



DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DO CONDUTIVÍMETRO DE BAIXO CUSTO PARA ANÁLISE DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE FLUIDOS

EVERSON FARIA OTONI BARBARA; LUCIANO SOARES PEDROSO

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento e a aplicação de um Condutivímetro de baixo custo para análise da condutividade elétrica (CE) da água, com foco no contexto da Educação do Campo. O aparato foi projetado para atender à realidade de escolas com infraestrutura limitada, utilizando componentes acessíveis como lâmpadas LED e NEON, que permitem observar qualitativamente e medir, de forma semiquantitativa, a CE de diferentes amostras aquosas. A fundamentação teórica discute a relação entre a presença de íons em solução e a capacidade de condução elétrica, destacando como sais dissolvidos aumentam significativamente a CE da água. A metodologia combinou abordagens qualitativas (intensidade do brilho das lâmpadas) e quantitativas (comparação entre amostras), utilizando eletrodos de cobre e soluções padrão de H_2O_2 para calibração. Foram testadas amostras de água mineral, água da torneira e soluções preparadas com sal, açúcar e suco cítrico. Os resultados evidenciaram que o condutivímetro é sensível às variações de CE, apresentando dados compatíveis com informações fornecidas por fabricantes e literatura. A água de torneira apresentou CE média de $560 \mu S/cm$, superior às águas minerais ($30-740 \mu S/cm$), enquanto soluções com 1% de NaCl ultrapassaram $1000 \mu S/cm$. O dispositivo também permitiu observar o impacto da distância entre eletrodos na condutividade medida. Entre as contribuições do estudo destacam-se: (1) a criação de um recurso didático com custo inferior a R\$ 40,00; (2) o estímulo ao ensino investigativo e contextualizado da Física; (3) a desmistificação de concepções errôneas sobre a condutividade da água; e (4) a integração entre teoria e prática no ensino de Ciências. Conclui-se que o Condutivímetro é uma alternativa viável e replicável para ambientes escolares com recursos limitados. Estudos futuros poderão explorar sua aplicação em monitoramento da qualidade da água em comunidades rurais e sua integração com tecnologias digitais, reforçando a importância de abordagens experimentais acessíveis no ensino de Ciências.

Palavras-chave: Condutividade elétrica da água, Educação do Campo, Experimento de baixo custo, Ensino de Física, Fotogate.

1 INTRODUÇÃO

A condutividade elétrica da água é um parâmetro físico-químico fundamental para avaliar a qualidade da água e a presença de íons dissolvidos, que influenciam diretamente sua capacidade de conduzir corrente elétrica. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um aparato experimental, denominado Condutivímetro, projetado para medir a condutividade elétrica de águas comerciais e soluções aquosas, validando os dados presentes em seus rótulos e desmistificando concepções errôneas sobre a condutividade da água. A proposta surge no contexto da Educação do Campo, onde a escassez de recursos hídricos, desmatamento, qualidade da água nas comunidades, ausência de equipamentos e espaços de atividades experimentais, demandando soluções acessíveis e eficientes para o ensino de Ciências e Física.

O Condutivímetro foi desenvolvido com base em princípios eletrodinâmicos simples, utilizando componentes de baixo custo, como lâmpadas incandescentes, de NEON e LED, que

permitem visualizar a passagem de corrente elétrica em diferentes soluções. O aparato foi inspirado em experiências realizadas no Laboratório de Aprendizagens da Licenciatura em Educação do Campo (LaLEC) da UFVJM, onde se observou a necessidade de um instrumento quantitativo para complementar abordagens qualitativas tradicionais. Além disso, o projeto incorpora tecnologias previamente testadas em um Fotogate desenvolvido em 2018 (MACÊDO *et al.*, 2018), garantindo confiabilidade e replicabilidade.

A relevância deste trabalho está em seu potencial didático e aplicativo, pois permite aos estudantes confrontar dados empíricos com informações comerciais, promovendo o pensamento crítico e o letramento científico. Segundo Braga e Moura (2014), experimentos simples são essenciais para desmistificar conceitos errôneos, como a ideia de que a água pura não é um condutor elétrico. Nesse sentido, o Condutivímetro se alinha às diretrizes da Educação do Campo, que valorizam a contextualização do conhecimento e a integração entre teoria e prática.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A condutividade elétrica (CE) é uma propriedade física que mede a capacidade de um material de conduzir corrente elétrica quando submetido a uma diferença de potencial. No caso da água, a CE está diretamente relacionada à concentração de íons dissolvidos, como sódio (Na^+), cloreto (Cl^-), cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) (MOLIN; RABELLO, 2011).

