

Materiais piezoelétricos na geração de energia limpa

Sávio da Silva Ferreira, Ducilene Melo da Silva

UNIVERSIDADE CEUMA

Materiais piezoelétricos na geração de energia limpa

Piezoelectric materials to generate clean energy

Sávio da Silva Ferreira¹, Ducilene Melo da Silva²

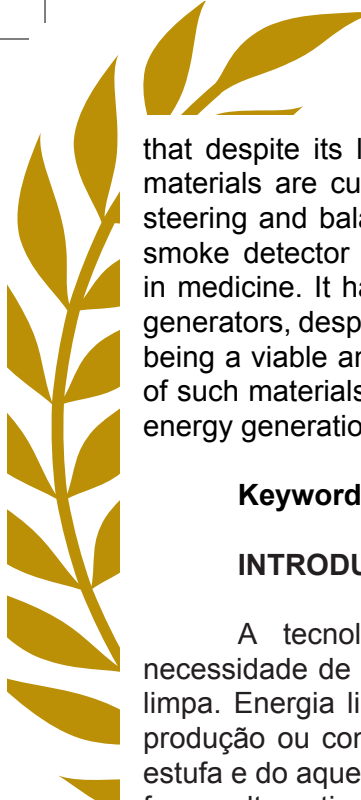
Resumo O estudo objetiva discutir a utilização dos materiais piezoelétricos como forma alternativa na geração de energia limpa. Trata-se de uma revisão bibliográfica em literatura especializada, como artigos científicos. Na literatura, os materiais piezoelétricos são aqueles que possuem a capacidade de gerar cargas elétricas ao sofrer uma deformação mecânica, o efeito inverso também acontece, ou seja, uma polarização elétrica resulta em uma deformação mecânica. Os estudos revisados apontaram que os materiais piezoelétricos podem ser utilizados de diversas formas na transformação de energia cinética vibracional (deformação mecânica) em energia elétrica. O tipo de piezoelétrico mais utilizado é o titanato zirconato de chumbo (PZT) que, apesar de suas limitações quanto à deformação, mostra-se muito eficiente. Tais materiais são usados atualmente como disco rígido e transformadores para notebook, balança de direção e sensor *airbag* para carros, cabeçote de solda ultrassônica e detector de fumaça para o setor comercial, bombas de insulina e ultrassonografia para a medicina. Não se tem ao certo ainda parâmetros para utilização desses materiais como geradores, apesar dos muitos estudos publicados. Logo, percebe-se que, apesar de ser uma fonte energética viável e promissora, ainda são necessários mais estudos sobre tais materiais com o propósito de empregá-los em longa escala como forma de geração de energia limpa.

Palavras chave: deformação mecânica; energia limpa.

Abstract The study objective to discuss the use of piezoelectric materials as an alternative way to generate clean energy. This is a literature review in the literature, such as scientific articles. In the literature, piezoelectric materials are those that have the ability of generating electric charges to suffer mechanical deformation, the reverse effect is also true, ie an electrical bias results in a mechanical deformation. The reviewed studies showed that the piezoelectric materials can be used in various ways in the transformation of vibrational kinetic energy (mechanical deformation) into electrical energy. The most common type of piezoelectric is the lead titanatozirconato (PZT)

1 Acadêmico de Engenharia de Produção na Universidade Ceuma campus Imperatriz, 5º Período.

2 Docente na Universidade CEUMA. Campus Imperatriz.



that despite its limitations as to deformation, proves very efficient. Such materials are currently used as hard drive and processors for notebook, steering and balance airbag sensor for cars, ultrasonic welding head and smoke detector to the commercial sector, insulin pumps and ultrasound in medicine. It has still the right parameters for use of these materials as generators, despite the many published studies. Soon, it is clear that despite being a viable and promising energy source are still required further study of such materials in order to employ them in long range as a form of clean energy generation.

Keywords: mechanical deformation; clean energy.

