

DESENVOLVIMENTO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA A BANCADA BA-01

Aldrey Nader da Silva, d2021008541@unifei.edu.br¹

Glauber Zerbini Costal, glauhercostal@unifei.edu.br¹

¹Universidade Federal de Itajubá – Campus Itabira, Rua Irmã Ivone Drumond, 200 – Distrito Industrial II, Itabira/MG CEP 35903-087

Resumo. A Bancada Didática BA-01 foi desenvolvida pela 1ª Linha, em conformidade com as normas de segurança elétrica e de trabalho, para a realização de práticas de manutenção mecânica industrial e análise de vibrações. Este trabalho se caracterizou então como um estudo de caso de uma bancada didática de um laboratório universitário, cuja operação é atípica, caracterizada por baixa frequência de operação, baixa carga, operação por curtos períodos e a inserção de estresses térmicos e mecânicos. Portanto, é necessária a elaboração de um plano de manutenção preventiva personalizado, visando o prolongamento da vida útil do equipamento e a contabilização do tempo entre as manutenções. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um plano de manutenção para a bancada didática BA-01 da marca 1ª Linha, do Laboratório de Vibrações Mecânicas e Dinâmica (Lavidí) do campus de Itabira da Universidade Federal de Itajubá, abordando funcionamentos, preventiva e uma metodologia de fichamento de histórico, baseada em conceitos de melhoria contínua considerando as particularidades do seu uso. Foram, para isto, consideradas as recomendações do fabricante, com base nas metodologias 5W2H, SOD e NPR, além da sugestão de melhorias KAIZEN que podem ser implementadas no equipamento.

Palavras chave: Manutenção preventiva, Plano de manutenção, BA-01, Kaizen, Bancada didática.

Abstract. The BA-01 Teaching Bench was developed by 1ª Linha, in compliance with electrical and work safety standards, for carrying out industrial mechanical maintenance practices and vibration analysis. This work was characterized as a case study of a teaching bench of a university laboratory, whose operation is atypical, characterized by low operating frequency, low load, operation for short periods and the insertion of thermal and mechanical stresses. Therefore, it is necessary to develop a personalized preventive maintenance plan, aiming at extending the useful life of the equipment and accounting for the time between maintenance. Thus, this work aimed to develop a maintenance plan for the BA-01 teaching bench of the 1ª Linha brand, of the Mechanical Vibrations and Dynamics Laboratory (Lavidí) of the Itabira campus of the Federal University of Itajubá, addressing operations, preventive maintenance and a history recording methodology, based on concepts of continuous improvement considering the particularities of its use. For this purpose, the manufacturer's recommendations were considered, based on the 5W2H, SOD and NPR methodologies, in addition to the suggestion of KAIZEN improvements that can be implemented in the equipment.

Keywords: Preventive maintenance, Maintenance plan, BA-01, Kaizen, Teaching bench.

1. INTRODUÇÃO

A bancada 1ª Linha BA-01 é um equipamento didático-industrial desenvolvido para simular, em ambiente controlado, sistemas de transmissão mecânica comumente encontrados em aplicações industriais e a realização prática de procedimentos de manutenção e análise de vibrações (1ª Linha, 2023). Neste contexto, a bancada no qual atualmente está inserida no Laboratório de Vibrações Mecânicas e Dinâmica (Lavidí) do campus de Itabira da Universidade Federal de Itajubá, passou por um longo período sem ter a realização de manutenções preventivas.

Dessa forma, de acordo com Luz (2024), a manutenção preventiva realiza reparos programados para evitar falhas nos equipamentos, ao contrário da manutenção corretiva, que se destina a consertar após a falha. Assim, conceitos de manutenibilidade, confiabilidade e disponibilidade tornam-se importantes para um bom planejamento de manutenção (Kardec; Nascif, 2002). Apesar de estar vinculada à Manutenção Produtiva Total (MPT), filosofia de gestão industrial, a realização de treinamentos dos técnicos para melhor atuar como mantenedor de máquinas é uma ação que deve ser implementada também em laboratórios em ambiente acadêmico. O conceito de manutenção autônoma é importante, pois prepara o técnico para desempenhar atividades como: execução de reparos, testes e verificações no maquinário, além de registrar as ocorrências da máquina e a lubrificação, específicas para cada máquina (Pereira, 2009).

