

**PLANO E IMPLEMENTAÇÃO DE MANUTENÇÃO DE UMA BOMBA DE VÁCUO
DO LABORATÓRIO GEAPI/UFPI**

**PLAN AND IMPLEMENTATION OF MAINTENANCE OF A VACUUM PUMP IN
THE GEAPI/UFPI LABORATORY**

**PLAN E IMPLEMENTATION OF MAINTENANCE OF A VACUUM PUMP IN THE
GEAPI/UFPI LABORATORY**



10.56238/revgeov16n5-094

Odilon Dantas Aguiar

Graduado em Engenharia Mecânica
Instituição: Universidade Federal do Piauí
E-mail: odilon.dantas01@outlook.com
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6216745183433184>

Thiago Assunção de Moraes

Doutor em Administração
Instituição: Universidade Estadual do Piauí
E-mail: thiagoassuncao@pcs.uespi.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9729-4858>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2797726419811015>

Francisco Antônio Gonçalves de Carvalho

Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente
Instituição: Universidade Estadual do Piauí
E-mail: franciscoantoniodecarvalho@urc.uespi.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0805-0286>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8203626763018987>

Márcio Vinicius Brito Pessoa

Doutor em Administração
Instituição: Universidade Federal do Piauí
E-mail: marciovinicius.adm@ufpi.edu.br
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8556830225826327>

Francisco de Tarso Ribeiro Caselli

Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente
Instituição: Universidade Federal do Piauí
E-mail: tarso.caselli@ufpi.edu.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8654-6551>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3757042167584346>



Antonio Bruno de Vasconcelos Leitão

Doutor em Engenharia Mecânica
Instituição: Universidade Federal do Piauí
E-mail: antoniobruno@ufpi.edu.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5770-942X>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5567801490506745>

Kleber Lima Cezar

Doutor em Engenharia Mecânica
Instituição: Universidade Federal do Piauí
E-mail: kleber@ufpi.edu.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3705-710X>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7506454225062622>

Francisco Rafael campos de Macêdo

Doutor em Engenharia de Materiais
Instituição: Universidade Federal do Piauí
E-mail: Francisco.campos@ufpi.edu.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9018-3856>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9723284671263507>

RESUMO

Este trabalho tem como propósito desenvolver um plano de manutenção preventiva para uma bomba de vácuo utilizada no sistema de destilação de ésteres do Laboratório GEAPI, na Universidade Federal do Piauí. Identificou-se a ausência de manual de manutenção para o equipamento, o que dificultava intervenções adequadas e comprometia sua eficiência e vida útil. A metodologia envolveu a coleta de dados técnicos sobre o equipamento, elaboração de desenhos detalhados para identificação de peças, aplicação de análises de modos de falha (FMEA) e criação de ferramentas práticas como checklists e ordens de serviço. Por meio dessas ações, o trabalho buscou mapear os principais problemas do equipamento e propor soluções preventivas, reforçando a segurança e a confiabilidade do sistema. Entre os resultados, destaca-se a formulação de um modelo de manutenção que detalha rotinas como inspeções periódicas, trocas e ajustes de componentes críticos, além de estratégias para tratar falhas recorrentes. O diagrama de causa e efeito ajudou a identificar os fatores que impactam o desempenho da bomba, orientando ações de correção e prevenção. Complementando o processo, registros fotográficos documentaram o estado das peças e contribuíram para o acompanhamento das intervenções ao longo do tempo. O estudo evidenciou que, com planejamento e aplicação de boas práticas de manutenção, é possível maximizar a eficiência de equipamentos e evitar custos excessivos decorrentes de falhas inesperadas. A organização do plano de manutenção preventiva demonstrou ser um recurso fundamental não apenas para prolongar a vida útil da bomba de vácuo, mas também para proporcionar maior confiança e previsibilidade aos processos laboratoriais.

Palavras-chave: Manutenção Preventiva. Bomba de Vácuo. FMEA. Confiabilidade. Gestão de Equipamentos.



