

1

Introdução

Os compósitos são um tipo especial de material que, devido a suas características estruturais, têm uma grande versatilidade, exibindo um espectro amplo de propriedades, o que pode ser aproveitado para elaborar peças com performances realmente especiais. É por isto que o uso dos materiais compósitos no mercado de aplicações de alta performance estrutural vem aumentando a cada ano, sendo já um tipo de material com preponderância nessa área. Também é um fato que materiais compósitos estão cada vez mais substituindo materiais tradicionais usados para fabricar objetos e dispositivos comuns na vida diária.

Estes tipos de materiais freqüentemente contêm um (às vezes mais de um) dos seus materiais componentes formando uma fase dispersa (reforço) em forma de partículas ou fibras no interior de outro material componente (matriz). É um fato conhecido que as características da distribuição espacial do reforço num compósito têm uma estreita relação com as propriedades do material e com o desempenho da peça final (Figura 1). Neste sentido, a caracterização e o controle da distribuição espacial e/ou dispersão da carga no volume da matriz é um problema importante no qual atualmente se trabalha em vários frentes.

Para caracterizar e estudar a distribuição espacial do reforço existem várias técnicas para as quais se definem vários parâmetros geométrico-matemáticos denominados “parâmetros de distribuição”. Estes parâmetros são determinados mediante um adequado processamento digital e matemático de imagens da estrutura interna do material. Eles podem servir como ponte ou ponto de controle entre as variáveis de processamento do material e suas propriedades finais (Figura 1), como se poderá concluir no parágrafo a seguir.

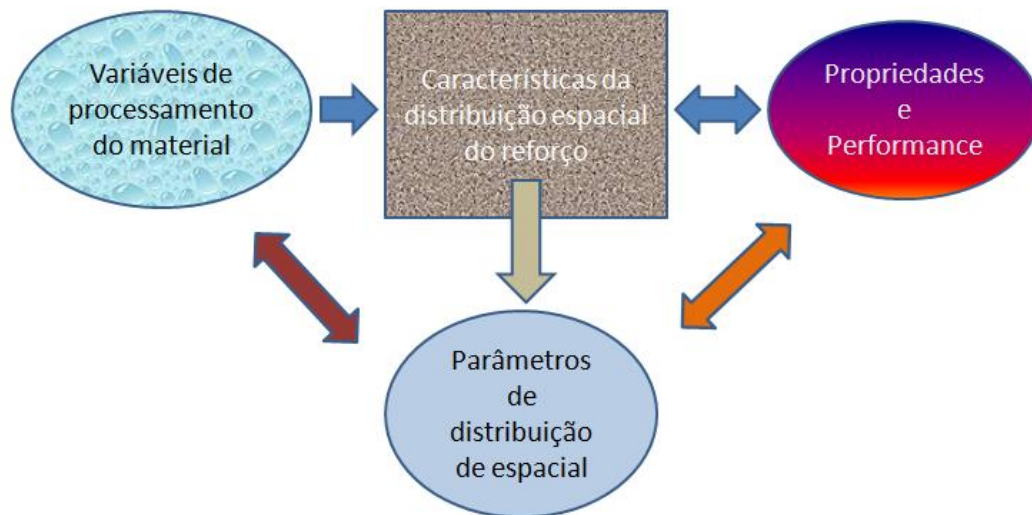


Figura 1 – Esquema de relação entre os parâmetros de distribuição espacial, as variáveis de processamento e as propriedades do material.

Um das frentes de pesquisa importantes na área de materiais compósitos é tentar controlar e/ou monitorar o processo de dispersão envolvido nas etapas de processamento do material, relacionando as variáveis de processamento (temperatura, pressão, etc) com os parâmetros de distribuição medidos a partir imagens da estrutura interna (Figura 1- seta dupla vermelha). Outra frente ou foco de pesquisa importante trabalha estabelecendo relações empíricas entre os parâmetros de distribuição e determinadas propriedades do material ou desempenho da peça (Figura 1- seta dupla laranja). Uma terceira frente, de corte mais teórico, tem os mesmos objetivos das duas frentes anteriores, mas trabalhando com base em simulações: simulando processos reais de dispersão para obter imagens virtuais da estrutura de compósitos; e/ou por outro lado, estimando propriedades de materiais mediante ensaios virtuais, tentando estabelecer um vínculo com as características da distribuição espacial da carga.

Para trabalhar em qualquer das frentes anteriores, a etapa de caracterização da distribuição espacial é fundamental. Para este fim existem varias técnicas e metodologias propostas na literatura que envolvem a determinação e o processamento de determinados parâmetros espaciais. No entanto, varias destas técnicas são relativamente recentes, razão pela qual ainda possuem limitações e faixas de aplicabilidade limitadas. Paralelamente, é muito importante considerar que a tecnologia digital e computacional necessária para aplicar estas técnicas tem estado e está constante e rapidamente evoluindo. Este fato supõe (impõe) a

necessidade de aperfeiçoamento, renovação e/ou adaptação das técnicas e ferramentas usadas para caracterizar a distribuição espacial de partículas em imagens, assim como a criação de técnicas novas que permitam aproveitar ou assumir as novas vantagens e/ou condições que as novas tecnologias digitais e cibernéticas trazem.

Baseado nessas motivações, o presente trabalho de tese se propõe a aprofundar na técnica que usa o coeficiente de variação da distância média aos vizinhos mais próximos $Cov(d_{mean})$ como parâmetro de caracterização da distribuição da carga em compósitos. Nesse sentido, são objetivos deste trabalho pesquisar os limites de uso deste parâmetro para a identificação de distribuições randômicas e homogêneas de partículas em imagens 2D. Para realizar este estudo foi necessário desenvolver diferentes códigos de programação com o fim de simular imagens de configurações espaciais características de corpos (distribuição randômica e homogênea de corpos, presença de clusters, zonas de exclusão), e caracterizá-las.

Também, como parte do trabalho desta tese, é desenvolvida e exposta uma nova ferramenta computacional que permite estudar a distribuição espacial em campos locais: “mapas de $Cov_{d_{mean}}$ ”. Esta ferramenta tem um potencial importante devido ao fato de que na atualidade os avanços na tecnologia da informática e da microscopia digital tornam possível a obtenção e a manipulação de imagens com maior resolução e com cada vez mais carga de informação. Estes avanços supõem o uso e a manipulação de imagens de campos de grandes dimensões, tornando assim cada vez mais importante a necessidade de ferramentas automatizadas para a análise de campos locais.

Por outro lado, o uso de softwares de elementos finitos para implementar experimentos virtuais que permitam estimar propriedades em materiais é uma área relativamente nova. A cada dia que passa, são criados softwares novos e mais sofisticados que permitem desenvolver experimentos virtuais mais complexos. Particularmente, as experiências na aplicação deste tipo de testes virtuais em materiais compósitos particulados ou com fibras são especialmente recentes, devido à grande capacidade computacional de cálculo exigida por um teste virtual neste tipo de materiais, que possuem uma estrutura interna complexa comparada com outros materiais tradicionais. Neste quadro, e também relacionado com o exposto em parágrafos anteriores, se insere mais uma parte do trabalho

apresentado neste documento de tese: nela é desenvolvida e apresentada uma metodologia em que se usa o software de elementos finitos OOF2 para a implementação de ensaios virtuais que permitam relacionar propriedades de materiais compósitos com as características da distribuição espacial do reforço (fibras).