

Autores: Leonardo Carpinetti Vieira (bolsista), Katia Lucchesi Cavalca (orientadora).
Colaboradores: Fábio Nonato de Paula; Gregory Bregion Daniel.

FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

Financiamento do projeto: SAE Unicamp – bolsa empresa BorgWarner Brasil Ltda.

Mancais Axiais - Lubrificação Hidrodinâmica (HD) - Método das Diferenças Finitas

Introdução

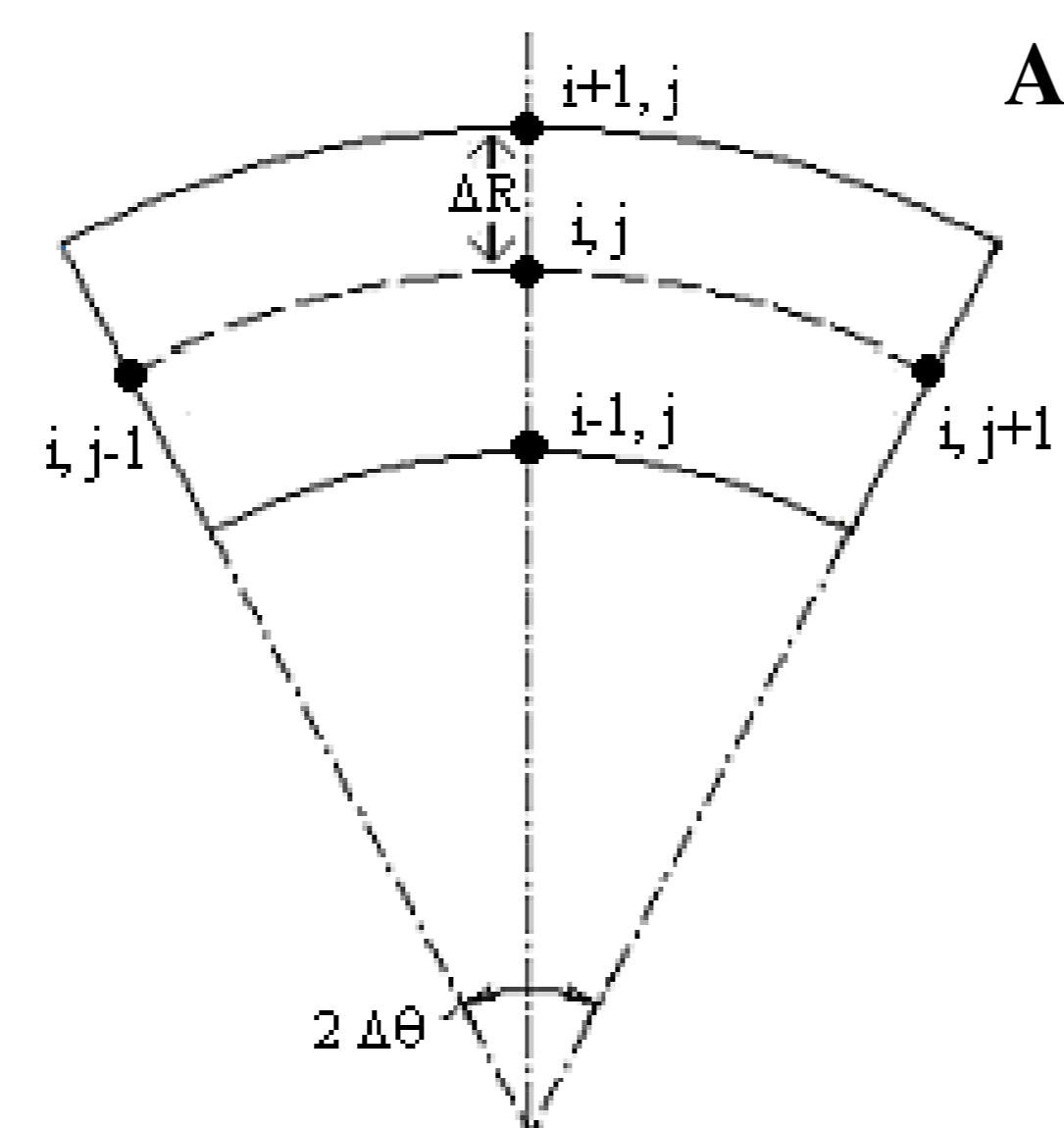
A formação de pressões no fluido lubrificante presente na folga entre um mancal axial e o colar do eixo é de fundamental importância para evitar o contato entre partes sólidas com movimento axial relativo, o que pode levar a desgaste, atrito e, conseqüentemente, falha em máquinas rotativas. Portanto, para se projetar um mancal de encosto eficaz, é importante conhecer o modo como se formam as pressões no filme de óleo e como os esforços são transmitidos do eixo para o mancal através do fluido lubrificante. Faz-se necessário, assim, resolver a Equação de Reynolds para se obter o perfil de pressões existentes na região sob lubrificação hidrodinâmica. Para a avaliação do problema de lubrificação HD proposto, foi implementado um modelo de solução numérica utilizando-se o Método das Diferenças Finitas com coordenadas polares.