ABSTRACT

This work aims to develop a preventive maintenance plan for a vacuum pump used in the ester distillation system of the GEAPI Laboratory at the Federal University of Piauí. It was identified that the equipment lacked a maintenance manual, which hindered proper interventions and compromised its efficiency and lifespan. The methodology involved collecting technical data about the equipment, creating detailed drawings for parts identification, applying Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), and developing practical tools such as checklists and work orders. Through these actions, the study sought to map the main issues affecting the equipment and propose preventive solutions, thereby enhancing the system's safety and reliability. Among the results, the formulation of a maintenance model stands out — detailing routines such as periodic inspections, replacement and adjustment of critical components, as well as strategies to address recurring failures. The cause-and-effect diagram helped identify factors impacting the pump's performance, guiding corrective and preventive actions. Complementing the process, photographic records documented the condition of the parts and contributed to monitoring interventions over time. The study showed that, with proper planning and the application of maintenance best practices, it is possible to maximize equipment efficiency and avoid excessive costs resulting from unexpected failures. The organization of the preventive maintenance plan proved to be a key resource not only for extending the vacuum pump's service life but also for providing greater confidence and predictability in laboratory processes.

Keywords: Preventive Maintenance. Vacuum Pump. FMEA. Reliability. Equipment Management.

RESUMEN

Este trabajo tiene como propósito desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para una bomba de vacío utilizada en el sistema de destilación de ésteres del Laboratorio GEAPI, en la Universidad Federal de Piauí. Se identificó la ausencia de un manual de mantenimiento para el equipo, lo que dificultaba las intervenciones adecuadas y comprometía su eficiencia y vida útil. La metodología incluyó la recopilación de datos técnicos sobre el equipo, la elaboración de dibujos detallados para la identificación de piezas, la aplicación del análisis de modos y efectos de falla (AMFE) y la creación de herramientas prácticas como listas de verificación y órdenes de servicio. A través de estas acciones, el estudio buscó mapear los principales problemas del equipo y proponer soluciones preventivas, reforzando la seguridad y la confiabilidad del sistema. Entre los resultados, se destaca la formulación de un modelo de mantenimiento que detalla rutinas como inspecciones periódicas, reemplazos y ajustes de componentes críticos, además de estrategias para tratar fallas recurrentes. El diagrama de causa y efecto ayudó a identificar los factores que impactan el desempeño de la bomba, orientando acciones correctivas y preventivas. Complementando el proceso, los registros fotográficos documentaron el estado de las piezas y contribuyeron al seguimiento de las intervenciones a lo largo del tiempo. El estudio evidenció que, con planificación y la aplicación de buenas prácticas de mantenimiento, es posible maximizar la eficiencia de los equipos y evitar costos excesivos derivados de fallas inesperadas. La organización del plan de mantenimiento preventivo demostró ser un recurso fundamental no solo para prolongar la vida útil de la bomba de vacío, sino también para brindar mayor confianza y previsibilidad a los procesos de laboratorio.

Palabras clave: Mantenimiento Preventivo. Bomba de Vacío. AMFE. Confiabilidad. Gestión de Equipos.



1 INTRODUÇÃO

A bomba de vácuo do laboratório GEAPI teve problemas de vazamento de óleo e funcionamento e constatou-se que não havia plano de manutenção para tal equipamento, acontecimento que inspirou seu trabalho.

A Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) é um programa de gestão de manutenção industrial, visando que quaisquer componentes de um ativo ou um sistema operacional mantenham suas funções, sua condição de uso, com segurança, qualidade, economia e, ainda, que seu desempenho não afete o meio ambiente. A MCC objetiva a diminuição da manutenção corretiva e preventiva, por meio de atividades mais eficientes; a utilização constante das técnicas de análise de falha; a garantia de que o equipamento cumprirá suas funções com o menor custo; a utilização das metodologias FMEA (Failure Modes and Effects Analysis – Análise dos Modos e Efeitos das Falhas) e FTA (Fault Tree Analysis – Análise da Árvore de Falhas) na manutenção. (Soeiro, Marcus Vinícius de Abreu, Gestão da manutenção, 2017)

Failure Mode Effect Analysis – FMEA, é uma abordagem que ajuda a identificar e priorizar falhas potenciais em equipamentos, sistemas e processos. É geralmente utilizada como um degrau para o estabelecimento do programa de Análise das Causas-Raízes da Falha – RCFA ou Root Cause Failure Analysis. FMEA é um sistema lógico que hierarquiza as falhas potenciais e fornece as recomendações para as ações preventivas. É um processo formal que utiliza especialistas dedicados a analisar as falhas e solucioná-las. No dia-a-dia, certamente vamos encontrar um grande número de pessoas nas plantas espalhadas pelo mundo, tentando decifrar por que um equipamento falhou repentinamente: de modo informal e não sistematizado. (Alan Kardec & Julio Nascif, 1998)

