

Felipe Wenzel da Silva Tuckmantel (bolsista), felipewst@yahoo.com.br
Kátia Lucchesi Cavalca (orientadora), katia@fem.unicamp.br

FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

Agência de Fomento: CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Palavras-chave: Máquinas Rotativas – Análise Dinâmica – Mancal Hidrodinâmico – Selo de Fluxo – Anisotropia

Introdução

As máquinas rotativas têm um papel vital na grande maioria dos sistemas de geração de energia elétrica. A turbina, seu elemento principal, está presente em usinas hidrelétricas, termoelétricas, eólicas e nucleares. Por isso, estudar a natureza de funcionamento destas máquinas é fundamental para se obter uma transformação de energia mais limpa e segura.

A análise do comportamento das máquinas rotativas é bastante complexa, já que estas máquinas são constituídas, geralmente, por um sistema de equipamentos que envolvem, além do rotor, eixos e mancais, fundação e outros equipamentos auxiliares.

A importância da validação dos modelos e resultados do programa RotorTest deve-se à confiabilidade dos resultados obtidos pela simulação numérica deste programa que é de grande importância para análises de resultados experimentais no Laboratório de Máquinas Rotativas.

Metodologia

Para efeito de modelagem, divide-se o sistema em dois subsistemas: rotor-suportes (mancais e selos) e estrutura da fundação. Através do Método das Coordenadas Mistas integram-se as respostas individuais dos sub-sistemas em uma resposta única. Para tanto, são explorados os conceitos de elementos finitos na discretização dos eixos e da fundação, diferenças finitas na análise dos mancais hidrodinâmicos e análise modal para obtenção da resposta da estrutura. Os resultados obtidos são a Função Resposta ao Desbalanceamento (FRF) para nós de interesse (supernós), os coeficientes de rigidez e amortecimento equivalentes de mancais e de selos de fluxo, além dos modos operacionais do rotor para velocidades de interesse, correspondentes às frequências naturais. Foram testadas as influências na resposta dinâmica do rotor devido à utilização dos diferentes tipos de mancais (de elementos rolantes e hidrodinâmicos do tipo multilobular, elíptico e segmentado), de variações na tribologia dos mancais, e da consideração no estudo dos selos de fluxo mecânico e da fundação.

