

PRODUÇÃO DE ESPUMAS DE POLIURETANO (PU) COM FIBRAS DE PALHA DE CEVADA

João Vitor Barreto Salmaso (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Silvia Luciana Fávaro (Orientadora). E-mail: ra133394@uem.br.

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

Engenharia Mecânica, Processos de Fabricação, Seleção Econômica.

Palavras-chave: Espumas flexíveis; Fibras naturais; Compósitos.

RESUMO

O poliuretano é um material amplamente utilizado em produtos como estofados, carpetes, componentes rígidos e tintas. Seu sucesso se deve à alta resistência, excelente absorção de choques mecânicos, flexibilidade e leveza, além de ser um notável isolante acústico e térmico, principalmente nas espumas de poliuretano (EPU). Contudo, as EPUs apresentam desafios no descarte: a degradação natural demora anos e a combustão gera monóxido de carbono (CO). Neste estudo, propôs-se a substituição parcial do polietilenoglicol (PEG), principal polioli das EPUs, por fibras de palha de cevada. A substituição ocorreu em até 15% em massa, da massa total da EPU. As fibras foram caracterizadas por MEV, FTIR, DRX, DSC e TGA, e as espumas, por ensaios de resiliência, módulo de elasticidade e deformação à compressão permanente, além da análise morfológica (MEV). Os resultados indicaram redução na resiliência de até 29% e aumento de até 92% no módulo de elasticidade comparado à espuma pura (sem adição de fibra); a deformação à compressão permanente aumentou de 15,3% (EPU pura) para 55,4% na formulação de 15%, evidenciando uma abordagem sustentável para agregar valor à palha de cevada.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o desenvolvimento de produtos mais sustentáveis e menos poluentes têm ganhado espaço na indústria e na produção científica, impulsionando a busca por materiais com propriedades aprimoradas. Devido às suas características de isolamento térmico e acústico, resistência mecânica e leveza, as espumas de poliuretano se tornaram um grande atrativo da indústria de polímeros [Oertel, 1985]. Sua aplicação versátil vai desde a construção civil, em painéis de isolamento, até o setor biomédico. Entretanto, as EPUs acarretam desafios ambientais como a baixa biodegradabilidade e dificuldades no descarte [Gama, Ferreira, Barros-Timmons, 2018]. Este estudo, portanto, teve como objetivo a produção de EPUs com a adição de fibras de palha de cevada, a fim de avaliar as propriedades do compósito formado, como a eficiência da inserção de fibras.

MATERIAIS E MÉTODOS

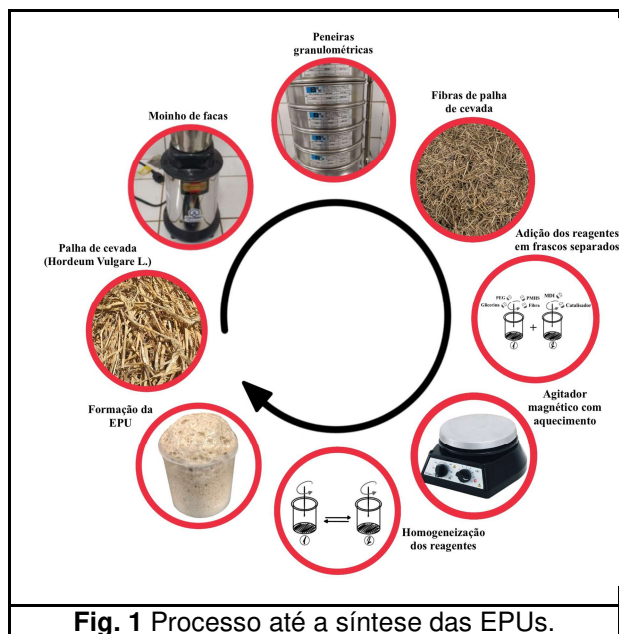


Fig. 1 Processo até a síntese das EPU.

A Fig. 1 ilustra o processo da palha de cevada proveniente de Pinhão-PR e a obtenção das fibras (caracterizadas por MEV, FTIR, DRX, DSC/TGA), como também o processo de síntese das espumas. No frasco 1 foi adicionado PEG aquecido a 70 °C, 1 gota de glicerina, 0,6 mL de PMHS e, nas formulações modificadas, fibras de 0% a 15% em relação à massa total da EPU. No frasco 2: 3,0 g de MDI aquecido e 4 gotas de octanoato de estanho. As propriedades mecânicas avaliadas foram resiliência (NBR 8619), em resiliômetro confeccionado em laboratório; módulo de elasticidade (NBR 9176), em uma máquina *HSENSOR Universal Testing Machine*

com célula de 5 kgf; e deformação à compressão permanente (NBR 8797), aplicando compressão de 50% da altura inicial entre placas metálicas a 70 °C por 22 h.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As fibras de palha de cevada apresentaram morfologia típica de fibras lignocelulósicas, com lamelas sobrepostas e feixes vasculares (Fig. 2) e (Fig. 3). O índice de cristalinidade encontrado foi de 63,6% (Fig. 4), e as análises térmicas por DSC/TGA revelaram teor de umidade e estabilidade compatíveis para o uso em compósitos (Fig. 5). Nos compósitos, a substituição do PEG por fibras (0–15%) contribuiu com maior heterogeneidade estrutural, poros irregulares e colapsos celulares, especialmente acima de 10% (Fig. 6).