Atualmente, as grandes corporações trabalham com um conceito moderno de manutenção, que visa vencer os problemas gerenciais e proporcionar maior eficiência ao setor de manutenção. A eficiência da manutenção está alinhada ao tempo de produção, porque, produzindo ou não peças boas, o tempo foi, de qualquer forma, utilizado. Isso significa que, mesmo tendo sido usado o tempo na produção de produtos ruins que não servem para o cliente, os funcionários responsáveis por essa má qualidade ainda serão pagos. (Soeiro, Marcus Vinícius de Abreu, Gestão da manutenção, 2017).

2 RESULTADOS E DISCUSSÕES


Os resultados obtidos neste estudo refletem uma abordagem sistemática e detalhada, voltada para a compreensão e aprimoramento do desempenho da bomba de vácuo. Por meio de uma sequência de etapas bem definidas, foi possível coletar dados técnicos, analisar causas potenciais de falhas e desenvolver ferramentas práticas para manutenção preventiva. Essa análise aprofundada permitiu não apenas identificar os desafios associados ao equipamento, mas também propor soluções embasadas em métodos confiáveis, garantindo maior eficiência operacional e prolongando a vida útil do sistema.



2.1 PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA E DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

O plano de manutenção preventiva é uma prática indispensável para garantir que os equipamentos funcionem de maneira eficiente e duradoura. Com isso, é possível evitar interrupções inesperadas, melhorar o desempenho das operações e reduzir custos com consertos emergenciais. Além de prolongar a vida útil dos equipamentos, o plano contribui para a segurança e a confiabilidade dos processos, antecipando problemas e garantindo que tudo funcione como deveria. A partir disso, foi desenvolvido o plano abaixo:

Figura 1: Revisão da Bomba de Vácuo

|  BOMBA DE VÁCUO SOGEVAC SV40 | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------|------------|-----------------------------------------------|
| DATA: ___/___/20__ | | MARCA: | | MODELO: |
| HORÍMETRO: | | | | |
| REVISÃO _____ | | | | |
| QUANDO NECESSÁRIO | RECOMENDAÇÃO | QUANT. | REFERÊNCIA | OBSERVAÇÕES |
| Conjunto de Vedações | Trocar | | 971 97 252 | 714 03 490 |
| REVISÃO DIÁRIA | RECOMENDAÇÃO | QUANT. | REFERÊNCIA | OBSERVAÇÕES |
| Nível de Óleo | Verificar | | | |
| Condição do Óleo | Verificar | | | Dependendo do Processo |
| REVISÃO SEMESTRAL | RECOMENDAÇÃO | QUANT. | REFERÊNCIA | OBSERVAÇÕES |
| Coletor de Sujeira | Limpar | | 710 49 103 | Trocar em caso de dano |
| Óleo Lubrificante | Trocar | 2 L | 711 17 723 | GS32 OU HE100 |
| Filtro de Óleo Comum | Trocar | | 712 12 718 | 711 19 120 (Filtro de Metal) |
| REVISÃO ANUAL | RECOMENDAÇÃO | QUANT. | REFERÊNCIA | OBSERVAÇÕES |
| Filtro do Exaustor | Trocar | | 710 64 763 | Deve ser trocado caso houver óleo no exaustor |
| Válvula de Sucção | Verificar | | | |
| _____ | | _____ | | |
| LUBRIFICADOR | | Engenheiro responsável | | |

Fonte: Autor (2024)

2.1.1 Verificação do óleo

O nível de óleo das bombas durante a operação deve sempre estar entre o meio e a borda superior do visor de nível de óleo. Quando necessário, desligue a bomba e adicione a quantidade correta de óleo. O enchimento excessivo leva a perdas de óleo em altas pressões de admissão.

2.1.2 Condição do óleo GS32

Normalmente o óleo é claro e transparente. Se o óleo escurece, ele deve ser trocado. Se gases ou líquidos dissolvidos no óleo resultarem em deterioração da pressão final, o óleo pode ser desgaseificado permitindo que a bomba funcione por cerca de 30 min. com a porta de entrada fechada e a válvula de lastro de gás aberta.