Resultados e Discussões

• Turbogenerador com mancais hidrodinâmicos

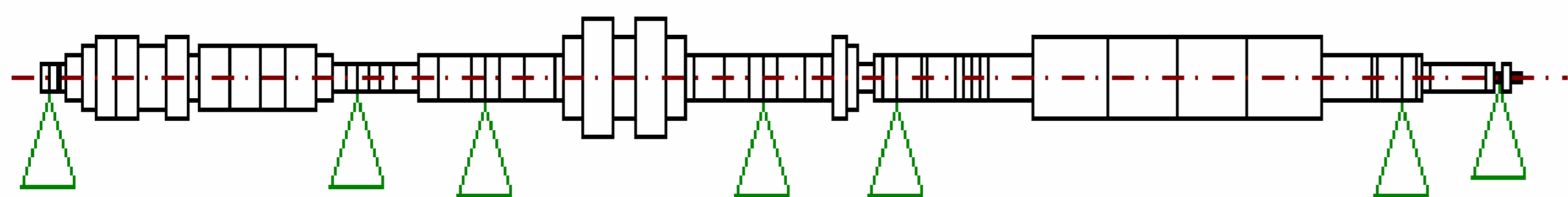


Figura 1. Turbogruppo discretizado

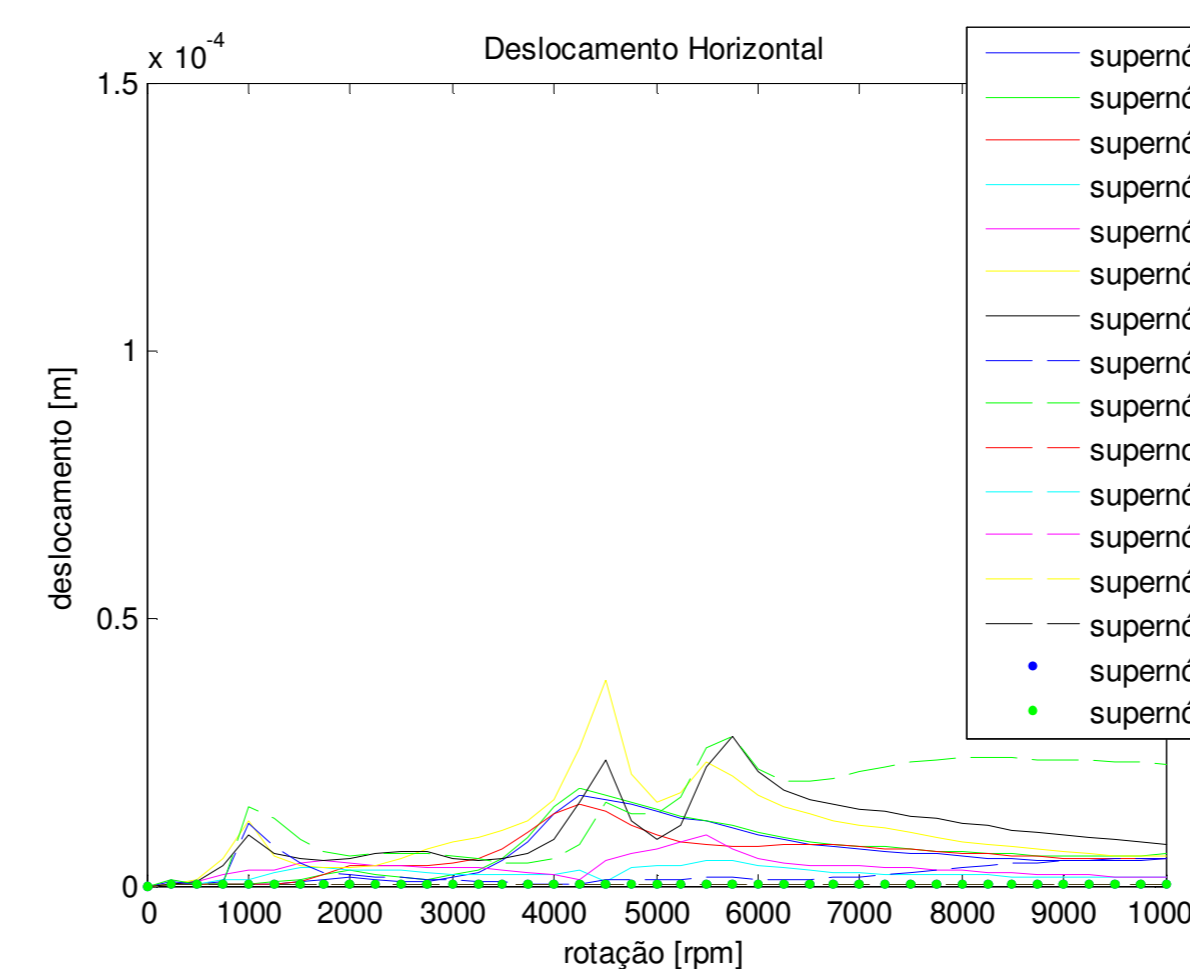


Figura 2. FRD horizontal

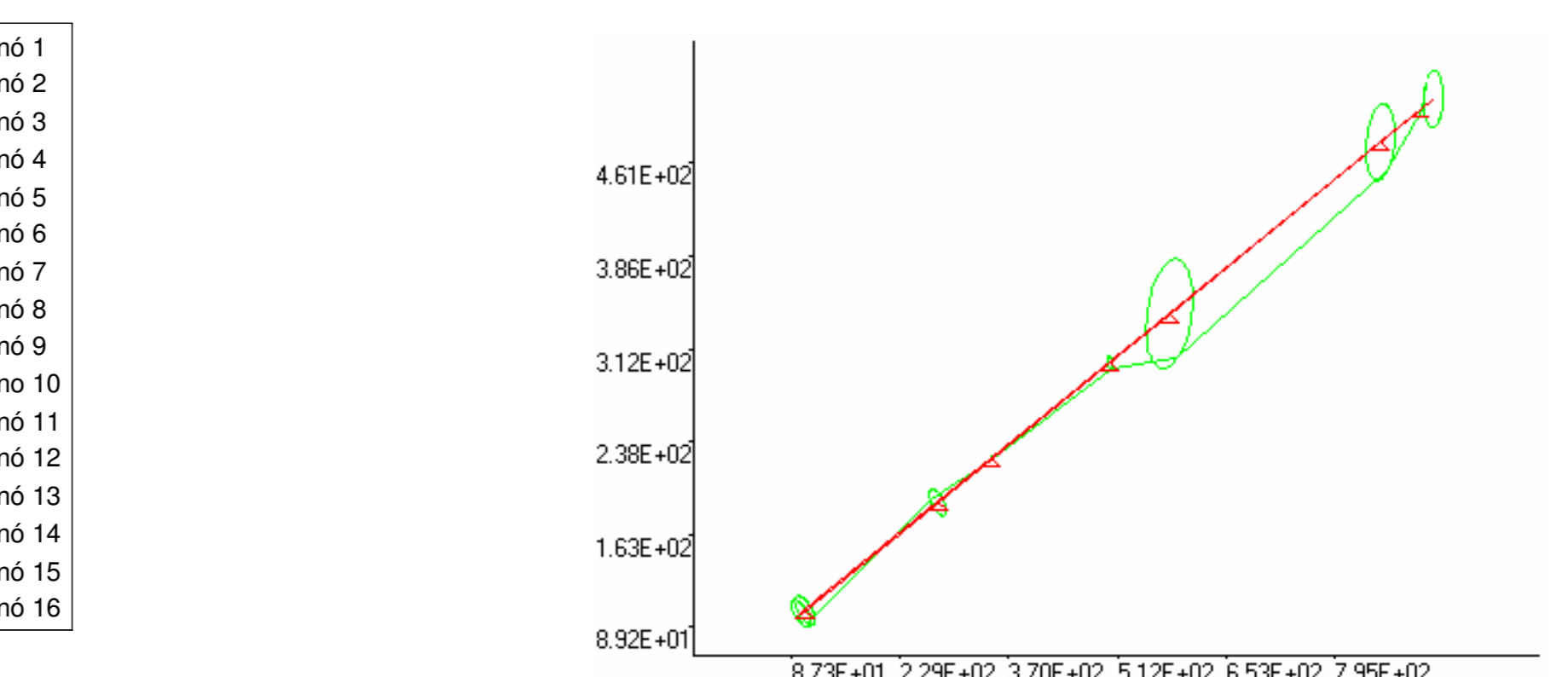


