



# Centro Paula Souza

## Etec Paulino Botelho

**Trabalho de Conclusão de Curso:**

# **Protótipo de Gerador Eletromagnético**

Daniel Lázaro da Silva  
Danilo Pereira Alves  
Felipe Gonçalves Gomes  
Laura Souza e Silva  
Raniery Alves de Souza

**Orientador: Profº Cláudio Torres**

**São Carlos - SP  
2024**

## Sumario:

1.0	Introdução: .....	3
1.1	Objetivo: .....	3
2.0	Resumo: .....	4
2.1	Abstract: .....	5
3.0	Desenvolvimento teórico .....	5
3.1	Gerador de energia: .....	5
3.2	Gerador eletromagnético: .....	6
3.3	Energia limpa e renovável: .....	6
3.4	Lei de indução eletromagnética: .....	7
3.5	O que é um campo magnético: .....	10
3.6	O que é um transformador: .....	10
4.0	Montagem: .....	13
4.1	Rotor de fixação dos ímãs: .....	14
4.2	Chassi do projeto: .....	15
4.3	Fixação do motor: .....	16
4.4	Montagem eletromagnética: .....	17
4.5	Fotos finais: .....	18
5.0	Pesquisa bibliográfica: .....	19
5.2	Desenvolvimento Experimental: .....	19
6.0	Considerações finais: .....	21
6.1	Tabela de custos: .....	23
7.0	Conclusão: .....	24
8.0	Referências: .....	26
9.0	Figuras: .....	26

## 1.0 Introdução:

A energia elétrica, atualmente, está presente em todas as áreas das nossas vidas, usamos para praticamente tudo, mas afinal, o que é energia elétrica?

A energia elétrica, nada mais é do que a movimentação de partículas eletricamente carregadas como elétrons. Esse tipo de energia pode ser facilmente convertido para outras formas de energia, como calor, luz ou energia mecânica, ou seja, ela está presente em toda nossa rotina cotidiana, e por isso é tão importante.

Existem diversas formas de se obter energia elétrica, porém nem todas são limpas e renováveis, ou seja, são finitas e geram algum tipo de poluição, dentre elas, temos algumas formas mais comuns, como: Usinas hidrelétricas, eólica, nucleares, termoeletricas, fotovoltaicas, de biomassa, entre outras. E todas elas com o princípio básico do químico e biólogo francês Antoine Lavoisier: “Na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”.

Dentre essas formas de se obter energia, nosso grupo explora a indução eletromagnética, que é uma forma limpa e renovável de se obter energia elétrica.

## 1.2 Objetivo:

O objetivo deste trabalho de conclusão de curso é desenvolver um projeto que utilize a essência da área da eletromecânica, para tanto, escolhemos desenvolver um gerador eletromagnético.

A princípio, o objetivo era fazer um gerador eletromagnético que se auto sustentasse, sendo assim um gerador de energia “infinita” que precisaria apenas de um impulso inicial para iniciar a rotação do motor, e assim, utilizando da

indução eletromagnética, geraria uma tensão, e parte dessa tensão seria redirecionada para o motor, fazendo com que ele continuasse em rotação gerando mais energia. Porém, após montar a estrutura do gerador e fazer os primeiros testes, o mesmo não atingiu a tensão necessária para fazer com que o motor continuasse em movimento, após rever o projeto, usando os princípios da termodinâmica, percebemos que não seria possível atingir o objetivo, com isso o grupo decidiu mudar o objetivo e apenas focar em fazer um gerador eletromagnético de forma simples possibilitando a utilização de forma portátil, já que é uma fonte de energia limpa e sustentável, além de poder gerar uma economia de energia elétrica e diminuir o valor gasto com a conta de luz, ou até mesmo em viagens onde não há acesso à energia elétrica como chácaras e acampamentos.

## 2.0 Resumo

Este trabalho aborda a geração de energia através do eletromagnetismo, explorando os princípios fundamentais e as aplicações práticas desta tecnologia. A pesquisa incluiu uma revisão bibliográfica detalhada das leis de Faraday e Maxwell, além da construção e teste de protótipos de geradores eletromagnéticos. Os resultados experimentais demonstraram a eficiência da conversão de energia mecânica em elétrica, validando a viabilidade técnica da abordagem. Conclui-se que a geração de energia eletromagnética é uma alternativa promissora para a matriz energética sustentável, com potencial significativo para contribuições futuras no campo das energias renováveis.

## **2.1 Abstract**

This work addresses energy generation through electromagnetism, exploring the fundamental principles and practical applications of this technology. The research included a detailed literature review of Faraday and Maxwell's laws, in addition to the construction and testing of prototypes of electromagnetic generators. The experimental results demonstrated the efficiency of converting mechanical energy into electrical energy, validating the technical feasibility of the approach. It is concluded that electromagnetic energy generation is a promising alternative for a sustainable energy matrix, with significant potential for future contributions in the field of renewable energy.