A quantidade de óleo necessária para uma verificação de óleo deve ser drenado através do bujão de drenagem de óleo em um copo ou recipiente similar com o bomba desligada, mas ainda na temperatura de operação.



2.1.3 Troca de óleo, substituição do filtro de óleo

Sempre troque o óleo quando a bomba estiver desligada, mas ainda na temperatura de trabalho. Desaperte o bujão de drenagem de óleo e deixe o óleo usado escorrer para um recipiente adequado. Quando o fluxo de óleo diminuir, aperte novamente o bujão de drenagem de óleo, ligue brevemente a bomba (máx. 10s) e desligue-a. Remova o bujão de drenagem de óleo novamente e drene o óleo restante. Desaparafuse o filtro de óleo. Pegue um novo filtro de óleo, umedeça sua junta com óleo e aparafuse-o manualmente. Reinsira o bujão de drenagem de óleo (verifique o O-Ring e substitua-o por um novo, se necessário). Desaperte o bujão de abastecimento de óleo e encha a bomba com óleo novo até a borda inferior do visor de nível de óleo, deixe-a funcionar por um curto período e depois troque o óleo novamente.

2.1.4 Substituição dos filtros de escape e verificação da válvula de alívio de pressão

Quando os elementos do filtro de exaustão estão obstruídos, as válvulas abrem e os filtros são desviados. Névoa de óleo no escapamento e/ou alto consumo de óleo são sinais de que os filtros de exaustão estão obstruídos. Os filtros de exaustão devem ser substituídos com mais frequência se forem submetidos a maiores quantidades de produtos de craqueamento de óleo em altas temperaturas de operação e/ou meios agressivos. Remova o flange de escape com a junta desaparafuse a porca de fixação e remova a mola entre as duas arruelas: retire o(s) elemento(s) do filtro de escape retire as válvulas de alívio de pressão e verifique se elas se movem livremente e vedam corretamente. Remonte na sequência inversa. Certifique-se de que os elementos do filtro de exaustão estejam centralizados e posicionados corretamente. Instale a mola entre as duas arruelas e aperte a porca de parada, totalmente em casa com a chave de caixa de 10 mm.

2.1.5 Limpeza do coletor de sujeira

Uma armadilha de sujeira para partículas grossas está localizada no flange de admissão da bomba. Ela deve ser mantida limpa para evitar redução da velocidade de bombeamento. A armadilha de sujeira consiste em duas telas de malha de arame. A externa é acessível removendo a linha de admissão. Se estiver apenas um pouco suja, limpe a tela do lado de fora. Se estiver muito sujo, desmonte o flange de admissão. Para isso, remova os parafusos de fixação na parte superior da tampa do cilindro da bomba, solte o pé da bomba na parte inferior da tampa e retire a tampa. Remova quatro parafusos e retire o flange de admissão e a junta. Remova o anel de retenção de dentro do flange de admissão. Retire ambas as telas de malha de arame e limpe-as usando um solvente adequado. Remonte na sequência inversa. Recomendamos substituir a junta por uma novo.



2.1.6 Verificação da válvula antirretorno

Mantenha a válvula antirretorno limpa para garantir a operação adequada da bomba. Se a bomba for exposta a grandes quantidades de poeira ou sujeira, recomendamos fortemente a instalação de um filtro de poeira a montante (consulte a Seção 1.4). Primeiro desconecte a linha de admissão. Em seguida, remova os parafusos de fixação na parte superior da tampa do cilindro da bomba, solte o pé da bomba na parte inferior da tampa e retire a tampa. Remova quatro parafusos e retire o flange de admissão e a junta. Remova a mola e a válvula antirretorno. Se a válvula antirretorno fechar muito cedo, comprima cuidadosamente a mola levemente. A borda superior da válvula deve estar a cerca de 1-2 mm de distância do lado inferior da porta de admissão. Remonte a porta de admissão na sequência inversa. Recomendamos substituir a junta por uma nova. O lado plano da válvula antirretorno fica voltado para baixo. A extremidade da mola com o diâmetro maior fica voltada para baixo e a extremidade com o diâmetro menor fica voltada para cima, contra o lado plano da válvula antirretorno. O lado da válvula antirretorno com a crista de vedação arredondada fica voltado para cima.

