



## Blendas de PP/PA6: efeito da concentração de PA6 e compatibilizantes reativos nas propriedades mecânicas, térmicas e morfológicas

W. A. Nascimento, J. C. C. Lima, P. Agrawal, H. L. Lira, T. J. A. Mélo\*

Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais – Universidade Federal de Campina Grande

Aprígio Veloso, 882, CEP 58429-900, Campina Grande – PB

(Recebido em 30/09/2013; revisado em 05/11/2013; aceito em 21/11/2013)

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

### Resumo:

O objetivo desse estudo foi o de avaliar a influência da concentração de poliamida 6 (PA6) e de diferentes compatibilizantes nas propriedades mecânicas, térmicas e morfológicas de blendas de PP/PA6. As blendas foram preparadas em extrusora dupla rosca contrarrotacional e as amostras foram moldadas por injeção e posteriormente caracterizadas por meio das Propriedades Mecânicas (módulo de elasticidade e resistência ao impacto), Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Para avaliar a influência da concentração de PA6 nas blendas de PP/PA6, foram utilizadas as concentrações de 20, 30, 40 e 50 % em peso. A composição de 70/30 foi escolhida para avaliar o efeito dos compatibilizantes PPgAA, PPgMA e E-GMA nesta blenda. Os resultados das propriedades mecânicas mostraram que, para as blendas binárias, a imiscibilidade entre os polímeros afetou o módulo de elasticidade, reduzindo até a concentração de 30% de PA6 e aumentando após esse valor até 50% de PA6. A resistência ao impacto das blendas binárias foi aumentada com o aumento de teor de PA6 devido à formação de uma morfologia “fibrilar” que pode ter retardado a propagação da trinca. A análise por DSC mostrou a separação das temperaturas de fusão e cristalização dos componentes individuais, PP e PA6, confirmando a imiscibilidade entre a matriz e a fase dispersa. A morfologia analisada por MEV revelou a formação de fase co-contínua para concentrações de PA6 acima de 40% na blenda PP/PA6. Para as blendas ternárias os resultados mostraram melhorias significativas no módulo de elasticidade com a adição de PPgMA e de PPgAA em comparação com a blenda PP/PA6 70/30.

**Palavras-chave:** Blenda; compatibilizantes; polipropileno; poliamida 6.

### Abstract:

The aim of this study was to evaluate the influence of the concentration of polyamide 6 (PA6) and different compatibilizers on the mechanical properties, thermal and morphological blends PP/PA6. The blends were prepared in a twin-screw extruder counter rotating and samples were injection molded and subsequently characterized by means of the mechanical properties (elastic modulus and impact strength), Differential Scanning Calorimetry (DSC) and Scanning Electron Microscopy (SEM). To evaluate the influence of the concentration of PA6 PP/PA6 blends were used concentrations of 20, 30, 40 and 50% by weight. The composition of 70/30 was chosen to evaluate the effect of compatibilizing PPgAA, PPgMA and E-GMA this blend. The results showed that the mechanical properties for the binary blends, miscibility between the polymers to affected the elastic modulus, reducing the concentration to 30% PA6 and increasing this value until after 50% of PA6. The impact strength of the blends binary was increased with increasing content of PA6 due to formation of a morphology "fibrillar" which can be delayed crack propagation. The DSC analysis showed the separation of melting and crystallization of the individual components, PP and PA6, confirming the immiscibility between the matrix and the dispersed phase. The morphology examined by SEM revealed the formation of co-continuous phase in concentrations above 40% PA6 in PP/PA6 blend. For ternary blends results showed significant improvements in modulus with the addition of PPgMA and PPgAA compared to PP/PA6 blend 70/30.

**Keywords:** Blends; compatibilizers; polypropylene; polyamide 6.

### 1. Introdução

A ampliação da faixa de aplicação dos materiais poliméricos é possível pela síntese de novos polímeros (com estrutura química diferenciada) e pela modificação de polímeros já existentes. Neste último caso, tem-se como

exemplos os copolímeros, os compósitos, a mistura de polímeros (blendas) e, principalmente, os aditivos [1-2]. A mistura de polímeros mais conhecidamente como blendas poliméricas é uma das estratégias de desenvolvimento de novos materiais com propriedades diferentes daquelas dos polímeros puros, além de apresentar baixo custo, quando

\*Email: [tomas@dema.ufcg.edu](mailto:tomas@dema.ufcg.edu) (T. J. A. Mélo)

comparado à síntese de novos polímeros [3-6]. Muitos estudos sobre blendas de poliamida 6 (PA6) e polipropileno (PP) vem sendo estudadas. Essa blenda combina as propriedades termomecânicas da PA6 com a fácil processabilidade e baixo custo do PP. Entretanto, por se tratar de uma blenda imiscível, devido à incompatibilidade química entre estes polímeros, já que a PA6 é composta de grupos polares e o PP por grupos apolares, como resultado tem-se a obtenção de uma morfologia instável e consequentemente propriedades mecânicas fracas [8-10-13].

