



DISPOSITIVO ELETRÔNICO: DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA INOVADORA PARA ESTUDO E MEDIÇÃO DE CAMPOS MAGNÉTICOS UTILIZANDO ARDUINO E SENSOR DE EFEITO HALL

SANTOS, Ronilson Sousa¹; **TRONCÃO**, Pâmella Gonçalves Barreto²;

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um dispositivo eletrônico, utilizando uma configuração experimental composta por um Arduino e um sensor de efeito Hall para caracterizar materiais magnéticos crescidos em laboratório. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Pesquisa em Materiais para Aplicações em Dispositivos Eletrônicos (LABMADE), localizado no Centro de Ciências Integradas (CCI), campus Araguaína da Universidade Federal do Norte Tocantins (UFNT). O dispositivo eletrônico utiliza materiais de baixo custo como alternativa para estudar campos magnéticos, pois a região enfrenta dificuldades na obtenção de equipamentos caros para experimentos nesta área. É implementado através de hardware e software na Plataforma Arduino, onde foram obtidos resultados mostrando bom desempenho do sensor e a validade de sua aplicação, tornando-se uma opção viável para projetos de pesquisa e ensino eletromagnetismo. Esta abordagem inovadora, baseada em materiais acessíveis, permite que pesquisadores e estudantes conduzam estudos sobre campos magnéticos sem depender de recursos externos, tornando-se assim uma ferramenta para democratizar o acesso ao conhecimento científico.

Palavras-chave: Arduino; Campo Magnético; Efeito Hall; Materiais Magnéticos.

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Materiais (PPGCM). Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Centro de Ciências Sociais, Saúde e Tecnologia (CCSST). E-mail: ronilson.santos@discente.ufma.br.

² Professora Doutora, do Curso de Licenciatura em Física, Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), Centro de Ciências Integradas (CCI). E-mail: pamellagbarreto@uft.edu.br.

I. INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA

A Física tem um papel essencial para o surgimento destas tecnologias por ser uma ciência que estuda as propriedades gerais da matéria [1]. Porém, na maioria das vezes, faz-se necessário o uso de ferramentas ou instrumentos técnicos capazes de fazer uma leitura ou varredura do comportamento deste material a ser estudado, muitas vezes envolvendo o pensamento lógico estruturado através de softwares e equipamentos correlacionados.

Portanto, este trabalho busca estudar e caracterizar diferentes materiais magnéticos fazendo uso de um sensor de campo magnético (baseado no Efeito Hall) com o intuito de construir um dispositivo eletrônico capaz de medir campo magnético.

II. BASE TEÓRICA

Este trabalho é baseado na teoria do Efeito Hall. No contexto deste projeto, o Efeito Hall desempenha um papel central. Descrito por Edwin Hall em 1879, o Efeito Hall é a geração de uma diferença de voltagem (tensão Hall) em um condutor ou semicondutor quando uma corrente elétrica flui através dele em presença de um campo magnético perpendicular [2, 3, 4, 5].

A utilização do sensor de Efeito Hall como um dispositivo de medição de campos magnéticos é fundamental para a construção do aparato experimental. O sensor de Efeito Hall é sensível a campos magnéticos e sua tensão Hall varia linearmente com a intensidade do campo magnético aplicado. Integrado com a plataforma Arduíno, que oferece uma interface versátil para entrada e saída de dados, tornando-se uma ferramenta poderosa para medir campos magnéticos [2, 3, 4, 5, 6].

III. OBJETIVOS

Desenvolver um dispositivo eletrônico, por meio de um sistema de hardware e software, para a medição de campos magnéticos e caracterização do comportamento de diferentes materiais magnéticos quando expostos a um campo magnético induzido.

- Desenvolver o circuito eletrônico que integra o sensor de Efeito Hall com a plataforma Arduíno, garantindo eficiência para a coleta e processamento dos dados de campos magnéticos gerados pelo sensor de Efeito Hall.
- Realizar testes experimentais utilizando diferentes materiais, como as bobinas de multicamadas e bobina de Helmholtz, para analisar a precisão e a sensibilidade do dispositivo eletrônico em diferentes situações.

