



Instituto Politécnico, Nova Friburgo  
August 30<sup>th</sup> - September 3<sup>rd</sup>, 2004

Paper CRE04-MT18

## Misturas de Polipropileno e Carbonato de Cálcio: Uma Abordagem de Planejamento de Experimentos

Rodrigo M. T. C. Dias<sup>1</sup>, Antonio Henrique M. F. T. da Silva<sup>2</sup>,  
Diogo José M. Sant`Anna<sup>3</sup> e Marisa C. G. Rocha<sup>4</sup>

Instituto Politécnico, IPRJ, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ  
CP 97282, 28601-970, Nova Friburgo, RJ, Brasil

<sup>1</sup>themedias@bol.com.br, <sup>2</sup>ahmfts@click21.com.br, <sup>3</sup>diogojms@yahoo.com.br, <sup>4</sup>mrocha@iprj.uerj.br

**Ana Lúcia Nazareth da Silva**

Petrobrás S.A. – CENPES – Rio de Janeiro, Brasil  
anadasilva@petrobras.com.br

**Fernanda M. B. Coutinho**

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – Centro de Tecnologia – Seção J  
68525 Rio de Janeiro, Brasil, Cep: 21945-970  
fern@ima.ufrj.br

Poliiolefinas reforçadas com cargas particuladas têm sido utilizadas em uma grande variedade de aplicações industriais devido à obtenção de propriedades específicas e otimizadas, além do baixo custo. A adição de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) ao polipropileno (PP) é capaz de promover o aumento da estabilidade dimensional e do módulo de rigidez dos materiais. Adicionalmente, tende a melhorar a tenacidade no ponto de fratura, além de aumentar o índice de fluidez do polipropileno. A concentração de carga utilizada assim como o tipo (“grade”) utilizado são parâmetros de processo importantes para que não haja uma deterioração de propriedades desejáveis como resistência e tenacidade no ponto de fratura. Partindo destes princípios, o trabalho em questão tem por objetivo principal a análise das propriedades de escoamento de misturas à base polipropileno e carbonato de cálcio segundo uma abordagem de planejamento e otimização de experimentos. Os sistemas preparados foram comparados entre si a partir de utilização de planejamentos do tipo 2 x 2. Os efeitos principais do tipo e teor de carbonato adicionado à matriz polimérica nos resultados de Índice de Fluidez dos sistemas processados bem como o efeito de interação entre estas duas variáveis constituem os principais resultados a serem apresentados. Recursos gráficos e fundamentos probabilísticos (Distribuição de Fisher) também serão utilizados como embasamento para análise [1].

As misturas PP/ $\text{CaCO}_3$  (95/5, 85/15, 75/25, 65/35 % p/p) – foram preparadas em uma extrusora mono-rosca Wortex Mod. WEX 30 - 32 D (L/ $\Delta$ =32mm e  $\Delta$ =33mm). Dois “grades” diferentes de  $\text{CaCO}_3$  –  $\text{Ca}_1$  (8,2  $\mu\text{m}$ ) mais denso e  $\text{Ca}_2$  (6,1  $\mu\text{m}$ ) menos denso – e misturas 50/50 % p/p destes dois tipos foram utilizados. A partir da análise inicial dos resultados foi possível fixar os valores das variáveis de processamento capazes de fornecer misturas mais homogêneas: velocidade de rotação de rosca da extrusora (40 rpm) e perfil de temperatura da extrusora (perfil isotérmico a 200°C).

Observando os resultados obtidos com os ensaios de Índice de Fluidez, realizados em um Plastômetro de Extrusão Modelo MP993a (Controller/Time Tinus Olsen) de acordo com a norma ASTM D 1238, podemos afirmar que, com relação ao carbonato tipo 1, mais denso e de maior diâmetro de partícula, a adição de carga não resulta em grandes variações no MFI do material. Para o carbonato tipo 2, menos denso e de menor diâmetro de partícula, a adição de carga produziu uma diminuição suave no MFI do PP para todas as concentrações analisadas. Um comportamento diferente dos anteriores é observado quando os dois tipos de carbonato são adicionados em conjunto (Ca<sub>1</sub>/Ca<sub>2</sub> 50/50 % p/p) à matriz de PP. Pode-se perceber que, de uma forma geral, a adição de carga conduziu a um aumento do índice de fluidez do PP de forma proporcional ao teor de carga adicionado.

Quanto aos resultados referentes à análise segundo a abordagem de planejamento e otimização de experimentos podemos destacar:

a) A utilização do carbonato tipo 2 no lugar do carbonato tipo 1 não conduz a alterações significativas no MFI do material para um teor de carbonato de 5% adicionado ao PP. Entretanto, para um teor de carbonato de 35%, constata-se uma diminuição de -10.70% no MFI conforme se utiliza o carbonato tipo 2 no lugar do carbonato tipo 1;

b) O efeito do aumento de MFI causado por elevação de teor de carbonato de 5 para 35% é muito mais pronunciado quando se utiliza o carbonato de cálcio tipo 1 (+16.83%) do que quando se utiliza o carbonato de cálcio tipo 2 (+5.34%);

c) A variação do MFI causada pela utilização da mistura de carbonatos de cálcio no lugar do carbonato de cálcio tipo 1 é muito mais pronunciada, nesta análise, com o teor de carbonato no nível superior, 35%, que produz um aumento do MFI de +17.28% do que o mesmo fator em seu nível inferior, 5%, que produz um aumento menor do MFI, igual a +10.58%;

d) O efeito do aumento de MFI causado pela utilização da mistura de carbonatos de cálcio no lugar do carbonato de cálcio tipo 2 é muito mais pronunciado quando a mistura é processada com um teor maior da carga mineral, ou seja, teor de carbonato no nível superior, 35%, conduzindo a um aumento do MFI de +31.34%, maior do que o obtido em concentrações de 5%, que produziu um aumento de MFI de apenas +11.65%;

e) A análise da distribuição de Fisher das amostras permitiu observar que, de uma forma geral, os efeitos da variação de tipo e teor de carbonato influenciarão o Índice de Fluidez das amostras para um nível de significância de 90%.

Para todas as amostras realizadas foi verificado um valor não-nulo para o efeito de interação entre tipo e teor de carbonato, denotando certo grau de interação entre estes dois fatores de entrada analisados, com maior ou menor grau de significância dependendo das misturas analisadas.

## REFERÊNCIAS

- [1] **Montgomery, D. C.; Runger, G. C.; Applied Statistics and Probability for Engineers, John Wiley & Sons, Inc, Estados Unidos, 1994.**