

08 a 11 de Outubro de 2018
Instituto Federal Fluminense
Búzios - RJ

ESTUDO DAS PROPRIEDADES DE COMPÓSITOS DE POLIPROPILENO CARREGADOS COM PENTÓXIDO DE NIÓBIO E FOSFATO DE CÁLCIO

Carlos Jorge Berçot¹ – carlos_bercot@hotmail.com

Marisa Cristina Guimarães Rocha¹ - marisa.rocha@pq.cnpq.br

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto Politécnico – Nova Friburgo, RJ, Brasil

Resumo. *Compósitos poliméricos carregados com partículas inorgânicas, que de uma forma geral, apresentam altas temperaturas de fusão, dureza elevada e bioinércia têm despertado grande interesse dos centros de pesquisa e indústrias, devido ao grande potencial de inovação tecnológica que essa combinação de materiais apresenta. Nesse contexto foram desenvolvidos compósitos de polipropileno carregados com pentóxido de nióbio de forma a vislumbrar possíveis aplicações para esses materiais. Os resultados obtidos em geral demonstraram que o óxido de nióbio promoveu aumento da resistência mecânica, do módulo de elasticidade e da tenacidade em tração do polipropileno. A resistência ao impacto do polipropileno, entretanto, não sofreu alterações significativas nas condições utilizadas. Como os compósitos obtidos apresentaram rigidez elevada e um grande alongamento na ruptura, compósitos híbridos de polipropileno carregados com pentóxido de nióbio e fosfato de cálcio foram também desenvolvidos, visando aplicações na área de biomateriais. Os resultados obtidos mostraram que a adição do fosfato de cálcio aos compósitos de polipropileno carregados com óxido de nióbio não alterou de forma significativa as propriedades em tração, mas causou redução considerável do alongamento na ruptura e da resistência ao impacto.*

Palavras-chaves: : Polipropileno. Óxido de nióbio. Fosfato de cálcio.

1-INTRODUÇÃO

O nióbio é um elemento encontrado em abundância no território brasileiro na forma mineral e apresenta um grande potencial econômico. O Brasil possui uma posição estratégica na sua extração, pois detém mais de 90% das reservas mundiais do minério deste elemento. Na forma metálica, as superligas de nióbio têm sido utilizadas na indústria de ponta e no segmento aeroespacial, entre outras diversas aplicações. Os óxidos de nióbio são utilizados predominantemente como catalisadores e supercondutores^[1].

A indústria de compósitos tem mudado o seu foco na obtenção de materiais avançados para o desenvolvimento de materiais de engenharia. Nesse contexto, se torna relevante ampliar o campo de aplicações de compósitos desenvolvidos com matrizes termoplásticas, como polietileno e polipropileno, considerados plásticos de comodidade^[2]. O presente trabalho buscou aliar o potencial econômico e tecnológico do nióbio ao polipropileno, através da sua adição como carga à essa matriz polimérica termoplástica, que apresenta um conjunto de propriedades desejáveis, que a torna bastante utilizada a nível mundial.

Existem poucos trabalhos versando sobre o desenvolvimento de compósitos de matrizes termoplásticas carregados com óxido de nióbio. De uma forma geral, grande parte dos estudos com esse material se concentram na área de supercondutores e catalisadores. Apesar da escassez de trabalhos nessa área, há alguns poucos estudos publicados, como os desenvolvidos por LEITUNE^[3] e ARAÚJO^[4]. LEITUNE^[3] utilizou o pentóxido de nióbio como carga para materiais de base polimérica de uso odontológico, desenvolvendo um adesivo e cimento ortôndico, a base de monômeros hidrofílicos, como 2- hidróxiethylmetacrilato e trietilenoglicol-dimetacrilato. ARAÚJO^[4] desenvolveu embalagens a base de poli(cloreto de vinila) (PVC) e de pentóxido de nióbio para o setor alimentício e hospitalar.

A hidroxiapatita é uma carga muito utilizada em aplicações biomédicas. Atualmente, a hidroxiapatita é um dos materiais mais utilizados nessas aplicações, devido ao fato de ser o material que mais se assemelha à estrutura do osso humano^[5]. Dependendo da razão cálcio/fósforo, entretanto, outros tipos de fosfato de cálcio são passíveis de preencher os mesmos requisitos de desempenho das aplicações onde a hidroxiapatita é utilizada.

