

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE MATERIAIS PARTICULADOS EM POLIPROPILENO

Douglas Antunes Gonçalves¹

Resumo: Desde inicio da sua utilização, em 1954, o polipropileno se tornou a resina termoplástica de maior crescimento comercial, sendo o terceiro termoplástico mais consumido no mundo. Este trabalho teve como objetivo de analisar as propriedades mecânicas com diferentes concentrações de talco no polipropileno. O estudo em qual foi baseado testou as formulações de polipropileno puro e com as proporções de talco de concentração de 10 a 30%. Os compósitos foram obtidos através de extrusora de dupla rosca e os corpos de prova injetados. Este trabalho visou analisar através da caracterização das propriedades mecânicas (Resistência à tração, resistência à flexão, resistência ao impacto e variação dimensional), as vantagens e desvantagens com adição da carga mineral de talco nos polipropilenos. Analisando os resultados constatou-se que a resistência à tração, alongação na ruptura e módulo de elasticidade de todas as concentrações de talco proporciona um aumento na rigidez e na fragilidade das composições. A rigidez das composições pode ser evidenciada pelo aumento no módulo de elasticidade e tensão na ruptura, enquanto a fragilização pode ser evidenciada pela redução na alongação na ruptura dos compósitos em relação ao polipropileno puro.

Palavras-chave: Polipropileno. Talco. Propriedades mecânicas.

1 INTRODUÇÃO

Desde o inicio da sua utilização em 1954, o polipropileno se tornou a resina termoplástica de maior crescimento comercial sendo o terceiro termoplástico mais vendido no mundo (abaixo do polietileno de baixa densidade e do PVC), representando vendas físicas em torno de 17 milhões t/ano com um valor superior a R\$ 33 bilhões/ano. Com avanço tecnológico de suas composições, o polipropileno, se dispõe ao lado do ABS em uma zona de transição entre os plásticos de grande consumo (*commodities*) e os plásticos de engenharia (SATO, 2008). Estes materiais definidos como *commodities*, devido a sua alta produção e baixo preço. O polipropileno se destaca, devido o seu baixo preço e versatilidade de uso. Em seu estado natural, a resina é semitranslúcida podendo posteriormente ser aditivado ou pigmentado (CANEVAROLLO, 2006).

Com a crise do petróleo nos anos 60 e 70 os materiais poliméricos atingiram preços exorbitantes, para redução dos preços e viabilização da fabricação, os transformadores (fabricantes de peças) recorreram à utilização de cargas minerais de baixo custo com fins de preenchimento e não reforçantes. A necessidade levou ao um grande desenvolvimento da área deixando de lado que as mesmas fossem utilizadas como enchimento, e sim como grandes alterações nas propriedades dos materiais desde que sejam utilizadas nas corretas concentrações. As cargas podem possuir funções específicas como: retardamento de chama, cor, lubrificação e para alterar propriedades térmicas e elétricas (RABELLO, 2000).

O polipropileno reforçado com cargas particuladas tem sido utilizado em grande variedade industrial principalmente na automobilística devido à obtenção de propriedades otimizadas e de baixo custo. Sendo o talco um dos principais aditivos de reforço para este material como vantagens adicionais: boa qualidade de superfície no produto final, baixa contração após moldagem e fácil composição a outros materiais. Com o uso do talco é ainda conseguido aumento de rigidez e resistência à alta temperatura nos homopolímeros de polipropileno (WIEBECK & HARADA, 2005).

¹ Pós-graduando em Engenharia de Plásticos pela Unisociesc. E-mail: douglasantunes@bol.com.br.

Sendo que atualmente os automóveis brasileiros possuem cerca de 40 quilos de polipropileno, dos quais 35 em forma de compósito da resina. A indústria automobilística consome mais de 70% desses compósitos demonstrando a versatilidade e importância deste *commodity* (GASPARIN, 2004).

