



## PROTÓTIPO DE CIMENTO FLEXÍVEL COM POTENCIAL ELÉTRICO

*Dayani Lebedieff Sakamoto Rabello<sup>1</sup>, Daniele Schelles<sup>2</sup>, Júlio Ricardo de Faria Fiess<sup>3</sup>*

**RESUMO:** Esta pesquisa tem por fim a criação de um cimento flexível com sensores piezoelétricos (PZT) através do qual seja possível a geração de energia elétrica proporcionada pela deformação deste cimento especial. A pesquisa será bibliográfica, mas a criação do protótipo de cimento flexível será baseada nos métodos de Falcão Bauer (Bauer, 2013, p. 11-34) e conforme os resultados obtidos no experimento a coleta de dados dar-se-á de maneira específica para cada material e suas respectivas funções e especificidades. Além disso, a partir dos dados resultantes do experimento serão verificadas as condições do material formado, relevando as propriedades ideais do bom concreto. Com isso, enseja-se a criação de um protótipo de cimento flexível que seja passível à deformação, para que com a implantação do material piezoelétrico, a energia gerada sob pressão mecânica responda como fonte possível de conversão em energia elétrica. Havendo assim, a possibilidade da utilização de uma fonte de energia limpa, advinda de um sistema que antes era desperdiçada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Colheita de energia; Energia alternativa; Piezoelétricidade; Protótipo de material flexível; Sustentabilidade.

### 1 INTRODUÇÃO

Diante da relação de dependência do homem com os meios de energias não renováveis, torna-se crescente o aumento no interesse por fontes de energias alternativas e sustentáveis. Apenas nesta última década, vários pesquisadores se voltaram às áreas de energias renováveis, cujo objetivo é a conversão da energia contida no ambiente em energia elétrica. Tendo em vista tais métodos, uma fonte alternativa e ainda pouco conhecida ou utilizada é a energia piezoelétrica. A piezoelétricidade é advinda do impacto de forças em certos materiais, os quais possuem propriedades em liberar elétrons em resposta à pressão mecânica. Os benefícios desta fonte de energia incentivaram empresas estrangeiras a fabricarem um “piso” gerador de energia (cerâmica), enriquecido com nanomateriais piezoelétricos.

No entanto, para ser piezoelétrico é preciso que haja polarização, fazendo com que uma pequena deformação altere o volume da estrutura – o que faz com que os elétrons sejam expulsos. Ocorre que a cerâmica empregada no produto (Titanato Zirconato de Chumbo) precisa se deformar com pressão mecânica e ser capaz de voltar ao seu estado inicial, uma vez cessado o estímulo (nesse momento que se gera a energia) o material vai perdendo maleabilidade.

Com o intuito de otimizar a fabricação de PZT, pesquisadores da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) desenvolveram sensores de PZT com polímeros para atuarem em compósitos mais flexíveis que a cerâmica, cuja aplicação aumentaria a durabilidade do material, já que a cerâmica com o tempo vai perdendo a flexibilidade. Dessa forma se pode usar menos PZT para obter o mesmo efeito, o que diminui o custo da tecnologia. Tendo em vista a necessidade de um material flexível e sujeito a deformações constantes, o pesquisador Fabrício Gomes de Sá, da Universidade Federal de Itajubá, agregou sensores de PZT ao cimento Portland conseguindo obter, ainda que pouco, sinais de piezoelétricidade com este composto.

Segundo Gonçalves (2011), as diversas formas de energias contidas no ambiente, expressadas por meio de vibrações, ventos, força gravitacional, combustão e etc., podem ser transformadas em energia elétrica, porém a cada pesquisa ou investigação de determinado problema surge novas descobertas para a ciência. Dessa forma que em 1921, o francês Paul Langevin aplicou, pela primeira vez, um elemento piezoelétrico para o desenvolvimento de um sonar, mas foi Roberts Shepard que marcou o início da geração das piezocerâmicas (LEITH et al., 1962), sendo as primeiras aplicações de uma energia obtida por meio da deformação da cerâmica. A partir disso, os avanços na área de dispositivos eletrônicos tem sido um estimulante à micro e nanotecnologia. A conversão da energia perdida de um sistema em energia elétrica, conhecida como (Energy Harvesting), adquire destaque, pois materiais como os piezoelétricos possuem capacidade de gerar eletricidade conforme a deformação do material (ANTON, SODANO, 2007).

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Cesumar – UNICESUMAR, Maringá – PR. Bolsista PIBITI/CNPq-UniCesumar. [dayalebedieff@hotmail.com](mailto:dayalebedieff@hotmail.com)

<sup>2</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Cesumar – UNICESUMAR, Maringá – PR. Acadêmica Colaboradora PIBITI/CNPq-UniCesumar. [danieleschelles@hotmail.com](mailto:danieleschelles@hotmail.com)

<sup>3</sup> Coordenador do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Cesumar – UNICESUMAR, Maringá – PR. Prof. Ms. Orientador PIBITI/CNPq-Unicesumar. [julio.fiess@unicesumar.edu.br](mailto:julio.fiess@unicesumar.edu.br)



Nas décadas de 40 e 50, o fomento tecnológico no pós-guerra fez com que as cerâmicas piezoelétricas de Titanato de Bário fossem aperfeiçoadas pela então URSS e Japão. No contexto da Guerra Fria, logo os EUA fabricou as primeiras cerâmicas piezoelétricas com Titanato Zirconato de Chumbo (PZT). A aplicação da cerâmica é vasta e possui boas características piezoelétricas, cuja revolução da cerâmica resultou num grande produto para o mercado.

