

10^o

FEPEG FÓRUM

ENSINO • PESQUISA
EXTENSÃO • GESTÃO

RESPONSABILIDADE SOCIAL: INDISSOCIABILIDADE
ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA



ISSN 1806-549 X

Autor(es): ISABELA DE OLIVEIRA NUNES COSTA, JOÃO CARNEIRO NETTO, LEILA CRISTINA GONÇALVES CARDOSO, AMANDA AMARAL DE OLIVEIRA

Captação de energia através de piezoelétricos: uma revisão de literatura

Introdução

Desenvolver formas alternativas de captar energia vem se tornando cada vez mais necessário a medida que a sociedade desperta para o fato de que os combustíveis fósseis irão se esgotar inevitavelmente e novas fontes de energia limpas e renováveis podem ajudar a reduzir os danos ambientais. Há um grande potencial de recuperação de energia a partir de fontes naturais, sendo os quatro métodos mais populares os piezoelétricos, termoelétricos, eletromagnéticos e fotovoltaicos. Entre esses, o uso de piezoelétricos é um dos mais promissores, só não é mais eficiente energeticamente do que células fotovoltaicas em dias ensolarados (XIONG *et al.*, 2012).

Piezoelétrico é conhecido como uma tecnologia estável que converte energia mecânica, como as oscilações de um ambiente, em eletricidade. Desse modo, pode-se perceber que em estradas e ruas pavimentadas há um grande potencial desperdiçado de geração de energia devido às vibrações geradas pelo tráfego intenso de veículos. Apenas no Brasil a frota total de veículos automotores registrados no ano de 2015 era de aproximadamente 90 milhões, além disso o país possui mais de 200 mil km de rodovias pavimentadas (CNT, 2016).

Considerando que Minas Gerais possui a maior malha rodoviária do país (CNT, 2016), há um potencial significativo para o uso de sistemas de captação de energia através de piezoelétricos em suas estradas. Nesse sentido, essa revisão bibliográfica tem como objetivo obter maiores conhecimentos acerca do assunto para posteriores estudos de viabilidade na região.

Material e métodos

O presente estudo consiste em uma revisão narrativa da literatura, em que após a definição do tema (captação de energia através de piezoelétricos) e elaboração da questão norteadora de pesquisa ("*Em quais condições é viável o uso de piezoelétricos para geração de eletricidade ?*") procedeu-se as seguintes etapas: investigação dos descritores, seleção das pesquisas e delimitação das informações a serem extraídas, leitura e análise dos estudos incluídos na revisão, interpretação dos resultados e condensação do conhecimento. Para a busca utilizou-se os descritores "*Piezoelétrico*", "*Energy harvesting*", "*Piezoelétrico*" e "*Captação de energia*" no Google Acadêmico. Além disso, foram excluídos os estudos que não se adequavam ao tema. Por fim, para esse resumo foram escolhidos oito artigos, em inglês e português, publicados a partir de 2010.

Resultados e discussão

A. Artigos com informações gerais e aplicações dos piezoelétricos

Após a leitura dos artigos, foi possível perceber que diversas variáveis podem influenciar na eficiência dos piezoelétricos, como o material utilizado para sua fabricação, dimensões e algumas constantes de desempenho. Três artigos falam sobre propriedades gerais dos transdutores piezoelétricos e casos em que esses sistemas já foram aplicados.

Um dos estudos tem como objetivo possibilitar uma visão geral dos materiais piezoelétricos. Primeiramente é importante entender que na estrutura desses materiais existe um dipolo que faz com que sua estrutura cristalina se deforme na presença de um campo elétrico e gere um deslocamento elétrico quando submetida a uma deformação mecânica, sendo este último efeito de interesse na geração de energia. Coeficientes e constantes são usados para se ter noções do desempenho dos piezoelétricos, pode-se citar a constante piezoelétrica, que estabelece uma proporcionalidade entre as tensões mecânicas aplicadas e a geração de cargas elétricas. (PEREIRA, 2010)