Compósitos com matrizes poliméricas carregados com hidroxiapatita ou fosfato de cálcio vêm sendo utilizado como biomateriais. A bioatividade desses compostos, tem gerado uma gama de estudos diferenciados com o objetivo de desenvolver materiais para utilização em implantes. Alguns desses trabalhos envolveram o desenvolvimento de compósitos com matrizes poliméricas carregados com hidroxiapatita^[6,7,8].

Sendo o óxido de nióbio um material bioinerte, existe a possibilidade de se desenvolver um compósito híbrido de polipropileno carregado com pentóxido de nióbio e hidroxiapatita ou fosfato de cálcio, de forma a possibilitar a aplicação dos materiais produzidos na área de biomateriais. A adição do pentóxido de nióbio alteraria o comportamento mecânico desses compósitos, reduzindo a sua fragilidade.

Este trabalho teve como objetivo principal avaliar as propriedades dos compósitos de polipropileno carregados com óxido de nióbio de forma a vislumbrar possíveis campos de aplicação para os materiais produzidos. Como os resultados dos ensaios de tração demonstraram que os materiais produzidos apresentavam alto módulo e alto alongamento na ruptura, se tornou também objetivo desse estudo o desenvolvimento de biomateriais a base de polipropileno carregados com pentóxido de nióbio e fosfato de cálcio.

2-MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Os materiais utilizados nesse trabalho foram: Polipropileno H-605, fornecido pela Braskem, índice de fluidez médio de 2,4 g/10min a 230°C na forma peletizada; pentóxido de nióbio em pó fabricado pela Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM); Beta-Fosfato Tricálcico produzido pela Merck, Brasil; Irganox 1010 fabricado pela BASF, utilizado como antioxidante.

2.2 Processamento dos compósitos de polipropileno (PP) carregados com óxido de nióbio (Nb₂O₅) e fosfato de cálcio (Ca₃(PO₄)₂)

As amostras foram processadas nas mesmas concentrações na mono-rosca e posteriormente na dupla-rosca, apenas uma vez e nessa ordem respectivamente. Dessa forma, compósitos de polipropileno carregados com óxido de nióbio foram processados com as seguintes composições: PP/10%Nb₂O₅ e PP/14%Nb₂O₅, em extrusora monorosca AX Plásticos, modelo: AX30:32, razão L/D=32, o perfil de temperatura utilizado da zona de alimentação até a zona de dosagem foi de 180°C/190°C/200°C/210°C/220°C. E posteriormente foi utilizada uma extrusora de rosca dupla Leistritz, modelo: ZSE18MAXX-40D, com uma velocidade de rotação dos parafusos de 500 rpm e o perfil de temperatura adotado foi de 200/210/190/190/190/190/200/220/220/230°C. A velocidade de dosagem foi de 5Kg/h (dosador gravimétrico).

Através dessa rota foram processados também compósitos híbridos, que além do polipropileno e do pentóxido de nióbio, continham também o beta-fosfato tricálcio, Ca₃(PO₄)₂. Compósitos com as seguintes concentrações: PP/10%Nb₂O₅/2%Ca₃(PO₄)₂, PP/5%Nb₂O₅/5%Ca₃(PO₄)₂ foram então desenvolvidos. Polipropileno virgem para efeito de comparação foi processado nas mesmas condições.

Vale ressaltar também que antes do processamento, procedimentos de secagem do polímero, da carga e dos compósitos foram efetuados visando eliminar a umidade que se deposita nos materiais.

Em resumo, após o processamento por extrusão foram obtidas as seguintes amostras: amostra 1: PP virgem; amostra 5: PP/10%Nb₂O₅ ; amostra 6: PP/14%Nb₂O₅ ; amostra 7: PP/10%Nb₂O₅/2%Ca₃(PO₄)₂ ; amostra 8: PP/5%Nb₂O₅/5%Ca₃(PO₄)₂ , como pode também ser observado na Tabela 1:

Tabela 1- Distribuição das composições das amostras

Amostras	Nb ₂ O ₅	Ca ₃ (PO ₄) ₂
5	10%	-
6	14%	-
7	10%	2%
8	5%	5%

Fonte: O Autor, 2018.

