

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DE MANCAIS ELASTO-HIDRODINÂMICOS ATRAVÉS DO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS

Bruno Luchini, Fábio Fernandes Valente e Mariano Eduardo Moreno

UFSCar, Universidade Federal de São Carlos, Curso de Engenharia Mecânica
Campus São Carlos - Bairro Monjolinho - CEP 13565-905 – São Carlos – São Paulo
E-mail para correspondência: bruno_luchini@hotmail.com

Introdução

O desenvolvimento de equipamentos mecânicos visa satisfazer as exigências de projeto buscando obter condições favoráveis em relação ao desempenho, custo e peso. O ganho em desempenho de uma máquina ou um mecanismo muitas vezes está relacionado com uma melhoria na lubrificação e uma otimização em relação à capacidade de carga de seus mancais. Mancais são elementos de máquinas cuja principal função é separar peças rígidas, evitando o contato entre elas. Possui, em geral, um fluido lubrificante, que na condição de velocidade relativa entre as peças, diminui temperatura, atrito e desgaste entre as peças rígidas.

Em um sistema com altas rotações, ocorre o aparecimento do fenômeno de formação de uma película lubrificante sustentada pela pressão gerada pelo efeito de compressão do fluido induzido pelo movimento de rotação da parte móvel do mancal. Tal fenômeno ocorre pela diferença de velocidade relativa entre o eixo e o alojamento externo do mancal, causando um efeito cunha ao movimentar o fluido para uma região de menor volume, aliado a uma pressão devido à carga de trabalho “prensando” a película entre o eixo. Tal fenômeno é conhecido como lubrificação hidrodinâmica, cujos efeitos citados são esquematizados separadamente na figura 1, adaptada de Duarte Jr. (2005).

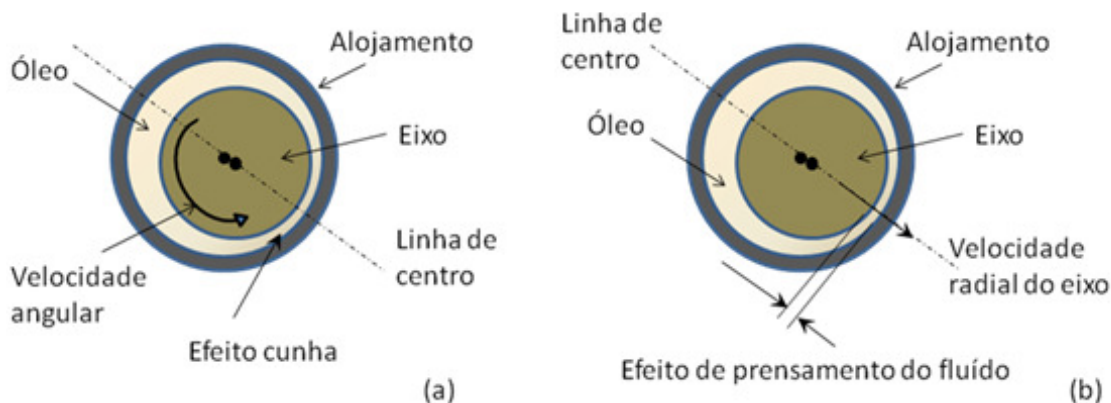


Figura 1: Mancal hidrodinâmico: (a) efeito cunha; (b) efeito de prensamento do fluido.

O caráter deste projeto de pesquisa é a implementação e utilização de ferramentas CAE (*Computer Aided Engineering*) para a modelagem e análise de problemas de engenharia visando a formação de um núcleo especializado em mecânica computacional junto ao curso de Engenharia Mecânica da UFSCar.

Objetivos

O objetivo deste trabalho é apresentar uma contribuição ao estudo de mancais de deslizamento, presentes em diversos tipos de sistemas mecânicos, como por exemplo, em mecanismos biela-manivela de compressores, motores de combustão etc. Dentre os tipos de mancais foram estudados aqueles com regime de lubrificação elasto-hidrodinâmico, ou seja, a sustentação do mancal é feita por uma película de lubrificante cuja pressão é mantida pelo movimento de rotação do eixo.

