

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DE RESÍDUO DE MADEIRA EM COMPÓSITOS COM POLIPROPILENO SUBMETIDOS A REPROCESSAMENTO

Marcela M. L. D. dos Santos, marcela.santos@fieb.org.br¹

Joyce B. Azevedo, joyceazevedo@fieb.org.br¹

Pollyana de S. Melo, pollyanam@fieb.org.br¹

Michele D. M. Martins, michele.motamartins@gmail.com¹

Josiane D. V. Barbosa, josianedantas@fieb.com.br¹

¹Centro Universitário SENAI CIMATEC, Salvador-Ba, marcela.santos@fieb.org.br.

Resumo: O desenvolvimento de compósitos com fibras vegetais ganhou notoriedade nos últimos anos, grande parte devido ao seu baixo custo e caráter sustentável, se apresentando como melhor alternativa em detrimento das fibras sintéticas. No entanto, os benefícios na sustentabilidade proporcionados pelo uso destes compósitos podem não ser suficientes se estes materiais não puderem ser reciclados. Sendo assim, este trabalho descreve os efeitos do reprocessamento consecutivo sobre as propriedades mecânicas de compósitos com polipropileno (PP) e 10, 15 e 20% de resíduos de madeira obtidos em extrusora dupla rosca. Os corpos de prova foram moldados por injeção e caracterizados a cada ciclo de processamento através da resistência ao impacto e resistência mecânica sob tração. Os resultados obtidos mostraram que a adição de resíduo de madeira reduz a resistência ao impacto dos compósitos e que apenas a formulação com 10% de fibra vegetal sofre influência com o número de processamento devido à quebra de aglomerados. As propriedades mecânicas sob tração foram influenciadas apenas pelo aumento da concentração de resíduo de madeira, o número de processamento ao qual os compósitos foram submetidos não influenciou significativamente nestas propriedades.

Palavras-chave: Reprocessamento; Compósitos; Resíduo de Madeira; Propriedades Mecânicas.

1. INTRODUÇÃO

Verifica-se, após longo tempo de desenvolvimento tecnológico, que em várias aplicações as fibras artificiais como de carbono e vidro estão sendo substituídas pelas fibras naturais. Este fato é notável, por exemplo, na indústria automobilística, que vem utilizando as fibras naturais, em forma de compósitos, na fabricação de diversas peças (Bledzki *et al.*, 2002 e Silva *et al.*, 2009). Dentre as fibras utilizadas para a produção destes materiais com polímeros termoplástico o resíduo de madeira tem destaque devido ao expressivo desenvolvimento do mercado e da tecnologia por parte da indústria moveleira.

Assim como qualquer fibra vegetal, os diversos tipos de processamento geram partículas de madeira que variam de tamanho, estes resíduos se apresentam, principalmente, na forma de retalhos e serragem e é uma das fibras vegetais mais comumente utilizadas pelas indústrias de termoplásticos. Sua utilização tem o intuito de reforçar o compósito, melhorando assim, a resistência do material, bem como sua rigidez (Stark *et al.*, 2007 e Hillig *et al.*, 2008).

O uso destas fibras para produção de compósitos poliméricos tem se tornado também fonte de pesquisas e desenvolvimento que busca garantir a preservação ambiental, mantendo o padrão dos produtos convencionalmente obtidos com matérias primas de fontes não renováveis. No entanto, os benefícios na sustentabilidade proporcionados pelo uso destes compósitos podem não ser suficientes se estes materiais não puderem ser reciclados. Neste sentido, o estudo da reciclabilidade destes materiais e avaliação das suas propriedades após ciclos de processamento é importante do ponto de vista tecnológico tornando-se uma prática habitual simular a reciclagem mecânica através de múltiplos ciclos de reprocessamento (Tedesco *et al.*, 2015 e Sarabi *et al.*, 2014). Sendo assim, este trabalho avaliou a influência da concentração de resíduo de madeira nas propriedades mecânicas de compósitos obtidos em extrusora dupla rosca e submetidos a 3 ciclos de processamento.