A elaboração de planos de manutenção e a realização de manutenções preventivas trazem benefícios, porém a estruturação dessas atividades algumas vezes não está inserida no planejamento estratégico das empresas (Reis, 2018). Além disso, o desempenho das manutenções afeta diretamente o desempenho da empresa, tendo uma função estratégica

dentro da instituição (Xavier, 2011). Dessa forma, a não realização das manutenções interferiu diretamente na possibilidade de terem sido feitos estudos e aulas práticas na bancada. Esta demanda não foi sanada anteriormente pois em instituições públicas há uma maior inércia para a realização de serviços de manutenção e substituição de componentes ruins, sem contar que no momento não haviam pessoas com conhecimentos técnicos para realizar as intervenções. Além disso, havia a falta de informações básicas sobre tolerâncias, folgas e quantidade de lubrificantes a serem utilizados, além da maior inércia para a estruturação de planos e a realização de manutenções preventivas. Entretanto, apesar de e não agrega valor e não contribuir diretamente à produção, para que os equipamentos e os sistemas continuem funcionando adequadamente, torna-se importantíssimo a realização de manutenções (Marocco, 2013).

A utilização da metodologia 5W2H (*What, When, Where, Who, Why, How e How Much*) para a elaboração de perguntas que esclareçam o problema a ser resolvido auxilia a organizar e ordenar claramente a realização de uma ação (Seleme, 2015). A aplicação de metodologias para priorizar e determinar o grau de risco das falhas potenciais auxilia na elaboração de checklists de manutenção preventiva, elencando atividades a serem executadas com maior frequência e maior grau de atenção, conforme a nota atribuída. Assim, a metodologia SOD (Severidade, Ocorrência e Detecção) junto ao Número de Prioridade de Risco (NPR) avaliam e classificam os riscos intrínsecos ao maquinário, considerando não apenas a probabilidade de a falha ocorrer, mas também o grau de impacto que essa falha causará e a dificuldade de se identificar a falha antes que prejudique outras máquinas ou pessoas (Seleme, 2015).

Desenvolvida após a segunda guerra mundial, as práticas e técnicas que visam diminuir o desperdício de recursos, sejam eles de tempo ou de materiais, tornou-se uma alavanca para a competitividade global (Womack e Jones; Ross, 1992). Com isso, realizar correções ou melhorias específicas com a metodologia KAIZEN para problemas evidenciados no cotidiano da operação e da aplicação do maquinário auxilia na redução do tempo de realização da manutenção.

Assim, o objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um plano de manutenção para a bancada didática BA-01 da marca 1ª Linha, do Laboratório de Vibrações Mecânicas e Dinâmica (Lavidi) do campus de Itabira da Universidade Federal de Itajubá, abordando funcionamentos, preventiva e uma metodologia de fichamento de histórico, baseada em conceitos de melhoria contínua. Este trabalho trata-se de um estudo de caso de uma bancada didática de um laboratório de ensino de graduação e pesquisa de uma universidade federal brasileira. Com este trabalho, foi possível garantir que manutenções futuras da bancada didática estudada seja realizada de forma eficiente, eficaz, padronizada e que seja estabelecida uma rotina de arquivamento de histórico das manutenções futuras no laboratório em questão, auxiliando a instituição com seus procedimentos além da oportunidade oferecida ao discente executor do trabalho de colocar em prática a teoria adquirida em sala de aula.

