

## DETERMINAÇÃO DA VISCOSIDADE DINÂMICA DE ALGUNS FLUIDOS UTILIZANDO A ÁGUA COMO REFERÊNCIA

Larissa dos Santos M. Cardoso<sup>1\*</sup>; Rennã Willian O. da Silva<sup>1</sup>; Vitória Caroline D. Dias<sup>1</sup>; Abraão de Jesus B. Muribeca<sup>2</sup>; Johan Carlos C. Santiago<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Graduando(a) em Licenciatura em Química. Universidade do Estado do Pará.

<sup>2</sup> Doutor em Química. Universidade do Estado do Pará.

\*larissa.dsmcardoso@aluno.uepa.br

**Palavras-Chave:** Líquidos, Densidade, Coeficiente de viscosidade.

### Introdução

A viscosidade é uma propriedade física fundamental dos fluidos, relacionada à resistência interna que provoca atrito entre suas camadas quando estas se movem a diferentes velocidades. No nível microscópico, esse fenômeno é explicado pela transferência de momento linear entre as partículas constituintes do fluido. Tecnicamente, a viscosidade é quantificada pelo coeficiente de viscosidade dinâmica, representado por  $\eta$ , que se define como a razão entre a força de cisalhamento aplicada ao fluido por unidade de área e o gradiente de velocidade gerado perpendicularmente a essa força (Vertchenko; Vertchenko, 2017).

De acordo com Buiochi *et al.*, (2003), a viscosidade é amplamente empregada no desenvolvimento e controle de qualidade em diversas indústrias, como a química, farmacêutica e alimentícia, entre outras. A medição dessa propriedade é essencial para assegurar a eficiência dos processos produtivos. Segundo Vertchenko e Vertchenko (2017), a determinação do coeficiente de viscosidade dos fluidos desempenha um papel crucial em múltiplas áreas, desde a engenharia, onde é utilizada na caracterização de fluidos lubrificantes para máquinas, até a medicina, onde se relaciona à secreção de muco, à circulação sanguínea e à distribuição de partículas de fármacos no organismo, entre outros aspectos.

Existem diversos métodos para medir a viscosidade de um fluido; no entanto, alguns métodos convencionais, como o viscosímetro rotacional, não são ideais para o controle de processos em tempo real, especialmente em baixas frequências. Isso ocorre porque dependem de superfícies oscilantes imersas no líquido, o que dificulta a execução da medição. Por outro lado, um método mais adequado para o controle de processos em altas frequências é a técnica de reflexão ultrassônica, que determina a viscosidade ao analisar o comportamento de uma onda de cisalhamento na interface entre um sólido e o líquido cuja viscosidade se deseja medir (Buiochi *et al.*, 2003).

O método utilizado no presente trabalho consiste na determinação das viscosidades dos líquidos em relação à água, que é adotada como fluido de referência devido à sua viscosidade tabelada, previamente estabelecida por outra técnica experimental. Ademais, a água é uma escolha adequada como líquido de referência, uma vez que suas viscosidades em diferentes temperaturas são amplamente encontradas na literatura.

Para calcular a viscosidade dinâmica dos fluidos ( $\mu$ ), é necessário determinar a densidade, representada pelo coeficiente  $\rho$ , e o tempo de escoamento dos líquidos, indicado pelo coeficiente  $t$ , ambos obtidos experimentalmente e utilizados na equação a seguir:

$$\mu = \mu_{\text{H}_2\text{O}} \times (t \times \rho) / (t_{\text{H}_2\text{O}} \times \rho_{\text{H}_2\text{O}}) \text{ (Equação 1)}$$

O interesse por este estudo surgiu durante uma aula prática na Universidade Estadual do Pará, na disciplina “Química Experimental I”, que abordou a densidade e viscosidade de líquidos. Na ocasião, os alunos enfrentaram dificuldades para encontrar informações sobre a viscosidade dinâmica de determinados líquidos, já que muitos desses dados não estavam disponíveis na literatura. Esse cenário evidenciou a necessidade de promover mais estudos

sobre essa propriedade físico-química e ampliar a disseminação dessas informações para auxiliar outros alunos em seus ensaios.

## Material e Métodos

### Aquisição e preparo das amostras

Foram adquiridas e analisadas oito amostras distintas: água destilada, solução saturada de cloreto de sódio (NaCl), glicerina, hexano, ciclo-hexano, vinagre, álcool e óleo de cozinha. Para o preparo da solução saturada de NaCl, foram adicionados 30 mL de água destilada a um béquer, e o sal foi dissolvido até a visualização de um corpo de fundo. O sobrenadante, que corresponde à solução saturada, foi então retirado com o auxílio de uma pipeta de Pasteur para a realização dos testes.

Todas as amostras precisaram ser mantidas em uma temperatura padrão de 27 °C, tendo como referência as temperaturas do hexano e do ciclo-hexano, devido à alta volatilidade desses compostos. As amostras com temperatura inferior à do líquido de referência foram aquecidas em banho-maria, enquanto as que apresentavam temperatura superior foram resfriadas em um béquer contendo água gelada e blocos de gelo. Após alcançar a temperatura padrão, as amostras foram imediatamente submetidas à análise.

### Procedimento experimental

Inicialmente, uma proveta de 10 mL foi pesada em uma balança, e sua massa foi anotada em gramas. Em seguida, adicionaram-se 10 mL da amostra à mesma proveta, que foi novamente pesada, registrando-se a massa da proveta com o líquido. Esse procedimento foi repetido para todas as amostras.

