

PISO QUE TRANSFORMA ENERGIA MECÂNICA EM ELETRICIDADE

Evelise de Godoy Antunes, eveliseantunes@gmail.com

Maíra Nunes de Sousa, mairansousa@hotmail.com

Marina Neubauer da Costa Schertel, marinancs@hotmail.com

Resumo: O presente artigo trata-se de uma pesquisa bibliográfica acerca da utilização do piso que transforma energia mecânica em eletricidade. Dessa forma, tem-se como objetivo apresentar o piso, mostrar seu funcionamento, os lugares onde pode ser empregado, os desafios por ele enfrentado e avaliar se a energia "produzida" por ele é significativa. A utilização desse piso visa buscar uma forma alternativa de transformação de energia, renovável e sustentável. Nesse contexto, utilizamos exemplos para analisar os aspectos considerados. Conclui-se esse trabalho mostrando que essa tecnologia é eficaz quando utilizada diretamente em sinalização e iluminação, como por exemplo o caso do restaurante universitário no qual foi estimado que 7 placas forneceriam eletricidade para 5 lâmpadas de LED, porém ainda necessita de um meio de armazenamento mais eficiente e barato.

Palavras-chave: *piezoelectricidade, energia limpa, energia dos passos, piso transformador de energia, piso piezoelétrico*

1. INTRODUÇÃO

Em 1972, foi realizada a primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente, em Estocolmo, Suécia, na qual se chamou a atenção das nações para o fato de que a ação humana estava causando séria degradação da natureza e criando severos riscos para o bem estar e para a própria sobrevivência da humanidade. O conceito de sustentabilidade também começou a ser discutido com mais vigor. Assim, as pessoas começaram a buscar soluções para resolver ou minimizar os problemas ambientais. Uma das soluções foi buscar formas de energia sustentáveis e renováveis. Algumas delas são bem conhecidas atualmente, como a energia solar, eólica e hidráulica, porém se busca ainda outros meios de se obter uma energia limpa facilmente acessível nos meios urbanos. Este artigo apresenta uma nova forma de se obter energia nas cidades, utilizando a piezoelectricidade, que é a capacidade que alguns materiais possuem de gerar uma diferença de potencial devido a polarização de suas cargas quando pressionados por uma força externa.

A piezoelectricidade tem diversas aplicações, tanto no nosso cotidiano, como em áreas mais específicas. Em tempos de preocupações ambientais e energéticas, os pesquisadores estão voltando suas atenções para a capacidade de "produzir" energia elétrica através de uma fonte que não polui. No Brasil, um dos maiores projetos está sendo desenvolvido na Universidade Estadual Paulista (Unesp) por dois professores, o físico Walter Katsumi Sakamoto, do Departamento de Física e Química da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (Feis), e a química Maria Aparecida Zaghete Bertochi, do Departamento de Bioquímica e Tecnologia Química, do Instituto de Química (IQ) do campus de Araraquara. Eles estão trabalhando na criação de um material capaz de aproveitar a força mecânica gerada pelo tráfego de veículos em uma rua, por exemplo, para obter eletricidade [da Silveira, 2010]. Em uma metrópole, como o caso de São Paulo, Brasil, o trânsito é intenso durante a maior parte do dia, o que garantiria que fosse "gerada" uma quantidade significativa de energia elétrica pelas pistas piezoelétricas. Porém, algumas dificuldades ainda são encontradas nas pesquisas de Sakamoto e Maria Aparecida. A cerâmica produzida por eles para ser utilizada nas pistas é frágil, cara e tem pouca flexibilidade. Além disso, os pesquisadores ressaltam que para usar essa tecnologia em larga escala ainda é necessário superar um obstáculo: o do armazenamento da energia. Usá-la à medida que é "gerada" não tem mistério. O problema é armazená-la para usos futuros [da Silveira, 2010].

