



Desenvolvimento de uma bancada para balanceamento estático

Claudio Abilio da Silveira | claudio.silveira@ifsc.edu.br¹
Mateus Marcon Simionato | mateus.simionato@ifsc.edu.br²
Ricardo Perin | ricardo.perin@ifsc.edu.br³

Edital 11/2025/PROPII
Trabalho de Pesquisa

DT 4 - Inovação Tecnológica, Processos Produtivos e Futuro das Tecnologias

Resumo:

O desbalanceamento de componentes mecânicos é uma das causas de vibrações excessivas e consequentes falhas prematuras em máquinas e equipamentos industriais com elementos rotativos. Dentre os desbalanceamentos possíveis, o do tipo estático ou em plano único, afeta principalmente componentes que possuem dimensões axiais reduzidas em relação ao seu tamanho radial, como é o caso de polias, discos, hélices e rodas. Garantir o correto balanceamento destes componentes contribui para um funcionamento mais eficiente e seguro de máquinas e instalações. O projeto aborda o balanceamento estático de diferentes componentes mecânicos em ambientes de ensino e manutenção. O objetivo geral é a construção de uma bancada de balanceamento estático. Especificamente, busca-se projetar um sistema que permita o acoplamento de rotores, polias e discos de variados diâmetros. A metodologia consistirá no projeto mecânico da estrutura, seguido da fabricação de um sistema de eixo apoiado em rolamentos. Serão realizados testes de validação para determinar a sensibilidade e a precisão na identificação de desbalanceamentos. Como contribuição técnica e tecnológica, o projeto entregará um protótipo de baixo custo e versatilidade. O resultado final contribuirá para a melhoria da formação dos estudantes do IFSC, estimulando o pensamento, o conhecimento e a resolução de problemas relacionados ao balanceamento de componentes mecânicos.

Palavras-chave: manutenção industrial; dinâmica de máquinas; instrumentação didática; vibrações mecânicas.

Introdução

No cenário industrial, a integridade e a eficiência de máquinas rotativas dependem do equilíbrio de seus componentes submetidos à rotação. O desbalanceamento de massa é uma das fontes de vibrações indesejadas em máquinas, resultando em desgaste

¹ Servidor Câmpus Chapecó do Instituto Federal de Santa Catarina.

² Servidor Câmpus Chapecó do Instituto Federal de Santa Catarina.

³ Servidor Câmpus Chapecó do Instituto Federal de Santa Catarina.

acelerado de mancais, redução da vida útil de eixos, danos em engrenagens e possíveis falhas por fadiga cíclica.

Embora a tecnologia atual de balanceamento empregada na indústria conte com soluções avançadas de medição para casos mais complexos, o uso de ferramentas acessíveis e versáteis para o balanceamento do tipo estático, especialmente no contexto de laboratórios de ensino e pequenas oficinas de manutenção, ainda é relevante para o entendimento e treinamento em relação aos fenômenos de desbalanceamento.

Este trabalho fundamenta-se na necessidade de desenvolvimento de uma solução de baixo custo e versatilidade para atender uma gama variada de componentes como polias, hélices e pequenos rotores com diferentes diâmetros de furo. A proposta justifica-se, portanto, pela criação de uma bancada de balanceamento estático.

O objetivo deste trabalho compreende o desenvolvimento de uma bancada de balanceamento estático, buscando não apenas a precisão na identificação do centro de massa, mas também a materialização do princípio da indissociabilidade entre pesquisa e ensino. Através desta iniciativa, busca-se fomentar a pesquisa aplicada como princípio educativo e desenvolver recursos didáticos para as disciplinas de mecânica e manutenção.

Fundamentação teórica

A fundamentação teórica deste trabalho baseia-se nos princípios da dinâmica dos corpos rígidos e na análise de vibrações mecânicas, focando especificamente no fenômeno do desbalanceamento e suas implicações para a integridade de sistemas rotativos.

