

## DESENVOLVIMENTO DE CORPOS DE PROVA E PROCEDIMENTOS DE INSPEÇÃO COM SHEAROGRAFIA

Vitor das Neves Cardoso<sup>2</sup>, Daniel Pedro Willemann<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Vinculado ao projeto “Desenvolvimento de técnicas voltadas à otimização da shearografia/END”

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia de Pesca – CERES – Bolsista PIBITI/CNPq

<sup>3</sup> Orientador, Depto. de Eng. de Pesca e Ciências Biológicas – CERES – daniel.willemann@udesc.br

Este trabalho tem como objetivo investigar a capacidade da técnica de shearografia na inspeção não-destrutiva de materiais compósitos, contextualizar os materiais compósitos, bem como correlacionar a técnica com a engenharia de pesca.

Os ensaios mecânicos têm como finalidade avaliar as propriedades mecânicas de um determinado material, metálico ou não metálico, podendo ser de dois tipos: ensaios destrutivos e não-destrutivos. Estes últimos são aqueles que avaliam as características mecânicas dos materiais causando danos imperceptíveis ou nulos à peça. Inspeções não-destrutivas são também conhecidas como Ensaios Não-Destrutivos (ENDs). Dentre as principais vantagens do uso das técnicas de END, tem-se: a inspeção completa da estrutura/componente, a preservação total das características mecânicas da estrutura após a realização do ensaio, a possibilidade de inspeção de falhas na estrutura “em serviço” possibilitando, assim, o seu monitoramento contínuo em campo sem a necessidade direta de se interromper a operação para que o teste seja feito. Neste sentido, as técnicas interferométricas de inspeção destacam-se pelo pouco ou nenhum contato com o material inspecionado, além de fatores como sensibilidade e resolução micrométricas.

O estudo e desenvolvimento de métodos END é de alta importância para diversos segmentos da indústria. Tomando a indústria pesqueira e naval como exemplo, o simples fato de se operar estruturas em água salgada implica em um maior desgaste, sendo a corrosão, um grande desafio para este segmento. A inspeção e manutenção de estruturas em ambiente marinho é de grande custo e pode apresentar grande periculosidade em muitas situações. Nos últimos anos, o reparo de estruturas metálicas corroídas utilizando-se materiais compósitos tem se tornado cada vez mais comum, e o setor do petróleo tem empregado os estes materiais nos reparos de tubulações e cascos de embarcações sob corrosão (Garcia e Morilla, 2012). Desta maneira, o desenvolvimento de métodos de ENDs representa um grande potencial econômico, uma vez que empregado com eficiência pode identificar falhas estruturais com antecedência, apontando o momento mais adequado para a manutenção, e prevenir acidentes e danos ambientais.

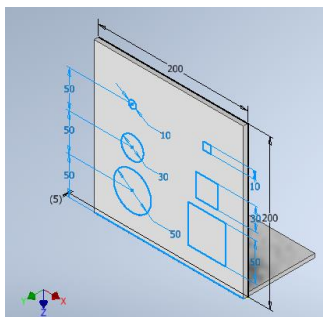
Os compósitos se destacam por serem um produto de alta durabilidade, pela sua alta aderência aos metais de base, por eliminar trabalhos a quente como soldas e cortes por maçarico, por promover isolamento elétrico e pela possibilidade de retorno praticamente imediato da estrutura ao serviço. Define-se materiais compósitos (ou compostos) como, materiais constituídos por dois ou mais tipos de materiais, de forma que, após unidos, ainda é possível os seus componentes identificáveis no produto (Levy Netto, 2018). A fabricação de compósitos tem como finalidade obter um material final com melhores propriedades mecânicas do que aquelas de seus componentes individuais. Largamente utilizadas em vários segmentos da indústria, fibras de vidro e de carbono são as mais utilizadas nos compósitos atuais. Estas fibras são então dispersas em uma matriz de resina plástica. Este tipo de construção mecânica faz com que os compósitos sejam materiais resistentes, maleáveis e de fácil manuseio e, portanto, com grande aplicabilidade no reparo/reforço de estruturas metálicas danificadas.

