

AVALIAÇÃO DA INFLAMABILIDADE DE NANOCOMPÓSITO DE POLÍMERO VERDE E ARGILA VERMICULITA ORGANOFÍLICA PARA USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

SIQUEIRA, Felipe Fabrício dos Santos^{1M}; ALVES, Tatianny Soares Alves^{1D}; BARBOSA, Renata^{1D}

¹ Universidade Federal do Piauí – UFPI, Centro de Tecnologia, Programa de Pós Graduação em Ciência e Engenharia dos Materiais, Grupo de Pesquisa em Polímeros e Materiais Conjugados – LAPCON. Av. Ininga, S/N, CEP 64049-550, Teresina, Piauí, Brasil.

RESUMO

Os polímeros se tornaram importantes materiais de engenharia e desempenham papel de grande relevância na sociedade contemporânea, sendo utilizados por diversos setores, incluindo a indústria da construção civil. Nesse seguimento, os polímeros ganharam grande aceitação, sendo aplicados em diversos fins. Entretanto, por apresentarem baixa resistência ao fogo acabam tendo seu campo de aplicação reduzido como materiais de construção civil. Uma alternativa para superar esses problemas seria a adição de argila na matriz polimérica. Diante disso, nanocompósitos de polietileno verde, compatibilizante polar e argila vermiculita organofílica foram desenvolvidos por meio da técnica de intercalação por fusão com o objetivo de analisar a inflamabilidade desses materiais para possível uso na construção civil. O teste de inflamabilidade evidenciou o efeito catalítico da argila, uma vez que em todos os nanocompósitos avaliados, a resistência à propagação de chama foi inferior em relação ao PE verde puro.

PALAVRAS-CHAVE: nanocompósito, polietileno verde, organovermiculita, construção civil, inflamabilidade.

1. INTRODUÇÃO

O uso crescente dos polímeros em aplicações variadas resulta em uma demanda contínua por melhores propriedades desses materiais como forma de suportar condições cada vez mais rigorosas.¹ Na construção civil, esses materiais encontraram com êxito um caminho para uma gama de aplicações, incluindo tubos, conexões, telhas, revestimentos, esquadrias, isolantes térmicos e acústicos, revestimentos de cabos elétricos, etc.²⁻³ Ainda assim, esse espaço dos polímeros nas construções só tenderá a crescer, devido, principalmente, a renovações no setor que vem ocorrendo nos últimos anos e também pelos progressos no campo dos polímeros, que avançam muito mais rápido comparados com outros materiais de construção.^{2,4}

Por outro lado, alguns problemas acabam restringindo a utilização dos plásticos como material de construção. Dentre as maiores desvantagens dos polímeros para esse tipo de aplicação destaca-se sua elevada inflamabilidade.⁴ A indústria da construção civil é um setor nos quais o comportamento de materiais expostos ao fogo é crucial, tanto para a segurança pessoal, quanto para as propriedades dos materiais.⁵⁻⁶

Como a maioria dos produtos orgânicos, os polímeros são inflamáveis e durante o aquecimento há a liberação de pequenas moléculas que atuam como combustíveis na presença do fogo.⁵⁻⁶ Logo, o aumento na resistência à propagação de chamas desses materiais é de grande importância uma vez que os plásticos representam uma grande fração incendiária nos ambientes construídos.¹

Uma possibilidade de superar esses problemas é por meio da adição de pequenos teores de argila na matriz polimérica para o desenvolvimento de nanocompósitos. Esses materiais podem exibir propriedades melhoradas por meio da adição de pequenas quantidades de argila na matriz polimérica, tais como: retardância de chamas, estabilidade térmica, melhores propriedades mecânicas, propriedades de barreira, entre outras.⁷

Diante desta problemática, o objetivo deste trabalho é analisar a inflamabilidade de nanocompósitos de polímero verde e argila vermiculita organofílica para aplicação na construção civil.

