

## COMPORTAMENTO DO COMPÓSITO PTCa/PEEK PARA UMA SIMULAÇÃO DE UMA FONTE DE EMISSÃO ACÚSTICA.

Alberto Faria G Silva<sup>1</sup>, Walter K Sakamoto<sup>2</sup>, Ricardo T. Higuti<sup>3</sup>. – Física – Engenharia Mecânica Departamento de Engenharia Mecânica<sup>1</sup>, Departamento de Física e Química<sup>2</sup>, Departamento de Engenharia Elétrica<sup>3</sup> – Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira.

Emissão acústica pode ser definida como ondas de tensão ou pressão geradas durante um processo dinâmico em um material. É um fenômeno que ocorre quando uma descontinuidade é submetida à solicitação térmica ou mecânica. Aplica-se a emissão acústica quando queremos analisar ou estudar o comportamento dinâmico de defeitos em peças ou em estruturas metálicas complexas, assim como registrar sua localização.

A teoria de propagação de ondas em estruturas apresenta dois modos básicos de vibração no que diz respeito ao tipo da onda gerado no material da placas. Assim, ondas de Lamb resultam do acoplamento entre as ondas de cisalhamento e as ondas longitudinais refletidas nas duas superfícies da placa. O deslocamento das partículas de ondas de Lamb é perpendicular à superfície da placa e paralelo à direção de propagação. Este tipo de fenômeno foi primeiramente apresentado e descrito por Horace Lamb em 1917, porém ele nunca tentou produzi-las.

As técnicas de ondas de Lamb têm o potencial de fornecer mais informação sobre falhas estruturais do que os métodos antes mencionados tais como os métodos da resposta em frequência, uma vez que são mais sensíveis aos efeitos locais das falhas do que uma resposta global de uma estrutura. O ensaio por emissão acústica permite a localização da falha, captados por sensores instalados na estrutura ou no equipamento a ser monitorado.

Compósitos feitos a partir do polímero poli(eter-eter-cetona) – PEEK e da cerâmica titanato de chumbo modificado com cálcio (PTCa) foram obtidos, na forma de filmes, por prensagem a quente. Utilizando uma temperatura de 370 °C, durante uma hora, foram obtidos filmes com espessuras entre 120 a 300 µm. Eletrodos de alumínio foram depositados, em ambas as faces do filme, para contato elétrico. O compósito foi caracterizado por medidas da constante piezoelétrica, microscopia eletrônica de varredura, medidas da corrente piroelétrica, constante dielétrica, histerese de polarização e testes de emissão acústica (EA) por meio de simulação de uma fonte de EA. Os resultados obtidos indicam que o material obtido tem potencial aplicação na área de sensores.

Amostras com composição de 40, 50 e 60% em volume de cerâmica foram coladas nas placas, conforme as Fig. 1 e 2. As placas foram excitadas usando duas diferentes fontes de simulação de emissão acústica (EA): queda de uma esfera de aço, que produz uma onda de grande amplitude e baixa frequência; e a quebra da ponta de grafite (Pentel 2H) [1] que produz uma onda de baixa amplitude e alta frequência. O experimento da quebra da ponta de grafite é uma técnica bem-establishada que pode mostrar a habilidade para detecção de componentes de uma onda na placa.

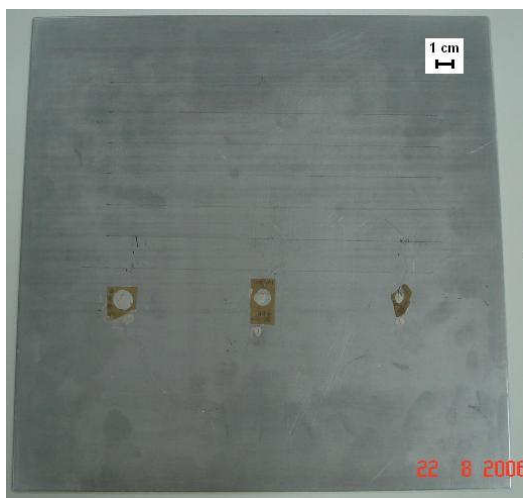


Figura 1 - Amostras 40, 50 e 60% em vol. da esquerda para a direita coladas sobre a placa de alumínio para os testes de EA.

