



ESTUDO DA VIABILIDADE DA SUBSTITUIÇÃO DO TALCO POR CINZA DA CASCA DE ARROZ COMO CARGA EM POLIPROPILENO

Mariana M. Machado¹, Eduardo de F. Alfaro², Waldir P. Ferro², Leonardo G. A. Silva^{2*}

^{1*} Basell Poliolefinas Ltda., mariana.machado@basell.com

^{2*} Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares IPEN-CNEN/SP, Centro de Tecnologia das Radiações CTR
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 – Cidade Universitária, 05508-000
São Paulo/SP - lgasilva@ipen.br
efalfaro@yahoo.com.br; wpferro@hotmail.com

Study of the viability of the talc replacement for rice husk ash as filler in polypropylene

It was studied in this work the viability of the talc replacement for the rice husk ash as structural filler in polypropylene. A comparison was made among the properties of the tensile strength, flexural strength, impact resistance, melt flow index, heat distortion temperature of polypropylene compounds with 20% of talc and polypropylene compounds with 20% of rice husk ash. The results of the properties studied showed a different behavior among the polypropylene samples with 20% of talc and 20% of rice husk ash. Thus, the use of rice husk ash is not a viable alternative for replacement of the talc as a filler for the polypropylene but the rice husk ash can be used as a filler for other less noble utilities of PP. So it is possible to utilize this waste matter contributing to the environmental preservation, besides reducing the cost of the product.

Introdução

O polipropileno (PP) é um plástico comercialmente encontrado com uma grande variedade de massa molar, polidispersão e cristalinidade. As propriedades mecânicas do PP no produto final são funções tanto da estrutura molecular, quanto das condições de processamento. A morfologia final é função da temperatura de fusão, orientação do polímero e das taxas de aquecimento e resfriamento^{1,2}. O PP é bastante utilizado nas indústrias automobilísticas, de eletrodomésticos, de produtos de consumo, de embalagens, de produtos médicos entre outras.

Entre os polímeros, o polipropileno é um dos mais estudados quando se pretende obter polímeros carregados e reforçados^{3,4}.

Paralelamente ao desenvolvimento de novos materiais são usadas novas cargas com o objetivo de proporcionar a esses polímeros uma redução de custos dos produtos, mantendo ou melhorando suas propriedades. Em alguns casos, os materiais particulados são preferidos em relação aos fibrosos, uma vez que não possibilitam o reforço multidirecional. Entretanto, de acordo com a utilização do material, eles são preferencialmente aplicáveis, proporcionando boa relação custo/benefício.

Os materiais mais utilizados para propiciar as características mencionadas anteriormente são as fibras de vidro e de carbono, as cargas minerais (CM) como o carbonato de cálcio precipitado, o talco e a micro esfera de vidro.

As cargas minerais são substâncias que alteram a resistência a altas e baixas temperaturas. Além disso, proporcionam ótima estabilidade dimensional (diminuição da contração na moldagem) e diminuição na absorção de água. Devido ao seu preço relativamente baixo, pode reduzir custos, dependendo da percentagem utilizada na composição da resina⁵.

O talco com grandes aplicações na indústria automobilística, mecânica e eletrônica, confere estabilidade dimensional superior ao produto acabado. Além disso, reduz a absorção de água e a contração na moldagem, aumentando a resistência à deflexão térmica. Tem a desvantagem de alterar o acabamento superficial da peça. O talco é adicionado aos termoplásticos por simples mistura mecânica, pois existem agentes de ligação (silanos) que servem como ponte entre o talco e o polímero melhorando muito o desempenho do produto acabado⁵⁻⁷.

A casca de arroz (CA) é um revestimento ou capa protetora formada durante o crescimento dos grãos de arroz. Removidas durante o refino do arroz, estas cascas possuem baixo valor comercial, pois o SiO₂ e as fibras contidas não possuem valor nutritivo e por isso não são usados na alimentação humana ou animal⁸. Há alguns anos, quase todo esse material ia parar nas lavouras e fundo de rios, num descarte prejudicial e criminoso. Na indústria do arroz tem-se, como subproduto mais volumoso, as cascas, as quais poderiam ser aproveitadas de diversas maneiras. Uma das aplicações é sua queima em termoelétrica para geração de energia produzindo cinza como resíduo.

A combustão da CA gera cinzas com formas estruturais variáveis (amorfa e/ou cristalina) que dependem tanto do tipo de equipamento e queima usado (processo artesanal a céu aberto, grelhas, processo industrializado por leito fluidizado com ou sem controle da temperatura), como do tempo e da temperatura de queima, a CA queimada em condições controladas (temperatura máxima de 1000°C), ao atingir 800°C com um patamar de queima de duas horas, gera cinza residual constituída de sílica em forma cristalina de quartzo. Para temperaturas no intervalo de 450 a 700°C, com patamar de três a quatro horas, obteve-se sílica podendo estar no estado amorfo.

