

## **Aplicação da técnica óptica de Moiré de sombra para análise de deformação nos mancais cerâmicos de um Dispositivo de Assistência Ventricular (DAV)**

Costa AVL\* e Fujita IK\*

*\*Departamento de Mecânica, Instituto Federal de São Paulo*

**Resumo.** Os Dispositivos de Assistência Ventricular são equipamentos utilizados como auxílio ao bombeamento de sangue para pacientes em fase avançada de insuficiência cardíaca. No contexto do desenvolvimento destes dispositivos, surgem as bombas centrífugas implantáveis, caracterizadas por um bombeamento contínuo de sangue através de um rotor apoiado em dois mancais cerâmicos de contato. Tais mancais cerâmicos de contato também são úteis para diminuir o atrito entre os mancais e o rotor, facilitando o movimento rotativo deste. A técnica de Moiré de Sombra consiste em posicionar apenas uma grade à frente do objeto, que serve como grade referencial. A sombra da grade projetada sobre o objeto gera uma segunda grade, que neste caso trabalha como grade objeto, e que interage com a grade referencial para formação das franjas padrões de Moiré. Deste modo, obtêm-se imagens, as quais são tratadas por meio dos softwares ImageJ e Idea. O tratamento das imagens consiste em selecionar a região de interesse e melhorá-la de forma que possibilitem o levantamento gráfico de perfil do mancal em questão. A proposta deste trabalho é analisar as deformações dos mancais, visto que há possibilidade de contaminação sanguínea devido ao desgaste por atrito, por meio da velocidade de giro do rotor, material e força de contato entre o eixo rotor e os mancais, utilizando a técnica óptica de Moiré de Sombra e, deste modo, verificar a viabilidade da utilização desta técnica como método alternativo e de baixo custo de analisar deformações.

**Palavras-chave.** *Dispositivos de Assistência Ventricular, insuficiência cardíaca, mancais, moiré de sombra, técnicas óticas, deformações.*

**Introdução.** Moiré de Sombra é aplicado em apenas um retículo, devido à passagem de luz na grade real, em que projeta sua sombra (grade virtual) no corpo do objeto. A análise das franjas determina os deslocamentos dos eixos nos planos e o tipo de inclinação do corpo de referência. As vantagens desta técnica estão associadas ao baixo custo dos aparatos experimentais, simplicidade no processamento de imagens e aplicação a qualquer tipo de corpo, independente da forma geométrica e cor.

Os dispositivos de assistência ventricular (DAV) são equipamentos que têm o objetivo de substituir total ou parcialmente as funções de bombeamento de um coração. São utilizados para pacientes no estágio D da progressão cardíaca, ou seja, significa que o paciente possui sintomas refratários e que necessita de uma intervenção especial (BRAUNWALD, 2012).

A proposta deste trabalho é analisar as deformações dos mancais, em equilíbrio estático, devido a um desgaste por atrito - por meio da velocidade de giro do rotor, material, força de contato entre o eixo rotor e os mancais - utilizando a técnica óptica de Moiré de Sombra, a fim de obter os mapas de deformação e os modelos digitais topográficos fornecendo a forma do objeto, a deformação no plano e fora do plano, os contornos topográficos e sua inclinação.

**Texto principal.** O desenvolvimento deste trabalho justifica-se pela possibilidade da técnica fotomecânica de Moiré de Sombra ser útil (visto que serve para levantamento de superfícies não planas) para verificação de deformação dos mancais de um DAV. Apesar de existirem outros métodos que fazem este tipo de análise, realizando experimentos com Moiré e, conseqüentemente, obtendo resultados, é possível compará-los aos que já existem.

DAVs são equipamentos utilizados em pacientes com insuficiência cardíaca avançada, mais especificamente para aqueles que estão no estágio D da progressão cardíaca e que, portanto, precisam de assistência especial.

O primeiro tipo de DAV desenvolvido foi o de fluxo pulsátil, através de propulsão pneumática. No entanto, as máquinas necessárias para este procedimento apresentavam um barulho inconveniente, eram muito grandes e tinham problemas mecânicos com frequência. Posteriormente, foram criados DAVS de fluxo contínuo, através de um pequeno sistema de alta rotação. Deste modo, como não havia necessidade de válvulas, o problema apresentado na primeira geração de DAVs havia sido solucionado, pois neste modelo as máquinas passaram a ser menores, mais leves e silenciosas.



**Figura 1.** DAV pulsátil

O segundo tipo de DAV são as bombas centrífugas implantáveis, caracterizadas por um bombeamento contínuo do sangue através de um rotor apoiado em dois mancais, os mancais podem ser de levitação magnética, poliuretano e de cerâmica. Os mancais cerâmicos que serão o projeto de estudo analisado possuem como propriedade do material, ligações de caráter mistas de elementos metálicos e não metálicos. Estes mancais são geralmente duros, frágeis e com certo período de uso, sofrem desgastes. A bomba centrífuga implantável pode ser vista na Figura 2.

