

## CONCENTRAÇÕES NA CONDUTIVIDADE E VOLTAGEM DE PILHAS: UMA PRÁTICA INVESTIGATIVA-EXPERIMENTAL PARA ELETROQUÍMICA

Guilherme R. Araújo<sup>1</sup>; Ana C. de J. Mendonça<sup>2</sup>; Anna B. V. Pavão<sup>3</sup>; Rafaela G. Faustino<sup>4</sup>; José de B. M. Neto<sup>5</sup>; Raquel M. T. Fernandes<sup>6</sup>; Alamgir Khan<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Licenciatura em Química, Universidade Estadual do Maranhão, R. Complexo Esportivo, 30, Itapecuru-Mirim – Maranhão, Brasil. guilherme.araujo1201@gmail.com

<sup>2</sup>Graduanda em Licenciatura em Química, Universidade Estadual do Maranhão, Av. Lourenço Vieira da Silva, 1000, São Luís – Maranhão, Brasil.

<sup>3</sup>Graduanda em Licenciatura em Química, Universidade Estadual do Maranhão, Av. Lourenço Vieira da Silva, 1000, São Luís – Maranhão, Brasil.

<sup>4</sup>Graduanda em Licenciatura em Química, Universidade Estadual do Maranhão, R. Complexo Esportivo, 30, Itapecuru-Mirim – Maranhão, Brasil.

<sup>5</sup>Graduando em Licenciatura em Química, Universidade Estadual do Maranhão, Av. Lourenço Vieira da Silva, 1000, São Luís – Maranhão, Brasil.

<sup>6</sup>Núcleo de Estudos em Química Teórica e Aplicada – NEQTA, Universidade Estadual do Maranhão, Av. Lourenço Vieira da Silva, 1000, São Luís – Maranhão, Brasil.

<sup>7</sup>Núcleo de Estudos em Química Teórica e Aplicada – NEQTA, Universidade Estadual do Maranhão, Av. Lourenço Vieira da Silva, 1000, São Luís – Maranhão, Brasil.

**Palavras-Chave:** Experimentação, Eletroquímica, Condutividade.

### Introdução

A físico-química é a área que une os princípios da física e da química para entender as propriedades das substâncias e seus comportamentos. Entre essas propriedades, a condutividade elétrica tem papel de destaque, especialmente no estudo de soluções. A capacidade de conduzir eletricidade está diretamente ligada à presença e mobilidade de íons no meio. Este fenômeno é amplamente estudado em soluções eletrolíticas, sendo fundamental para diversas aplicações industriais e científicas.

Para entender a relação entre concentração e condutividade, é fundamental compreender os conceitos básicos de eletroquímica e a teoria dos eletrólitos. De acordo com Atkins e De Paula (2010), a condutividade de uma solução é uma medida da capacidade da solução de conduzir corrente elétrica, que depende da mobilidade dos íons e da sua concentração. Além disso autores como Skoog, Holler e Crouch (2017) discutem que a medição da condutividade elétrica é um método essencial na análise instrumental, utilizado para avaliar a presença de íons e a qualidade da água.

Sendo assim, pode se considerar a condutividade é uma propriedade físico-química que mede a capacidade de um material ou solução de conduzir corrente elétrica. Essa capacidade está relacionada à presença de partículas carregadas (íons ou elétrons) que se movem sob a influência de um campo elétrico aplicado. Em soluções aquosas, a condutividade elétrica depende da quantidade de íons presentes no meio. Quando um composto, como um sal, ácido ou base, se dissolve em água, ele se dissocia em íons, que são capazes de transportar carga elétrica através da solução. Quanto mais íons livres estiverem disponíveis e maior for a mobilidade desses íons, maior será a condutividade. Esta propriedade amplamente utilizada

em várias áreas da ciência e da indústria, como no controle de qualidade da água, em processos eletroquímicos, e no monitoramento de soluções em laboratórios e indústrias.

O presente estudo tem como objetivo geral realizar uma análise sobre a condutividade elétrica através de um experimento, investigar como as concentrações afetam as propriedades das diferentes soluções preparadas, proporcionando assim uma melhor compreensão de propriedades físico-químicas.