INTRODUÇÃO

A tecnologia tem avançado diariamente, gerando assim a necessidade de se criar e descobrir novas formas de geração de energia limpa. Energia limpa é “aquela que não libera, durante seu processo de produção ou consumo, resíduos ou gases poluentes geradores do efeito estufa e do aquecimento global” (PACHECO, 2006). Nesse contexto, como forma alternativa de se gerar uma energia limpa, renovável e agredindo menos possível o meio ambiente surgem os materiais piezoelétricos.

Tal efeito foi descoberto pelos irmãos Pierre e Jacques Curie, em 1880, constatando que uma corrente elétrica surgia em certos cristais quando submetidos a pressão. Também verificaram que o efeito reverso acontecia. Ao serem submetidos a uma diferença de potencial elétrico, tais materiais geravam vibrações. A esse fenômeno foi dado o nome de piezoelectricidade (eletricidade por pressão), piezo vem do grego “*piezein*” que significa pressionar (PEREIRA, 2010).

“Tal propriedade é característica de materiais que possuem estruturas cristalinas complexas e com baixo grau de simetria” (CALLISTER, 2012, p. 386). São exemplos o quartzo, óxido de zinco, titanato de bário, titanato de chumbo, zirconato de chumbo, titanato zirconato de chumbo (PZT's) entre outros (CALLISTER, 2012).

Uma das primeiras aplicações dos materiais piezoelétricos foi em sonares, onde objetos sobre a água eram detectados por sua capacidade de emitir e receber ondas ultrassônicas (CALLISTER, 2012). Mais recentemente a utilização desses materiais cresceu drasticamente como consequência da automação e aumento da procura por materiais cada vez mais sofisticados e modernos.

Algumas das aplicações atuais são: disco rígido e transformadores para notebook, balança de direção e sensor *airbag* para carros, cabeçote

de solda ultrassônica e detector de fumaça para o setor comercial, bombas de insulina e ultrassonografia para a medicina (CALLISTER, 2008).

Desta forma, o estudo de tal propriedade se torna muito importante para o desenvolvimento não somente de materiais, e sim de um novo método de geração de energia limpa.

De acordo com o exposto, o presente estudo objetiva apresentar formas de se gerar energia limpa através destes materiais.

MATERIAIS E MÉTODOS

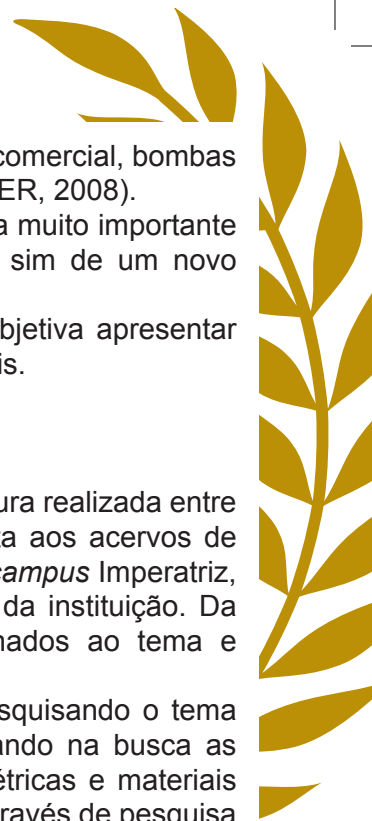
Este estudo constitui-se de uma revisão de literatura realizada entre maio e julho de 2015, na qual realizou-se uma consulta aos acervos de livros presentes na Biblioteca da Universidade CEUMA *campus* Imperatriz, selecionados através de pesquisa no banco de dados da instituição. Da mesma forma, realizou-se consulta a artigos relacionados ao tema e selecionados através de publicações na internet.