2. METODOLOGIA

Para produção dos compósitos foi utilizado como matriz um polipropileno de nome comercial EP 440L, fornecido pela Braskem. Segundo o fabricante, o PP utilizado é um copolímero heterofásico e possui um índice de fluidez de 6g/10min. Foram processados o polímero puro e com 10, 15 e 20% de farinha de madeira com granulometria entre 718 e 840 μm .

Os compósitos foram processados, por 3 vezes seguidas, em uma 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 um perfil de rosca de média densidade. Após cada processamento os pellets obtidos foram secos e processados numa injetora ROMI Primax 100R, obtendo assim corpos de provas para a realização dos ensaios mecânicos de tração e resistência ao impacto.

As propriedades mecânicas sob tração foram determinadas em uma máquina universal de ensaios da marca EMIC seguindo norma ISO 527. Os testes para determinação de resistência ao impacto foram realizados numa máquina Instron, modelo CEAST 9050, com martelo de 2,7 J e configuração IZOD, seguindo a norma ISO 180. Foram ensaiados cinco corpos de provas para cada condição.

A caracterização morfológica dos compósitos foi realizada na superfície de fratura dos corpos de prova e recobertas com ouro. Foi utilizado um microscópio eletrônico de varredura (MEV) da marca Joel, modelo JSM-6510LV.

3. RESULTADOS E DISCURSÕES

A Figura 1 apresenta os resultados da resistência ao impacto. Verifica-se que para o polímero puro não houve alterações significativas para a resistência ao impacto com o reprocessamento. A adição de 10% de resíduo de madeira reduz esta propriedade em aproximadamente 33% sendo que esta redução é maior quanto maior foi a concentração de resíduo de madeira. Com 20% de farinha de madeira o compósito, no primeiro processamento, apresenta uma redução de 38%.

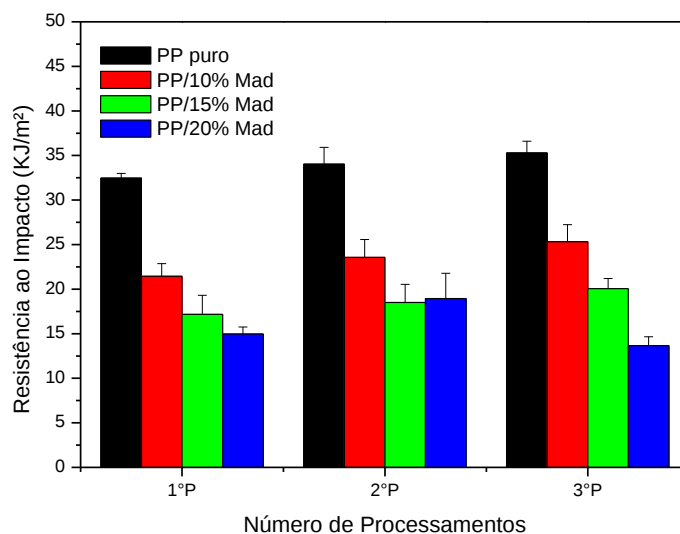


Figura 1. Resistência ao Impacto de compósitos PP/Madeira.

Durante o processo de mistura polímero/ fibra, são aplicadas forças, sobre o fluido polimérico, e este transfere as forças para os componentes do compósito que quebram os aglomerados das fibras

Comparando os compósitos em função do número de processamento, verifica-se um discreto aumento da resistência ao impacto para os compósitos com 10% de resíduo de madeira, nesta concentração a reprocessabilidade, conforme observado em imagens obtidas em MEV (Figura 2, 3 e 4), proporcionou uma melhor dispersão e distribuição das fibras o que reduz o número de aglomerados resultando em uma melhoria na resistência ao impacto. Para as outras formulações não foi possível verificar o mesmo efeito, possivelmente, devido a maior quantidade de resíduo de madeira, as forças de coesão que mantêm os aglomerados unidos (circulados na Figura 3) não foram superadas pela tensão imposta pelo fluido polimérico impedindo a adequada ruptura dos aglomerados.