2.1.7 Verificação da válvula de flutuação

Se a pressão não cair abaixo de aproximadamente 5 mbar durante a operação da bomba, verifique o aperto da válvula de flutuação e da linha de retorno. Remova os parafusos de fixação na parte superior da tampa do cilindro da bomba, solte o pé da bomba na parte inferior da tampa e retire a tampa. Retire a linha de retorno de óleo. Remova os quatro parafusos e puxe o conjunto da válvula de flutuação para fora da câmara de flutuação. Retire a junta. Limpe o bico. Verifique o aperto da válvula de flutuação. Verifique todas as juntas e substitua-as por novas, se necessário. Remonte a válvula de flutuação na ordem inversa sequência.

2.1.8 Substituição da válvula de escape

Escorra o óleo. Remova os parafusos de fixação na parte superior da tampa do cilindro da bomba, solte o pé da bomba na parte inferior da tampa e retire a tampa. Desconecte as linhas de óleo e. Desaparafuse as quatro porcas e retire a caixa de escape. Remova a junta. Remova os parafusos e retire o batente da válvula. Remonte na sequência inversa. Posicione a válvula de escape de modo que seus dedos fiquem dobrados em direção ao módulo de bombeamento.

2.1.9 Substituição do módulo da bomba

Recomendamos usar uma nova junta plana do módulo/carcaça de óleo e novas juntas planas para os tubos de fluxo de óleo e válvula de lastro de gás. Escorra o óleo. Remova a tampa do cilindro da bomba, a caixa das linhas de óleo e a válvula de escape, retire o flange de admissão, a válvula antirretorno e a mola. Remova a válvula de lastro de gás. Solte os parafusos e puxe o módulo da bomba



para fora. Retire o elemento de acoplamento. Solte o parafuso e retire o acoplamento. Remova a chave. Instale o módulo da bomba novo ou reparado na sequência inversa. Ajuste o acoplamento no eixo do motor de modo que haja uma folga entre o lado do motor do ventilador de pás radiais e a parede interna do alojamento do acoplamento. Em seguida, ajuste o acoplamento da bomba de modo que haja uma folga entre as metades do acoplamento.

2.1.10 Desmontagem e remontagem do módulo da bomba

Remova o módulo da bomba. Remova os parafusos com arruelas e retire a placa da extremidade traseira e a placa da extremidade dianteira com anéis de vedação. Retire os pinos de centralização. Puxe o rotor com palhetas para fora do módulo da bomba. Puxe as palhetas para fora do rotor. Retire a vedação do eixo radial da placa frontal. Remonte o módulo da bomba na sequência inversa. Certifique-se de que as palhetas estejam posicionadas corretamente. Para remontar o módulo da bomba, coloque a caixa de escape de lado e coloque o módulo da bomba sobre a caixa de escape, com o escapamento voltado para baixo.

2.1.11 Desmontagem do motor elétrico

Desmonte o subconjunto do módulo de bombeamento, desparafusando os 3 parafusos de fixação. Solte o parafuso que posiciona e fixa a turbina do ventilador no eixo do motor. Com a ajuda de um extrator, retire a turbina do ventilador da extremidade do eixo do motor. Para desmontar o motor do alojamento do acoplamento, desparafuse os 4 parafusos de cabeça sextavada interna (SV40-65) ou os 4 parafusos de cabeça sextavada externa do alojamento do acoplamento (SV100). A remontagem é feita na sequência inversa, tomando-se cuidado para que as folgas sejam respeitadas. Verifique o sentido de rotação

2.2 DIAGRAMA CAUSA E EFEITO

O diagrama de causa e efeito é uma ferramenta prática e visual que ajuda a identificar as possíveis causas de um problema de forma organizada e estruturada. No plano de manutenção, ele desempenha um papel crucial ao permitir uma análise profunda das falhas dos equipamentos, ajudando a descobrir as causas principais que podem estar por trás dos problemas. Dividindo as possíveis influências em categorias como materiais, métodos, mão de obra, ambiente e máquinas, o diagrama facilita a compreensão das questões envolvidas. Com isso, ele não só direciona ações corretivas, mas também fortalece as medidas preventivas, garantindo maior eficiência e confiabilidade nos equipamentos e processos.



