

5

Conclusões e Recomendações para Trabalhos Futuros

5.1. Conclusões

As principais conclusões da presente tese foram:

- 1- A pesquisa de N. Yang e co-atores [33] foi reproduzida com sucesso: Os resultados obtidos no trabalho de tese coincidem com os principais resultados reportados, demonstrando que o uso do algoritmo de sequência por adição randômica (RSA), com um adequado suporte estatístico é suficiente para gerar e estudar ensembles espaciais homogêneos e randômicos (RHE).
- 2- A área de validade dos resultados principais de N. Yang e co-autores foi ampliada usando a metodologia proposta na seção 2.4.2. O resultado é a incorporação de toda a área onde o número de partículas em ensembles RHE é menor que 878 e 1440, na faixa de concentração de 0 a 25% (ver Figura 36). Na área estudada foram sugeridos limites definidos além dos quais o valor do Cov_{dmean} deixa de ser confiável para a identificação de um ensemble RHE.
- 3- É sugerido um critério, derivado do resultado implícito na conclusão anterior, para o tamanho mínimo dos campos locais em que vai ser estudada a presença de um RHE mediante a determinação do Cov_{dmean} . O critério é automaticamente aplicável ao refinamento eficiente de mapas de Cov_{dmean} .
- 4- Foi desenvolvida e apresentada uma nova ferramenta: “mapas de Cov_{dmean} ”, que permite estudar a presença de distribuições espaciais características em campos locais de uma imagem. Ela também pode ser usada como um segundo critério para conferir o caráter randômico e homogêneo da distribuição de corpos num ensemble com $Cov_{dmean} = \sim 0.36$ (valor global).

- 5- Foram apresentados resultados de testes virtuais utilizando o software OOF2 para determinar o módulo de Young transversal em peças virtuais e reais de materiais compósitos de fibras alinhadas e infinitas. Os resultados, mesmo ainda parciais e pouco conclusivos, evidenciam o potencial envolvido neste tipo de metodologia para estudar a ocorrência de fenômenos localizados de falha ou ruptura. Por exemplo, a nucleação de uma trinca no interior de uma peça de material compósito deformada, relacionando sua localização e ocorrência com as características da distribuição espacial dos corpos do material de reforço.

5.2.Recomendações

Baseado nos resultados obtidos é possível sugerir alguns trabalhos futuros.

- 1- Desenvolver um algoritmo superior para criar ensembles com distribuição randômica e homogênea (RHE), mediante o refinamento de ensembles criados por RSA, usando uma rotina do método de metrópolis ou outro método igual ou superior.
- 2- Usar o algoritmo superior recomendado no item anterior para reproduzir os principais resultados de N. Yang e co-atores [33] e estender sua área de validades, aplicando a mesma metodologia proposta na presente tese (seções 2.4.1 e 2.4.2).
- 3- Desenvolver uma ferramenta computacional que permita realizar uma análise completa e automatizada da distribuição espacial de corpos em imagens 2D reais e virtuais, integrando rotinas para determinar todos ou a maior quantidade dos parâmetros espaciais definidos na seção 1.4:
 - a. Medidas de frequência espacial, com suas diversas variantes.
 - b. Área da célula.
 - c. Fração de área local.
 - d. Número de vizinhos mais próximos.
 - e. Distância até o vizinho mais próximo.
 - f. Média da distância aos vizinhos mais próximos (já implementada: seção 2.2).

- 4- Programar rotinas que permitam criar mapas de campos locais de cada um dos parâmetros espaciais listados no item anterior. Explorar as potencialidades e possíveis aplicações destes mapas.
- 5- Continuar explorando as potencialidades do OOF2 para a implementação de testes virtuais que permitam relacionar as características da distribuição espacial do reforço em materiais compósitos com propriedades do material e com fenômenos internos como a nucleação de trincas, etc. Com este propósito se propõe avançar considerando os seguintes pontos:
 - a. Desenvolver e realizar testes virtuais para determinar outras propriedades do material, além do módulo de Young.
 - b. Explorar a ferramenta oferecida pelo software para visualizar mapas de quantidades físicas em toda a área transversal, uma vez alterada a peça.
 - c. Observar e estudar outros softwares de elementos finitos com o fim de substituir o OOF2 caso seja conveniente.