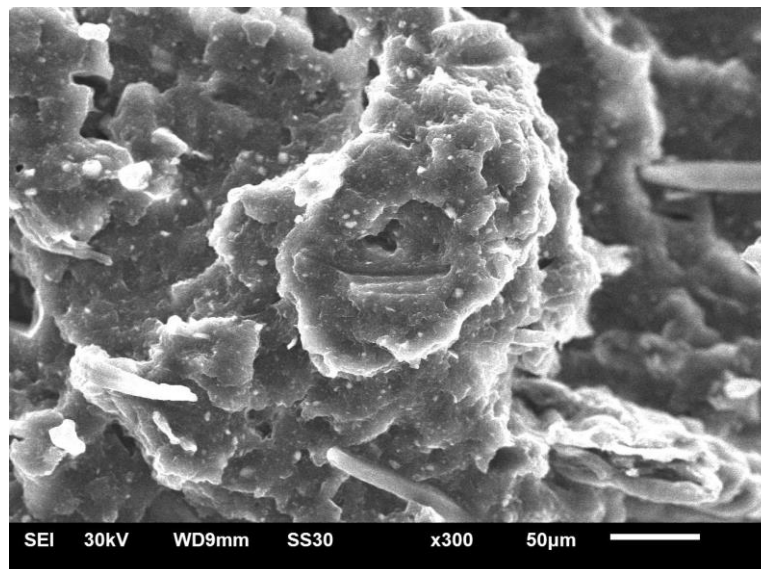


Figura 2. Micrografias de compósitos PP/10% Madeira. 1° Processamento.

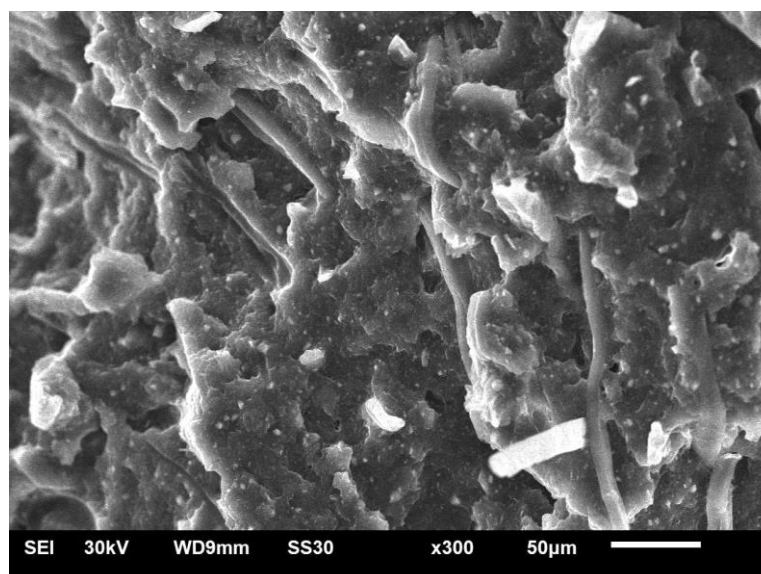


Figura 2. Micrografias de compósitos PP/10% Madeira. 2° Processamento.

