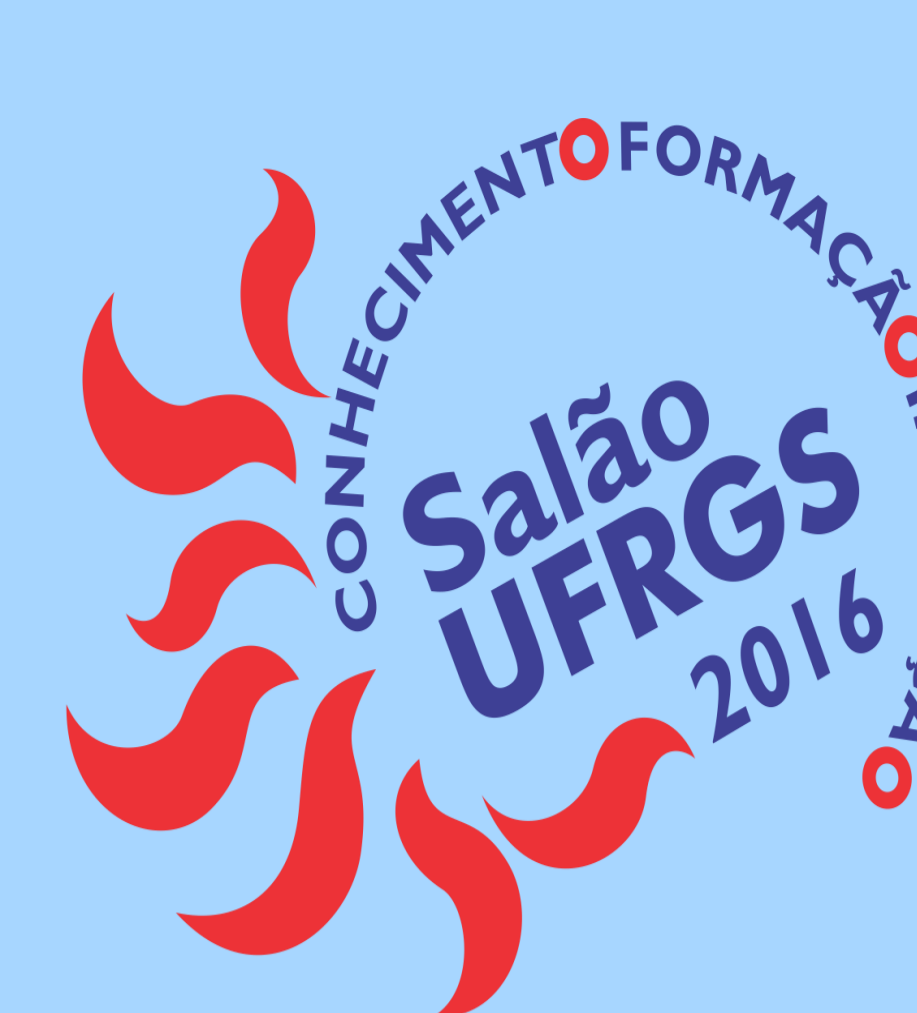


# Estudo da fabricação de compósitos poliméricos reforçados por fibras utilizando diferentes tipos de tecido de Kevlar visando o desenvolvimento de proteção balística veicular



Aluno: Pedro Henrique Lanfredi  
Orientador: Sandro Campos Amico



paz no plural

## 1 INTRODUÇÃO

Um compósito é constituído de duas ou mais fases, cujo desempenho e propriedades mecânicas, tais como dureza e tenacidade, são superiores aos materiais constituintes quando agindo de forma independente. Neste sentido, esse trabalho explorou o desenvolvimento de compósitos poliméricos utilizando processamento por moldagem líquida por transferência de resina (RTM) e infusão a vácuo (IV) para aplicações na blindagem de carros de combate (Fig. 1). Todos os métodos tiveram o fim de analisar as características mais adequadas para o compósito com essa finalidade.



Fig. 1 – Carro de combate

## 2 METODOLOGIA

➤ Moldagem por RTM (Fig. 2): foi utilizada uma pressão constante de 0,4 bar e uma temperatura de 28 °C. Ao todo, 6 placas foram produzidas com três tipos diferentes de tecido de aramida, denominados Kevlar S7 (4 camadas), S5 (9 camadas) e S3 (4 camadas).

➤ Análise por microscopia ótica (MO): amostras da seção transversal da placa foram retiradas e embutidas na resina epóxi.

➤ Os ensaios de tração (Fig. 3) e flexão (Fig. 4) na resina foram realizados de acordo com as normas ASTM D790 e ASTM D638 utilizando a máquina de ensaio universal, INSTRON, com célula de carga de 5 kN;

➤ Também foram conduzidas moldagens preliminares por IV (Fig. 5) nas quais foram variadas as quantidade de camadas do reforço (6, 8, 10, 13, 15, 18 e 20 camadas). Foi utilizada uma pressão de injeção de -0,1 bar e pressão de compactação variando -0,1 a cada 5 minutos até -0,5 bar, mantendo a temperatura de 28 °C.