Em alguns países o emprego dessa tecnologia já está mais avançado. Em 2008, duas casas noturnas, uma em Londres, o Club Surya, e outra, o Club Watt, em Roterdã, na Holanda, instalaram em suas pistas de dança pisos piezoelétricos. Os clientes dançando pressionam os pisos, que geram energia para iluminar as pistas. No Japão, a empresa Soundpower instalou sistemas piezoelétricos no piso de duas estações de trem de Tóquio, por onde passam cerca de 2,4 milhões de pessoas por semana. Em Israel foi desenvolvido entre 2008 e 2009 um projeto piloto, feito em rodovias e aeroportos. [da Silveira, 2010]

Desse modo, o objetivo deste trabalho é fazer uma revisão bibliográfica acerca do piso que transforma energia mecânica em eletricidade pelo efeito piezoelétrico. Será apresentado um breve histórico sobre a piezoelectricidade e também como ocorre a transformação de energia através desse efeito. Além disso, serão citados os lugares que ele pode ser utilizado e casos em que o sistema já está funcionando. Ao final, será discutido se a energia "produzida" é significativa e os desafios da implantação dos pisos em larga escala.

2. PISO COM EFEITO PIEZOELÉTRICO

2.1. Piezoeletricidade

O efeito piezoelétrico (do grego, "eletricidade por pressão") foi descoberto pelo pelos irmãos Pierre e Jacques Currie em 1880. Trata-se da propriedade que certos cristais possuem de liberar elétrons proporcionalmente em resposta à pressão mecânica. Ocorre porque cristais piezoelétricos possuem átomos eletricamente neutros em seu interior que não estão simetricamente arranjados, suas cargas elétricas são perfeitamente balanceadas, uma carga positiva cancela uma carga negativa na sua proximidade, ou seja, os momentos de dipolos elétricos se cancelam. Assim, se uma pressão mecânica for realizada em um cristal piezoelétrico, ocorrerá uma deformação na sua estrutura, fazendo com que alguns átomos fiquem mais próximos e outros mais distantes. Desta forma, perturbando o balanço entre as cargas positivas e negativas, criando uma diferença de potencial, com cargas negativas e positivas em lados opostos das faces do cristal. Seus momentos de dipolo não mais se cancelam, como pode ser observado na Figura 1.

Um ano depois, os irmãos verificaram que quando os materiais eram submetidos a uma diferença de potencial, ocorria uma pressão elétrica nos átomos em seu interior, que precisavam se mover para voltar ao balanço, ocasionando uma deformação (efeito piezoelétrico invertido). Permitindo, assim, o emprego deles, como por exemplo, em microfones e toca-discos. Com o passar dos anos, outros cientistas aventuraram-se no tema e descobriram materias não cristalinos que possuem essa propriedade como Fukata, 1955, com o seu estudo qualitativo sobre a madeira e em 1957, junto com Yasuda, sobre os ossos [apud, Cotta, 2014].

Os cristais que sofrem o efeito piezoelétrico são o sulfureto de zinco (ZnS), o clorato de sódio (NaClO₃), o cloroborato de magnésio (Mg₃B₇O₁₃Cl) ou boracita, a turmalina, o quartzo, o carbonato de Zinco (ZnCO₃) ou calamina, o topázio, o açúcar e o sal Rochelle ou sal de Seignette (KNaC₄H₄O₆ . 4H₂O), que são cristais hemiédricos com eixos de simetria polares. Como outros exemplos de materias temos o Titanato de Bário, PZT (Titanato Zirconato de chumbo) e PVDF (Polivinilo de Flúor), que se trata de um polímero flexível. O PZT é um dos mais eficientes e pode converter até 80% da energia mecânica em elétrica. Segundo o cientista Michael McAlpine " o PZT é 100 vezes mais eficiente do que o quartzo " [Inovação Tecnológica, 2010].

