

COMPOSTO DE PP COM BORRA DE CAFÉ

Gustavo Luiz Bueno Cardoso¹, Baltus Cornelius Bonse²

^{1,2} Departamento de Engenharia de Materiais, Centro Universitário FEI

gustavo12lbc@gmail.com bcbonse@gmail.com

Resumo: Compostos de polipropileno (PP) com vários teores de borra de café (BC), contendo agente compatibilizante, foram preparados por extrusão, depois injetados em corpos de prova para serem submetidos a ensaios de impacto, flexão e tração. A borra funcionou como carga de enchimento, reduzindo a resistência à tração e aumentando a rigidez do PP.

1. Introdução

O consumo nacional de café, excluindo bebidas prontas para consumo, ultrapassou a marca de 1,1 milhão de toneladas, o que equivale a 16% do consumo mundial de café, sendo o café moído torrado cerca de 80% do consumo nacional. Quando produzido, este tipo de café gera borra de café (BC), que normalmente é descartado [1]. Porém, alguns estudos têm reaproveitado a BC para uso em biocombustíveis e carvão ativado. Outros estudos a utilizaram como carga de reforço em polímeros como PLA e PP [2], sendo que um estudo que utilizou 20% de BC e compatibilizante em PP, observou o efeito estabilizador da BC na ação de temperatura e calor e um leve aumento do módulo de flexão para estes compósitos [3].

O objetivo deste trabalho foi estudar a incorporação da BC em PP, visando o reaproveitamento do resíduo.

2. Materiais e Métodos

O PP utilizado foi da Braskem – PP H 503, com índice de fluidez (230°C/2,16kg) de 3,5 g/10 min, e o agente compatibilizante o polipropileno graftizado com anidrido maleico, Polybond 3200 (IF = 110g/10min a 190°C/2,16 kg), da Crompton-Uniroyal Chemical.

A borra de café utilizada foi recolhida da copa de uma instituição de curso superior.

Primeiramente, a BC foi seca a 105°C por 12 horas para preparar um concentrado de PP com 40%BC e 10% de compatibilizante em relação à massa de BC. Os componentes foram misturados manualmente e processados em extrusora de rosca dupla corrotacional (L/D=26, D=16), a temperaturas de 170 - 190°C.

Com o concentrado foram preparadas composições de 10%, 20% e 30% BC, por diluição com PP puro. Destas composições, além do PP puro e do concentrado, foram injetados corpos de prova de tração, flexão e impacto.

O ensaio de impacto Charpy foi realizado segundo a norma ASTM D256, com pêndulo de 1J. Os ensaios de flexão em três pontos e tração foram realizados em máquina universal de ensaios Instron, conforme as normas ASTM D790 e ASTM D638.

3. Resultados e discussão

Observa-se na Fig. 1 que a resistência à tração (RT) diminuiu continuamente com o aumento do teor de BC,

possivelmente pela falta de compatibilização adequada, aumentando assim as falhas na interface da matriz do PP e a fase dispersa de BC, resultando em falha prematura do composto. Assim, a carga atuou como enchimento e não como reforço [4]. Essa hipótese será averiguada por microscopia eletrônica de varredura (MEV), na próxima etapa do trabalho.

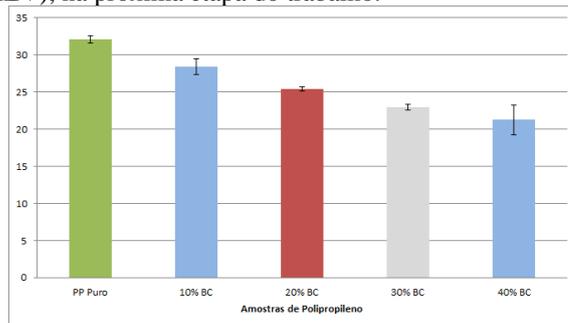


Figura 1 – Resistência à tração (MPa).

A Fig. 2 mostra um aumento no módulo elástico relativo ao PP puro, ou seja, na rigidez do compósito, pois carga rígida em matriz dúctil aumenta a rigidez do composto [4]. O maior aumento foi de 20%.