### Material e Métodos

Inicialmente foram preparadas soluções de Hidróxido de Sódio (NaOH), Ácido Acético (CH<sub>3</sub>COOH), Sulfato de Cobre (CuSO<sub>4</sub>), Cloreto de Sódio (NaCl) e Bicarbonato de Sódio (NaHCO<sub>3</sub>). A preparação dessas soluções envolveu a dissolução precisa dos reagentes em água destilada, conforme os cálculos de suas respectivas massas molares. Além disso foram utilizados como materiais: Água destilada; Béquer; Balão Volumétrico 200 mL; Bastão de vidro; Pisseta; Proveta; Medidor Multiparâmetro. Veja na tabela – 1 a concentração das soluções preparadas.

**Tabela 1:** Soluções preparadas.

REAGENTES	CONCENTRAÇÃO
Ácido Acético - (CH <sub>3</sub> COOH)	1 M
Bicarbonato de Sódio - (NaHCO <sub>3</sub> )	0,5 M
Cloreto de Sódio (NaCl)	1 M
Hidróxido de Sódio - (NaOH)	1 M
Sulfato de Cobre - CuSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	0,1 M

**Fonte:** Autores, 2024.

Após os primeiros cálculos, pesaram-se os reagentes sólidos em um béquer e o reagente líquido foi medido com uma proveta. Em cinco balões volumétricos, utilizou-se uma pisseta para adicionar água destilada e os reagentes até atingir os 200 mL das soluções. Em seguida, pegaram-se cinco béqueres e adicionaram-se 150 mL de água destilada em cada um. Realizou-se a leitura da condutividade apenas da água destilada com o medidor multiparâmetro e anotaram-se os valores encontrados. Após essa leitura, foram adicionados 15 mL das soluções nos béqueres, e foram feitas leituras de condutividade a cada adição, anotando-se os valores encontrados.

### Resultados e Discussão

A condutividade mede a capacidade de uma solução de conduzir eletricidade, dependente da presença e da concentração de íons livres no líquido. Em soluções aquosas, a condutividade aumenta com a concentração de íons, com eletrólitos fortes, como ácido clorídrico (HCl) e cloreto de sódio (NaCl), mostrando alta condutividade devido à dissociação/ionização completa, enquanto eletrólitos fracos, como ácido acético, apresentam menor condutividade pela dissociação parcial. Sabendo disso, foram realizadas leituras das concentrações por meio da adição das soluções 0,5M, 1M e 0,1M, em 15 em 15 mL no béquer com água, usando a seguinte fórmula:  $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$ . Onde C<sub>1</sub> é a concentração inicial e V<sub>1</sub> o volume inicial, já o C<sub>2</sub> a concentração final e o V<sub>2</sub> o volume final. Foram feitas leituras de condutividade a cada adição, anotando os valores encontrados, veja na tabela – 2.

**Tabela 2:** Leituras de concentração final.

SOLUÇÕES	VOLUME INICIAL	CONCENTRAÇÃO FINAL (C2)
0,5 M	15ML	0,045 mol/L
	30 mL	0,083 mol/L
	45 mL	0,12 mol/L
	60 mL	0,14 mol/L
	75 mL	0,17 mol/L
	90 mL	0,18 mol/L
0,1 M	15ML	0,009 mol/L
	30 mL	0,016 mol/L
	45 mL	0,025 mol/L
	60 mL	0,029 mol/L
	75 mL	0,033 mol/L
	90 mL	0,038 mol/L
1 M	15ML	0,09 mol/L
	30 mL	0,17 mol/L
	45 mL	0,23 mol/L
	60 mL	0,29 mol/L
	75 mL	0,33 mol/L
	90 mL	0,38 mol/L

Fonte: Autores, 2024.

À medida que se adicionavam incrementos de 15 mL das soluções, observou-se um aumento proporcional na condutividade elétrica. Esses dados, apresentados na Tabela 3, ilustram claramente como a concentração das soluções influencia a condutividade, um parâmetro físico-químico essencial. Além disso, a comparação entre soluções com diferentes capacidades de dissociação revela que os eletrólitos fortes, que se dissociam completamente em íons quando dissolvidos, demonstram valores de condutividade significativamente mais altos. Na análise acima, soluções de carbonato de sódio, cloreto de sódio e hidróxido de sódio mostram uma maior condutividade elétrica. Isso ocorre porque esses compostos, sendo eletrólitos fortes, se dissociam quase totalmente em íons na solução, aumentando a quantidade de partículas carregadas que contribuem para a condução elétrica.