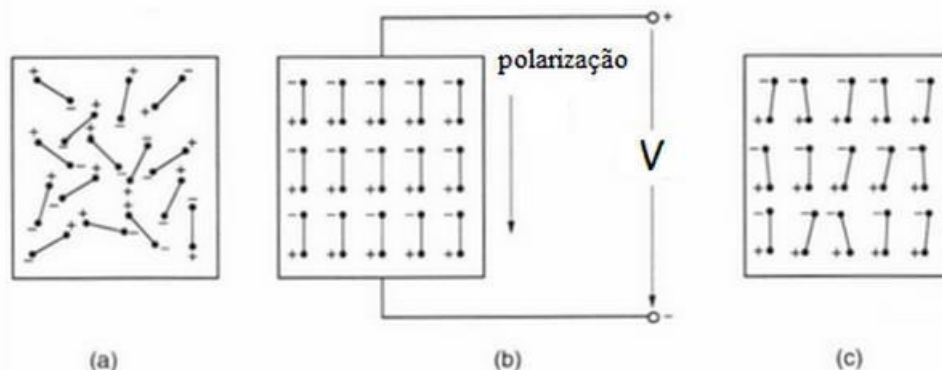


Figura 1. Diagrama de cargas de um sensor piezo (a) antes da polarização, (b) durante a polarização e (c) após ser polarizado. Fonte: Nadalin, 2007.

3. ONDE PODE SER EMPREGADO

Em 2007, foi inaugurado em Roterdã pela SDC (*Sustainable Dance Club*) a danceteria WATT considerada a primeira a incluir os pisos transformadores de energia como pista de dança. Mais tarde foi inaugurado em Londres a danceteria Surya onde os dançarinos fornecem 60% do consumo de eletricidade consumida no local [da Silveira, 2010]. De acordo com Kemball Cook, representante da empresa Pavegen, seu produto foi utilizado em um grande festival de música, onde eles obtiveram mais de 250 000 pisadas, o que foi o suficiente para carregar 10 000 telefones celulares. Neste ano, a empresa com parceria da Shell, criou um campo de futebol no Morro da Mineiro no Rio de Janeiro com 200 placas, responsáveis entre 20 e 30% dos 2 kWh que são capazes de manter os refletores acessos por até dez horas [Pavegen, 2014].

Toulouse foi a primeira cidade a empregar essa tecnologia nas ruas distribuindo 8 módulos na região central que "produzem" cerca de 60 watts cada, suficiente para acender uma lâmpada [Istoé, 2010]. Segundo os cálculos da empresa israelense Inoowattech, 200kWh por hora podem ser "gerados" ao longo de uma estrada de 1 quilometro com duas pegadas de rodas se o fluxo por hora for de 600 veículos pesados trafegando a 72km/h [Edery-Azulay, 2010]. A empresa japonesa Soundpower realizou testes em duas estações de trens em Tóquio por onde passam 2,4 milhões de japoneses em média durante um dia da semana, 400 mil somente às oito horas da manhã. Em 2006, quando realizaram o primeiro teste, uma pessoa com 60 quilogramas "gerava" 0,1 watt por segundo, quando foi repetido em 2007, essa capacidade de "geração" aumentou para 1 watt por segundo [Celsias, 2009]. A energia da piezoeletricidade é pequena, geralmente utilizada na iluminação ou sinalização, porém se considerarmos que o Brasil consome 9,7 bilhões de kWh por ano de energia elétrica o que corresponde a 3% do consumo total, poderíamos utilizar a energia dos pisos como alternativa para ajudar a suprir essa demanda [Schulz, 2014].

3.1 Caso do Restaurante Universitário (R.U.)

Sejam instaladas sete placas no restaurante universitário do Campus Centro da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, onde de 2300 a 2500 pessoas se alimentam no horário de almoço durante duas horas e meia de funcionamento [Barroso, 2014], posicionadas a partir da roleta até a primeira mesa do buffet. Considerando-se uma média de 2400 pessoas e que cada pessoa pisa duas vezes sobre cada placa serão dados 33600 passos por almoço. Para essa análise foi considerada a placa da Pavegen com dimensões de 0,60 m x 0,45 m, feita a partir de 80% de materiais recicláveis [Pavegen, 2014]. No programa "*Science of the Future*", Kemball Cook afirma que cada passo humano gera em média 10 J por passo [Stephen Hawking, 2013]. Multiplicando este número pelo número total de passos por almoço, a quantidade de energia "produzida" por almoço é 336000 J, ou seja, 0,0933 kWh por almoço. Se compararmos, por exemplo, com o consumo de uma lâmpada de LED de 7W utilizada nessas mesmas duas horas e meia, seriam consumidas 0,0175 kWh por almoço. Assim, percebe-se que a energia "gerada" pode suprir a demanda de pelo menos 5 lâmpadas de LED pelo mesmo período de tempo, podendo utilizar essa energia na iluminação dos banheiros. O uso das lâmpadas de LED também tem vantagens como uma maior vida útil, baixa manutenção, baixo consumo e alta eficiência energética [de Araújo, 2014].

