

PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM BOMBAS CENTRÍFUGAS

PREVENTIVE MAINTENANCE PROCEDURES IN CENTRIFUGAL PUMPS

Marco Aurélio Pereti Santin¹
Salmo Mardegan²
Marcio Takahashi Kawamura³

RESUMO

As bombas centrífugas desempenham um papel fundamental em várias indústrias, sendo responsáveis pela transferência de fluidos e pelo funcionamento eficiente de processos industriais. No entanto, para garantir sua operação contínua e confiável, é crucial implementar procedimentos de manutenção preventiva adequados. Este artigo abordou a importância da manutenção preventiva em bombas centrífugas, ofereceu uma fundamentação teórica sobre seu funcionamento, destacou a importância dessa prática para aumentar a vida útil, a eficiência, a segurança e a economia financeira, delimitou as melhores práticas metodológicas, incluindo agendamento, inspeções visuais, lubrificação, testes de desempenho e treinamento da equipe, e discutiu os resultados esperados, como a redução de falhas, o aumento da eficiência e a melhoria da segurança. Em última análise, investir em manutenção preventiva é essencial para garantir operações industriais confiáveis e eficientes.

Palavras-chave: Bomba centrífuga, manutenção, prevenção.

ABSTRACT

Centrifugal pumps play a key role in various industries, being responsible for transferring fluids and for the efficient operation of industrial processes. However, to ensure its continuous and reliable operation, it is crucial to implement proper preventative maintenance procedures. This article addressed the importance of preventive maintenance in centrifugal pumps, offered a theoretical foundation on its operation, highlighted the importance of this practice to increase the useful life, efficiency, safety and financial savings, delimited the best methodological practices, including scheduling, visual inspections, lubrication, performance testing and staff training, and discussed expected results such as reduced failures, increased efficiency and improved safety. Ultimately, investing in preventive maintenance is essential to ensure reliable and efficient industrial operations.

Keywords: Centrifugal pump, maintenance, prevention.

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica, da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP).

² Professor Mestre do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP). email: salmo@uniarp.edu.br

³ Professor e coordenador do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP). email: marcio.kawamura@uniarp.edu.br

INTRODUÇÃO

As bombas centrífugas desempenham um papel crucial em uma ampla gama de indústrias, incluindo petróleo, química, água e saneamento, entre outras. Elas são responsáveis por transferir fluidos de um ponto para outro e são fundamentais para o funcionamento eficiente de muitos processos industriais. Sem elas, muitos dos sistemas industriais não seriam capazes de operar de maneira eficaz e econômica, destacando a importância fundamental desses equipamentos em diversas aplicações.

No entanto, para garantir a operação contínua e confiável das bombas centrífugas, é essencial implementar procedimentos de manutenção preventiva adequados. A manutenção preventiva envolve a realização de inspeções regulares, limpeza, lubrificação e substituição de peças desgastadas antes que causem falhas no equipamento. Isso não apenas ajuda a evitar paralisações não planejadas, mas também prolonga a vida útil das bombas, reduzindo os custos operacionais e de substituição.

Este artigo aborda a importância da manutenção preventiva em bombas centrífugas, fornecendo uma fundamentação teórica sobre o funcionamento desses equipamentos. Ao compreender os princípios de operação das bombas centrífugas, os operadores e técnicos de manutenção podem identificar melhor os pontos críticos que requerem atenção especial durante a manutenção preventiva.

Além disso, delinea as melhores práticas metodológicas para a execução da manutenção preventiva. Isso incluirá a criação de um cronograma de manutenção, a seleção das ferramentas e materiais adequados, a capacitação da equipe de manutenção e a documentação adequada de todas as atividades realizadas. Seguir um plano estruturado de manutenção preventiva aumenta a eficácia do processo e reduz o risco de erros.

O artigo também discute os resultados esperados da implementação de um programa de manutenção preventiva em bombas centrífugas. Isso abrange não apenas a redução de falhas e interrupções operacionais, mas também a melhoria da eficiência energética, economia de custos e uma maior confiabilidade geral do sistema industrial. A manutenção preventiva pode levar a um aumento significativo no tempo de atividade das bombas e, conseqüentemente, na produtividade da planta industrial.

Por fim, conclui-se em considerações finais sobre a importância desses procedimentos. Destacando como a manutenção preventiva não é apenas uma medida reativa, mas sim uma abordagem proativa que contribui para a sustentabilidade em longo prazo das operações industriais. Ao investir na manutenção preventiva de bombas centrífugas, as empresas podem proteger seus ativos, melhorar a segurança operacional e manter uma vantagem competitiva em um mercado cada vez mais desafiador.