**Tabela 3:** Leituras de concentração final.

	Água	165mL	180 mL	195 mL	210 mL	225 mL	240 mL
NaHCO <sub>3</sub> (mS/cm)	0,007	3,55	6,18	8,42	10,27	11,85	13,15
CuSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O (mS/cm)	0,007	1,28	2,20	2,82	3,36	3,75	4,08
NaCl (mS/cm)	0,007	9,31	16,15	21,5	26,3	30,0	33,2
NaOH (mS/cm)	0,007	18,01	32,6	45,0	55,4	64,5	71,4
CH <sub>3</sub> COOH (mS/cm)	0,007	0,466	0,645	0,764	0,852	0,919	0,973

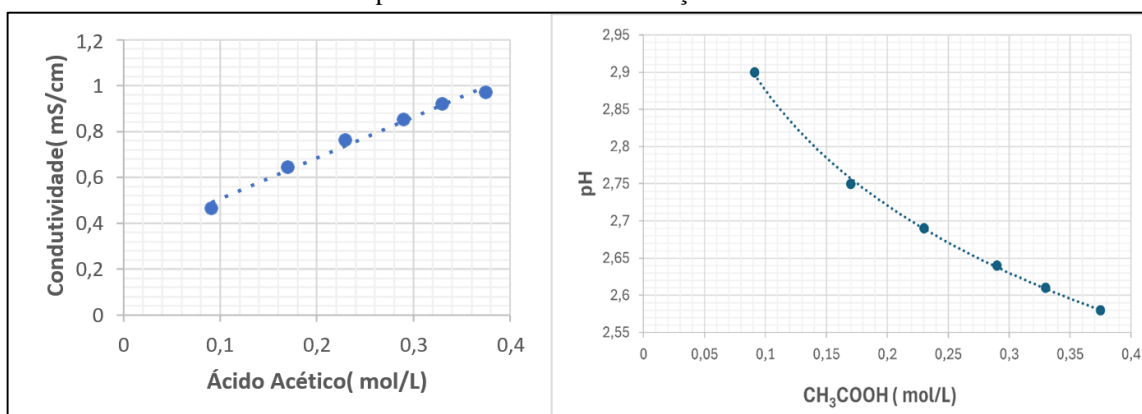
Fonte: Autores, 2024.

Essas observações confirmam que as propriedades do soluto, especialmente sua

capacidade de se dissociar em íons, têm um impacto direto nas propriedades físico-químicas da solução, como a condutividade. Portanto, a natureza do soluto e seu comportamento em solução são fatores cruciais na determinação da condutividade elétrica. O gráfico - 1 evidencia que a medida que o pH do ácido acético torna-se mais ácido, a sua condutividade terá o valor aumentado. Como o ácido orgânico é fraco, visto que sua constante ácida é  $1,8 \cdot 10^{-5}$  quando comparada à ácidos fortes como HCl, que possui  $K_a$  igual a  $10^7$ , a sua condutividade tem o valor inferior.