Tabela 1: Possíveis problemas, prováveis causas e soluções



| FALHA | POSSÍVEIS CAUSAS | SOLUÇÃO |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Bomba não liga | A bomba não está ligada corretamente | Conectar a bomba corretamente |
| | Interruptor de proteção do motor ajustado de forma incorreta | Ajustar corretamente o interruptor de proteção do motor |
| | A tensão de operação não corresponde a do motor | Substituir o motor |
| | O motor está defeituoso | Substituir o motor |
| | A temperatura do óleo está abaixo de 12°C (54°F). | Usar um óleo diferente |
| | O óleo é muito viscoso. | Utilizar óleo da qualidade estabelecida |
| | O filtro de escape/linha de escape está entupido | Limpar/Substituir a linha de escape |
| | A bomba está travada | Reparar/Substituir a Bomba |
| Bomba não atinge a pressão máxima | Mecedor ou instrumentação inadequada | Usar instrumentação correta |
| | Vazamento externo | Identificar e Reparar a Bomba |
| | A válvula de flutuação não fecha | Reparar a Válvula |
| | A válvula antirretorno está com defeito | Reparar a Válvula |
| | A válvula de escape está com defeito | Reparar a Válvula |
| | Lubrificação inadequada | Trocar o óleo, substituir filtro de óleo, limpar linhas e reservatório de óleo |
| | Linhas de vácuo sujas | Limpar linhas de vácuo |
| | Bomba não compatível com o serviço | Substituir a bomba |
| Velocidade baixa de bombeamento | Entupimento no coletor de sujeira na porta de admissão | Limpar coletor de sujeira |
| | Entupimento do filtro de exaustão | Trocar elementos filtrantes |
| | As linhas de conexão são muito estreitas/longas | Utilizar linhas de conexão dentro do padrão estabelecido |
| | Não abertura da válvula de antirretorno | Verificar mola |



| | | |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Após desligar a bomba sob vácuo, a pressão no sistema aumenta muito rápido | Vazamento no sistema | Verificar o sistema |
| | Válvula antirretorno não funciona corretamente | Trocar Válvula |
| | | |
| Aumento anormal de temperatura da bomba | Obstrução do suprimento de ar | Configurar corretamente a bomba |
| | Refrigerador sujo | Limpar o refrigerador |
| | Temperatura ambiente está muito alta | Configurar corretamente a bomba |
| | Temperatura alta no gás do processo | Mudar o processo (processo incorreto) |
| | Nível de óleo baixo | Adicionar óleo |
| | Óleo de especificação incorreta | Trocar por óleo de especificação correta |
| | Obstrução nas linhas de óleo | Limpar/Substituir linhas de óleo |
| | Obstrução no filtro/linha de escape | Limpar linha de escape/Substituir filtro de escape |
| | Válvula de escape com defeito | Reparar/Substituir válvula |
| Módulo da Bomba com defeito | Substituir módulo | |
| | | |
| Consumo alto de óleo/ Névoa de óleo no escapamento | Filtros de Exaustão entupido | Substituir os filtros |
| | Bico da válvula de flutuação entupido | Verificar/Limpar o bico |
| | Nível de óleo alto | Tirar o excesso de óleo |
| | | |
| Óleo turvo | Condensação | Trocar o óleo e limpar a bomba, abrir válvula de gás e limpar filtro de entrada de gás |
| | | |
| Bomba barulhenta | Nível de óleo baixo | Acrescentar óleo |
| | Filtro de óleo entupido | Trocar filtro |
| | Elemento de acoplamento desgastado | Trocar elemento |
| | Vazamento de vácuo | Reparar vazamento |

Fonte: Autor (2024)



o desempenho dos equipamentos e da equipe. Essa documentação é indispensável para planejar ações preventivas, otimizar processos e reduzir custos, contribuindo para maior confiabilidade e eficiência dos sistemas.

Figura 4: Ordem de Serviço

|  ORDEM DE SERVIÇO - BOMBA DE VÁCUO | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------|---------------|-------------|
| Equipamento: _____ | | | | |
| Horímetro: _____ | | DATA: _____ | | |
| ITEM | TAREFA | REALIZADO | NÃO REALIZADO | OBSERVAÇÕES |
| 1 | Verificar Vazamentos | | | |
| 2 | Verificar Nível de Óleo | | | |
| OBSERVAÇÕES E COMENTÁRIOS SOBRE IRREGULARIDADES NÃO LISTADAS ACIMA | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Fonte: Autor (2024)

3 CONCLUSÃO

Este trabalho representou um esforço significativo para resolver as dificuldades enfrentadas pelo laboratório GEAPI no uso da bomba de vácuo SOGEVAC SV40. A ausência de um plano de manutenção resultava em incertezas operacionais e custos elevados associados a falhas inesperadas. Assim, o desenvolvimento de um plano de manutenção preventiva detalhado não foi apenas uma necessidade técnica, mas também uma oportunidade de promover práticas mais eficientes e seguras.