Filippi et al. [9] estudaram a influência de copolímeros de etileno-ácido acrílico (EAA), como precursor compatibilizante (CP), contendo diferentes quantidades de ácidos acrílicos (AA) em blendas de PEBD/PA6. Os autores utilizaram análise térmica (DSC), microscopia eletrônica de varredura (MEV) e reometria capilar para caracterizar as blendas formadas. Os resultados mostraram que a efetividade das reações cresce com o aumento da quantidade de AA (6-11% em peso). Uma parcial neutralização dos grupos carboxílicos do EAA com zinco melhorou também a eficiência das reações responsáveis pela formação de copolímeros de CP-g-PA. Dagli et al. [10] estudaram, por meio da reometria de torque, a compatibilização reativa das blendas de PA6 e polipropileno (PP), utilizando o polipropileno enxertado com ácido acrílico (PPgAA) como compatibilizante. Os autores observaram, pela variação do torque, que houve um aumento substancial na taxa de reação inicial com o aumento da velocidade dos rotores. Não houve influência significativa do aumento da temperatura na taxa de reação. Os autores ainda observaram que os grupos ácidos do PPgAA reagem com os grupos terminais amina da PA6 formando grupos amida. O ácido também pode se transformar no grupo anidrido que por sua vez reage com os grupos terminais amina da PA6, formando o grupo imida.

Agrawal et al. [11] estudaram o efeito de diferentes polipropilenos e compatibilizantes nas propriedades reológicas, mecânicas e morfológicas em blendas de poliamida 6/polipropileno (PA6/PP). Eles verificaram que a compatibilização entre as fases ocorreu mais eficiente com a incorporação do compatibilizante PP-g-MA, evidenciada na reometria de torque e pela redução no tamanho da fase dispersa e, consequentemente, houve melhora significativa nas propriedades mecânicas dos sistemas estudados.

Cunha & Cunha [12] estudaram o efeito do processamento, da composição e compatibilização no desenvolvimento da morfologia de blendas de PA6/PP. Os autores verificaram que o desenvolvimento da morfologia global não é afetada pela composição da blenda, mas domínios distintos podem resultar quando a compatibilização *in situ* ocorre.

Yang et al. [13] estudaram o efeito da composição em blendas de PA6/PP compatibilizadas por etileno propileno dieno/anidrido maléico (EPDM-g-MA). As amostras foram preparadas com diferentes sequências de mistura através de misturador interno apresentando diferenças significativas na resistência ao impacto Izod. As amostras foram caracterizadas por FTIR e MEV. Uma dispersão heterogênea dos compatibilizantes das amostras moldadas por injeção foi

observada. Os resultados mostraram que a sequência de mistura apresenta significativa influência nas propriedades da blenda ternária PA6/PP/EPDM-g-MA.

Chow et al. [14] estudaram a influência do compatibilizante (PP-g-MA) e argila organofílica nas propriedades de blendas de PA6/PP. Prepararam as blendas em extrusora dupla rosca com posterior moldagem por injeção dos corpos de prova. Os autores concluíram que em geral a incorporação do PP-g-MA melhorou as propriedades mecânicas mostrando uma morfologia fibrilar dominante do qual indica que o compatibilizante PP-g-MA é capaz de melhorar a adesão e interação entre o PP, PA6 e a argila organofílica.

Asiaban & Moradian [15] investigaram a influência do polipropileno enxertado com anidrido maléico nas propriedades de tração e pigmentação de blendas de PP/PA6. Os autores verificaram que a inclusão do PP-g-MA melhorou a pigmentação e as propriedades mecânicas da blenda PP/PA6. Wang et al. [16] estudaram o efeito do carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) e a sequência da composição sobre a blenda PA6/PP compatibilizadas com polipropileno enxertado com anidrido maléico (PP-g-MA). Os autores verificaram que houve mudanças significativas na morfologia com a adição de CaCO<sub>3</sub> apresentando partículas alongadas em vez de partículas esféricas na região central dos corpos de prova estudados.

Portanto, neste trabalho, o objetivo é avaliar a influência da concentração da poliamida 6 (PA6) e de compatibilizantes reativos nas propriedades mecânicas, térmicas e morfológicas da blenda imiscível de PP e PA6

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Materiais

Como matriz polimérica foi utilizado o polipropileno (PP), homopolímero, código H503, em grânulos, IF=3,5g/10min (2,16 kg/230°C – ASTM-D1238-L), fabricado pela Braskem S.A/BA. Como fase polimérica dispersa foi utilizada a Poliamida 6 (PA6) Technil C216 natural de médio massa molar (M= 10.500 g/mol), IV= 134ml/g fornecida pela Rhodia/SP.

Os compatibilizantes utilizados foram o copolímero etileno-metacrilato de glicidila (E-GMA), contendo 8,0% de metacrilato de glicidila, Lotader<sup>®</sup> AX 8840 (IF= 5 g/10min), densidade de 0,94 g/cm<sup>3</sup>, módulo de Young (E=104 MPa), fornecido pela Arkema/SP. O polipropileno enxertado com anidrido maléico (PP-g-MA), polybond 3200, IF=110g/10min, concentração de anidrido com 2,7% em peso, fabricado pela Uniroyal Chemical e fornecido pela Crompton e o polipropileno enxertado com ácido acrílico (PP-g-AA) polybond 1001, IF=40g/10min, 6% em peso de ácido, fabricado também pela Uniroyal Chemical e fornecido pela Crompton.

