

AVALIAÇÃO DO EFEITO BAROCALÓRICO EM COMPÓSITOS DE PVC E ÓXIDO DE GRAFENO REDUZIDO PARA APLICAÇÃO EM REFRIGERAÇÃO

Gabriel Fornazaro (PIBIC/CNPq/FA/Uem), , Augusto Dias Siqueira, Jean Rodrigo Bocca, Silvia Luciana Fávaro(Orientadora), e-mail: ra98638@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Maringá, PR.

Engenharia Mecânica e Processos de Fabricação

Palavras-chave: Barocalórico, PVC, refrigeração.

Resumo:

O desenvolvimento de tecnologias com maior eficiência energética e que visam a diminuição de impactos ambientais, levou à busca de novos materiais para sistemas de refrigeração. Com isso, refrigerantes sólidos se tornaram uma alternativa, por diminuírem a emissão de gases nocivos para o meio ambiente. Materiais com efeito *i*-calóricos são uma alternativa para essa aplicação. O trabalho teve como objetivo analisar o efeito barocalórico do PVC elastomérico com diferentes cargas de reforço. Elastômeros apresentam, valores de efeito barocalóricos significativos, são de baixo custo e fácil processamento, mas são isolantes. O intuito da carga de reforço é aumentar a condutividade térmica do material. O PVC flexível após ser processado na extrusora foi caracterizado por sua densidade e dureza e pelas técnicas de FTIR e TG. O efeito barocalórico do PVC foi promissor, $-\Delta T=19,45$ K à 390 MPa, valor próximo da borracha natural. Os compósitos com adição de grafite tiveram um aumento no efeito barocalórico, tendo o seu valor máximo com 10% de concentração. Contudo, o PVC e seus compósitos apresentaram ser materiais alternativos e com bom desempenho para a sua aplicação como refrigerantes sólidos.

Introdução

Os sistemas convencionais de refrigeração baseados na compressão e expansão de refrigerantes fizeram avanços tecnológicos significativos. No entanto, gases ambientalmente prejudiciais ainda são utilizados nesses dispositivos, e a busca por maior eficiência energética tem promovido o desenvolvimento de tecnologias limpas e que demandam menor consumo de energia, neste caso, destaca-se o uso de refrigerantes sólidos. Uma alternativa promissora para o desenvolvimento de novos equipamentos de troca de calor.

Os efeitos denominados *i*-calóricos estão diretamente relacionados aos fenômenos de variação reversível de temperatura e de entropia observados em sistemas submetidos à variação de uma ou mais grandezas intensivas, tais como, campo magnético, elétrico ou pressão. Os materiais com efeitos *i*-calóricos mostraram resultados promissores para a aplicação em refrigeradores, a partir da descoberta do composto $Gd_5Ge_2Si_2$, em 1997, que possui um gigante efeito magnetocalórico. [1]

O efeito barocalórico, por se basear na compressão e descompressão do material, é um processo de simples execução, devido à praticidade da aplicação do estresse mecânico em comparação a um campo magnético ou elétrico. Apesar do grande potencial que os sistemas barocalóricos possuem, eles ainda não foram estudados com a devida atenção. Uma revisão bibliográfica realizada na base de dados Google Acadêmico, utilizando as palavras-chaves: "mechano-caloric" OR "mechanocaloric", "barocaloric" AND "composites" foram encontrados apenas 32 trabalhos publicados desde 2009, como pode ser observado na Figura 1. Ao adicionar "PVC" na busca, nenhum trabalho foi encontrado, evidenciando as oportunidades de pesquisa e inovação nessa área e justificando a realização deste projeto de pesquisa que avaliará o potencial de compósitos de matriz de PVC flexível.

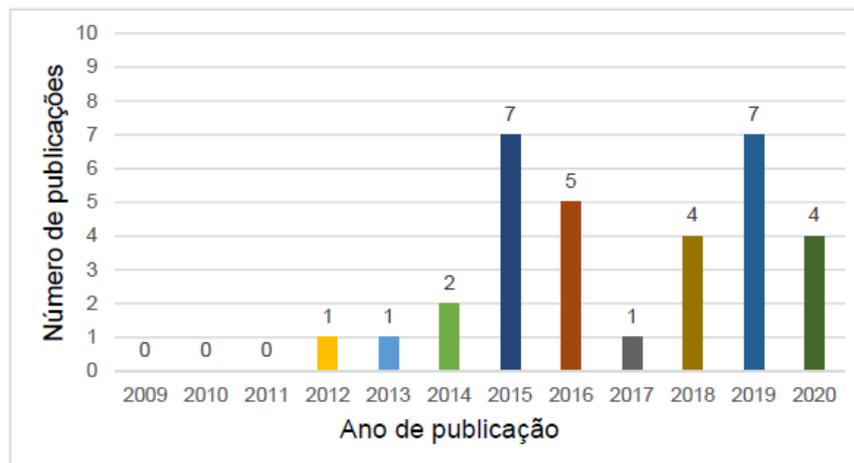


Figura 1 - Revisão bibliográfica utilizando as palavras-chaves: "mechano-caloric" OR "mechanocaloric", "barocaloric" AND "composites", a partir de 2009.