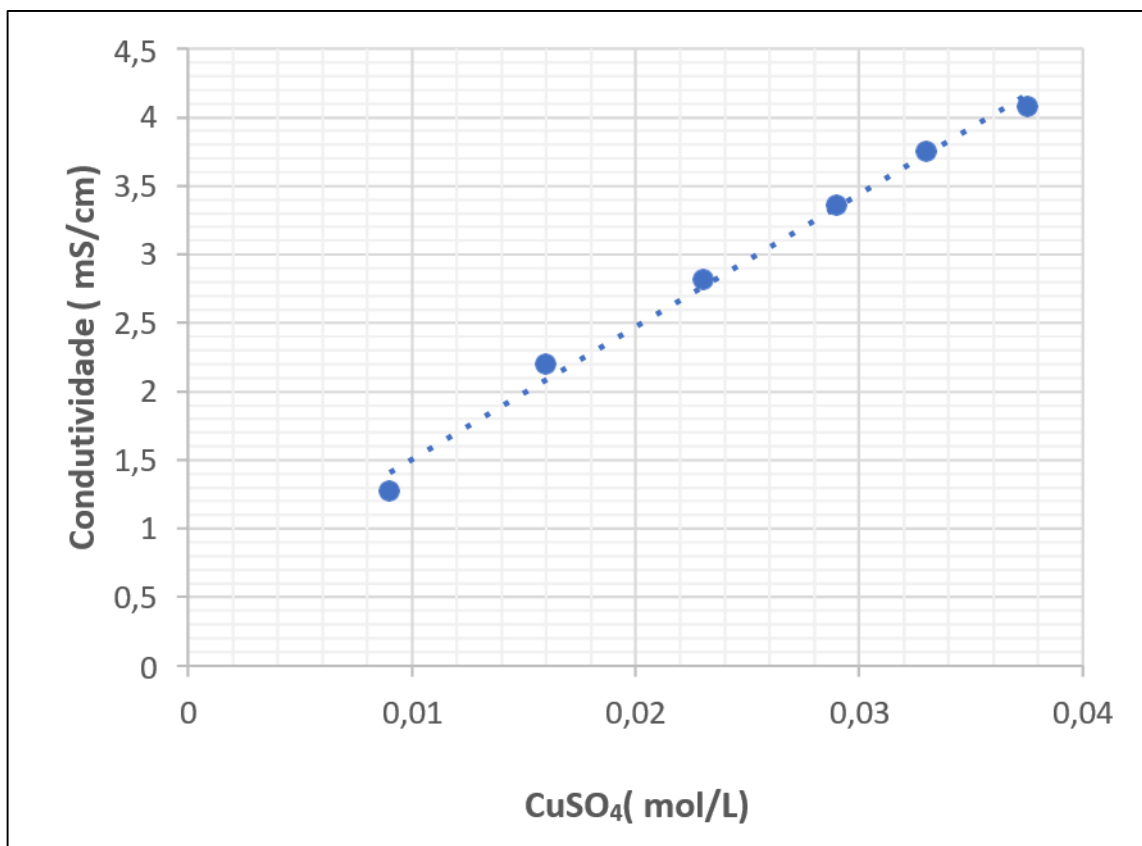
A relação entre pH e a condutividade é importante em diversos contextos. Esse parâmetro influencia várias propriedades físico-químicas como, por exemplo, a solubilidade de substâncias pode mudar com o pH; a condutividade elétrica de uma solução geralmente aumenta com a concentração de íons, o que é afetado pelo pH; e a reatividade química, como a tendência de ácidos e bases reagirem com metais ou formarem sais, também depende do pH.

**Gráfico 1:** pH e condutividade das soluções de ácido acético.



Fonte: Autores, 2024.

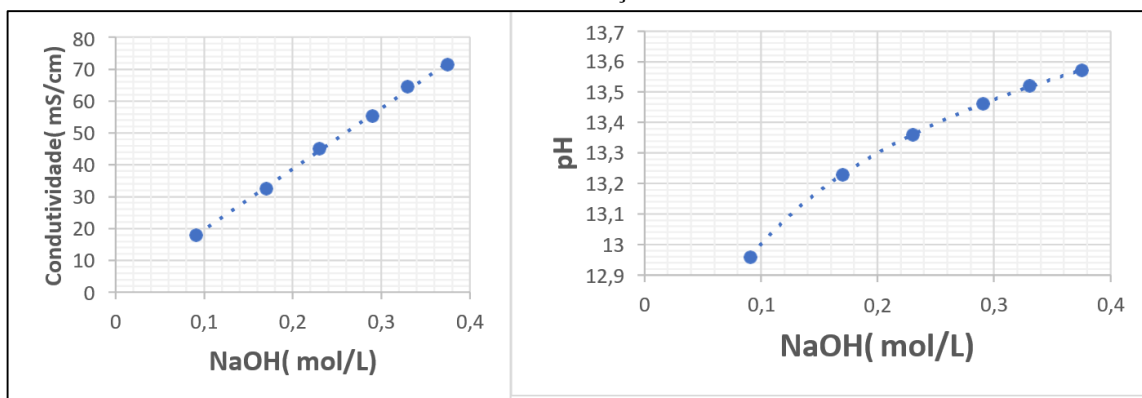
**Gráfico 2:** Condutividade das soluções do Sulfato de Cobre.



Fonte: Autores, 2024.

No gráfico – 2 mostra o sulfato de cobre, que assim, como as demais soluções, conforme a sua concentração no béquer aumentava, maior era sua condutividade. Contudo, quando comparado ao NaOH e NaCl, esse parâmetro é baixíssimo.