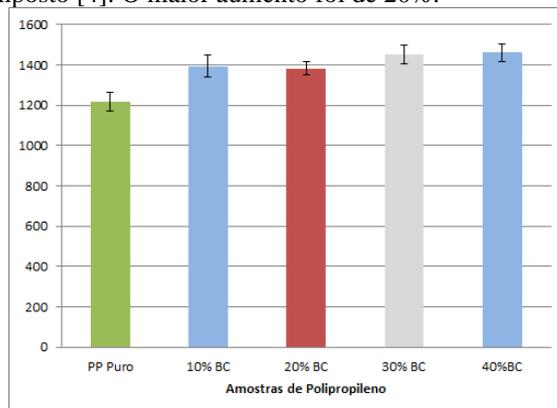


Figura 2 – Módulo de elasticidade (MPa).

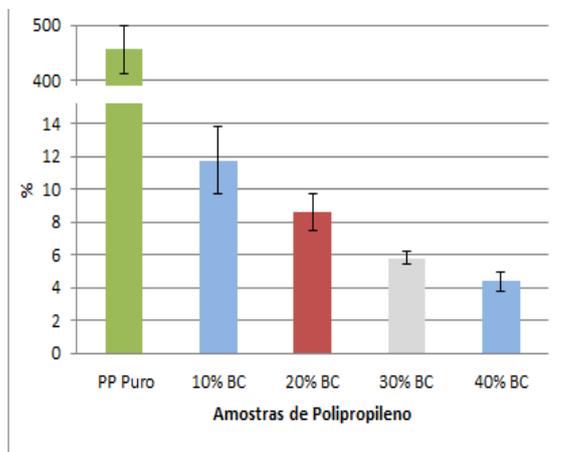


Figura 3 – Deformação na ruptura (%)

Para a deformação na ruptura, Fig. 3, houve uma redução bastante grande relativo ao PP puro, possivelmente pelas falhas na interface matriz/BC, conforme comentado para a RT.

A resistência à flexão, Fig. 4, apresenta um ligeiro aumento em relação ao PP puro para os compostos de 10% e 20% BC, comportamento diferente daquele da RT. Uma possível explicação é que durante os ensaios de flexão, as amostras são submetidas a esforços de tração e de compressão, e os esforços compressivos podem reduzir o tamanho dos defeitos gerados pela carga não compatível, fazendo com que a RF aumente mesmo com uma quantidade maior de cargas não compatíveis [5].

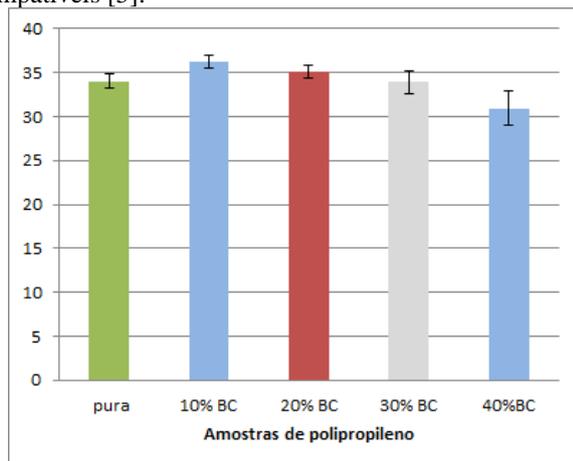


Figura 4 – Resistência à flexão (MPa).

Quanto ao módulo de flexão, Fig. 5, observa-se que todas as composições apresentaram valores maiores que o PP puro, ou seja, a BC tornou o PP mais rígido, pois a BC, uma carga rígida, reduz a mobilidade das cadeias poliméricas do PP. O maior aumento do módulo elástico em flexão, em relação ao PP puro, foi de 35%.