Vários são os trabalhos realizados a partir dos materiais piezoelétricos (como as cerâmicas), desenvolvidos desde modelos simples, utilizando massa-mola de parâmetros concentrados, até modelos mais elaborados, como modelagem por elementos finitos. O fato é que os materiais piezoelétricos (PZT) possuem propriedades de expulsão dos elétrons quando deformados, momento em que convertem a vibrações mecânicas em uma forma utilizável de energia elétrica.

O problema da cerâmica concentra-se em sua fragilidade, condição que a limita a certas deformações. Com isso, os pesquisadores da UNESP Walter Katsumi Sakamoto e Maria Aparecida Zaghete Bertochi desenvolveram sensores de PZT nanométricos que pode ser utilizado em condições mais severas, não precisando necessariamente estar exposto na superfície do solo como nas cerâmicas (CHRISTANTE, 2010, p. 42-43). Assim, quanto maior a massa sobre os sensores maior será a energia emitida por eles, porém esta colheita de energia deve ser consumida de maneira imediata já que não há conservação de energia neste caso.

Conforme Sá é possível a geração de energia advinda da deformação do cimento Portland (SÁ, 2009). Com base nos resultados obtidos por Sá, a incorporação do PZT no cimento provocou um aumento do coeficiente dielétrico e, apesar da concentração de PZT no compósito não responder de forma adequada, evidenciou-se ser possível a obtenção da piezoelectricidade com este compósito, pois ao ser submetido a uma corrente elétrica alternada e com a deformação mecânica na cela, a densidade eletrônica da cerâmica muda, sendo esta variação transformada em sinal elétrico.

Perante o exposto, em razão da possibilidade de produção de energia elétrica a partir da deformação do cimento composto de sensores de PZT (por meio das vibrações mecânicas das estruturas de concreto), neste trabalho a obtenção de uma pasta de cimento, com material mais flexível agregado com sensores PZT, deve fornecer dados que permitam avaliar as condições necessárias para haver conversibilidade de uma forma de energia não útil para outra forma que seja útil. Dessa forma, sendo preciso tornar o composto de PZT com base em cimento mais flexível, o objetivo deste projeto será a criação de um protótipo que sacie esta necessidade, por meio da aplicação prática e da análise de matérias que consigam fazer do cimento mais flexível, mas sem perder sua função original, baseando-se nos métodos de Falcão Bauer (Bauer, 2013, p. 11-34).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Baseando-se nos métodos de Falcão Bauer (Bauer, 2013, p. 11-34) a metodologia desta pesquisa científica será bibliográfica e experimental/aplicada, pautada em cinco pilares. Sendo eles:

I. Leitura e levantamento das obras que versam sobre as condições dos possíveis materiais flexíveis, os quais não influenciarão de maneira significativa na resistência do cimento.

II. Construção em laboratório de protótipos de cimento com os materiais flexíveis explicitados no pilar I, relevando as porcentagens fundamentais de cada composto no cimento segundo Falcão Bauer e agregando sensores piezoelétricos no composto.

III. Conjugação os princípios relevantes para o bom estado do cimento e os garantir, partindo do embasamento teórico, analisando os resultados e interferências provocados com a produção do protótipo cimento com sensores de PZT.

IV. Análises sistemáticas sobre os efeitos que o material flexível gerou no cimento, assim como, os sensores piezoelétricos. Podendo verificar se a meta foi alcançada.

V. Construção da hipótese de como o protótipo de cimento flexível com sensores piezoelétricos influenciará numa maior geração de energia elétrica.

## 3 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se obter o desenvolvimento de um protótipo de cimento flexível com sensores piezoelétricos, cujo material ao ser deformado gere energia elétrica. Enseja também que a partir da criação do protótipo a permanência das propriedades ideias do bom concreto sejam mantidas, e que não haja grandes alterações na resistência e competência do material. Assim, visa-se à melhor aplicação e utilização da energia piezoelétrica, pois se trata de uma fonte limpa e sustentável, cuja utilização reduziria a poluição advinda dos recursos não limpos.



## REFERÊNCIAS

ANTON, S. R; SODANO, H. A. **A review of power harvesting using piezoelectric materials** (2003–2006). *Smart Materials and Structure*, Bristol, v. 16, n. 3, p. R1–R21, 2007. Disponível em: <[stacks.iop.org/SMS/16/R1](http://stacks.iop.org/SMS/16/R1)>. Acesso em: 30 abr. 2015.

BAUER, Falcão. **Materiais de construção**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, p. 11-34, 2013.

CHRISTANTE, Luciana. **Energia sob nossos pés**. *Revista Unesp Ciência*, UNESP, n. 07, p. 42-43, abr. 2010.

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

LEITH, E. N; UPATNIEKS, J. **Reconstructed wavefronts and communication theory**. *Journal of the Optical Society of America, Washington*, v. 52, p.1123, 1962.

SÁ, F. G. **Síntese e Caracterização de Compósitos de Cimento Portland Modificados com PZT**. Dissertação. Universidade Federal de Itajubá. Itajubá: 2009.