## 2.2. Métodos

Antes da mistura com o polipropileno (PP), a poliamida 6 (PA6) e os compatibilizantes foram secos sob vácuo na temperatura de 80°C por 24h em estufa. As blendas binárias de polipropileno e poliamida 6 (PP/PA6) foram obtidas em extrusora com rosca dupla cônica contrarrotacional, acoplada a um reômetro de torque System 90 da Haake-Blucher, nas seguintes condições: temperatura do cilindro de 180/240/240/240/240°C (da alimentação à matriz), velocidades de rotação da rosca de 60rpm e alimentação constante.

Para as misturas de PP/PA6 foi avaliada a influência da concentração da fase dispersa de PA6 em 20, 30, 40 e 50% em peso no desenvolvimento das blendas (Tabela 1). O material resultante foi granulado e secado em estufa sob vácuo a 80°C por 24h. O polipropileno puro foi extrusado nas mesmas condições das blendas PP/PA6 para servir de referência (controle).

Foi utilizada a composição PP/PA6 30 para estudar a influência dos compatibilizantes em função de esta apresentar propriedades intermediárias entre as blendas binárias. Entretanto, poderia também ter sido escolhida outra composição, pois a finalidade era de avaliar o efeito de três compatibilizantes distintos na blenda PP/PA6. As blendas ternárias de polipropileno (Tabela 1), poliamida 6 e compatibilizantes (PP-g-MA, PP-g-AA e E-GMA) foram obtidas no mesmo equipamento e nas mesmas condições de processo das blendas binárias. Foi utilizado a composição de 15 % em peso de compatibilizante em cada blenda ternária para avaliar o efeito de reação dos grupos funcionais desses copolímeros com os grupos terminais de PA6.

Tabela 1. Composição das blendas binárias e ternárias (% em peso)

Composições	PP (%)	PA6(%)	Compatibilizantes (%)
PP/PA6 20	80	20	-
PP/PA6 30	70	30	-
PP/PA6 40	60	40	-
PP/PA6 50	50	50	-
PP/PA6/PPgMA	55	30	15 PP-g-MA
PP/PA6/PPgAA	55	30	15 PP-g-AA
PP/PA6/EGMA	55	30	15 E-GMA

As blendas binárias e ternárias e o polipropileno puro processados na extrusora foram moldados por injeção, na forma de corpos de prova de tração e impacto, segundo as normas ASTM D638 e D256, respectivamente. Na moldagem por injeção, foi utilizada uma injetora modelo Fluidmec 30/40. As condições de moldagem foram as seguintes:

- perfil de temperatura do canhão = 240°C (zonas 1 e 2 e bico da injetora);
- temperatura do molde = 20°C;
- tempo de molde fechado = 20 s.

Em média foram utilizados 10 corpos de prova para cada composição e para cada ensaio mecânico para os cálculos dos valores das propriedades com os respectivos desvios-padrão.

## 2.3. Caracterização

### 2.3.1. Ensaio mecânico de tração

Os ensaios de tração foram realizados em um equipamento de ensaios universal da Shimadzu, operando a uma velocidade de 50mm/min, de acordo com a norma ASTM D 638.

### 2.3.2. Ensaio mecânico de impacto

Os ensaios de resistência ao impacto IZOD foram realizados em equipamento do tipo RESIL 5,5 da CEAST e pêndulo de 2,75J, de acordo com a norma ASTM D 256. Os entalhes de 2,5 mm foram feitos em um entalhador NOTSCHVIS da CEAST.

### 2.3.3. Calorimetria exploratória diferencial (DSC)

As análises térmicas foram realizadas em aparelho DSC Q20 da TA Instruments sob as seguintes condições: aquecimento da temperatura ambiente até 300 °C a uma taxa de 10°C/min e resfriamento até a temperatura ambiente a uma taxa de 10°C/min, sob atmosfera de nitrogênio. A quantidade de amostra empregada foi de 10,0 ± 0,2 mg.

### 2.3.4. Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

A análise morfológica foi realizada na superfície de fratura dos corpos de prova submetidos ao ensaio de impacto em um microscópio eletrônico de varredura, Shimadzu SSX-550 Superscan, a uma voltagem de 15 kV, sob alto vácuo. As superfícies de fratura das amostras entalhadas foram recobertas com ouro e analisadas no MEV

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1. Propriedades mecânicas

Observa-se nas Figuras 1a e 1b o módulo elástico das blendas sem e com compatibilizantes, respectivamente. Na Figura 1a observa-se que o módulo elástico das blendas, comparando com o polipropileno puro apresentou uma relativa tendência de redução da rigidez até a concentração de 30% em peso de PA6 e, logo depois, um aumento até a composição com 50% de PA6 que apresentou valor equivalente ao do PP. Este comportamento pode ser explicado pela imiscibilidade entre os polímeros PP e PA6 que formam um sistema bifásico com uma interface fraca entre as fases. Até a concentração de poliamida de 30% em peso, a rigidez dos sistemas foi afetada pela má adesão entre as fases, ou seja, existe pouca ou nenhuma interação física/química na interface. Porém, quando a concentração ultrapassou um valor limite, neste caso em 30% de PA6, ocorreu um aumento

gradativo da rigidez devido ao maior teor de poliamida que naturalmente apresenta uma rigidez mais acentuada, principalmente, devido à sua característica estrutural. Portanto, isto sugere que a rigidez de blendas imiscíveis pode está relacionada ao efeito competitivo entre a qualidade da interface e o teor do polímero que apresenta maior rigidez (módulo). Na Figura 1b observa-se que o módulo elástico das composições PP/PA6/PPgAA e PP/PA6/PPgMA foi mais elevado que o da blenda PP/PA6 30 e PP/PA6/EGMA o que indica que a reação entre PPgAA e PPgMA com a PA6 ocorrida no processo de mistura foi mais eficiente, ou seja, a compatibilização nessas duas composições favoreceu um efeito sinérgico nesta propriedade.