Este trabalho visa analisar através da caracterização das propriedades mecânicas (Resistência à tração, resistência à flexão, resistência ao impacto e variação dimensional), as vantagens e desvantagens com adição da carga mineral de talco nos polipropilenos.

2 TALCO

O talco é um mineral funcional que apresenta textura lamelar de suas partículas. O talco é um silicato de magnésio, com a composição teórica de $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Os talcos de origem ultrabásica já têm teores de ferro mais elevados e a presença de contaminantes que podem comprometer sua aplicação geral, com minerais fibrosos ou traços de cobre e manganês. Teores significativos de alumínio e ferro podem estar presentes na estrutura cristalina do mineral (DALPIAZ, 2006).

As propriedades funcionais do talco determinam as aplicações industriais. No caso de compostos de polipropilenos as lamelas de talco têm uma importante aplicação no reforço com ênfase nas aplicações finais na indústria automobilística e eletrodomésticos. As propriedades físicas o talco é inodoro, insolúvel em água, em ácidos fracos e em álcalis. Não é explosivo nem inflamável. Possui dureza 1 na escala mineral de Mohs e com densidade de $2,7$ a $2,8 \text{ g/cm}^3$ e cor apresenta-se de forma bruta como branco, cinza, verde, azul, rosa e até mesmo preto. Mas em geral, o traço é sempre branco. O talco após moagem possui o brilho perolado e a suavidade, o excelente poder de lubrificação, a untuosidade ao tato, a baixa abrasividade, o alto poder de absorção de óleo e os baixos coeficientes de expansão térmica e condutividade elétrica. As propriedades citadas tornaram o talco amplamente utilizado na indústria (CAMARA, 2003).

O rápido crescimento da indústria de plásticos tem levado a um aumento do consumo de talco principalmente em polipropilenos. O talco é usado para incrementar a resistência mecânica (melhores resultados com talcos com maiores razão de forma) e resistência ao risco (melhores resultados com talcos mais finamente moídos ou microcristalinos). O uso do talco na indústria automobilística em painéis principal e laterais de porta, revestimentos em geral e para-choque de carros conforme estudo realizado por (MIGUEL, 2010, apud SOUZA, 2001).

O talco é um excelente mineral industrial para uso em materiais plásticos devido suas propriedades naturais como: alta lamellaridade, alta resistência térmica, elétrica e quimicamente inerte. Quanto às propriedades oferecidas ao plástico são: estabilidade dimensional, isolamento elétrico, aumento da resistência química e ao calor, aumento do fator de rigidez, da dureza e da resistência à tensão (MIGUEL, 2010, apud LOBATO & SÁ, 2001).

A grande utilização do uso de talco em compostos de polipropilenos é devida sua compatibilidade da sua baixa polaridade com a polaridade da resina, que permite a dispersão com facilidade no composto. As principais desvantagens do talco como a baixa resistência ao impacto e baixa resistência ao risco, se empregado puro e não em cargas para PP. Mas chama-se a atenção para os recentes desenvolvimentos de tratamento superficial de talco calcinado prometem minimizar estes problemas, proporcionando maior possibilidade de aplicação e em maiores proporções, após passar por esse tratamento (CAMARA, 2003).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para análise das alterações das propriedades mecânicas do polipropileno devido ao teor do talco foi tomada de base o estudo conforme (MIGUEL, 2010), a seguir são apresentados os materiais que foram utilizados para este estudo:

3.1 Polipropileno

O polipropileno utilizado foi EP 440L fornecido pela Suzano Petroquímica S.A. As propriedades deste polímero estão apresentadas na “Tabela 1”.

