

# Novas alternativas para compósitos expandidos de PP

Franciela A. Soares<sup>1</sup>, Mauro Moresco<sup>2</sup>, Sônia M. B. Nachtigall<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Química - UFRGS – fransoares05@hotmail.com; <sup>2</sup>Instituto de Química – UFRGS – mauro\_moresco@hotmail.com; <sup>3</sup>\*Instituto de Química – UFRGS – Av. Bento Gonçalves, 9500 – Porto Alegre/RS – nachtiga@iq.ufrgs.br

## Introdução:

Materiais lignocelulósicos têm sido cada vez mais usados como cargas nos termoplásticos devido à sua natureza pouco abrasiva, baixo custo, biodegradabilidade e caráter renovável [1]. A busca por materiais menos densos levou ao desenvolvimento de tecnologias para a produção de espumas poliméricas. As propriedades dessas espumas estão diretamente relacionadas com o tamanho, formato e densidade das células presentes. Resultados anteriores [2] mostraram que a expansão de compósitos de PP com farinha de madeira por meio do uso de azodicarbonamida e esferas poliméricas expansíveis reduziram a densidade dos materiais, porém produziram uma diminuição de sua resistência à tensão. O objetivo do presente trabalho foi o estudo das propriedades térmicas dos compósitos obtidos e a preparação de compósitos expandidos utilizando blendas de PP e PE, visando a obtenção de melhores propriedades mecânicas. Foram testados novos expansores, à base de bicarbonato de sódio, com o objetivo de produzir espumas com células menores e bem distribuídas.



Figura 1: Corpos de prova em forma de gravata utilizados nos testes de tração.

## Experimental:

**Materiais:** PP (H504, Braskem), PP-MA (DW100 – Daewoon), farinha de madeira (doado por Arteccla SA). **Agentes de expansão:**

- Azodicarbonamida (AZDC – Sinochen Quindao)
- Planagem 96BX (masterbatch de EVA contendo AZDC, INBRA) + ZnO (INBRA)
- NaHCO<sub>3</sub>: NaHCO<sub>3</sub> p.a. (Vetec),
- Hydrocerol 1004 (NaHCO<sub>3</sub> + ácido cítrico em masterbatch de PE, Clariant)
- Expancel 092MB (esferas expansíveis de PMMA, AKZO Nobel).

**Procedimentos:** Os compósitos foram preparados em câmara de mistura Haake, a 170 e 190°C, com velocidade dos rotores de 50rpm. PP, farinha de madeira seca (10wt%) e PP-MA (10wt% [3]), foram adicionados juntos e processados durante três minutos. Então os agentes de expansão foram adicionados e processados durante mais dois minutos. Os produtos foram cortados e prensados em moldes numa condição de pré-aquecimento a 190°C (5 min.), seguido de compressão a 2500lbf, na mesma temperatura (2 min.) (Figura 1).

**Caracterização:** Termogravimetria: 20°C/min, atmosfera inerte. Testes de Tração: 5mm/min, extensômetro, células de carga de 5KN. MEV: faces fraturadas criogenicamente. Testes de densidade: ASTM D 792-08, usando hexano como líquido de imersão.

## Resultados e discussão:

Na Tabela 1 são mostrados os resultados das propriedades dos compósitos expandidos com Planagem e Expancel. Pode-se concluir que as temperaturas de fusão e cristalização do PP não foram afetadas após o processo de expansão. Ambos expansores foram eficientes e produziram compósitos com baixa densidade. Entretanto, menor densidade resultou em menor resistência à tensão.

Tabela 1: Propriedades dos compósitos expandidos com Planagem e Expancel.

Expancel g%	Planagem g%	ZnO g%	T <sub>c</sub> °C	T <sub>m</sub> °C	Densidade g/cm <sup>3</sup>	Tensão Máxima Mpa
0	0	0	109	167	0,92	28,8±0,7
1,00	0	0	108	166	0,82	21,1±1,5
1,25	0	0	107	167	0,85	20,1±1,4
0	0,10	0,04	107	167	0,85	22,2±1,1
0	0,25	0,10	108	167	<0,66	16,5±1,1