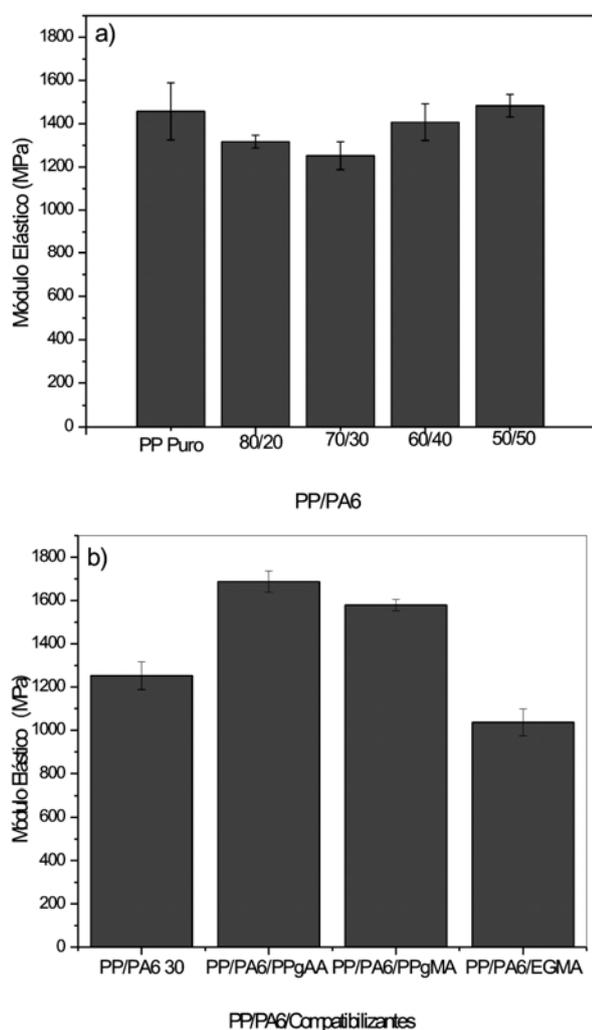


Figura 1. a) Módulo elástico do polipropileno puro e das blendas de PP/PA6. b) Módulo elástico da blenda PP/PA6 30 e das blendas compatibilizadas com PPgAA, PPgMA e EGMA

Observa-se nas Figuras 2a e 2b o comportamento da resistência ao impacto das blendas sem e com compatibilizantes, respectivamente. Na Figura 2a observa-se um significativo aumento da resistência ao impacto da blenda com o aumento do teor de PA6, chegando a quase triplicar o

valor desta propriedade com a concentração de 50% de poliamida em relação a PP puro. Este aumento pode estar relacionado à morfologia desenvolvida nos sistemas com concentrações elevadas de PA6 (ver no item morfologia) que apresentou a presença de “fibrilas ou fitas” possivelmente proveniente da formação de co-continuidade de fases. Observa-se na Figura 2b que a resistência ao impacto das composições PP/PA6/PPgMA e PP/PA6/EGMA foi mais elevado que o da blenda PP/PA6/PPgAA. Considerando os desvios, os valores de resistência ao impacto para a blenda PP/PA6/PPgMA são bastante próximos quando comparado a blenda PP/PA6 30, indicando um melhor desempenho mecânico global (incluindo o módulo elástico).

