

UTILIZAÇÃO DE ESFERA DE VIDRO EM COMPÓSITOS COM RÁFIA RECICLADA E FARINHA DE MADEIRA: CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA

Michele Damiana Mota Martins, michele.motamartins@gmail.com¹

Joyce Batista Azevedo, joyceazevedo@fieb.org.br¹

Tamires Viegas Passos, tamiresviegas1@gmail.com¹

Raimundo Evangelista dos Santos Junior, rjs.evangelista@gmail.com¹

¹Centro Universitário SENAI CIMATEC, BA, Brasil, michele.motamartins@gmail.com

Resumo: O presente artigo apresenta os resultados do estudo sobre a influência de duas concentrações de esferas ocas de vidro em compósitos com rafia reciclada e 20% de farinha de madeira. As formulações desenvolvidas foram processadas em extrusora dupla rosca e avaliadas as propriedades mecânicas sobre flexão e impacto. Além disso, foram realizados os ensaios de índice de fluidez e densidade. A morfologia da superfície de fratura foi analisada através de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os resultados mostraram que a formulação com 2% de esferas ocas de vidro apresentaram resultados semelhantes quando comparado à formulação sem a presença das esferas. Para a concentração de 8%, houve um aumento de 13% na rigidez quando comparado ao compósito sem esfera.

Palavras-chave: Esfera de vidro, Caracterização mecânica, Compósitos poliméricos, Farinha de madeira.

1. INTRODUÇÃO

As microesferas de vidro ocas são apresentadas em forma de pó branco com fluidez semelhante à de líquidos. Apresenta densidade bem mais baixa que as cargas convencionais e a sua utilização em formulações com polímeros termoplásticos ou termofixos traz importantes benefícios como a redução de peso de peças extrudadas, injetadas ou obtidas por outros tipos de processamento, além de apresentarem uma boa constante dielétrica e propriedades de isolamento térmico (Barboza *et al.*, 2002).

Neste estudo, utilizou-se a esfera de vidro oca para promover maior leveza nas formulações desenvolvidas e verificar a sua influência nas propriedades mecânicas dos compósitos obtidos por extrusora dupla rosca.

No desenvolvimento dos compósitos, além da esfera oca de vidro, utilizou-se a rafia reciclada, farinha de madeira e um compatibilizante.

Entre as principais vantagens das fibras vegetais estão o baixo custo, recicláveis, não são tóxicos e biodegradáveis, além de baixa massa específica (Neto *et al.*, 2016). Dentre as fibras naturais utilizadas em compósitos, destaca-se a de sisal, coco, curauá, juta e a farinha de madeira. A utilização de resíduos de madeira em compósitos traz um importante caráter sustentável ao produto final, principalmente quando associado a uma matriz reciclável. A utilização de matriz reciclada é uma forma de minimizar os impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado de resíduos plásticos em aterros sanitários e lixões (Zerwes *et al.*, 2015).

Para promover o bom ancoramento entre as fases do compósito com polaridade diferente utilizou-se um compatibilizante a base de anidrido maléico.

Para as composições obtidas com os constituintes acima citados, avaliou-se a influência da esfera de vidro nas propriedades mecânicas dos compósitos desenvolvidos através de ensaios de resistência ao impacto, flexão, índice de fluidez e densidade.

2. PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

2.1 Materiais

A matriz polimérica utilizada para a formulação dos compósitos foi a rafia reciclada (RF) doada pela empresa Cooperplástico – Cooperativa de Reciclagem Plástica da Bahia. Para fase dispersa foi utilizado farinha de madeira (FM) com tamanho médio de partícula de $207\mu\text{m} \pm 40,47$. Além disso, utilizou-se também o compatibilizante a base de

anidrido maléico (CAM) e a esfera de vidro oca (EVO) com densidade de $0,46 \text{ g/cm}^3$. As formulações desenvolvidas estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Formulações desenvolvidas.

CONSTITUINTES	FI (%)	F2 (%)	F3 (%)
RF	78	76	70
FM	20	20	20
CAM	02	02	02
EVO	-	02	08

2.2 Métodos

As formulações foram processadas no Laboratório de Transformação de Plástico no SENAI-CIMATEC em extrusora dupla rosca modular corrotacional, fabricada pela Imacom, modelo DRC 30:40 IF com diâmetro de rosca de 30 mm, razão $L/D = 40$ e perfil de rosca de média intensidade e extrusora mono rosca para granulação de massa MH – 45/16 Ex, razão de $L/D = 16$, modelo MR6D40.