2. METODOLOGIA

Materiais

Na busca por perfil mais sustentável, essa pesquisa foi desenvolvida utilizando o polietileno verde de alta densidade, de grade SHA7260 da Braskem, como matriz polimérica. Esse polímero é produzido à base de etileno gerado pelo etanol proveniente do processamento da cana de açúcar, uma fonte natural e renovável. Como forma de estimular e intensificar o uso de materiais regionais foi utilizada a argila vermiculita fornecida pela Mineração Pedra Lavrada da Paraíba/Brasil como reforço em escala nanométrica e em teores menores que 10% para a produção dos nanocompósitos. O agente surfactante utilizado para modificar quimicamente a argila vermiculita foi o sal quaternário de amônio com nome comercial Praepagen WB® (cloreto de estearil dimetil amônio) fabricado pela Clariant do Brasil. O compatibilizante polar utilizado foi o PE-g-MA, polietileno de

alta densidade funcionalizado com anidrido maleico, conhecido comercialmente por Orevac[®] 18507 e adquirido da Arkema Innovative Chemistry.

Beneficiamento e organofilização da argila

O procedimento utilizado para sua modificação química foi o mesmo adotado por Mesquita et al. (2016).⁸

Formulação e processamento dos nanocompósitos

O processamento dos nanocompósitos foi realizado por meio da técnica de intercalação por fusão que consiste em homogeneizar polietileno verde de alta densidade (PEVAD), a argila vermiculita organofílica (OVMT) e o compatibilizante polar (PEgMA) por meio de equipamentos de mistura, em diferentes proporções dos materiais conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Formulação dos sistemas.

Sistemas	PEVAD (%)	PEgMA (%)	OVMT (%)
PEVAD	100	0	0
PEVAD/8PEgMA/1OVMT	91	8	1
PEVAD/6PEgMA/3OVMT	91	6	3

Depois de definidas as proporções, as concentrações foram fundidas e homogeneizadas em uma extrusora monorosca modelo AX-16 da AX Plásticos. Os corpos de prova foram confeccionados segundo as dimensões da norma ASTM D638 por meio de compressão utilizando-se uma termoprensa hidráulica modelo MH-08-MN da MH Equipamentos Ltda.

Teste de inflamabilidade - UL-94 HB

Para analisar a resistência à chama, a taxa de queima e o desprendimento de material durante a queima das amostras, foi realizado o teste de inflamabilidade horizontal em corpos de prova normatizados pela Underwrites Laboratories (Norma UL 94). O teste foi conduzido em cinco corpos de prova, tanto para os nanocompósitos com diferentes concentrações de argila e compatibilizante quanto para o polímero verde puro. A taxa de queima das amostras pode ser calculada por meio da equação 1:

$$V = \frac{60L}{t} \quad (1)$$

onde V é a velocidade de queima em mm/min, L é o comprimento consumido pela chama (75mm) e t é o tempo necessário para que 75mm do corpo de prova seja consumido pela chama. As dimensões dos corpos de prova exigidos pela norma são: 125 ± 5 mm de comprimento, 13 ± 0,5 mm de largura e 3,0 ± 0,2 mm de espessura.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da Tabela 2 apresentam os resultados de velocidade de queima para a matriz polimérica pura e para os nanocompósitos. Os valores obtidos no teste mostraram que o aumento do teor de argila organofílica nos sistemas teve uma tendência em aumentar a velocidade de queima quando se compara os nanocompósitos com o PEVAD.

Tabela 2 - Resultados de velocidade de queima do teste de inflamabilidade.

Sistemas	Velocidade de Queima (mm/min)
PEVAD	24,83 ± 0,76
PEVAD/8PEgMA/1OVMT	26,39 ± 0,30
PEVAD/6PEgMA/3OVMT	32,14 ± 0,33

Para uso em construção civil, o ideal seria que os materiais apresentassem característica auto extingüível. De acordo com Alves, et al. (2014)⁵, esse aspecto pode ser explicado pela baixa velocidade de

queima quando em contato com o fogo e suspensão da chama após a remoção da fonte de calor. No entanto, os resultados indicaram que todos os sistemas que continham argila apresentaram taxa de queima superiores ao sistema PEVAD, sendo a maior velocidade de queima registrada para o sistema PEVAD/6PEgMA/3OVMT, a qual foi cerca de 30% superior ao PE verde puro e aproximadamente 22% maior que sistema PEVAD/8PEgMA/1OVMT.