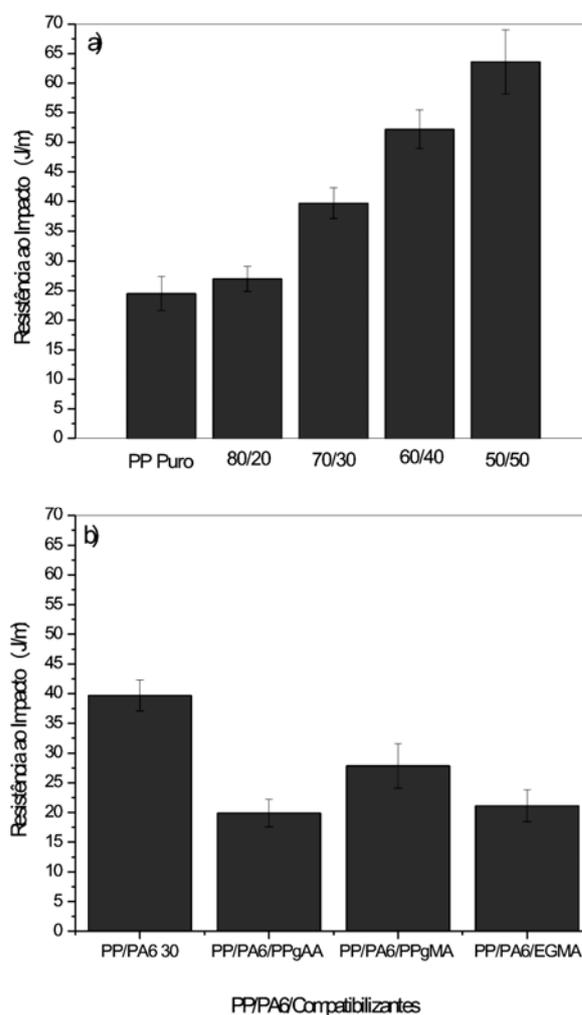


Figura 2. a) Resistência ao impacto do polipropileno puro e das blendas de PP/PA6. b) Resistência ao Impacto da blenda PP/PA6 30 e das blendas compatibilizadas com PPgAA, PPgMA e EGMA.

### 3.2. Análise Térmica

Nas Figuras 3a à 3e estão apresentadas as curvas DSC do PP puro e das blendas de PP contendo 20, 30, 40 e 50 em peso de PA6.

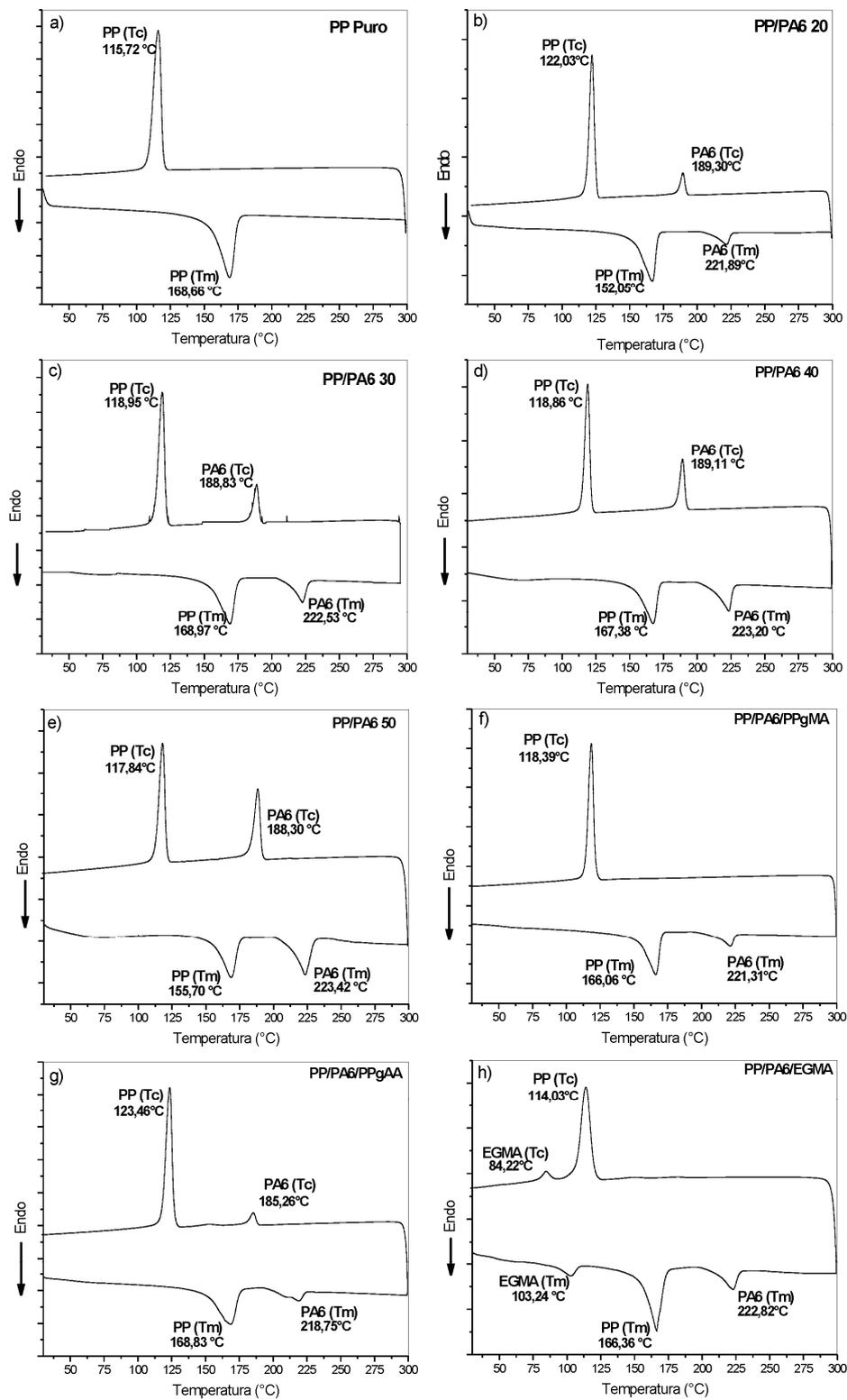


Figura 3. Curvas de DSC das blends: a) PP Puro. b) PP/PA6 20. c) PP/PA6 30. d) PP/PA6 40. e) PP/PA6 50. f) PP/PA6/PPgMA. g) PP/PA6/PPgAA. h) PP/PA6/EGMA