## **3.0 Desenvolvimento teórico**

### **3.1 Gerador de energia:**

Um gerador de energia, diferente do motor que recebe energia elétrica e transforma em energia mecânica, o gerador recebe outro tipo de energia, como mecânica, química, solar, ou de outra natureza, e transforma em energia elétrica, utilizando da diferença de potencial entre dois polos (positivo e negativo). Alguns exemplos de geradores são: pilhas, placas solares e baterias.

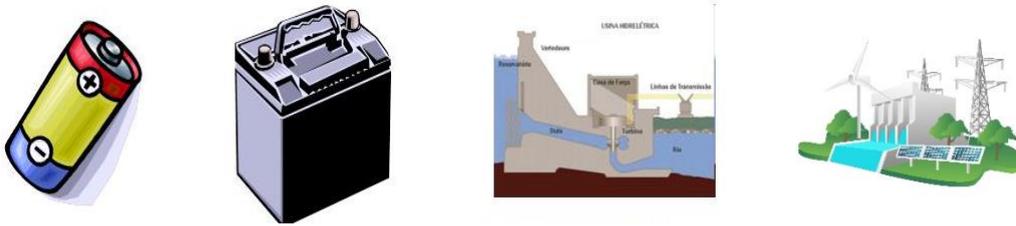


Figura 1

### 3.2 Gerador eletromagnético

Os geradores eletromagnéticos consistem em utilizar do campo magnético em uma forma de se obter energia elétrica por meio da **indução eletromagnética**. Para que esse fenômeno ocorra, é necessário que um condutor seja imerso em um campo magnético que tenha mudanças em seu fluxo magnético, (lei de Faraday e lei de Lenz), ou seja, o campo magnético de um ímã induz a movimentação dos elétrons em um condutor, sendo assim, se houver movimentação no fluxo magnético, gera uma corrente elétrica, e quanto maior o número de espiras e uma bobina, mais corrente gera. Dessa forma, é uma maneira limpa e sustentável de se gerar eletricidade.

Mas o que seria uma energia Limpa e renovável?

### 3.3 Energia limpa e renovável:

Energia Limpa consiste na geração de energia a partir de fontes abundantes na natureza, onde não são liberados gases poluentes na atmosfera e não tem forte impacto na natureza. O objetivo da energia limpa é reduzir ou eliminar a pegada de carbono e outros impactos negativos no meio ambiente.

Já a energia renovável é a energia produzida de fontes naturais que são inesgotáveis e que se renovam naturalmente ao longo do tempo.

Alguns exemplos podem ser: Energia hidrelétrica, energia solar, energia eólica, biomassa e geotérmica, entre outras.

"A energia renovável é considerada uma forma sustentável de produção de energia, pois não esgota os recursos naturais e geralmente tem baixo impacto ambiental em comparação com as fontes de energia convencionais, em especial o carvão e o petróleo.

Portanto, todas as formas de energia renovável são consideradas energia limpa, mas nem toda energia limpa é necessariamente renovável."



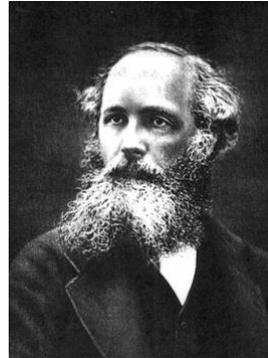
Figura 2

### 3.4 Lei de indução eletromagnética:

Os fundamentos do eletromagnetismo foram estabelecidos por cientistas como Michael Faraday e James Clerk Maxwell no século XIX. Faraday, em 1831, descobriu a indução eletromagnética, demonstrando que um campo magnético variável poderia induzir uma corrente elétrica em um condutor. Maxwell, posteriormente, formulou um conjunto de equações que descrevem como os campos elétricos e magnéticos interagem e se propagam no espaço. Esses princípios formam a base dos geradores elétricos modernos, que utilizam a rotação de uma bobina em um campo magnético para produzir eletricidade.



Michael Faraday



James Clerk Maxwell

Figura 3

Existem duas leis principais que descrevem a indução eletromagnética:

1. A Lei de Faraday, que recebe esse nome para homenagear o físico do século XIX Michael Faraday, relaciona a taxa de variação do fluxo magnético através de uma espira com a magnitude da força eletromotriz induzida nela. A lei de indução eletromagnética descrita por ele, declara que uma corrente pode ser induzida a fluir devido a uma variação no campo magnético. De forma que, quando um condutor se move através de um campo magnético, os elétrons no condutor são forçados a se moverem, resultando em uma força eletromotriz que gera uma corrente elétrica oposta ao campo magnético. No caso de o condutor estar enrolado em espira, quanto maior o número de espiras, maior o fluxo de variação de campo magnético através dessas espiras entre o campo magnético e essas espiras, ou seja, quanto maior o número de espiras, maior a quantidade de tensão gerada (bobina).

Essa relação é expressa da seguinte forma:

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta$$

- $\Phi$  é o fluxo magnético através da espira
- $B$  é o módulo do vetor campo magnético
- $A$  é a área da espira
- $\theta$  é o ângulo entre o vetor campo magnético ( $B$ ) e o vetor normal à espira ( $n$ )

A força eletromotriz refere-se à diferença de potencial ao redor da espira medida em volts.