Farinha de madeira (10g%); PP-MA (10g%); T=170°C; t=5min

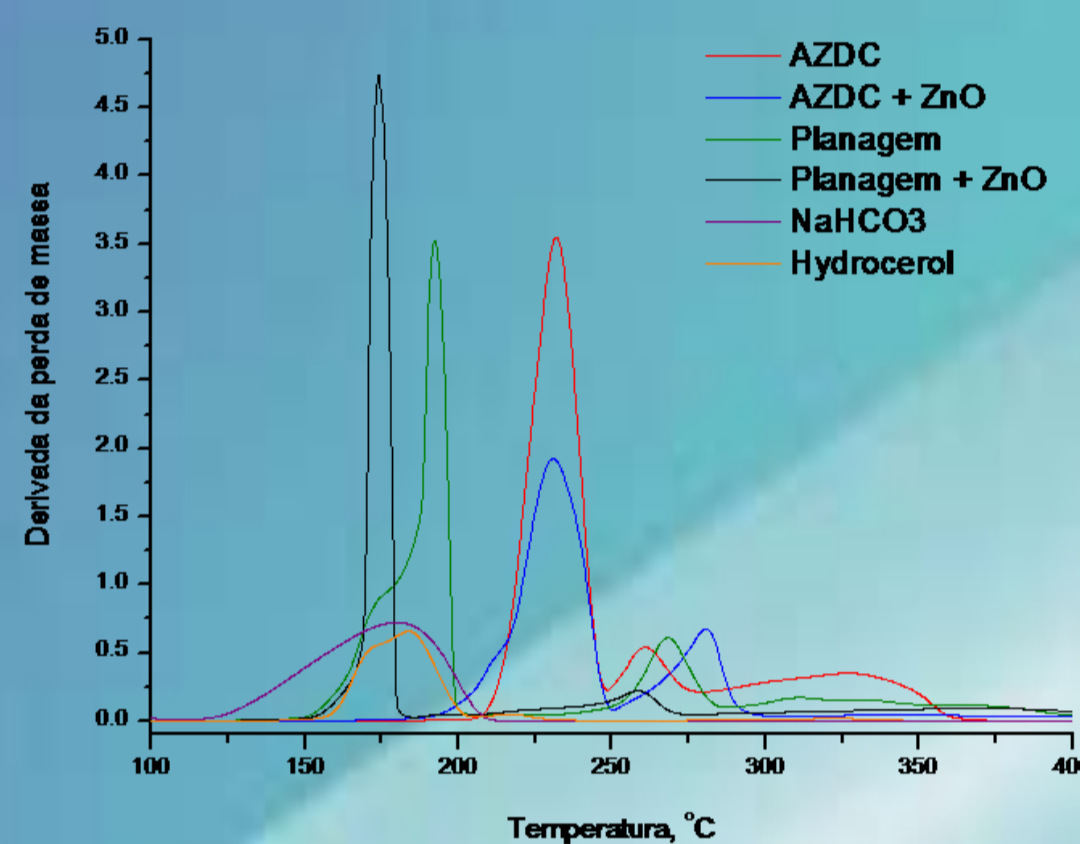


Figura 2: Análise termogravimétrica dos agentes expansores.

Com objetivo de melhorar as propriedades dos compósitos, foram testados dois novos agentes de expansão, baseados em bicarbonato de sódio. Para caracterizar os agentes de expansão foram realizados testes de degradação térmica (TGA). As derivadas de perda de massa podem ser visualizadas na Figura 2. Observou-se que a adição de ZnO acelera o processo de degradação da azodicarbonamida. Porém, no caso da AZDC, mesmo na presença de ZnO a degradação inicia a uma temperatura elevada (~200°C). Hydrocerol e NaHCO<sub>3</sub> apresentaram significativa degradação na temperatura usual de processamento do PP, mostrando-se adequados para uso como agentes de expansão do PP.