Na Figura 3a observam-se os picos de fusão e cristalização do PP puro, onde a temperatura de fusão cristalina ( $T_m$ ) é de aproximadamente 168,66°C. A temperatura de cristalização ( $T_c$ ) é de 115,72°C. Observa-se que o PP puro inicia a sua cristalização em aproximadamente 120°C. Para as amostras que contem a PA6 como fase dispersa, visualiza-se em todas as Figuras (3b, 3c, 3d e 3e) os picos referentes a fusão e cristalização dos dois polímeros que fazem parte da blenda, ou seja, o PP como matriz e a PA6 como fase dispersa. Os picos de fusão cristalina e de cristalização da PA6 aumentam suas intensidades com o aumento do teor desse polímero. O PP apresentou o pico característico de cristalização em aproximadamente  $T_c=118,39^\circ\text{C}$

Na Figura 3g, observam-se os picos de fusão e cristalização da composição PP/PA6/PPgAA. Observa-se que os picos de fusão  $T_m=218,75^\circ\text{C}$  e cristalização  $T_c=185,26^\circ\text{C}$  da PA6 foram reduzidos indicando que o PPgAA reagiu com a poliamida, mas não foi tão efetivo quanto o PPgMA, que inibiu a cristalização da PA6.

Por não ter reduzido totalmente a cristalização da PA6, as propriedades mecânicas foram reduzidas nessa composição. Nestas blendas o PP apresentou seu pico característico de cristalização em aproximadamente  $T_c=123,46^\circ\text{C}$ . Na Figura 3h observam-se os picos de fusão e cristalização da composição PP/PA6/EGMA. Observam-se três picos de fusão e dois de cristalização. O primeiro pico de fusão é referente ao E-GMA ( $T_m=103,24^\circ\text{C}$ ), o segundo, ao PP ( $T_m=166,36^\circ\text{C}$ ) e o terceiro pico, a PA6 ( $T_m=222,82^\circ\text{C}$ ). Os dois picos de cristalização são referentes ao E-GMA ( $T_c=84,22^\circ\text{C}$ ) e ao PP ( $T_c=114,03^\circ\text{C}$ ). Verifica-se que o pico de cristalização da PA6 não existe mais, indicando que o E-GMA reagiu com a PA6 afetando diretamente a sua cristalinidade. Em contraponto o E-GMA cristalizou, o que pode ter afetado as propriedades mecânicas além de reduzir a rigidez do material por possuir um módulo de elasticidade bastante reduzido (104 MPa).

### 3.3. Morfologia

Nas Figuras 4a a 4e estão apresentadas as micrografias do polipropileno puro e das blendas de PP contendo 20, 30, 40 e 50% em peso de poliamida 6 com aumento de 150x. Estas micrografias foram obtidas da superfície de fratura do PP e das blendas (corpos de prova) submetidas ao ensaio de impacto.

Na Figura 4a, como era esperado, observa-se na superfície do PP puro aspecto regular de fratura dúctil. Na Figura 4b, para a blenda PP/PA6 20, observam-se partículas dispersas de PA6 de vários tamanhos e, alguns vazios ou “buracos” (indicados por setas) que representam a ausência de partículas que foram arrancadas da superfície durante o ensaio

de impacto. Esta morfologia evidencia a imiscibilidade existente entre os polímeros, caracterizada pela fraca adesão entre as fases (indicado por setas), o que contribui na redução de algumas propriedades mecânicas verificadas no item anterior. Na Figura 4c, para a blenda PP/PA6 30, é possível observar além de partículas de PA6 dispersas em grande quantidade, a fase de PA6 deformada na forma de “fibrilas ou fitas”. Estas estruturas “fibrilares” podem ser responsáveis pelo aumento na resistência ao impacto das blendas apesar da fraca adesão com a matriz de PP. Conforme pode ser observado nas Figuras 4d e 4e quando a concentração de PA6 aumentou ainda mais para 40% e 50% em peso, respectivamente, o número de partículas dispersas na superfície parece ser menor. Uma estrutura de “fibrilas” foi formada indicando a presença predominante de fases contínuas dos polímeros na blenda e, conseqüentemente, levando ao aumento bem superior da resistência ao impacto comparada a do PP puro. O aumento da resistência ao impacto destas blendas pode estar relacionado a uma complexa combinação de vários mecanismos de tenacificação, incluindo o retardamento da propagação da trinca (entalhe) pela presença destas “fibrilas” que estão orientadas perpendicularmente ao sentido da propagação

