



# **EXTRAÇÃO E CONVERSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR INDUÇÃO MAGNÉTICA E PIEZOELÉTRICOS A PARTIR DA LEI DE FARADAY: ENSAIOS TÉCNICOS COM USO ASSOCIADO DE IMÃS, BOBINAS E MATERIAIS PIEZOELÉTRICOS**

**Palavras-Chave: [[GERAÇÃO DE ENERGIA]], [[PIEZOELÉTRICO]], [[INDUÇÃO MAGNÉTICA]].**

**Autor:**

**GABRIEL HOTT FERREIRA [UNICAMP]**

**Prof. Dr. Daniel Iwao Suyama (orientador) [UNICAMP]**

## **INTRODUÇÃO:**

Diante de um cenário onde a sustentabilidade e a preservação ambiental se tornam centrais nas discussões globais, o desafio energético que enfrentamos se torna cada vez mais claro, especialmente quanto ao impacto negativo que diversos sistemas de geração de energia exercem sobre o meio ambiente. Embora esse problema tenha sido negligenciado por anos, ele agora está entre os temas prioritários em fóruns internacionais e nas agendas econômicas ao redor do mundo.

Nesse cenário, é essencial buscar alternativas energéticas que sejam limpas e sustentáveis ao longo de toda a cadeia de produção, transmissão, distribuição e consumo. Uma das abordagens promissoras que tem sido explorada pela comunidade científica é a conversão de energia mecânica em elétrica, baseada nas teorias de Michael Faraday e no fenômeno da piezoelectricidade. Essa abordagem propõe o desenvolvimento de sistemas que capturem e gerem energia a partir de vibrações presentes em dispositivos comuns do cotidiano, como rodovias, ferrovias, passarelas e até mesmo em sistemas de transporte coletivo.

O papel da piezoelectricidade, nesse cenário, é de fundamental importância. A capacidade de certos materiais, como cristais piezoelétricos, de gerar corrente elétrica em resposta a deformações mecânicas, oferece uma oportunidade única para a criação de dispositivos que convertem vibrações em energia utilizável. Para que essa conversão seja eficaz, é crucial o desenvolvimento de circuitos elétricos que maximizem a captação e amplifiquem a energia gerada, superando os desafios inerentes, como a baixa tensão induzida.

De acordo com Almeida (2018), a piezoelectricidade, embora promissora, ainda enfrenta desafios significativos, principalmente relacionados à baixa eficiência na conversão de energia. Isso se deve, em grande parte, às limitações dos microgeradores eletromagnéticos atualmente disponíveis, que não conseguem amplificar suficientemente a tensão gerada.

Dessa forma, há uma necessidade crescente de explorar novos materiais, métodos e, principalmente, circuitos elétricos que possam melhorar a conversão eletromecânica e aumentar a eficiência da energia extraída de elementos do cotidiano. Avanços nessas áreas poderiam superar as limitações atuais da piezoelectricidade e transformar essa tecnologia em uma solução viável e eficiente para a geração de energia elétrica sustentável.

## **METODOLOGIA:**

A primeira fase da pesquisa incluiu uma revisão extensiva da literatura sobre geração de energia elétrica por processos eletromecânicos, destacando os princípios da indução eletromagnética de Michael Faraday e os avanços recentes em transdutores piezoelétricos. Além disso, foram analisados diversos circuitos elétricos utilizados em sistemas de captação e conversão de energia piezoelétrica, com o objetivo de identificar as configurações mais eficientes para maximizar a captação e o armazenamento da energia gerada. Com base nessa revisão, projetou-se um protótipo inicial utilizando software CAD, composto por um circuito elétrico conectado a materiais piezoelétricos, acoplados a uma viga de acrílico que oscila com a aplicação de uma força externa. O protótipo foi executado utilizando uma máquina de corte a laser para a confecção da viga, e o circuito foi montado utilizando componentes de alta precisão para garantir a integridade das medições.

Na parte elétrica do projeto de geração de eletricidade por piezoelectricidade, a pesquisa focou intensamente no estudo e desenvolvimento de circuitos que maximizam a eficiência da conversão de energia. Foram utilizadas simulações em software para modelar

diferentes configurações de circuitos retificadores com o objetivo de otimizar a conversão da energia alternada gerada pelos piezoelétricos em corrente contínua utilizável.