2. MÉTODOS

Neste estudo de caso de uma bancada didática de um laboratório de ensino de graduação e pesquisa de uma universidade federal brasileira, a bancada foi o objeto principal para o desenvolvimento deste trabalho. O desenvolvimento do trabalho iniciou com um levantamento do detalhamento do funcionamento da bancada e de informações sobre o histórico de manutenções já realizadas, a identificação das técnicas preventivas de manutenção necessárias e das falhas recorrentes da bancada. Após isso, foi realizada uma manutenção preventiva na bancada com o objetivo de desmontar todo o conjunto para avaliar o estado de conservação dos componentes e listar quais os modelos e dimensões de todos os componentes mecânicos que compõem a bancada, além de realizar um levantamento das informações técnicas referentes aos rolamentos, mancais e acoplamentos.

Para a elaboração do plano de manutenção, buscou-se entender o propósito de aplicação da bancada, bem como a frequência de operação e os tipos de aulas práticas realizadas. Diante dessas informações, foi realizada uma listagem dos modos de falhas e a classificação desses modos através da metodologia SOD e da NPR. A partir dos resultados obtidos, considerando o tipo de aplicação da bancada, foi estruturado um plano de manutenção preventiva, visando garantir a operação eficiente do conjunto para as aulas práticas das disciplinas de vibrações mecânicas e de manutenção mecânica. Por fim, foi elaborado um questionário para o registro de falhas que ocorrerem no equipamento, utilizando a metodologia 5W2H, e foram criados três manuais de manutenção para auxiliar no alinhamento de eixos, alinhamento de polias e realização da lubrificação na bancada. Além disso, através da metodologia KAIZEN foram identificadas as melhorias possíveis de serem implementadas sem grandes alterações no maquinário.

3. RESULTADOS

A estrutura da bancada é composta por um chassi metálico de tubos retangulares, com fechamento externo por chapas metálicas. Sobre a bancada, há um motor elétrico trifásico conectado por um acoplamento de grade elástica a uma árvore, suportada por mancais de rolamentos lubrificados a graxa, com conexão para lubrificadores automáticos. Além disso, a bancada conta com um sistema de aquecimento de graxa no mancal.

Discentes, em trabalhos de conclusão de curso, inseriram seis pontos para o posicionamento de acelerômetros para análise de vibrações (um para cada eixo cartesiano, em dois mancais diferentes) na bancada. Há sensores indutivos que realizam a detecção da presença das grades de proteção. O reconhecimento e a inicialização da operação do equipamento são feitos por um painel inversor de frequência, que contém: botão de emergência, botão liga/desliga, luzes indicativas de

energização do painel e aviso/reset; chave geral e chave de aquecimento do mancal, além de um potenciômetro para controle de velocidade do sistema (1ª Linha, 2023).

A bancada inicialmente apresentava uma camada de sujeira em sua superfície, com as grades de proteção guardadas na parte inferior e o painel sob a mesa, sem o terminal macho trifásico. Assim, foi realizada a limpeza de todo o conjunto, juntamente com a fixação do painel e a inserção do terminal (Figura 1).



Figura 1 – Comparação entre o estado de conservação inicial (a esquerda) e o final (a direita) da bancada didática BA-01.

Posteriormente, ao realizar a desmontagem do conjunto mecânico e a limpeza geral dos componentes internos, foi identificada a necessidade de substituição das correias trapezoidais, devido à ovalização do componente por ter permanecido por longo período sem movimentar, além da degradação da borracha, caracterizada por trincas e ressecamento da superfície. Por ser uma instituição pública, inicialmente não houve a substituição do conjunto de correias e novos lubrificadores automáticos, mas a instituição já tem ciência da necessidade.

Além disso, houve um acúmulo de umidade no mancal LA (lado acoplado), resultando em uma pequena mancha de corrosão na parte externa do anel externo do rolamento, embora isso não interfira na performance do equipamento. Para evitar a necessidade de desmontar o sistema para verificar os modelos e dimensões dos componentes da bancada, as informações foram listadas na Tabela 1.