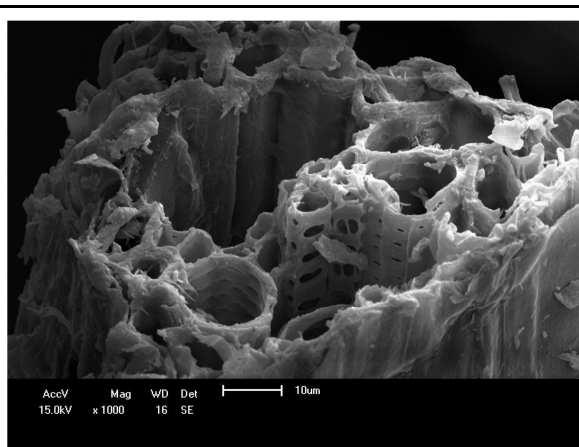


Fig. 2 Micrografia de MEV para as fibras.

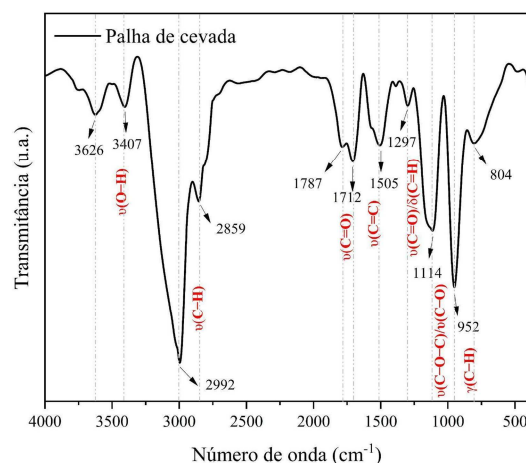


Fig. 3 Análise FTIR para as fibras.

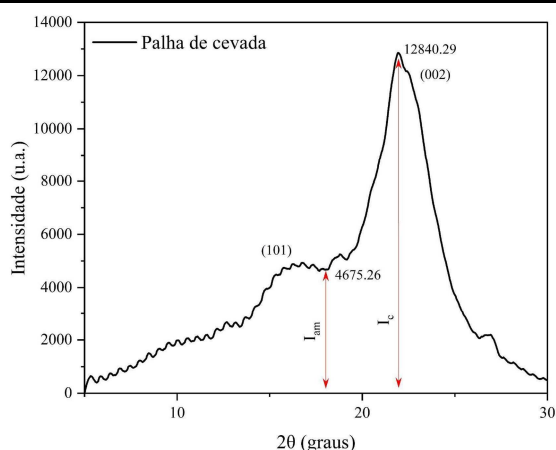


Fig. 4 DRX para as fibras de palha de cevada.

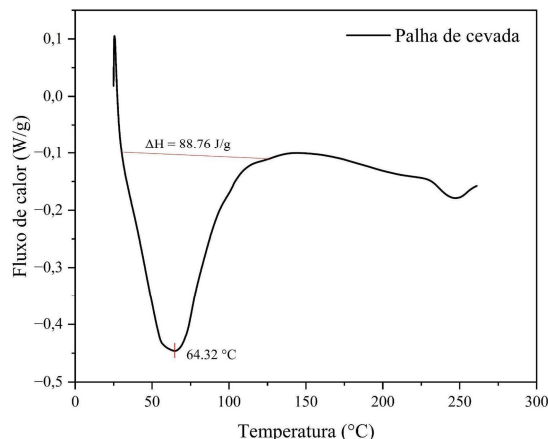


Fig. 5 DSC para as fibras de palha de cevada.

Para os resultados mecânicos, a incorporação de fibras reduziu a resiliência em até 29% (Fig. 7), aumentou o módulo de elasticidade até 10% de adição, porém, reduziu sutilmente em 15% (Fig. 8), o que pode ser atribuído à aglomerados de fibra em maiores teores de adição [DEMIROĞLU et al., 2017]. A deformação à compressão permanente elevou-se quase que linearmente, alcançando 55,4% na EPU com 15% (Fig. 9); comparado à espuma sem adição de fibra, esses resultados são esperados devido à maiores distorções nas paredes celulares e a fragilização da matriz polimérica [KATTIYABOOT; THONGPIN, 2016].