A sílica amorfa é um material de fácil moagem e, quando moída é altamente reagente. Suas propriedades principais são a baixa condutividade térmica e a elevada resistência ao choque térmico. Desta forma é um componente desejável na composição de produtos cerâmicos como refratários e isolantes térmicos, que sofrerão intensa ação do calor e variação brusca de temperatura^{8,9}.

Em trabalho realizado pelo grupo estudou-se a possibilidade de utilização da cinza da casca de arroz como uma alternativa de usá-la como carga em poliamidas 6 e 6.6 obtendo-se resultados satisfatórios, portanto continuando nesta linha de pesquisa resolveu-se estudar a viabilidade do uso desta carga em polipropileno.

O objetivo principal deste trabalho foi estudar a viabilidade de substituição do talco, que é a carga mineral mais utilizada para conferir estabilidade dimensional de peças injetadas com este composto, por cinza da casca de arroz como uma carga para polipropileno.

Foi feita a comparação a partir da elaboração de compostos formados por 20% da cinza da casca de arroz refinada e polipropileno, e os formados por 20% de talco e polipropileno, medindo as suas propriedades mecânicas de resistência à tração, alongamento na ruptura e no escoamento, resistência à flexão e resistência ao impacto e a propriedade térmica de temperatura de distorção ao calor, além da determinação do índice de fluidez e do teor de carga.

Vale salientar que existem alguns estudos sobre o uso da cinza da casca de arroz como carga em polímeros¹⁰⁻¹³.

Experimental

O polipropileno utilizado neste trabalho foi fornecido pela Suzano Petroquímica. O talco foi fornecido pela Magnesita e a casca de arroz para a produção da cinza foi proveniente de beneficiadores de arroz da região de São José do Rio Pardo, no Estado de São Paulo.

O processo de queima da casca de arroz inteira para produzir a cinza de casca de arroz (CCA) foi realizado em duas fases. Na primeira fase, a casca foi aquecida em um forno, a uma temperatura entre 300 e 350°C, e foi mantida assim por 40 minutos para a volatilização de toda água e hidrocarbonetos. Só após a eliminação de todos os voláteis, a temperatura foi elevada a 600°C por uma hora ou até completar-se a combustão, assim, obteve-se uma cinza de cor negra. Esta cor negra é devido à presença de carbono residual. Após o tratamento térmico para redução da matéria orgânica presente na CA a cinza foi moída para reduzir o tamanho das partículas e aumentar a área superficial^{8,9}.

O material foi processado numa extrusora de rosca dupla da Werner & Pfleider, do tipo ZSK 25 mm, equipada com dosador Brabender. Esta extrusora tem uma vazão máxima de 30 kg/h.

Os parâmetros de extrusão estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros da Extrusão dos Compostos Estudados

	PP + 20% de Talco	PP + 20% de CCA
Pressão no Cabeçote (bar)	11	12
Potência utilizada no Torque (kW)	5,4	4,9
Vazão (kg/h)	21	15

Ao sair da extrusora o fundido foi resfriado em água sendo transferido posteriormente para um granulador onde o material foi transformado em “pellets” e depois seco em estufa.

Posteriormente, foram injetados corpos-de-prova para caracterização dos compostos de PP com 20% de talco e de PP com 20% de cinza de casca de arroz.

A técnica utilizada para obtenção das porcentagens dos componentes da cinza de casca de arroz utilizada, neste trabalho, foi a difração de raio X.

As propriedades mecânicas analisadas foram:

- Resistência ao impacto Charpy seguindo a norma ISO 179.
- Resistência à tração e alongamento seguindo a norma ISO 527.
- Resistência à flexão e modulo de flexão seguindo a norma ISO 178.

A propriedade térmica analisada foi:

- Temperatura de distorção térmica (HDT) de acordo com a norma ISO 75-2A.

Também foram determinados o índice de fluidez seguindo a norma ISO 1133 e o teor de carga seguindo a norma ISO 3451-1, das amostras estudadas.

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 são apresentadas as porcentagens dos componentes da cinza de casca de arroz utilizada neste trabalho.

Tabela 2. Composição da cinza da casca de arroz

COMPOSIÇÃO	PORCENTAGEM (%)
SiO ₂	91,89
Al ₂ O ₃	0,09
Fe ₂ O ₃	0,06
CaO	0,52
MgO	0,33
K ₂ O	1,50
P ₂ O ₅	0,25
SO ₃	0,06
TiO ₂	0,00
MnO	0,25
Cl	0,01
Rb ₂ O	0,01
Co ₃ O ₄	0,05
PF	4,80
Outros	0,19
TOTAL	99,81

Na Tabela 3 são apresentados os resultados das propriedades das amostras de polipropileno com 20% de talco e de PP com 20% de CCA estudadas neste trabalho.

Os valores apresentados na Tabela 3 representam a média dos resultados obtidos conforme o número de corpos-de-prova previstos nas normas utilizadas.

Tabela 3. Propriedades do PP com 20% de talco e do PP com 20% de cinza de casca de arroz.

