

## MEDIDAS DIELÉTRICAS EM COMPÓSITOS DE PHB/PZT. João Henrique Pereira da Silva, José Antonio Malmonge. – Engenharia de Materiais e Metalurgia - Física - Departamento de Física e Química - Faculdade de Engenharia - Campus de Ilha Solteira.

O comportamento piezoelétrico de polímeros foi primeiramente publicado em 1969. O PVDF e o copolímero P(VDF-TrFE) são os polímeros piezoelétricos mais conhecidos atualmente. Em relação às cerâmicas os polímeros levam vantagem basicamente nos quesitos, flexibilidade, impedância acústica e grau de ruído relacionado aos modos ressonantes. Por outro lado às cerâmicas apresentam alta constante dielétrica, bom fator de acoplamento e produção mais barata que os polímeros. Compósitos de polímeros com cerâmicas piezoelétrica podem apresentar propriedade superiores aquelas apresentadas pelos componentes individuais e por isto tem atraído considerável interesse tanto tecnológico quanto acadêmico<sup>(1)</sup>.

O Polihidroxibutirato (PHB), um polímero termoplástico altamente biodegradável e biocompatível<sup>(2)</sup>, pode ser modificado pela adição de cerâmicas piezoelétricas visando emprego na confecção de dispositivos de osteossíntese uma vez que a piezoelectricidade do material pode ser um fator altamente benéfico ao estímulo do crescimento ósseo<sup>(3)</sup>. Neste trabalho, foram obtidos filmes de PHB puro e de compósitos de PHB contendo 10, 20, 30 e 40% em volume de PZT e caracterizados utilizando a técnica de corrente de despolarização termicamente estimulada (TSDC) e espectroscopia dielétrica. O polímero e a cerâmica ambos na forma de pó, foram fornecidos pela PHB Industrial e American Piezo Ceramic –APC, respectivamente.

Os compósitos na forma de filmes foram obtidos misturando o PHB e a cerâmica, mecanicamente em proporções pré-determinadas e a mistura então prensada a 180°C por 1 min. As caracterizações dielétricas foram feitas usando um analisador de impedância HP modelo LF4192A. Para contato elétrico foram depositados eletrodos circulares de alumínio em ambas as faces da amostra por evaporação. As amostras foram então colocadas em uma câmara com temperatura controlada e aquecidas a uma taxa de 0.6°C/min. As medidas foram feitas a cada 5°C no intervalo de -40 a 100°C.

A corrente de despolarização termicamente estimulada (TSDC) consiste em medir a corrente de despolarização, de uma amostra previamente polarizada, em função da temperatura. A corrente foi medida utilizando um eletrômetro fabricado pela Keithley modelo 610C.

A figura 1 ilustra a curva de TSDC do compósito PHB/PZT 80/20, polarizado com um campo de 10KV/cm a 100°C por 20 min. Um pico em torno de 8°C é observado como mostra o destaque na figura 1. Este pico é atribuído a relaxação dipolar oriundo da transição vítrea do PHB<sup>(4)</sup>.

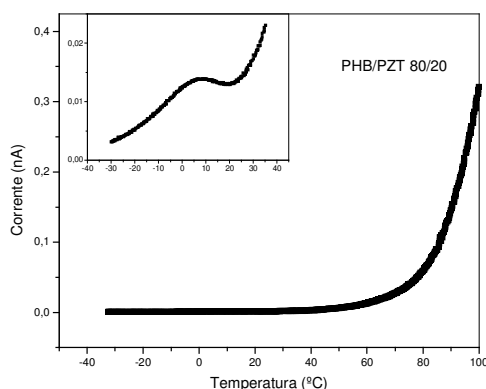


Figura 1 – TSDC do compósito PHB/PZT 80/20. Campo de polarização  $E_p = 10\text{KV/cm}$ , tempo de polarização  $t_p = 20\text{min}$ , temperatura de polarização  $T_p = 100^\circ\text{C}$  e taxa de aquecimento  $\beta = 2^\circ\text{C/min}$ .

Na figura 2 tem-se a constante dielétrica do compósito para diferentes composições em função da frequência para a temperatura de 25°C. Observa-se que a constante dielétrica basicamente manteve

constante em função da frequência, aumentando com o conteúdo de PZT no compósito e alcançando um valor de aproximadamente 5 vezes para o compósito com 40% de PZT em relação ao polímero puro. Nota-se que o aumento é linear com o aumento da fração volumétrica de PZT como mostra a figura 3.

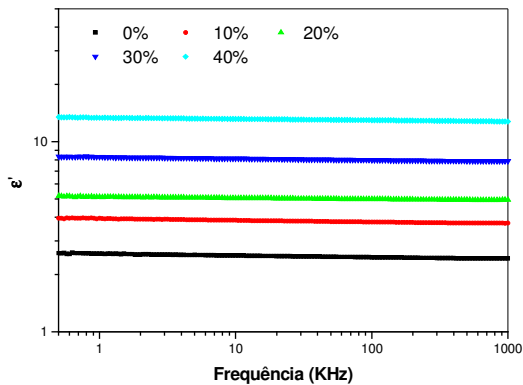


Figura 2 - Constante dielétrica em função da frequência para os compósitos de PHB/PZT, contendo 0, 10, 20, 30 e 40% de PZT em volume.