Águas destiladas ou deionizadas, por exemplo, apresentam CE baixíssima devido à ausência de íons livres, enquanto águas minerais ou de torneira exibem valores mais elevados em função da presença de sais e outros compostos iônicos.

Do ponto de vista educacional, a CE da água é frequentemente abordada de forma superficial no Ensino Médio, sem a devida conexão com aplicações práticas. No entanto, experimentos como o proposto neste trabalho permitem aos estudantes visualizar fenômenos eletrodinâmicos e compreender conceitos como resistividade, condutância e influência de solutos. Segundo De Almeida *et al.* (2023) e Pedroso *et al.* (2020), dispositivos de baixo custo são ferramentas valiosas para democratizar o acesso ao conhecimento científico, especialmente em contextos de escassez de recursos.

Além disso, a CE tem aplicações significativas em áreas como a agricultura, onde a medição da condutividade elétrica aparente do solo (CEa) é utilizada para avaliar salinidade e fertilidade (SAMPALHO *et al.*, 2007). Essa intersecção entre teoria e prática reforça a importância de abordagens experimentais no ensino, como a proposta pelo Condutivímetro.

Para a confecção do Condutivímetro, partiu-se de um circuito elétrico simples composto por uma lâmpada incandescente e uma mini lâmpada de NEON conectadas em paralelo. Inicialmente, observou-se que a lâmpada NEON acendia em soluções com baixa condutividade ou até mesmo em água de torneira, enquanto a incandescente exigia correntes mais altas para emitir luz. Essa diferença de sensibilidade motivou a substituição da lâmpada incandescente por uma de LED da marca OUROLUX, que apresentou maior sensibilidade a variações na CE, permitindo uma análise mais precisa.

Após várias experimentações, chegou-se ao aparato final que consiste em dois eletrodos de cobre mergulhados na solução, conectados a uma fonte de tensão ajustável e ao circuito com a lâmpada LED e um LDR para a leitura dos picos de luminosidade emitidos pela lâmpada de LED, além de um software livre Audacity – conforme aparato descrito em Macêdo, Pedroso e Costa (2018).

A distância entre os eletrodos foi variada sistematicamente para estudar sua influência na intensidade da corrente elétrica, evidenciando a necessidade de se utilizar a unidade de medida padrão para a condutividade elétrica em $\mu\text{S}/\text{cm}$ (microSiemens por centímetro). Para calibração, utilizou-se solução padrão de Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2) em concentração conhecida, conforme descrito por Braga e Moura (2014) e solução aquosa de 1% de NaCl. As

medições foram realizadas em águas minerais comerciais, água de torneira e soluções preparadas com sal, açúcar, suco de limão e refrigerante, permitindo comparar os resultados com os valores de condutividade elétrica declarados em seus rótulos.

A análise dos dados foi feita por meio de gráficos de condutividade versus a distância entre os eletrodos, conforme o exemplo descrito na Figura 01, resultando em valores aferidos em $\mu\text{S}/\text{cm}$ (microSiemens por centímetro), utilizando modelos matemáticos para validar a linearidade da resposta do aparato. A confiabilidade do Condutímetro foi avaliada pela reprodutibilidade dos resultados e pela concordância com a literatura.

Figura 01: Representação gráfica da condutividade elétrica da água da torneira em função da distância percorrida pelos sensores.



Fonte: Acervo dos autores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa mental apresentado na Figura 02 sintetiza os principais comportamentos elétricos de substâncias iônicas, moleculares e metálicas, considerando seu estado físico e interações em solução aquosa. Por exemplo, substâncias iônicas, como o cloreto de sódio (NaCl), não conduzem eletricidade no estado sólido, mas passam a conduzir quando fundidas ou dissolvidas em água devido à mobilidade dos íons. Já substâncias moleculares, como a sacarose, geralmente não conduzem eletricidade, a menos que sofram ionização, como ocorre com o ácido acético. Substâncias metálicas, por sua vez, são naturalmente condutoras no estado puro, devido à presença de elétrons livres.