XIX Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 13 a 17/08/2012 – São Carlos-SP
Artigo CREEM2012

Modelo

A simulação baseou-se no modelo apresentado por Liu *et al.* (2010), em que é proposta uma simulação de metade do mancal, tendo como entrada: velocidade axial do fluido, pressão de saída, velocidade de rotação, força vertical (eixo) e restrição do mancal a deslocamento vertical e rotação. Os parâmetros utilizados para a criação do modelo estão resumidos na Tab. 1. Apresentam-se inicialmente os parâmetros geométricos do mancal, a condição adotada como regime permanente. Em seguida estão os parâmetros adotados para os materiais do fluido e do mancal. Observa-se aqui que o eixo foi considerado como completamente rígido. Finalmente são apresentadas as condições de operação em que o comportamento do mancal é simulado.

Tabela 1 – Parâmetros do modelo

Parâmetros	Valores
Diâmetro do Mancal	0.03 m
Espessura Parede Mancal	0.005 m
Comprimento do Mancal	0.015 m
Distância entre centros	0.0005 m
Espessura Média de filme	0.001 m
Ângulo de Excentricidade em relação a vertical	29.9°
Fluido	
Viscosidade cinemática	0.04 Pa s
Densidade	850 kg/m ³
Aço	
Módulo de Elasticidade	210 GPa
Densidade	7850 kg/m ³
Coeficiente de Poisson	0.3
Carregamento Vertical	2212 N
Rotação do Eixo	2750 rpm

Resultados e Discussões

Os resultados obtidos para as simulações com as condições apresentadas são apresentadas nas figuras 2 a 5. No desenvolvimento deste modelo o eixo foi considerado como completamente rígido, portanto não está representado nas figuras. Os resultados referem-se à pressão no fluido e as tensões atuando no mancal. Assim, na Fig. 2 apresenta-se o padrão de distribuição de tensões no mancal. Na Fig. 3 tem-se o deslocamento sofrido pela malha que simula o comportamento do fluido após a simulação da condição de regime permanente do mancal para as condições adotadas. A respectiva distribuição de pressões é apresentada na Fig. 4. Finalmente, na Fig. 5 o deslocamento da malha representando o fluido é mostrado na forma vetorial, para análise de coerência de resultados.

Em comparação com resultados obtidos por Liu *et al.* (2010), os resultados obtidos nas simulações mostraram-se coerentes e promissores. Limitações computacionais impediram que as condições aqui simuladas fossem exatamente as mesmas do trabalho de Liu *et al.* (2010), o que impede uma comparação direta. No entanto, o padrão de solução obtido foi coerente com o esperado, e também se aproximou do padrão previsto por respostas analíticas obtidas por modelos clássicos, apresentadas em livros de elementos de máquinas, como Norton (2004). Assim, espera-se desenvolver mais a metodologia utilizada buscando uma solução que possa ser efetivamente utilizada como uma ferramenta de apoio na pesquisa e projeto envolvendo mancais de deslizamento com lubrificação elasto-hidrodinâmica.

XIX Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 13 a 17/08/2012 – São Carlos-SP
Artigo CREEM2012