Existem também fatores de qualidade, o material utilizado e limites de tração ao qual o elemento piezoelétrico pode ser submetido sem que haja quebra. Além disso, é muito importante entender que para que ocorram manifestações perceptíveis de geração de energia deve haver uma polarização, que desaparece com o tempo, desses materiais. Desse modo, a taxa de envelhecimento dos piezoelétricos precisa ser analisada para que haja conhecimento do tempo de vida útil do material que se escolhe utilizar. (PEREIRA, 2010)

Um artigo analisou uma maneira de trazer a sustentabilidade para a logística do transporte rodoviário do Brasil e encontrou no uso de piezoelétricos uma solução viável. A pressão intermitente dos carros nas estradas geraria energia através de placas cerâmicas embutidas no asfalto. Essa eletricidade gerada poderia ser usada em semáforos, painéis

10^o

FEPEG FÓRUM

ENSINO • PESQUISA
EXTENSÃO • GESTÃO

RESPONSABILIDADE SOCIAL: INDISSOCIABILIDADE
ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA



ISSN 1806-549 X

publicitários, câmeras de fiscalização ou transferida para a rede elétrica do local. Sendo que essa tecnologia não afeta a infraestrutura da rodovia e permite a geração de eletricidade próxima ao consumidor final. (SOUZA; BERLIM, 2013)

Existem, inclusive, alguns casos de aplicação dos piezoelétricos em rodovias para gerar energia. Em Israel a empresa Innowattech instalou geradores piezoelétricos de 3 a 6 cm de profundidade do solo em uma estrada ao norte do país. Uma única faixa de trânsito ocupada com o gerador foi capaz de fornecer 0,5 megawatt por hora. O custo dessa implantação foi de 6,5 mil dólares por kW (kiloWatt) e o presidente da empresa observa que o custo cairá mais da metade quando houver uma produção em massa. Porém, os geradores coletam fluxos estáveis de eletricidade apenas em estradas e trilhos em que existe tráfego intenso. (SOUZA; BERLIM, 2013)

Outras possíveis formas de usar piezoelétricos segundo outro estudo (DHINGRA et al., 2012) é em ferrovias e aeroportos, locais com grande movimento nos terminais de passageiros. Em Tóquio um sistema já foi instalado na aérea de compra de tickets de um metrô, de maneira a aproveitar a vibração causada pelo grande número de passageiros que passam por lá. Nesse artigo há inclusive algumas propostas de aplicação dessa tecnologia no MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts), como nas ruas próximas a entrada da universidade para absorver a vibração dos veículos e no refeitório para usar a energia gerada pelo grande número de pessoas que passa por lá.

B. Artigos com experimentos laboratoriais

Cinco estudos fizeram experimentos laboratoriais para otimizar esse tipo de sistema de captação de energia.

No trabalho de Roshani; Dessouky (2015), foi feito um protótipo utilizando piezoelétricos cerâmicos em uma placa de cobre imersa em uma mistura asfáltica para simular seu local de aplicação. Posteriormente, testes foram realizados com diferentes posições, números de discos piezoelétricos, cargas de veículos e velocidades. Chegou-se a conclusão que veículos mais pesados e com maiores velocidades geram tensões elétricas mais elevadas. Para o mesmo número de piezoelétricos (8 ou 16), a localização se torna mais eficiente quando eles são empilhados em pares e não alinhados. Além disso, o desempenho desse sistema não é afetado pelo seu tempo de funcionamento.

Já em outra pesquisa (CAFISO et al., 2013), são dados exemplos de aplicações experimentais no mundo, como em uma boate holandesa na qual os impactos gerados na pista de dança produzem energia ou em Hong Kong, através dos praticantes de esporte. Sendo o objetivo dos autores validar o uso de piezoelétricos em estradas pavimentadas foi feito um experimento, no qual apenas um disco piezoelétrico cerâmico foi inserido em um corpo de prova de concreto asfáltico, sem nenhuma placa condutora. As tensões de saída desse sistema foram consideradas baixas, provavelmente devido ao tamanho reduzido do disco e sua falta de conexão com outros.

Ao analisar outro artigo que realizou diversos experimentos em laboratório (URQUIZA et al., 2016), foi possível verificar a necessidade de controlar a distância dos piezoelétricos até a superfície do asfalto, sendo que esse trabalho considerou 2 cm ideal. Foi também ressaltada a importância de se ter altos coeficientes piezoelétricos e levar em conta que os transdutores devem ter um coeficiente de dureza próximo ao do pavimento no qual está sendo aplicado.