2. A Lei de Lenz foi formulada por Heinrich Lenz em 1833, como um complemento da lei de Faraday. Enquanto a Lei de Faraday nos revela a magnitude da FEM (Força motriz) produzida, a Lei de Lenz nos revela a direção do fluxo da corrente. Ela afirma que em um campo magnético próximo a um circuito fechado, a corrente que está sendo induzida, criará um campo magnético na direção oposta à variação do fluxo que a produziu.

A lei de Lenz utiliza o mesmo sistema da lei de Faraday com um sinal de menos, onde permite que o mesmo sistema de coordenadas seja usado por ambos, o fluxo e o FEM. E essa oposição do campo magnético também respeita a lei de Newton, onde a ação e a reação são iguais e opostas. Essa lei de conservação do momento, onde tem essa oposição do campo magnético, que garante a conversão de uma força para a outra, sendo que a energia mecânica que é aplicada para mudar o campo magnético seja convertida em energia elétrica de modo que a oposição do campo magnético crie uma tensão elétrica no circuito.

Aplicações Práticas e Tecnológicas

Os princípios de Faraday e Maxwell encontram aplicação em diversos lugares como em motores eletromagnéticos, geradores, transformadores, usinas hidrelétricas e eólicas, etc.

### **3.5 O que é um campo magnético?**

Um campo magnético é a forma que descrevemos a região do espaço onde a força magnética é distribuída e afeta materiais magnéticos, correntes elétricas e partículas carregadas em movimento.

Onde surge um campo magnético?

Um campo magnético surge onde há correntes elétricas ou materiais com propriedades magnéticas como ímãs permanentes ou materiais ferromagnéticos.

### **3.6 O que é um transformador?**

Um transformador é um dispositivo que permite aumentar ou diminuir a tensão em um circuito elétrico. Ele consiste em duas bobinas (primária e secundária) que ficam presas em um mesmo núcleo ferromagnético.

Essa transformação de tensão é feita por meio do campo magnético mútuo entre as bobinas, a bobina primária recebe a tensão do circuito e transfere por meio do campo magnético para a bobina secundária, e a transformação ocorre de acordo com a quantidade de enrolamentos que a bobina possui, quanto mais espiras, maior a tensão.

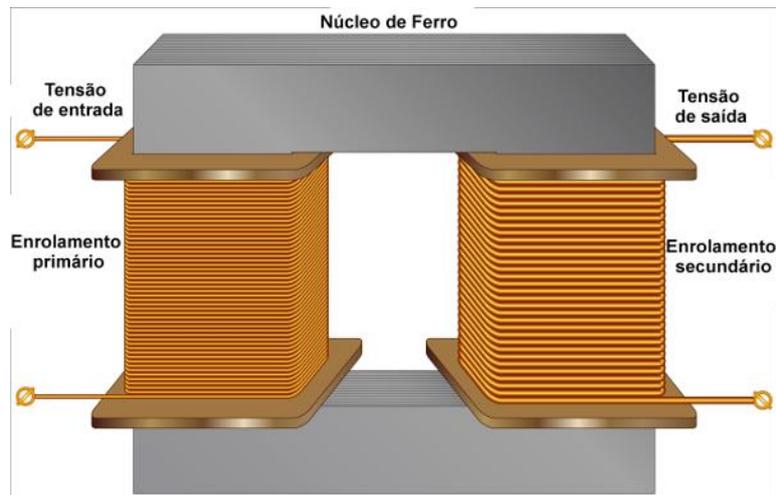


Figura 4

## Princípios Fundamentais do Eletromagnetismo

Os fundamentos do eletromagnetismo foram estabelecidos por cientistas como Michael Faraday e James Clerk Maxwell. Em 1831, Michael Faraday descobriu a indução eletromagnética, um fenômeno onde uma corrente elétrica é induzida em um condutor quando este é exposto a um campo magnético variável (Tipler; Mosca, 2009). Essa descoberta é essencial para a operação de geradores elétricos, que convertem energia mecânica em energia elétrica.

James Clerk Maxwell, posteriormente, formulou um conjunto de equações que descrevem as interações entre campos elétricos e magnéticos. As Equações de Maxwell explicam como campos elétricos podem ser gerados por cargas elétricas e como campos magnéticos podem ser gerados por correntes elétricas e pela variação dos campos elétricos (Young; Freedman, 2012). Essas equações formam a base teórica para a geração e transmissão de energia elétrica.

## Avanços e Tecnologias Emergentes

Recentemente, a indução magnética sem fio tem sido explorada como uma forma inovadora de transmissão de energia. Este método permite a transferência de energia elétrica sem a necessidade de cabos físicos, utilizando a ressonância magnética para transmitir energia entre duas bobinas distantes (Kurs et al., 2007). Esta tecnologia tem aplicações promissoras em áreas como o carregamento de veículos elétricos e dispositivos eletrônicos.

