

# ANÁLISE AVANÇADA DE COMPÓSITOS VIDRO-R/EPÓXI SUBMETIDOS A CARGAS DE IMPACTO

AUTOR: LUIS GUILHERME GIERUS REICHWALD

ORIENTADOR: Prof. Dr. SANDRO CAMPOS AMICO

## INTRODUÇÃO

Compósito estrutural é um sistema de material constituído de duas ou mais fases em uma escala macroscópica. Um dos métodos de processamento para a fabricação desses materiais é a infusão a vácuo. Que tem como principal vantagem a produção de peças muito resistentes e leves, e com elevados teores de fibra. Dentre as propriedades de resistência mecânica, a resistência ao impacto é uma das que mais tem chamado atenção, devido à possibilidade de obter materiais com resistência ao impacto específica extremamente elevada

Assim, essa pesquisa visa estudar o uso de compósitos laminados constituídos de fibra de vidro-R e resina epóxi. E avaliar a qualidade dos compósitos produzidos a partir de ensaios mecânicos.

## METODOLOGIA

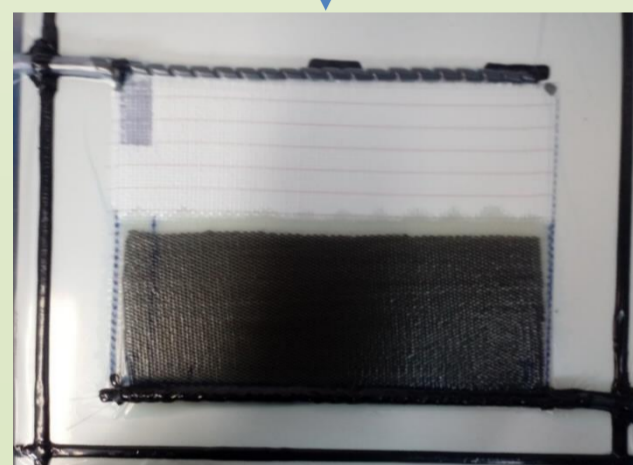
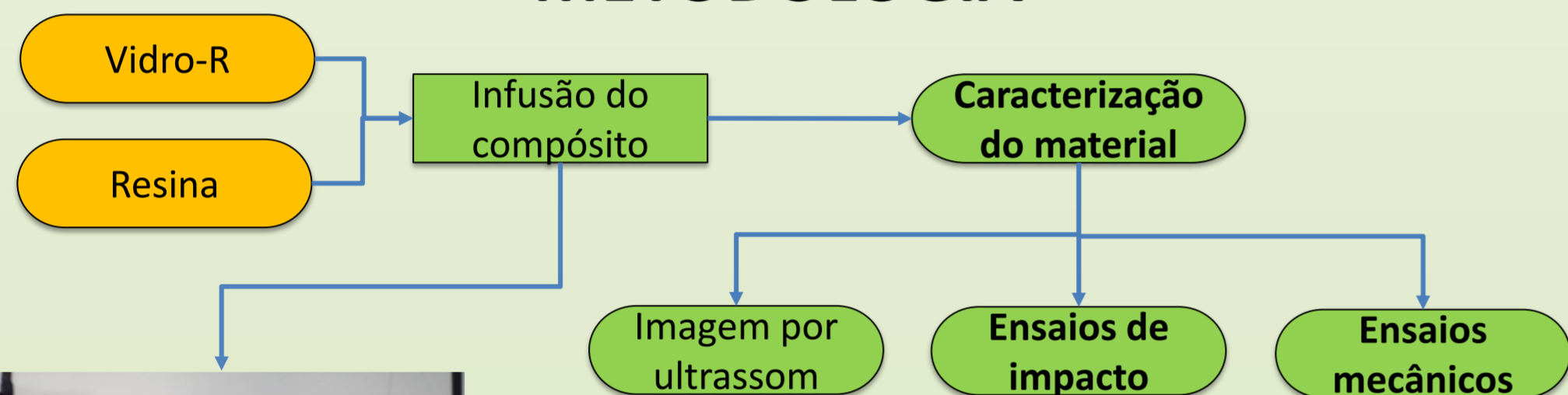