Durante a montagem do sistema, foi possível identificar, por meio dos catálogos do fabricante, a facilidade de adquirir informações específicas quanto tensionamento das correias, os intervalos e quantidades recomendadas para lubrificação dos mancais e o cálculo desses parâmetros. Contudo, observou-se que, apesar de ter sido especificada no manual a quantidade de graxa a ser utilizada, há uma ausência de informações precisas sobre o cálculo da quantidade de massa lubrificante inicial a ser inserida em caso de manutenção que exija a troca total da graxa do mancal. Essa informação é importante para facilitar a determinação da quantidade em casos que envolvam outros mancais e rolamentos. Assim, ao reunir informações sobre a quantidade de graxa a ser utilizada inicialmente em gramas (Q_g), por meio de materiais fornecidos pela empresa SKF, foi verificado que o cálculo é dependente: do diâmetro externo (D), diâmetro interno (d), da largura (B) do rolamento, largura interna da caixa do mancal (A_1) e largura do local de assentamento do rolamento na caixa do mancal (C_a) (todos os valores em milímetros). A porcentagem (n) do volume da caixa a ser ocupado é dependente do tipo de inserção de lubrificação, considerando os casos: de 20% do espaço vazio para lubrificação por anel externo, 40% do espaço para lubrificações pela lateral e 70% a 80% para aplicações que possuem baixa velocidade e estão instaladas em ambientes altamente contaminados. Não somente, há dependência da massa do rolamento (M) em quilogramas e a densidade do lubrificante (ρ) em g/cm^3 . A Equação (1) foi aplicada considerando os parâmetros encontrados na bancada e o resultado foi exatamente o mesmo especificado no manual da bancada.

$$Q_g = \frac{\pi \cdot \rho}{4 \cdot 10^3} \cdot \left[(D^2 - d^2) \cdot (B + (A_1 - C_a) \cdot n) - \frac{M}{7,8 \cdot 10^{-3}} \right] \quad (1)$$

Devido à ausência de um técnico no laboratório capacitado para a execução das manutenções, e visando a gestão do conhecimento, foram desenvolvidos também como resultados deste trabalho os manuais de manutenção aplicada à bancada, que explica de forma detalhada o procedimento para a realização da manutenção no sistema, com informações técnicas suplementares retiradas dos catálogos dos fabricantes.

Tabela 1. Lista de componentes da bancada didática BA-01, quantidades e especificação

LISTA DE COMPONENTES	QUANTIDADE	ESPECIFICAÇÃO
Motor	1	W22 3cv Plus
Parafusos fixação do motor	4	Sextavado M10 X 35 X 1,5 Classe 8.8
Porcas fixação do motor	4	Sextavada M10 Zincada
Arruelas fixação do motor	8	Lisa M10 Zincada
Parafusos ajuste lateral	4	Sextavado M8 X 50 X 1,25 Classe 8.8 Enegrecido
Acoplamento	1	SKF PHE 1060H
Adaptadores do eixo	1	Ø Ext: 45 mm
Junta de papel do acoplamento	2	1060H
Parafusos fixação acoplamento	4	Allen Cilíndrico M8 x 30 x 1,25 Enegrecido
Porcas fixação acoplamento	4	Sextavada M8 Bicromatizada
Arruela fixação acoplamento	4	M8 enegrecida de média Pressão
Selos acoplamento	2	1060TG
Eixo	1	Ø 35 X 400 mm
Caixa do Mancal LA (lado acoplado)	1	SE 508-607
Rolamento LA	1	SKF 22208EK/C3
Bucha LA	1	H 308
Anel de fixação LA	2	FRB 8/80
Vedações LA	2	TSN 508C
Tampa do Mancal LA	1	ASNH 508-607
Parafuso fixação da base do mancal	4	M12 X 40 X 1,75 Classe 8.8 Enegrecido
Arruela da base do mancal	4	M12 Lisa Zincada
Arruela da base do mancal LA	4	M12 Lisa de Pressão
Porca fixação da base do mancal LA	4	M12 Zincada
Lubrificador automático do mancal LA	1	LAGD 125/WA2
Caixa do Mancal LOA (lado oposto ao acoplamento)	1	SE 508-607
Rolamento LOA	1	SKF 2208 EKTN9
Bucha LOA	1	H 308
Anel de fixação	2	FRB 8/80
Vedações	2	TSN 508A
Tampa do Mancal LOA	1	ASNH 508-607
Parafuso fixação da tampa mancal	4	M10 X 50 X 1,5 Classe 8.8 Enegrecido
Arruela fixação da tampa mancal	4	Lisa M10 Zincada
Polia motora	1	SKF 2B40SH
Polia movida	1	SKF 2B44SH
Correia	2	PHG B39
Lubrificador automático do mancal LOA	1	LGPH 2/SD250
Parafusos fixação grade de segurança	13	Allen M5 X 15 X 1,0