O desbalanceamento é a causa mais comum de forçamento harmônico, manifestando-se como um carregamento periódico decorrente de uma massa excêntrica que gira com determinada velocidade angular (Savi; Paula, 2017). Este fenômeno é rotineiramente observado em máquinas rotativas e eixos girantes, como no caso de rodas de automóveis, onde a excitação gerada pela massa excêntrica pode ser mitigada através da adição de massas de compensação (Savi; Paula, 2017).

A relevância do balanceamento é acentuada quando se considera o ciclo de vida dos equipamentos e dispositivos mecânicos. Se o desbalanceamento de rotores não for

devidamente ajustado, os níveis de vibração tendem a crescer progressivamente, podendo culminar na falha catastrófica do equipamento (Farias Neto *et al.*, 2022). O desbalanceamento induz flexão cíclica nos eixos, o que pode provocar modos de falha graves, como a fadiga na interface entre volantes e eixos ou a ruptura por fadiga do próprio eixo devido às tensões cíclicas (Collins, 2019).

O desbalanceamento de massa ocorre quando existem momentos não nulos nas direções perpendiculares ao eixo de rotação, o que induz o surgimento de forças de reação nos mancais, mesmo sob velocidade angular constante. O processo prático para solucionar esse problema consiste em modificar a distribuição de massa do corpo de forma que o seu centro de massa permaneça exatamente sobre o eixo de rotação e os produtos de inércia associados sejam anulados (Rade, 2017).

Neste contexto, o projeto foca no balanceamento estático, também denominado balanceamento em plano único. Este método é aplicável quando as massas que geram as forças inerciais estão localizadas em um mesmo plano ou muito próximas a ele, caracterizando um problema essencialmente bidimensional. Dispositivos que possuem dimensões axiais reduzidas em comparação ao seu raio, como engrenagens simples, polias, hélices de aviões e rodas de motocicletas, são candidatos ideais para este procedimento (Norton, 2010). Uma boa prática de engenharia é realizar o balanceamento estático de cada componente individual antes da montagem final, pois isso reduz significativamente o desbalanceamento dinâmico residual e diminui os momentos fletores atuantes sobre o eixo do sistema (Norton, 2010).

Portanto, este trabalho de pesquisa aplicada une a modelagem teórica da distribuição de massas e inércia à necessidade prática de reduzir forças de reação e vibrações excessivas. O desenvolvimento de uma bancada de balanceamento estático permitirá a aplicação direta desses conceitos de dinâmica em diversos elementos de máquinas, promovendo a extensão da vida útil dos componentes e a sua segurança operacional.

Procedimentos metodológicos

A metodologia deste projeto será de natureza experimental e seu desenvolvimento será dividido em etapas sequenciais, apresentadas a seguir:

Etapa 1 (levantamento bibliográfico): inicialmente, será realizada uma revisão da literatura sobre sistemas de balanceamento, focando nos princípios de funcionamento e dispositivos empregados. Será feito um levantamento das normas técnicas que especificam as exigências para o balanceamento estático. Paralelamente, será conduzida uma pesquisa de mercado para identificar os tipos de soluções disponíveis comercialmente. Essa etapa fornecerá o embasamento teórico e as especificações para o desenvolvimento do aparato.

Etapa 2 (projeto da bancada): com base nas normas técnicas identificadas e na pesquisa de mercado, será realizado o projeto detalhado da bancada de balanceamento. Será desenvolvido um modelo 3D em software CAD, composto pela estrutura de suporte, os mancais e sistema de eixo com cones de centralização. O projeto buscará a otimização de materiais e a facilidade de montagem, garantindo que a bancada atenda às características desejadas.

Etapa 3 (fabricação da bancada): a construção da bancada ocorrerá nos laboratórios do Câmpus, utilizando processos de usinagem convencional e, possivelmente, de manufatura aditiva para componentes de geometria complexa, conforme as competências institucionais. Serão fabricados a estrutura e os conjuntos de cones que permitirão o acoplamento de peças com diferentes diâmetros de furo.

