

MATERIAIS CONDUTORES E ISOLANTES: Investigação de Suas Propriedades Elétricas

FREITAS, Beatriz Barbosa¹
CASTRO, Maria Ester Lopes²
CARRIJO, Murilo Carvalho³
CRUZ, Silvia Cristina Rodrigues⁴
Bassi, Ana Lúcia⁵

Resumo

A condutividade elétrica é uma propriedade física dos materiais relacionada à facilidade com que cargas elétricas, como elétrons ou íons, se movimentam quando submetidas a uma diferença de potencial elétrico. Essa propriedade varia amplamente entre diferentes classes de materiais, podendo ser observada em sólidos, líquidos e gases. Nos materiais condutores, como metais e soluções eletrolíticas, o fluxo de cargas ocorre de forma eficiente devido à presença de partículas carregadas livres para se deslocarem. Em contrapartida, os materiais isolantes, como o vidro e o plástico, apresentam alta resistividade, dificultando significativamente o movimento das cargas elétricas em seu interior. A metodologia para esta pesquisa foi feita por meio de levantamento bibliográfico referente ao assunto proposto e de pesquisas em livros e trabalhos de autores renomados, busca em base de dados, periódicos e artigos científicos acadêmicos. Os testes práticos foram realizados no Laboratório de Química das Engenharias do Centro Universitário Municipal de Franca (UniFACEF). A condutividade elétrica é influenciada por fatores como a estrutura atômica do material, a presença de impurezas e a temperatura. Por exemplo, em metais, a elevada condutividade é explicada pela estrutura cristalina e pela presença de elétrons livres no mar eletrônico. Já em líquidos, como soluções aquosas de sais, a dissociação dos íons contribui para o transporte de cargas. Nos gases, a condutividade elétrica ocorre em condições específicas, como na presença de altas tensões que ionizam as moléculas gasosas. No presente estudo, foram investigados diversos materiais e soluções de uso cotidiano, com o objetivo de identificar quais apresentam condutividade elétrica e quais atuam como isolantes. Essa investigação buscou contribuir para uma melhor compreensão dos fenômenos que governam a condutividade elétrica e sua aplicação em dispositivos e sistemas tecnológicos.

Palavras-chave: Condutividade. Materiais. Resistividade. Cotidiano.

¹ Graduando do 2. semestre em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Municipal de Franca Uni FACEF. Endereço eletrônico: [beatrizbarbosa2512@gmail.com].

² Graduando do 2. semestre em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Municipal de Franca Uni FACEF. Endereço eletrônico: [mariaesterlopesdecastro@gmail.com].

³ Graduando do 2. semestre em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Municipal de Franca Uni FACEF. Endereço eletrônico: [muriolocarrijo25@hotmail.com].

⁴ Graduando do 2. semestre em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Municipal de Franca Uni FACEF. Endereço eletrônico: [silviacrc06@hotmail.com].

⁵ Doutora em Ciências-Química e Docente do Centro Universitário Municipal de Franca Uni FACEF. Endereço eletrônico: [analuciabassi@gmail.com].



1 Introdução

A condutividade elétrica está diretamente relacionada à facilidade que cargas elétricas possuem em se deslocar em determinados materiais quando ligados a uma tensão elétrica. Essa característica é amplamente explorada na ciência e na tecnologia, sendo fundamental para o desenvolvimento de dispositivos e sistemas elétricos utilizados no cotidiano. Materiais condutores, como metais, destacam-se por sua baixa resistividade, possibilitando a movimentação eficiente de elétrons livres.

Materiais condutores podem ser sólidos, como o cobre, prata e ouro. Líquidos, conhecidos como soluções eletrolíticas, como soluções ácidas e salinas em que ocorre deslocamento de cargas positivas e negativas em sentidos opostos gerando corrente elétrica. E gasosos, em que ocorre deslocamento de cargas negativas para o polo positivo e de cargas positivas para o polo negativo.

Por outro lado, existem materiais que são opostos aos condutores, estes são materiais com grande resistividade ou isolantes que dificultam a passagem de cargas elétricas, desse modo impedindo ou limitando significativamente o fluxo de cargas elétricas, como a borracha, madeira e o vidro.