Outro campo de avanço é a integração de sistemas de geração de energia renovável. Sistemas híbridos que combinam energia solar, eólica e magnética estão sendo desenvolvidos para aumentar a eficiência e a confiabilidade da geração de energia (Chen; Li, 2020). Esses sistemas podem ajustar dinamicamente suas operações para maximizar a produção de energia com base nas condições ambientais.

## Desafios e Perspectivas Futuras

Embora as tecnologias de geração de energia através do eletromagnetismo tenham avançado significativamente, ainda existem desafios a serem superados. A eficiência da conversão de energia, o custo de implementação e a integração com as redes elétricas existentes são questões cruciais que necessitam de atenção contínua. A pesquisa e o desenvolvimento contínuos são essenciais para abordar esses desafios e explorar novas possibilidades, como o uso de materiais avançados e técnicas de armazenamento de energia.

A exploração e a aplicação dos princípios do eletromagnetismo continuam a ser uma área vibrante e promissora de pesquisa e inovação. A evolução dessas tecnologias promete contribuir significativamente para o desenvolvimento de sistemas de energia mais sustentáveis e eficientes, alinhando-se com os objetivos globais de sustentabilidade e redução de emissões de carbono.

Para a elaboração deste trabalho sobre a geração de energia através do eletromagnetismo, adotou-se uma abordagem metodológica estruturada em três etapas principais: pesquisa bibliográfica, desenvolvimento experimental e análise de dados. Cada etapa foi concebida para garantir uma compreensão aprofundada dos princípios teóricos e práticos, bem como a aplicação de técnicas de pesquisa científica rigorosa.

#### **4.0 Montagem:**

Todo o processo da montagem do projeto foi realizado na oficina da escola, assim como a estrutura, a parte elétrica, testes e ajustes. Para isso utilizamos dos conhecimentos adquiridos no curso como conhecimentos elétricos e seus componentes, além de conhecimento e tecnologia dos materiais e técnicas de soldagem.

A estrutura segue de acordo com o desenho técnico da figura 5.

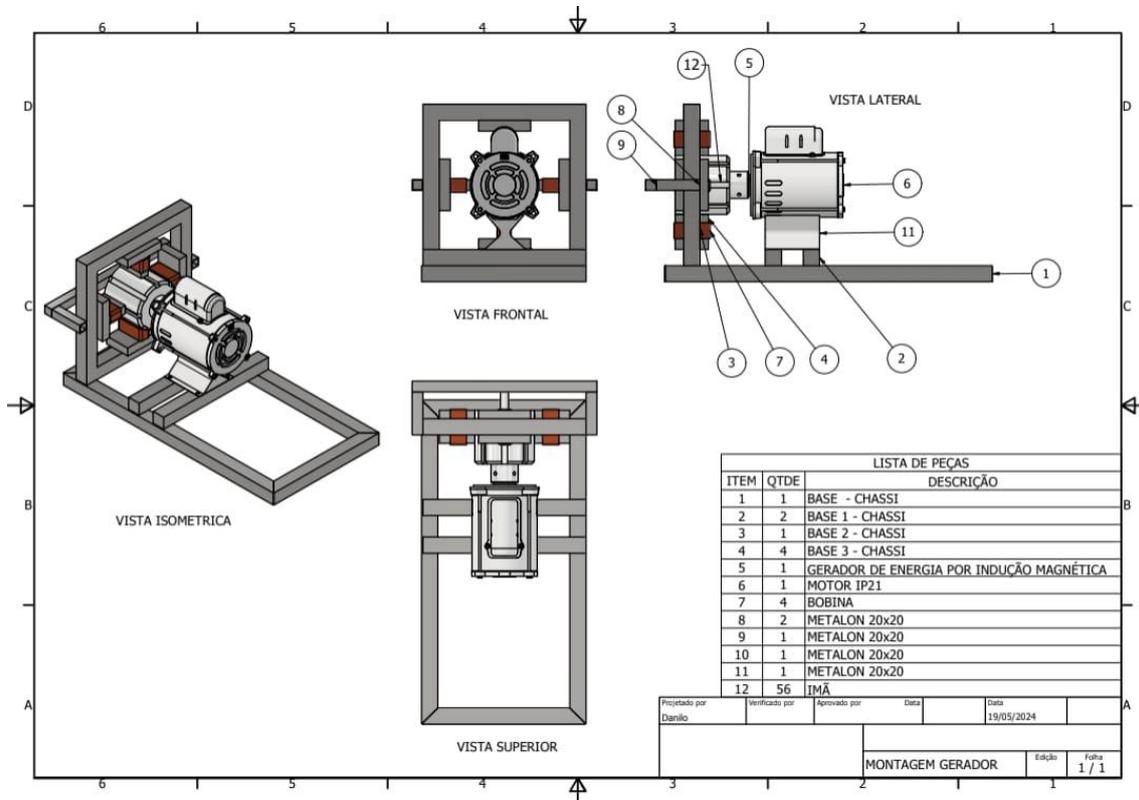


Figura 5

#### 4.1 Rotor de fixação dos ímãs:

Foi usinado um tarugo de alumínio para se obter o rotor que serve de suporte para fixação dos ímãs, o qual ficou com diâmetro específico de 109 mm na parte que vai ser fixado dos ímãs de neodímio, com 8 canais de 11 mm de largura por 7 mm de profundidade. A parte de para fixação no eixo do motor foi usinado com diâmetro externo de 50 mm e 16 mm o diâmetro interno, com comprimento de 35 mm até chegar na parte de fixação dos ímãs que tem comprimento de 100 mm. Para fixação dos ímãs no rotor foi usado resina epóxi cristal 2001 de alta viscosidade, depois usinado novamente para remover excessos e saliências da resina.

