

Estudo da influência de diferentes teores de CaCO_3 em compósitos poliméricos moldados

por RTM e RTM *light*

Fernando Sampert

fernando.sampert@ufrgs.br

André Cechin Garay, Sandro Campos Amico



1 Introdução

RTM e RTM *light* são processos de alta produção industrial de materiais poliméricos com reforços fibrosos. O RTM consiste na injeção de resina termorrígida pré-catalisada, onde há um reforço fibroso seco, geralmente de fibra de carbono ou de vidro, enquanto o RTM *Light* é um processo assistido por vácuo e com baixa pressão positiva. A resina mais utilizada nesse processo é a poliéster insaturada, pois possui baixa viscosidade, cura rápida e oferece boas propriedades mecânicas. Alguns tipos de cargas podem ser adicionadas a resina para reduzir custos ou incrementar propriedades, entre as mais usadas, destaca-se o carbonato de cálcio (CaCO_3).

2 Objetivo

Esse estudo visa entender as alterações na permeabilidade de reforços fibrosos de manta de vidro, teor de vazios e nas propriedades mecânicas dos compósitos influenciados por diferentes proporções de carbonato de cálcio (5, 10, 15 e 20%).

3 Procedimentos Experimentais

Os seguintes materiais foram usados e combinados de acordo com a Tabela 1:

- Resina: Resina poliéster insaturada ortoftálica, Elekeiroz.
 - Reforço: Manta de fibra de vidro-E com núcleo de PP 350/250/350 g/m^2 , Owens Corning.
 - Iniciador: *Peróxido de metil-etil-cetona* (P-MEK) - 3% em relação ao volume da resina.
- Carga: Carbonato de cálcio natural, ITAP C325.

Tabela 1: Nomenclatura das matérias primas para a resina pura, CaCO_3 , fibra de vidro e resina com diferentes teores de CaCO_3 .

Nomenclatura	Resina (P)	Proporção CaCO_3 (C)*	Fibra de vidro (G)**
P90/C0/G10	90	-	10
P85/C5/G10	85	5	10
P80/C10/G10	80	10	10
P75/C15/G10	75	15	10
P70/C20/G10	70	20	10
P100	100	-	-
P95/C5	95	5	-
P90/C10	90	10	-
P85/C15	85	15	-
P80/C20	80	20	-
P55/C20/B25	55	20	25

As medidas de permeabilidade foram realizadas em molde de aço inox (cavidade: 320 × 150 × 3,6 mm) com a parte superior em vidro para possibilitar a visualização do avanço da frente de fluxo do fluido. Uma câmera fotográfica digital capturava a posição da frente de fluxo com o tempo. Para determinar a permeabilidade do fluxo se utilizou a Lei de Darcy para infiltração retilínea com a seguinte fórmula (A):

$$t_{ff} = \frac{\varepsilon \cdot \mu}{2 \cdot K \cdot P_{inj}} \cdot x^2 \quad (A)$$

A densidade da resina pura e das amostras P90/C0/F10, P85/C5/F10, P80/C10/F10, P75/C15/F10 e P70/C20/F10 foram medidas pelo método de Arquimedes. Os teores de vazios das amostras P90/C0/F10, P85/C5/F10, P80/C10/F10, P75/C15/F10 e P70/C20/F10, foram determinados usando os valores de densidades medidos no item anterior, de acordo com a equação (A) abaixo.

$$V_V\% = 100 - 100 \cdot \rho_C \cdot \left(\frac{M_F}{\rho_F} + \frac{M_M}{\rho_M} + \frac{M_C}{\rho_C} \right) \quad (B)$$

Onde: $V_V\%$ fração volumétrica de vazios, ρ_C densidade dos compósitos, ρ_F da matriz, ρ_C do CaCO_3 , M_F frações em massa de fibras, M_M da matriz e M_C e do CaCO_3 .

Além da análise da permeabilidade, foram feitos ensaio de dureza Barcol em acordânica com a norma ASTM D2583 e o ensaio de tração dos compósitos foi realizado conforme a norma ASTM D3039-00.

4 Resultados & Discussões

Conforme pode ser observado na Figura 1, quanto maior o teor de CaCO_3 na resina, menor a permeabilidade do reforço e maior o tempo de preenchimento do molde. A diminuição da permeabilidade deve-se à presença de partículas de carbonato de cálcio entre as fibras, dificultando o fluxo da resina no meio fibroso.