Etapa 4 (análise de desempenho da bancada): após a montagem, o projeto entrará na fase de análise dimensional e de qualidade. Nesta etapa, serão realizados ensaios experimentais para verificar a sensibilidade da bancada e a repetibilidade das medições. A verificação ocorrerá por meio da comparação entre o desbalanceamento teórico inserido e a capacidade do aparato em identificá-lo.

Etapa 5 (documentação e publicação de resultados): por fim, a documentação e publicação de resultados consolidará o conhecimento gerado. A documentação consistirá na elaboração de relatório técnico, que incluirá descrição das etapas, levantamento bibliográfico, projeto e fabricação da bancada, análise de desempenho e conclusões.

Resultados e discussões

Até o presente momento, os resultados obtidos concentram-se na conclusão do levantamento bibliográfico e na definição dos parâmetros de projeto. A revisão da

literatura permitiu identificar que a principal falha em aparatos de baixo custo é a resistência ao rolamento nos mancais, que mascara pequenos desbalanceamentos, e a falta de concentricidade na montagem de peças com diferentes diâmetros.

Estes dados obtidos reforçam a importância da seleção cuidadosa de mancais que apresentem baixo atrito e baixa resistência ao rolamento. A dificuldade de centralização indica a necessidade de projeto de um sistema de cones centralizadores para garantir a precisão de posicionamento e versatilidade para peças com diferentes dimensões.

A revisão da literatura também permitiu identificar a norma ISO 1940-1:2007, que estabelece os requisitos de qualidade necessários para o balanceamento de rotores rígidos, definindo os graus de qualidade de balanceamento, que servirão de meta para o protótipo.

A discussão desses resultados parciais aponta para a viabilidade técnica da construção do aparato nos laboratórios do Câmpus. A sistematização das informações bibliográficas já permitiu a elaboração de um esboço para a bancada. Tais esforços iniciais garantem subsídio para as próximas fases de fabricação e testes.

Considerações finais

Diante dos resultados parciais apresentados, conclui-se que os objetivos iniciais desta do trabalho foram atingidos. A conclusão das etapas de levantamento bibliográfico e normativo, permitiu o estabelecimento de uma base técnica para o desenvolvimento da bancada de balanceamento estático. Os procedimentos adotados na fase de projeto mostraram-se adequados, permitindo antecipar soluções para problemas críticos, como resistência ao rolamento e a excentricidade de montagem.

Como projeções futuras, vislumbra-se a finalização da construção física da bancada e a realização de ensaios para validação do seu desempenho.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC, pelo apoio recebido, viabilizando a execução das atividades do projeto de pesquisa.



Referências

COLLINS, Jack A. **Projeto Mecânico de Elementos de Máquinas**, 2ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2019. E-book. p.685. ISBN 9788521636243. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521636243/>. Acesso em: 14 abr. 2026.

FARIAS NETO, Antonio dos Reis de; ASSUNÇÃO, Germano S C.; SANTOS, Felipe D. Dias dos; et al. **Vibrações Mecânicas**. Porto Alegre: SAGAH, 2022. E-book. p.201. ISBN 9786556902654. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786556902654/>. Acesso em: 14 abr. 2026.

NORTON, Robert L. **Cinemática e dinâmica dos mecanismos**. Porto Alegre: AMGH, 2010. E-book. p.719. ISBN 9788580550122. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788580550122/>. Acesso em: 14 abr. 2026.

RADE, Domingos. **Cinemática e Dinâmica para Engenharia**. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2017. E-book. p.434. ISBN 9788595154582. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595154582/>. Acesso em: 14 abr. 2026.

SAVI, Marcelo A.; PAULA, Aline Souza de. **Vibrações Mecânicas**. Rio de Janeiro: LTC, 2017. E-book. p.64. ISBN 9788521634003. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521634003/>. Acesso em: 14 abr. 2026.