**Gráfico 3:** Condutividade das soluções de Hidróxido de Sódio.

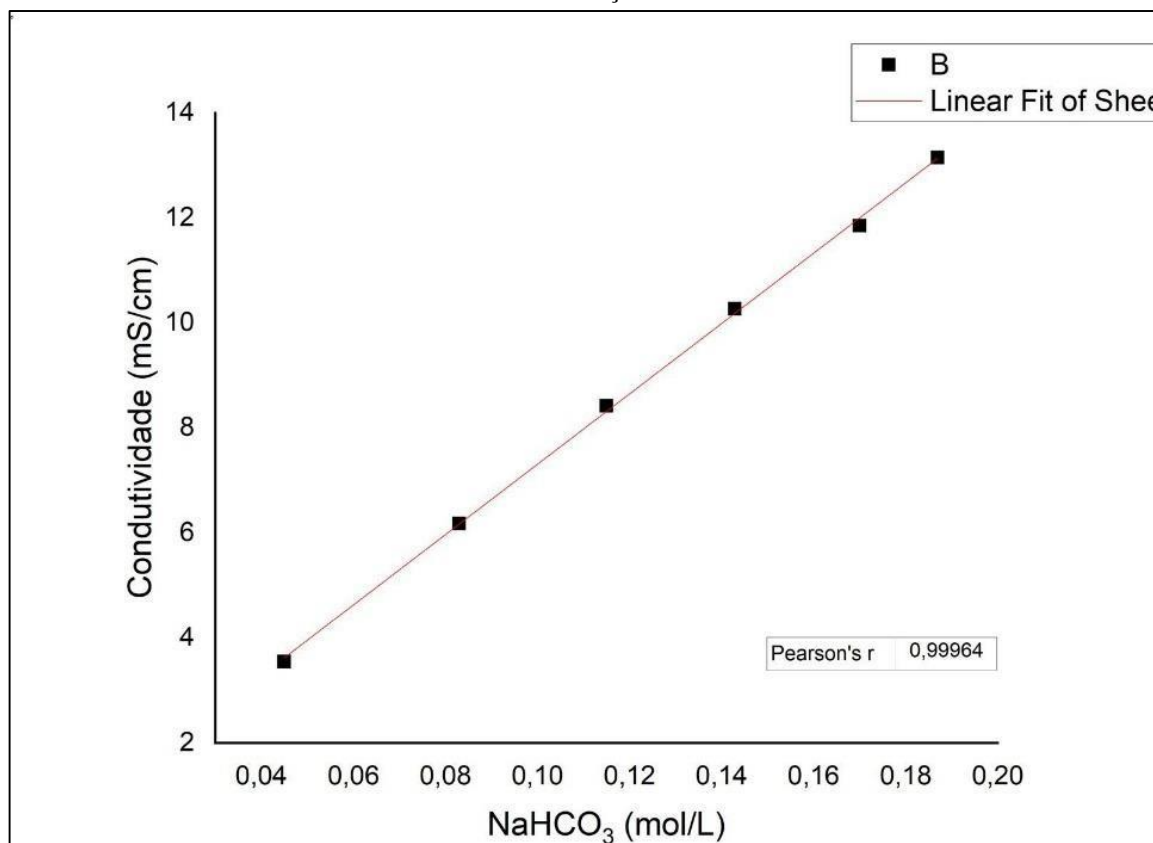


Fonte: Autores, 2024.

No gráfico – 3 é exibido os dados sobre NaOH, que por se uma base forte, dissocia-se com facilidade em meio aquoso. Essa afirmação é ratificada pelo próprio valor de seu pH,

mostrando assim que por ser uma base e o seu pH está altíssimo, isso evidencia a presença de íons. Já no gráfico – 4 mostra que  $\text{NaHCO}_3$  apresentou valores consideráveis de condutividade, o que pode se explicado pela sua capacidade de solubilizar no meio utilizado.