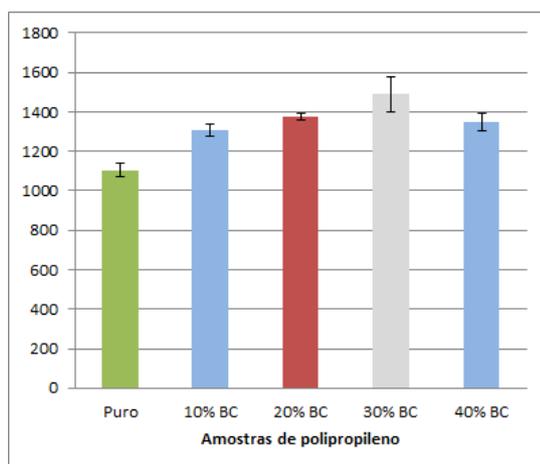


Figura 5 – Módulo de flexão (MPa).

Pela figura 6, nota-se que a incorporação de 10% e 20% de BC no PP puro não altera a resistência ao impacto, porém para 30% de BC, há uma queda significativa na resistência nesta propriedade. Isto pode ser tanto devido à falta da compatibilização suficiente entre a matriz e a fase dispersa, criando falhas na interface, já evidenciada pela RT, como devido à

restrição na mobilidade das cadeias poliméricas causada pela carga de borra mais rígida. Como mostrado nos módulos elásticos de flexão e tração, a BC resultou em uma maior rigidez quando comparado ao PP puro, o que indica que as cadeias poliméricas do material se tornaram menos móveis por causa das partículas de BC presente entre elas. A maior queda na resistência ao impacto em relação ao PP foi de quase 40%, observada na composição contendo 30% BC.

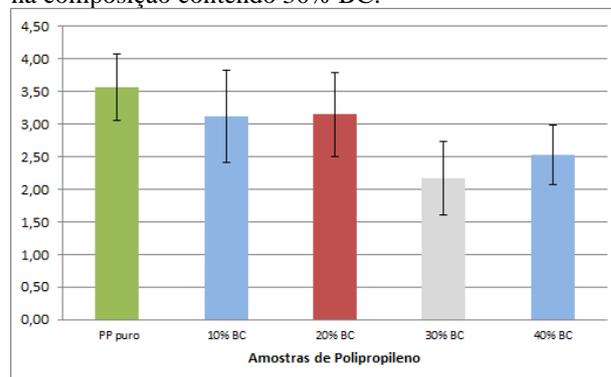


Figura 6 – Resistência ao impacto (kJ/m²).

Ressalta-se que todos os resultados foram submetidos à análise estatística de variância (ANOVA) para verificar se as médias eram estatisticamente iguais ou não, porém esses resultados não foram apresentados.

4. Conclusões

Foi possível incorporar com êxito, borra de café em polipropileno por meio de extrusão e injeção subsequente. A borra de café, mesmo com o uso de 10% em massa de agente compatibilizante, em relação à borra, comportou-se como uma carga de enchimento no polipropileno e não como reforço, evidenciado pela redução da resistência à tração com a sua incorporação. Para teores baixos de borra (10 e 20%) houve um ligeiro aumento na resistência à flexão, enquanto que para teores elevados (30 e 40%) houve uma redução na resistência ao impacto. A incorporação da borra no PP aumentou a rigidez de todas as composições estudadas.

5. Referências

- [1] Revista ABIC. Disponível em: <<http://abic.com.br/consumo-de-cafe-no-brasil-deve-crescer-36-em-2019/>>. Acesso em 01 jun. 2019.
- [2] N. Kondamudi et al., J. Agric. Food Chem., **56** (2008) 11757-11760.
- [3] D. García-García et al., Compos. Part B, **78** (2015) 256-265.
- [4] M. S. Rabelo, Aditivção de Polímeros. ed. 1. São Paulo: Artliber Editora Ltda, 2000.
- [5] R. C Nonato; B. C. Bonse, Polymer Testing, **56** (2016) 167-173,

Agradecimentos

Ao Centro Universitário da FEI pela disponibilização de recursos financeiros e técnicos.

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 01/19 a 01/20.