Tabela 1 - Propriedades do Polipropileno

Propriedades	Valor	Método ASTM
Físicas		
Índice de Fluidez (230°C/2,16Kg)	6,0 g/10min	D-1238
Densidade (23°C)	0,93 g/cm ³	D-792
Mecânicas		
Resistência a Tração no Escoamento (50mm/min)	24 Mpa	D-638
Alongamento no Escoamento (50mm/min)	6%	D-638
Módulo de Flexão (1,3mm/min)	1200 MPa	D-790
Resistência ao Impacto IZOD @ 23°C	200 J/m	D-256
Resistência ao Impacto IZOD @ -20°C	65 J/m	D-256
Dureza Shore D (1s)	70	D-2240
Térmicas		
Temperatura de Amolecimento Vicat (10N/Taxa A)	140 °C	D-12525
Temperatura de Distorção Térmica (0,45MPa)	85 °C	D-648

Fonte: (MIGUEL, 2010)

3.2 Talco

O talco utilizado foi fornecido pela Magnesita Refratários S/A, tipo GM 20 com densidade média d50 de 3,5 micrómetro e densidade aparente de 0,20 g/cm³.

3.3 Preparo das misturas

Para eliminar a umidade excessiva, a desumidificação da matriz (Polipropileno) e da carga (Talco) foram secos em estufa de circulação de ar em temperatura de 50°C por duas horas. A mistura dos compósitos de polipropileno com o talco com teor de 10, 20 e 30%. O método utilizado neste estudo não é o recomendável devido à baixa temperatura e tempo de desumidificação. Pela recomendação dos fornecedores de PP é recomendável a utilização de 80 a 100 °C no mínimo de 2 horas e médio de 4 horas de acordo com o aumento do teor de carga.

3.4 Processamento dos compósitos

Com intuito de reduzir ao máximo a degradação térmica do extrudado, os compósitos foram processadas em extrusora dupla rosca (L/D = 40 mm) Imacom, nos perfis de rosca, temperatura de vazão previamente definidos. Com 10,7 RPM de alimentação e 172 RPM de rotação e a temperatura das 11 zonas de aquecimento variando de 45 a 200°C. Após a produção dos grânulos, a próxima etapa foi a injeção dos corpos-de-prova através da injetora ROMI com força de fechamento de 150 toneladas. Com injeção de 450 bar e 200 bar de recalque, contrapressão de 5 bar, tempo de resfriamento de 30s e temperatura das zonas de aquecimento variando de 180 a 210°C.

3.5 Resistência à tração e resistência à flexão

Para avaliação das propriedades mecânicas dos compósitos de PP foram realizadas através do ensaio de tração e flexão em máquina de ensaio universal Emic modelo DL200, utilizando-se a distancia entre garras de 115 mm e a aquisição e tratamentos de dados foram realizados pelo Software – da EMIC. No ensaio de tração (norma ISO 527) e flexão (norma ISO 178), foram utilizados 5 corpos, para cada composição, acondicionados no ambiente em que foram realizados os ensaios a uma temperatura de 25°C e umidade relativa de 55%. Os ensaios ocorreram em uma velocidade constante de 50 mm/min. O ensaio de flexão seguiu as seguintes condições: temperatura do ensaio de 25°C e célula de carga de 5KN, dimensões do corpo de prova: Comprimento de 80 mm, largura (b)= 10 mm e espessura (d) = 4 mm, distância entre os apoios (L) = 64 mm, velocidade de descida da travessa = 2 mm/min. O módulo foi medido a uma deformação de 3,5%. Sendo que o ensaio foi realizado até uma deformação de 5% ou até ruptura.

3.6 Resistência ao impacto Izod com entalhe

Os ensaios de resistência ao impacto Izod foram realizados na máquina EMIC – AIC em três amostras de polipropileno puro e três amostras de cada compósito, de acordo com a norma ISO 180. O martelo utilizado foi de 2,7J e foram feitos entalhes de 2 mm de profundidade nos corpos de prova. A quantidade de amostras ensaiadas neste estudo não está de acordo com o mínimo estipulado de 10 amostras para média do ensaio na norma ISO 180. Porém mesmo com número inferior de amostras, os resultados apresentados demonstraram o que era esperado, sendo menos impactante esta deficiência.