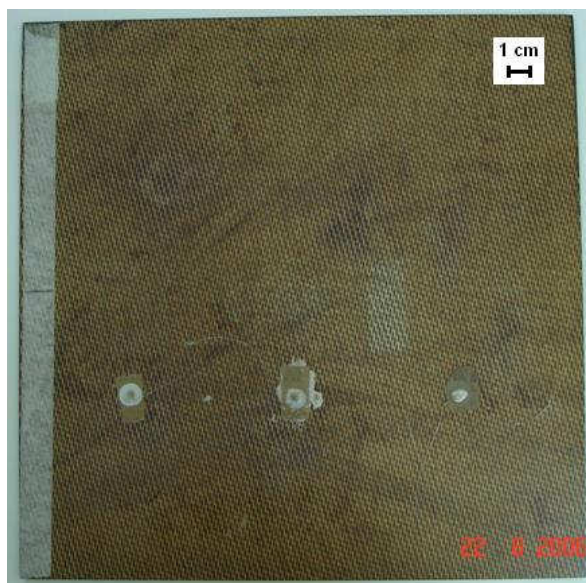


Figura 2 - Amostras 40, 50 e 60% em vol. da esquerda para a direita coladas sobre a placa de fibra de carbono (PFC) para os testes de EA.

A seguir será apresentado na Tab. 1 duas importantes propriedades, o coeficiente longitudinal piezoelétrico  $d_{33}$  e o coeficiente de voltagem  $g_{33}$ . Quanto maior o valor conferido a eles, melhor será a resposta do sensor. O  $d_{33}$  está diretamente relacionado à fração volumétrica de cerâmica e ao grau de polarização. Esta etapa de caracterização do compósito foi omitida, porém elas forneceram os seguintes dados:

Tabela 1 – Algumas constantes pertinentes ao compósito

Composição (% em volume de cerâmica/polímero)	40/60	50/50	60/40
$d_{33}$ (pC/N)	11	24	38
$g_{33}$ (pC/N)	66,2	110,2	133,8

Um osciloscópio foi utilizado para coletar o sinal proveniente da resposta do sensor. Nenhum amplificador foi aplicado no sinal.

A Fig. 3 ilustra a resposta do sensor com relação à distância da fonte de EA. A esfera de aço foi abandonada a uma altura fixa de 5 cm para diferentes distâncias, para que seja avaliada a habilidade do sensor para detectar o sinal acústico.

A Fig. 4 ilustra a resposta de um sensor PTCa/PEEK para o teste da quebra do grafite. Os modos extensional e flexural podem ser claramente observados. A velocidade do modo extensional é mais rápida que a velocidade do modo flexural. A maioria dos casos de EA de interesse ocorrem em torno de uma frequência de 300 Hz [3]. Observa-se que para altas frequências o sinal é atenuado mais rapidamente que para as baixas frequências.

Transformada de Fourier (TRF) foi aplicada no sinal do sensor no domínio de tempo. A Fig. 5a mostra a TRF calculada numa forma de onda na faixa de frequência de 100 – 800 kHz. Pode-se observar o modo flexural em torno de 250 kHz e o extensional por volta de 450 kHz [4].