A busca de livros na instituição foi realizada pesquisando o tema no banco de dados da biblioteca da instituição. Utilizando na busca as palavras-chave piezoelectricidade, propriedades piezoelétricas e materiais piezoelétricos. A busca dos artigos na internet foi dada através de pesquisa com as palavras-chave piezoelectricidade, materiais piezoelétricos, propriedades piezoelétricas, energia limpa e formas de se gerar energia limpa.

Os critérios de inclusão dos estudos encontrados foram a forma de abordagem do tema procurado, a forma de descrição da propriedade piezoelétrica, a apresentação de materiais com tal propriedade, a apresentação estrutural de tais materiais, a forma como funciona a geração de energia através destes e os conceitos, exemplos e funcionamento da energia limpa.

Foram excluídos estudos que apresentaram o tema apenas como experimento, como forma de fabricar determinado material, que apresentaram materiais ferroelétricos e não piezoelétricos e de fontes não seguras, ou seja, sem embasamento teórico.

Posteriormente, buscou-se estudar e compreender as principais formas de se utilizar os materiais piezoelétricos como forma de geração de energia, funcionamento, estrutura, principais materiais utilizados, aplicação como material, história, bem como o entendimento de seus conceitos, exemplos e funcionamento.





RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram encontrados um livro e oito artigos nas bases de dados consultadas que abordavam diversas formas de utilização para materiais piezoelétricos na geração de energia. Tratam-se de exemplos de aplicações de tais materiais como ferramentas e produtos, comparação de benefícios para determinada aplicação entre um material e outro, assim como descrição de sua característica específica.

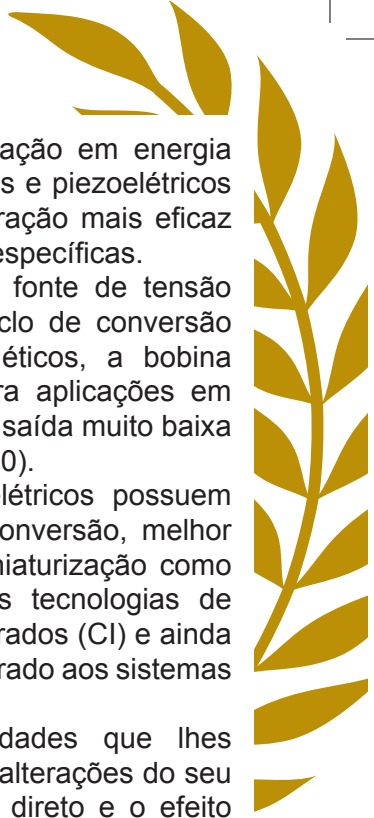
Gonçalves (2011) afirma que a dependência de fontes fósseis de energia em todo o mundo conduziu a um investimento em novos vetores de energia. Com isso, a energia renovável tem recebido crescente atenção nos últimos anos e a busca por fontes alternativas de energia continua em muitas frentes, em particular, estudos acerca do conceito de captação ou colheita de energia.

Do ponto de vista macro energético, a colheita de energia vem sendo empregada já há vários anos por meio dos parques eólicos e fotovoltaicos por exemplo, porém, com a evolução de novas tecnologias, a tendência é para a miniaturização, baixo consumo e mobilidade. Com a redução simultânea do tamanho e requisitos de energia para microeletrônica, é concebível que alguns circuitos poderiam ser diretamente alimentados com energia extraída a partir do ambiente no qual o circuito opera (RANGEL, 2014).

Até o momento, diversas fontes e formas para captação de energia têm sido estudadas e apresentadas como alternativas para geração de energia em microescala, incluindo eletromagnetismo (campo magnético), rádio frequência, vento, radiação solar e fontes biológicas, proporcionando diferentes níveis de energia (RANGEL, 2014).