3.7 Variação dimensional

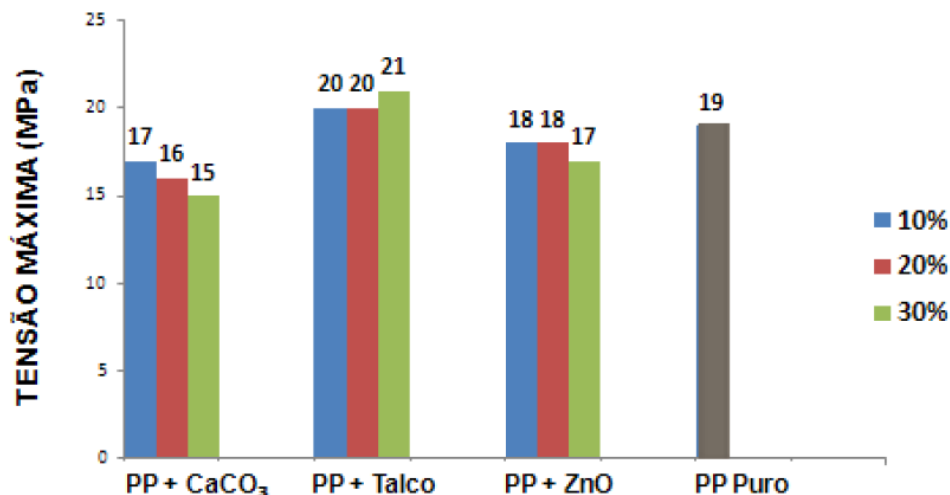
A variação do efeito de contração do PP carregado e das medidas dimensionais dos corpos de prova injetados em função do teor de carga foi avaliada com paquímetro. As dimensões do molde utilizado foram de 150 mm para o comprimento, de $10 \pm 0,2$ mm para a largura e de $4 \pm 0,2$ mm para a espessura de acordo a norma ISO 527.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Ensaios de resistência à tração

Na “Figura 1” encontra-se os resultados obtidos no ensaio de resistência à tração. Verificou-se um aumento na tensão na ruptura do polipropileno com acréscimo de talco como carga de reforço. Este aumento é ainda proporcional à quantidade de talco, ocorrendo um aumento de 5% para a composição com 10% e 20% de talco e um aumento de 10 % para a composição de com 30% de talco.

Figura 1 - Resultados de Tensão Máxima dos compósitos de polipropileno com 10, 20 e 30% de talco e sem talco

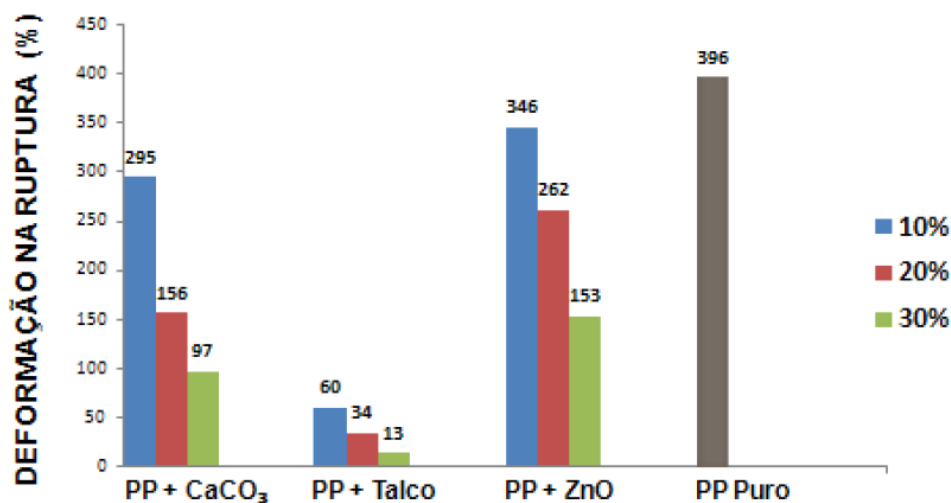


Fonte: (MIGUEL, 2010)