2.3 Determinação das propriedades mecânicas em tração e impacto do PP e dos compósitos PP/Nb₂O₅ e PP/Nb₂O₅/Ca₃(PO₄)₂

As propriedades mecânicas em tração do PP e dos compósitos foram determinadas utilizando a Máquina de Ensaio Universais, SHIMADZU, modelo: Autograph AG-X plus 100 kN, com célula de carga de 5 kN e velocidade de estiramento de 20 mm/min. Os ensaios foram realizados de acordo com a Norma ASTM D-638 ^[9], Corpos de prova tipo 1 foram utilizados e obtidos através de moldagem por injeção e foram posteriormente entalhados. As propriedades de impacto foram obtidas através de ensaios do tipo Izod, segundo a norma ASTM D-256 ^[10]. A máquina utilizada foi a INSTRON, modelo: CEAST 9050. Os corpos de prova foram obtidos através de moldagem por injeção.

A obtenção dos corpos de prova para os ensaios mecânicos em tração e de impacto foram através de Moldagem por Injeção.

2.4 Moldagem por Injeção

Para obtenção dos corpos de prova para esses ensaios, se utilizou a injetora Arburg, modelo: Allrounder 270S, nas seguintes condições experimentais: temperatura: 210/200/190/180/170°C; volume dosificado para o corpo de prova de tração: 28 cm³; volume dosificado para o corpo de prova de impacto: 23 cm³; volume de comutação: 3 cm³; vazão: 15 cm³/s; pressão de injeção: 1000 bar; pressão de recalque: 450 bar; tempo de recalque: 2 s; tempo de resfriamento: 30 s.

2.5 Determinação da Estabilidade Térmica e da Concentração de Carga Incorporada ao Polímero Através de Análise Termogravimétrica (TGA)

A estabilidade térmica das amostras, assim como o teor de carga efetivamente incorporada ao polipropileno foram determinados através de análise termogravimétrica. As análises foram realizadas no aparelho Perkin Elmer modelo STA 6000. As amostras na forma de pellets foram aquecidas da temperatura ambiente até 700 °C, a uma taxa de 10 °C/min, em atmosfera inerte de nitrogênio.

2.6 Análise Morfológica dos Compósitos Obtidos Através de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Inicialmente, alguns dos corpos de prova desenvolvidos para os ensaios de tração do tipo 1 foram fraturados em nitrogênio líquido. Após esse procedimento a superfície das amostras foram metalizadas. As amostras foram então analisadas em um microscópio eletrônico de varredura (MEV), Hitachi TM 3030, que continha um analisador por dispersão de energia de raios-X EDS.

3-RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2 apresenta os resultados da análise termogravimétrica das amostras de polipropileno de referência, dos compósitos PP/Nb₂O₅ e dos compósitos híbridos. Essas análises foram efetuadas para determinar os percentuais de carga efetivamente incorporados ao polímero e a estabilidade térmica dos materiais produzidos.

Tabela 2 - Resultados de TGA do PP e dos compósitos PP/Nb₂O₅

Amostras	Tonset	Tmáx	%Massa residual
1-PP puro	434°C	461°C	0%
5-PP/10%Nb ₂ O ₅	451°C	468°C	7,6%
6-PP/14%Nb ₂ O ₅	450°C	466°C	13,0%
7-PP/10%Nb ₂ O ₅ / 2% Ca ₃ (PO ₄) ₂	449°C	467°C	7,5%
8-PP/5%Nb ₂ O ₅ / 5% Ca ₃ (PO ₄) ₂	451°C	467°C	8,2%

Fonte: O autor, 2017.

A análise da Tabela 2 mostra que a adição do pentóxido de nióbio promoveu o aumento da estabilidade térmica do polímero; aumento na temperatura de início da degradação (Tonset) e da temperatura na qual a velocidade de degradação é máxima (Tmax). Resultados similares foram obtidos por Muylaert ^[11]. Também é atribuído, segundo a literatura, o aumento da estabilidade térmica em compósitos de polipropileno a presença de óxidos metálicos, como é caso do presente trabalho ^[12]. Outros materiais reforçantes também conferem aos polímeros estabilidade térmica, como é o caso da fibra de vidro ^[13].

Os resultados obtidos demonstram também que o teor de carga incorporada ao polímero foi abaixo do desejado. Não há, entretanto, a possibilidade de quantificar através dessa análise o teor de óxido de nióbio ou de fosfato de cálcio efetivamente incorporados ao polímero. Aparentemente, a substituição de parte do pentóxido de nióbio por fosfato de cálcio não contribuiu de forma substancial para o aumento da estabilidade térmica.