Nas Figuras 4f a 4h, encontram-se os resultados das análises morfológicas das blendas ternárias PP/PA6/PPgMA, PP/PA6/PPgAA e PP/PA6/EGMA. Estas micrografias foram obtidas da superfície de fratura das amostras (corpos de prova) submetidas ao ensaio de impacto. Observa-se para a Figura 4f, com aumento de 150x, a blenda ternária PP/PA6/PPgMA que apresentou, em geral, melhores propriedades mecânicas. Visualiza-se uma superfície sem a presença de partículas e “fibrilas” em relação à composição PP/PA6 30 em sua estrutura morfológica. Isto sugere que a mudança na morfologia influenciou as propriedades mecânicas da blenda nesta composição. Na Figura 4g, observa-se, com aumento de 150x, a blenda PP/PA6/PPgAA. Verifica-se uma estrutura diferente em sua superfície quando comparada com a composição PP/PA6 30. Observam-se algumas partículas de PA6 dispersas na matriz de PP e com uma interface que indica boa adesão entre as fases. A presença do PPgAA elevou a rigidez da blenda. Na Figura 4h ilustra-se, com aumento de 150x e detalhe de 2000x, a blenda PP/PA6/EGMA. Observa-se uma superfície sem a presença de partículas e mais “grosseira”. A presença do E-GMA na blenda ternária apresentou mudanças nas propriedades mecânicas quando comparada à composição PP/PA6 30 provavelmente porque o E-GMA por ser um copolímero flexível e, portanto, a sua presença na interface favoreceu na redução das propriedades

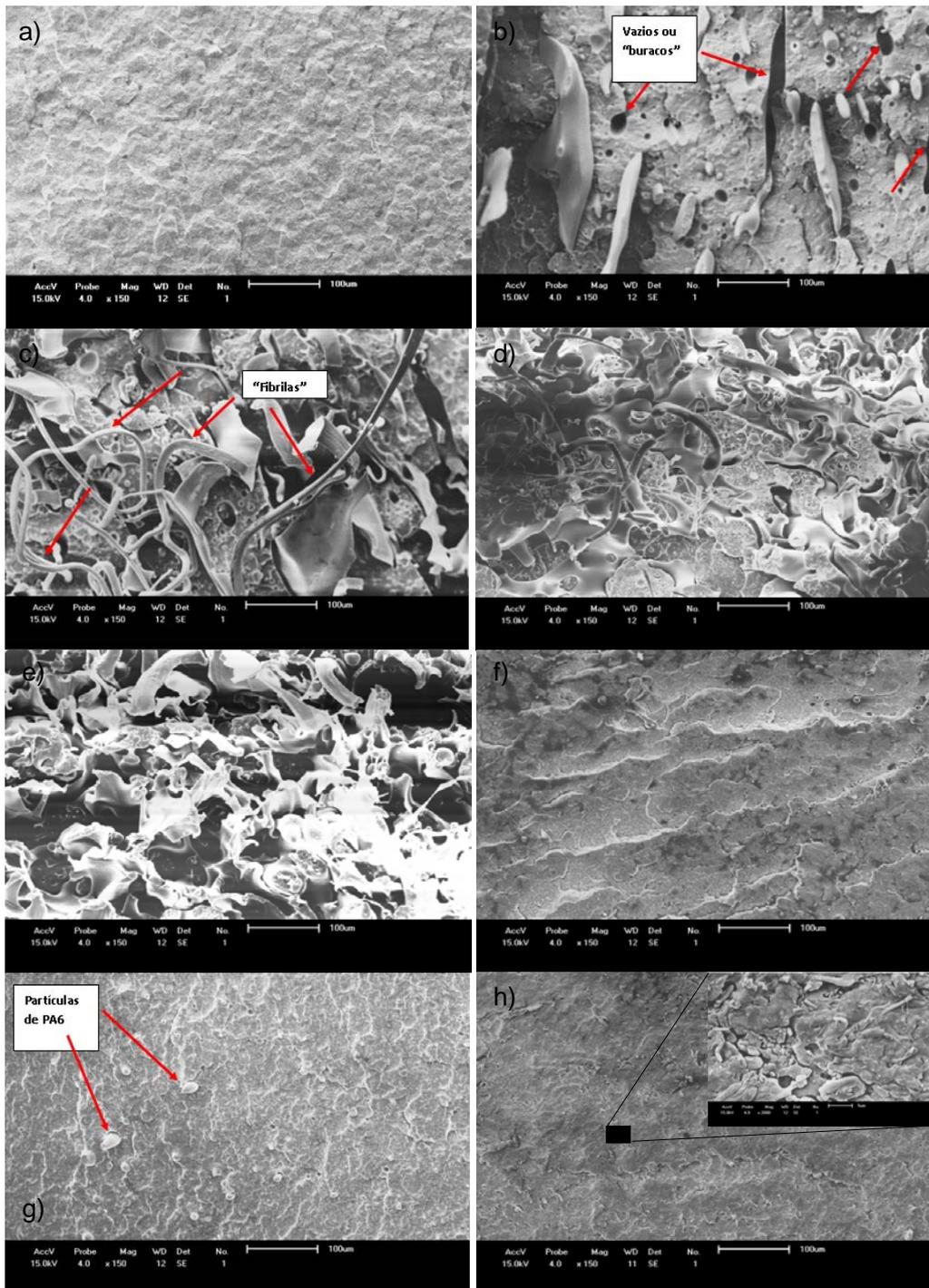


Figura 4. Micrografias com aumento de 150x: a) PP Puro. b) PP/PA6 20. c) PP/PA6 30. d) PP/PA6 40. e) PP/PA6 50. f) PP/PA6/PPgMA. g) PP/PA6/PPgAA e h) PP/PA6/EGMA e detalhe (zoom) de 2000x

#### 4. Conclusões

Devido à imiscibilidade entre os polímeros, as propriedades mecânicas sob tração das blendas, sem adição de

compatibilizantes, podem ser reduzidas devido à formação de uma interface fraca.