4.2 Ensaios de resistência à flexão, ensaios de módulo de elasticidade

Para os resultados de elongação na ruptura, apresentados na “Figura 2”, obteve-se uma significativa redução nos valores em relação PP puro que ainda se mostra proporcional à quantidade de talco nas composições, ocorrendo uma redução de 84% para a composição PP/Talco (90/10), uma redução de 91% para a composição PP/Talco (80/20) e uma redução de 97% para a composição PP/Talco (70/30).

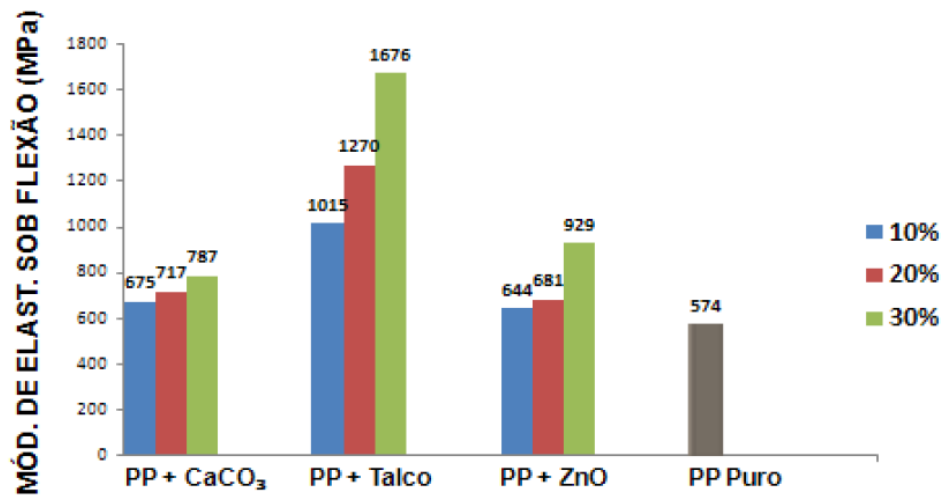
Figura 2 - Resultados dos Ensaios de Deformação na Ruptura dos compósitos de polipropileno com 10, 20 e 30% de talco e sem talco



Fonte: (MIGUEL, 2010)

Os resultados apresentados na “Figura 3” a partir dos ensaios de resistência à flexão, por apresentarem menores variações de valores. O aumento no módulo de elasticidade foi significativo, ocorrendo um aumento de 76% para a mistura PP/Talco (90/10), aumento de 121 % para a composição PP/Talco (80/20) e aumento de 192% para a o composto PP/Talco (70/30).

Figura 3 - Resultados dos Ensaio de Módulo de Elasticidade sob Flexão dos compósitos de polipropileno com 10, 20 e 30% de talco e sem talco



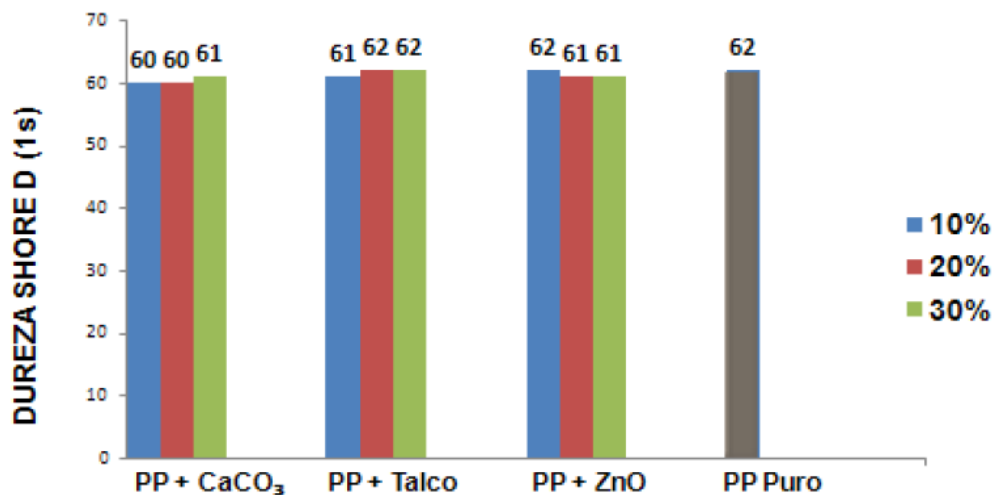
Fonte: (MIGUEL, 2010)