É importante ressaltar que existem materiais semicondutores, estes são materiais sólidos que possuem condução elétrica intermediária, ora atuando como condutor, ora atuando como isolante. Sua condução pode variar de acordo com as condições a que o material está exposto, um exemplo de material semicondutor é o silício, muito utilizado em eletrônicos.

No presente estudo, será investigada a condutividade elétrica de diferentes materiais e substâncias presentes no cotidiano, com o objetivo de compreender os mecanismos que influenciam o comportamento condutor ou isolante. Essa análise não apenas reforça os conceitos teóricos sobre eletricidade, mas também destaca sua relevância prática em aplicações domésticas e industriais.

A metodologia empregada para este trabalho foi a análise de artigos acadêmicos e experimentos.

Este trabalho é de fundamental importância para o completo entendimento a respeito da capacidade de condução ou resistividade dos materiais e soluções.

2 Referencial teórico

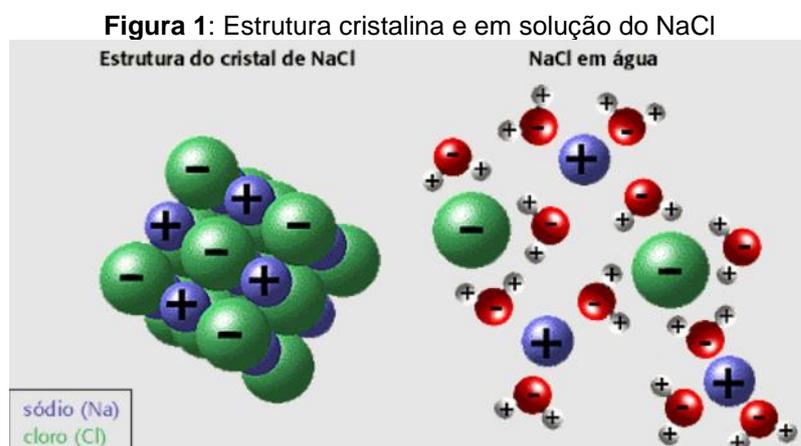
2.1 Soluções Eletrolíticas e Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica de uma substância refere-se à sua capacidade de permitir o fluxo de corrente elétrica, sendo uma propriedade diretamente relacionada à presença e mobilidade de partículas carregadas, como íons ou elétrons. No caso de soluções, o comportamento eletrolítico é determinado pela dissociação de compostos químicos em íons ao serem dissolvidos em solventes, como a água (BROWN, 2016, p. 706).

2.1.1 Soluções Eletrolíticas

As soluções eletrolíticas, segundo SALVADOR & USBERCO (2010), são aquelas que conduzem corrente elétrica devido à presença de íons livres. Substâncias como sais, ácidos e bases fortes se dissociam em íons positivos (cátions) e negativos (ânions) ao serem dissolvidas, criando um meio condutor. Por exemplo:

- **Água com sal:** o cloreto de sódio (NaCl), que é um composto iônico, se dissocia em íons Na^+ e Cl^- , organizados através de um retículo cristalino (Figura 1).



Fonte: BROWN, 2016.

Quando o retículo cristalino de cloreto de sódio entra em contato com a água, ocorre uma separação dos íons, denominado de **dissociação iônica**. Os íons livres obtidos após a dissociação são os responsáveis pela condutividade elétrica.

- **Ácidos, como o vinagre (ácido acético):** liberam íons H^+ na solução, contribuindo para a condução elétrica.

Essas soluções são classificadas como bons condutores devido à alta mobilidade e concentração de íons.

O sal de cozinha é representado pela substância cloreto de sódio ($NaCl$) – constituído pelos íons Na^+ e Cl^- .

2.1.2 Soluções Não Eletrolíticas

Por outro lado, substâncias como a glicerina ou o álcool não conduzem corrente elétrica de forma significativa, pois não se dissociam em íons ao serem dissolvidas (Figura 2). Nessas soluções, a ausência de partículas carregadas impede o fluxo de corrente, caracterizando-as como isolantes (RUSSEL, 1994).

Figura 2: Representação da Solução de sacarose.



Fonte: BROWN, 2016.