Foram utilizados dois processos de extrusão. As esferas de vidro ocas foram incorporadas às formulações por meio de uma extrusora monorosca, evitando que, no processo de extrusão, as mesmas fossem quebradas.

As fibras vegetais são higroscópicas, ou seja, absorvem muita água. Assim, o pó de madeira foi seco em estufa a 100°C , por um período de 8 horas antes de passarem pelo processo de pré-mistura e extrusão. Após a secagem e pré-mistura, as formulações foram dosadas no ponto de alimentação principal da extrusora por meio de um dosador volumétrico.

Ao fim do processo de extrusão, os pellets foram secos em estufa a 100°C por um período de 12 horas e, somente após a secagem, foram injetados para obtenção dos corpos de prova.

Os corpos de prova foram injetados, atendendo as normas ISO 178 para ensaio de flexão. Utilizou-se uma injetora com capacidade de 100 toneladas de força de fechamento, fabricada pela ROMI modelo Primax.

2.3 Caracterização

Os corpos de prova foram caracterizados mecanicamente através de ensaio de flexão, seguindo a norma ISO 178, e resistência a impacto, norma ISO 180. Os ensaios de flexão foram elaborados em máquina universal de ensaios Emic Modelo DL 2000. Os ensaios de impacto foram realizados em uma máquina Instron, modelo CEAST 9050, com martelo de 2,7 J e configuração IZOD, sem entalhe. O índice de fluidez dos compósitos foi determinado em um plastômetro DSM utilizando a temperatura de 230°C e peso de 2,16 kg, mediante norma ASTM 1238. Para determinação da densidade utilizou-se um densímetro DSL 910 seguindo a norma ISO 1183. A superfície de fratura dos compósitos foi analisada através de microscópio eletrônico de varredura da marca Joel, modelo JSM-6510LV com magnificação de 100x.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Para que ocorra um aumento das propriedades mecânicas dos compósitos formulados é necessário que haja um bom ancoramento entre as fases matriz e dispersa, bem como uma boa distribuição das esferas ocas de vidro ao longo da matriz. Assim, através da microscopia eletrônica de varredura foi possível notar espaços vazios na superfície de análise, bem como um baixo molhamento entre a farinha de madeira e a matriz polimérica (indicado pelas setas contínuas). Já as esferas ocas de vidro apresentaram um bom molhamento na matriz, sendo boa parte delas recobertas pelo polímero (setas intermitentes). Observou-se também que as esferas de vidro não estavam bem distribuídas na matriz polimérica, afetando negativamente as propriedades mecânicas.