Mecanismos convencionais de colheita de energia eólica e solar ainda enfrentam problemas de eficiência e viabilidade quando se trata de pequenos geradores. Por exemplo, a eficiência das micro e nano células fotovoltaicas para captação de energia solar é muito baixa, mesmo se nanocomponentes como nanotubos de carbono forem utilizados para melhorar a sua sensibilidade (KAMAT, 2006). Além disso, em muitas aplicações em microescala, a luz solar não está disponível. Os mecanismos clássicos de coletar a energia cinética do vento ainda não são viáveis para micro-aerogeradores, devido às limitações tecnológicas (JORNET; AKYILDIZ, 2012).

Dentre várias, a captação de energia cinética sob a forma de vibração é a que possui o maior número de publicação e aplicação atualmente, mantendo-se como uma tecnologia promissora para alimentação de dispositivos eletrônicos de baixo consumo (RANGEL, 2014).



Três possíveis mecanismos para converter vibração em energia elétrica são: transdutores eletromagnéticos, eletrostáticos e piezoelétricos (LELAND *et al.*, 2005; LUO *et al.*, 2010). O tipo de geração mais eficaz depende, em certa medida, das condições de operação específicas.

Transdutores eletrostáticos necessitam de uma fonte de tensão separada (por exemplo, uma bateria) para iniciar o ciclo de conversão (LELAND *et al.*, 2005). Em transdutores eletromagnéticos, a bobina é composta por um número de espirais limitadas para aplicações em microescala resultando em uma magnitude de tensão de saída muito baixa (< 1 volt) (MITCHESON *et al.*, 2008; KHALIGH *et al.*, 2010).

Os geradores baseados em elementos piezoelétricos possuem maior densidade de energia e elevada eficiência de conversão, melhor acoplamento eletromecânico e grande potencial de miniaturização como estruturas simples, facilitando sua integração com as tecnologias de sistemas microeletromecânicos (MEMS) e circuitos integrados (CI) e ainda há possibilidade de fabricação em massa, quando comparado aos sistemas citados anteriormente (RANGEL, 2014).

Os materiais piezoelétricos possuem propriedades que lhes permitem gerar energia elétrica ou mecânica através de alterações do seu estado. Consideram-se dois efeitos principais, o efeito direto e o efeito inverso. O efeito direto é a geração de energia elétrica como consequência da aplicação de uma força mecânica (estado de tensão), enquanto o efeito inverso é o resultado de uma alteração mecânica quando o material é submetido a uma carga elétrica (GONÇALVES, 2011).

O efeito direto pode ser utilizado no desenvolvimento de microgeradores. Quando uma força externa é aplicada, uma parte do trabalho mecânico realizado é armazenado como energia de deformação elástica, e outra parte é associada ao campo elétrico induzido com a polarização do material (MITCHESON *et al.*, 2008).

Atualmente, diversos tipos de elementos piezoelétricos e formas de análise na eficiência dos transdutores piezoelétricos têm sido propostos pela literatura. O tipo de material piezoelétrico mais utilizado para converter vibrações mecânicas em uma forma utilizável de energia elétrica é a cerâmica de titanato zirconato de chumbo (PZT). No entanto, o PZT é um material frágil, apresentando, assim, limitações na sua deformação. Além disso, as cerâmicas piezoelétricas, ao serem submetidos a movimentos de alta frequência, são suscetíveis a trincas por fadiga, podendo sofrer danos (RANGEL, 2014).

Segundo PARES (2006), o PZT tem sido utilizado por muitos grupos de pesquisa por possuírem como principal característica alto coeficiente piezoelétrico, sendo amplamente utilizado para converter conservativamente



energia mecânica em elétrica.

Quanto a energia gerada através de tais materiais, sua eficiência depende da forma de utilização, da geometria do material, do material utilizado, da vibração aplicada entre outras. Em alguns casos, a energia gerada chega a ser satisfatória para o que se espera, porém, dentre as referências encontradas, parece ser um consenso que um dos maiores desafios é aumentar a quantidade de energia gerada através desses materiais.