2.2 Circuito com Lâmpada: Uma Abordagem Experimental

A utilização de um circuito simples com uma lâmpada é amplamente reconhecida como uma ferramenta eficaz para ilustrar a condutividade elétrica de diferentes materiais e soluções. Esse tipo de experimento oferece uma abordagem prática e visual que facilita a compreensão dos fenômenos elétricos, permitindo a rápida identificação de substâncias condutoras e não condutoras de corrente elétrica com base no comportamento da lâmpada no circuito (BRAD, 1986).

No caso das soluções condutoras, como água com sal, vinagre ou refrigerantes, a presença de íons livres é essencial para o transporte de carga elétrica. Quando essas substâncias são introduzidas no circuito, os íons se movem em direções opostas sob a ação do campo elétrico gerado, criando um fluxo contínuo de corrente elétrica. Esse fluxo fecha o circuito e faz com que a lâmpada se acenda. Substâncias como o sal de cozinha (NaCl) dissociam-se em íons Na^+ e Cl^- , enquanto ácidos, como o vinagre (ácido acético), liberam H^+ , proporcionando uma alta condutividade devido à grande disponibilidade de partículas carregadas.

Por outro lado, soluções não condutoras, como a glicerina, o álcool ou a água destilada pura, não possuem íons livres ou apresentam uma concentração tão baixa que é insuficiente para gerar um fluxo significativo de corrente elétrica. Nesses casos, o circuito permanece aberto, e a lâmpada não emite luz. Esse comportamento reflete a ausência de mecanismos adequados para transportar carga elétrica nesses materiais.

Além da simples identificação de condutores e isolantes, o experimento pode ser enriquecido para explorar fenômenos adicionais. Por exemplo, a variação da intensidade do brilho da lâmpada pode ser utilizada como um indicativo da eficiência condutora das soluções, permitindo uma análise semiquantitativa. Soluções com maior concentração de íons livres produzem um brilho mais intenso, enquanto aquelas com menor concentração exibem um brilho reduzido, ou nenhum.

Este tipo de experimento também oferece uma oportunidade de integrar conceitos químicos, como a dissociação iônica, o papel dos eletrólitos fortes e fracos e os fatores que influenciam a condutividade elétrica, como a temperatura e a concentração de solutos. A simplicidade e a clareza da abordagem tornam essa prática uma ferramenta pedagógica valiosa em contextos educativos, promovendo a interdisciplinaridade entre física e química e facilitando o aprendizado ativo.

2.3 Fenômenos Químicos Envolvidos

Além da condutividade, o estudo dessas soluções também está relacionado aos conceitos de potencial hidrogeniônico (pH) e potencial hidroxiliônico (pOH), que indicam a concentração de íons H^+ e OH^- , respectivamente, em solução. Soluções com valores extremos de pH, como ácidos fortes (pH próximo de 0) e

bases fortes (pH próximo de 14), tendem a ser excelentes condutores devido à maior concentração de íons. Essa elevada concentração de partículas carregadas contribui significativamente para a condução elétrica, tornando essas soluções excelentes condutores eletrolíticos.

Em 1923, os químicos Johanness Brønsted (1879-1947), dinamarquês, e Thomas Lowry (1874-1936), inglês, propuseram, separadamente uma definição mais geral de ácidos e bases. Segundo eles, um ácido é uma substância (molécula ou íon) que doa um próton para outra substância. Já uma base é uma substância que aceita um próton (BROWN, 2016, p. 708).

Por exemplo, soluções ácidas, como o ácido clorídrico (HCl) em água, se dissociam completamente, liberando uma alta concentração de H^+ e Cl^- , o que facilita o transporte de carga elétrica. De forma semelhante, bases fortes, como o hidróxido de sódio (NaOH), também se dissociam completamente, liberando íons OH^- e Na^+ , promovendo alta condutividade elétrica (Brown, 2016).

No entanto, soluções com valores de pH próximos da neutralidade, como a água pura (pH 7), apresentam uma baixa concentração de íons H^+ e OH^- , resultando em uma condutividade muito reduzida. Esse comportamento pode ser alterado pela adição de substâncias, como sais, ácidos ou bases, que aumentam a quantidade de íons livres na solução (Brown, 2016).