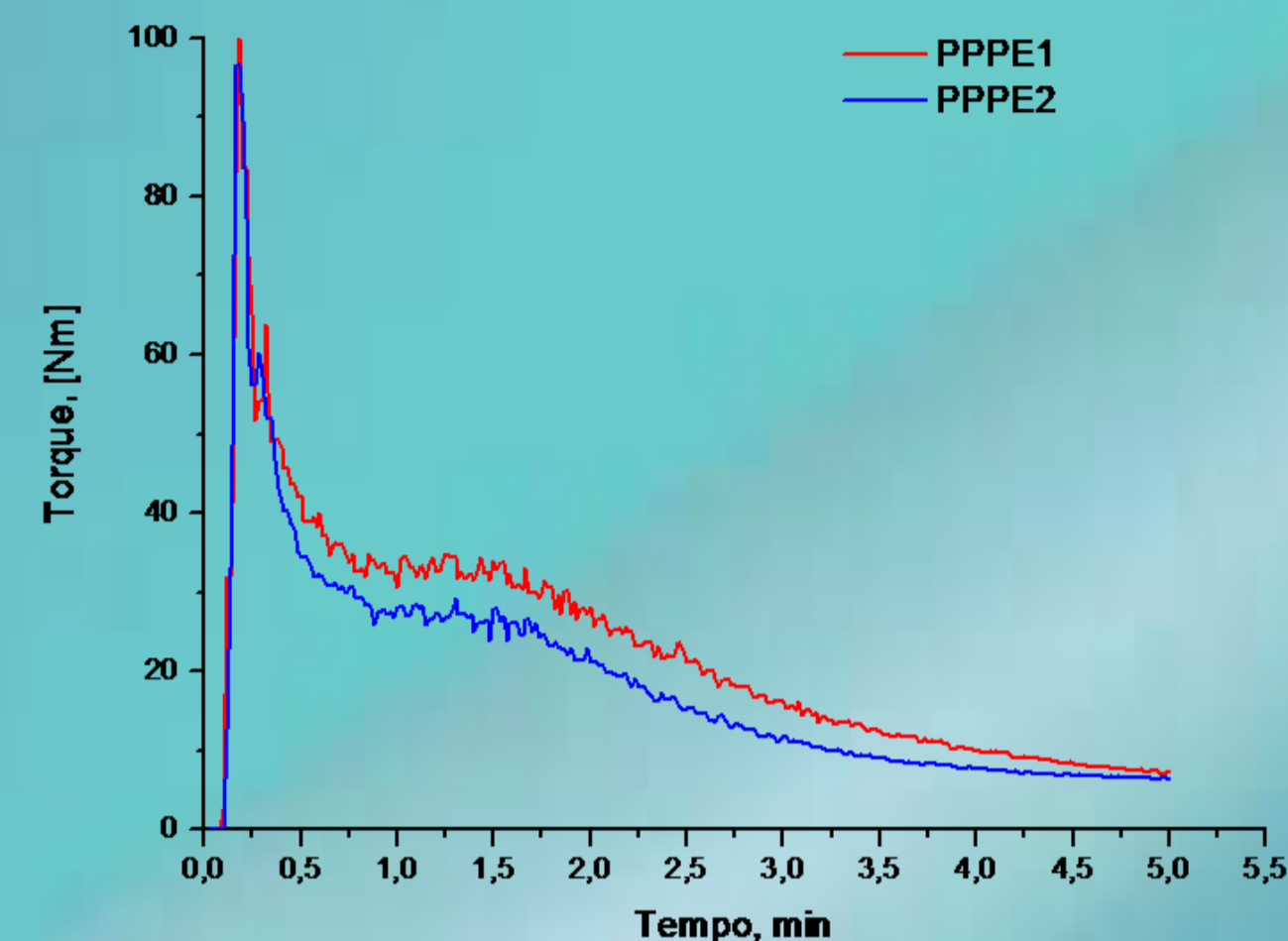
Tabela 2: Propriedades dos compósitos expandidos com expansores à base de bicarbonato de sódio

NaHCO <sub>3</sub> , g%	Hydrocerol, g%	Torque final, N.m	Densidade, g/cm <sup>3</sup>	Resistência à tração, MPa
0	1	7,6	0,80	20,3±1,0
0	3	7,8	0,70	14,8±1,9
1	0	6,9	0,88	19,5±1,9
3	0	8,0	0,78	15,8±1,8

Farinha de madeira (10g%); PP-MA (10g%); T=170°C; t=5min

Verificou-se que nos compósitos expandidos com expansores à base de bicarbonato de sódio (Tabela 2) a redução da densidade também provocou a diminuição da resistência à tração, sendo que, a utilização de 1% de Hydrocerol resultou na melhor relação propriedade mecânica/densidade. Esse resultado pode estar relacionado com a presença de PE na composição do Hydrocerol.

De acordo com a literatura, células mais uniformes e menores são geradas em matrizes de PP quando se adiciona PE a essas matrizes [3]. Assim, foram preparadas blendas de PP e PE, visando melhorar as características da matriz, dificultando a coalescência dos vazios formados na expansão. As curvas de torque das blendas PE/PP estão representadas na Figura 3. Pode-se verificar que, após cinco minutos de processamento, o torque dos sistemas não variou com o teor de PE, indicando que a viscosidade dos produtos é semelhante.



A análise morfológica das faces fraturadas criogenicamente foi feita através das imagens de MEV (Figuras 4 a 7). Foi observado que o Hydrocerol apresentou a melhor distribuição de vazios no compósito, tendo sido obtidas células fechadas de pequenas dimensões.

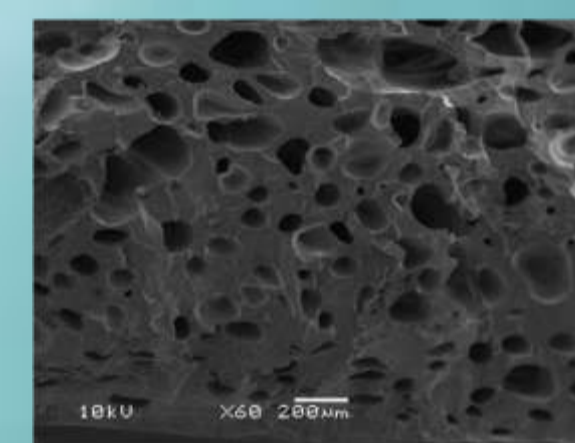


Figura 4: Micrografia do compósito expandido com 1% de Hydrocerol.