A IMPORTÂNCIA VITAL DA MANUTENÇÃO EM BOMBAS CENTRÍFUGAS INDUSTRIAIS

O funcionamento das bombas centrífugas é baseado em um princípio fundamental, segundo (Silva, 2017), onde a transferência de energia cinética de um rotor giratório para o fluido. Esse processo gera uma pressão que impulsiona o fluido a se mover pelo sistema. As principais partes de uma bomba centrífuga incluem o rotor, a carcaça, o impulsor e o selo mecânico.

O rotor gira a uma velocidade constante, fazendo com que o fluido seja direcionado para dentro da carcaça, no interior da carcaça, o impulsor acelera o fluido e cria a pressão necessária para a transferência eficiente do mesmo. (Viana, 2002). Esse mecanismo de funcionamento é a base para a eficácia das bombas centrífugas em diversas aplicações industriais.

A importância da manutenção não pode ser subestimada quando se trata de bombas centrífugas. Ela é fundamental para garantir a confiabilidade operacional desses equipamentos. A manutenção preventiva compreende uma série de ações, como inspeções regulares, lubrificação adequada, ajustes e substituição de peças desgastadas, tudo isso realizado antes que essas peças causem falhas no sistema.

A manutenção procura obstinadamente evitar a ocorrência de falhas, ou seja, procura prevenir. Em determinados setores, como na aviação, a adoção da manutenção preventiva é imperativa para determinados componentes, pois o fator segurança se sobrepõe aos demais (Kardec; Nascif, 2009, p.42).

Segundo Ding *et. al.*, (2019), existem várias razões pelas quais a manutenção é crucial:

- Aumento da vida útil: Ao cuidar regularmente das bombas centrífugas, é possível prolongar sua vida útil, evitando gastos desnecessários com substituição de equipamentos e reduzindo os períodos de inatividade não planejados.
- Eficiência operacional: Bombas bem mantidas operam de forma mais eficiente, economizando energia e recursos. Isso não apenas contribui para a redução de custos operacionais, mas também minimiza o impacto ambiental.
- Segurança: A manutenção preventiva reduz o risco de acidentes e vazamentos prejudiciais. Um ambiente de trabalho mais seguro é essencial para proteger os trabalhadores e o meio ambiente.
- Economia financeira: Prevenir falhas custosas é mais econômico do que lidar com reparos emergenciais. A manutenção planejada permite um melhor controle dos gastos e evita custos inesperados.

A manutenção é um investimento inteligente para empresas que dependem de bombas centrífugas em suas operações. Ela não apenas garante um funcionamento contínuo e eficaz dos equipamentos, mas também traz benefícios financeiros, operacionais e de segurança significativos. Portanto, é fundamental que as organizações implementem e sigam rigorosamente programas de manutenção para suas bombas centrífugas.

A GESTÃO DA MANUTENÇÃO

A gestão da manutenção é um conjunto de estratégias, práticas e processos destinados a garantir que os ativos físicos de uma organização (como equipamentos, máquinas e instalações) estejam operando de maneira eficiente, confiável e segura ao longo de sua vida útil. De acordo com Souza (2008), a gestão da manutenção se inicia na definição da concepção:

(...) a gestão deve estar relacionada a todo conjunto de ações, decisões e definições sobre tudo o que se tem que realizar possuir, utilizar, coordenar e controlar para gerir os recursos fornecidos para a função manutenção e fornecer assim os serviços que são aguardados pela função manutenção (Souza, 2008, p.66).

O sentido principal da gestão da manutenção é maximizar a disponibilidade dos ativos, minimizarem custos e garantir que a produção ou as operações da organização não sejam interrompidas por falhas inesperadas.

Neste cenário não mais existem espaços para improvisos e arranjos: competência, criatividade, flexibilidade, velocidade, cultura de mudança e trabalho em equipe são as características básicas das empresas e das organizações que têm a Competitividade como razão de ser de sua sobrevivência. Para as pessoas, estas características são essenciais para garantir a sua empregabilidade (Peixoto, 2009, p.9).

A gestão da manutenção é definida como a maneira pela qual as empresas estruturam suas operações e alocam seus recursos, implementando procedimentos, diretrizes e regulamentos específicos. Essa gestão deve ser conduzida de forma estratégica e acima de tudo, evoluir de uma mera eficiência para se tornar verdadeiramente eficaz (Vasconcelos, 2019).

Em outras palavras, não se trata apenas de realizar reparos de forma ágil, mas, primordialmente, de garantir a disponibilidade contínua, reduzindo ao máximo a probabilidade de interrupções não programadas.

IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO:

A redução de custos é uma gestão eficaz da manutenção ajuda a evitar gastos excessivos em reparos emergenciais, substituições desnecessárias e desperdício de recursos. O aumento da confiabilidade é a implementação de práticas de manutenção preventiva e preditiva, que contribui para a redução de falhas e, conseqüentemente, para a confiabilidade dos ativos (Linsingen, 2003).