Analisando-se os resultados de forma geral de resistência à tração, alongação na ruptura e módulo de elasticidade, verifica-se que todas as alterações de teores de talco proporcionam um aumento na rigidez e na fragilidade das composições. O enrijecimento das composições pode ser evidenciado pelo aumento no módulo de elasticidade e tensão na ruptura, enquanto a fragilização pode ser evidenciada pela redução na alongação na ruptura dos compósitos em relação ao polipropileno puro.

4.3 Ensaio de dureza Shore D

Os ensaios de dureza Shore D foram realizados com o objetivo de verificar a variação na resistência a risco do polipropileno. O Talco apresenta baixa dureza igual a 1 conforme escala Mohs para minerais de baixa dureza citado anteriormente na seção 2. Segundo resultados apresentados na “Figura 4” de dureza Shore D, conclui-se que a matriz polimérica de PP não tem a sua dureza afetada pela variação do teor de talco.

Figura 4 - Resultados dos Ensaio de Dureza dos compósitos de polipropileno com 10, 20 e 30% de talco e sem talco

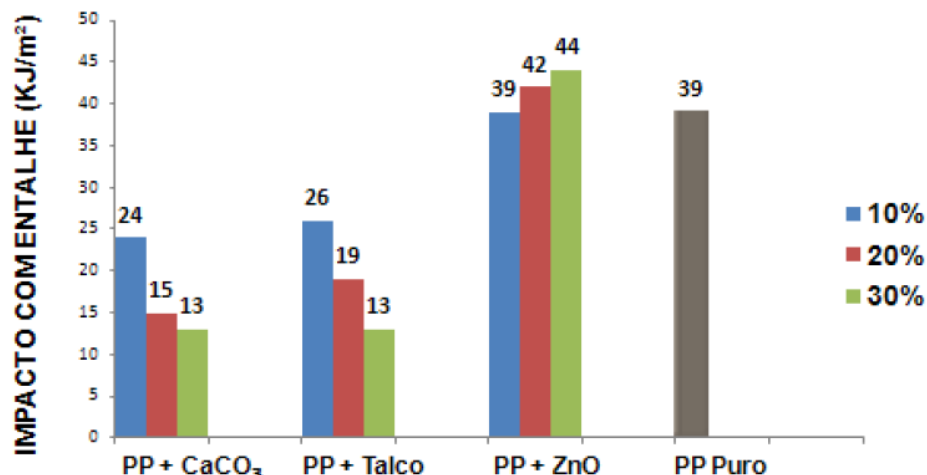


Fonte: (MIGUEL, 2010)

4.4 Ensaios de resistência ao impacto Izod com entalhe

Este ensaio tem como objetivo analisar a influência da carga de reforço do talco com teor diferenciado no polipropileno na propriedade de resistência à impacto com tensões de alta intensidade e curta duração, representada pelo impacto de um pêndulo. Os resultados de resistência ao Impacto Izod, com entalhe para o polipropileno puro e com variação do teor de talco são apresentados na tabela “Figura 5”. Apresentou-se uma expressiva redução nas propriedades de resistência ao impacto para os compósitos de polipropileno reforçados com talco, sendo esta redução de valores proporcional à quantidade desta carga na mistura, ocorrendo uma redução de 33,3% para o compósito PP/Talco (90/10), 51,3% para o compósito PP/Talco (80/20) e 66,7% para o compósito PP/Talco (70/30). Este efeito de redução pode ser explicado pela baixa adesividade e interação entre a matriz de polipropileno e a carga dispersa o que permitiria a fácil propagação de trincas, necessitando-se desta maneira de uma baixa energia para a ruptura dos respectivos corpos de prova sob impacto.