Figura 1 – Processo de infusão

| Número de camadas | Espessura (mm) | Ensaio      |
|-------------------|----------------|-------------|
| 4                 | 2,5            | Drop weight |
| 7                 | 4              | Drop weight |
| 11                | 6              | e balístico |
| 15                | 8,5            | Balístico   |
| 19                | 10,5           |             |

Tabela 1 – Relação número de camadas e espessura para os ensaios de impacto

| Nº de camadas | Ensaio mecânicos               | Norma (ASTM) |
|---------------|--------------------------------|--------------|
| 5             | Tração                         | D3039        |
|               | Open Hole                      | D5766        |
|               | Flexão                         | D790         |
|               | Compressão                     | D6641        |
|               | Cisalhamento V-notch           | D7078        |
|               | QSI (Quasi Static Indentation) | D6264        |

Tabela 2 – Ensaio mecânicos e suas normas

## Ensaio mecânicos

| Ensaio       | Propriedade                        |     | Média ± Desvio Padrão |
|--------------|------------------------------------|-----|-----------------------|
| Tração       | Módulo de Elasticidade             | 0°  | 27093 ± 2877          |
|              |                                    | 90° | 29699 ± 981           |
|              | Resistência Máxima à Tração        | 0°  | 490,5 ± 40,9          |
|              |                                    | 90° | 528,0 ± 31,7          |
| Open Hole    | Resistência Máxima à Tração        | 0°  | 364,73 ± 10,1         |
|              |                                    | 90° | 390,6 ± 17,9          |
| Flexão       | Módulo de Flexão                   | 0°  | 23701 ± 862           |
|              |                                    | 90° | 23700 ± 1944          |
|              | Resistência Máxima à Flexão        | 0°  | 494,5 ± 20,5          |
|              |                                    | 90° | 475,6 ± 14,5          |
| Compressão   | Resistência à Compressão           | 0°  | 242,6 ± 35,6          |
|              |                                    | 90° | 248,6 ± 12,7          |
| Cisalhamento | Módulo de Cisalhamento             | -   | 5357 ± 1957           |
|              | Resistência Máxima ao Cisalhamento | -   | 6020,1 ± 775,0        |

Tabela 3 – Resultados dos ensaios mecânicos de tração, Open hole, flexão, compressão e cisalhamento.

**-Ultrassom:** Pela imagem do ultrassom foi possível verificar que todos os compósitos apresentam uniformidade na quantidade de resina distribuída ao longo das placas.

**-Ensaio mecânicos:** Pode-se verificar que mesmo o tecido sendo bidirecional balanceado, as propriedades sofrem uma leve variação quando se trata da resistência máxima em tração do material, o que não deveria ocorrer.

-Os ensaios de QSI mostraram que a carga máxima média do material foi de  $9,09 \pm 0,6$  kN com um deslocamento máximo do indetador de 11,2 mm na amostra.

**-Ensaio balístico:** Um projétil calibre .357 Magnum não conseguiu perfurar o compósito de 19 camadas, já o projétil 9 mm Luger não foi capaz de perfurar um compósito de 15 camadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Ensaio balístico