Houve melhoras significativas das propriedades mecânicas com a aplicação do PPgMA e PPgAA (módulo elástico) quando comparado a blenda PP/PA6 30.

A resistência ao impacto das blendas binárias aumentou consideravelmente com o aumento da concentração de PA6, devido à formação de uma morfologia “fibrilar” que pode ter retardado a propagação da trinca.

A blenda PP/PA6/PPgMA apresentou resistência ao impacto similar ao da blenda PP/PA6 30 quando comparado juntamente com os desvios apresentados.

O uso de compatibilizantes reativos, com afinidade química entre os polímeros componentes, é essencial para que a incompatibilidade possa ser atenuada.

Houve redução da cristalinidade da PA6 principalmente na composição PP/PA6/PPgMA, indicando uma maior afinidade química com o compatibilizante PPgMA.

Os resultados de MEV revelaram que houve mudanças significativas na morfologia das blendas ternárias apresentando estrutura com partículas dispersas menores.

A formação de copolímeros na interface das fases induzidas pelas reações entre os grupos funcionais dos compatibilizantes podem ter alterado a cristalinidade do PP e da PA6.

#### Agradecimentos

À RENAMI e ao MCT/CNPQ pelo apoio financeiro.

#### Referências

- [1] Rabelo, M. S. Aditivção de Polímeros. São Paulo: Artliber, 2000. 242 p.
- [2] Rabelo, M. S., Paoli, M. A. Aditivção de Termoplásticos. São Paulo: Artliber, 2013. 357 p.
- [3] Ultracki, L.A. History of commercial polymer alloys and blends. *Polymer Engineering and Science*. v. 35, p. 2–17, 1995.
- [4] Ultracki, L.A. *Polymer Alloys and Blends: Thermodynamics and Rheology*. New York: Hanser, 1989. 130 p.
- [5] Ultracki, L.A. *Polymer Blends Handbook*. Netherlands: Kluwer, 2002. 651 p.
- [6] Robeson, L. M. *Polymer Blends: A Comprehensive Review*. Ohio: Hanser, 2007. 459 p.
- [7] Zhang, C. L., Ceng, L. F., Gu, X.P., Hoppe, S., Hu, G. H. Efficiency of Graft copolymers as compatibilizers for immiscible polymer blends. *Polymer*. v. 48, p. 5940–5949, 2007.
- [8] Tang, Y., Hua Y., Zhanga, R., Guia, Z., Wanga, Z., Chenb, Z., Fana, W. Investigation on polypropylene and polyamide-6 alloys/montmorillonite Nanocomposites. *Polymer*. v. 45, p. 5317–5326, 2004.
- [9] Filippi, S., Minkovab, L., Dintchevac, N., Narduccia, P., Magagninia, P. Comparative study of different maleic anhydride grafted compatibilizer precursors towards LDPE/PA6 blends: Morphology and mechanical properties. *Polymer*, v. 46, p. 8054–8061, 2005.
- [10] Dagli, S. S., Xanthos, M., Biesenberger, J. A. Kinetic studies and process analysis of reactive compatibilization of nylon 6/polypropylene blends. *Polymer Engineering and Science*. v. 34, p. 1720–1730, 1994.
- [11] Agrawal, P., Oliveira, S. I., Araújo, E. M., Mélo, T. J. A. Effect of Different polypropylenes and compatibilizers on the rheological, mechanical and morphological properties of nylon 6/PP blends. *Journal of materials Science*. v. 42, p. 5007–5012, 2007.
- [12] Cunha, S. M., Cunha, A. G. Morphology Development of Immiscible Polymer Blends during Melting in Single Screw Extruders: Effect of Composition and Compatibilization. In: 27<sup>th</sup> World Congress of the Polymer Processing Society, Marrakech, Morocco, 2011.
- [13] Yang, W., Tang, X. G., Xie, B. H., Zhu, Y. P., Yang, M. B., Hou, M. Heterogeneous Dispersion of the Compatibilizer in the Injection Molding of Polyamide 6/Polypropylene Blends. *Journal of Applied Polymer Science*, v. 113, p. 299–305, 2009.
- [14] Chow, W. S., Ishiaku, U. S., Ishak, M. Z. A., Kocsis, K. J. Polyamide/Polypropylene/Organoclay nanocomposites: Influence of Organoclay And Compatibiliser on the Morphological and Tensile Properties. *Jurnal Teknologi*, v. 39, p. 45–54, 2003.
- [15] Asiaban, S., Moradian, S. Investigation of Tensile Properties and Dyeing Behavior of Various Polypropylene/Polyamide 6 Blends Using a Mixture Experimental Design. *Dyes and Pigments*. v. 92, p. 642–653, 2012.
- [16] Wang, L, Liang, X., Chen, L., Shi, C., Guo, Z. X., Yu, J. Effects of Calcium Carbonate and Compounding Sequence on the Phase Morphology and Properties of Maleic Anhydride-Grafted Polypropylene Compatibilized Polyamide 6/Polypropylene Blend. *Applied Polymer Science*. v. 127, p. 967–975, 2013.