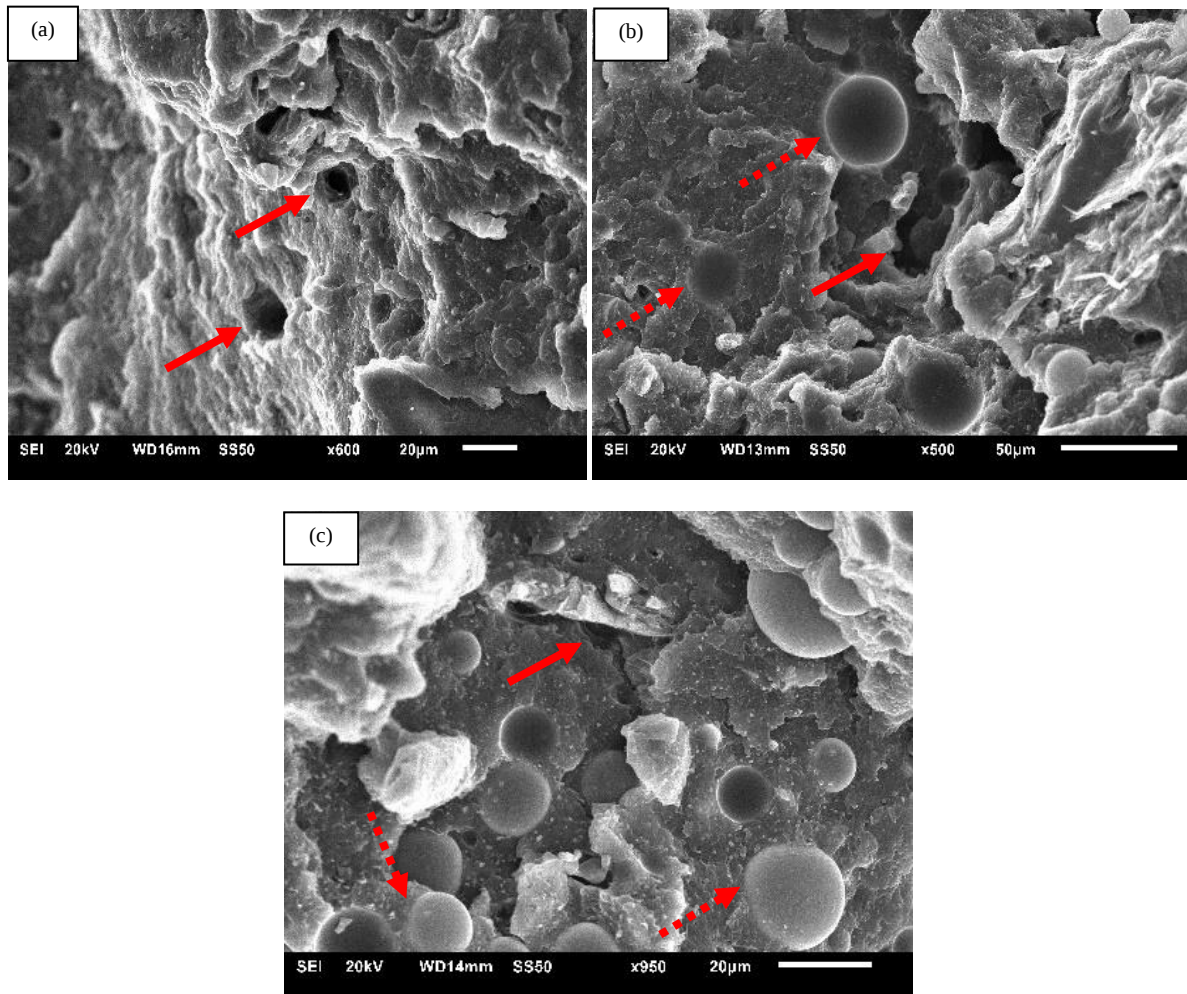


Figura 1: Microscopia das formulações desenvolvida. (a) Formulação 1, sem esfera de vidro; (b) Formulação 2, com 2% de esfera de vidro; (c) Formulação 3, com 8% de esfera de vidro.

A Figura 2 e 3 mostram os resultados obtidos sob flexão. Quando comparado à formulação F1, o compósito com 8% de esfera de vidro e 20% de farinha de madeira (F3) obteve módulo de elasticidade superior a 13%. O aumento do módulo ocorreu devido à presença das esferas ocas de vidro que reduziu a mobilidade das cadeias poliméricas, trazendo maior rigidez.

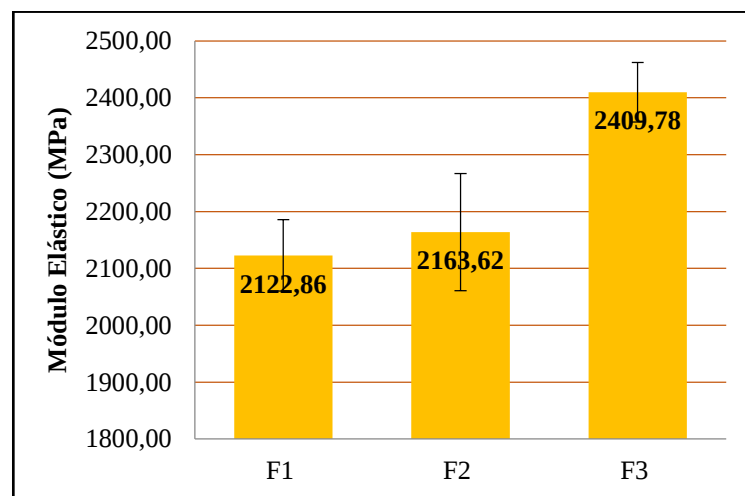


Figura 2: Propriedades mecânicas sob flexão, módulo elástico.

Para os resultados de tensão máxima (Fig. 3) observa-se uma redução de aproximadamente 13%. Através da microscopia eletrônica de varredura é possível verificar que não houve um bom molhamento entre a matriz e a fase dispersa, reduzindo assim, essa propriedade.