A análise de pH e pOH não apenas auxilia na compreensão da condutividade elétrica, mas também possui aplicações práticas em áreas como o tratamento de água, controle de qualidade em processos industriais e monitoramento ambiental. Ao correlacionar a condutividade com o equilíbrio iônico, o estudo dessas propriedades permite uma visão mais aprofundada dos processos químicos e das interações que ocorrem em soluções, destacando a importância do equilíbrio ácido-base para os fenômenos eletroquímicos.

2.4 Importância do Estudo

O estudo das soluções eletrolíticas e não eletrolíticas, utilizando um circuito com uma lâmpada, é essencial para compreender os princípios que regem os fenômenos elétricos e químicos. Essa abordagem une teoria e prática, possibilitando a aplicação de conceitos de dissociação, eletroquímica e equilíbrio

iônico de maneira acessível e visual. Tal entendimento tem implicações significativas em áreas como química industrial, controle de qualidade e ensino de ciências.

Essa compreensão é de grande importância tanto para o ensino quanto para aplicações científicas e tecnológicas. Na química industrial, por exemplo, o conhecimento sobre condutividade elétrica é utilizado no controle de processos, como na fabricação de baterias, purificação eletrolítica de metais e produção de soluções químicas. No controle de qualidade, a medição da condutividade de soluções pode ser usada para verificar a pureza da água ou a concentração de íons em produtos químicos.

Além disso, no ensino de ciências, essa metodologia contribui para o desenvolvimento de habilidades investigativas e analíticas nos alunos, proporcionando uma experiência prática que complementa os conceitos teóricos abordados em sala de aula. Essa abordagem também promove a interdisciplinaridade, ao relacionar princípios de química e física, e incentiva a curiosidade científica, ajudando os estudantes a compreenderem a aplicação dos conhecimentos adquiridos em situações do cotidiano e em contextos industriais e ambientais.

Dessa forma, o estudo das soluções eletrolíticas e não eletrolíticas, por meio de experimentos simples como o circuito com uma lâmpada, não só reforça o aprendizado dos conceitos fundamentais, mas também evidencia sua relevância prática e seu impacto em diferentes áreas do conhecimento e da tecnologia.

3 Metodologia

O trabalho foi realizado por meio de levantamento bibliográfico referente ao assunto proposto e de pesquisas em livros e trabalhos de autores renomados, busca em base de dados, periódicos e artigos científicos. Os testes práticos foram realizados no Laboratório de Química das Engenharias do Centro Universitário Municipal de Franca - Uni-FACEF.

Para realização do experimento foram selecionados determinados materiais e substâncias para a realização de uma atividade dinâmica, assim o intuito foi de descobrir quais substâncias e materiais presentes na bancada eram condutores de eletricidade e quais não eram.

No grupo de materiais e substâncias condutoras de corrente, havia água pura, vinagre, coca cola, água com o sal e prego. Já o grupo de não condutores continha areia, glicerina, madeira, água com glicose e o açúcar puro. Para deixá-los expostos na mesa utilizamos béqueres com placas de identificação.

Desse modo, foi criado um circuito (Figura 3) em que o ponto central era uma lâmpada, uma de suas extremidades era ligada à tomada e a outra extremidade era aberta, possuindo dois fios desencapados, que eram colocados nas substâncias e materiais. Dessa forma, as substâncias capazes de conduzir corrente elétrica promoviam o fechamento do circuito, acendendo a lâmpada, enquanto aquelas que não conduziam eletricidade faziam com que a lâmpada permanecesse apagada.

Figura 3: Construção de um circuito elétrico, com lâmpada.



Fonte: elaborado pelos autores.

4. Resultados e Discussão

Durante o estudo proposto, o desafio foi identificar quais substâncias conduziam ou não corrente elétrica. Para isso, foram realizados testes sistemáticos,

nos quais os fios condutores eram higienizados após cada experimento, com o objetivo de evitar contaminação cruzada e interferências nos resultados. Ao final de cada teste, explicava-se o motivo pelo qual determinadas substâncias conseguiam fechar o circuito elétrico e acender a lâmpada, enquanto outras não apresentavam essa capacidade (Figura 4).