4. DESAFIOS

A utilização do piso em larga escala enfrenta alguns desafios como o armazenamento de energia (dificuldade enfrentada pelas energias renováveis). Em 1996, na universidade de Umeda foi realizado um estudo investigando a energia "gerada" pelo impacto de uma bola de aço em queda-livre sobre uma placa piezoelétrica de cerâmica. Eles utilizaram um modelo de equivalência elétrica para simular a energia "gerada" e calcular a eficiência da capacidade do PZT para transformar a energia do impacto mecânico em energia elétrica e verificaram que uma quantidade significativa da energia de impacto foi devolvida à bola na forma de energia cinética quando a bola deixava a placa. No entanto, afirmam que, se a bola fosse presa à placa, uma eficiência de 52% pode ser alcançada. Em 1997, Umeda investigou as características de armazenamento de energia de um sistema de captação de energia consistindo de um PZT, retificador de ponte completa e um capacitor. Na sequência da sua investigação analítica foi desenvolvido um protótipo e afirmou ter uma eficiência superior a 35%, mais de três vezes maior do que uma célula solar [Erdogan, 2014].

Conforme Walter Sakamoto da Faculdade de Engenharia da Unesp, o armazenamento pode exigir o uso de supercapacitores, que são caros e espaçosos se construídos com a tecnologia atual [UNESP, 2010]. Então, é necessário encontrar uma alternativa para armazenamento. Outro desafio está relacionado a durabilidade da placa, que precisa ser capaz de se deformar e voltar ao seu estado inicial após cessado o estímulo, já que o material perde a maleabilidade devido ao seu uso. O piso da Pavegen, por exemplo, tem uma durabilidade de 5 anos ou 20 milhões de passos [Pavegen, 2014]. Os materiais piezoelétricos possuem uma temperatura chamada de Temperatura de Curie na qual a estrutura cristalina do material muda de fase, deixando de produzir o efeito piezoelétrico, devido a perda de polarização, independente da ação de agentes externos ou do uso do material. Assim, também é necessário encontrar uma maneira de aumentar a durabilidade.

5. CONCLUSÃO

O crescimento populacional e a industrialização resultaram no aumento da poluição e no esgotamento de recursos naturais. Afinal, o aumento do consumo demandou a utilização de mais recursos naturais, como matéria-prima e fontes de energia, o que resultou na degradação ambiental. Assim, a humanidade começou a perceber que era de sua responsabilidade buscar formas mais limpas de energia. Uma das formas alternativas encontradas foi a utilização do piso que transforma energia mecânica em energia elétrica.

O modo de funcionamento do piso é pelo efeito piezoelétrico, que consiste na deformação ocorrida na estrutura de alguns materiais quando uma pressão mecânica é realizada sobre ele, ocorrendo uma polarização das cargas, gerando uma diferença de potencial, transformando a energia mecânica em elétrica. Existem vários locais onde o piso pode ser empregado: danceterias, ruas, estações de trens, lugares com um grande fluxo de pessoas. Foi feita uma análise para se determinar quanta energia, "gerada" se fossem colocadas sete placas na entrada do Restaurante Universitário do Campus Centro da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Concluiu-se que a energia transformada durante um almoço seria suficiente para suprir pelo menos a demanda dos banheiros com cinco lâmpadas de LED de 7 watts pelo mesmo período de tempo.

Baseado nos dados utilizados foi possível concluir que essa forma de energia é mais eficiente em eventos momentâneos, como, por exemplo, no festival de músicas onde mais de 10 000 telefones celulares foram carregados enquanto as pessoas dançavam. A utilização de várias placas e uma grande quantidade de pisadas torna essa tecnologia mais eficiente como na boate Surya que os dançarinos fornecem 60% do consumo de eletricidade consumida no local. Nota-se que não há uma divulgação muito concreta dos dados, existem várias informações diferentes e muitas vezes não consta exatamente o quanto de energia foi "produzida" nos locais onde esses sistemas já foram empregados o que dificulta a análise da eficácia do piso.