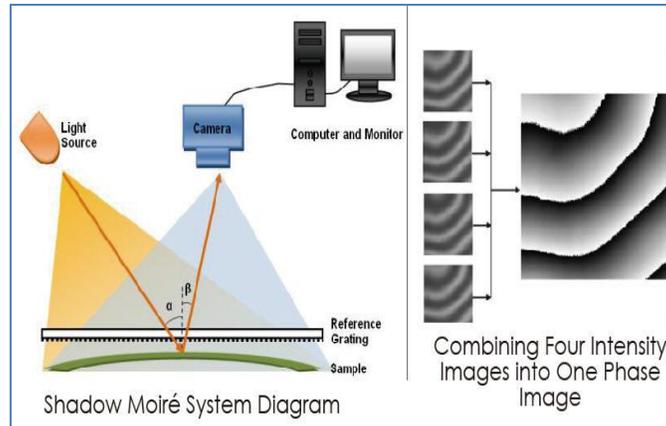


**Figura 2.** Foto e radiografia de bomba centrífuga implantável

Fonte: Bock (2007, p.48)

Essas bombas centrífugas possuem um sistema de fluxo mais dinâmico e são menores que as pulsáteis, então o método para encontrar as deformações destes mancais é de extremo interesse, pois previne que haja uma hemólise no paciente - destruição das hemácias causadas por atrito.

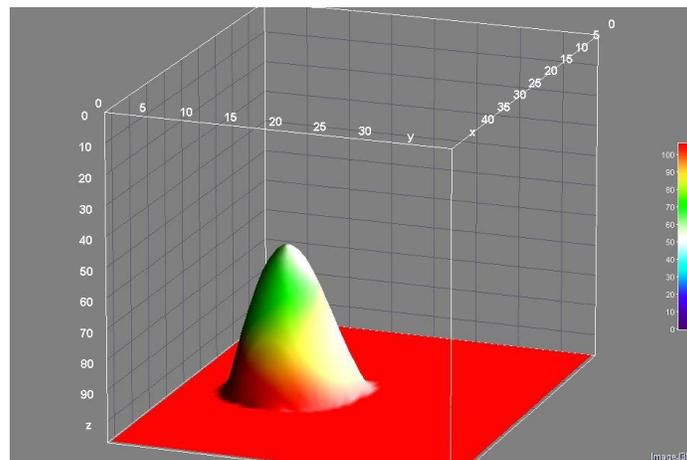
Os ensaios fotomecânicos estão sendo realizados no Instituto Agronômico de Campinas (IAC), localizado em Jundiaí. Para desenvolver os experimentos, o arranjo experimental inclui o uso de uma câmera fotográfica, um projetor multimídia, um computador (para a utilização de programas de processamento de imagem - ImageJ e Rising Sun), um suporte, objeto cerâmico a ser estudado e, para Moiré de sombra é necessário o uso de grades Ronchi (anteparo de grades). A imagem 1 é uma representação dos elementos necessários à realização do ensaio de Moiré de Sombra, de como estes devem estar dispostos, e ilustra também a combinação de quatro imagens em apenas uma fase, onde se espera observar o padrão Moiré.



**Figura 3.** Moiré de Sombra

Para realizar o procedimento experimental, é necessária uma sala com baixa intensidade de luz, para assim ter uma boa visualização das franjas no objeto.

O resultado da técnica de Moiré de Projeção pode ser visto na Figura 4.



**Figura 4.** Resultado com Moiré de Projeção

**Conclusão.** Não foi possível obter resultados com Moiré de Sombra, no entanto, com Moiré de Projeção conseguiu-se realizar o levantamento de perfil de um dos mancais. Este resultado não foi preciso o suficiente para determinar o desgaste no corpo em questão, ainda assim, o formato



gerado do objeto foi bastante semelhante ao real. Com isso, supõe-se que a técnica Moiré de Projeção seja mais adequada para a finalidade buscada neste projeto de pesquisa.

**Agradecimentos.** Ao Programa de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP-SPO), à Universidade Federal de Integração Latino- Americana (UNILA) e ao Parque Tecnológico de Itaipu (PTI), que possibilitaram a exposição do trabalho no MEC3F 2017.

### **Referências.**

- (1) FUJITA, Isac Kiyoshi. Aplicação de técnica de Moiré de sombra na medição de tensões em elementos estruturais submetidos a ensaio de tração. 2015. 64p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.
- (2) GAZZOLA, Jonathan; AFFONSO, Eudir Alves; FABBRO, Inácio Maria dal. Aplicação da técnica óptica de Moiré de sombra na determinação do mapa de deformações de corpos carregados axialmente. Sinergia, São Paulo, v. 14, n. 3, p.211-216,set./ dez. 2013.
- (3). HERTZ, H. R. G. et al. Desenvolvimento da Técnica de Moiré de Sombra como Alternativa de Baixo Custo para Análise Postural. Scientia Medica, Porto Alegre. v.15, n. 4, pg 235-242 Out/Nov. 2005.