Metodologia

O equacionamento necessário para a análise da lubrificação hidrodinâmica é baseado essencialmente na Equação de Reynolds. Com algumas considerações, tais como viscosidade e densidade do fluido lubrificante constantes, condições isotérmicas e existência de fluxos laterais de fluido, a Equação de Reynolds em coordenadas polares pode ser escrita da seguinte maneira:

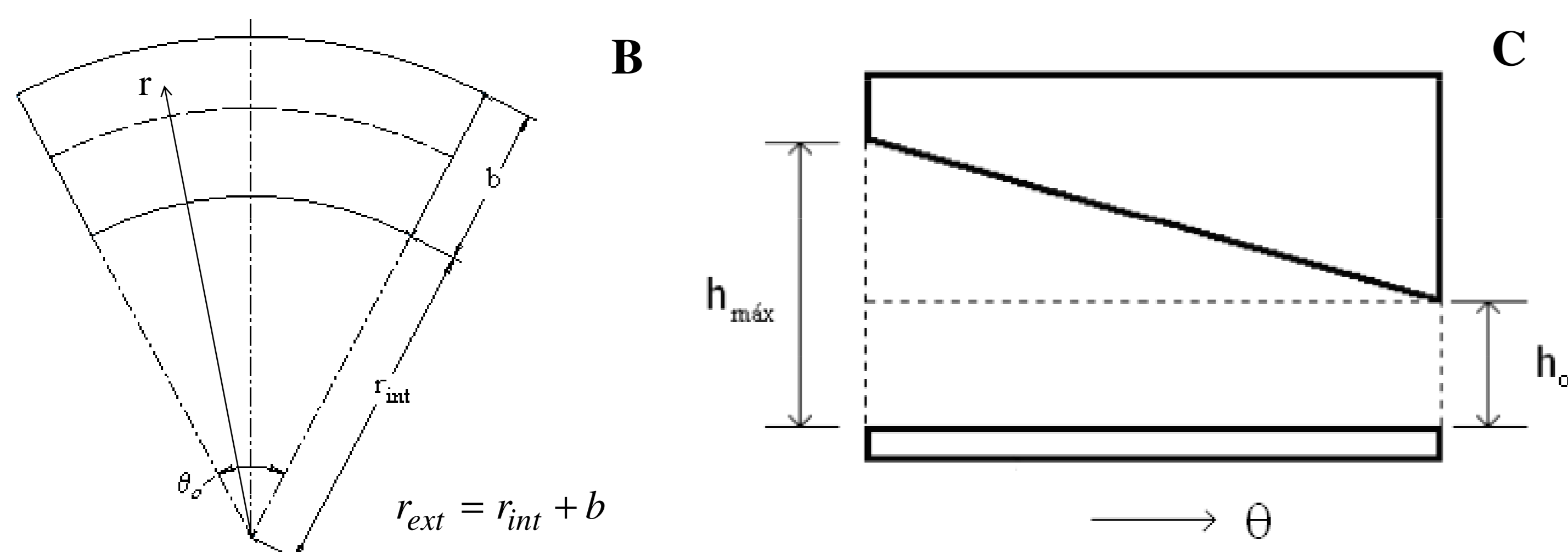
$$\frac{\partial}{\partial r} \left(r h^3 \frac{\partial p}{\partial r} \right) + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(h^3 \frac{\partial p}{\partial \theta} \right) = 6 \eta v_{\theta} \frac{\partial h}{\partial \theta}$$

Esta equação foi resolvida através do Método de Diferenças Finitas, calculando-se iterativamente a pressão para todos os pontos da malha. Alguns exemplos de posições de pontos da malha utilizada podem ser vistos na Figura A.