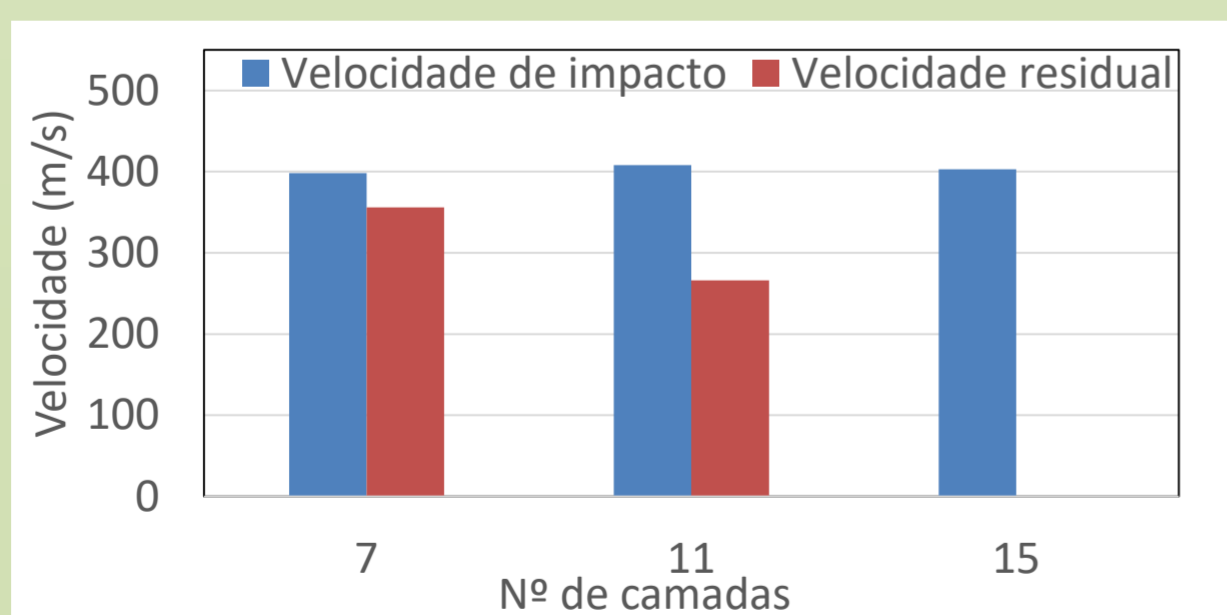


Figura 2 – Gráfico ensaio balístico com projétil 9 mm Luger

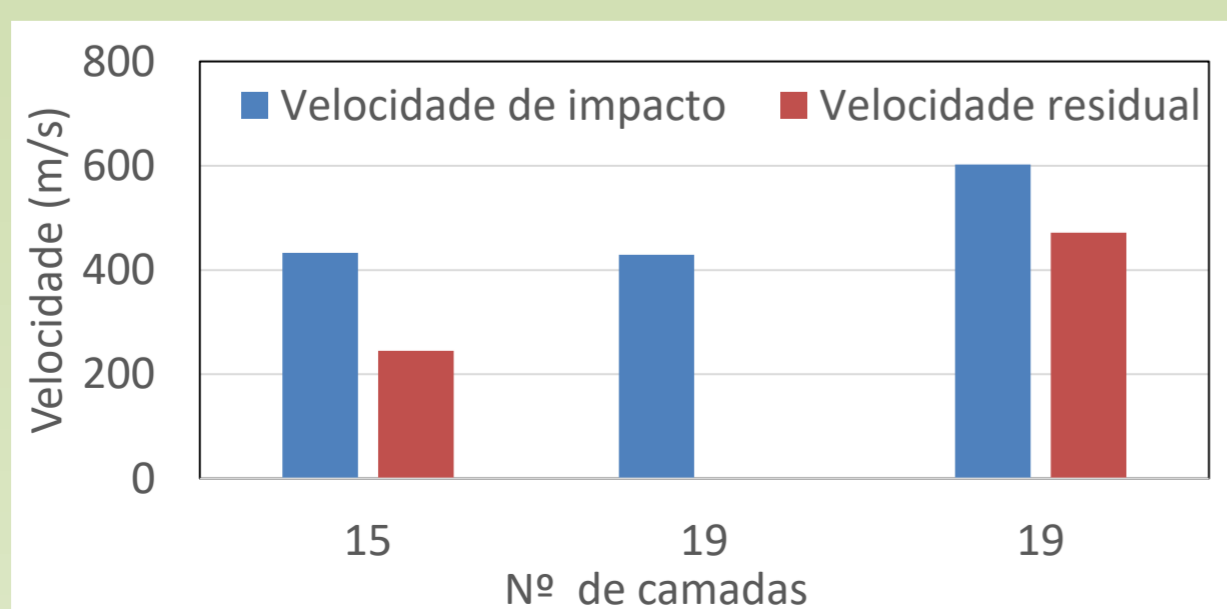


Figura 3 – Gráfico ensaio balístico com projétil .357 Magnum

## CONCLUSÃO

- É possível a obtenção de laminados com fibra de vidro-R e resina epóxi através do processo de infusão à vácuo, com boa homogeneidade e reprodutibilidade do processo, mesmo alterando o número de camadas de fibra.
- Também foi possível constatar o excelente desempenho deste material quando requisitado em carregamentos de impacto, tanto de baixa quanto de alta velocidade, demonstrando ser um material viável para aplicações de proteção balística.