

Avaliação das propriedades mecânicas de compósitos de poliuretano com fibras lignocelulósicas

Gabriel Vinicius Alves Silva (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Mychelle Vianna Pereira Companhoni (Coorientador), Silvia Luciana Fávaro (Orientador), e-mail: ra99133@uem.br
Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Tecnológicas/Maringá, PR.

Engenharia Mecânica

Palavras-chave: Fibras naturais, Poliuretano, Propriedades mecânicas

Resumo:

Com as crescentes preocupações por uma produção mais sustentável de espumas de poliuretano (EPU), a demanda por materiais biodegradáveis aumentou consideravelmente, com isso fibras naturais se destacam, devido a disponibilidade, o baixo custo e biodegradabilidade. As EPU embora apresentem uma ótima qualidade, como rigidez elevada e bom isolamento térmico levam muito tempo para se degradarem após o descarte, sua degradação se inicia depois de 30 anos. Por este motivo este estudo tem o objetivo de explorar o efeito da substituição do Polietileno glicol (PEG) sintético por fibras naturais de bagaço de mandioca na preparação das EPU. A síntese da espuma foi realizada substituindo porcentagens de PEG por fibras de bagaço de mandioca, variando a porcentagem de troca de 5 a 30%. Foram obtidas espumas com excelentes propriedades mecânicas e com potencial para aplicação industrial.

Introdução

Atualmente a preocupação com o meio ambiente demanda produções mais conscientes, e com isso o emprego de fibras naturais em materiais compósitos é uma ótima alternativa.

Espumas flexíveis de poliuretano (EPU), são extremamente utilizadas em várias aplicações no mercado, como estofamento de carro, colchoes, etc. E como sua produção é elevada, seu descarte também é, o que acarreta em um problema ambiental considerando o tempo de degradação da espuma, com isso as fibras naturais entram em cena, buscando um produto mais amigável ao meio ambiente.

As principais características procuradas na produção de uma EPU são o módulo elástico, resiliência, dureza, isolamento térmico e acústico e resistência a compressão. Assim, o objetivo deste trabalho é substituição do poliálcool sintético por fibras naturais de bagaço de mandioca na fabricação de espumas de PU.

Materiais e métodos

Dois diferentes tipos de espumas foram preparadas: espumas contendo bagaço de mandioca sem tratamento e espumas contendo bagaço de mandioca tratado quimicamente. As fibras foram lavadas e peneiradas, utilizou-se as fibras com granulometria inferior a 355 μm . Para verificar a viabilidade da substituição do PEG por fibra foram realizadas espumas em triplicata com substituições de 5% a 30%, sendo que se utilizou mandioca natural (MN) para a fibra natural e mandioca tratada (MT) para a fibra tratada. A síntese se deu a partir 3g de Metildissocianato (MDI) (frasco 1) e polietileno glicol (PEG) correspondente (frasco 2), e aquecimento de ambos até 70°C, adicionou-se um gota de glicerina e 0,6 mL de Polimetil-hidrosiloxano (PMHS) no frasco 2 e posteriormente adicionou-se quantidade de fibra correspondente, em seguida colocou-se 4 gotas de octanoato de estanho ao frasco 1, misturou-se o conteúdo dos dois frascos, a partir deste ponto ocorre a formação da espuma. Para a realização das espumas contendo fibras tratadas o procedimento foi similar ao descrito acima. No entanto, as fibras foram previamente tratadas da seguinte maneira: tratamento 1 – as fibras foram lavadas com água, em seguida permaneceram por 15 horas em solução de de hidróxido de sódio (NaOH) 10% (m/m), posteriormente lavadas até o pH chegar próximo a 7; tratamento 2: Similar ao 1º, porém sem a lavagem inicial; tratamento 3 – lavagem com água, em seguida as fibras foram imersas em uma solução de 1,5% (m/m) de NaOH e 30%(m/m) de peróxido por 48 horas sob agitação; tratamento 4 – similar ao 3º, porém sem lavagem inicial. As fibras foram caracterizados por espectroscopia na região do infravermelho (FTIR). As espumas foram caracterizadas por ensaio de resiliência realizados segundo a norma NBR 8619. Módulo elástico realizados conforme norma NBR 9176, utilizando um texturômetro do tipo TA. XT Plus®. Ensaio de compressão permanente segundo a norma NBR 8797. O teor de cinzas da espuma foi determinado a partir da norma NBR 14961.

Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta os espectros de FTIR-ATR das fibras de bagaço de mandioca tratadas e sem tratamento. É possível observar que a fibra sem tratamento apresenta bandas na região e 1740 cm^{-1} e 1240 cm^{-1} , características de vibrações de estiramento da ligação de C=O e C-O, respectivamente, presentes na lignina e na hemicelulose, expondo grupos hidroxilas (OH), resultando em superfícies mais reativas. [4]. Comparando com as fibras branqueadas, é possível afirmar que o tratamento foi eficaz, uma vez que houve uma diminuição dessas bandas. Além de observar o total desaparecimento do sinal de 1740 cm^{-1} nos casos dos tratamentos sem solução de peróxido. Como todos os métodos de branqueamento foram eficazes optou-se pelo tratamento 2, utilizando apenas uma solução de NaOH sem a lavagem inicial. A espuma com maior porcentagem em substituição em fibras foi de 30%, porém nem todas as espumas apresentaram boa formação, as de 25% e 30% tanto tratadas como não, tiveram formação muito falha, apresentava extrema rigidez e ao mesmo tempo era quebradiça em certos pontos, quase não apresentava aspecto de espuma. Os dados resultantes do teste de resiliência são apresentados na Figura 2A, como é possível observar, quanto mais fibra, maior é a quantidade de

ligações cruzadas entre as fases fibrosa e polimérica e, conseqüentemente, menor é a resiliência. No entanto, esse comportamento só ocorre com a mandioca natural até 10% de substituição e parece retornar após 25%.

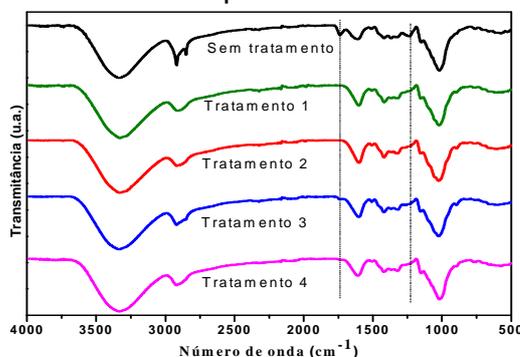


Figura 1 - Espectros de FTIR das fibras do bagaço de mandioca com e sem tratamento químico.