No estudo chinês (XIONG et al., 2012) os experimentos foram realizados em um simulador com pneus múltiplos que imitam o movimento de veículos motorizados, sendo que as velocidades e as cargas são ajustáveis. O piezoelétrico utilizado foi o PZT (titânio zirconato de chumbo) devido ao seu alto custo-benefício e ele foi revestido com uma película de PVDF (fluoreto de polivinilideno) para suportar maiores esforços. Foi concluído pelos autores que a energia piezoelétrica proporciona uma potência de saída estável e duradoura quando há o uso de retificadores, dispositivos que permitem que a corrente alternada resultante dos piezoelétricos seja transformada em contínua.

As autoras Layslon e Mariele tinham como objetivo estudar a piezoelectricidade para alimentar semáforos de uma cidade no Maranhão. Para isso foi desenvolvida uma placa de Fenolite com pastilhas piezoelétricas cerâmicas acopladas e foram testadas as cargas dos diferentes tipos de veículos que trafegam no local, obtendo resultados satisfatórios que garantiram que o sistema é capaz de manter o semáforo em funcionamento. (SOUZA; COSTA, 2013)

Considerações finais

Pode-se concluir, a partir dos resultados apresentados, que o uso de piezoelétricos é uma forma viável de se captar energia. Porém, para que se faça uso dessa tecnologia é necessário um estudo detalhado sobre o tipo de piezoelétrico a ser utilizado, como será sua aplicação para geração de energia e seu custo-benefício. Além disso, faz-se necessária pesquisas sobre a influência das altas temperaturas, observadas no local de aplicação desse sistema, no comportamento dos elementos. Aplicações em rodovias e ruas com grande fluxos de veículos são ideais para se empregar esse sistema, assim como em locais com grande fluxo de pedestres. Tendo em vista a condição climática e o tráfego intenso de veículos no norte de Minas Gerais, estudar a viabilidade de aplicação dessa tecnologia nessa região é importante por

10^o

FEPEG FÓRUM

ENSINO • PESQUISA
EXTENSÃO • GESTÃO

RESPONSABILIDADE SOCIAL: INDISSOCIABILIDADE
ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA



ISSN 1806-549 X

apresentar um futuro promissor do ponto de vista ambiental, já que consiste em uma alternativa sustentável de reduzir o consumo de energia elétrica convencional.

Agradecimentos

Agradecimentos ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Unimontes (BIC/UNI).

Referências bibliográficas

- BERLIM, M. L. G.; SOUZA, F. A. B. A. Sustentabilidade aplicada à logística de transporte terrestre e estudo da aplicação da energia piezoelétrica no Brasil. **IX Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, 2011.
- CAFISO, S. *et al.* Experimental Analysis for Piezoelectric Transducers Applications into Roads Pavements. **ResearchGate**, 2013.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Anuário CNT do Transporte. 2016. Disponível em: < <http://www.anuariodotransporte.cnt.org.br/> >. Acesso em: 03 Nov. 2016.
- DHINGRA, P. *et al.* **Energy Harvesting using Piezoelectric Materials**. Special Issue of International Journal of Computer Applications (0975 – 8887).
- PEREIRA, A.H.A. Cerâmicas piezoelétricas: funcionamento e propriedades. **ATCP Engenharia Física**, 2010.
- ROSHANI, H.; DESSOUKY, S. **Feasibility Study to Harvest Electric Power from Highway Pavements using Laboratory Investigation**. 2015 ASEE Gulf-Southwest Annual Conference, 2015.
- SOUSA, L. C.; COSTA, F. C. Estudo sobre o potencial de geração de energia elétrica para semáforos a partir de placas piezoelétricas na MA 006. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, 2016; 3(3).
- URQUIZA, D. *et al.* Feasible integration in asphalt of piezoelectric cymbals for vibration energy harvesting. **ResearchGate**, 2016.
- XIONG, H. *et al.* Piezoelectric Energy Harvesting from Traffic Induced Deformation of Pavements. **Int. J. Pavement Res. Technol.**, 2012; 5(5):333-337.