

## 5 Conclusões e Sugestões para Trabalhos Futuros

### 5.1. Conclusões

Imagens de tubos de material compósito (matriz polimérica reforçada por fibras de vidro) obtidos pelo mesmo processo de fabricação - enrolamento filamentar - mas com configurações de enrolamento e origem distintas, foram capturadas em MEV e analisadas após processamento digital.

A técnica de enrolamento filamentar foi dominada e implementada em equipamento próprio. Esta é uma contribuição técnica relevante da presente dissertação.

Na primeira metodologia de caracterização microestrutural apresentada, desenvolvida a partir da imagem de uma amostra pertencente a um tubo fabricado em equipamento próprio, com configuração circunferencial de enrolamento, os parâmetros selecionados foram obtidos com sucesso. A metodologia se mostrou eficaz quanto à sua abrangência de aplicação, fornecendo resultados de mesma qualidade para outras imagens, todas oriundas de amostras da mesma natureza da utilizada para o desenvolvimento. A distribuição de tamanhos e formas, bem com a fração de área ocupada pelas fibras de vidro, foram obtidas automaticamente. Esta é uma contribuição metodológica relevante da presente dissertação.

Para a segunda metodologia, também apresentada em [27], e que foi elaborada para a análise da imagem de uma amostra retirada de um tubo comercial, de configuração de enrolamento complexa, um objetivo inovador foi proposto e alcançado: a identificação das várias camadas de fibras, das quais foram obtidos os ângulos de enrolamento e os diâmetros médios. A aplicação desta metodologia é restrita, não podendo ser utilizada exatamente como implementada para a análise de compósitos com outra configuração de fibras. Tal característica, no entanto, não diminui a sua importância para o avanço da caracterização de materiais compósitos, e nem a impede de se tornar uma referência para análises posteriores, fazendo-se adaptações no procedimento desenvolvido em função das características particulares de cada compósito.

Os mosaicos utilizados como imagens de entrada para o processamento mostraram sua importância. Enquanto extremamente úteis para a caracterização do material de configuração mais simples, fornecendo, entre outras vantagens, uma visualização mais abrangente do material e agilidade de processamento, mostraram-se imprescindíveis para a caracterização do material mais complexo. Caracterizações locais não poderiam descrever a organização global do enrolamento, e conseqüentemente, a descrição detalhada de cada camada e de suas posições relativas. Destaque deve ser dado à captura manual de um dos mosaicos, que embora trabalhosa e inviável de ser realizada em escala, forneceu uma imagem de boa qualidade e viabilizou o desenvolvimento de uma metodologia inovadora. Esta é uma das principais contribuições da presente dissertação.

Cabe observar também que, muito embora todo o trabalho tenha sido desenvolvido com base em imagens oriundas de tubos fabricados por enrolamento filamentar, os conhecimentos nele desenvolvidos são plenamente aplicáveis a grande maioria dos materiais compósitos, sejam eles obtidos por outros processos de fabricação ou ainda pela combinação de materiais diferentes dos utilizados para a fabricação dos tubos aqui apresentados.

## **5.2.Sugestões para Trabalhos Futuros**

Para trabalhos futuros, as seguintes sugestões são apresentadas:

- Realização de ensaios mecânicos em amostras de tubos fabricados por Enrolamento Filamentar e cujas microestruturas tenham sido caracterizadas por análise de imagem, buscando a obtenção da correlação propriedades mecânicas/microestrutura;
- Análise da microestrutura de amostras retiradas ao longo do comprimento de tubos fabricados por enrolamento filamentar, de forma a se avaliar a homogeneidade da deposição das fibras.