Propriedades	PP com 20% de talco	PP com 20% de CCA
Índice de Fluidez (g/10 min)	19,4	15,5
Teor de Carga (%)	20,2	15,2
Módulo de Flexão (MPa)	2740	1941
Resistência à flexão (MPa)	49,04	41,7
Resistência à tração no escoamento (MPa)	33,6	29,1
Alongamento no escoamento (%)	5,05	5,18
Alongamento na ruptura (%)	27,7	47,2
Impacto Charpy com entalhe a 23°C (kJ/m ²)	2,9	2,2
Impacto Charpy sem entalhe a 23°C (kJ/m ²)	62,7	46,3
Temperatura de distorção ao calor (°C)	61,6	56,1

Comparando os resultados das propriedades estudadas neste trabalho (Tabela 3) para as amostras de PP com os dois tipos de carga (talco e cinza de casca de arroz), pode-se observar que o desempenho do material com cinza de casca de arroz foi inferior ao composto com talco em quase todas as propriedades estudadas.

Nota-se que no ensaio de flexão, os resultados para o composto de PP com 20% de cinza de casca de arroz foram inferiores ao do composto de PP com 20% de talco.

No ensaio de tração, apesar da resistência à tração no escoamento ter sido menor para as amostras de PP com 20% de cinza de casca de arroz em comparação com o talco, não houve variação significativa no alongamento no escoamento (indicando em pequeno grau a homogeneidade e dispersão do produto), mas o alongamento na ruptura foi maior.

As prováveis causas das propriedades mecânicas inferiores apresentadas pelo composto de PP com cinza de casca de arroz, em relação ao composto com talco pode ser atribuída à diferença entre a

estrutura das cargas. O talco possui uma estrutura lamelar e hidrofóbica enquanto que a cinza de casca de arroz possui uma estrutura irregular e hidrofílica. Também no processamento das amostras de PP com talco observou-se uma boa dispersão da carga na matriz polimérica, fato este não observado quando da utilização da cinza de casca de arroz como carga.

Quanto ao ensaio de resistência ao impacto, o resultado para o composto de PP com cinza de casca de arroz também foi inferior que o composto de PP com talco. Os resultados indicaram que houve uma melhor dissipação de energia nos compostos de PP com talco.

A temperatura de distorção ao calor (HDT) mostrou-se também inferior quando a carga utilizada foi a cinza de casca de arroz. O mesmo aconteceu com o índice de fluidez e com o teor de carga. Os resultados de distorção ao calor indicaram que a ação nucleante do talco foi mais efetiva na matriz de PP do que a cinza da casca de arroz.

Conclusões

Com os resultados obtidos neste trabalho pode-se afirmar que o uso da cinza de casca de arroz não é uma alternativa viável para substituição do talco como carga para o polipropileno.

Apesar do composto de PP com carga de 20% de cinza de casca de arroz apresentar propriedades inferiores em relação àquele quando se utilizou o 20% de talco como carga, pode-se dizer que a cinza de casca de arroz pode ser usada como carga para outros usos menos nobre do PP. Desta forma é possível dar uma utilização para este resíduo que hoje é descartado no meio ambiente contribuindo para a preservação do mesmo, além de reduzir o custo do produto.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a Suzano Petroquímica, a Basell Poliolefinas e aos fornecedores da casca de arroz.

Referências Bibliográficas

1. T.J. Masson, Tese de Doutorado, Universidade Presbiteriana Mackenzie, 1998.
2. N.G. McCrum; C.P. Buckley; C.B. Bucknall, *Principles of Polymer Engineering*, Oxford University Press Inc, New York, 1994.
3. R. Gatchter; H. Muller, *Plastics Additives Handbook*, Hanser Publishers, Munique, 1990.
4. T. L., Richardson, *Composites: a Design Guide*, Industrial Press Inc., New York, 1987.
5. R.E. Godlewski; R.P. Heggs in *Thermoplastic Polymer Additives*, J.T. Lutz Jr.; M. Decker, Ed.; Marcel Dekker Inc., New York, 1989; 523.
6. H. Wiebeck; D.F. Borrelly; C. Xavier; P.S. Santos; S.A. Ascitti; M.P. Corrêa, *J. Chem. Eng.* 1998, 15, 406.
7. R.A. Baker; K.E. Weber, *Introduction to fillers*, in *Modern Plastics Encyclopedia*, McGraw Hill, New York, 1989; 206-208.
8. V.P. Della, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.
9. M.F. Souza; P.S. Batista; J.B.L. Liborio, Patente PI 9 903 208, 1999.

10. M.Y.A. Fuad; Z. Ismail; Z.A.M. Ishak; A.K.M. Omar, *Eur. Polym. J.*, 1995, 31, 885.
11. R.N. Kumar; B.H. Voon; H.D. Rozman; A. Abussamash; F. Bauer, *Int. J. Polym. Mat.*, 2004, 53, 659.
12. P. Sae-Oui; C. Rakdee; P. Thanmathorn, *J. Appl. Polym. Sci.*, 2002, 83, 2485.
13. L. Sereda; M.M. Lopez-González, L.L.Y. Visconte; R.C.R. Nunes; C.R.G. Furtado; E. Riande, *Polymer*, 2003, 44, 3085.