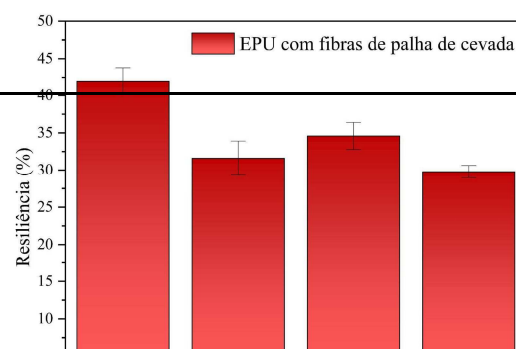
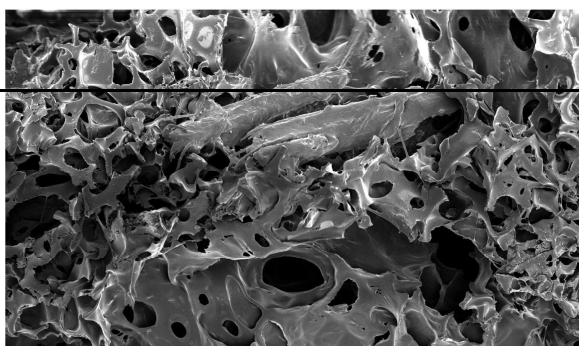


Fig. 5 MEV para a EPU com 10% de fibra.

Fig. 6 Resiliência.

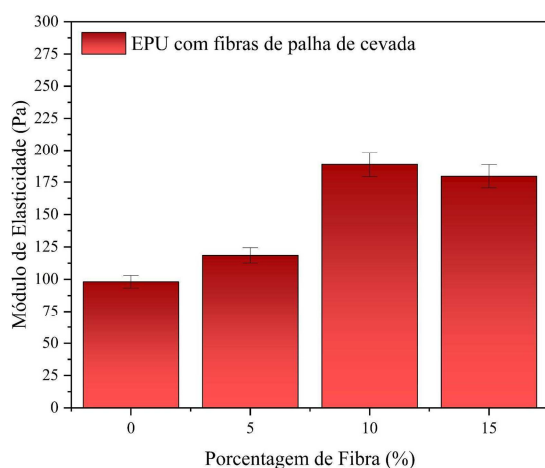


Fig. 7 Módulo de elasticidade.

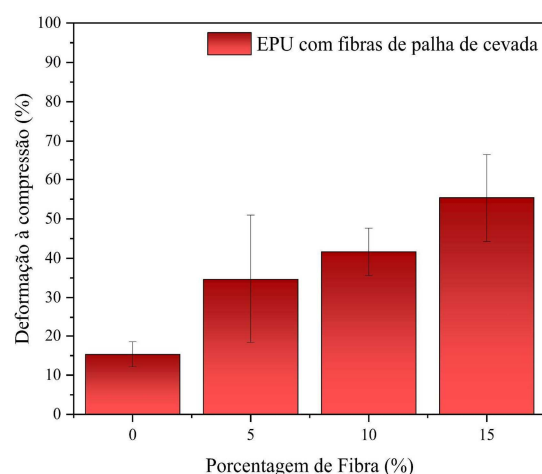


Fig. 8 Deformação à compressão permanente.

CONCLUSÕES

A substituição parcial do PEG por fibras se deu até 15%. A adição de fibras alterou as propriedades mecânicas da EPU, especialmente o módulo de elasticidade e a deformação à compressão permanente. A formulação com 10% de fibra apresentou melhor desempenho, com resultados intermediários e baixa dispersão.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, à Prof^ª. Dra. Silvia Luciana Fávaro, ao COMCAP e à UEM.

REFERÊNCIAS

OERTEL, G. **Polyurethane handbook: chemistry, raw materials, processing, application, properties**. New York: Hanser, 1985.

GAMA, N. V.; FERREIRA, A.; BARROS-TIMMONS, A. **Polyurethane foams: Past, present, and future**. *Materials*, v. 11, n. 10, p. 1841, 2018.

DEMIROĞLU, S.; ERDOĞAN, F.; AKIN, E.; KARAVANA, H. A.; SEYDIBEYOĞLU, M. Ö. **Natural fiber reinforced polyurethane rigid foam**. *Gazi University Journal of Science*, v. 30, p. 97–109, 2017.

KATTIYABOOT, T.; THONGPIN, C. **Effect of natural oil based polyols on the properties of flexible polyurethane foams blown by distilled water**. *Energy Procedia*, v. 89, p. 177-185, 2016.