

COMPORTAMENTO TERMOMECÂNICO DE NANOCOMPÓSITOS DE POLIETILENO E ARGILA

C. M. O. Wolski¹, P. C. Inone¹, J. Kloss², M. S. Cabussu³, L. E. Rodrigues³ e M. Munaro*¹

¹LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - BR 116, Km 98 – CEP 81531-980 - Caixa Postal 19067
Curitiba – PR - *marilda@lactec.org.br

²Ioto Internacional

³COELBA – Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia

RESUMO

A matéria prima polimérica convencionalmente utilizada na fabricação de isoladores e espaçadores para rede elétrica atende condições brandas de solicitação, porém, para ambientes mais agressivos existe a necessidade de uma nova classe de materiais à serem desenvolvidos, que apresentem mais resistência mecânica, elétrica a termo e fotodegradação. Este trabalho apresenta o estudo de nanocompósitos de polietileno e argila, em três concentrações diferentes obtidos por diferentes processos, avaliados pelas técnicas de calorimetria diferencial de varredura, análise termodinâmica mecânica, tração à ruptura e resistência fissuração. Observou-se que a formulação com 2% de nanoargila obtida por solução pode ter formado estrutura esfoliada, e com 1%, nos dois processos de incorporação, a nanoargila pode ter atuado como agente de nucleação aumentando o grau de cristalinidade polímero .

Palavras-chave: polietileno, nanocompósito, técnicas de incorporação e nanoargila.

INTRODUÇÃO

As companhias de energia elétrica buscam eficiência no sistema de distribuição, dessa forma, desligamentos de energia ou paradas devido à quebra de algum elemento que compõe a rede, comprometem a qualidade do serviço. A matéria prima polimérica convencionalmente utilizada na fabricação de isoladores e espaçadores para rede elétrica atende condições brandas de solicitação, porém para ambientes mais agressivos existe a necessidade de uma nova classe de materiais a serem desenvolvidos, mais resistentes à solicitação mecânica, elétrica e a termo e foto degradação.

A adição de argila nos materiais poliméricos traz melhorias nas suas propriedades, principalmente quando estes estão dispersos em escala nanométrica⁽¹⁾. Os nanocompósitos são uma nova classe de materiais compósitos, no qual o reforço está disperso de forma nanométrica, aumentando a superfície de contato com a matriz e garantindo ao material diferentes propriedades quando comparado ao compósito convencional⁽¹⁾.

A montmorilonita é o silicato geralmente utilizado em nanocompósitos⁽²⁾ e sua interação com as cadeias poliméricas definirá quais características este obterá. A classificação do compósito depende desta interação, do tipo de polímero utilizado assim como do silicato e também do modo de preparação. Os nanocompósitos são classificados em: fase separada, aquele que as cadeias dos polímeros não penetram nas cadeias dos silicatos, é mantida a imiscibilidade e as argilas dão um reforço mínimo; intercalado, no qual as cadeias penetram na estrutura da argila, porém é mantida uma estrutura ordenada; e esfoliado, onde as camadas individuais estão aleatória e completamente bem dispersas no polímero, estrutura que facilita o reforço pela grande área de contato argila/polímero⁽²⁾.

A forma que ocorre a dispersão da argila no polímero também pode ser influenciada pela técnica de preparação do nanocompósito. Neste trabalho serão apresentados resultados preliminares obtidos para diferentes formas de preparo e concentrações de nanoargila em polietileno de alta densidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

As formulações levam polietileno de alta densidade fornecido pela Dow química, com índice de fluidez de 8,0 g/10 min (190°C/2,16 kg) e argila nanoparticulada Novaclay, fornecida pela IOTO Internacional.

Preparação do compósito

Foram preparadas formulações de 1, 2 e 3% de nanoargila, pela técnica de solução e mistura mecânica.

Na técnica de solução o polímero e a nanoargila foram dissolvidos, à quente em

xilol, com agitação constante, e a mistura mecânica foi feita em homogenizador de laboratório, tipo Draiz MH 100, fabricado pela MH Equipamentos, com 3600 rpm/min.

A partir das formulações obtidas foram produzidos placas e filmes utilizados nos ensaios.

Tração à Ruptura

O ensaio de tração foi realizado conforme norma ASTM D 882, com amostras em forma de tiras, na velocidade de 50 mm por minuto, em equipamento INSTRON modelo 4467 com célula de carga 100 kg e L_0 de 10 mm.

Análise Termodinâmico Mecânica (DMTA)

O ensaio de DMTA foi realizado em equipamento DMTA 242 NETZSCH no modo de tração. A faixa de temperatura utilizada foi de -155 a 110°C em atmosfera de nitrogênio, com frequência da força dinâmica de 50 Hz e taxa de aquecimento do forno de 3°C/min.

Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC)

O ensaio de DSC foi realizado em equipamento NETZSCH DSC modelo 204 F1. Condições de ensaio: faixa de temperatura 20° à 150° C, com taxa aquecimento de 10° C/min, em atmosfera inerte de nitrogênio.

Determinação de Resistência à Fissuração

O ensaio de determinação de resistência à fissuração foi realizado conforme a norma ASTM D 1693. Foram cortados 5 corpos de prova com dimensões de 38 x 13 x 1 mm, com entalhe de 19 mm no centro do corpo de prova, para acelerar o processo de fissuração. Os corpos de prova foram curvados e colocados em solução aquosa a 10% com sabão aniônico a 50°C.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na análise de DSC das amostras obtidas pelo processo de solução e mecânico podem ser observados na Fig. 1. Nota-se que nas amostras que

contém 1% de aditivo para ambos os processos de preparação, ocorre a redução da temperatura de fusão, o que indica a diminuição do tamanho dos cristais em relação ao sem aditivo e há o aumento do grau de cristalinidade, o que pode indicar que o aditivo está agindo como agente de nucleação⁽³⁾, alterando a morfologia do polímero. Esse efeito foi menos significativo para as outras concentrações.

Houve problemas na preparação da formulação com 2% de nanoargila pelo processo mecânico, por esse motivo os resultados não foram considerados.

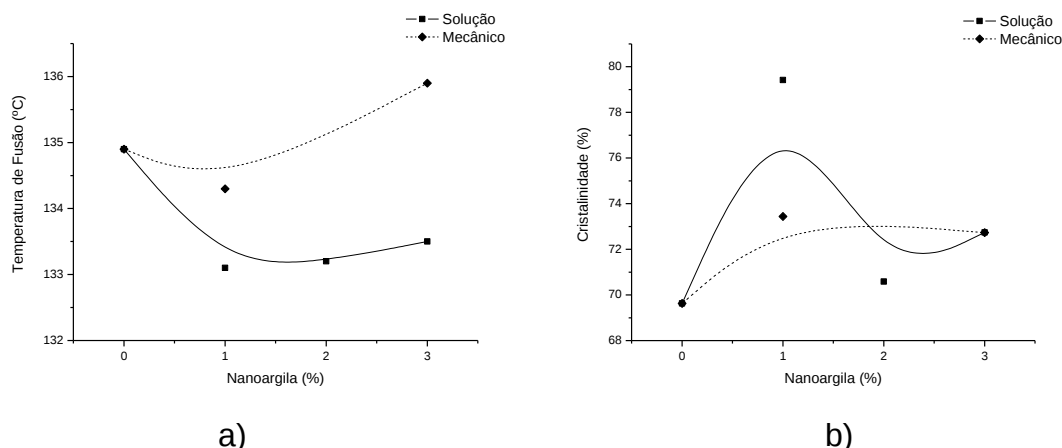


Figura 1. Resultado da análise de DSC das amostras: a) temperatura de fusão e b) cristalinidade.

Os resultados obtidos na análise de DMTA podem ser observados na Fig. 2, a qual mostra a redução da transição alfa, obtida pelo módulo de armazenamento E'' , com a adição do nanoaditivo. A redução da transição alfa pode indicar a diminuição do tamanho dos cristais⁽⁴⁾, corroborando com os resultados de DSC.

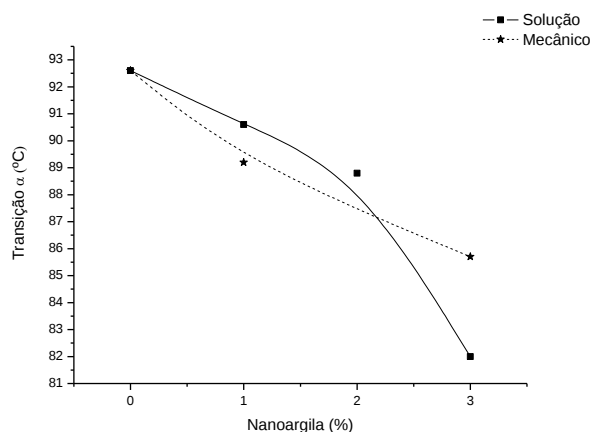


Figura 2. Transição alfa obtida por módulo de armazenamento E'' .

Os resultados dos ensaios de tração são observados na Fig. 3 e mostram que o alongamento para as amostras obtidas pelo processo mecânico não tiveram variação significativa em relação ao sem aditivo, para as amostras que contém 1 e 2% de nanoargila, e para o aditivado com 3% ocorre redução no valor do alongamento. Esse comportamento seria esperado em nanocompósitos deste tipo⁽⁵⁻⁶⁾, com o aumento da concentração da nanoargila.