Visando à identificação proativa de falhas potenciais e à priorização das ações preventivas, foi aplicada a metodologia SOD (Severidade, Ocorrência e Detecção) para a estimativa do Número de Prioridade de Risco (NPR), conforme a Tabela 2. Essa abordagem auxiliou diretamente na estruturação do plano de manutenção preventivo, elencando atividades de manutenção com uma maior periodicidade para os problemas com NPR mais elevada.

Tabela 2. Classificação NPR das falhas

Problema	Severidade	Ocorrência	Detecção	NPR
Desalinhamento do motor em relação ao eixo.	3	5	3	45
Desalinhamento das polias ou correias.	6	6	3	54
Folga fora da especificação do acoplamento.	4	5	5	100
Componente de fixação mal apertado	7	6	3	126
Tensão das correias fora da especificação.	9	5	3	135
Folgas dos rolamentos fora da especificação	4	3	6	72
Rolamento danificado.	7	2	4	56
Má lubrificação.	4	3	6	72

Com base na classificação NPR, e sabendo que a bancada após uma aula poderá estar com os parâmetros fora da especificação, seja eles por desalinhamentos inseridos propositalmente para a avaliação de vibrações, ou seja por desmontagem e remontagem inadequada do sistema, foi elaborado um checklist como plano de manutenção preventivo pós aula, para ser aplicado semanalmente e um outro que engloba a desmontagem e avaliação do estado de conservação da parte interna dos mancais para ser feito trimestralmente. A Tabela 3, adaptada de Lottermann (2014) consta o *checklist* preventivo para a bancada.

Tabela 3. Checklist preventivos adaptado para a bancada BA-01

CHECKLIST SEMANAL PÓS AULA	FEITO?	DESL.	LIG.	OPER.
Realização da limpeza externa de toda a máquina.		*		
Verificar condições dos fios, cabos e instalação elétrica externa.		*		
Verificar alinhamento das polias.		*		
Verificar condições e fixação das polias.		*		
Verificar condições e tensão das correias.		*		
Verificar condições e fixação do motor.		*		
Verificar condições e folgas das acoplamento.		*		
Verificar alinhamento e nivelamento do motor/eixo.		*		
Verificar existência de peças soltas, quebradas, amassadas etc.		*		
Verificar condição e fixação das proteções de segurança.		*		
Verificar condições e funcionamento das chaves e sinaleiros.		*	*	
Testar funcionamento da botoeira de emergência e sensores indutivos.		*	*	
Verificar ruídos e vibração da árvore.			*	
Verificar vazamento de graxa.			*	*
CHECKLIST TRIMESTRAL				
Verificar condições e folgas nos rolamentos.		*		
Realizar a troca do lubrificante.		*		
Verificar condições e folgas das correias.		*		
Verificar condições internas dos mancais.		*		
Verificar condições dos canais das polias.		*		

Considerando que folgas foras da especificação, má limpeza do equipamento, e má fixação dos componentes são falhas, para o registro dessas informações com o intuito de refinar o checklist preventivo para a máquina, elaborou-se a Tabela 4, com base no método 5W2H.

Tabela 4. Questionário de falha criado com base na metodologia 5W2H

O que falhou?	
Quais as prováveis causas da falha?	
Com quem falhou?	
Quando falhou?	
O que será reparado?	
Quem irá reparar?	
Quando será executado o reparo?	
Quanto custou o reparo?	
Como identificar o problema antes de falhar?	