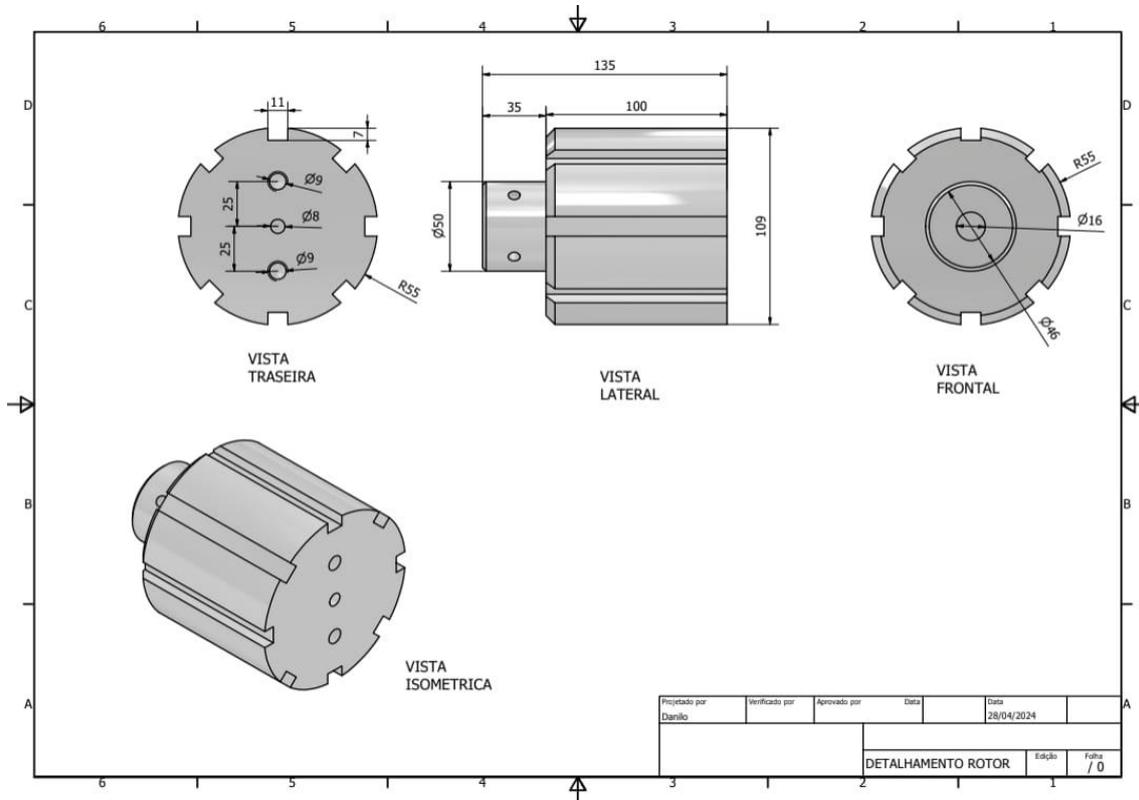


Figura 6

#### 4.2 Chassi do projeto:

A estrutura do chassi foi confeccionada em metalon 20x30 mm, as medições para fabricação da estrutura do chassi do projeto foram dimensionadas levando em consideração o tamanho do motor e do rotor, foi recortado os metalon nas medidas específicas e soldados, seguindo o projeto da estrutura do chassi. A mesma foi fabricada em três partes: estrutura inferior, para suporte das outras duas estruturas, estrutura de suporte para os núcleos dos transformadores (são 4, soldados em 90° um do outro) e estrutura para fixação do motor. Ao finalizar as partes do chassi o mesmo foi pintado na cor preto fosco.



Figura 7

#### 4.3 Fixação do motor:

Após preparação do chassi, foi fixado o motor, usando 4 parafusos, ajustado e balanceado para evitar desalinhamento e vibrações no rotor.



Figura 8

#### 4.4 Montagem eletromagnética

Foi colocado as bobinas de fio nos núcleos dos transformadores, logo após foi feita a ligação dos fios das bobinas em serie, ligamos o motor na energia para testar se ia gerar energia, em seguida realizados testes e medições para saber qual a tensão gerada. Aonde obtivemos uma tensão de 8 volts.