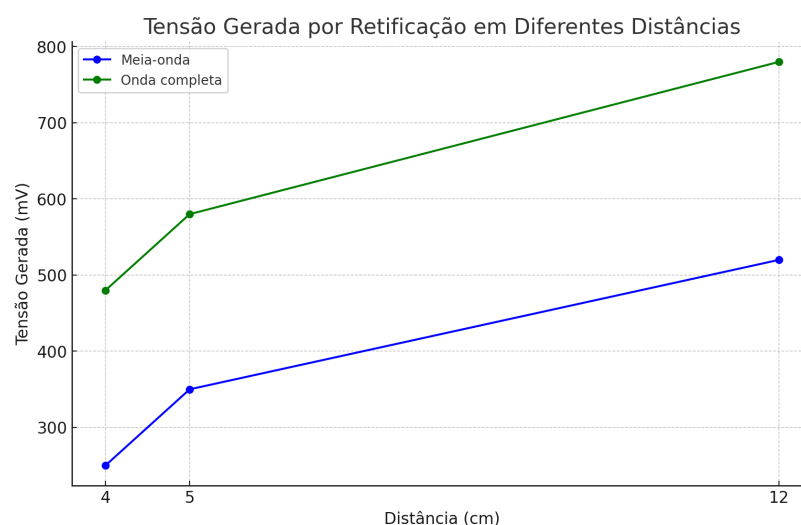
Durante os experimentos, surgiram desafios relacionados à otimização do circuito e ao comportamento dos materiais piezoelétricos, que exigiram a reavaliação do cronograma e a adaptação da metodologia. Com o processo de montagem do protótipo, a próxima etapa envolverá a análise detalhada dos resultados para fornecer insights sobre as possibilidades e limitações dos materiais e designs escolhidos, informando aprimoramentos futuros e a potencial escalabilidade das soluções propostas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES:

O experimento em questão focou na análise do desempenho elétrico do sistema de geração de energia por piezoelectricidade, com ênfase na eficiência da conversão de energia mecânica em elétrica e na capacidade de armazenamento dos circuitos projetados. Um dos principais componentes estudados foi a ponte retificadora, crucial para a conversão da corrente alternada gerada pelos materiais piezoelétricos em corrente contínua utilizável.

O gráfico apresentado na Figura 1 compara a tensão gerada por um sistema piezoelétrico utilizando dois tipos de retificação: meia-onda e onda completa, em diferentes distâncias entre o material piezoelétrico e a fonte de vibração (4 cm, 5 cm, e 12 cm). O gráfico que foi gerado representa a tensão elétrica gerada em um sistema piezoelétrico em diferentes distâncias do material piezoelétrico em relação à fonte de vibração.

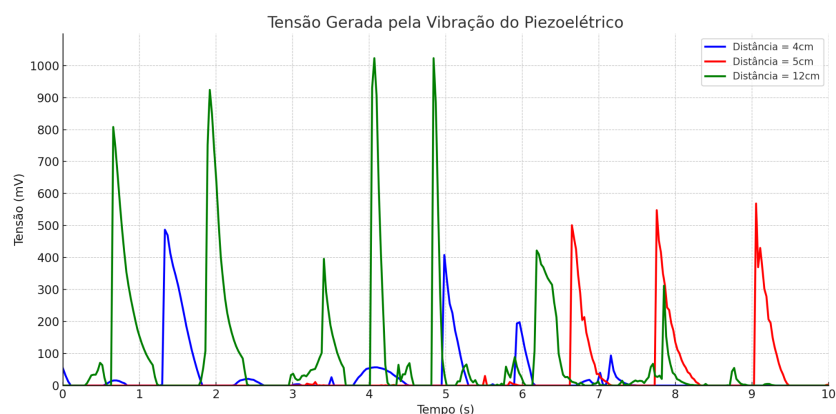
**Figura 1:** Tensão gerada pela vibração do piezoelétrico para diferentes distâncias.