Figura 4. Deformada do rotor a 4600 rpm

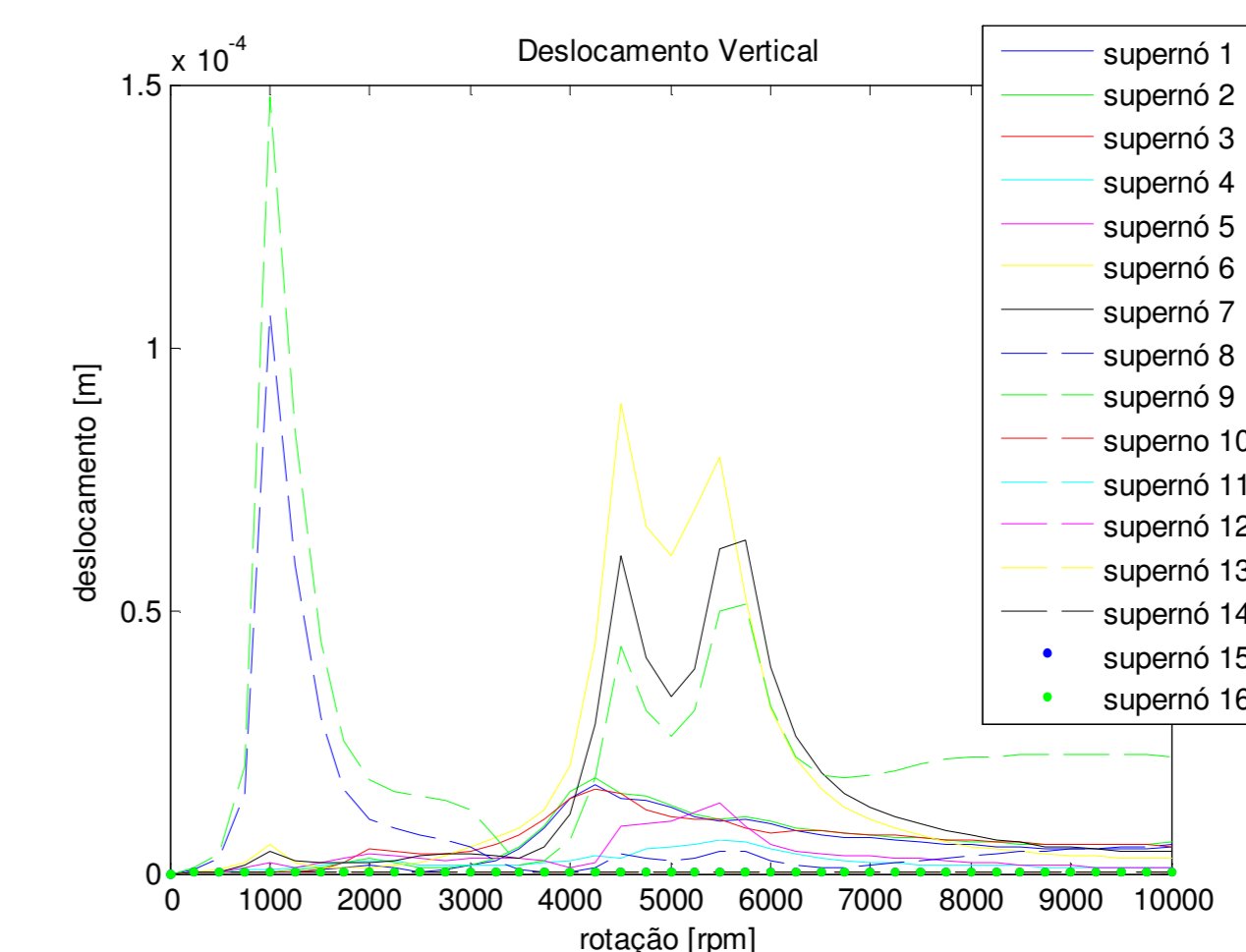


Figura 3. FRD vertical

• Turbina à vapor

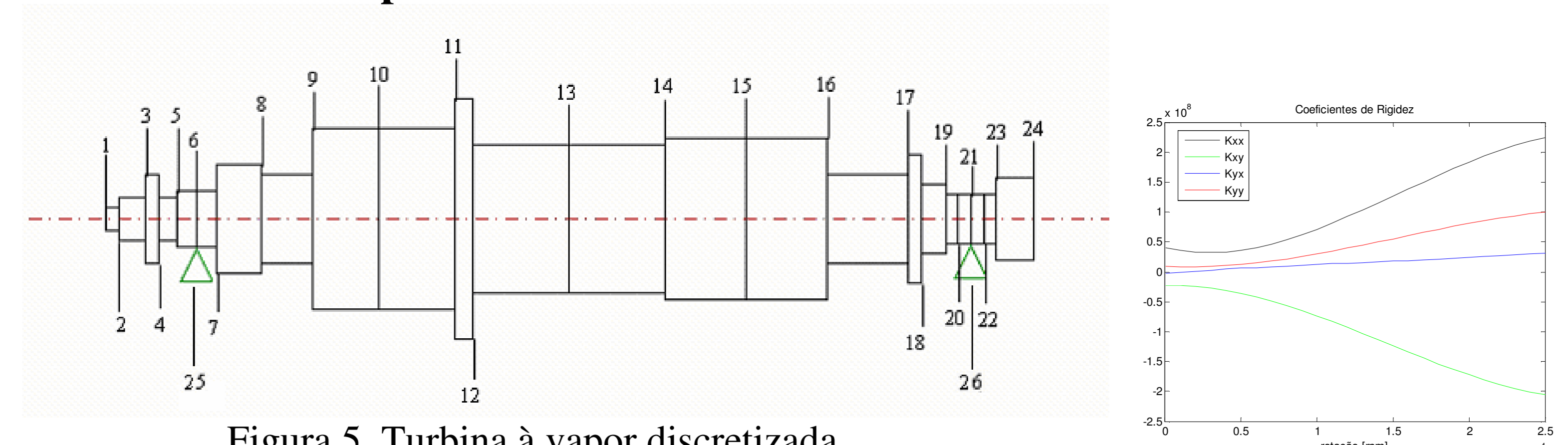


Figura 5. Turbina à vapor discretizada

Figura 7. Coeficiente de rigidez

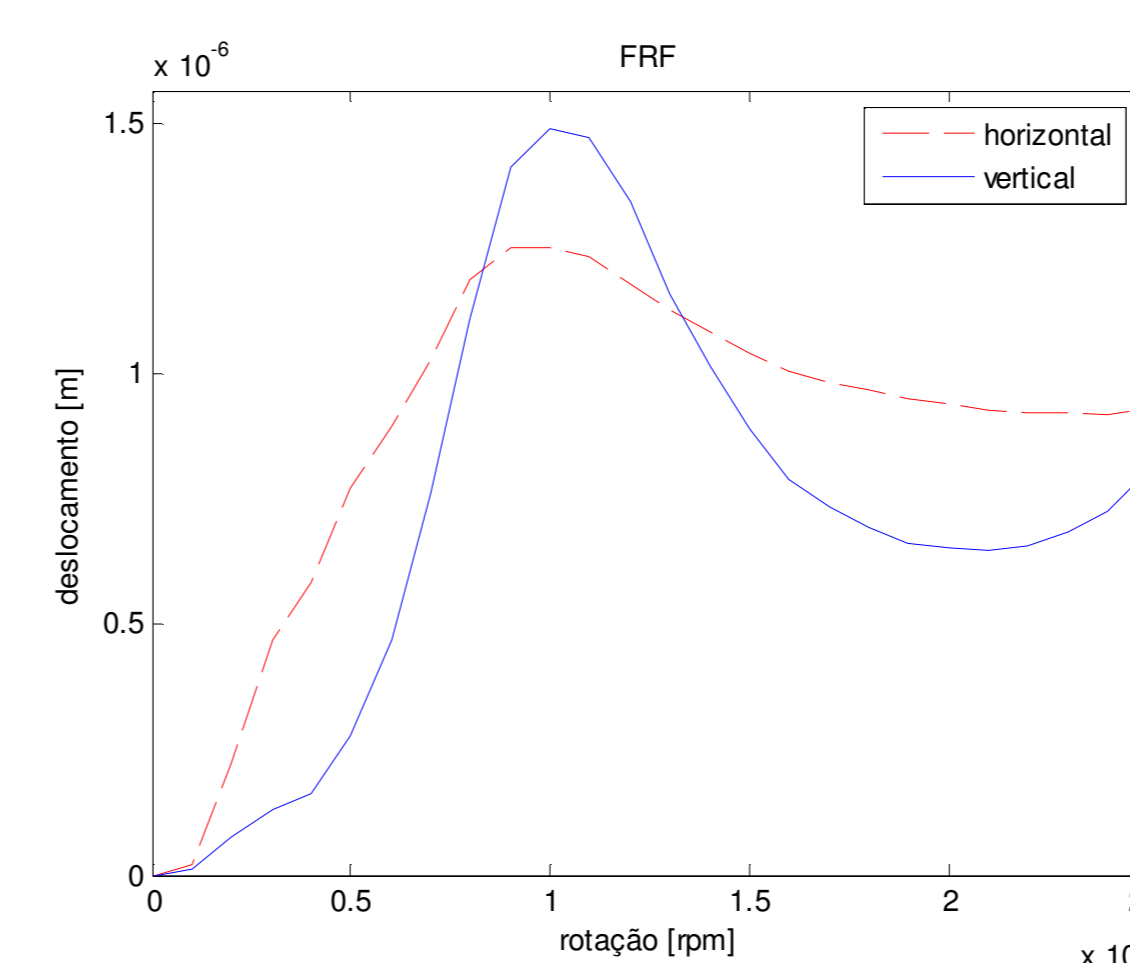