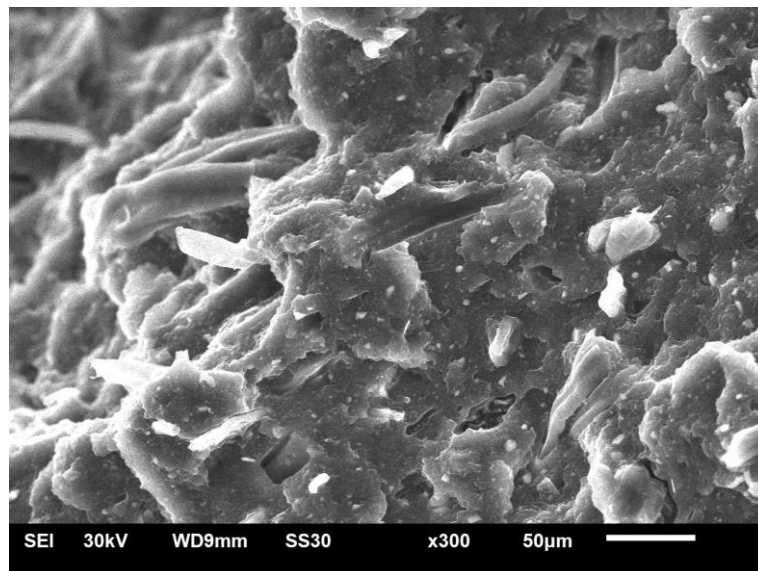


Figura 3. Micrografias de compósitos PP/10% Madeira. 3° Processamento.

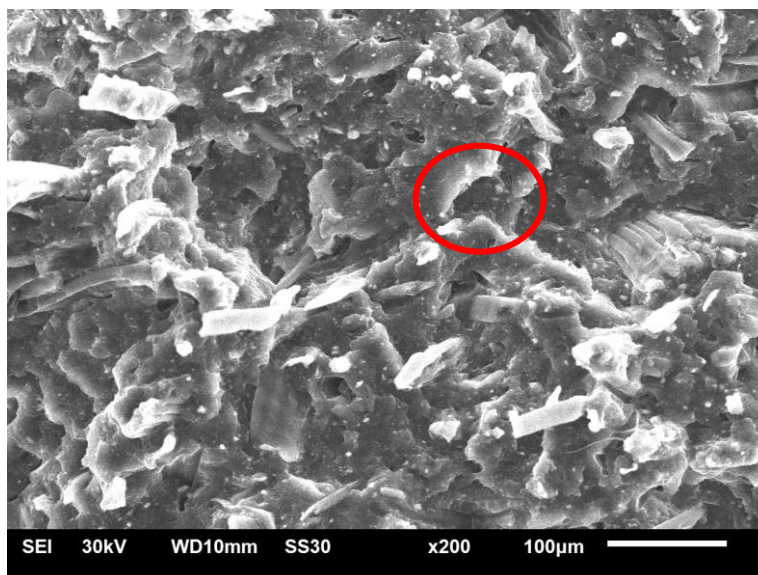


Figura 4. Micrografias de compósitos PP/20% Madeira. 1° Processamento.

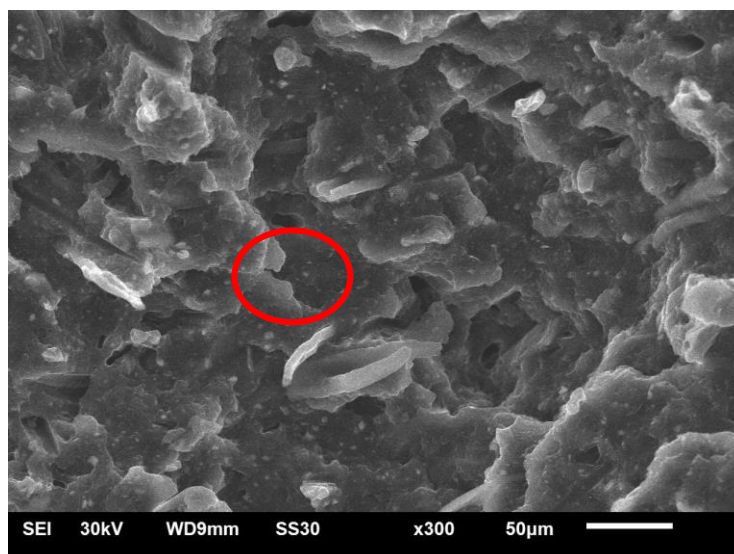


Figura 5. Micrografias de compósitos PP/20% Madeira. 2° Processamento.