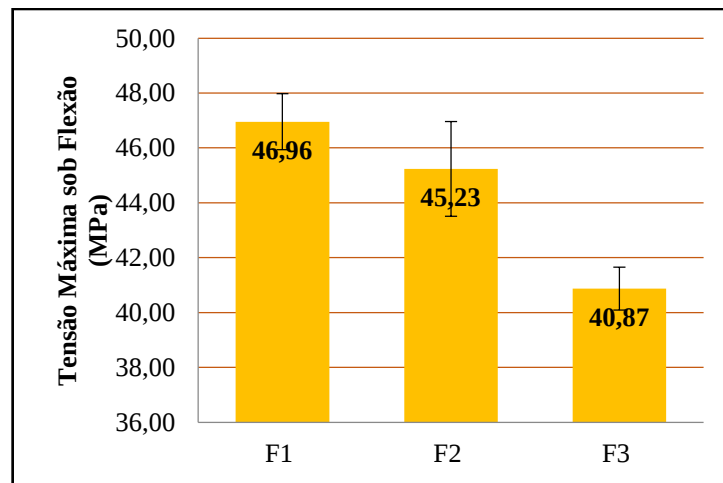


Figura 3: Propriedades mecânicas sob flexão, tensão máxima.

Quando submetidos à resistência ao impacto (Fig. 4) observou-se que as formulações com esferas ocas de vidro apresentaram resistência menor quando comparado à formulação sem a esfera. Isso ocorreu devido à má dispersão das esferas na matriz polimérica, formando pontos concentradores de tensão. Além disso, é possível visualizar através da microscopia eletrônica de varredura que não houve um bom ancoramento entre a matriz e a fase dispersa (farinha de madeira), sendo as mesmas arrancadas da matriz quando submetidas a impacto, formando espaços vazios.

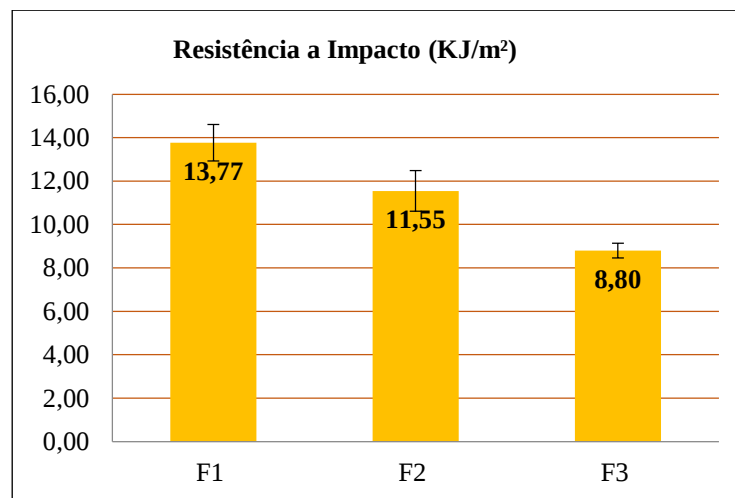


Figura 4: Resistência a impacto dos compósitos.

O índice de fluidez da formulação (Fig. 5) com 8% de esfera de vidro e 20% de farinha de madeira apresentou uma redução de aproximadamente 27% quando comparado à formulação sem as esferas (F1). Isso ocorreu devido à presença da farinha de madeira e das esferas ocas de vidro que aumentou a viscosidade do sistema, reduzindo o índice de fluidez.

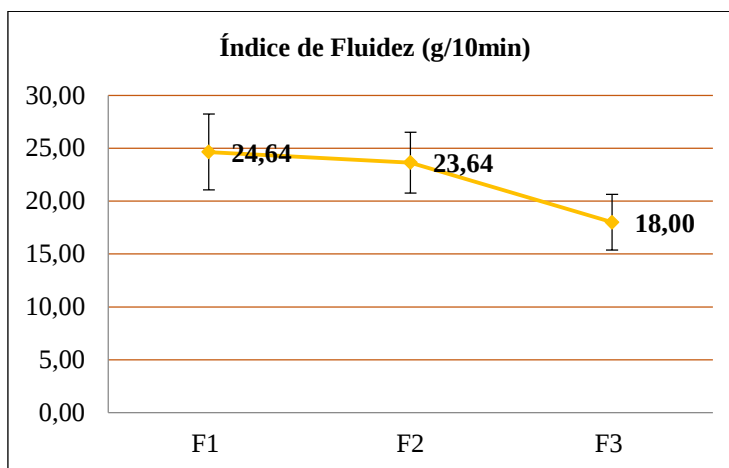


Figura 5: Índice de fluidez dos compósitos.