É a intervenção necessária imediatamente para evitar graves seis conseqüências aos instrumentos de produção, à segurança do trabalhador ou ao meio ambiente; se configura em uma intervenção aleatória, sem definições anteriores (Viana, 2002, p.10).

O prolongamento da vida útil são estratégias de manutenção apropriadas podem estender a vida útil dos ativos, maximizando o retorno sobre o investimento. A segurança adequada dos ativos contribui para um ambiente de trabalho mais seguro e ajuda a cumprir regulamentos de segurança e qualidade (Vickers, 1983).

A gestão da manutenção é um elemento crucial para o sucesso operacional de qualquer organização que depende de ativos físicos, ela envolve uma abordagem proativa para garantir o bom funcionamento, eficiência e confiabilidade desses ativos ao longo do tempo. A aplicação de práticas eficazes de gestão da manutenção não apenas aperfeiçoa o desempenho operacional, mas também impacta positivamente a rentabilidade, a segurança e a reputação da organização (Fernandes, 2006). A maior disponibilidade é a gestão adequada da manutenção que minimiza o tempo de parada não programada, garantindo a disponibilidade dos ativos para a produção ou operações.

A BOMBA CENTRÍFUGA

Uma bomba centrífuga é um dispositivo mecânico projetado para mover fluidos (líquidos ou gases) usando a energia cinética gerada pela rotação de um impulsor ou rotor. Ela é um dos tipos mais comuns de bombas utilizadas em várias aplicações, incluindo sistemas de abastecimento de água, indústria química, petróleo e gás, agricultura e muitos outros setores (Almeida, 2022).

Conforme Tsutiya (2006), as bombas centrífugas aumentam a velocidade da massa líquida usando a força centrífuga gerada pelo movimento rotativo do rotor. Isso transfere energia cinética à massa em movimento, que é posteriormente convertida internamente em energia potencial de pressão.

As bombas centrífugas encontram aplicação em uma ampla gama de setores, tais como o abastecimento de água e irrigação, instalações de geração de energia, prevenção de inundações, tratamento de águas e esgoto, indústria alimentícia, setor químico e petroquímico, indústria de processamento, conforme mencionado por (Tolentino Júnior, 2021).

PLANOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM BOMBAS CENTRÍFUGAS

O método de manutenção preventiva se baseia na realização regular de ações planejadas para evitar falhas e maximizar a vida útil dos equipamentos. Neste trabalho, focaremos na aplicação desse método em bombas centrífugas, considerando suas especificidades e características de operação. Envolve diversas

etapas cuidadosamente planejadas e executadas para garantir o funcionamento contínuo e eficaz desses equipamentos. Cada etapa tem um papel específico na identificação e prevenção de problemas potenciais (Borges, 2008).

A inspeção visual regular é uma das bases da manutenção preventiva. Por meio dela, os operadores podem identificar sinais iniciais de desgaste, corrosão ou vazamentos. A busca por vazamentos de líquido ou óleo, bem como a verificação das juntas, conexões e isolamentos, permite que problemas sejam identificados e tratados antes de se agravarem (Bonin, 1988).

A lubrificação adequada é essencial para reduzir o atrito e o desgaste dos componentes da bomba. Verificar os pontos de lubrificação e aplicar lubrificantes conforme as recomendações do fabricante ajudar a manter o funcionamento eficiente. O uso de sensores de vibração e termografia é uma técnica eficaz para monitorar o estado da bomba. Vibrações excessivas ou aumento de temperatura podem indicar desequilíbrios ou falhas iminentes, permitindo intervenções antes que a situação se agrave.

O alinhamento correto entre a bomba, o motor e outras partes do sistema é essencial para evitar desgastes prematuros e ineficiências. Verificar e ajustar o alinhamento quando necessário contribui para o desempenho confiável da bomba. Os selos mecânicos e gaxetas desempenham um papel crítico na prevenção de vazamentos. Substituir esses componentes conforme as recomendações do fabricante ou em caso de sinais de vazamentos é uma medida preventiva importante (Gesser, 2008).

Impulsores obstruídos podem comprometer o desempenho da bomba. A limpeza regular dos impulsores, juntamente com a verificação de desgastes excessivos, ajuda a manter a eficiência operacional. A realização periódica de testes operacionais, verificando pressão, vazão e ruídos anormais, é uma maneira de garantir que a bomba esteja operando conforme o esperado (Rosa, 2014).

Segundo Huade (2023) a manutenção adequada dessas partes é essencial para garantir o desempenho e a vida útil da bomba as principais partes de uma bomba centrífuga são:

- ✓ *Carcaça (Carcassor Casing):* A carcaça é o invólucro externo da bomba centrífuga. Ela abriga todas as outras partes internas e é projetada para direcionar o fluxo do fluido.