Figura 5 - Resultados dos Ensaios de Resistência ao Impacto dos compósitos de polipropileno com 10, 20 e 30% de talco e sem talco



Fonte: (MIGUEL, 2010)

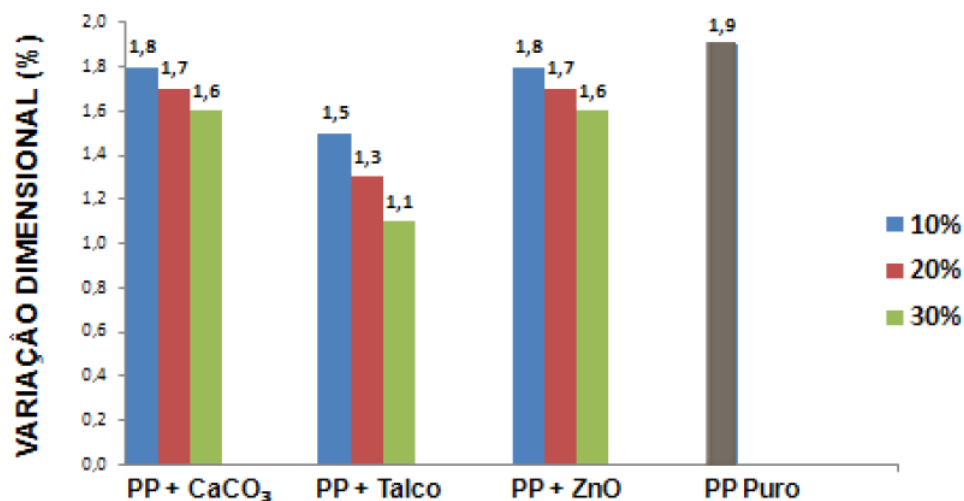
Conforme estudos realizados de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) vêm confirmar esta hipótese, apresentando a baixa miscibilidade entre estes componentes (JOSÉ, PIMENTEL, 2010, apud FERREIRA & NUNES, 2009). Esta falta de miscibilidade (“molhabilidade”) entre matriz e reforço pode ser melhorada através de compostos de tratamento superficial como: silanos, ácidos graxos e poliméricos, além de melhorar a dispersão da carga com o polímero (LIMA, 2007). Outro recurso para melhorar esta fragilidade proporcionada pelo talco pode ser reduzida através dos modificadores de impacto (EPM e EPDM). Os produtos obtidos encontram-se em larga utilização, principalmente na indústria automobilística, como parachoque e revestimentos internos (RABELLO, 2000).

4.5 Ensaios da variação dimensional

Os resultados obtidos da variação dimensional são apresentados na “Figura 6”. Para os polipropilenos reforçados com talco verificou-se uma expressiva redução proporcional à quantidade desta carga na mistura, ocorrendo uma redução de 21,1% para o compósito PP/Talco (90/10), de 31,6% para o compósito PP/Talco (80/20) e 42,1% para o compósito PP/Talco (70/30).

Por causa desta significativa redução da variação dimensional, o talco é utilizado como carga nos polipropilenos da indústria automotiva com intuito de reduzir a contração de peças injetadas melhorando estabilidade dimensional, empenamento e deformação das peças, principalmente de grande escala como: parachoque e revestimento internos.

