

## **Aplicação da técnica de correlação de imagens digitais em um material modelo submetido à variação de temperatura**

**Bruno de Lima Vieira, Igor Paganotto Zago,  
Ricardo Afonso Angélico**

Escola de engenharia de São Carlos/Universidade de São Paulo

brunolimavieira@usp.br

### **Objetivos**

A incompatibilidade das propriedades termomecânicas pode levar à falha do material quando esse é submetido a variações de temperatura [1, 2]. A investigação experimental de tais fenômenos é complexa, e o monitoramento por meio de técnicas não-invasivas é bem-vindo. Em particular, a técnica de correlação de imagens digitais (CID) permite a avaliação dos campos de deslocamento e deformação, fornecendo informações para uma melhor compreensão do comportamento do material. Nesse contexto, a presente pesquisa visa avaliar o comportamento de trincas de um compósito modelo submetido a variações de temperatura usando a técnica de CID.

### **Metodologia**

Para realizar os testes experimentais, Zago utilizou um forno instrumentado que possibilitou a aplicação da técnica de Correlação de Imagens Digitais (CID). Essa técnica foi essencial para visualizar e quantificar os campos de deslocamento e deformação nas amostras analisadas. A aplicação da técnica de CID foi realizada com o auxílio do software Correli 3.0 [3].

O corpo-de-prova testado consiste em uma inclusão de latão envolvida por uma matriz de alumina. O teste experimental foi conduzido a partir de 40 °C até 250 °C. Como o

coeficiente de expansão térmica da inclusão é maior do que o da matriz, são esperados padrões de trincas radiais nessa configuração.

Durante os experimentos, duas regiões de interesse específicas foram selecionadas dentro das amostras, conforme mostrado na Figura 1. Essas regiões foram escolhidas para a análise dos principais componentes de deformação, permitindo uma compreensão mais profunda do comportamento termomecânico de materiais heterogêneos bifásicos submetidos a variações de temperatura.

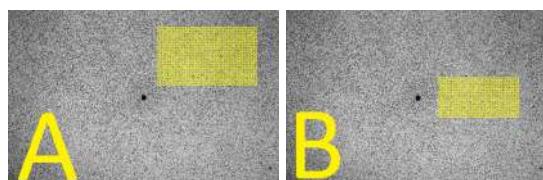


Figura 1: Região de interesse A e B

Para aprimorar as análises, foram utilizadas várias malhas com diferentes tamanhos de elementos, como visto na Figura 2. Essa abordagem permitiu uma análise detalhada, enriquecendo significativamente os resultados obtidos e proporcionando uma melhor compreensão dos fenômenos de nucleação e propagação de trincas nesses materiais.

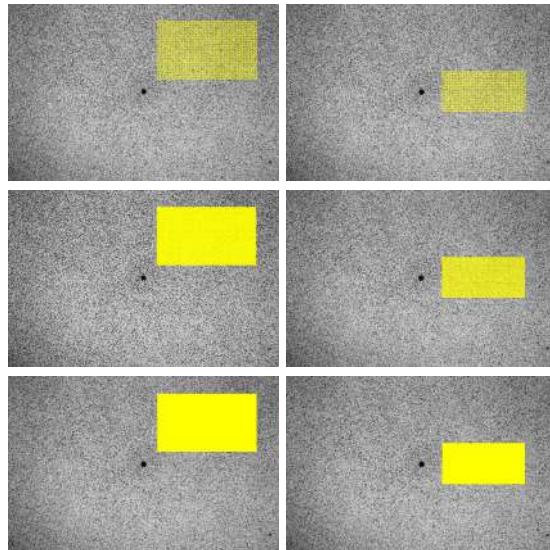


Figura 2: Malhas adotadas para a análise de correlação nas regiões A (esquerda) e B (direita).

## Resultados

Os campos de deformação principal máxima obtidos para as regiões A e B na última imagem analisada podem ser vistos na Figura 3 para as diferentes malhas. Na região A, o campo de deformação principal máxima permite destacar uma trinca radial que se inicia na interface inclusão/matriz. Não foram observadas trincas na Região B considerando os parâmetros de correlação adotados. Malhas menos refinadas proporcionam um melhor contraste entre a trinca e o fundo. No entanto, a trinca parece ter uma abertura maior. Malhas mais refinadas proporcionam uma trinca nítida, embora com um comportamento oscilatório no domínio da matriz. Os resultados demonstram que existe um equilíbrio entre a visualização da trinca e o tamanho do elemento adotado no procedimento de correlação.

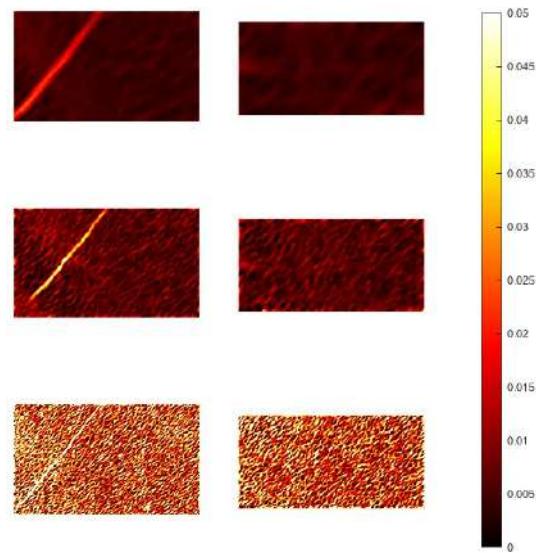


Figura 3: Deformação principal máxima nas regiões A (esquerda) e B (direita).

## Conclusão

Este projeto apresentou o uso da técnica de CID na avaliação do trincamento de um compósito modelo submetido à variação de temperatura. A técnica possibilitou a comparação da avaliação da trinca em duas regiões do corpo-de-prova. A combinação das propriedades termomecânicas da inclusão e da matriz resultou em um padrão de trinca radial quando o material foi aquecido.

## Referências

- [1] Davidge, R. W., e Green, T. D. (1998). A resistência de materiais cerâmicos/vítreos bifásicos. *Journal of Material Science*, 3:629-634.
- [2] Selsing, J. (1961). Tensões Internas em Cerâmicas. *International Journal of Solids and Structures*, 118-119, 213-223.
- [3] H. Leclerc, J. Neggers, F. Mathieu, S. Roux, F. Hild, Correli 3.0, IDDN.FR.001.520008.000. S.P.2015.000.31500 (2015)