Figura 9

#### 4.5 Fotos finais



Figura 10



Figura 11



Figura 12

## 5.0 Pesquisa Bibliográfica

A primeira etapa do estudo consistiu em uma extensa revisão da literatura. Foram consultadas fontes primárias e secundárias, incluindo livros, artigos científicos, teses, dissertações e publicações em revistas especializadas. As principais bases de dados utilizadas foram IEEE Xplore, ScienceDirect, Google Scholar e Scopus.

Os critérios de inclusão para a seleção dos materiais revisados incluíram:

- Relevância para o tema de geração de energia elétrica através do eletromagnetismo.
- Publicações nos últimos 20 anos para garantir atualidade e relevância.
- Estudos que abordassem tanto os princípios teóricos quanto as aplicações práticas e inovações tecnológicas.

A revisão bibliográfica proporcionou uma base sólida de conhecimento sobre os fundamentos teóricos do eletromagnetismo, os tipos de geradores elétricos, os avanços tecnológicos e os desafios enfrentados na área.

## 5.2 Desenvolvimento Experimental

A segunda etapa envolveu a concepção e execução de experimentos práticos para a geração de energia elétrica utilizando princípios eletromagnéticos. Foram construídos protótipos de geradores de pequena escala, seguindo os seguintes procedimentos:

1. \*Desenho do Protótipo\*: Utilizou-se software de modelagem 3D (como AutoCAD) para o projeto inicial dos geradores. O projeto incluiu todos os componentes essenciais, como bobinas, ímãs permanentes e circuitos de conversão de energia.

2. \* Montagem\* Os componentes foram adquiridos e montados conforme o projeto. Materiais como cobre para as bobinas e ímãs de neodímio foram escolhidos pela sua eficiência e disponibilidade.

3. \*Realização dos Testes\*: Os protótipos foram testados em diferentes condições operacionais para avaliar seu desempenho. Mediu-se a tensão e corrente geradas, bem como a eficiência de conversão de energia. Equipamentos de medição precisos, como multímetros e osciloscópios, foram utilizados para obter dados precisos.

A terceira etapa consistiu na análise e interpretação dos dados coletados durante os experimentos. Os métodos de análise incluíram:

1. \*Análise Estatística\*: Os dados foram analisados estatisticamente para identificar padrões e verificar a consistência dos resultados. Ferramentas como o software SPSS foram utilizadas para realizar testes de significância e análise de variância (ANOVA).

2. \*Comparação com Estudos Anteriores\*: Os resultados experimentais foram comparados com dados de estudos anteriores encontrados na revisão bibliográfica para validar as descobertas e identificar possíveis discrepâncias.

3. \*Discussão dos Resultados\*: Os dados foram discutidos em termos das suas implicações práticas e teóricas. A eficiência dos protótipos foi avaliada, e sugestões para melhorias e futuras pesquisas foram propostas.

Portanto, os geradores eletromagnéticos se mostram uma importante fonte de energia limpa e renovável, contribuindo para a redução da pegada de carbono e dos impactos negativos no meio ambiente. Através da aplicação da lei de indução eletromagnética de Faraday, é possível transformar energia mecânica em energia elétrica de forma eficiente e sustentável. Assim, o uso de geradores eletromagnéticos representa uma alternativa viável e promissora para suprir a demanda crescente por energia de maneira mais sustentável e consciente.

Com base nesses princípios, os geradores eletromagnéticos se tornam uma alternativa promissora para a geração de energia elétrica de forma limpa e renovável. A utilização desses dispositivos pode contribuir significativamente para a redução da emissão de poluentes e para a preservação do meio ambiente.

No entanto, é importante ressaltar que o desenvolvimento e aprimoramento da tecnologia dos geradores eletromagnéticos ainda são necessários para que essa fonte de energia se torne mais eficiente e acessível economicamente. Portanto, estudos mais aprofundados e investimentos na pesquisa dessa área são fundamentais para a consolidação e expansão do uso dos geradores eletromagnéticos como uma alternativa viável de energia limpa e renovável.

## **6.0 Considerações Finais:**

A geração de energia através do eletromagnetismo tem sido uma área de crescente interesse e desenvolvimento nas últimas décadas. Este campo de estudo está intimamente ligado aos princípios da física que regem a interação entre campos elétricos e magnéticos, possibilitando a conversão de energia mecânica em energia elétrica e vice-versa (HALLIDAY; RESNICK; WALKER,

2011). A compreensão e aplicação desses princípios são fundamentais para a inovação em sistemas de geração e distribuição de energia, especialmente no contexto das demandas crescentes por fontes de energia mais eficientes e sustentáveis.

A aplicação prática desses conceitos pode ser vista em diversos tipos de geradores elétricos, como os geradores síncronos e assíncronos utilizados em usinas hidrelétricas, eólicas e térmicas. Em usinas hidrelétricas, por exemplo, a energia mecânica da água em movimento é convertida em energia elétrica através da rotação de turbinas conectadas a geradores (EL-WAKIL, 2012). Similarmente, as turbinas eólicas convertem a energia cinética do vento em energia elétrica usando princípios eletromagnéticos (BURTON et al., 2011).