A Tabela 3 apresenta os resultados do ensaio de tração:

Tabela 3 - Propriedades em tração do PP e dos compósitos PP/Nb₂O₅ e PP/Nb₂O₅/Ca₃(PO₄)₂

Amostras	Módulo de Elasticidade MPa	Desv. Padrão	Tensão de Escoamento MPa	Desv. Padrão	Alongamento Na Ruptura %	Desv. Padrão
1-PP Puro	624,32	28,59	22,53	0,32	19,03	2,44
5-PP/10%Nb ₂ O ₅	1405,69	75,15	24,63	0,17	31,20	23,12
6-PP/14%Nb ₂ O ₅	1355,33	68,03	24,60	0,28	44,29	14,23
7-PP/10%Nb ₂ O ₅ / 2% Ca ₃ (PO ₄) ₂	1315,67	82,68	24,15	0,39	51,34	14,94
8-PP/5%Nb ₂ O ₅ / 5% Ca ₃ (PO ₄) ₂	1405,61	30,98	24,39	0,25	14,53	1,49

Fonte: O autor, 2017.

Os resultados apresentados na Tabela 3, mostram o aumento substancial do módulo de elasticidade do polipropileno com a adição de pentóxido de nióbio. Esse resultado era esperado, uma vez que a adição de uma carga rígida promove o aumento do módulo de elasticidade do polímero. Aumento posterior do teor de carga (14%), entretanto, não alterou o valor do módulo, provavelmente devido a maior formação de aglomerados que reduz a superfície de contato da carga com a matriz^[14].

Os valores da tensão de escoamento, mostram que a adição do pentóxido de nióbio promoveu uma melhora concreta no desempenho mecânico do polímero. Esse resultado talvez possa ser atribuído a boa dispersão da carga e as propriedades interfaciais satisfatórias.

Os resultados de alongamento na ruptura demonstram que a adição do pentóxido de nióbio promove o aumento do alongamento na ruptura do polipropileno. Esse resultado talvez possa ser atribuído a atuação da carga como um agente concentrador de tensões que promove o descolamento da matriz na interface com a carga. Dessa forma, o estado triaxial de tensões é aliviado e o alongamento do material é aumentado.

O desempenho dos compósitos híbridos foi bem semelhante ao apresentado pelos compósitos de polipropileno carregados somente com pentóxido de nióbio. Sendo assim, a adição do fosfato de cálcio não causou uma mudança muito pronunciada nos resultados mecânicos de tração. Vale ressaltar também que o fosfato de cálcio foi adicionado em baixas concentrações.

A Tabela 3 indica que o módulo do polipropileno aumenta com a incorporação das cargas minerais. Esse resultado era esperado, devido ao alto módulo elástico dessas cargas que conferem rigidez aos materiais obtidos. Aparentemente, parece que há uma tendência da adição do fosfato de cálcio promover um aumento do módulo elástico do material. LIU e colaboradores^[8], observaram um aumento no módulo elástico de um compósito de polipropileno e hidroxiapatita, ao aumentarem a concentração da carga mineral de 10% para 25% em volume.

Houve também um aumento significativo da tensão de escoamento dos compósitos híbridos em comparação com a apresentada pelo polipropileno. Aparentemente, a substituição de parte do pentóxido de nióbio não causou uma diferença significativa da tensão de escoamento. Não é possível fazer uma comparação dos resultados obtidos para os compósitos híbridos com os compósitos binários porque não se determinou nesse trabalho o teor de fosfato de cálcio efetivamente incorporado ao polímero. Aparentemente, o valor da tensão de escoamento obtido para os compósitos binários foi muito similar ao dos compósitos híbridos.

A deformação na ruptura dos compósitos híbridos apresentada na Tabela 3, mostra uma queda bem pronunciada devido ao maior teor de fosfato de cálcio incorporado (5%), como demonstrado pelo EDS. Esses dados mostram que o fosfato de cálcio agiu promovendo rigidez ao material e deixando-o mais frágil. Fato semelhante também foi observado por LIU e colaboradores^[8], que verificaram uma queda drástica na deformação na ruptura ao se adicionar fosfato de cálcio na matriz de polipropileno. Esse resultado indica que há necessidade de se avaliar se a adição de pequenas concentrações de fosfato de cálcio é suficiente para promover a biocompatibilidade do biomaterial com o corpo humano, e, ou, se valores obtidos do alongamento na ruptura comparáveis com os do polipropileno são aceitáveis para aplicações desses materiais, por exemplo, como osso esponjoso.