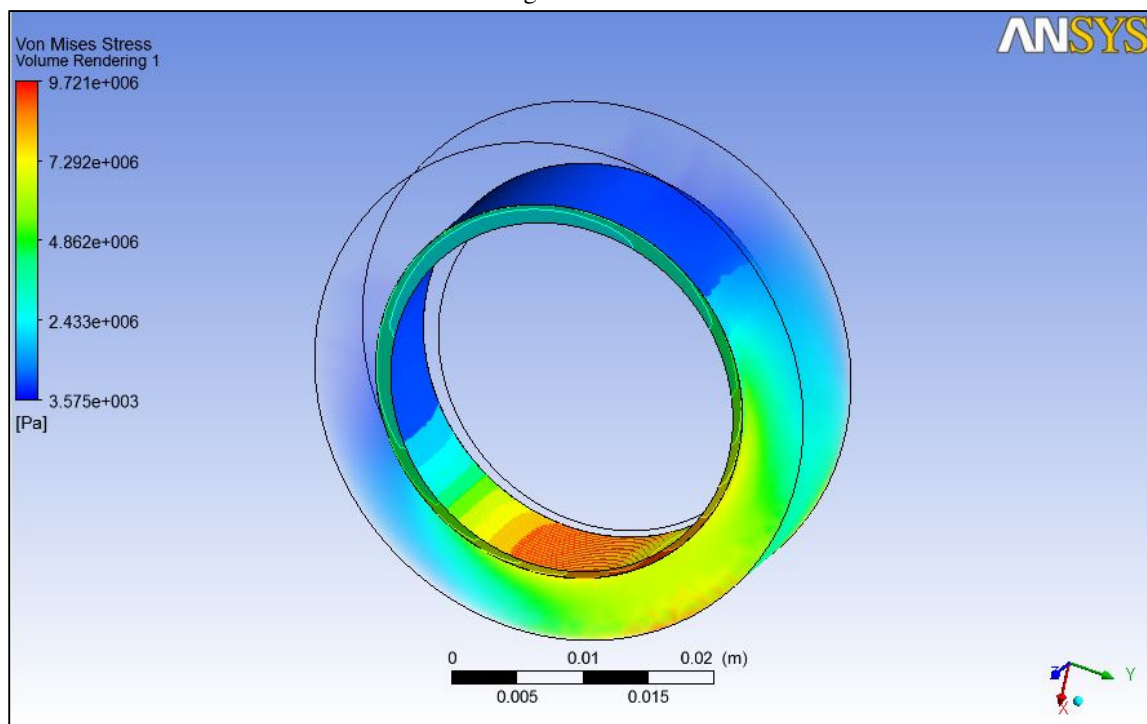


Figura 2: Tensões de Von Mises Mancal

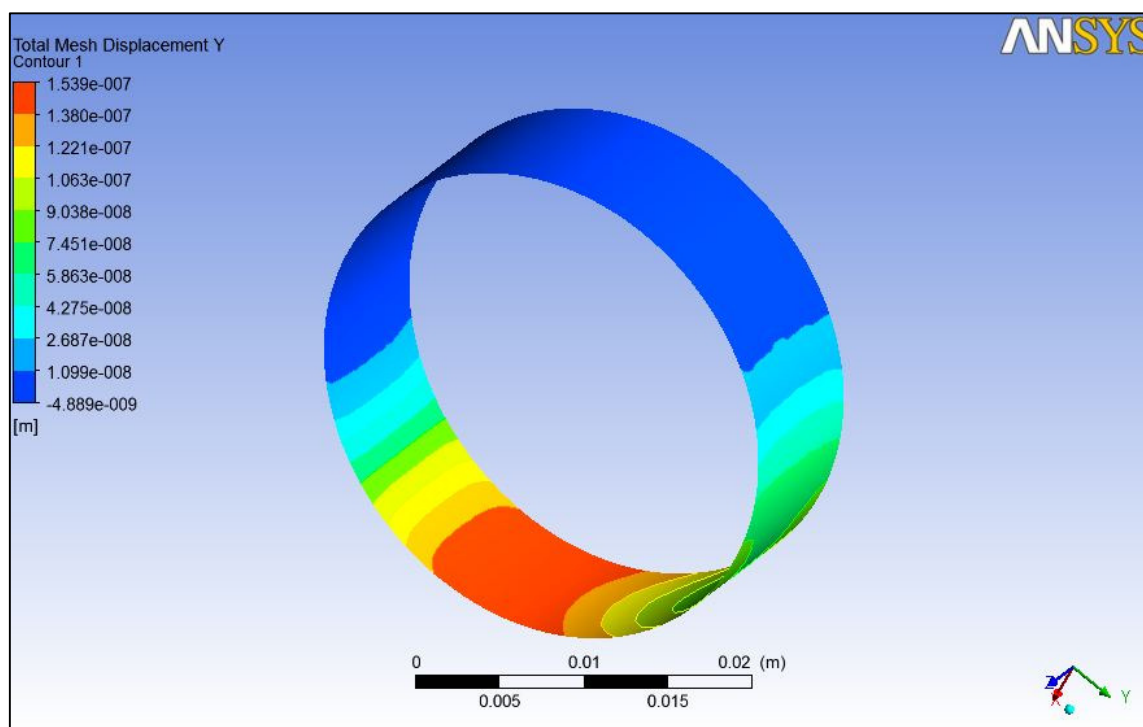


Figura 3: Deslocamento do fluido

XIX Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 13 a 17/08/2012 – São Carlos-SP
Artigo CREEM2012