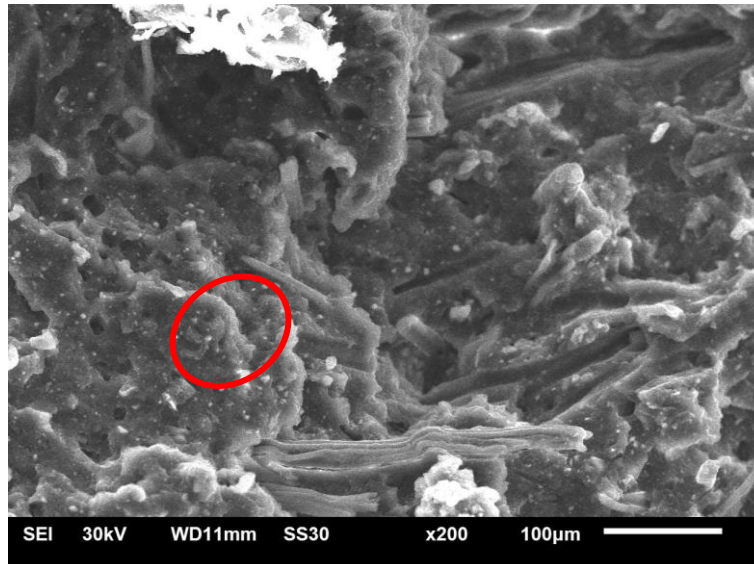


Figura 6. Micrografias de compósitos PP/20% Madeira. 3º Processamento.

Os resultados de resistência a tração (Figura 7) mostram que o efeito de reforço da fibra é verificado apenas com 20% de madeira, nas outras concentrações não foram identificadas variações. Nesta propriedade a quantidade de processamentos não influenciou significativamente.

Nas amostras com 20% de madeira (Figura 8), verifica-se uma boa molhabilidade das fibras de madeira pela matriz polimérica, o que pode justificar os resultados mecânicos obtidos. A boa interação entre as fases resulta em uma transferência de esforços da matriz para as fibras resultando em aumento desta propriedade. Nas amostras com 15% de fibra de madeira verifica-se vazios entre as fases resultados da falta de adesão entre elas o que impedi a melhoria das propriedades destes compósitos.

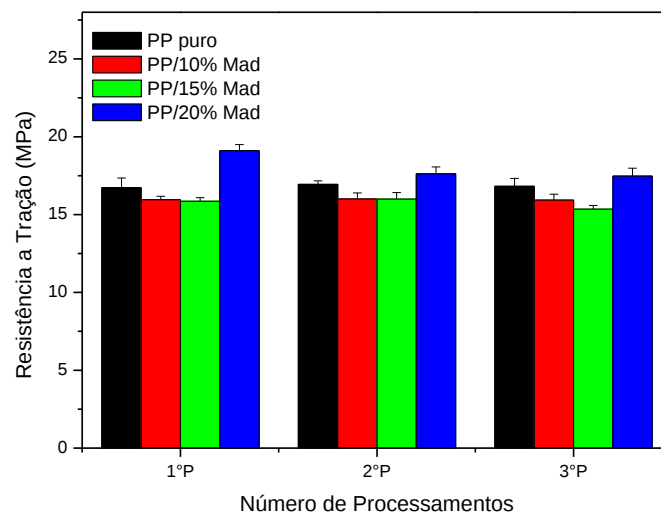


Figura 7. Resistência a Tração de compósitos PP/Madeira.

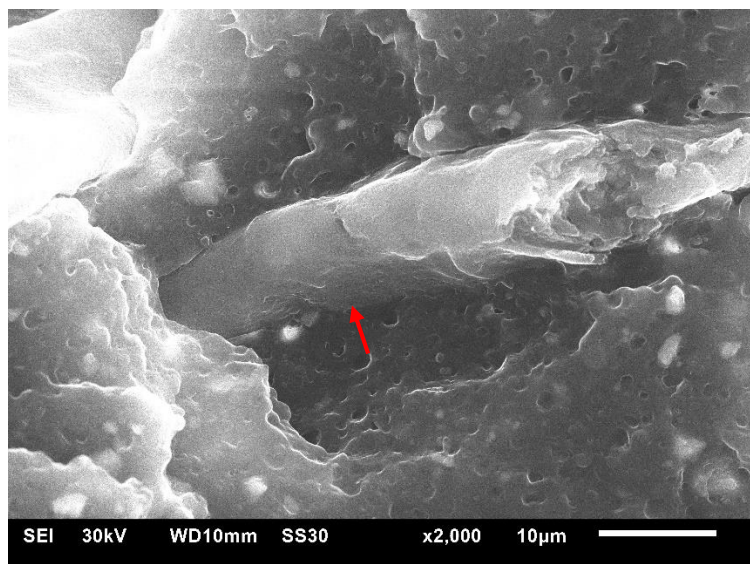


Figura 8. Micrografias de compósitos PP/Madeira submetidos a 1 processamento. Interface do compósito PP/20% Madeira.