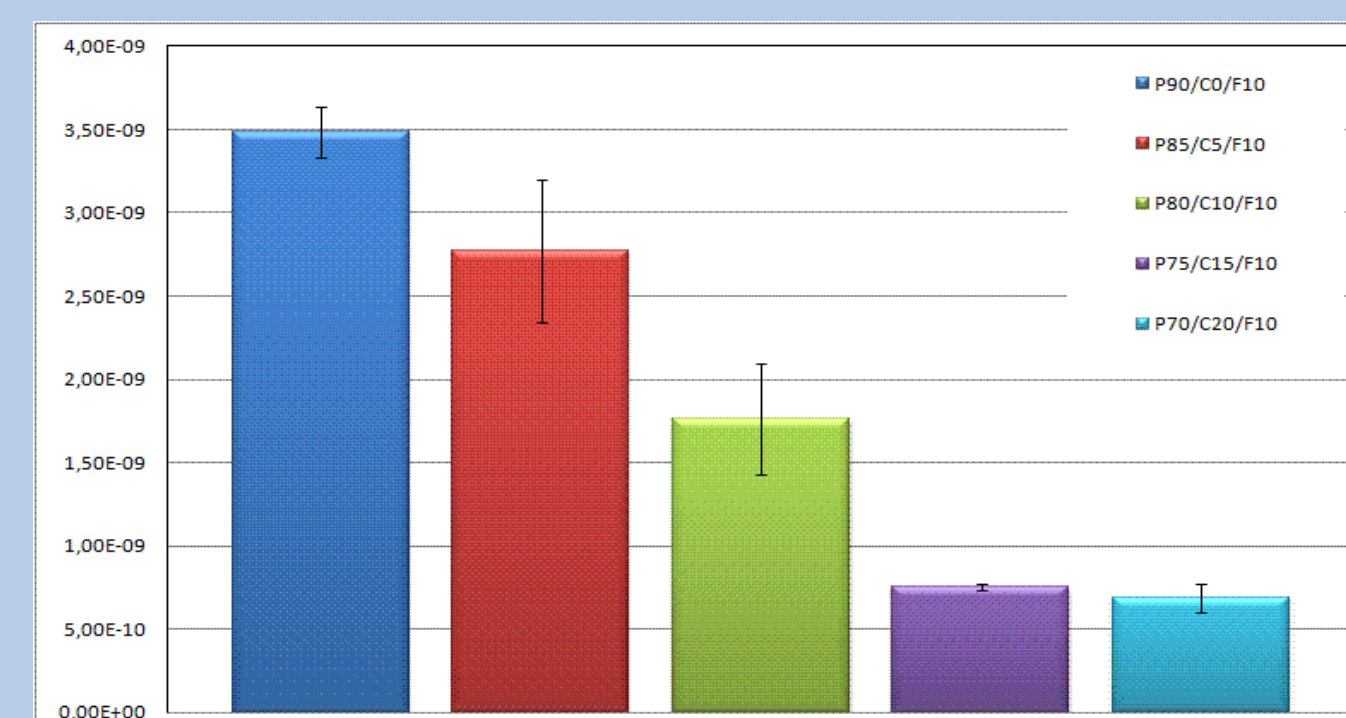


Figura 1 - Permeabilidade do reforço com núcleo de PP em função do teor de CaCO_3 na resina.

Os resultados indicam que com o aumento do teor de CaCO_3 , há um aumento de densidade no compósito final, pois o CaCO_3 possui uma densidade elevada de 2,82 g/cm^3 comparada com a da fibra que é 2,52 g/cm^3 e da resina que é de 1,19 g/cm^3 . A adição de CaCO_3 de carga não tem influencia no teor de vazios dos compósitos finais. Estes resultados podem ser explicados pelo uso do processo RTM *light*, que é auxiliado por vácuo interno.