A Tabela 4 apresenta os resultados de resistência ao impacto do polipropileno e dos compósitos obtidos.

Tabela 4- Resistência ao impacto do PP e dos compósitos

Amostras	Resistência ao Impacto (J/m)	Erro
1-PP puro	38,3	2,87
5-PP/7,6%Nb₂O₅	33,9	3,46
6-PP/13,0%Nb₂O₅	33,5	1,62
7-PP/10%Nb₂O₅/ 2% Ca₃(PO₄)₂	33,2	1,93
8-PP/5%Nb₂O₅/ 5% Ca₃(PO₄)₂	29,6	1,90

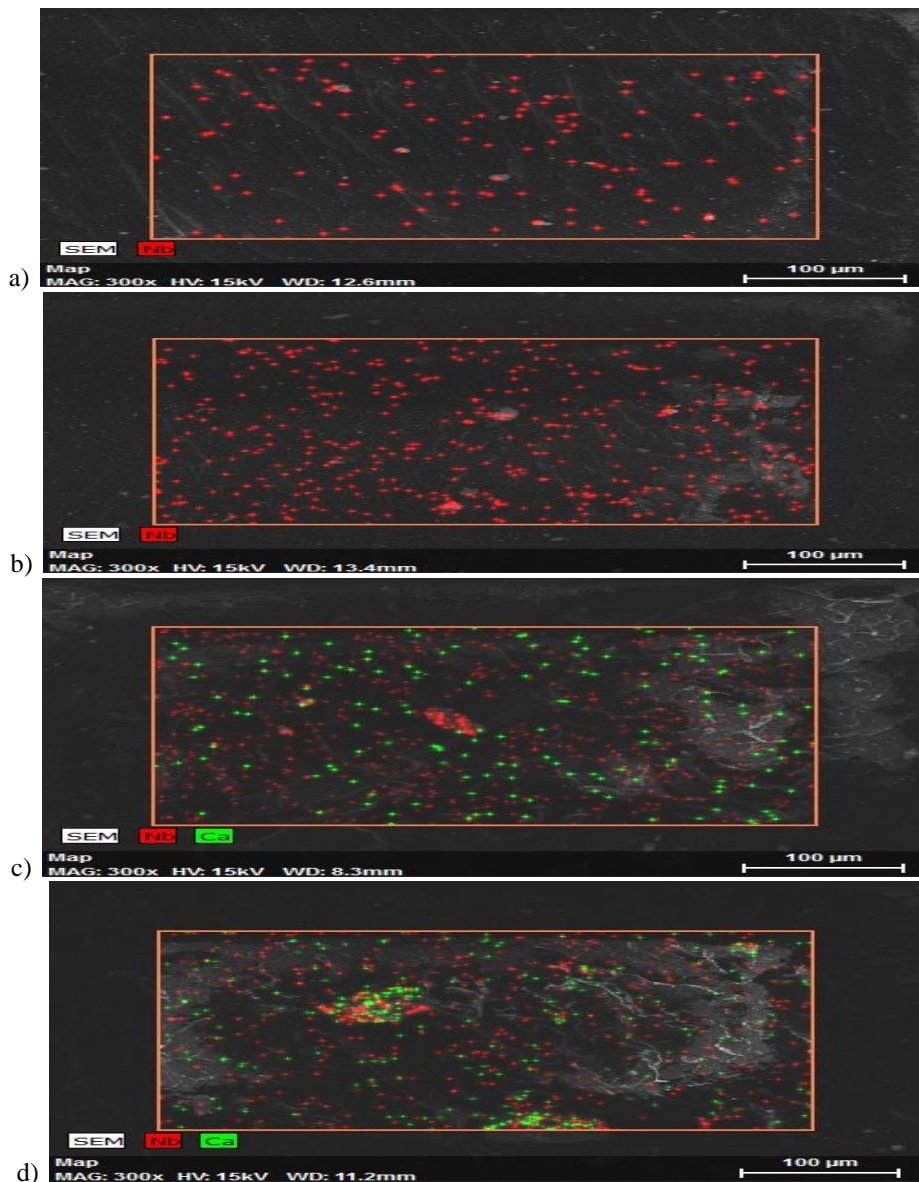
Fonte: O autor, 2017.