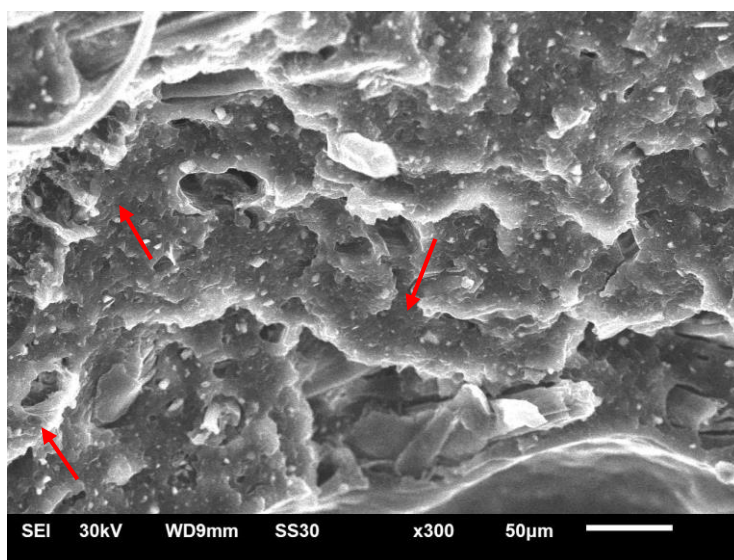


Figura 9. Micrografias de compósitos PP/Madeira submetidos a 1 processamento. Interface do compósito PP/15% Madeira.

A Figura 10 apresenta o módulo elástico para os compósitos analisados, também nesta propriedade não é verificada influência quanto ao número de processamentos realizados para todas as formulações. A adição de resíduo de madeira ao polímero puro aumentou o módulo elástico dos compósitos, este comportamento já era esperado pois estas partículas são um componente com maior rigidez se comparados a matriz polimérica, desta forma, proporcionam ao compósito maior módulo elástico (Carvalho, 2016).

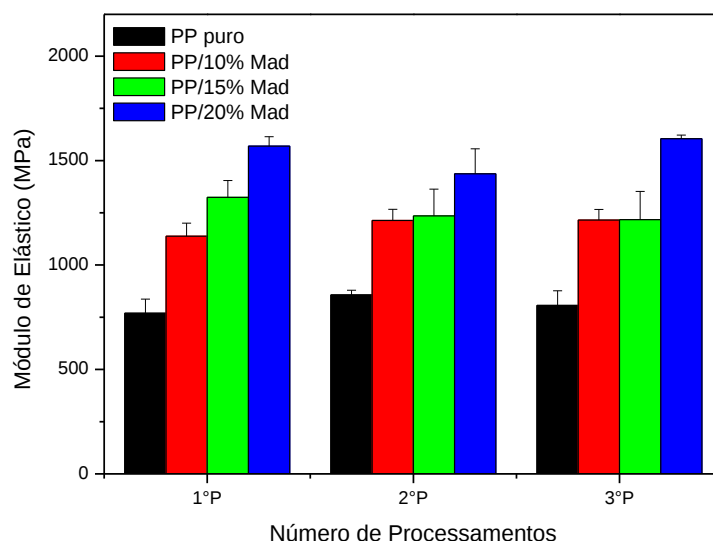


Figura 9. Módulo Elástico de compósitos PP/Madeira.