Como melhorias KAIZEN que podem ser implementadas na bancada, foi identificado uma dificuldade na realização do alinhamento da base da polia devido à falta de pontos de apoio para o alinhamento. Além disso, os únicos pontos que contém para o alinhamento, devido a tensão das polias, houve um deslocamento da base no qual cisalhou os filetes da rosca externa do suporte, causando também danos ao parafuso, conforme

Figura 2.



Figura 2 - Pontos de ajustes da base do mancal

A proposta é inserir mais 3 (três) pontos de apoio com porcas soldadas em sua parte externa para que se tenham mais filetes de rosca. Isso auxiliará nos ajustes laterais para alinhamento das polias, de forma semelhante a que foi fabricado os apoios para o motor. É aconselhável utilizar um sistema de porca e contraporca para que tenha uma melhor distribuição da carga sob os filetes, como apresentado na Figura 3.

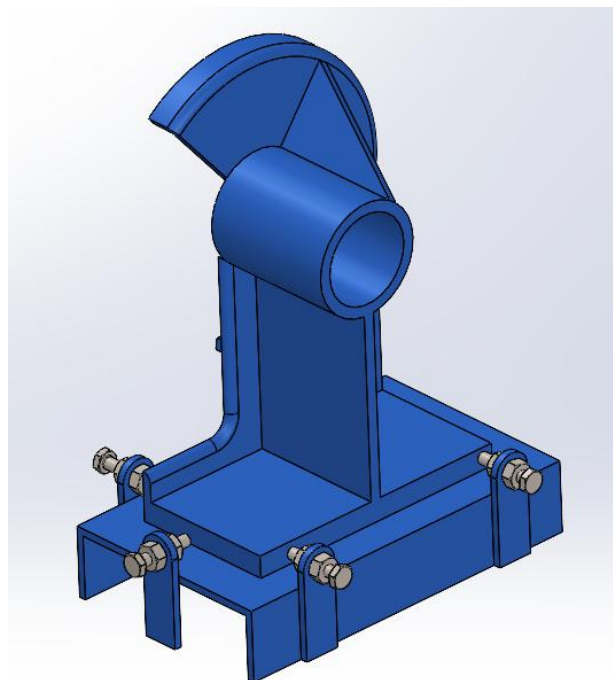


Figura 3 - Proposta de melhoria KAIZEN

Com o plano de manutenção, foi possível realizar checagens das conformidades do equipamento após a realização da aula prática, identificando falhas como o mal aperto dos componentes de fixação dos equipamentos e falhas no botão de emergência, no qual ambas foram sanadas, com o aperto dos componentes e a substituição do botão. O cálculo de parâmetros quantitativos, como o tempo de disponibilidade, tempo médio entre falhas (MTBF) e tempo médio de reparo (TMPR), ainda não foram quantificados, pelo fato do histórico de manutenção e de operação estar se iniciando com a conclusão deste trabalho. Dessa forma, por ainda necessitar da troca das correias, como medida de segurança para aqueles que operam a bancada, houve um consenso verbal de limitar a operação do conjunto a baixas rotações e por curtos períodos.

4. CONCLUSÃO

Ao realizar o estudo de caso apresentado, este trabalho alcançou o objetivo proposto, pois foi desenvolvido um plano de manutenção preventiva para a bancada didática BA-01, baseado em conceitos de melhoria contínua, estabelecendo ainda uma metodologia para o fichamento dos históricos de falhas e de manutenções futuras. Com o questionário de falhas e orientação do técnico responsável será possível uma rotina de arquivamento do histórico das manutenções futuras no Lavidí, auxiliando a instituição com seus procedimentos e na realização de manutenções com maiores eficiências e com maior padronização, respeitando os parâmetros técnicos da máquina.