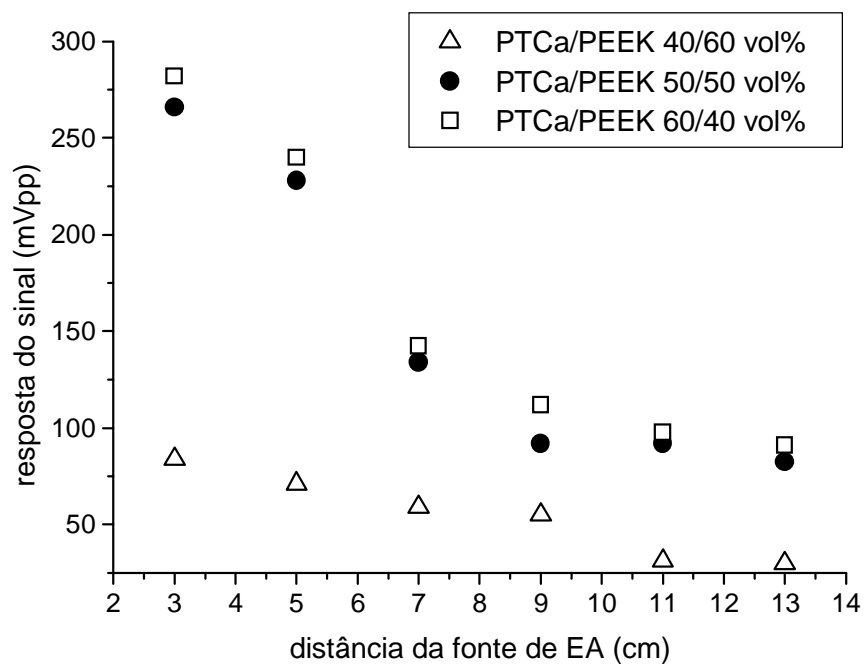


Figura 3 – Resposta do sensor para diferentes distancias da fonte de EA.

Uma análise mais profunda do pico na frequência em torno de 300 kHz e da mais alta é mostrada na Fig. 5b e na Fig.5c, respectivamente. Para os compósitos com composição 40/60 e 50/50 o modo extensional não é tão claro. O total acoplamento do sensor na superfície da placa é fundamental para obtenção de bons sinais.

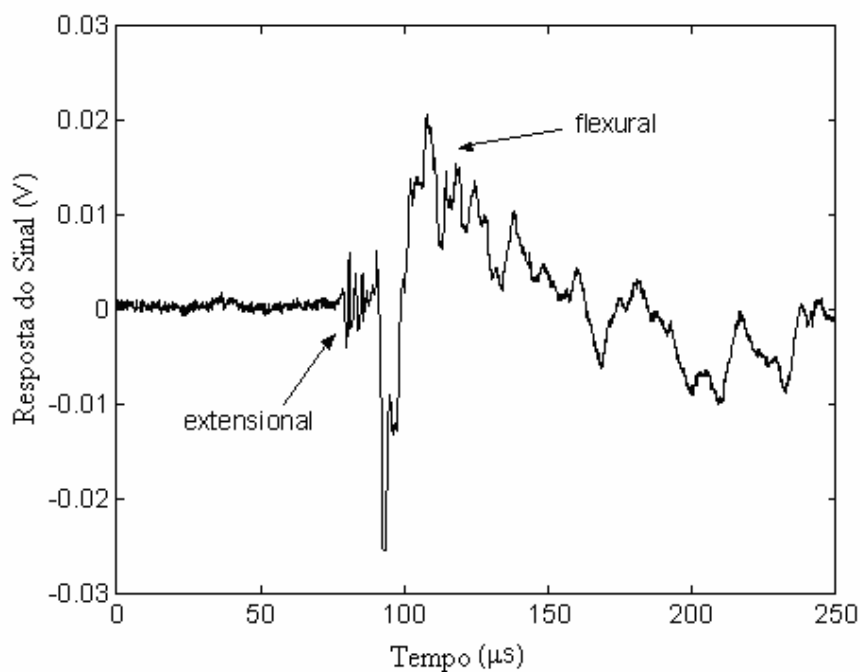


Figura 4 – Resposta de uma amostra com 60% vol. de cerâmica para o teste da quebra do grafite.

