

## APLICAÇÃO DA INTERFEROMETRIA HOLOGRÁFICA SUBAQUÁTICA PARA ANÁLISE ESTRUTURAL

Monteiro, J.M.<sup>1</sup>; Lopes, H. M.<sup>2</sup>; J. L. Valin Rivera<sup>3</sup>; Vaz, M.A.P<sup>4</sup>;

<sup>1</sup>-INEGI- Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial

<sup>2</sup>ESTIG - Instituto Politécnico de Bragança

<sup>3</sup> EST - Universidade do Estado do Amazonas

4 – DEMEGI - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

### RESUMO

*Pretende-se com este trabalho estudar a aplicação das técnicas de interferometria holográfica à análise estrutural em ambiente subaquático. Estas técnicas estão hoje bem divulgadas e com aplicações em diversas áreas. No entanto, a sua aplicação em ambientes subaquáticos, apresenta alguns desafios. Neste trabalho estuda-se a aplicação de duas técnicas, ESPI e holografia digital, comparando-as e apresentando vantagens e desvantagens de cada uma delas. Faz-se um breve estudo sobre a influência das instabilidades resultantes da turbulência das águas e da presença de partículas em suspensão bem como possíveis soluções para minimizar estes problemas.*

### 1- INTRODUÇÃO

As estruturas *offshore*, gasodutos e oleodutos, são hoje em dia largamente utilizadas na indústria de prospecção de gás natural e petróleo. A sua utilização, tem tendência a crescer com a aplicação destas estruturas em novas utilizações como: a prospecção subaquática de minerais e a geração de energia, quer através das ondas, quer através da instalação de parques eólicos em plataformas marinhas. Colocadas normalmente no alto mar ficam sujeitas a solicitações dinâmicas severas resultantes das cargas hidrodinâmicas. Solicitadas ao impacto e fadiga, corrosão severa, sob tensão e electrolítica, que se adicionam e podem sofrer falhas estruturais catastróficas. Desta forma, para garantir elevados padrões de segurança, é necessária uma manutenção regular, quer das estruturas submersas, quer das partes não submersas. Daqui resulta a necessidade de dispor de técnicas de inspeção não destrutiva fiáveis que possam ser utilizadas nas operações de manutenção em meio submerso. Com estas técnicas será possível detectar em tempo útil defeitos estruturais que comprometam a integridade das estruturas. As técnicas de interferometria holográfica estão hoje em dia perfeitamente

desenvolvidas e possuem enorme potencial para esta aplicação. Colocando um laser e os dispositivos ópticos a bordo de pequenos submarinos ROV será possível utilizar estas técnicas directamente sobre as estruturas em serviço. Não é do conhecimento dos autores a existência de qualquer equipamento disponível para executar inspeção estrutural subaquática com técnicas ópticas. Diversos sistemas estão disponíveis para executar a inspeção subaquática de estruturas utilizando técnicas convencionais como: ultra sons, raios X e correntes de *Eddy*.

### 2 – TÉCNICAS ÓPTICAS

Algumas experiências preliminares para realizar holografia subaquática mostraram resultados prometedores e provaram o potencial destas técnicas nesta utilização, nomeadamente no que diz respeito à medição subaquática do campo de deslocamentos [John Watson (1992), José L. Valin (2005)]. O trabalho mais recente foi realizado em laboratório sem levar em conta a turbulência da água bem como a presença de microorganismos e partículas em suspensão. Este é no entanto um problema a ter em conta dado que existe atenuação do feixe através dos mecanismos

de dispersão e de absorção [Watson, John;(1991)] e os movimentos da água perturbam a estabilidade da montagem. A dispersão é devida às pequenas partículas em suspensão. A turbulência é provavelmente o factor principal na perda de resolução do sistema de formação de imagem, e é resultante de correntes ou fenómenos de convecção. As aberrações e movimento da imagem poderão ser corrigidos recorrendo a uma solução de óptica adaptativa para correcção da frente de onda e à utilização de técnicas pulsadas para eliminar a influência das instabilidades. Estes problemas poderão ser ainda minimizados se o sistema for estável e rigidamente colocado perto do objecto.

## 2.1 – ESPI E HOLOGRAFIA DIGITAL

O ESPI, *Electronic Speckle Pattern Interferometry*, é uma técnica de interferometria holográfica, que utiliza radiação laser e uma montagem convencional de holografia onde o holograma é gravado numa câmara de vídeo. Trata-se de uma técnica de campo com elevada resolução e com a vantagem de permitir gravar hologramas à frequência vídeo (25 holog./s sistema europeu). Os hologramas são obtidos em tempo real sob a forma de ficheiros numéricos.

A holografia digital baseia-se no mesmo princípio da técnica anterior, mas neste caso não é utilizado qualquer sistema de formação de imagem entre o objecto e o foto-detector vídeo. Desta forma a reconstrução da frente de onda difundida pelo objecto é realizada digitalmente.

## 3 – RESULTADOS

As técnicas anteriores têm vindo a ser aplicadas em diversas áreas mas sempre com a radiação laser a propagar-se no ar. No sentido de verificar quais as diferenças e dificuldades devidas ao facto da radiação laser se propagar em meio aquático, foi construída uma montagem utilizando um aquário. Toda a montagem óptica foi executada no exterior do aquário sendo o objecto a estudar mergulhado no seu

interior. Esta situação pretende simular as condições de uma câmara submersa em qualquer ROV para aplicações subaquáticas. Como objecto de estudo foi utilizada uma barra de aço com um furo central, que se encontrava encastrada numa extremidade e carregada na outra. Na Figura 1 apresentam-se dois mapas de fase obtidos para o mesmo objecto; na primeira o aquário estava vazio, na segunda o aquário continha água.

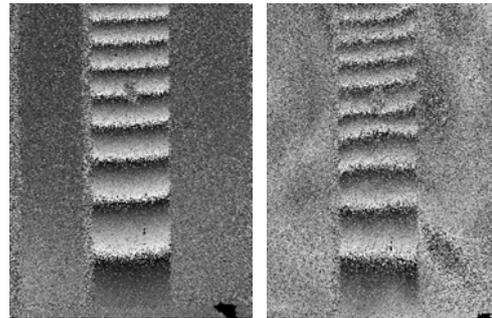


Fig1. Mapa de fase obtido sem água e com água

## 4 – CONCLUSÕES

A técnica aqui proposta poderá ter uma repercussão positiva na inspecção de estruturas *offshore* e de tubagens, uma vez que as técnicas ópticas são ferramentas fiáveis e precisas para análise estrutural. Com estas técnicas é possível detectar, com elevada resolução e sem contacto, defeitos que podem comprometer a integridade estrutural. É ainda possível construir um sistema compacto e fiável capaz de ser montado num pequeno submersível, obtendo-se assim uma ferramenta para inspecção e controlo de estruturas subaquáticas.

## REFERÊNCIAS

- Watson, John; Kilpatrick, J.M, Optical aberrations in underwater holography and their compensation, Proc. SPIE Vol. 1461, p. 245-253, Practical Holography V, Stephen A. Benton; Ed., 1991.
- Jose L. Valin *et al*, Methodology for analysis of displacement using digital holography, Optics and Lasers in Engineering, Vol. 43, I. 1, January, p. 99-111, 2005