A fabricação de materiais compósitos envolve impregnar o material da fase dispersa com a matriz, e então fazer com que a matriz se ligue, por calor ou por uma reação química, em uma estrutura rígida. A operação pode ser feita com ou sem molde de formação. O processo de cura em moldes pode ser auxiliado por pressão positiva (compressão) ou negativa (vácuo). Já nos reparos em campo, há casos em que a cura ocorre naturalmente, sem a aplicação de pressão. Por ser um processo de fabricação muitas vezes manual/artesanal, as estruturas de compósito estão sujeitas a defeitos que podem diminuir suas características de resistência mecânica.

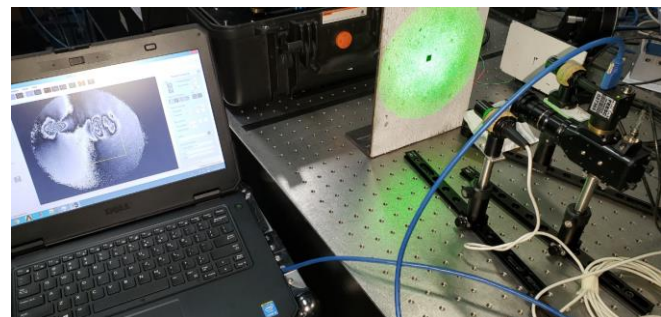
Assim sendo, a shearografia apresenta-se como uma alternativa para a inspeção não-destrutiva de defeitos em campo. A shearografia é uma técnica interferométrica, baseada no fenômeno *speckle* do laser, que é capaz de detectar diferentes defeitos internos comumente observados em materiais compósitos: falhas de adesão entre camadas, descolamento entre o compósito e o material de base, trincas e até concentrações de porosidades. A shearografia detecta as falhas internas por meio da deformação da geometria/superfície externa que tais defeitos causam no compósito.

O planejamento dos experimentos de inspeção com shearografia iniciou com a modelagem 3D de um corpo de prova (CP) de aço contendo furos de diferentes geometrias, a fim de simular descolamentos irregulares entre o compósito e a base metálica. Diferentes espessuras de material compósito podem ser testadas no recobrimento. O laser e o cabeçote de shearografia serão posicionados em frente ao CP para aquisição das imagens da superfície (Figura 2). Aquecimento será a excitação utilizada nos primeiros testes. Imagens com franjas de interferência indicarão as regiões com e sem defeitos, bem como, as formas e dimensões de cada um deles.

A partir do CP contendo defeitos com geometrias e posicionamentos muito bem definidos é possível analisar diferentes características da inspeção com shearografia, como por exemplo, distância de trabalho, tipo de lente objetiva e a intensidade do laser. A precisão de dimensionamento pode ser afetada fortemente pela ocorrência de descolamentos nas bordas internas do defeito. O conhecimento da área descolada em uma estrutura é de extrema importância para a sua manutenção ou sua retirada de serviço, evitando-se acidentes. O próximo passo será realização de diversos experimentos variando-se os níveis de carregamento térmico e a repetibilidade do dimensionamento de defeitos será avaliada através do processamento das imagens com algoritmos dedicados. Portanto, percebe-se que quanto mais precisa for a técnica da shearografia no dimensionamento dos defeitos dos materiais compósitos, mais precisos serão os resultados de previsão de vida útil das estruturas reparadas.



**Figura 1.** Modelo 3D do corpo de prova



**Figura 2.** Setup para captura de imagens de shearografia

**Palavras-chave:** Materiais compósitos, shearografia, ensaios mecânicos não-destrutivos.

GARCIA, L. P; MORILLA, J. C. **Aplicação de materiais compósitos em reparos de tubulações de óleo e gás.** Unisanta - Science and Technology, p.14-19, Vol.1, n.1, 2012.  
LEVY NETO, F. **Compósitos estruturais: ciência e tecnologia.** 2a Edição revista e ampliada. UDESC Online resource. ISBN 9788521216568, 2018.