IV. METODOLOGIA

Para a criação do dispositivo eletrônico, foi necessário um computador (responsável por compilar o programa, além de receber os processados na placa Arduino e fazer a leitura dos resultados), uma placa Arduino UNO (plataforma com uma placa de circuito impresso com microcontrolador, Microchip ATmega328P, que tem como função a comunicação entre o computador e o circuito montado na protoboard), uma Protoboard (a ferramenta de prototipagem para elaboração de circuitos eletrônicos), alguns Jumpers (pequenos fios metálicos responsáveis pelas conexões dentro entre as partes de circuito e a placa Arduino) e um Sensor de Efeito Hall (transdutor com capacidade de detectar campo magnético através da diferença de potencial produzida entre dois terminais do mesmo).

Uma lógica de programação na plataforma Arduino foi criada capaz de controlar o sensor Hall a partir da placa Arduino. Este programa faz com que o sensor sinta a presença do campo magnético e sua intensidade, quando se utiliza o sensor de Efeito Hall KY24 Hall A3144 (o sensor de Efeito Hall KY24 Hall A3144 é Página 6 de 14 um transdutor com capacidade de detectar a presença de campo magnético como o U18411, possuindo um diferencial de levantar dados analógicos). A calibração do sensor, utilizando o método dos mínimos múltiplos quadrados (MMQ) em uma linguagem de programação em Python, consiste na análise de valores encontrados pelo programa

V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para realização de calibração como forma de analisar a validade do dispositivo eletrônico, foi montado dois aparatos experimentais com os materiais presentes no laboratório, como pode-se observar na Figura 1.

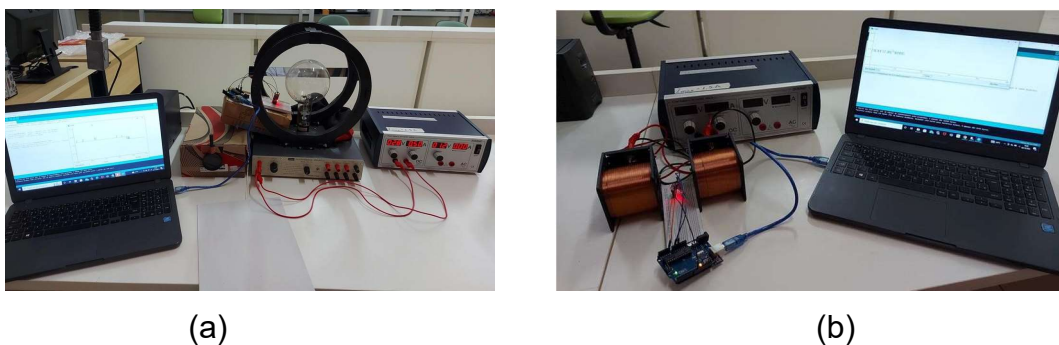


Figura 1: (a) Aparato experimental no laboratório com bobina de 130 volts. (b) Aparato experimental no laboratório com bobina de 1200 volts.

Fonte: Dados da pesquisa.

Na primeira etapa da análise do dispositivo eletrônico é utilizado a bobina de 1200 voltas. A partir dela o sensor gerou os dados que estão presentes na Tabela 1. O valor da tensão referente ao campo magnético gerado é inicialmente dado em Bits e posteriormente convertido para Volts, multiplicado por $\frac{5}{1024}$.

Tensão (V)	Corrente Elétrica (A)	Campo Magnético (T)
$2,68 \cdot 10^{-5}$	0,5	$3,37 \cdot 10^{-2}$
$5,37 \cdot 10^{-5}$	1,0	$6,74 \cdot 10^{-2}$
$8,06 \cdot 10^{-5}$	1,5	$1,01 \cdot 10^{-1}$
$1,07 \cdot 10^{-4}$	2,0	$1,35 \cdot 10^{-1}$