Os elastômeros em si possuem efeito barocalórico significativo, além de serem de fácil processamento e tem baixo custo de produção. Entretanto, esses polímeros possuem baixa condutividade térmica e elétrica, que pode prejudicar a sua eficiência na aplicação de sistemas de refrigeração. [2]

A produção de compósitos em matriz polimérica com carga de reforço, que tenha propriedades condutoras térmicas e elétricas, podem aliar o grande desempenho barocalórico dos elastômeros com a condutividade do reforço. Diferentes estudos mostram que a adição de grafite, cobre ou óxido de grafeno reduzido, em compósitos de matriz polimérica proporcionam um

aumento nas propriedades mecânicas na condutividade térmica e elétrica do material, e esses reforços possuem uma boa interação com a matriz. [3]

Materiais e métodos

Processamento do PVC e compósitos

O PVC flexível, fornecido pela AGGL Indústria e Comércio de artefatos plásticos, e os compósitos foram processados por extrusão na extrusora de parafuso duplo da Thermo Scientific, modelo Mini Lab II HAAKE Rheomex, à 150°C, numa velocidade de 60 rotações por minuto (rpm) e com recirculação interna de 5 minutos.

Caracterização

O PVC flexível foi analisado quanto a densidade (princípio de Arquimedes) e dureza (ASTM D2240) e o PVC e o PVC processado foram analisados termicamente por técnicas de espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), termogravimétrica (TG) e quanto ao seu efeito barocalórico.

Resultados e Discussão

O PVC flexível, como recebido, teve sua densidade absoluta estimada de $1,18 \pm 0,05$ g/cm³, e a sua dureza Shore A de 62 ± 3 . Após o processamento do PVC, as curvas da análise termogravimétrica do PVC processado e não processado, se assemelham, isso é devido a temperatura de processamento ser menor que a temperatura do primeiro estágio de degradação do PVC, não ocorrendo nenhum processo de mudança físico-química.

Com a medição direta do efeito barocalórico em diferentes pressões, e com temperatura ambiente aproximadamente 19°C, foi possível perceber que com o aumento da pressão de compressão, a diferença de temperatura adiabática foi se tornando cada vez maior, chegando numa diferença de 19,45 K na pressão de 390 MPa. Que mostrou ser um resultado satisfatório, e com grande potencial por se aproximar da borracha natural, que na mesma pressão apresenta $-\Delta T = 25$ K.

Analisou-se o efeito barocalórico do PVC puro e dos compósitos com grafite na pressão de 174 MPa, em diferentes temperaturas, e percebeu-se que com o aumento de porcentagem de grafite teve um aumento no efeito barocalórico, como pode ser observado na Figura 2.

Para as porcentagens de 30 e 40% de grafite, houve uma queda no efeito barocalórico, isso pode ser explicado devido a uma resina que foi utilizada no termopar, pois essas amostras se tornaram condutores, o que pode ter interferido na medição dos dados. Portanto, para maior confiabilidade dos dados obtidos, é possível refazer os testes utilizando resina em todas as amostras para observar se realmente houve uma diminuição no efeito barocalórico dos compósitos.

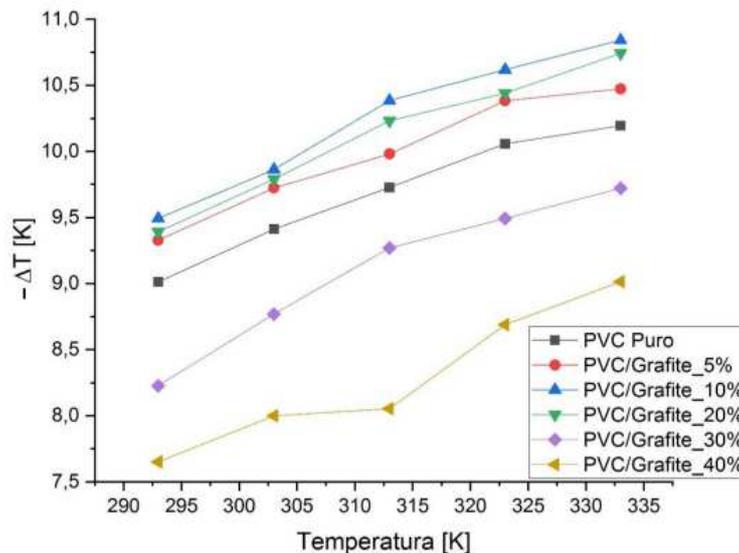


Figura 2 – Efeito barocalórico do PVC e compósitos de PVC com grafite em diferentes temperaturas, com pressão constante de 174 MPa.

Conclusões

O PVC e o seus compósitos são materiais promissores para a aplicação em sistemas de refrigeração de estado sólido, seus valores de efeito barocalórico são significativos. Com a adição de grafite como carga de reforço, os compósitos apresentaram uma melhora no efeito barocalórico tendo seu maior valor na concentração de 10%, além da vantagem de serem de fácil processamento e baixo custo.

Agradecimentos

Agradeço a minha orientadora Silvia Luciana Fávaro pela oportunidade, ao Augusto Dias Siqueira pela ajuda no decorrer do trabalho, ao LMSSEN, DEM e UEM pelo espaço cedido no laboratório e ao CNPq pelo incentivo à bolsa.

Referências

- PECHARSKY, V. K., e Gschneidner Jr., K. A., Giant Magnetocaloric Effect in Gd₅(Si₂Ge₂) Phys. Rev. Lett. 78 (23), 4494 (1997).
- ZAIONCZ, Soraia. Estudo do efeito de plastificação interna do PVC quimicamente modificado. 2004.
- ZHOU, Shaoxin et al. Experiments and modeling of thermal conductivity of flake graphite/polymer composites affected by adding carbon-based nano-fillers. **Carbon**, v. 57, p. 452-459, 2013.