Figura 02: Mapa conceitual representando a condutividade de substâncias iônicas, moleculares e metálicas.



Fonte: Acervo dos autores.

Esses conceitos foram diretamente aplicados em experimentos com um Condutivímetro de baixo custo, e seus resultados demonstraram que o aparato é eficaz na detecção de variações na condutividade elétrica (CE), evidenciada pelo acionamento de lâmpadas LED e pelas capturas dos dados pelo Fotogate enviados ao Audacity. Conforme esses dados coletados no Condutivímetro, a água da torneira, rica em íons dissolvidos, apresentou CE elevada, enquanto águas minerais com baixo teor de sais mostraram condutividade reduzida, em conformidade com os dados dos rótulos. Soluções preparadas com sal de cozinha e suco de limão — substâncias com caráter iônico — apresentaram CE significativamente maior que aquelas contendo açúcar, uma substância molecular que não sofre ionização.

Além disso, o experimento validou a relação entre a distância dos eletrodos e a intensidade da corrente elétrica, observada pela variação no brilho da lâmpada LED: quanto maior a distância, menor a intensidade. Esses achados reforçam os estudos de Braga e Moura (2014), que destacam a influência da composição química na condutividade elétrica. A integração entre o modelo teórico (representado na Figura 02), a prática experimental e os resultados descritos na Figura 01, confirmam o potencial pedagógico do Condutivímetro como ferramenta eficaz para o ensino de conceitos eletroquímicos na Educação Básica e no Ensino de Ciências na Educação do Campo.

3.1. Contribuições para o Ensino de Ciências na Educação do Campo

O Condutivímetro se destaca como uma ferramenta acessível e eficaz para o ensino investigativo, permitindo que estudantes da Educação do Campo vivenciem práticas científicas mesmo em contextos com recursos limitados. Sua aplicação promove a desmistificação de conceitos, como a ideia de que a água pura não é condutora de eletricidade, e estimula habilidades como observação, análise crítica e confronto de dados empíricos com informações comerciais.

Além disso, o aparato pode ser replicado em outras instituições, seguindo os princípios da Educação do Campo, que valoriza a contextualização do conhecimento e a integração entre teoria e prática (MACÊDO *et al.*, 2018). A proposta também abre caminho para investigações interdisciplinares, como a relação entre CE e qualidade da água em comunidades rurais.

4 CONCLUSÃO

O Condutivímetro representa uma inovação didática de baixo custo e alto impacto pedagógico, capaz de aferir a CE de fluidos com precisão e promover aprendizagem significativa. Sua simplicidade técnica e replicabilidade o tornam uma alternativa viável para o ensino de Ciências em diversos contextos, especialmente na Educação do Campo. Futuros trabalhos podem explorar a integração do aparato com tecnologias digitais, como o aplicativo Phyphox (PEDROSO *et al.*, 2020), para ampliar suas aplicações.

REFERÊNCIAS

- BRAGA, R. A.; MOURA, A. B. de. Condutividade elétrica em soluções aquosas: uma abordagem experimental no Ensino Médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 31, n. 2, p. 607–624, 2014.
- DE ALMEIDA, Isabela Alves *et al.* Desenvolvimento de dispositivo de medição de condutividade elétrica da água. 2023.
- MACÊDO, Josué Antunes de; PEDROSO, Luciano Soares; COSTA, Giovanni Armando da. Aprimorando e validando um fotogate de baixo custo. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 40, n. 4, p. e5403, 2018.

MOLIN, J. P.; RABELLO, L. M. Estudos sobre a mensuração da condutividade elétrica do solo. *Engenharia Agrícola*, v. 31, p. 90-101, 2011.

PEDROSO, Luciano Soares *et al.* Experimentos de baixo custo utilizando o aplicativo de física Phyphox. *Latin-American Journal of Physics Education*, v. 14, n. 4, p. 1, 2020.

SAMPAIO, Silvio César *et al.* Relação entre série de sólidos e condutividade elétrica em diferentes águas residuárias. *Irriga*, v. 12, n. 4, p. 569-574, 2007.