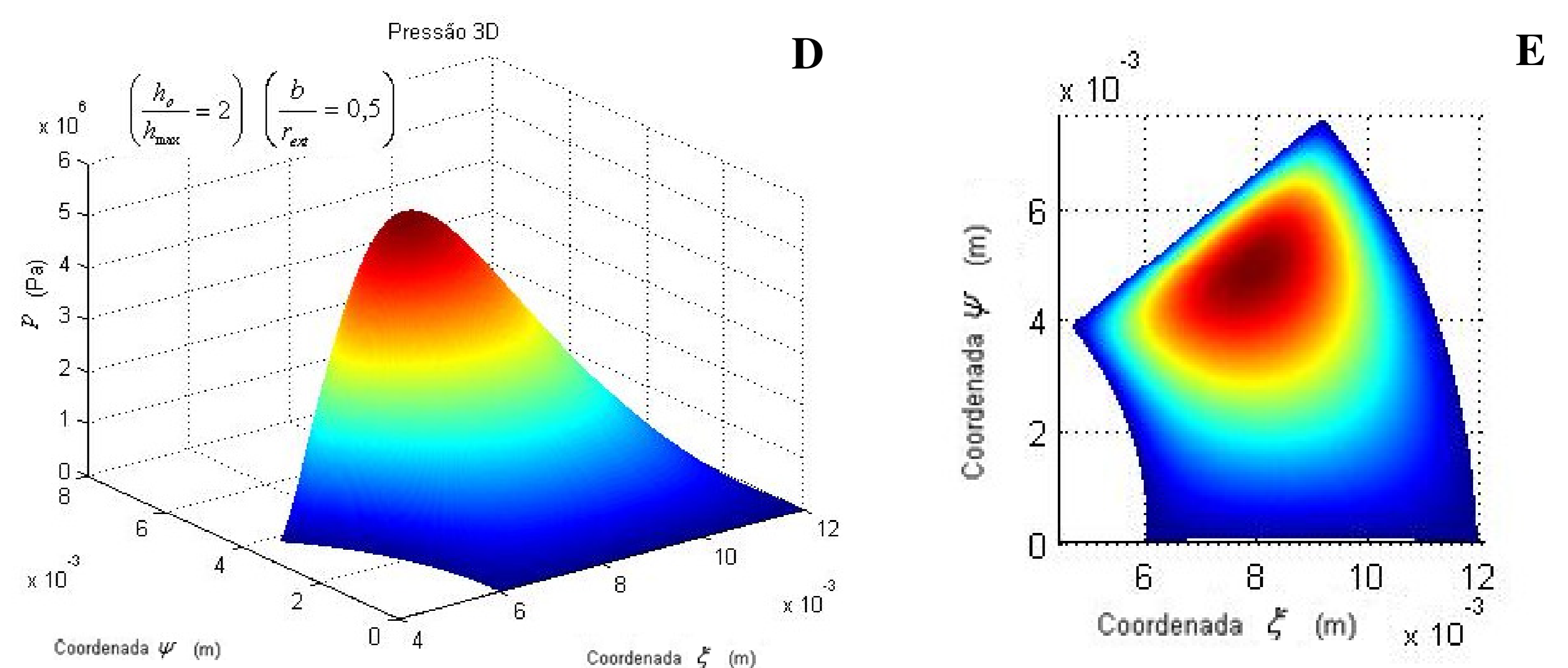


Resultados e Discussões

Foram utilizados o sistema de coordenadas polares mostrado na Figura B e o perfil do filme de fluido lubrificante mostrado na Figura C.