4. CONCLUSÕES

O reprocessamento em extrusora dupla rosca de compósitos com 10, 15 e 20% de resíduo de madeira não apresentaram alterações significativas nas propriedades mecânicas sob tração. O reprocessamento do compósito com 10% de resíduo de madeira melhorou a dispersão e distribuição das fibras nas matrizes reduzindo a formação de aglomerados e melhorando a resistência a impacto.

As propriedades mecânicas sob tração foram influenciadas apenas pelo aumento da concentração de resíduo de madeira, o número de processamento ao qual os compósitos foram submetidos não influenciou significativamente nestas propriedades, sendo possível a sua reciclabilidade por pelo menos 3 ciclos de processamento.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao SENAI CIMATEC pela disponibilidade de equipamentos e insumos para este trabalho.

6. REFERÊNCIAS

- Bledzki, A.K., Sperber, V.E., Faruk, O., 2002 “Natural and Wood Fiber Reinforcement in Polymers”, Rapra Review Reports, Report 152, 12, n 8.
- Carvalho, M.S., 2016 “Dissertação de Mestrado, Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC”, Salvador- BA.
- Hillig, É.; Iwakiri, S.; Andrade, M.Z.; Zattera, A.J., 2008 “Caracterização de compósitos produzidos com polietileno de alta densidade (HDPE) e serragem da indústria moveleira”. Revista Árvore, p. 299–310.
- Sarabi, M.T.; Behraves, A.H.; Shahi. P.; Daryabari, Y., 2014 “Effect of polymeric matrix melt flow index in reprocessing extruded wood-plastic composites.” Journal Thermoplastic Composite Materials, v. 27, p. 881-894.
- Silva, R. Haraguchi, S.K., Muniz, E.C., Rubica. A.F., 2009 “Aplicações de Fibras Lignocelulósicas na Química de Polímeros e em Compósitos.” Química Nova. V. 32, No 3, 661-671.
- Stark, N. M.; Service, F.; Rowlands, R. E., 2007 “Effects of wood fiber characteristics on mechanical properties of wood/polypropylene composites.” Wood and fiber science, v. 35, n. 2, p. 167–174.
- Tedesco, D.M.; Lenz, D.M., 2015 “Influência dos ciclos de reprocessamento nas propriedades de biocompósitos com fibras vegetais.” Revista de Iniciação Científica da ULBRA, n. 13, p. 242-248.

7. RESPONSABILIDADE AUTURAL

Os autores Marcela M. L. D. dos Santos, Joyce B. Azevedo, Pollyana da S. Melo, Michele D. M. Martins e Josiane D. V. Barbosa, são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF CONCENTRATION OF WOOD WASTE IN POLYPROPYLENE COMPOUNDS SUBMITTED TO REPROCESSING

Marcela M. L. D. dos Santos, marcela.santos@fieb.org.br¹

Joyce B. Azevedo, joyceazevedo@fieb.org.br¹

Pollyana de S. Melo, pollyanam@fieb.org.br¹

Michele D. M. Martins, michele.motamartins@gmail.com¹

Josiane D. V. Barbosa, josianedantas@fieb.com.br¹

¹Centro Universitário SENAI CIMATEC, Salvador-Ba, marcela.santos@fieb.org.br.

Abstract. *The development of composites with vegetable fibers has gained notoriety in recent years, largely due to its low cost and sustainable character, presenting itself as a better alternative to the detriment of synthetic fibers. However, the sustainability benefits provided by the use of these composites may not be sufficient if these materials cannot be recycled. Thus, this work describes the effects of the consecutive reprocessing on the mechanical properties of polypropylene (PP) composites and 10, 15 and 20% of wood residue obtained in a double screw extruder. The specimens were injection molded and characterized at each processing cycle through impact strength and tensile strength. The results showed that the addition of wood residue reduces the impact resistance of the composites and that only the formulation with 10% of vegetable fiber is influenced by the number of processing due to the breaking of agglomerates. The tensile mechanical properties were influenced only by the increase of the wood residue concentration, the number of processing to which the composites were subjected did not significantly influence these properties.*

Keywords: *Reprocessing; Composites; Wood Residue; Mechanical properties.*