

USO DA MANUFATURA ADITIVA “IMPRESSÃO 3D” PARA PRODUÇÃO DE TRANSDUTORES PIEZOELÉTRICOS

Mateus de Carvalho Botini (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Alexandre Diório (Co-Orientador)
Sandro Rogério Lautenschlager (Orientador), e-mail: srlager@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia, PR.

Área: Engenharias II; Subárea: Polímeros.

Palavras-chave: Transdutores piezoelétricos, Manufatura Aditiva, Titanato de Bário.

Resumo:

A partir do efeito piezoelétrico, suas aplicabilidades e restrições, este projeto teve como finalidade produzir e caracterizar transdutores a partir da utilização da manufatura aditiva e da matéria prima cerâmica de Titanato de Bário (BaTiO_3). Foram realizados testes de incorporação de óxido de grafeno (GO) em resina fotopolimerizável objetivando, futuramente, sintetizar um compósito resina/ BaTiO_3 / GO e quantificar a relação entre suas concentrações e propriedades aferidas pelo material. Utilizando-se da adição de partículas de titanato superficialmente modificadas no interior de uma resina fotopolimerizável foi feita a tentativa de impressão de um transdutor piezoelétrico, que devido a sedimentação e alta concentração de partículas não houve a completa manufatura da peça. Em contrapartida, o compósito resina/ GO foi empregado na manufatura aditiva de uma peça, um giroide, e a análise da condutividade elétrica que se mostrou insatisfatória.

Introdução

O efeito piezoelétrico, ou a piezoeletricidade, consiste na transformação de pressão mecânica ou uma tensão material em uma tensão elétrica, ou vice versa. O efeito foi observado pela primeira vez pelos irmãos Curie na década de 1880, contudo, durante os testes e análises realizadas por Pierre e Jacques Curie não houve a especulação do efeito piezoelétrico inverso, onde uma tensão elétrica, ou sinal poderia ser capaz de ser transformado em uma pressão mecânica, ou alteração do volume do material (ARMENDANI et 2016)

O efeito piezoelétrico é observado e expresso por materiais cristalinos que não possuem uma simetria central e, com isso, não sofrem polarização dielétrica, ou seja, a piezoeletricidade possui relação com a assimetria iônica (OLIVEIRA, 2013).

O titanato de bário possui diversas estruturas cristalinas, contudo nem todas estas estruturas cristalinas expressam as propriedades piezoelétricas do material, durante a faixa de temperatura de 0 e 120 °C a célula unitária assume uma forma estável tetragonal e possui a propriedade piezoelétrica onde a polarização espontânea ocorre no eixo c, para faixas de temperatura abaixo de 0 °C até a

temperatura de $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ a célula unitária possui uma forma simétrica ortorrômbica e também expressa as propriedades ferroelétricas onde a polarização ocorre espontaneamente paralela à direção $[110]$. Abaixo de $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ a forma romboédrica passa a ser mais estável e possui a polarização espontânea paralela à direção $[111]$. Já para a faixa de temperatura acima de $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ o efeito ferroelétrico não é mais observado, uma vez que na estrutura cúbica, as vibrações e tensões mecânicas promovem o deslocamento aleatório do íon Ti^{+4} , não resultando em assimetria ou polarização espontânea observável, esta fase cúbica da célula unitária é dita como para elétrica e pode vir a expressar momento de dipolo elétrico com a aplicação de um campo elétrico (SANTOS, J.C.A).

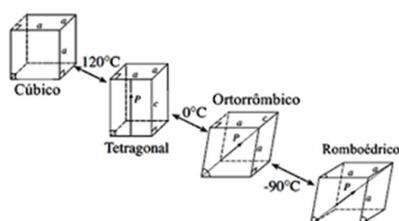


Figura 1: Estruturas organizacionais para o Titanato de Bário sólido em diferentes temperaturas (SANTOS, J.C.A).

Material e Métodos

Em laboratório, houve a agitação magnética de 2 g de BaTiO_3 em 50 mL de água destilada, em que em seguida foram adicionadas 4 gotas do surfactante Triton X-100 e, então, a mistura manteve-se em agitação por um período de 24 horas. Após a modificação superficial e suspensão do titanato de bário a mistura foi encaminhada para uma secagem em placa ($50\text{ }^{\circ}\text{C}$) até a secagem completa do material. Por fim, ocorreu a adição das partículas secas na resina fotopolimerizável 3D LAB, novamente, através da agitação magnética por um período de 24 horas. Utilizando o software Fusion 360 (AnyDesk) foi modelado, com base em um transdutor, um cilindro plano de dimensões $22 \times 10\text{ mm}$ e feita a impressão com o compósito em uma impressora Any Cubic Photon-S.

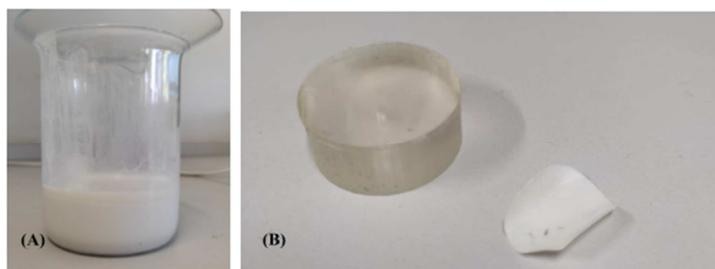
Foram realizados 4 diferentes compósitos resina/óxido de grafeno (GO), variando a concentração de GO inserido em cada um deles e realizados testes de condutância.