Por meio de um estudo sistemático, foi possível identificar e detalhar as características do equipamento, mapear as principais falhas e compreender suas causas com ferramentas como o FMEA e o diagrama de causa e efeito. Esses métodos não só facilitaram a identificação de problemas recorrentes, mas também guiaram a elaboração de soluções práticas, como checklists de inspeção e ordens de serviço padronizadas. Essas ferramentas são mais do que documentos técnicos, elas tornaram o processo de manutenção mais acessível, organizado e eficaz, permitindo que operadores e técnicos desempenhem suas funções com maior clareza e confiança.

Entre as melhorias alcançadas, destacam-se o prolongamento da vida útil do equipamento. A manutenção preventiva detalhada evitou o desgaste prematuro de componentes, garantindo que a bomba operasse em sua máxima eficiência por mais tempo. Em segundo lugar, houve uma redução significativa nos custos operacionais. Com a identificação e prevenção de falhas antes que elas se



tornassem críticas, foi possível diminuir gastos com reparos emergenciais e substituições desnecessárias de peças. Além disso, a confiabilidade nos processos do laboratório aumentou consideravelmente. O uso consistente de checklists e relatórios fotográficos trouxe maior previsibilidade às operações, permitindo que o laboratório mantenha seus experimentos sem interrupções inesperadas.

Outro ponto relevante foi a capacitação e a organização da equipe técnica. O plano ofereceu instruções claras e detalhadas, promovendo a capacitação dos operadores e melhorando a eficiência das intervenções de manutenção. Por fim, a documentação e o acompanhamento histórico tornaram-se um marco para o laboratório. A adoção de registros fotográficos e ordens de serviço padronizadas criou um histórico valioso de intervenções, facilitando o monitoramento e a melhoria contínua das práticas de manutenção.

Além das melhorias técnicas, este trabalho reforçou a importância de uma visão preventiva na gestão de equipamentos. A abordagem adotada mostrou que pequenas mudanças, como a implementação de ferramentas de gestão simples, podem trazer impactos significativos em termos de desempenho e economia.

Por fim, o plano de manutenção preventiva desenvolvido não apenas transformou a maneira como o equipamento é gerido no laboratório, mas também apresentou uma metodologia replicável para outros cenários, tanto acadêmicos quanto industriais.



REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

DUTRA, Jhonata Teles. **Planejamento e Controle da Manutenção na Indústria 4.0**.

FOGLIATTO, Flávio Sanson; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier; ABEPRO, 2011.

KARDEC, Alan. **Manutenção: Função Estratégica**. Editora Qualitymark, 2009.

LEYBOLD. **SOGEVAC SV40, SV65, SV100 User's Instruction Manual**. Edição válida desde 2000.

MOBLEY, R. K. **An Introduction to Predictive Maintenance**. Elsevier Science google schola, v. 2, p. 485-520, 2002.

MOUBRAY, John. **Manutenção Centrada em Confiabilidade**. Butterworth-Heinemann, 2000.

PALMER, Doc. **Maintenance Planning and Scheduling**. Oxford: Elsevier, [s.d.]

PEREIRA, Adriana Louzada; NEVES, Fábio Lúcio. **Gestão da manutenção**. Contagem: SENAI-CFP "Alvimar Carneiro de Rezende", [s.d.].

SOEIRO, Marcus Vinícius de Abreu; OLIVIO, Amauri; LUCATO, André Vicente Ricco. **Gestão da manutenção**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017.

TELES, Jhonata. **Planejamento e controle da manutenção descomplicado: uma metodologia passo a passo para implantação do PCM**. Brasília, DF: Engeteles Editora, 2019.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **Manual da gestão da manutenção - Volume 1**. Brasília: Engeteles Editora, 2020.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2002.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Editora DG, 2014