Considerando-se que a energia a ser explorada é a vibracional, todas as fontes consultadas concordam que se pode pensar em diversas formas de se obter energia por meio destes materiais. Com estudos, adaptações e avanços tecnológicos, poderá se alcançar, no futuro, formas mais saudáveis de se gerar energia para nosso planeta.

CONCLUSÃO

Os materiais piezoelétricos demonstram ser eficazes na geração de energia limpa, principalmente por necessitar apenas de energia cinética vibracional para gerar energia elétrica utilizável, conforme descrito nos estudos encontrados, sendo uma fonte de estudo viável para geração de energia limpa.

Sua forma de aplicação combina muito com a forma atual da tecnologia de procurar cada dia mais transformar em miniaturas componentes eletrônicos do nosso dia-a-dia, assim servindo como gerador energético para os sistemas microeletromecânicos e circuitos integrados.

A utilização do movimento vibracional causado quando andamos nas ruas, calçadas, praças, *shopping*, festas, universidades, centros de compras dentre outros é uma energia ótima para se aproveitar e converter de energia cinética vibracional para energia elétrica utilizando-se de transdutores piezoelétricos.

Mesmo sendo observados resultados significativos com o emprego de tal material para geração de energia elétrica, ainda é necessário mais estudo para a determinação de parâmetros como material a ser utilizado, quanto de energia se pode gerar, forma geométrica do material, técnica a ser utilizada, visto que ocorre uma grande variação de um método para outro e não se sabe ao certo o método a ser utilizado. Tal fato justifica o porquê de os materiais não serem utilizados em grande escala na prática, pois não se chegou a um consenso de parâmetros, embora se observe, com o seu emprego, um grande potencial energético futuro.

REFERÊNCIAS

CALLISTER, William D. **Fundamentos da Ciência e Engenharia dos Materiais**. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

GONÇALVES T. R. S. **Colheita Piezoelétrica de Energia**, Dissertação. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2011.

JORNET J. M.; AKYILDIZ I. F. **Joint Energy Harvesting and Communication Analysis for Perpetual Wireless Nanosensor Networks in the Terahertz Band**. *IEEE Transactions on Nanotechnology*, vol. 11, no. 3, may 2012.

KAMAT P. V. **Harvesting photons with carbon nanotubes**. *Nano Today*, vol. 1, no. 4, pp. 20–27, 2006.

KHALIGH A.; ZENG P.; ZHENG C. **Kinetic Energy Harvesting Using Piezoelectric and Electromagnetic Technologies State of the Art**. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 57, no. 3, march 2010


LELAND E. S.; BAKER J.; CARLETON E.; REILLY E.; LAI E.; OTIS B.; RABAEY J. M.; WRIGHT P. K. **Improving Power Output for Vibration-Based Energy Scavengers**. 2005

LUO C.; HOFMANN H. F. **Wideband Energy Harvesting for Resonant Piezoelectric Devices**. 2010

MITCHESON B. P. D.; YEATMAN E. M.; RAO G. K.; HOLMES A. S.; GREEN T. C.; **Energy Harvesting From Human and Machine Motion for Wireless Electronic Devices**. 2008.

PACHECO, Fabiana. Energias Renováveis: breves conceitos. **Conjuntura e Planejamento**, Salvador, n. 149, p.4-11, ago. 2006. Disponível em: <http://www.ieham.org/html/docs/Conceitos_Energias_renovaveis.pdf>. Acesso em: 27 maio 2015.

PARES, C. **Transições de Fases Estruturais do Sistema PZT, Estudados por Espectroscopia no Infravermelho**. Dissertação. Universidade Estadual Paulista Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2006



PERREIRA, A. H. A. **Cerâmicas Piezoelétricas: Funcionamento e Propriedades.** São Carlos: ATCP Engenharia Física, 2010.

RANGEL, Renato Franklin. **Caracterização de uma Célula Tubular Piezoelétrica para Geração de Energia Elétrica.** Dissertação. João Pessoa, 2014.