

Fábio Luis Gea dos Santos (Bolsista PIBIC/CNPq)  
 Prof. Dr. José Luiz Antunes de O. e Sousa (Orientador)  
 Prof. Dr. Luiz Carlos de Almeida (Co-Orientador)

## FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO – FEC – UNICAMP

Palavras Chaves: Imagem Digital – Deslocamentos – Análise Experimental

### INTRODUÇÃO

A Correlação de Imagens Digitais (CID) consiste em obter os campos de deslocamentos e deformações por meio da comparação de imagens digitais que representam diferentes fases de carregamento de um sólido. Funções definidas com base na intensidade de cinza nos pixels da imagem digital de referência, procedimentos de programação não linear são aplicados para identificar quais os pontos correspondentes na configuração deformada, e a partir dessa informação determinar campos de deslocamentos e de deformações sobre a superfície.

### METODOLOGIA

•**TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE:** Primeiramente a superfície é pintada com tinta branca e salpicada com tinta spray preta fosca de modo a obter uma distribuição suficientemente aleatória. Quando há aberturas é necessário que haja um preenchimento, com material de pouca rigidez, para evitar erros na identificação de campos de deslocamentos.



Figura 1: (A) Furo elíptico preenchido por massa. (B) Mesma superfície de (A) pintada.

•**COLETA DE IMAGENS:** O corpo de prova é colocado máquina de ensaio. A superfície deve estar adequadamente iluminada artificialmente de modo a evitar sombras ou reflexos, e variações típicas da luz natural. As imagens são captadas em diferentes estágios de deformação do sólido.

•**ANÁLISE DE DADOS:** As imagens obtidas são processadas pelo sistema CORRELI<sup>LMT</sup> (HILD, 2002). Com o programa GiD (2010) foi gerado um modelo computacional, analisado com o aplicativo de elementos finitos MATfem, desenvolvido em MATLAB (2000). Os resultados numéricos foram comparados com os resultados experimentais obtidos via programa CORRELI<sup>LMT</sup>, visando à validação da CID. Buscou-se ajustar iterativamente o coeficiente de Poisson ( $\nu$ ) e módulo de elasticidade (E) de modo a obter o menor erro entre o deslocamento pela CID e o modelo numérico.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os melhores resultados foram obtidos com a câmera digital científica de alta precisão. Para um espécime prismático de acrílico sob compressão centrada, quando os deslocamentos obtidos pela CID são comparados aos correspondentes no modelo numérico, o par (E,  $\nu$ ) que gerou o menor erro foi (E;  $\nu$ ) = (1,5 GPa; 0,1), com erro de ajuste 0.0078. O resultado esperado é (E;  $\nu$ ) = (3,0 GPa; 0,28). Em parte essa discrepância se deve à deformabilidade do pórtico em que o ensaio foi realizado, a excentricidades e imperfeições geométricas do espécime nas superfícies de aplicação de carga.

Os resultados obtidos com uma câmera digital CCD convencional não foram adequados. Em geral os campos de deslocamentos apresentavam o sentido correto quando comparados ao

modelo numérico, porém observavam-se regiões com muita indefinição dos campos de deslocamentos. A comparação numérica não apresentou resultados satisfatórios, apresentando inclusive casos coeficientes de Poisson negativos e módulos de elasticidade altíssimos.

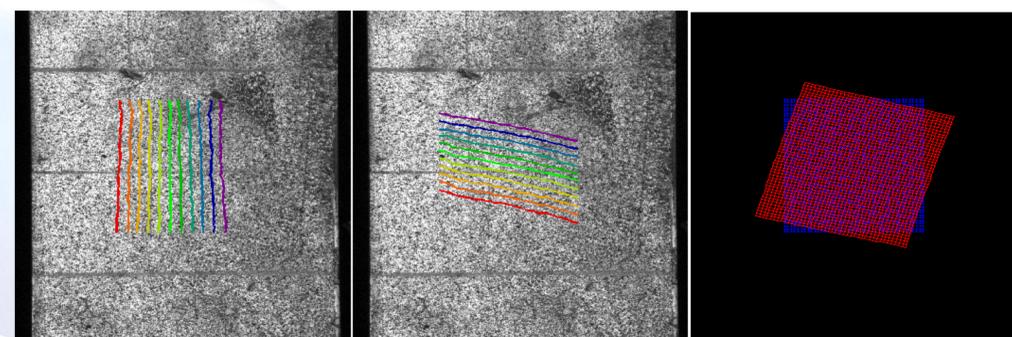


Figura 2: (A) Campo de deslocamentos no eixo-x (horizontal); (B) Campo de deslocamentos no eixo-y (vertical); (C) deslocamentos ampliados dos nós pertencentes à RDI.

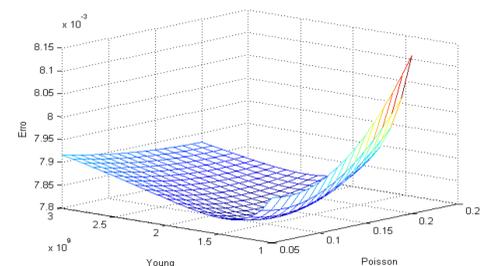


Figura 3: Erro de ajuste em função de valores tentativos de E e  $\nu$ .

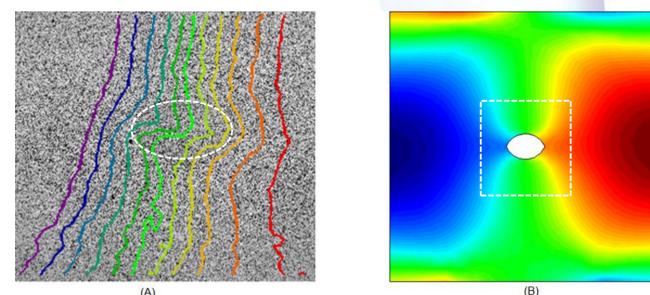


Figura 4: Campos de deslocamentos no eixo-x (horizontal); (A) obtidos a partir de imagens digitais; (B) obtidos numericamente;

### CONCLUSÃO

A partir dos resultados, conclui-se que o uso de uma câmera de alta precisão é fundamental para a obtenção de resultados numéricos consistentes. O que se espera é futuramente aplicar a técnica de CID utilizando a câmera digital de alta precisão e assegurar uma maior precisão na confecção dos espécimes e execução dos ensaios.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HILD, François, CORRELI<sup>LMT</sup>: A software for displacement field measurements by digital image correlation, Université Paris 6, Internal Report no. 254, 2002.  
 GiD – The Personal Pre and Post Processor, 2010. Disponível em: <<http://gid.cimne.upc.es/home>>  
 MathWorks, MATLAB, 2000. Disponível em: <<http://www.mathworks.com/products/matlab/>>