A utilização do piso ainda enfrenta algumas dificuldades e ainda é necessário aprimoramentos, por exemplo, um dos desafios é o armazenamento de energia que tem sido realizado por supercapacitores, pesquisa-se formas de armazenamento mais baratas. A durabilidade da placa também é um problema que vem sendo enfrentado, já que para

ser instalado, por exemplo, em uma rodovia, precisa ser capaz de se deformar e voltar ao seu estado inicial após cessado o estímulo, resistir aos agentes externos, ao seu uso constante e não deixar de produzir o efeito piezoelétrico. Assim, percebe-se que o piso é adequado para suprir pequenas demandas de energia que não necessitam de armazenamento, podendo auxiliar no suprimento de atividades onde o consumo é momentâneo e descontínuo.

6. REFERÊNCIAS

- de Araújo, L. P., 2014. "Tipos e características de lâmpadas". Disponível em: <http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/L%E2mpadas/tipos_e_caracteristicas_de_lampadas.pdf>. Acesso em: 8/10/2014.
- Barroso, Ludymila, 2014. "Número de refeições no RU no horário de almoço". Correspondência pessoal. Acesso em: 8/10/2014.
- Celsias, 2009. "Foot Powering Tokyo Train Station". Disponível em: <<http://www.celsias.com/article/foot-powering-tokyo-train-station/>>. Acesso em: 8/10/2014.
- Cotta, G. L., 2014. Disponível em: <http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem1_2007/GeovannaL_Cotta_RF1.pdf>. Acesso em: 8/10/12.
- Ederly-Azulay, L., 2010. "Innowattech, energy harvesting systems". Disponível em: <http://www.iroads.co.il/sites/default/files/mtsgt_1_innowattech_presentation_-lucy_edery-azulay.pdf>. Acesso em: 8/10/2014.
- Erdogan, G., 2014. "Energy Harvesting For Micro-Electromechanical-Systems (MEMS)". Disponível em: <<http://www.me.umn.edu/~gurkan/Energy%20Harvesting%20for%20MEMS.pdf>>. Acesso em: 8/10/2014.
- Inovação Tecnológica, 2010. "Borracha que gera energia poderá alimentar marcapassos e celulares". Disponível em: <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=borracha-gera-energia-podera-alimentar-marcapassos-celulares&id=010115100204#.VDQ40_ldVtF>. Acesso em: 8/10/2014.
- Istoé, 2010. "Energia limpa sob nossos pés". Disponível em: <http://www.istoec.com.br/reportagens/73214_ENERGIA+LIMPA+SOB+NOSSOS+PES>. Acesso em: 8/10/2014.
- Nadalin, E. Z., 2007. "Determinação da força peso, a partir dos impactos de pisadas, utilizando um sensor piezoelétrico". Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000431811&fd=y>>. Acesso em: 8/10/2014.
- Pavegen, 2014. Disponível em: <<http://pavegen.com/home>>. Acesso em: 8/10/2014.
- Stephen Hawking, 2013. "Science of the Future: Perfect City". Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=GMSPDI7MRAU>>. Acesso em: 8/10/2014.
- Schulz, Willy, 2014. "Iluminação pública". Disponível em: <www.crea-pr.org.br/index.php/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=533:iluminacao-publica&id=37:cadernos-tecnicos&Itemid=95>. Acesso em: 8/10/2014.
- da Silveira, E., 2010. "Eletricidade do aperto". Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2010/05/31/eletricidade-do-aperto/>>. Acesso em: 8/10/2014.
- UNESP, 2010. "Energia limpa sob nossos pés". Disponível em: <http://www.unesp.br/aci/revista/ed07/pdf/UC_07_Quem01.pdf>. Acesso em: 8/10/2014.

7. NOTA DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis pelo material impresso incluído neste trabalho.