se dispõem em camadas concêntricas cilíndricas. A viscosidade é a resistência que uma camada de líquido sofre para mover-se em relação à outra camada vizinha. Ao fluir, ao longo de um tubo, as camadas movem-se com velocidades diferentes que aumentam da periferia para o centro, à medida que ficam próximas do eixo do cilindro. Esta forma de escoamento é conhecida como escoamento laminar.

Diversos fatores afetam a viscosidade de um fluido:

- a) líquido puro: natureza química (moléculas polares e apolares), tamanho e forma das moléculas,
- b) solução: adição de soluto,
- c) temperatura.

Há vários métodos de determinação do coeficiente de viscosidade de líquidos. A maioria consiste na determinação das velocidades de escoamento do líquido através de um tubo capilar ou da queda de um corpo esférico através do líquido, utilizando as leis de Poiseuille e de Stokes, respectivamente. Esses métodos são empregados apenas para líquidos de escoamento laminar.

Nesta prática, a viscosidade de diversos líquidos será determinada utilizando-se o viscosímetro de Ostwald (Figura 1). Nesta técnica, observa-se o tempo gasto para o líquido fluir de um reservatório superior de volume definido, passando por tubo capilar, para um reservatório inferior, sob a influência da gravidade.

A medida direta da viscosidade absoluta é muitas vezes difícil de ser obtida. O procedimento usual é a determinação de sua viscosidade em relação à viscosidade de

uma substância de referência, numa dada temperatura. A água é o líquido mais utilizado como referência.

Pela equação de Poiseuille temos:

$$\eta = \frac{\pi r^4 g h}{8 V l} \rho t \quad (01)$$

Onde:

η = coeficiente de viscosidade (letra grega eta)

t = tempo gasto para o líquido fluir

ρ = densidade do líquido

r e l = raio e comprimento do capilar

V = volume do reservatório superior

h = diferença de altura das marcações nos reservatórios, onde o líquido fluirá

g = aceleração da gravidade

Para a obtenção da viscosidade relativa de um líquido, medem-se os tempos de escoamento do líquido e da água no mesmo viscosímetro, mantendo o volume e a temperatura constantes. Os termos r, g, h, V e l da equação (01) são os mesmos para ambos os líquidos, assim, a razão entre as viscosidades do líquido (1) e da água (2), é dada pela equação (02):

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_2 t_2} \quad (02)$$

As unidades de viscosidade estão descritas na Tabela 1.

TABELA 1: Unidade de viscosidade de acordo com os sistemas mais comuns.

<i>Viscosidade Absoluta (η)</i>				
Sistema CGS			Sistema SI	
nome	Símbolo	Descrição	Nome	símbolo
Poise	P	$\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$	pascal.segundo	Pa.s
centipoise	cp	$10^{-2}\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$	milipascal.segundo	mPa.s
1cp = 1mPa.s				

Este trabalho prático tem como objetivos: i) determinar o coeficiente de viscosidade de vários líquidos pelo método de viscosímetro de Ostwald; ii) comparar e discutir os fatores que afetam a viscosidade dos líquidos.

2. Parte Experimental

2.1 Materiais

- Viscosímetro de Ostwald
- Cronômetro
- Termômetro
- Seringa
- Pipeta de 10 ml
- Água destilada
- Becher
- Suporte com garra
- Acetona
- Hexano
- Ciclohexano
- Metanol
- Etanol
- n-propanol
- n-butanol
- terc-butanol

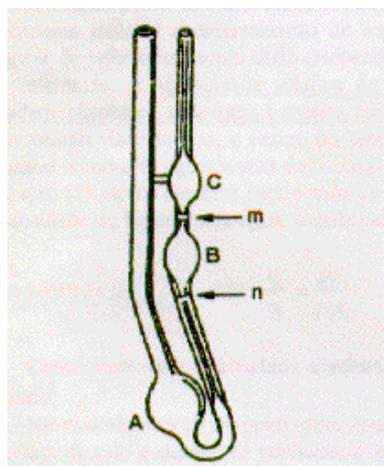


Figura 1: Viscosímetro de Ostwald.