Como pode ser observado na Tabela 4, a adição de teores mais elevados de pentóxido de nióbio, promoveu a redução da resistência ao impacto do polipropileno. Esses resultados diferem dos resultados de tenacidade obtidos através da aplicação de uma carga estacionária do ensaio de tração. Acredita-se que com a maior concentração de carga utilizada tenha havido uma maior formação de aglomerados, gerando uma maior fragilização do material. Outra hipótese é que com a aplicação de uma carga dinâmica não tenha havido tempo suficiente para a obtenção de uma trajetória de propagação de trincas tão longas. Segundo a literatura é esperado que ao se aumentar o módulo elástico de um polímero exista um decréscimo na resistência ao impacto do material, devido ao aumento da rigidez do polímero^[12].

Os resultados obtidos mostram que a resistência ao impacto do polipropileno diminuiu com a adição das cargas nos compósitos híbridos. Resultado similar foi observado no comportamento de impacto dos compósitos de PP carregados somente com o pentóxido de nióbio. A substituição de parte do pentóxido de nióbio pelo fosfato de cálcio tende a promover valores mais baixos dessa propriedade, mostrando que o fosfato de cálcio aumenta a fragilidade do material, reduzindo sua absorção de energia em cargas instantâneas.

As Figuras 1-a, 1-b, 1-c e 1-d, apresentam respectivamente as imagens obtidas pela microscopia eletrônica de varredura (MEV) das amostras 5, 6, 7 e 8 dos compósitos.

Figura 1 - Imagens obtidas pela microscopia eletrônica de varredura com EDS (Aumento 300X)



Legenda: (a) - Amostra 5 (PP/10%Nb₂O₅); (b) - Amostra 6 (PP/14%Nb₂O₅);
(c) - Amostra7(PP/10%Nb₂O₅/2%Ca₃(PO₄)₂); (d) - Amostra8(PP/5%Nb₂O₅/
5%Ca₃(PO₄)₂).

Fonte: O autor, 2017.

A micrografia da amostra 5 mostra que houve uma boa dispersão da carga, com uma distribuição de partículas mediana. Na amostra 6, entretanto, pode ser visualizado que com o aumento da concentração de óxido de nióbio, há uma maior tendência a formação de aglomerados, como esperado, uma vez que a carga não sofreu nenhum tratamento superficial. Esse resultado corrobora para os resultados obtidos nos ensaios mecânicos referentes ao módulo elástico, tensão de escoamento e resistência ao impacto.

As micrografias da amostra do compósito híbrido PP/10%Nb₂O₅/ 2%Ca₃(PO₄)₂ mostra uma morfologia com partículas de ambas as cargas dispersas, mas indica a formação de alguns aglomerados basicamente do pentóxido de nióbio. As imagens das distribuição das cargas na matriz polimérica talvez possa ser melhorada através de ajustes nas condições de processamento dos materiais. .

A micrografia do compósito híbrido com maior teor de fosfato de cálcio (amostra 8) evidencia a presença de partículas finas bem dispersas na matriz e a de grandes aglomerados constituídos de ambas as cargas.

Ao realizar uma comparação entre os resultados obtidos pelos ensaios mecânicos e o MEV, a maior tendência á perda das propriedades de impacto da amostra 8, pode ser explicada pelos grandes aglomerados que apresenta, reduzindo drasticamente a mobilidade das moléculas e atuando como centros concentradores de tensão.

4-CONCLUSÃO

Os compósitos PP/Nb₂O₅ apresentaram módulo de elasticidade, tensão de escoamento e alongamento na ruptura, superiores ao do PP. As propriedades térmicas do polipropileno não foram significativamente alteradas com a adição do pentóxido de nióbio, que no entanto, promoveu o aumento da estabilidade térmica do polímero. Essas propriedades indicam que esse material tem um potencial de ser aplicado no mercado automotivo, de construção civil, de embalagens para a indústria microeletrônica, entre outras.