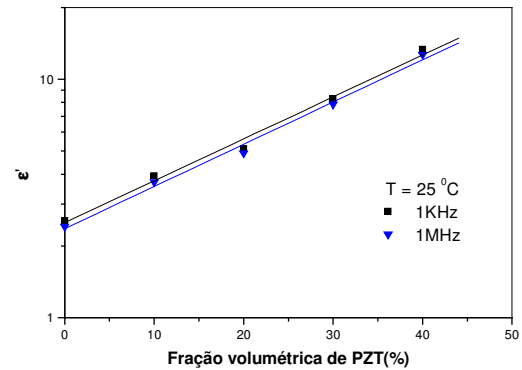


Figura 3- Constante dielétrica em função da fração volumétrica de PZT.

A figura 4 ilustra o efeito da temperatura na perda dielétrica para o PHB e para o compósito. Observa-se uma relaxação para o polímero puro bem como para o compósito que desloca para temperatura mais alta com o aumento da frequência. Esta relaxação está relacionada à transição vítrea da matriz polimérica.

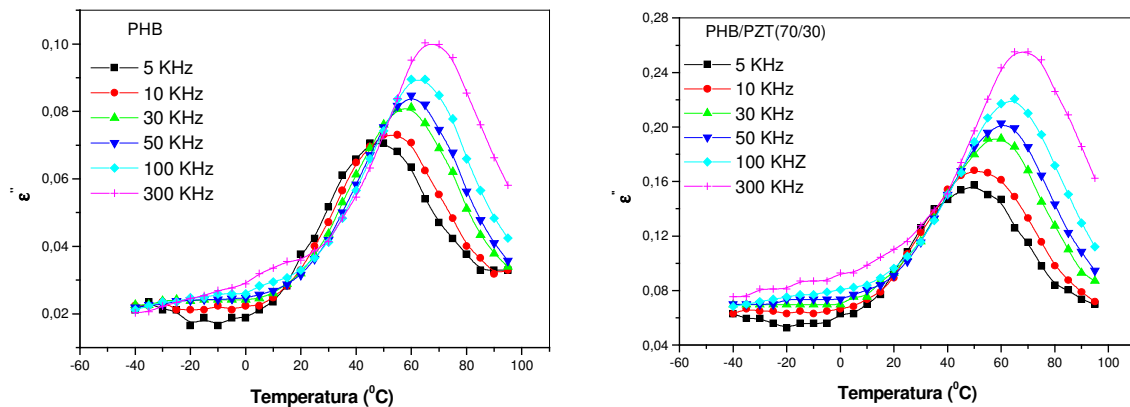


Figura 4 – Efeito da temperatura na perda dielétrica para o PHB e para o compósito

A figura 5 ilustra a perda dielétrica em função da temperatura para diferentes composições dos compósitos. Nota-se que não há mudança significativa da posição do pico, mostrando que a temperatura da transição vítrea não varia com o conteúdo de cerâmica.

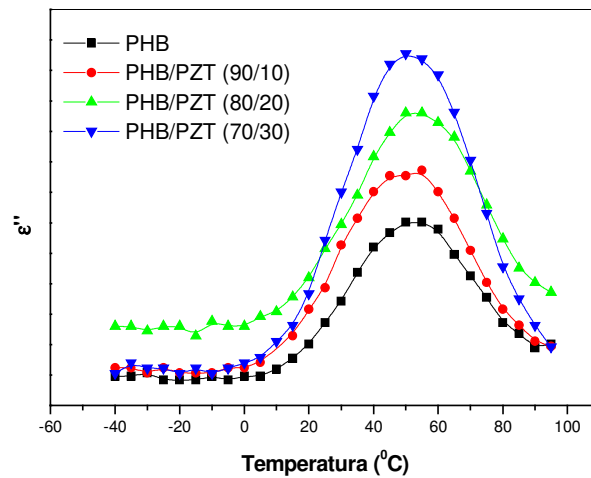


Figura 5 – Perda dielétrica em função da temperatura para a frequência de 10KHz.

## Referências Bibliográficas

1. AKDOGAN, E.K.; ALLAHVERDI, M.; SAFARI, A. Piezoelectric Composites for Sensor and Actuator Applications. *IEEE transactions on ultrasonics, ferroelectrics, and frequency control*, v.52, n.5, p.746-755, 2005.
2. LENZ, R.W.; MARCHESSAULT, R.H.; Bacterial Polyesters: Biosynthesis, Biodegradable Plastics and Biotechnology. *Biomacromolecules*. V.6, n.1, p. 1-8, 2005.
3. MIARA, B.; ROHAN, E.; ZIDI, M.; LABAT, B. Piezomaterials for bone regeneration design homogenization approach. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, v. 53 p. 2529–2556, 2005.
4. SHAFEE, E.El. The influence of semicrystalline morphology on the dielectric relaxation properties of poly(3-hydroxybutyrate). *European Polymer Journal*, v. 37, n. 8, p. 1677-1684 (2001).