Kiliaris e Papaspyrides (2010)¹ relataram que apesar de ser muito explorado o fato de que os nanocompósitos poliméricos reforçados com argila possam melhorar as propriedades de resistência à chama quando comparado com a matriz polimérica pura, muitos artigos não trazem o impacto que, em grande parte das vezes, o sal de amônio provoca nas argilas modificadas, pois o mesmo causa a combustão mais rápida da matriz polimérica comprometendo as propriedades de resistência à chama do material formado. O mesmo foi observado por Zhao et al. (2005)⁹ em que o sal de amônio, rico em matéria orgânica, utilizado no processo de organofiliação, pode atuar como um catalizador e acelerar a degradação da matriz polimérica.

Barbosa et al. (2013)⁶ analisaram a taxa de queima de nanocompósitos de PEAD/PEgMA/argila betonítica organofílica, variando a quantidade de sal de amônio no processo de organofiliação para a formação dos sistemas. Foi observado que na maioria dos sistemas com argila modificada, a velocidade de queima foi maior quando comparada com o polímero puro. Verificou-se ainda que quanto maior era quantidade de sal de amônio utilizado na organofiliação da argila, menor era a resistência à propagação do fogo dos sistemas. Tal fato foi atribuído ao grande número de unidades carbonáceas presentes no sal de amônio, fazendo com que a argila não atuasse como um retardante de chama, e sim como um agente catalizador.

Alves et al. (2014)⁵, observaram a inflamabilidade de nanocompósitos de polipropileno/PPgMA/argila montmorilonita organofílica e constataram que independente da composição dos nanocompósitos, houve um aumento significativo da taxa de queima, até 100% maior, com relação ao polipropileno puro. A conclusão encontrada foi de que a argila acelerou a combustão da matriz polimérica devido o efeito catalítico da argila organofílica.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do teste de inflamabilidade indicaram o efeito catalítico dos nanocompósitos dada a presença do sal de amônio que é rico em matéria orgânica, uma vez que em todos os sistemas que continham argila, a capacidade de resistência à chama foi inferior à do polietileno puro.

Apesar das propriedades não terem sido satisfatórias para os nanocompósitos analisados, esses materiais podem representar um grande avanço como materiais de construção civil, entretanto, seu processamento e suas propriedades para este fim devem ser continuamente estudados.

5. REFERÊNCIAS

1. P. Kiliaris; C. D. Papaspyrides. Polymer/layered silicate (clay) nanocomposites: An overview of flame retardancy. *Progress in Polymer Science*, 2010, 35, 902-958.
2. S.M. Halliwell. *Polymers in Building and Construction*. Rapra Review Reports, 2002, 13, 10, 3-27.
3. C. Köhler-Hammer; J. Knippers; M.R. Hammer. Bio-based plastics for building facades. *Start-Up Creation*, 2016, 329-346.
4. K. Flaga. Advances in materials applied in civil engineering. *Journal of Materials Processing Technology*, 2000, 106, 173-183.
5. T. S. Alves; R. Barbosa; L. H. Carvalho; E. C. Canedo. Inflamabilidade de Nanocompósitos de Polipropileno/Argila Organofílica. *Polímeros*, 2014, 24, 3, 183-189.
6. R. Barbosa; S. T. Alves; E. M. Araújo; C. G. Melo; A. Fina; E. N. Ito. Flammability and morphology of HDPE/clay nanocomposites. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2013, 115, 627 - 634.
7. H. Qin; C. Zhao; S. Zhang; M. Yang. Photo-oxidative degradation of polyethylene/montmorillonite nanocomposite. *Polymer Degradation and Stability*, 2003, 81, 497-500.
8. P. J. P. Mesquita; R. J. Araújo; L. H. Carvalho; T. S. Alves; R. Barbosa. Thermal evaluation of PHB/PP-g-MA blends and PHB/PP-g-MA/vermiculite bionanocomposites after biodegradation test. *Polymer engineering and science*, 2016, 56, 555 – 560.
9. C. Zhao; H. Qin; F. Gong; M. Feng; S. Zhang; M. Yang. Mechanical, thermal and flammability properties of polyethylene/clay nanocomposites. *Polymer degradation and stability*, 2005, 87, 183 - 189.