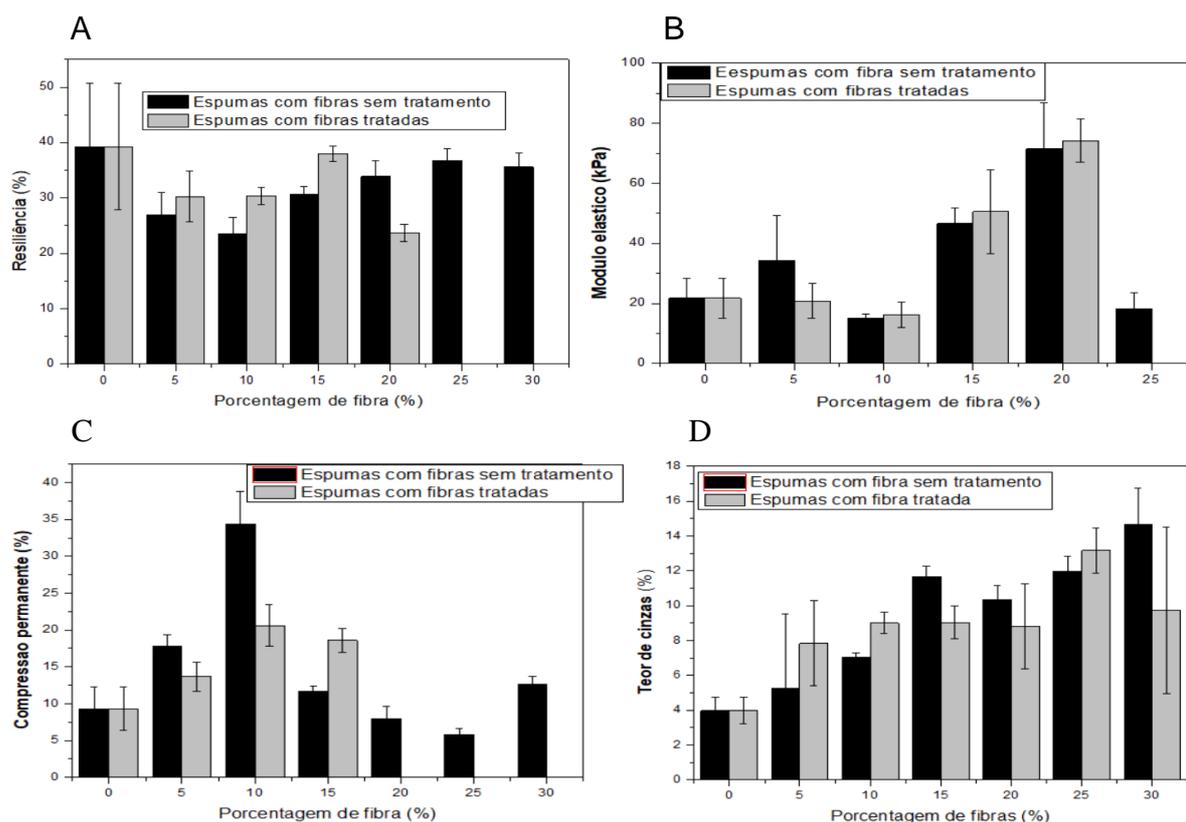


Figura 2 – Resultado dos ensaios de resiliência (A), módulo elástico (B), compressão permanente (C) e teor de cinzas (D)

As espumas mais rígidas, conseqüentemente ficaram mais compactas, isto é apresentaram menor volume entre suas células, apesar de distanciar das espumas base, apresenta boas características para aplicação em isolamento acústico, assim como para isolamento térmico, pois com células mais reduzidas há menor passagem

de ar, logo menor propagação de ondas, assim como uma menor transferência de calor. O teste de compressão permanente foi realizado em todas as espumas que detinham a altura mínima exigida de acordo com a norma, os resultados estão apresentados na Figura 3B. Como é possível observar, de um modo geral, as espumas resistem mais a compressão conforme aumenta a quantidade de fibra, tanto na tratada como na natural espumas com fibra sem tratamento apresentaram um aumento no teor de cinzas, comparado com a espuma sem fibra, como é possível observar na figura 2C, por outro lado as espumas com fibra tratada obtiveram um valor médio em torno de 9% de cinzas, Isso se deve ao fato de que com o tratamento impurezas foram removidas da superfície da fibra, assim como a lignina e a hemicelulose.

Conclusões

A substituição parcial do reagente PEG se mostrou viável para até 30% no caso da fibra de mandioca natural e até 25% para a fibra de mandioca tratada. Sendo que as espumas que mantinha as propriedades físicas não mantinham as propriedades isolantes e vice e versa, com exceção das espumas de 15% e 20%, que mantiveram suas propriedades físicas próximas a da espuma original, e melhoraram as propriedades isolantes. O tratamento químico das fibras de mandioca se mostrou efetivo com utilização de solução 10% (m/m) de NaOH sem a necessidade de lavagem inicial, pois como todas as espumas tiveram o teor de cinzas aumentado, com o tratamento houve um menor índice de cinza. Assim a substituição do reagente PEG por fibras de bagaço de mandioca se mostra viável para a produção das espumas, o que torna o processo mais barato, visto que o Brasil é um produtor notável de mandioca, e também faz com que essas espumas se degradem mais rapidamente na natureza, reduzindo seu impacto ambiental.

Agradecimentos

Agradecimentos ao CNPq e UEM pela concessão da bolsa e pela estrutura.

Referências

- [1] Kadam H. Bio-based engineered nanocomposite foam with enhanced mechanical and thermal barrier properties. 2019;47063:1-7. doi:10.1002/app.47063
- [2] Otto GP, Moisés MP, Carvalho G, et al. Mechanical properties of a polyurethane hybrid composite with natural lignocellulosic fibers. *Compos Part B Eng.* 2017;110:459-465. doi:10.1016/j.compositesb.2016.11.035
- [3] Fávaro, S. L., Savioli M, Gonçalves A, et al. Composites: Part A Chemical, morphological, and mechanical analysis of rice husk / post-consumer polyethylene composites. *Compos Part A.* 2010;41(1):154-160. doi:10.1016/j.compositesa.2009.09.021
- [4] Bower DI, Maddams WF. The vibrational spectroscopy of polymers. *Polymer (Guildf)* 1991;32:764. doi:10.1016/0032-3861(91)90493-3.