Figura 6 - Resultados dos Ensaios de Variação Dimensional dos compósitos de polipropileno com 10, 20 e 30% de talco e sem talco



Fonte: (MIGUEL, 2010)

5 CONCLUSÃO

Conforme os testes laboratoriais realizados foram possíveis demonstrar que a resistência à tração, alongação na ruptura e módulo de elasticidade que todas as variações de teores de talco proporcionam um aumento na rigidez e na fragilidade das composições. O endurecimento das composições pode ser evidenciado pelo aumento no módulo de elasticidade e tensão na ruptura, enquanto a fragilização pode ser evidenciada pela redução na alongação na ruptura dos compósitos em relação ao polipropileno puro. Este efeito de fragilização pode ser explicado pela baixa adesividade e interação entre a matriz de

polipropileno e a carga dispersa o que permitir propagação de trincas apesar de certa compatibilidade entre matriz e carga. Esta falta de “molhabilidade” entre matriz e reforço na região de interface é melhorada através de compostos de tratamento superficial como: silanos, ácidos graxos e poliméricos.

Outra possibilidade é utilizar na formulação os modificadores de impacto (EPM e EPDM) e é o que vem sendo utilizado pela indústria automobilística em parachoque e revestimentos internos como os copolímeros de polipropileno (Polipropileno + EPDM) carregados com talco de variação de 10 a 30%.

REFERÊNCIAS

CAMARA, Arnaldo Lentini da. *Uso de talco nacional como aditivo adsorvente de piches e materiais pegajosos no processo de fabricação do papel*. 2003. 162 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2003.

CANEVAROLLO JUNIOR, Sebastião Vicente. 2. ed. *Ciência dos polímeros*. São Paulo: Artliber, 2006. 277 p.

DALPIAZ, Giovani. *Estudo do efeito de cargas minerais em compósitos poliméricos particulados em matriz de polipropileno*. 2006. 236 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Minas, Metalúrgica e de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2006.

GASPARIN, Alexandre Luís. *Comportamento mecânico de polímero termoplástico para aplicação de engrenagem automotiva*. 2004. 138 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Minas, Metalúrgica e de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2004.

LIMA, Antônio Bastos Torres. *Aplicações de cargas minerais em polímeros*. 2007. 87 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2007.

MIGUEL, José Jorge Pimentel. *Estudo Comparativo das Propriedades Térmicas e Mecânicas do Polipropileno Reforçado com Óxido de Zinco, Carbonato de Cálcio e Talco*. 2010. 83 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologia Industrial) – Faculdade de Tecnologia Senai Cimatec, Salvador. 2010.

RABELLO, Marcelo. *Aditivação de Polímeros*. São Paulo: Artliber, 2000. 244 p.

SATO, Alex Kazuo. *Desenvolvimento e caracterização de um compósito híbrido de polipropileno homopolímero e micro fibra de sílica amorfa e fibra de madeira, utilizado agente de acoplagem*. 2008. 134 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Química) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2008

WIEBECK, H.; HARADA, J. *Plásticos de engenharia – tecnologia e aplicações*. São Paulo: Artliber, 2005.

Abstract: *Since the beginning of its use, in 1954, it became the polypropylene thermoplastic resin fastest growing commercial districts, and the thermoplastic third most consumed in the world. This study aimed to analyze the mechanical properties of different powder concentrations in polypropylene. The study tested the polypropylene based formulations with pure talc proportions of 10 to 30%*

concentration. The composites were obtained by a twin screw extruder and injected specimens. This work aimed to analyze through the characterization of the mechanical properties (tensile strength, flexural strength, impact resistance and dimensional variation), the advantages and disadvantages with the addition of talc filler in polypropylene. Analyzing the results it was found that the tensile strength, elongation at break and modulus of elasticity of all concentrations of talc gives an increase in stiffness and brittleness of the compositions. The stiffness of the compositions may be evidenced by increased modulus and stress at break, while embrittlement may be evidenced by reduced elongation at break of the composites compared to pure polypropylene.

Key words: Polypropylene. Talc. Mechanical properties.