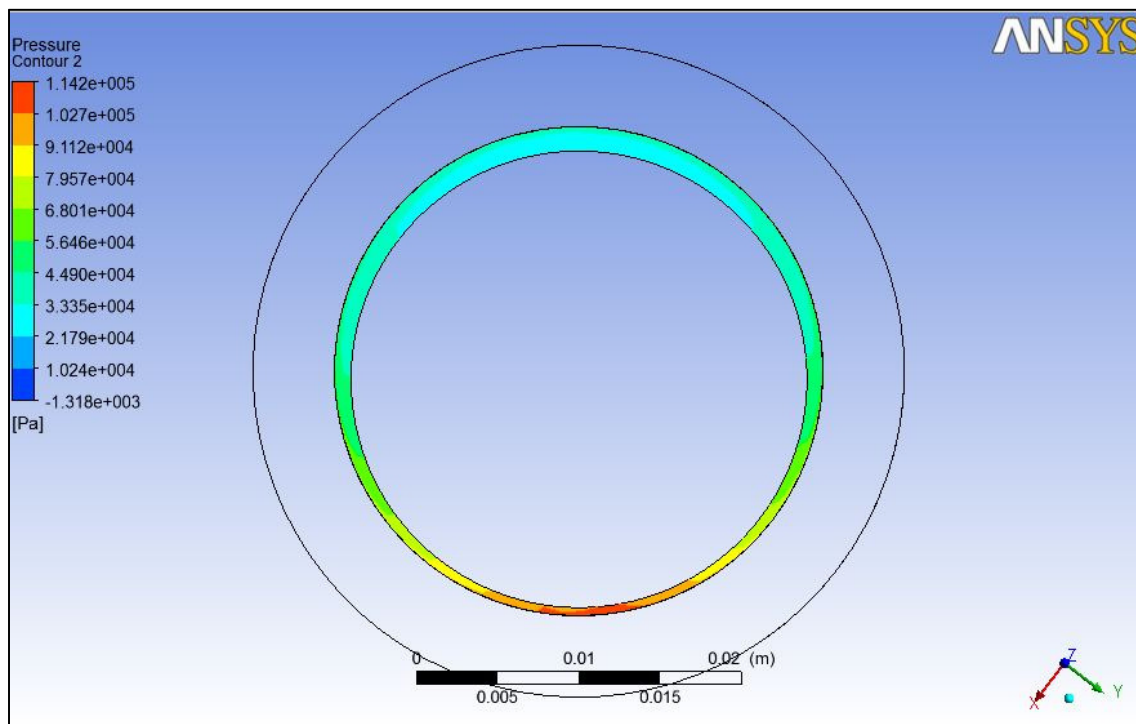


Figura 4: Pressão do fluido na seção de simetria

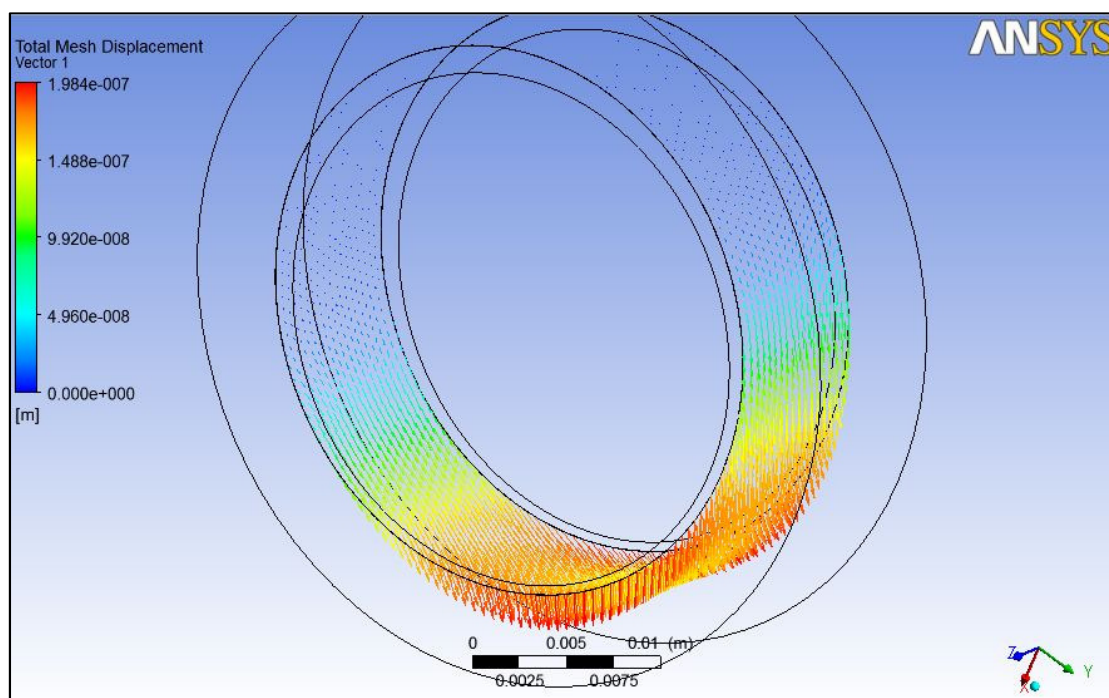


Figura 5: Vetores de deslocamento do fluido



Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos



XIX Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 13 a 17/08/2012 – São Carlos-SP
Artigo CREEM2012

Conclusões

Concretiza-se com este trabalho a implementação de uma metodologia de simulação fluido-estrutura em mancais. A disponibilidade de recursos computacionais limitaram as simulações, uma vez que a malha do fluido possuía cerca de 980 mil elementos. Aumentou-se, portanto, a excentricidade do fluido, permitindo uma malha mais grosseira e desta maneira, reduzindo o esforço computacional para simular. Exalta-se a importância deste trabalho, uma vez que foi desenvolvida uma metodologia de simulação e consequentemente, com os recursos necessários, resultados mais expressivos poderão ser atingidos.

Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica. Ao Professor Mariano pelo apoio técnico.

Referências Bibliográficas

- Duarte Jr. D., “Tribologia, lubrificação e mancais de deslizamento”, Editora Ciência Moderna, Rio de Janeiro, RJ, 2005.
- Liu H., Xu H., Ellison P.J.; Jin, Z., “Application of Computational Fluid Dynamics and Fluid-Structure Interaction Method to the Lubrication Study of a Rotor-Bearing System”. Tribology Letters. Vol.38, n.3, pp.325-336, 2010.
- Norton, R.L., “Projeto de máquinas: uma abordagem integrada”, 2ed., Editora Bookman, Porto Alegre, RS, 2004.