Fig. 2 – Moldagem por RTM

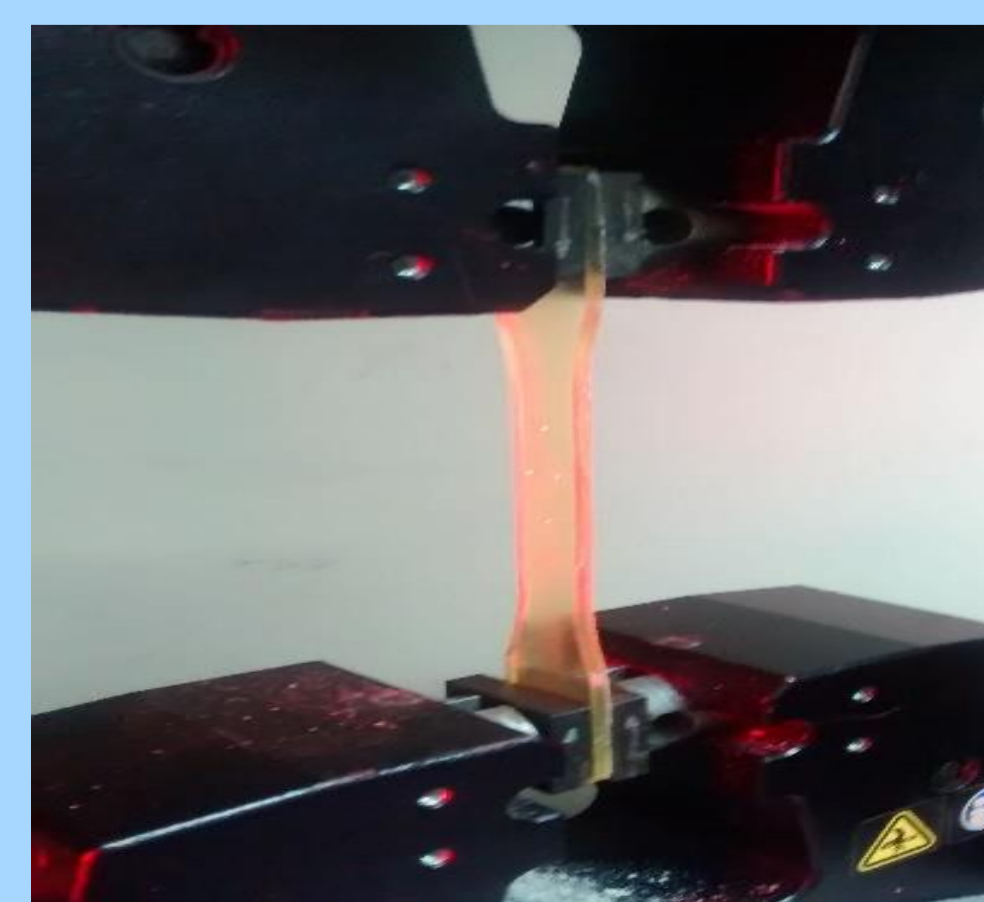


Fig. 3 – Ensaio de tração



Fig. 4 – Ensaio de flexão



Fig. 5 – Moldagem por IV

## 3 RESULTADOS

➤ Moldagens por RTM:

A Fig. 6 apresenta as imagens da seção transversal dos compósitos obtidas através da análise por MO.