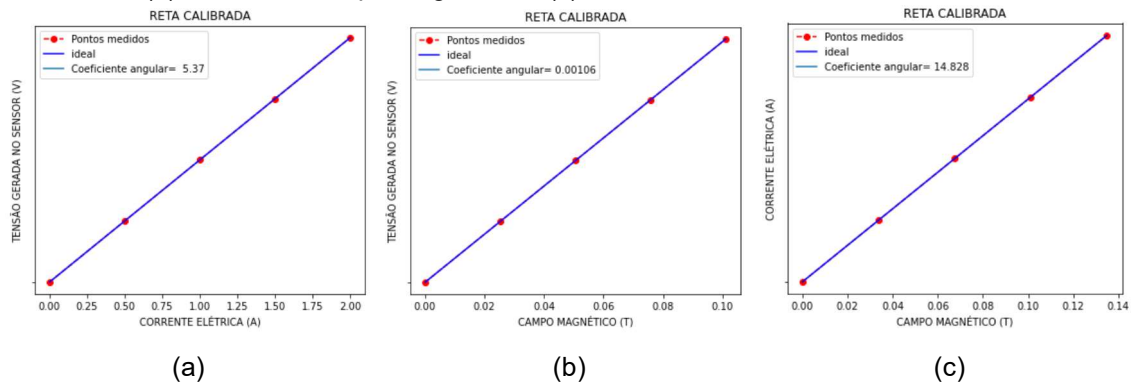
Tabela 1: Valores encontrados nas medidas utilizando a bobina de 1200 voltas.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os valores do campo magnético são oriundos da equação $B(z) = \frac{N\mu_0 i}{R\left(\frac{5}{4}\right)^{3/2}}$ [7].

Na Tabela 1 observa-se que os valores da tensão e do campo magnético variam de acordo com a corrente elétrica. Observa-se que na primeira coluna encontra-se os valores da tensão que foram encontrados pelo sensor de Efeito Hall, a segunda coluna representa os valores de corrente elétrica inseridos na fonte conectada ao experimento e na terceira coluna estão os valores do campo magnético gerados pela bobina de 1200 voltas. Esses valores podem ser observados nos gráficos da Figuras 2, as quais apresentam os pontos medidos e a reta ideal em relação a eles.

Figura 2: Valores encontrados utilizando a bobina com 1200 voltas para (a) Tensão x Corrente Elétrica, (b) Tensão x Campo Magnético e (c) Corrente Elétrica x Campo Magnético.



Fonte: Dados da pesquisa.

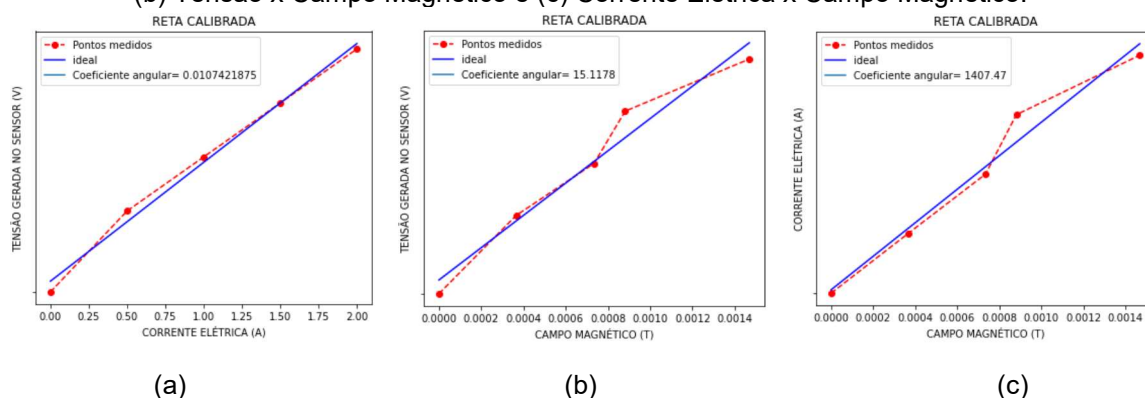
Na Tabela 2, têm-se os valores de calibração para diferentes valores de corrente em relação à bobina de Helmholtz, nela é possível observar que os valores da tensão são diretamente proporcionais à corrente que o sensor encontra na bobina de Helmholtz. A equação utilizada para calcular o valor do campo será a mesma, mas diferente da primeira bobina usada, o valor de N será 130 voltas e o raio r de 0,016 m. Posteriormente, esses valores podem ser observados nas Figuras 2, as quais apresentam os pontos medidos e a reta ideal em relação a eles.

Tensão (V)	Corrente Elétrica (A)	Campo Magnético (T)
$7,32 \cdot 10^{-6}$	0,5	$3,65 \cdot 10^{-4}$
$1,22 \cdot 10^{-5}$	1,0	$7,34 \cdot 10^{-4}$
$1,70 \cdot 10^{-5}$	1,5	$8,81 \cdot 10^{-4}$
$2,20 \cdot 10^{-5}$	2,0	$1,47 \cdot 10^{-3}$

Tabela 2: Valores encontrados nas medidas utilizando a bobina de 130 voltas.

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 3: Valores encontrados utilizando a bobina com 130 voltas da (a) Tensão x Corrente Elétrica, (b) Tensão x Campo Magnético e (c) Corrente Elétrica x Campo Magnético.



Fonte: Dados da pesquisa.

Observando os resultados da calibração em ambos os experimentos, pode-se constatar que foi obtido valores melhores utilizando a bobina de 1200 voltas, conseqüentemente, ela foi escolhida para o processo de medições. Na Figura 3, nota-se que devido ao campo magnético ser muito pequeno o sensor acaba sofrendo com o ruído e os valores não são simétricos como os gráficos da Figura 2.

Medidas variando a posição do sensor também foram realizadas utilizando a bobina de Helmholtz. Uma delas ocorreu com o sensor no centro entre as 2 bobinas separadas por uma distância r , a qual possui raio $r/2$. A Figura 2 mostra as diferentes distâncias do aparato, nas quais as 3 medidas foram realizadas. As bobinas foram separadas por uma distância de 6 cm, valor correspondente à largura da protoboard.

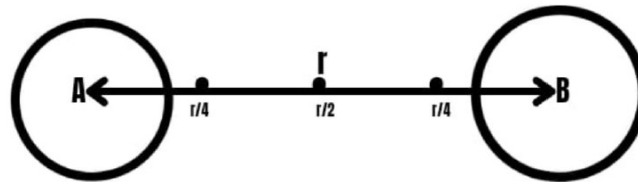


Figura 4: Modelo do arranjo experimental realizado.

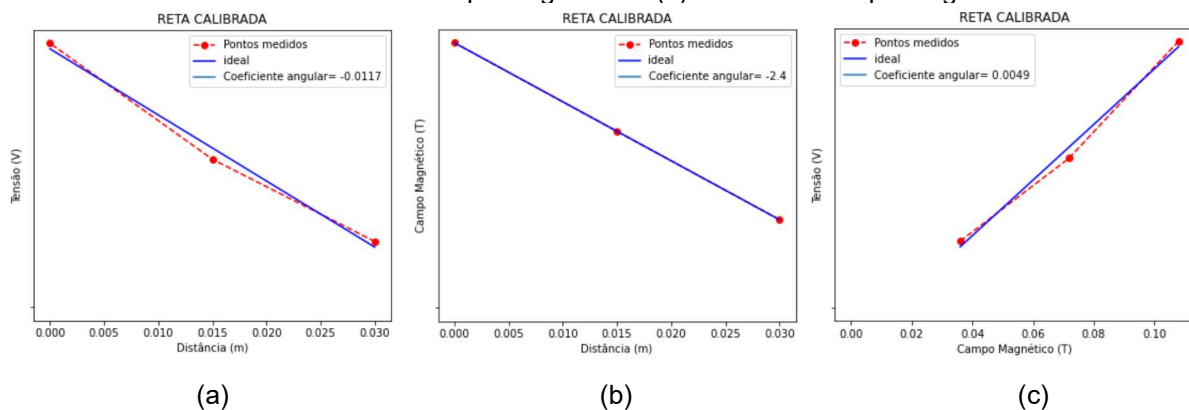
Fonte: Dados da pesquisa.

Pontos (z)	Tensão (V)	Campo Magnético (T)
$r/2$	$1,17 \cdot 10^{-4}$	$3,6 \cdot 10^{-2}$
$r/4$	$2,63 \cdot 10^{-4}$	$7,19 \cdot 10^{-2}$
0	$4,69 \cdot 10^{-4}$	$1,08 \cdot 10^{-1}$

Tabela 3: Valores para as medições do aparato experimental utilizando a bobina com 1200 volts da Figura 1.

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 5: Valores encontrados utilizando a bobina com 1200 volts da (a) Tensão x Distância, (b) Corrente Elétrica x Campo Magnético e (c) Tensão x Campo Magnético.



Fonte: Dados da pesquisa.

Observando os dados da Tabela 3 nota-se que nos pontos $r/4$ o valor da tensão obtido foi o mesmo, isso mostra que o sensor está bem calibrado. Foi calculado o valor do campo magnético referente às distâncias (m) observadas na Figura 5, com uma corrente elétrica fixa de 2,0 A.

VI. CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste trabalho, foi possível criar um dispositivo eletrônico inédito, que promove inovação tecnológica de baixo custo para uma região que tem a necessidade deste material, que foi construindo utilizando uma plataforma bem acessível como o Arduíno. Por meio deste trabalho, alunos e pesquisadores, do Ensino Médio ou do Nível Superior agora têm acesso a um material de baixo custo, capaz de estudar campos magnéticos, que antes só era possível com o auxílio de grandes laboratórios.

Então, com este trabalho o estudo e aplicações de campo magnético se tornou acessível a comunidade científica, proporcionando o estudo e investigação de materiais magnéticos. Este sistema possibilita visualizar a existência de campo magnético e a relação que a intensidade do campo magnético possui com a distância. E proporciona o estudo da lógica de programação que pode despertar grande curiosidade na nova geração de cientistas.

VII. REFERÊNCIAS

- [1] TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene, Física para Cientistas e Engenheiros Volume 2 – Eletricidade, Magnetismo e Ótica, 6a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- [2] E. H. Hall, “On a New Action of the Magnet on Electric Currents” American Journal of Mathematics. 2, 287 (1879).
- [3] Hurd. C. H, The Hall Effect in Metals and Alloys. Plenum Press, New York-London, 1972.
- [4] Halliday, David, Resnick, Robert e Walker, Jearl, Fundamentos de Física Volume 3. Eletromagnetismo, Ed. LTC, Rio de Janeiro, 2007.
- [5] Xie, H., Zhong, H., e Wang, X. (2020). Medição de Campo Magnético: Técnicas, Dispositivos e Aplicações. Revista de Instrumentação e Medição do IEEE, vol. 23, nº 6, pp. 36-47. doi: 10.1109/MIM.2020.9191604
- [6] [23] TARCSAY, Hugo. Arduino - Protótipo De Irrigação Por Aspersão. [S. l.], 5 dez.2020.
- [7] BARRETO, P. G.; DE BARROS, A. E. A., Eletromagnetismo: uma viagem do macro ao micro. Editora Livraria da Física. 1º Edição, São Paulo, 2017.

TRABALHO ACADÊMICO

SANTOS, R. S. **MEDIDAS DE CAMPO MAGNÉTICO ATRAVÉS DE UM DISPOSITIVO ELETRÔNICO UTILIZANDO ARDUÍNO E EFEITO HALL.** Orientadora: Pâmella Barreto Gonçalves Tronção. 2023. 47 p. Monografia (Graduação, Licenciatura em Física) - Discente, Araguaína, 2023.

SILVA, Stefânio Fernandes. **Elaboração de dispositivo eletrônico para abordagem experimental de campo magnético aplicado ao Ensino de Física.** Orientadora: Pâmella Barreto Gonçalves Tronção. 2023. 83 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Norte do Tocantins no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF)) - Araguaína, 2023.

TRABALHO PUBLICADO EM EVENTO

SANTOS, R. S.; TRONCAO, P. G. B.; **MEDIDAS DE MATERIAIS ATRAVÉS DE SENSORES DE CAMPO MAGNÉTICO UTILIZANDO PLACA ARDUINO** In: TEIA UFNT : Seminário integrado de ciência e sociedade, 2022, Araguaína. Anais do TEIA UFNT: Seminário Integrado de Ciência e Sociedade. Araguaína: Even3, 2023. v.1.

VIII. AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento desta pesquisa contou com auxílio financeiro da PROPESQ/UFNT, Edital nº011/2022.