Em um primeiro momento, houve a tentativa de solubilização do GO em água, utilizando-se de um banho ultrassônico, a mistura permaneceu por um período de 1 hora e 30 minutos no interior do equipamento.

Em seguida, as diferentes concentrações dos compósitos resina/GO foram realizadas adicionando diretamente 50mg, 100mg e 200mg em 100mL de resina 3D LAB e utilizando um agitador magnético por um período de 72 horas. Por fim, utilizando o compósito resina/GO foi impresso um modelo infinito denominado giroide e aferida sua condutividade através de um multímetro.

Resultados e Discussão

Na figura 2 apresenta-se os resultados de produção usando a resina/BaTiO₃ (figura 2 A). Na figura 3 apresenta-se o giroide produzido usando resina/GO. O resultado da impressão dos modelos utilizando o compósito resina/BaTiO₃ não foi satisfatório. Apenas algumas camadas da resina foram de fato polimerizadas e encontravam-se, ao final da impressão, aderidas ao fundo do reservatório da impressora.



Figuras 2: Fotografia da resina contendo partículas piezoelétricas sintetizada em laboratório (A). Modelo impresso em resina fotopolimerizável e o modelo impresso com o compósito resina/BaTiO₃ (B).

Mesmo após a alteração dos parâmetros de impressão foram obtidos os mesmo resultados, apenas algumas camadas estavam, de fato, sendo impressas. Com isso, a discussão e análise dos casos, levando em conta algumas literaturas científicas, houve o entendimento de que ocorria a sedimentação das partículas durante o processo de polimerização da resina. Desta maneira, a passagem de luz para camadas superiores foi prejudicada, acarretando na não impressão completa.

Com relação ao compósito resina/GO, durante a tentativa de solubilidade, constatou a não solubilização do material, em que, posteriormente, levando em conta o tempo de armazenamento do GO e literaturas consultadas, foi associada à tendência dos grupos hidroxilados de interagirem entre si, tornando as camadas do GO armazenado mais próximas e menos tendenciosas a interagirem com o meio aquoso conforme a estrutura sofre desidratação com o tempo.

Por fim, o giroide impresso não apresentou condutividade, este resultado foi associado à não homogeneidade do compósito resina/GO, realizado diretamente através da agitação magnética, utilizado para realizar a manufatura da peça. Levando em consideração que o óxido de grafeno (rGO) possui propriedades elétricas como a condutividade, esperava-se que o compósito resina/ rGO herdasse tais propriedades.



Figura 3: Fotografia do giroide impresso na resina aditivada com GO.

Conclusões

Em relação às análises, observações e experimentos realizados utilizando como objeto de estudo as partículas piezoelétrica do BaTiO_3 , para futuros experimentos serão tomadas como base concentrações menores de partículas piezoelétricas na composição da resina fotopolimerizável, assim como será revista a necessidade da utilização do Triton-X para a modificação superficial das partículas antes da adição na resina. Aliado a isso, está sendo discutida a interferência do método utilizado pela impressora disponível no laboratório, onde em outros estudos consultados durante a realização da pesquisa, o método utilizado era o de manufatura aditiva por DLP (Digital Light Processing), enquanto o método utilizado pela Any Cubic Photon-S é o de SLA (Stereolithography). Além disso, existem algumas impressoras capazes de imprimir materiais cerâmicos a partir da utilização de um “Slurry Dispenser”, onde a adição de partículas é feita automaticamente durante a impressão da resina, em uma velocidade constante e controlada.

Com relação ao giroide impresso e suas caracterizações, para futuros testes serão examinadas formas mais homogêneas de se realizar a aditivação do GO na resina fotossensível, assim como, serão realizadas outras experimentações com a utilização de uma solução de GO.

Agradecimentos

Agradecimentos ao PIBIC-CNPq-FA-UEM pelo fornecimento da bolsa de estudos.

Referências

ARMENDANI, Willian Alves; et. al. Conhecendo a Piezoeletricidade, uma nova forma de geração de energia elétrica. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. 2016. Ano 1. Vol. 9. pp 314-320. ISSN: 2448-0959

SANTOS, J.C.A. Estudo do Comportamento PTCR em Cerâmicas de BCT Dopadas com Íons de Terras Raras. 2012.

OLIVEIRA, S. D. A. OS MATERIAIS INTELIGENTES E SUAS APLICAÇÕES. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013. OLIVEIRA, S. D. A.; SAVI, M. A. Os materiais inteligentes e suas aplicações. ResearchGate, Rio Janeiro, Janeiro 2013.

Esta deve ser a quarta e última página do seu resumo. **Não ultrapasse quatro páginas.** Caso contrário, poderá ser solicitado que você o corrija. Fique atento! Lembre-se também que **o site do EAIC aceita somente a extensão .docx.** Confira seu editor de texto antes de salvar.