Para a medição do tempo de escoamento, utilizou-se a câmara de uma seringa de 10 mL fixada em um suporte universal. As amostras de 10 mL preparadas foram colocadas na seringa, e o tempo de escoamento do líquido foi cronometrado. Esse processo foi repetido três vezes para cada amostra, a fim de garantir a precisão dos resultados.

### Realização dos cálculos

A priori, foi necessário pesquisar a viscosidade da água ( $\mu\text{H}_2\text{O}$ ), bem como o tempo de escoamento ( $t\text{H}_2\text{O}$ ) e a densidade ( $\rho\text{H}_2\text{O}$ ), que são valores tabelados. Para calcular a densidade ( $\rho$ ) das amostras, utilizou-se os dados de volume ( $V$ ) e massa ( $m$ ) dos líquidos, conforme a seguinte equação:

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ (Equação 2)}$$

Por fim, de acordo com a Equação 1, calculou-se a viscosidade dinâmica de cada líquido analisado.

## Resultados e Discussão

Foram analisados oito líquidos, porém, neste trabalho foram discutidas apenas algumas amostras, como a água destilada, utilizada como líquido de referência, e a solução saturada de cloreto de sódio (NaCl). Além dessas, foram abordados os resultados das amostras que apresentam similaridade química (hexano e ciclo-hexano) e da amostra com maior viscosidade (glicerina). A Tabela 1 apresenta os resultados da medição da viscosidade dos líquidos analisados. Os cálculos foram automatizados por meio da plataforma Excel.

**Tabela 1.** Densidade e viscosidade dinâmica dos líquidos analisados.

Amostras	Densidade g/cm <sup>3</sup>	Tempo de escoamento (s)	Resultado da viscosidade dinâmica (cP)
Água destilada	0,9877	8,0270	0,8438
Solução saturada de NaCl	1,0280	8,0290	0,8784
Glicerina	1,2494	433,0290	57,5798
Hexano	0,6507	6,0140	0,4165
Ciclo-hexano	0,7464	7,0010	0,5561
Vinagre	0,9683	7,0640	0,7279
Álcool	0,7585	7,0360	0,5680
Óleo de cozinha	0,8022	40,0770	3,4216

Fonte: Autores da pesquisa (2024).

A amostra de água destilada apresentou uma viscosidade dinâmica de 0,8438 cP, em conformidade com os dados relatados por Bessler e Neder (2004), o que confirma a aplicação correta do procedimento experimental.

A solução saturada de cloreto de sódio (NaCl) apresentou uma viscosidade dinâmica de 0,8784 cP, ligeiramente superior à da água destilada. Segundo Brown *et al.*, (2005), esse aumento ocorre devido à interação dos íons Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> com as moléculas de água e entre si, o que torna o fluido mais resistente ao movimento, resultando em maior viscosidade.

A glicerina apresentou uma viscosidade dinâmica de 57,5798 cP, consideravelmente superior às demais amostras. De acordo com Beatriz *et al.*, (2011), a glicerina, também conhecida como glicerol, possui alta viscosidade devido à sua estrutura molecular, que contém três grupos hidroxila (-OH). Esses grupos hidroxila promovem a formação de múltiplas ligações de hidrogênio, tanto intra quanto intermoleculares, o que aumenta significativamente as forças intermoleculares e resulta em uma fluidez mais densa.

A amostra de hexano (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>) apresentou uma viscosidade dinâmica de 0,4165 cP, relativamente menor que a do ciclo-hexano (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>), cuja viscosidade dinâmica foi de 0,5561 cP. Segundo Bruice (2006), as interações moleculares no hexano são dominadas pelas forças de dispersão de London. Sua estrutura linear facilita o deslizamento das moléculas umas sobre as outras, resultando em uma baixa resistência ao fluxo. Por outro lado, embora o ciclo-hexano também seja regido pelas forças de dispersão de London, sua viscosidade tende a ser ligeiramente maior devido à sua estrutura cíclica, que altera o comportamento das forças intermoleculares, interferindo no movimento livre das moléculas.

## Conclusões

No presente estudo, foi possível analisar a densidade e a viscosidade dinâmica de diferentes líquidos, utilizando a água destilada como referência. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que o método empregado, envolvendo a medição do tempo de escoamento e a densidade dos líquidos, foi eficaz para o cálculo da viscosidade dinâmica das amostras. A análise revelou diferenças nas viscosidades dos líquidos à temperatura de 27 °C, resultado da variação dos coeficientes de viscosidade dinâmica e das influências das estruturas moleculares e interações intermoleculares de cada substância. Em síntese, este estudo atingiu seu objetivo ao fornecer dados experimentais relevantes sobre a viscosidade dinâmica de alguns líquidos, contribuindo com informações úteis para estudantes e profissionais em futuras pesquisas e aplicações diversas.



## Referências

BEATRIZ, A.; ARAÚJO, Y. J.; LIMA, D. P. Glicerol: um breve histórico e aplicação em sínteses estereosseletivas. **Química Nova**, v. 34, 2011.

BESSLER, K. E.; NEDER, A. V. F. **Química em Tubos de Ensaio: Uma Abordagem para Principiantes**. 1. ed., Edgard Blucher, 2004.

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química, a ciência central**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRUCE, P. Y. **Química orgânica**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

BUIOCHI, F.; HIGUTI, R. T.; FURUKAWA, C. M.; SILVA, E. C.; ADAMOWSKI, J. C. Medição de viscosidade de líquidos pelo método de múltiplas reflexões acústicas com conversão de modo. **Sba: Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automática**, v. 14, p. 278-284, 2003.

VERTCHENKO, L.; VERTCHENKO, L. Determinação da viscosidade por meio da velocidade terminal: uso da força de arrasto com termo quadrático na velocidade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 4, 2017.