O gráfico mostra que a maior tensão foi gerada quando o material piezoelétrico estava a 12 cm da fonte de vibração, tanto para a retificação de meia-onda quanto para a de onda completa. Isso sugere que há uma configuração espacial ideal que maximiza a eficiência da conversão de energia, possivelmente devido a uma ressonância mais eficaz entre o sistema piezoelétrico e as vibrações aplicadas. A partir disso, como próximos passos, queremos aplicar a ponte retificadora no protótipo concluído.

A Figura 2 mostra a variação da tensão gerada pelo protótipo piezoelétrico sob vibrações nas mesmas condições de carga. Os dados indicam que a maior tensão gerada ocorre quando a força é aplicada a uma distância de 12 cm da fixação, alcançando picos de até 1023 mV. Essa configuração parece aproveitar melhor a ressonância do material piezoelétrico, resultando em uma conversão de energia mais eficiente. Contudo, apesar da alta eficiência nesta configuração, a energia gerada ainda é insuficiente para aplicações práticas, atingindo aproximadamente 1V.

**Figura 2:** Tensão gerada pela vibração do piezoelétrico para diferentes distâncias.



**Fonte:** Dados coletados experimentalmente pelos idealizadores do projeto

Esses resultados destacam a influência crítica do design do circuito e da configuração espacial do material piezoelétrico na eficiência da conversão de energia elétrica. Os próximos passos do projeto se concentraram em otimizar ainda mais essa conversão, explorando novas topologias de circuitos e materiais piezoelétricos avançados, além de realizar ajustes finos na configuração elétrica para maximizar a captação e armazenamento de energia. O objetivo final é aprimorar a capacidade do sistema de gerar energia de maneira eficiente e sustentável, superando as limitações atuais e ampliando as possíveis aplicações práticas desses sistemas de geração energética.

## CONCLUSÕES:

Ao refletir sobre a jornada desta iniciação científica, destaca-se a importância da interdisciplinaridade e inovação na pesquisa. A exploração dos fundamentos da conversão de energia elétrica, especialmente através de sistemas piezoelétricos e circuitos de retificação, revelou a complexidade e o fascínio da geração de energia limpa e sustentável. As etapas iniciais incluíram uma revisão detalhada da literatura, seguida pelo desenvolvimento e montagem de circuitos otimizados para maximizar a eficiência na captação e conversão de energia.

Os testes concluídos mostraram que a geração contínua de energia elétrica usando materiais piezoelétricos é viável, mas ainda enfrenta desafios em termos de eficiência. No entanto, foi possível identificar configurações de circuitos, como a ponte retificadora de onda completa, que oferecem uma conversão de energia significativamente melhor. Essa descoberta representa um avanço importante e reafirma o potencial dos materiais piezoelétricos e dos circuitos otimizados em contribuir para soluções energéticas sustentáveis. A continuidade da investigação se concentrará em aprimorar os circuitos e explorar novos materiais que possam superar as limitações atuais, ampliando as possibilidades de aplicação prática desses sistemas em contextos de baixa e média potência. Com cada etapa, avançamos em direção a um futuro mais sustentável e energeticamente eficiente.

## BIBLIOGRAFIA:

ALMEIDA, Luiz Ricardo Vieira. **Aplicação de Materiais Piezoelétricos**. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. Ano 03, Ed. 08, Vol. 11, pp. 117-143, Agosto de 2018. ISSN:2448-0959

ALVES, C. M. A.; MELO, F. J. S. **Geração de energia elétrica através da piezoeletricidade**. 2016. 14 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Associação Educacional Evangélica, Curitiba, 2016. Disponível em: <<http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/1476/1/GERA%C3%87%C3%83O%20DE%20ENERGIA%20ATRAV%C3%89S%20DA%20PIEZOELETRICIDADE.pdf>>. Acesso em: 07/07/2024.

ARAÚJO, J. C. V.; SOUZA, M. I. F. **Geração de energia elétrica através de materiais piezoelétricos**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICRO-ONDAS E OPTOELETRÔNICA, 13., 2010, Rio de Janeiro. Anais [...]. Rio de Janeiro: SBMO, 2010. p. 1-4. Disponível em: <<http://www.cefet-rj.br/attachments/article/2943/Gera%C3%A7%C3%A3o%20de%20Energia%20atrav%C3%A9s%20de%20Materiais%20Piezoel%C3%A9tricos.pdf>>. Acesso em: 12/07/2024 .