A implementação de um plano estruturado permitiu a criação de dois manuais de manutenção e checklists que serão utilizados como roteiro para duas aulas práticas adicionais na disciplina de Laboratório de Manutenção Mecânica, as quais possibilitarão aos discentes colocar em prática a teoria adquirida em sala de aula. Essas duas aulas representam um aumento de 33,33% na carga prática oferecidas aos alunos.

A princípio, a metodologia 5W2H junto à aplicação da metodologia SOD (Severidade, Ocorrência e Detecção) possibilitou a priorização das falhas e elaboração de checklists, o que permitirá uma organização clara das ações necessárias e facilitará a execução das manutenções.

Sendo assim, as contribuições deste trabalho para a manutenção mecânica do equipamento da instituição tornam-se significativas, pois não apenas melhoraram a operação da bancada, mas também proporcionaram um ambiente de aprendizado mais rico e prático para os alunos. Além disso, é possível se basear nesta metodologia para expandir e elaborar planos de manutenções para outros equipamentos a instituição, bem como a realizar treinamentos para os alunos, beneficiando a instituição, com a melhora na conservação dos equipamentos e o acréscimo de práticas fundamentadas em base teórica nas disciplinas práticas ministradas aos alunos de graduação.

Será necessário, a partir de agora, que se registre a identificação de novas falhas e que se faça uma análise constante do desempenho da bancada, garantindo a melhoria contínua dos processos de manutenção e a maximização da vida útil dos equipamentos.

5. AGRADECIMENTOS

Deixo nesta seção o meu agradecimento ao Sr. José Xisto Soares e ao Pedro Henrique Fehlauer, por todos os ensinamentos, matérias e conhecimento fornecidos para a elaboração dos trabalhos. Agradeço também ao Dr. Glauber Zerbini Costal pela oportunidade de desenvolver este trabalho e, principalmente, pela inserção dos roteiros de manutenção às aulas, contribuindo assim para a aprendizagem dos meus colegas.

6. REFERÊNCIAS

- 1ª LINHA. *Bancada didática para treinamentos em manutenção industrial: simulações de falhas e monitoramento de equipamentos rotativos modelo BA-01*. Disponível em: <https://1linha.com.br/produto/bancada-didatica-para-treinamentos-em-manutencao-industrial-simulacoes-de-falhas-e-monitoramento-de-equipamentos-rotativos-modelo-ba-01/>. Acesso em: 15 abr. 2025.
- Kardec, Alan; Nascif, Júlio. *Manutenção - Função Estratégica*. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Eletrônica Abreu's System, 2002.
- Lottermann, Adriano Antônio. *Elaboração de um plano de manutenção para máquinas de usinagem de laboratório de estudos da FAHOR*. 2014. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Faculdade Horizontina, Horizontina, 2014. Disponível em: http://www.fahor.edu.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng_Mecanica/2014/Adriano_Antonio_Lottermann.pdf. Acesso em: 18 abr. 2025.
- Luz, Maria Laura Gomes Silva da; ARAÚJO, Ádamo de Sousa. *Manutenção em unidades de beneficiamento de grãos e sementes*. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2024. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 20 abr. 2025.
- Marocco, Gustavo A. *Análise de desempenho de um sistema de controle de temperatura em um forno elétrico*. 2013. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013. Disponível em: https://www2.ufjf.br/ep//files/2014/07/2013_1_Gustavo.pdf. Acesso em: 20 abr. 2025.
- Pereira, Mário Jorge. *Engenharia de Manutenção - Teoria e Prática*. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2009.
- Reis, Y. *Criação de um roteiro para implementação de manutenção preventiva aos moldes do TPM*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXXVIII, 2018, Maceió. ABEPRO, 2018. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/publicacoes>. Acesso em: 20 abr. 2025.
- Seleme, Robson. *Manutenção industrial: mantendo a fábrica em funcionamento*. 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2015. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 18 abr. 2025.
- Womack, J. P.; Jones, D. T. *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza*. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.
- Xavier, J. N. *Manutenção classe mundial*. Argentina: Revista Mantener, n. 5, p. 15-16, 2011.

7. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.