A condução de corrente elétrica em substâncias líquidas, conhecidas como condutores eletrolíticos, ocorre pelo deslocamento de íons positivos e negativos em direções opostas, gerando fluxo de carga. Exemplos claros incluem soluções ácidas, como a Coca-Cola, e salinas, como a água com sal, que demonstraram elevada condutividade elétrica. Em contraste, substâncias como glicerina, areia e madeira, caracterizadas por sua alta resistividade elétrica e baixa condutividade, comportaram-se como isolantes, impedindo o fechamento do circuito e a consequente iluminação da lâmpada.

Figura 4: Demonstração de substâncias que conduzem ou não corrente elétrica.



Fonte: elaborado pelos autores.

Desse modo, algumas substâncias, como Coca-Cola e vinagre, foram inicialmente julgadas como não condutoras por parte do público. Isso pode ser atribuído ao fato de serem materiais de uso cotidiano que não são associados intuitivamente a aplicações elétricas. Por outro lado, substâncias como areia e glicerina, que são isolantes, também geraram dúvidas e foram equivocadamente classificadas como condutoras, destacando a importância de experimentos práticos para o esclarecimento dos conceitos de condutividade e resistividade elétrica.

Essa abordagem experimental não apenas promoveu a interação do público com os fenômenos elétricos, mas também evidenciou os desafios relacionados à intuição na compreensão das propriedades físicas dos materiais.

Em outras perspectivas, o estudo pode ser avaliado como positivo, uma vez que foi possível investigar as propriedades ácido – base das soluções selecionadas, assim como sua composição interligado aos fenômenos químicos envolvidos na prática. A prática laboratorial desempenhou um papel crucial no desenvolvimento de habilidades analíticas e na aplicação de conceitos teóricos em contextos reais, enriquecendo o aprendizado e promovendo maior compreensão dos princípios químicos.

Além disso, ao explorar aspectos como o equilíbrio químico e a reatividade das substâncias, o estudo contribuiu para a formação de uma visão integrada e crítica sobre os processos químicos, demonstrando sua relevância em diversas áreas, desde a indústria até a biologia e o meio ambiente. Assim, a abordagem prática não apenas consolidou os conhecimentos teóricos, mas também destacou a relevância das propriedades químicas no entendimento e na aplicação científica em problemas cotidianos e tecnológicos.

Considerações Finais

Pôde-se concluir que o experimento foi capaz de apresentar e ensinar, por meios práticos, sobre a capacidade de condução de corrente elétrica de materiais comuns no cotidiano e que, em muitos casos, são desconhecidas suas propriedades elétricas e condutoras.

A realização desse experimento é de grande relevância, pois permite uma compreensão prática dos conceitos de condutividade e resistividade elétrica, que são fundamentais tanto para o estudo da ciência quanto para suas aplicações tecnológicas. O experimento promoveu o aprendizado ativo e o esclarecimento de preconceitos e equívocos comuns sobre as propriedades elétricas de materiais e substâncias.

Além disso, ao demonstrar como fatores como composição química, estrutura e estado físico influenciam a condução de corrente elétrica, o experimento destacou a importância de relacionar os princípios teóricos à realidade cotidiana. Essa abordagem prática contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico, incentivando a análise e a investigação científica.

Por fim, atividades como essa reforçam o papel essencial da experimentação no ensino de ciências, tornando conceitos abstratos mais acessíveis e despertando o interesse por áreas como a física e a química, essenciais para a inovação tecnológica e para a resolução de desafios na sociedade moderna.

Referências

ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios da Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5 ed. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2012.

BRAD, James E.; HUMISTON, Gerard E. **Química Geral**. 2. ed. v. 2. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos editor, 1986.

BROWN, Theodore; et al. **Química: a Ciência Central**. 13 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 1188 p., 2016.

HELERBROCK, Rafael. "**Condutividade**"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/condutividade.htm>. Acesso em 20/11/2024.

MELO, Pâmela Rafaela. "**Condutores**". Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/condutividade-eletrica.htm#:> Acesso em 20/11/2024.

RUSSEL, John Blair. **Química Geral**: tradução e revisão técnica Márcia Huekezian. et al. 2ed. vol1 e vol2. 540 p., São Paulo: Makron Books, 1994.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química Geral**. 12 ed. São Paulo: Saraiva, 2010.