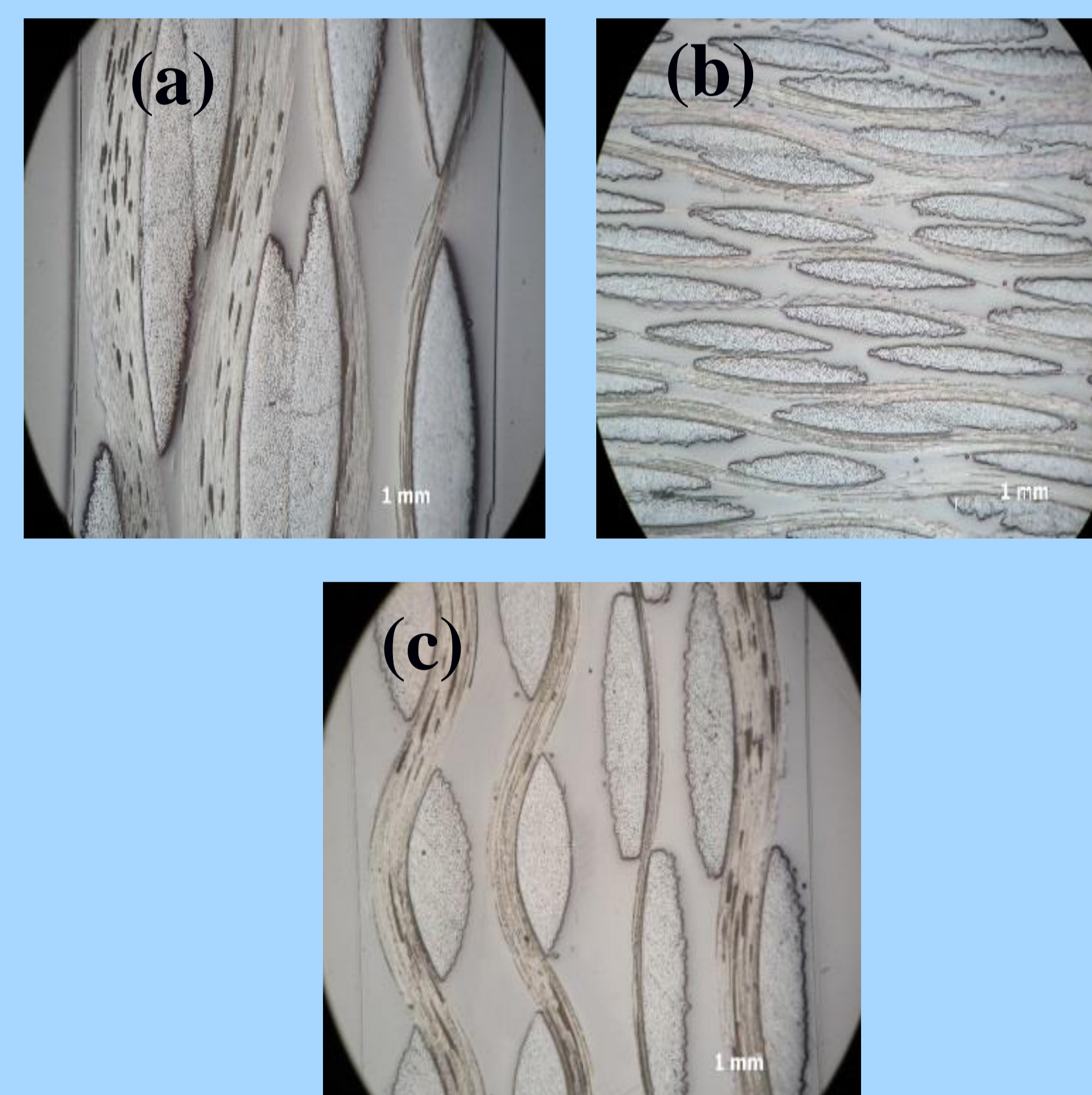


Fig. 6 - (a) CS7, (b) CS5 e (c) CS3.

A partir das imagens das microscopias obtidas, pôde-se observar que os compósitos apresentaram boa qualidade, pois apresentam baixos teores de vazio.

➤ Os valores de permeabilidades dos tecidos S7, S5 e S3, obtidos durante a moldagem por RTM, estão apresentados na tabela abaixo:

Tabela 1 :

	K1	K2	K1/K2
S7	4.82433E-10 m <sup>2</sup>	3.22908E-10 m <sup>2</sup>	0,67
S5	2.91044E-11 m <sup>2</sup>	2.61453E-11 m <sup>2</sup>	0,90
S3	3,29014E-10 m <sup>2</sup>	2,87496E-10 m <sup>2</sup>	0,87

De acordo com os valores apresentados na tabela, podemos perceber que a permeabilidade do tecido S7 foi maior tanto em K1 (eixo x) quanto em K2 (eixo y).

➤ Análise da Resina Epóxi:

Os valores obtidos no ensaio de tração e flexão da resina epóxi estão apresentados na tabelas abaixo:

Tabela 1 - Valores obtidos através do ensaio de tração na resina:

	Resistência (MPa)	Módulo (GPa)
Teórico	73,8	3,2
Prático	63,2 ± 10	2,8 ± 0,3

Tabela 2 - Valores obtidos através do ensaio de flexão na resina:

	Resistência (MPa)	Módulo (GPa)
Teórico	119,3	2,7
Prático	164,3 ± 20,5	4,7 ± 0,7

## 4 CONCLUSÃO

➤ De acordo com as microscopias, pode-se concluir que os tecidos utilizados são apropriados para o seguimento do trabalho em virtude de sua qualidade;

➤ Observou-se que os dados obtidos da resina condizem com as informações apresentadas pelo fabricante.

➤ E por último, a permeabilidade do tecido S7 foi maior tanto no eixo x quanto no eixo y, por isso, durante seu processamento, foi o tecido que menor tempo levou para finalizar a injeção. Como essa pesquisa visa à fabricação de placas espessas, esse tecido, por possuir uma maior permeabilidade e com isso maior facilidade de processamento, é o mais indicado para essa finalidade.

Agradecimentos:

