

REDIMENSIONAMENTO DE UM CABEÇOTE DE *SHEAROGRAFIA*¹

Cauê Barbosa Cruz², Daniel Pedro Willemann³

¹ Vinculado ao projeto “Desenvolvimento de tecnologias voltadas à otimização da shearografia como técnica de inspeção não-destrutiva em ambiente submarino”

² Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica – UDESC/Joinville – Bolsista PIBITI/CNPq

³ Orientador, Departamento de Eng. de Pesca – DEPB – UDESC/Laguna – daniel.willemann@udesc.br

Os materiais compósitos, com suas propriedades mecânicas que se destacam e sua versatilidade de aplicação, estão hoje em dia difundidos nas mais variadas indústrias exercendo diferentes papéis. Entre elas se destacam as indústrias naval, aeroespacial e petrolífera (óleo e gás), já que materiais compósitos apresentam uma boa resistência à corrosão e melhor relação de peso e resistência mecânica. As aplicações de materiais compósitos mais conhecidas são as estruturais, mas existem também outras aplicações como o reparo de estruturas, representando uma ótima solução para a manutenção de defeitos em tubulações de transporte de óleo ou gás, que muitas vezes se encontram submersas em água e em ambiente salino, enfrentando corrosão. A Figura 1a ilustra como pode ser feito o reparo de uma tubulação em operação. Durante a aplicação de tais reparos podem ocorrer falhas, como inclusões de bolhas de ar e descolamentos de camadas, que diminuem a capacidade de reforço estrutural e de proteção anticorrosiva. Por esse motivo torna-se essencial a avaliação dos defeitos em reparos. A *shearografia* é atualmente uma das melhores técnicas para esta avaliação. Trata-se de uma técnica capaz de detectar defeitos superficiais ou no interior do reparo por meio da análise de imagens que contêm padrões de interferência de um laser. Esse é um método de ensaio mecânico não-destrutivo, pois não interfere na integridade física da estrutura analisada, possibilitando também a realização inspeções *in loco* (dentro e fora do ambiente laboratorial). Em um aparato de *shearografia* estão presentes os seguintes módulos: o cabeçote que abriga uma câmera e os componentes ópticos; o módulo de iluminação que irradia a luz de um laser sobre a superfície a ser inspecionada e o software de processamento que capta e processa imagens para visualização do padrão de interferometria (franjas de interferência que identificam o defeito - quadrado amarelo na Figura 1b). A Figura 1b apresenta também o posicionamento de um equipamento de *shearografia* posicionado para inspeção. Já a Figura 1c apresenta o modelo atual de um cabeçote com um par de lasers acoplados. Por ser interferométrica, a técnica de *shearografia* é capaz de medir deformações da ordem de micrometros, o que faz com que a *shearografia* seja capaz de identificar os defeitos internos que minimamente se afloram na superfície do compósito. Porém, para a aplicação da *shearografia* em campo, são necessários equipamentos robustos, compactos e que sejam capazes de perceber as microdeformações mesmo nas estruturas que estejam vibrando (tubulações em operação e próximas a motores elétricos). Além disso, situações de espaço restrito entre tubulações, onde a distância entre a superfície do reparo e a lente do cabeçote deve ser bastante reduzida, são facilmente encontradas em campo. Pensando nisso, levantou-se alguns pontos de melhoria na configuração atual do cabeçote: mudança de direção das conexões (saída dos fios), redução na altura e redução da largura do equipamento. As melhorias no cabeçote foram estudadas e implementadas através do software CAD Autodesk Inventor com modelamento tridimensional. Os dois primeiros pontos levantados puderam ser resolvidos com o reposicionamento da câmera em 90°. A mudança da orientação de vertical para horizontal gerou uma redução de aproximadamente 20 mm na altura da estrutura (Figura 2a). Se consideramos ainda altura do conector USB a ser inserido na câmera, esta redução chegará a 60 mm, ou seja, uma redução de aproximadamente 40% na altura do cabeçote. Para a mudança de direção da câmera foi necessária uma modificação interna no cabeçote com a colocação de um espelho plano de 1ª superfície inclinado a 45°. A mudança de direção da câmera e a consequente redução de altura do cabeçote faz com que o cabeçote possa ser posicionado mais próximo de obstáculos, possibilitando a inspeção de áreas mais próximas a paredes ou curvas. Nesta nova configuração, a distância da lente frontal à superfície de inspeção foi reduzida de 150mm para 50mm, o que certamente, incorrerá em uma redução da área de medição de (150x150) mm² para (50x50) mm². Apesar da redução em área medida, o que certamente poderia diminuir a produtividade, ganhar-se em resolução de imagem,

fazendo com que defeitos menores que 10mm de diâmetro possam ser visualizados e dimensionados com menor incerteza. A largura do equipamento depende diretamente do distanciamento dos lasers. Com a aproximação dos lasers ao cabeçote, notou-se que a lente frontal estava na trajetória do feixe de iluminação, gerando sombra na área de inspeção. Por este motivo, os lasers foram reposicionados para um plano horizontal diferente em relação à câmera. Adicionalmente, a aproximação dos lasers à superfície de inspeção aumentará a sua intensidade luminosa, o que possibilita a utilização de apenas uma unidade de laser na inspeção e reduz o custo de fabricação do equipamento. Cada unidade de laser com seu driver custa atualmente, no exterior, 300 dólares e adicionados os custos de importação este valor chegar facilmente a aproximadamente 3000 reais no Brasil. Outro ponto importante para equipamentos de *shearografia* é a necessidade de que o cabeçote esteja fixo e imóvel em relação à superfície de inspeção. Caso isso não ocorra, as imagens obtidas não terão boa qualidade e perde-se a inspeção. Portanto, uma estrutura bastante rígida deve ser empregada na união do cabeçote à estrutura analisada. A alternativa apresentada para este problema foi a integração de um suporte de fixação integrado à carcaça do cabeçote. As Figuras 2b e 2c mostram o cabeçote com o novo suporte em formato C que permite a fácil fixação do sistema em tubulações utilizando-se fitas de amarração de carga. O modelo CAD 3D foi criado de forma parametrizada, onde a distância lente-superfície, o comprimento do suporte e o diâmetro do arco podem ser facilmente ajustados. Nesse trabalho de análise e redimensionamento, foi possível obter uma nova proposta de modelo para um cabeçote de *shearografia* com dimensões reduzidas e otimizadas para aplicações mais pontuais e em áreas de difícil acesso. A alternativa apresentada para a fixação aumenta mais ainda a praticidade em campo, já que dispensa o uso de uma estrutura adicional de fixação para o sistema. A organização interna dos componentes internos foi mantida de forma a facilitar comparações futuras com o cabeçote original.

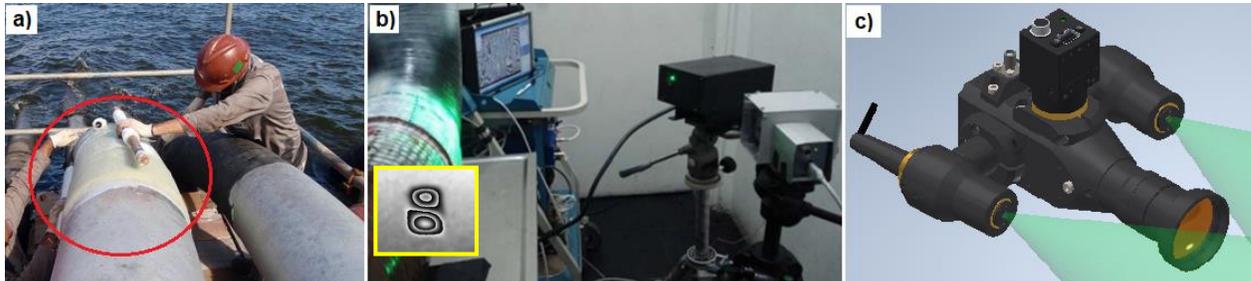


Figura 1. (a) *Reparo de uma tubulação com material compósito (destaque em vermelho)* (Fonte: RUST Engenharia). (b) *Sistema de shearografia durante inspeção e defeito comum destacado em amarelo* (Fonte: LABMETRO/UFSC). (c) *Cabeçote – LABMETRO/UFSC.*

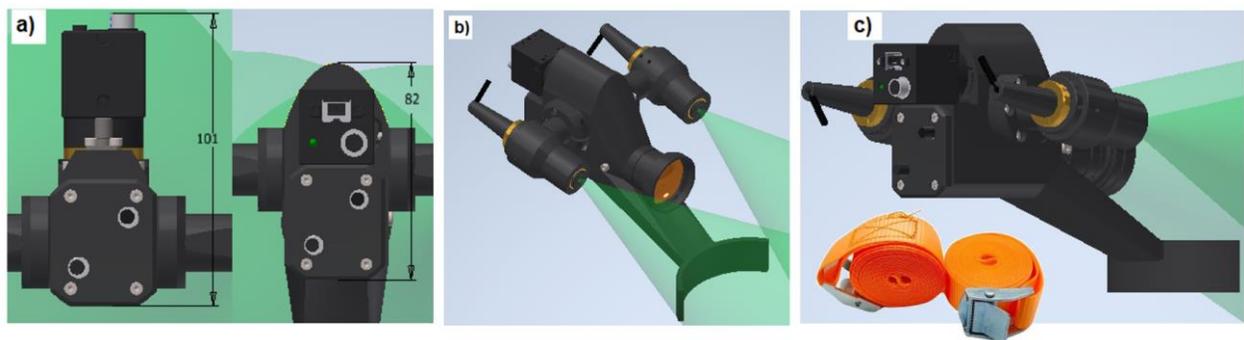


Figura 2. (a) *Representação do ganho em altura da carcaça.* (b) e (c) *Vistas do cabeçote com fixação C e cintas de amarração.*

Palavras-chave: Materiais compósitos, *Shearografia*, Análise e otimização de projeto mecânico.