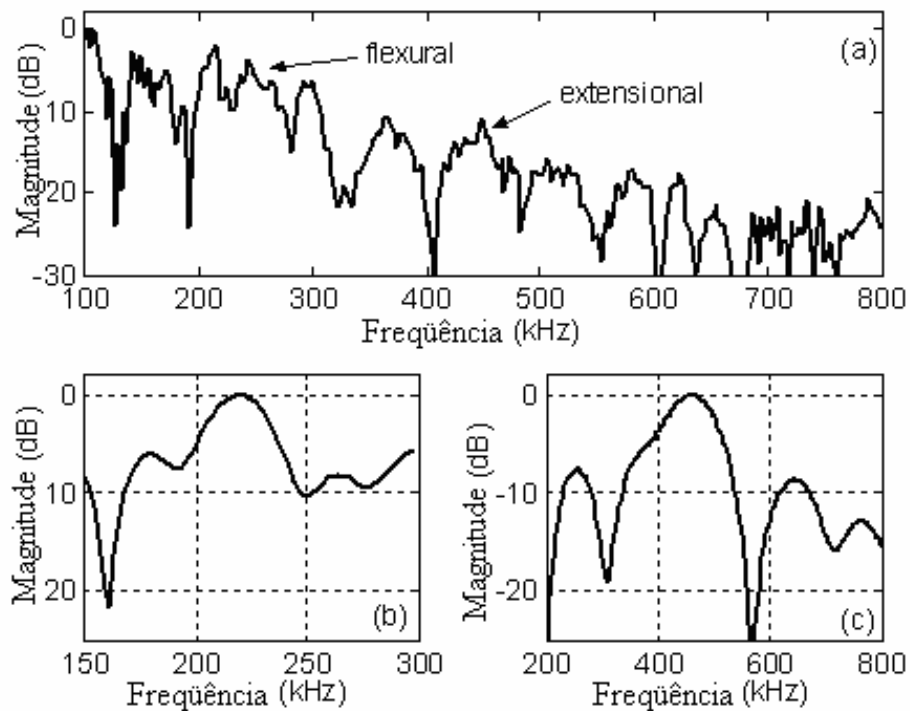


Figura 5 – Resposta de um sensor para uma frequência dominante.

Filmes compósitos feito com titanato de chumbo modificado com cálcio (PTCa) e poli(éter-éter-cetona) (PEEK) foram fabricados por prensagem a quente em três diferentes composições. Em todas as composições estudadas constatou-se a atividade piezoelétrica. Eles se apresentaram mais flexíveis e mecanicamente mais resistentes, quando comparados à cerâmica pura. Além do mais, a baixa constante dielétrica, em comparação com a cerâmica pura, eleva a figura de mérito, o que torna o compósito uma boa alternativa aos materiais cerâmicos convencionais para sensores piezoelétricos.

E mais, o compósito PTCa/PEEK montado na superfície de uma placa de fibra de carbono na forma de filme e usando uma simulação de EA convencional, verificou-se a habilidade do sensor em detectar ondas de Lamb. Baseado nos resultados obtidos nessa simulação foi detectado com impacto, energia abaixo de uma unidade de milésimo de Joule, indicando que o sensor pode ser utilizado para emissão acústica.

### Referências Bibliográficas

- [1] P. Marin-Franch, T. Martin, D. L. Tunnicliffe, and D. K. Das-Gupta, "PTCa/PEKK piezo-composites for acoustic emission detection", *Sensors and Actuators A*, Vol. 99, pp. 236-243, 2002.
- [3] G. SA-Gong; A. Safári; S. J. Jang and R. E. Newnham, Poling flexible piezoelectric composites, *Ferroelectric Letters*, 5, 131-142 (1986).
- [4] M. R. Gorman, Plate wave acoustic emission, *J. Acoustic Soc., Am.*, 90 (1), 358-364 (1991).