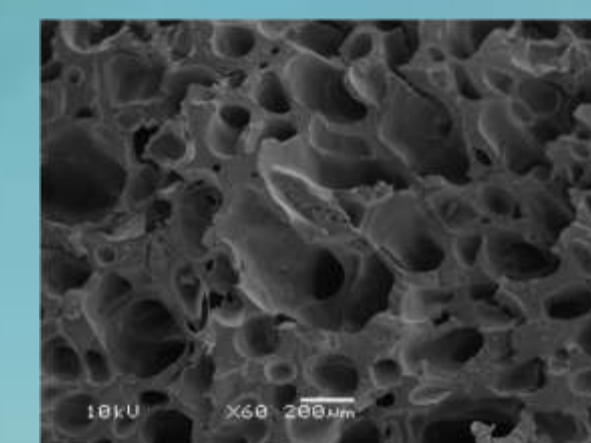


Figura 5: Micrografia do compósito expandido com 3% de Hydrocerol.

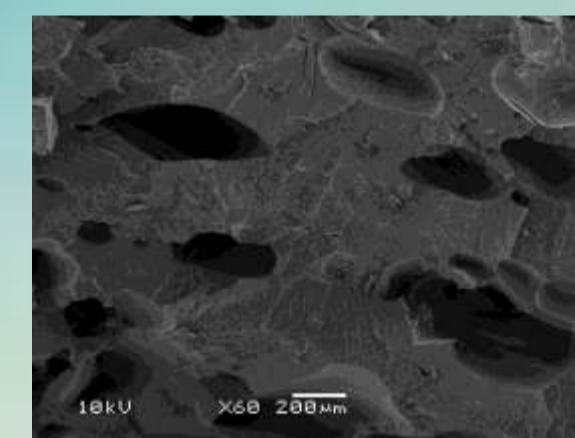


Figura 6: Micrografia do compósito expandido com Bicarbonato de Sódio 1%.

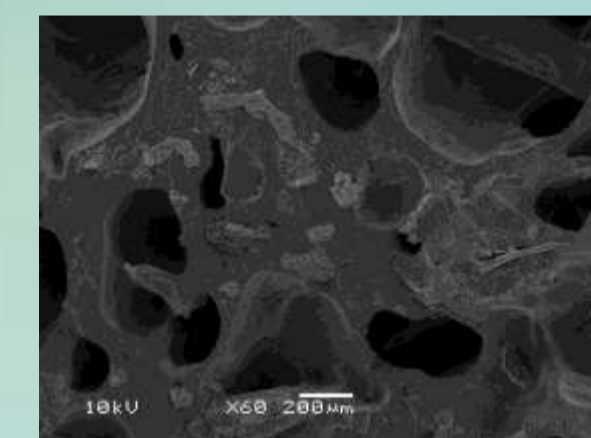


Figura 7: Micrografia do compósito expandido com Bicarbonato de Sódio 3%.

## Conclusão:

Pode ser observado que o aumento do agente de expansão diminuiu a densidade em todos os casos, entretanto a resistência a tração também diminuiu. Comparando os diferentes agentes de expansão, conclui-se que o Planagem, AZDC e Hydrocerol apresentaram melhores razões propriedades mecânicas/densidade. O expansor Hydrocerol produziu compósitos com a melhor distribuição de células, provavelmente devido à presença de PE na sua composição. A adição de PE à matriz de PP não produziu mudanças significativas na viscosidade dos produtos, após 5 minutos de processamento. de acordo com as curvas de torque obtidas. Novos experimentos precisam ser realizados utilizando as blendas de PP e PE como matriz, a fim de avaliar seu efeito sobre a morfologia, densidade e as propriedades mecânicas dos compósitos expandidos

## Referencias:

- [1] S.M.B.Nachtigall, G.S.Cerveira, S.M.L.Rosa, *Polym. Test.* 2007, 26(5), 619.
- [2] M. Moresco, Evelise F. Santos, Sônia M. B. Nachtigall XXI SIC, UFRGS - 2009
- [3] X.L.Jiang, T.Liu, L.Zhao, Z.M.Xu, W.K.Yuan, *J. Cell.Plast.* 2009, 45, 225.

## Agradecimentos:

BIC-UFRGS, CME, ARTECOLA.