Amostras	P90/C0/F10	P85/C5/F10	P80/C10/F10	P75/C15/F10	P70/C20/F10
Densidade (g/cm^3)	1,2264	1,3292	1,3855	1,4366	1,5153
Teor de vazios (%V _v)	0,9848	1,0170	0,9773	0,9858	0,9861

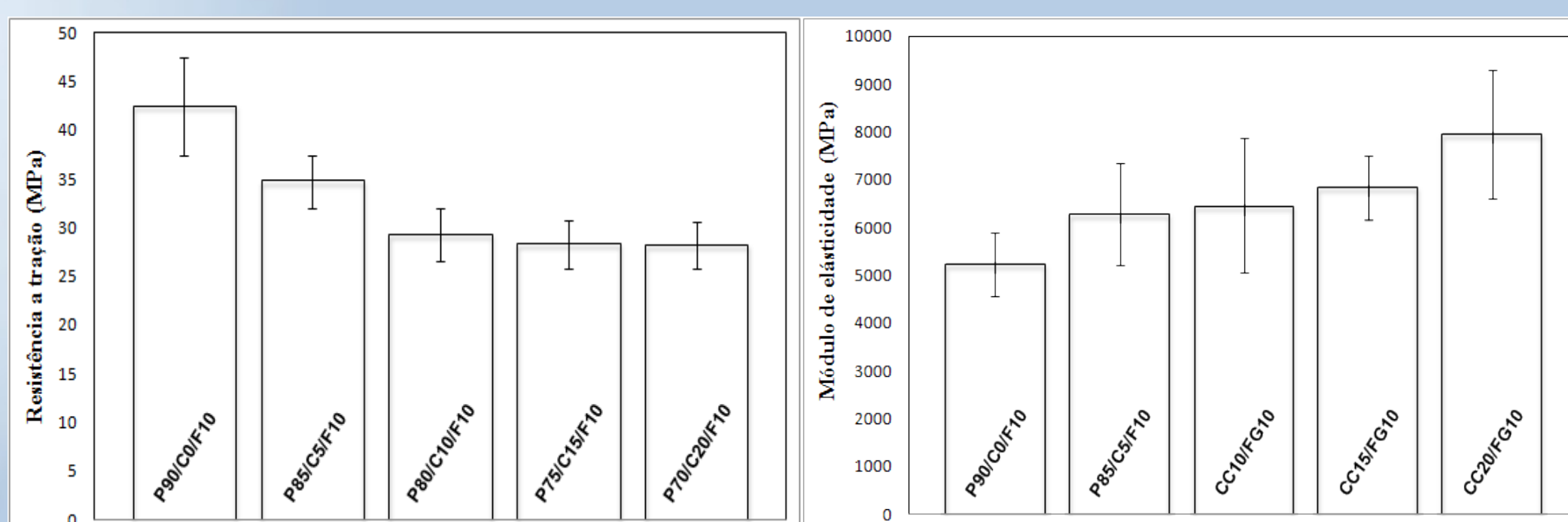
Em testes de dureza Barcol, observou-se que a dureza aumentou com a adição de CaCO_3 , pois o mesmo é um material inorgânico com dureza elevada, tornando o compósito mais duro, principalmente na sua superfície onde o volume de fibras é mais elevado.

	P90/C0/F10	P85/C5/F10	P80/C10/F10	P75/C15/F10	P70/C20/F10
Dureza Barcol	49 (±4.31)	52 (±4.03)	54 (±3.48)	55 (±3.51)	56 (±3.01)

Nos resultados dos ensaios de resistência ao impacto podem ser observados uma diminuição na resistência ao impacto com adição de CaCO_3 . Isto se deve ao fato de que o compósito fica mais rígido e frágil, com concentrações maiores de CaCO_3 , absorvendo menos energia durante o impacto e fraturando de forma frágil.

	P90/C0/F10	P85/C5/F10	P80/C10/F10	P75/C15/F10	P70/C20/F10
Resistência ao impacto (KJ/m^2)	49,98 (±4,03)	39,41 (±4,96)	34,95 (±3,94)	34,47 (±3,13)	33,92 (±2,16)

Verificou-se que a resistência à tração tem uma diminuição na força com a adição de CaCO_3 , uma vez que a partícula de carga está atuando como um concentrador de tensão na matriz do compósito. Verificou-se um aumento do módulo de elasticidade de tração em relação ao aumento do teor de CaCO_3 , como era esperado, pois o compósito torna-se mais rígido com



5 Conclusões

O trabalho ganha importância no sentido de mostrar o impacto da adição de CaCO_3 no processo de fabricação e os compósitos.

A melhoria de algumas propriedades como dureza e módulo de elasticidade associado com a piora de outras, tais como resistência ao impacto e resistência à tração devem ser avaliadas no desenvolvimento da material compósito. Assim, é possível desenvolver compósitos de baixo custo, com a adição de CaCO_3 , e com propriedades suficientes para sua aplicação.

6 Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, à CAPES e a UCS pelos ensaios mecânicos.