2.2 Procedimento

- Medir a temperatura ambiente
- Com o auxílio de uma pipeta, transferir 10 mL do solvente orgânico que se deseja determinar a viscosidade para o interior viscosímetro (limpo e seco) através do tubo de maior diâmetro, ocupando o reservatório A.

- Em seguida, com o auxílio de uma seringa pelo tubo de menor diâmetro, deslocar o líquido do reservatório A até que o mesmo atinja aproximadamente a metade do volume do reservatório C.
- Desconectar a seringa do tubo, de modo a permitir o escoamento livre do líquido.
- Marcar o tempo gasto para o menisco superior passar sucessivamente pelas duas marcas de calibração, m e n, no viscosímetro. Fazer em triplicata as determinações deste tempo.
- Limpar, secar o viscosímetro e repetir o procedimento usando o líquido referencia (água). Deve-se empregar um volume igual ao do líquido orgânico.

3. Apresentação dos resultados e discussão

Os valores dos tempos de escoamento devem ser anotados na Tabela 2.

TABELA 2: Valores dos tempos de escoamento da água e dos solventes orgânicos.

Grupo	Líquidos	Tempo de escoamento / s			
		1ª medida	2ª medida	3ª medida	Média
1	Acetona				
	Água				
2	n-Hexano				
	Água				
3	Ciclo-hexano				
	Água				
4	Terc-butanol				
	Água				
5	Metanol				
	Água				
6	Etanol				
	Água				
7	1-propanol				
	Água				
8	1-butanol				
	Água				

Nota: Temperatura (°C) =

- Calcular a viscosidade dos líquidos estudados utilizando a equação 02. Comparar os resultados obtidos com aqueles fornecidos na literatura e calcular o erro relativo (%).
- Analisar os resultados obtidos para os líquidos levando em conta a natureza química, o tamanho, a forma das moléculas e interações intermoleculares.

- Construir um gráfico de valores de viscosidade em função da massa molar dos alcoóis da série homóloga (ROH). Interpretar o resultado.

TABELA 3: Estruturas e valores de viscosidade (η) dos líquidos.

Líquidos	Fórmula estrutural	Viscosidade/mPa.s		Erro/%
		Experimental (..... °C)	Tabelada (20 °C)	
Acetona				
n-hexano				
Ciclo-hexano				
Terc-butanol				
Metanol				
Etanol				
1-propanol				
1-butanol				

ANEXO

TABELA 4: Valores de viscosidade, densidade, a 20 °C, e massa molar de alguns compostos.

Líquidos	η / mPa.s	MM/g.mol ⁻¹	ρ / g.mL ⁻¹
Acetona	0,327	56,08	0,7899
n-hexano	0,326	86,17	0,6603
Ciclo-hexano	1,020	84,16	0,7785
Metanol	0,597	32,04	0,7914
Etanol	1,200	46,07	0,7893
1 – propanol	2,256	60,11	0,8035
1 – butanol	2,948	74,12	0,8098
Terc-butanol	4,438	74,12	0,7858

TABELA 5: Valores de viscosidade, densidade da água em várias temperaturas.

t / °C	η / mPa s	ρ / g.mL ⁻¹	t / °C	η / mPa s	ρ / g.mL ⁻¹
18,0	1,053	0,9986	24,0	0,9111	0,9973
19,0	1,027	0,9984	25,0	0,8904	0,9970
20,0	1,005	0,9982	26,0	0,8705	0,9967
21,0	0,9779	0,9980	27,0	0,8513	0,9965
22,0	0,9548	0,9978	28,0	0,8327	0,9962
23,0	0,9325	0,9975	29,0	0,8148	0,9960