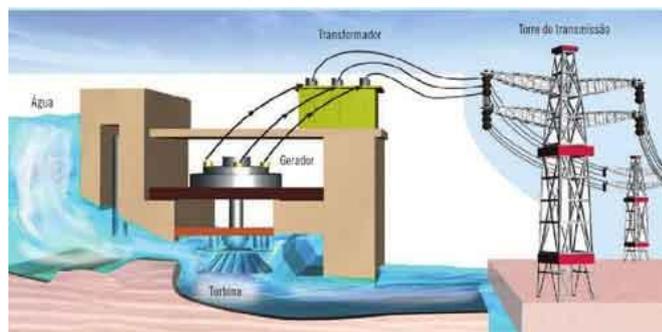


Figura 13

Além das aplicações tradicionais, o eletromagnetismo também está impulsionando avanços em tecnologias emergentes. A indução magnética sem fio, por exemplo, está sendo explorada para a transmissão de energia elétrica sem a necessidade de cabos físicos, abrindo possibilidades para o carregamento de veículos elétricos e dispositivos eletrônicos de maneira mais conveniente e eficiente (KURS et al., 2007). Outro campo promissor é a geração de energia a partir de fontes renováveis, onde sistemas híbridos que combinam energia solar, eólica e magnética estão sendo desenvolvidos para maximizar a eficiência energética (CHEN; LI, 2020).

Portanto, a geração de energia através do eletromagnetismo não só sustenta as necessidades energéticas contemporâneas, mas também oferece um caminho promissor para inovações futuras. Este trabalho busca explorar as bases teóricas e práticas desta tecnologia, destacando suas aplicações, vantagens e desafios, e propondo direções para futuras pesquisas e desenvolvimento.

### 6.1 Tabela de custos

<b>Quant.:</b>	<b>Produto:</b>	<b>Preço:</b>
2	Disco Flap	8,00
2	Disco de corte	6,00
1	Barra de 6 metros de metalon 30/30	69,00
6	Eletrodo 60/13	5,00
2	Lata de fundo preparador em spray	54,00
2	Lata de tinta preta em spray	46,00
1	Pistola de cola quente	35,00
2	Refil de cola quente	11,00
1	Plug de tomada macho	3,00
1	Rolamento	18,00
2 m	Fio 1,5	5,70
12	Conectores	4,50
56	Ímã de neodímio	400,00
4	Transformador	312,00
1	Motor	750,00
4	Bobina de micro-ondas	
Total		1667,50

(levando em consideração que o motor já tínhamos em casa e coisas como cola quente, conectores, fio, bobina de micro-ondas e entre outras coisas, pode-se encontrar em casa parado com facilidade de outros objetos)

## **7.0 Conclusão:**

A metodologia adotada permitiu uma abordagem abrangente e rigorosa para o estudo da geração de energia através do eletromagnetismo. A combinação de revisão bibliográfica, desenvolvimento experimental e análise de dados proporcionou uma visão completa do tema, contribuindo para o avanço do conhecimento na área e oferecendo insights valiosos para futuras investigações e aplicações práticas.

O estudo sobre a geração de energia através do eletromagnetismo demonstra a viabilidade e o potencial significativo desta tecnologia para contribuir com a matriz energética sustentável. A pesquisa bibliográfica aprofundada revelou que os princípios eletromagnéticos, fundamentados nas leis de Faraday e Maxwell, têm sido aplicados com sucesso em diversos tipos de geradores elétricos, desde os mais simples até os mais avançados, como os utilizados em turbinas eólicas e hidrelétricas.

Os experimentos práticos realizados, que envolveram a construção e testes de protótipos de geradores eletromagnéticos, confirmaram a capacidade de gerar energia de forma eficiente. As medições de tensão e corrente elétrica mostraram que é possível obter uma conversão significativa de energia mecânica em energia elétrica com materiais acessíveis e técnicas relativamente simples. Além disso, os resultados experimentais corroboraram os dados encontrados na literatura, validando a metodologia adotada e as conclusões obtidas.

A análise de dados evidenciou que, embora os protótipos desenvolvidos apresentem bom desempenho, há espaço para melhorias, especialmente no que diz respeito à otimização dos componentes e à redução de perdas energéticas. A comparação com estudos anteriores mostrou que avanços tecnológicos



contínuos e inovações em materiais e design de geradores podem levar a uma maior eficiência e viabilidade comercial.

Dessa forma, a geração de energia através do eletromagnetismo não apenas é tecnicamente viável, mas também uma alternativa promissora para atender à crescente demanda por fontes de energia limpa e renovável. As aplicações potenciais são vastas, incluindo sistemas de geração distribuída, armazenamento de energia e integração com outras tecnologias sustentáveis.

Em conclusão, este trabalho contribui para o entendimento e desenvolvimento de soluções baseadas em eletromagnetismo, reforçando a importância de investimentos contínuos em pesquisa e inovação tecnológica para enfrentar os desafios energéticos do futuro. O sucesso na implementação dessas tecnologias dependerá da colaboração entre cientistas, engenheiros, governos e indústria, visando um futuro energético mais sustentável e menos dependente de combustíveis fósseis.