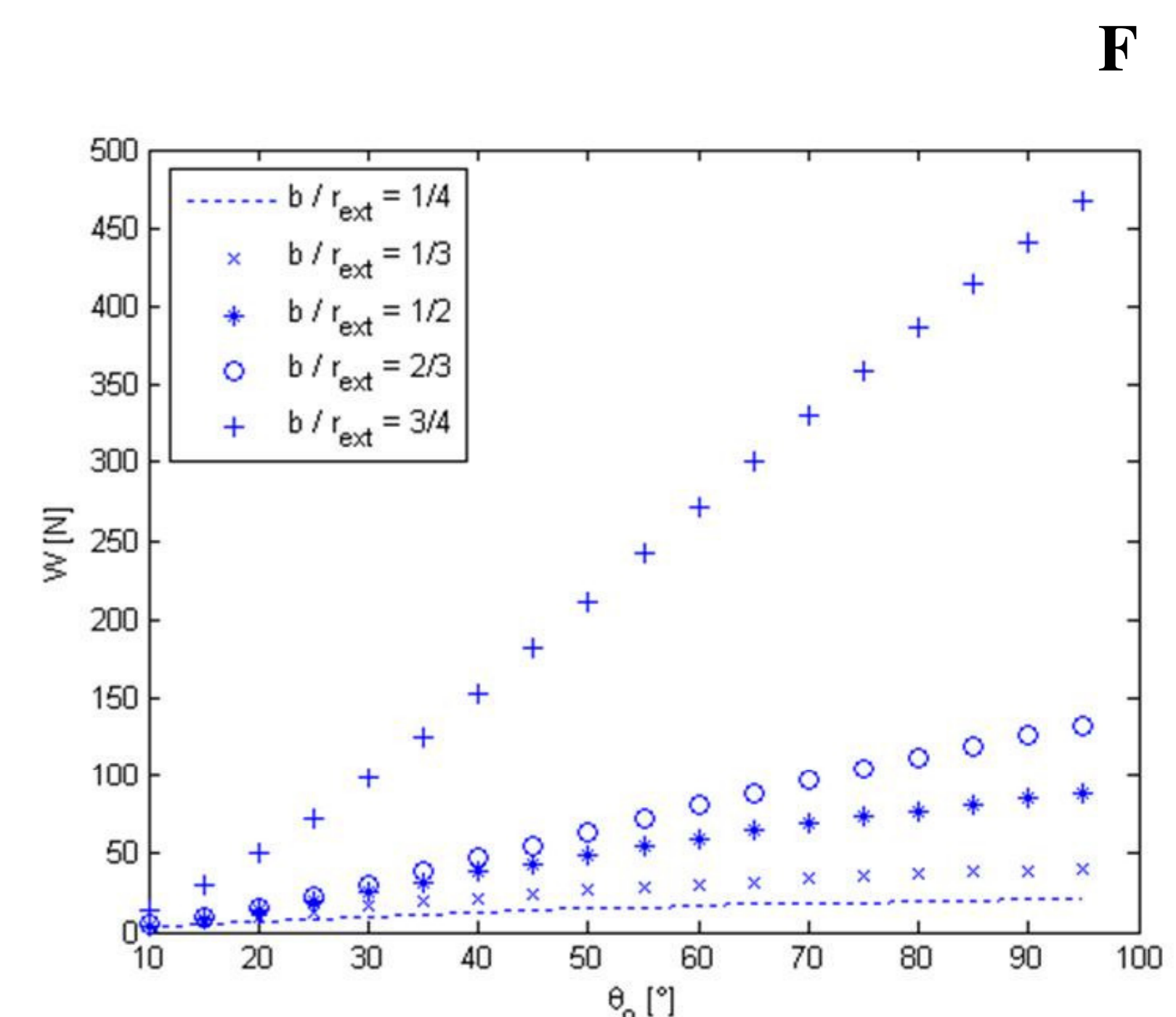
Um exemplo de distribuição de pressão ao longo de um segmento de mancal pode ser observado nas Figuras D e E, que mostram as vistas tridimensional e superior, respectivamente.



As coordenadas utilizadas nas Figuras D e E foram obtidas da seguinte maneira:

$$\psi = r * \text{sen} \theta \quad \zeta = r * \text{cos} \theta$$

A Figura F mostra a variação da capacidade de carga de um segmento em função da variação da razão b/r_{ext} e do tamanho do segmento na direção angular, θ_0 (os resultados são válidos somente para casos de segmentos de mancais em que a espessura de fluido varia conforme a Figura C).



Conclusões

Analisando a capacidade de carga de um segmento em função de diversos parâmetros de operação, nota-se que a carga suportada aumenta quando apenas a espessura do filme de fluido lubrificante é diminuída. Aumentando-se a razão entre a dimensão radial do segmento (b) e o raio externo do segmento (r_{ext}), a carga suportada também aumenta. O mesmo efeito é obtido aumentando-se a velocidade de rotação do eixo ou a viscosidade do óleo utilizado.

Uma área de segmento maior proporciona maior capacidade de carga, às custas de uma maior dissipação de potência, o que pode comprometer a eficiência do mancal.

Referências Bibliográficas

- Charnes, A.; Saibel E; Ying A. S. C., 1953, "On the Solution of the Reynolds' Equation for Slider-Bearing Lubrication – V, The Sector Thrust Bearing", Transactions of the ASME, vol. 75, pp. 1125-1132.
- Hamrock, B. J.; Schmid, S. R.; Jacobson, B. O., 1994, "Fundamentals of Machine Elements", McGraw Hill, 2nd ed., New York, USA, pp. 155-267.
- Pinkus, O.; Lynn, W., 1958, "Solution of the Tapered-Land Sector Thrust Bearing", Transactions of the ASME, vol. 80, pp. 1510-1516.