Quando avaliado a densidade dos compósitos (Fig. 6) observou-se que a presença da esfera de vidro nos percentuais de 2% e 8% não foi suficiente para reduzir a densidade dos compósitos desenvolvidos. Por meio da microscopia eletrônica de varredura é possível visualizar o bom molhamento entre a matriz e a esfera de vidro, mas faz-se necessário realizar um novo estudo com maiores percentuais de esferas ocas de vidro.

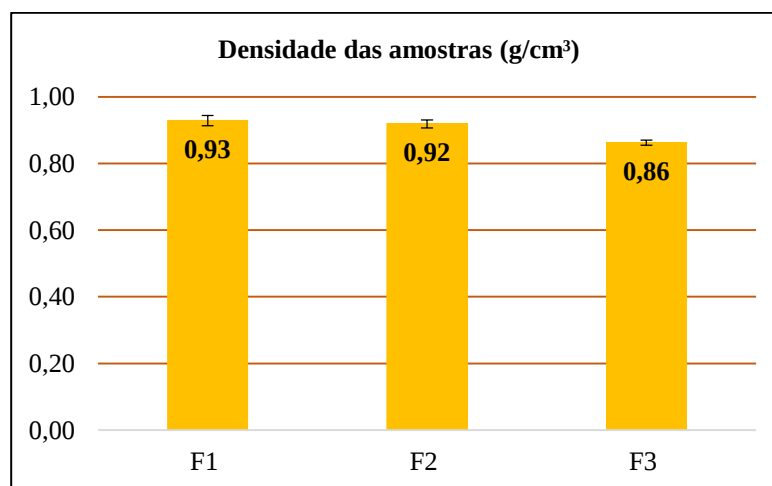


Figura 6: Densidade dos compósitos.

4. CONCLUSÃO

As esferas ocas de vidro mostraram-se compatíveis à matriz polimérica adotada no estudo, apresentando boa interação. No entanto, as concentrações de 2% e 8% não foram suficientes para reduzir a densidade dos compósitos e promover maior leveza. Os compósitos com 8% de esfera de vidro mostraram um aumento no módulo elástico, mas baixa resistência à flexão e impacto quando comparado à formulação sem as esferas e, as formulações com 2% de esfera de vidro apresentaram propriedades mecânicas similares à formulações sem as esferas.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Senai – Cimatec pela disponibilidade dos seus laboratórios em pesquisas científicas, promulgando a inovação tecnológica. A Fabesp pela bolsa de iniciação científica.

6. REFERÊNCIAS

- Barboza, A. C. R. N.; De Paoli, M. A., 2002, “Polipropileno Carregado com Microesferas Ocas de Vidro (Glass BubblesTM)”, Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 12, nº 2, p. 130-137.
- Neto, F.L. Pardini, L.C., 2016, “Compósitos Estruturais: Ciência e tecnologia”, Ed. Blucher, São Paulo, Brasil, pp.119.
- Zerwes, F.V., Mählmann, C.M., Rodríguez, A.L, Kipper, L.M., 2015 Estudo sobre Compósitos de Polipropileno Reciclado e Fibras de Bananeira. Anais do 9º Congresso Brasileiro de Polímeros.

7. RESPONSABILIDADE AUTORAL

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

USE OF GLASS SPHERES IN COMPOSITES WITH RECYCLED RAFFLE AND WOOD FLOUR: MECHANICAL CHARACTERIZATION

Michele Damiana Mota Martins, michele.motamartins@gmail.com¹

Joyce Batista Azevedo, joyceazevedo@fieb.org.br¹

Tamires Viegas Passos, tamiresviegas1@gmail.com¹

Raimundo Evangelista dos Santos Junior, rjs.evangelista@gmail.com¹

¹University Center SENAI CIMATEC, BA, Brazil, michele.motamartins@gmail.com

Abstract. *The present paper presents the results of the study on the influence of two concentrations of hollow glass spheres on composites with recycled raffia and 20% of wood flour. The formulations developed were processed in a double screw extruder and evaluated the mechanical properties on flexion and impact. In addition, the fluidity index and density tests were performed. The morphology of the fracture surface was analyzed by scanning electron microscopy (SEM). The results showed that the formulation with 2% of hollow glass beads presented similar results when compared to the formulation without the beads. For the 8% concentration, there was a 13% increase in stiffness when compared to the composite without sphere.*

Keywords: *Glass spheres, Mechanical characterization, Polymer composites, Wood flour.*