Este trabalho aborda a geração de energia através do eletromagnetismo, explorando os princípios fundamentais e as aplicações práticas desta tecnologia. A pesquisa incluiu uma revisão bibliográfica detalhada das leis de Faraday e Maxwell, além da construção e teste de protótipos de geradores eletromagnéticos. Os resultados experimentais demonstraram a eficiência da conversão de energia mecânica em elétrica, validando a viabilidade técnica da abordagem. Conclui-se que a geração de energia eletromagnética é uma alternativa promissora para a matriz energética sustentável, com potencial significativo para contribuições futuras no campo das energias renováveis.

## 8.0 Referências:

<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/gerador-eletrico.htm>

<https://www.electricity-magnetism.org/pt-br/geradores-eletromagneticos/>

<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/geradores-eletromagneticos.htm>

<https://fia.com.br/blog/energia-limpa/>

<https://www.sabereletrica.com.br/melhores-condutores-de-eletricidade/>

<https://pt.khanacademy.org/science/physics/magnetic-forces-and-magnetic-fields/magnetic-flux-faradays-law/a/what-is-faradays-law>

<https://pt.khanacademy.org/science/physics/magnetic-forces-and-magnetic-fields/magnetic-flux-faradays-law/a/what-is-faradays-law>

## 9.0 Figuras:

Figura 1: Exemplos de geradores.

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fpt.slideshare.net%2Fslideshow%2F02-geradores-e-receptores-eletricos%2F16473303&psig=AOvVaw1wfBwluouiUdSF7ZnrP-W1&ust=1718926253029000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CA8QjRxqFwoTCLjB57fp6IYDFQAAAAAdAAAAABAE>

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.portalsolar.com.br%2Fenergia-renovavel&psig=AOvVaw3LXqeaN9KikGLSrYzsS3LW&ust=1718926353173000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CA8QjRxqFwoTCOjzvufp6IYDFQAAAAAdAAAAABAJ>

Figura 2: Exemplos de geradores de energia limpa e renovável

[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fmundoeducacao.uol.com.br%2FQuimica%2Fenergia-limpa.htm&psig=AOvVaw2z9mCxN8h5cE2o2eqvBxJ\\_&ust=1718926796409000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CA8QjRxqFwoTCKjQrbr6IYDFQAAAAAdAAAAABAE](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fmundoeducacao.uol.com.br%2FQuimica%2Fenergia-limpa.htm&psig=AOvVaw2z9mCxN8h5cE2o2eqvBxJ_&ust=1718926796409000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CA8QjRxqFwoTCKjQrbr6IYDFQAAAAAdAAAAABAE)

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fbrasilecola.uol.com.br%2Fgeografia%2Ffontes-renovaveis-energia.htm&psig=AOvVaw3LXqeaN9KikGLSrYzsS3LW&ust=1718926353173000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CA8QjRxqFwoTCOjzvufp6IYDFQAAAAAdAAAAABAE>



Figura 3: Imagens dos cientistas Michel Faraday e James Clerk Maxwell.

[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fnationalmaglab.org%2Fmagnet-academy%2Fhistory-of-electricity-magnetism%2Fpioneers%2Fmichael-faraday%2F&psig=AOvVaw2uziFxS1e2yEJnvn7912Tu&ust=1718926912845000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CA8QjRxqFwoTCJia0\\_7r6lYDFQAAAAAdAAAAABAE](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fnationalmaglab.org%2Fmagnet-academy%2Fhistory-of-electricity-magnetism%2Fpioneers%2Fmichael-faraday%2F&psig=AOvVaw2uziFxS1e2yEJnvn7912Tu&ust=1718926912845000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CA8QjRxqFwoTCJia0_7r6lYDFQAAAAAdAAAAABAE)  
<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRyprFBdbRDrE5ZPyZmK3bp7q4WUFIwCRfLWg&us>

Figura 4: Exemplo de transformador

[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fbrasilecola.uol.com.br%2Ffisica%2Ftransformadores.htm&psig=AOvVaw1sbq3rTI4SecWr3q4xJOul&ust=1719623380743000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBEQjRxqFwoTCOiVnLiO\\_YDFQAAAAAdAAAAABAE](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fbrasilecola.uol.com.br%2Ffisica%2Ftransformadores.htm&psig=AOvVaw1sbq3rTI4SecWr3q4xJOul&ust=1719623380743000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBEQjRxqFwoTCOiVnLiO_YDFQAAAAAdAAAAABAE)

Figura 5: Desenho técnico do projeto elaborado pelo grupo.

Figura 6: Desenho técnico elaborado pelo grupo do rotor de fixação dos ímãs.

Figura 7: Foto do chassi do projeto.

Figura 8: Foto do projeto após afixação do motor.

Figura 9: Foto da frente do projeto após a montagem eletromagnética.

Figuras 10/11/12: Fotos das perspectivas do projeto finalizado.

Figura 13: Imagem de representação de uma hidrelétrica.