De forma a avaliar o potencial de aplicações desses materiais como biomateriais, compósitos híbridos PP/Nb₂O₅/ Ca₃(PO₄)₂, foram desenvolvidos. Os resultados obtidos demonstraram que a adição do fosfato de cálcio promove a redução da resistência ao impacto e do alongamento na ruptura, mas não altera outras propriedades mecânicas, como módulo elástico e tensão de escoamento. A estabilidade térmica dos compósitos híbridos foi superior a do PP, entretanto, a substituição de parte do pentóxido de nióbio pelo fosfato de cálcio não alterou de forma significativa as propriedades térmicas dos materiais produzidos. Esses resultados demonstram que à princípio, há possibilidade da utilização dos compósitos híbridos em aplicações biomédicas.

Agradecimentos

A Universidade do Estado do Rio de Janeiro, a Capes e aos que ajudaram nesse projeto.

REFERÊNCIAS

- 1-LOPES, Osmando F. Lopes et al. Óxidos de nióbio: uma visão sobre a síntese do Nb₂O₅ e sua aplicação em fotocatalise heterogênea. Química Nova, v. 38, n. 1, p. 106-117, 2015.
- 2-BNDES. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/polipr2a.pdf. Acesso em: 06 maio 2016.
- 3-LEITUNE, Vicente Castelo Branco. Pentóxido de nióbio como carga para materiais de base polimérica para uso odontológico. 2012. Tese (Doutorado em Odontologia) – Faculdade do Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- 4-ARAÚJO, T. L. Estudo do Efeito da Radiação Gama em Compósitos de Poli(Cloreto de Vinila) e Pentóxido de Nióbio. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência de Materiais) – Universidade Federal de Pernambuco, 2016.
- 5-YOUNESI, M.; BAHROLOLOOM, M. E. Effect of temperature and pressure of hot pressing on the mechanical properties of PP-HÁ bio-composites. Materials and Design, v. 30, n.9, p.3482-3488, oct. 2009.
- 6-BONNER, M. et al. Hydroxyapatite/Polypropylene composite: A Novel Bone Substitute Material. Journal of Material Science Letters, v. 20, p.2049-2051, 2001.
- 7-LIAO, C. Z. et. al. Novel Polypropylene Biocomposites Reinforced with Carbon Nanotubes and Hydroxyapatite Nanorods for Bone Replacements. Materials Science and Engineering, v. 33, n. 3, p. 1380-1388, apr. 2013.
- 8-LIU, Y.; WANG, M. Fabrication and Characteristics of Hydroxyapatite Reinforced Polypropylene as a Bone Analogue Biomaterial. Journal of Applied Polymer Science, v. 106, p. 2780-2790, 2007
- 9-ASTM D-638: Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics.
- 10-ASTM D-256: Standard Test Method for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics.
- 11-MUYLAERT, C. S. Estudo de Propriedades de Compósitos de Polipropileno e Óxido de Nióbio. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Instituto Politécnico, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Nova Friburgo, 2015.
- 12-OTHMAN, N. et. al. Effect of Compatibilisers on Mechanical and Thermal Properties of Bentonite Filled Polypropylene Composites. Polymer Degradation and Stability, v. 91, p.1761-1774, 2006.
- 13-OTA, W. N. Análise de Compósitos de Polipropileno e Fibras de Vidro Utilizados pela Indústria Automotiva Nacional. 2004. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.
- 14-EIRAS, D.; PESSAN, L. A. Influence of Calcium Carbonate Nanoparticles on the Crystallization of Polypropylene. Materials Research, v.12, n.4, 2009.

STUDY OF THE PROPERTIES OF POLYPROPYLENE COMPOSITIONS LOADED WITH NIOBIO PENTOXIDE AND CALCIUM PHOSPHATE

Abstract: *Polymeric composites filled with inorganic particles, which generally have high melting temperatures, high hardness and biological inertia, have attracted great interest from research centers and industries, due to the great potential of technological innovation that this combination of materials presents. In this work, polypropylene composites filled with niobium oxide were developed in order to find new applications for these materials. The results showed that the niobium oxide promoted an increase in tensile strength, modulus of elasticity and toughness of the polypropylene. The impact strength of polypropylene, however, did not change significantly under the experimental conditions used. As the composites obtained showed high stiffness and an elevated elongation at break, the development of polypropylene hybrid composites filled with niobium oxide and calcium phosphate were also developed, aiming applications in the area of biomaterials. The results obtained showed that the addition of calcium phosphate to the polypropylene composites with filled niobium oxide did not significantly modify the tensile properties, but caused a considerable reduction of the elongation at break and the impact strength.*

Keywords: *Polypropylene. Niobium oxide. Calcium phosphate.*