Figura 6. FRD supernó de massa concentrada

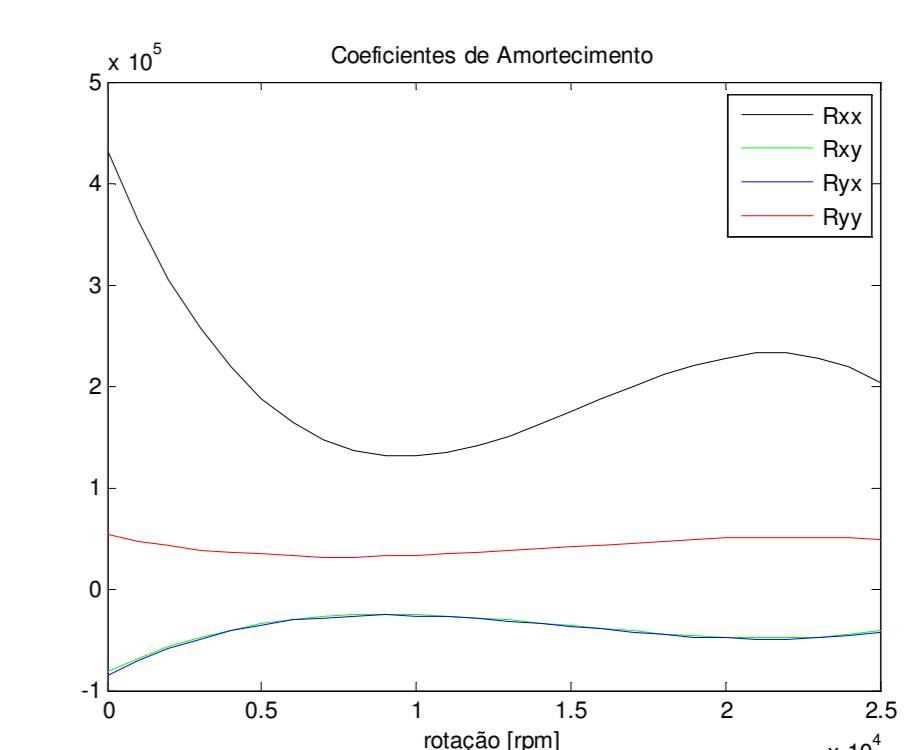


Figura 8. Coeficiente de amortecimento

Conclusões

- Anisotropia dos mancais: segmentados > cilíndrico e bilobado > trilobado e elíptico. Quanto maior a pré-carga menor a anisotropia.
- Rigidez dos mancais: rolamento > elípticos > trilobulares > cilíndricos e bilobulares > segmentados. Quanto maior a pré-carga maior será a rigidez do mancal e a diminuição da razão L/D tende a deixar o mancal menos rígido.
- A utilização de selos de fluxo deixa o rotor mais rígido. O rotor é mais rígido e menos anisotrópico para selos no regime turbulento se comparados aos laminares.
- A mudança da quantidade de modos de vibrar obtidos para a fundação não tem grande influência na resposta do sistema, para 3 modos de vibrar ou mais.