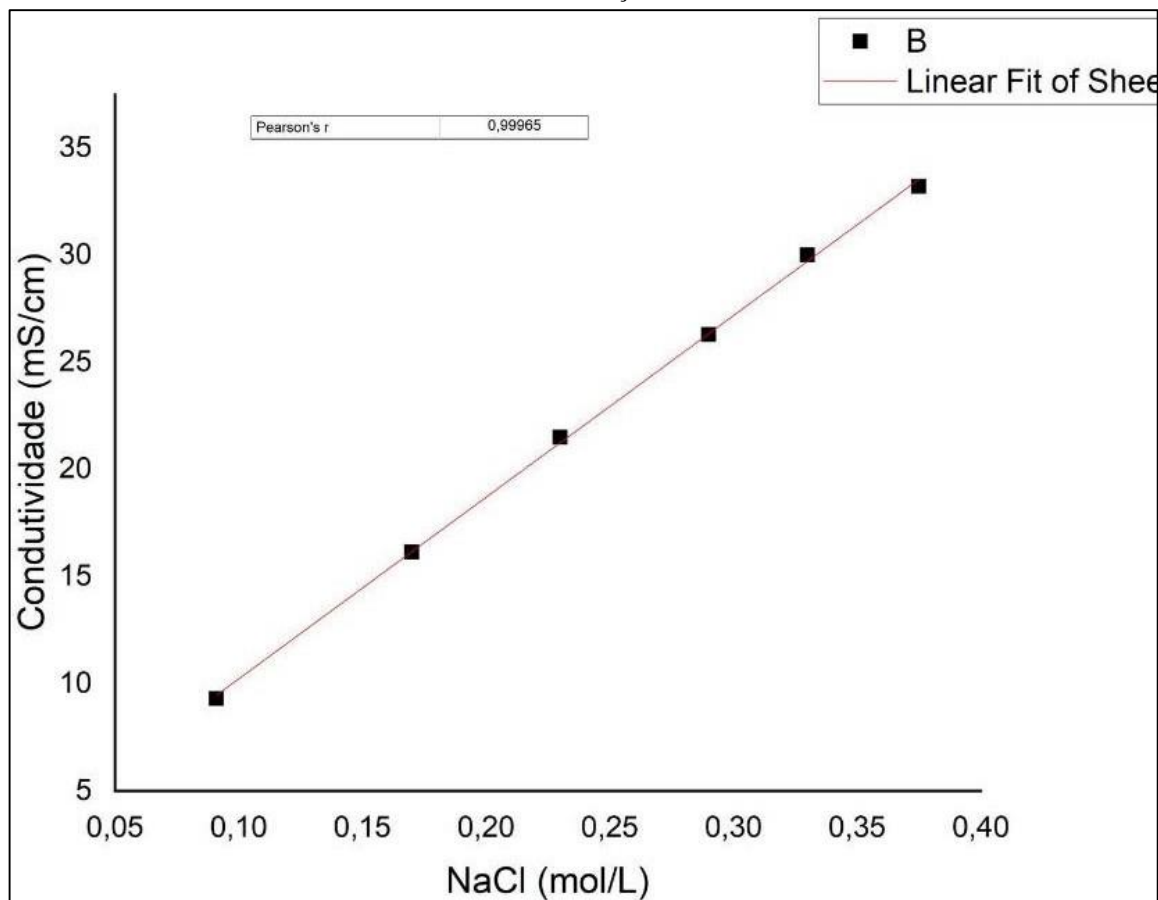
**Gráfico 4:** Condutividade das soluções de Bicarbonato de Sódio.



Fonte: Autores, 2024.

Por ser um composto iônico, o  $\text{NaCl}$  dissocia-se com facilidade, o que possibilita que seja um eletrólito forte e, conseqüentemente, aumente sua condutividade quando sua concentração aumenta paralelamente. De todas as soluções preparadas,  $\text{NaCl}$  foi a que apresentou o maior valor condutividade em todas as suas diluições. Veja no gráfico – 5 os dados obtidos do  $\text{NaCl}$ .

**Gráfico 5:** Condutividade das soluções do Hidróxido de Sódio.



Fonte: Autores, 2024.

## Conclusões

Pode-se concluir que a concentração de uma solução tem um impacto relevante nas suas propriedades físico-químicas de maneira ampla e diretamente relacionada. Primeiramente, a concentração influencia diretamente o pH da solução, sendo que substâncias como ácidos e bases modificam o pH conforme suas concentrações e características de dissociação. Ácidos fortes, como o ácido clorídrico, que se ionizam na solução, aumentam a condutividade à medida que sua concentração cresce.

Assim, a concentração de uma substância não só determina a intensidade de propriedades como o pH e a condutividade, mas também afeta o comportamento dessas propriedades em diferentes circunstâncias. Entender essas relações é essencial para aplicações práticas tanto na química quanto em outras áreas científicas.

## Agradecimentos

Gostaria de expressar minha gratidão ao programa PIBIC da UEMA, laboratório de Físico-Química e ao Núcleo de Ensino de Química Teórica e Aplicada (NEQTA). Agradeço à minha família e a Deus por tudo

## Referências

ATKINS, P., DE PAULA, J. **Físico-Química**. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

SKOOG, D. A., HOLLER, F. J., & CROUCH, S. R. **Principles of Instrumental Analysis**. Cengage Learning, 2017.