A amostra que apresenta melhor comportamento na tração de escoamento é a aditivada 2% e obtida pelo processo de solução, o que pode indicar que por esta técnica o nanocompósito obtido pode ser esfoliado⁽²⁾, enquanto que pelo método de incorporação mecânico a esfoliação pode não ter ocorrido.

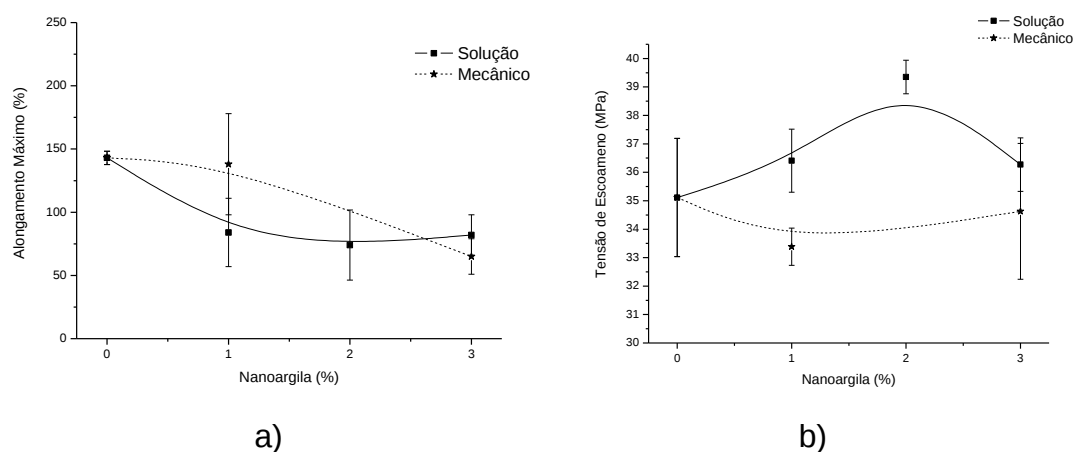


Figura 3. Resultados dos ensaios de tração: a) alongamento máximo e b) tensão de escoamento.

O ensaio de resistência à fissuração feito nas amostras não teve alteração significativa em comparação às amostras sem aditivo, que é de aproximadamente de 03 horas, indicando que as variações morfológicas obtidas não foram suficientes para melhorar a resistência à fissuração.

CONCLUSÕES

O melhor resultado para resistência mecânica foi obtido para a amostra com 2% de nanoargila, obtida pelo processo de solução, esse processo apresentou resultados melhores em relação aos resultados por incorporação mecânica, no entanto, é um

processo mais caro e com maior número de etapas, portanto dificilmente seria usado em escala industrial.

REFERÊNCIAS

1. BHATTACHARYA, S. N.; GUPTA, R. K.; KAMAL, M. R. ***Polymeric Nanocomposites: theory and practice***. Hanser: Munique, 2008.
2. PAVLIDOU, S.; PAPASPYRIDES, C. D. A review on polymer-layered silicate nanocomposites. ***Progress in Polymer Science***. v. 33, p. 1119–1198, 2008.
3. RABELLO, M. ***Aditivação de Polímeros***. Artliber: São Paulo, 2000
4. MUNARO, M. ***Desenvolvimento de blendas de polietileno com desempenho aperfeiçoado para utilização no setor elétrico***. 2007, 66p. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência dos Materiais - Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba.
5. PAUL, D. R.; ROBESON, L. M. Polymer nanotechnology: nanocomposites. ***Polymer*** v.49, p 3187–3204, 2008.
6. TIONG, S. C. Structural and mechanical properties of polymer nanocomposites. ***Materials Science and Engineering***. v- 53, p. 73–197, 2006.

THERMOMECHANICAL BEHAVIOR OF NANOCOMPOSITES OF POLYETHYLENE AND NANOCLAY

ABSTRACT

Polymeric materials which are used to manufacture insulators and spacers for the electrical sector are appropriated for mild weather, but for aggressive conditions more resistant mechanical, electrical, to the photo and thermodegradation new materials are needed. This paper presents the study of nanocomposites with polyethylene and nanoclay, in different concentration prepared by solution and melt intercalation, and were evaluated with DSC, DTMA, TGA, stress cracking and tensile. It was observed that the formulation with 2% of nanoclay obtained by solution may have formed exfoliated structure, in both processes with 1% the nanoclay may have acted as nucleation agent.

Key-words: polyethylene, nanocomposite, preparation techniques and nanoclay.