- ✓ Rotor: O rotor é a parte que inclui o eixo e o impulsor. Ele é responsável por transmitir o movimento giratório do motor ao impulsor.
- ✓ Selo Mecânico (*Mechanical Seal*): O selo mecânico é uma vedação que evita vazamentos de fluido entre o rotor e a carcaça. Ele é crucial para manter a operação eficiente e prevenir contaminação do fluido bombeado.
- ✓ Rolamentos (*Bearings*): Os rolamentos suportam o eixo do rotor, permitindo um movimento suave e controlado. Eles são essenciais para reduzir o atrito e a vibração.
- ✓ Câmara de Sucção (*Suction Chamber*): A câmara de sucção é onde o fluido entra na bomba. Ela está localizada próxima ao impulsor e é projetada para direcionar o fluxo de fluido na direção do rotor.
- ✓ Câmara de Descarga (*Discharge Chamber*): A câmara de descarga é onde o fluido é expelido da bomba após ser acelerado pelo impulsor. Ela está localizada na parte oposta à câmara de sucção.
- ✓ Tubo de Descarga (*Discharge Pipe*): O tubo de descarga é conectado à câmara de descarga e direciona o fluido para o local desejado.
- ✓ Entrada de Fluido (*Fluid Inlet*): A entrada de fluido é o ponto onde o fluido a ser bombeado entra na bomba, normalmente conectado à câmara de sucção.
- ✓ Saída de Fluido (*Fluid Outlet*): A saída de fluido é onde o fluido é expelido da bomba após passar pelo impulsor e pela câmara de descarga.
- ✓ Motor: O motor é responsável por fornecer energia para girar o impulsor. Pode ser elétrico, a combustão interna ou outro tipo, dependendo da aplicação.
- ✓ Base e Estrutura: A base e a estrutura sustentam e mantêm as partes da bomba em posição. Elas também ajudam a absorver vibrações e fornecer estabilidade.

Se a bomba for lubrificada com óleo ou fluido, seguir as recomendações do fabricante para trocas regulares ajuda a manter o desempenho e prolongar a vida útil. Garantir que os filtros estejam limpos e funcionando corretamente é importante para evitar a entrada de partículas sólidas que poderiam danificar a bomba. Mangueiras e tubulações danificadas podem causar vazamentos e afetar a eficiência da bomba (Pasetti, 2011).

Uma inspeção anual ajuda a identificar e substituir peças danificadas. Manter um registro detalhado de todas as atividades de manutenção realizadas, incluindo datas, componentes substituídos e resultados de testes, é fundamental para rastrear o histórico de manutenção e planejar intervenções futuras (Santos, 2018).

O método de manutenção preventiva em bombas centrífugas é um conjunto de ações estrategicamente planejadas para garantir a confiabilidade e eficiência desses equipamentos industriais. Cada etapa desempenha um papel específico na prevenção de falhas e na manutenção do desempenho ideal.

É crucial seguir as recomendações específicas do fabricante da bomba e aderir às práticas de manutenção preventiva para garantir uma operação confiável e prolongar a vida útil das bombas centrífugas. A implementação rigorosa desse plano reduzirá paradas não planejadas, melhorará a eficiência operacional e minimizará custos associados a reparos de emergência (Ana, 2004).

DELIMITAÇÕES METODOLÓGICAS

A metodologia aplicada ao tema da manutenção preventiva em bombas centrífugas é fundamental para garantir que esse processo seja eficiente, eficaz e seguro. Baseado em uma revisão bibliográfica, a qual foi realizada de forma abrangente, identificando estudos relevantes que abordassem o tema em estudo, e leituras complementares de autores como Pavani, (2011), (Santos, 2018) e (Rosa, 2014), ajudou na compreensão e entendimento sobre o tema escolhido.

O primeiro passo é estabelecer um agendamento regular para inspeções e manutenções preventivas. Isso envolve a criação de um cronograma que define datas específicas para as atividades de manutenção. O agendamento deve ser baseado nas condições operacionais da bomba e nas recomendações do fabricante. Manter um calendário preciso garante que a manutenção seja realizada no momento apropriado, evitando falhas inesperadas.

As inspeções visuais desempenham um papel crucial na manutenção preventiva. Realizar verificações regulares permite identificar vazamentos, corrosão, desgaste excessivo e outras anomalias visíveis. Essas inspeções ajudam a detectar problemas precocemente, permitindo a correção antes que se tornem mais sérios. A

lubrificação adequada dos componentes móveis da bomba é essencial para prevenir o desgaste prematuro.

Isso inclui a aplicação do tipo correto de lubrificante, seguindo as especificações do fabricante. Uma metodologia adequada de lubrificação assegura que os componentes da bomba funcionem de forma eficiente e com o mínimo de atrito, prolongando sua vida útil. A realização de testes regulares de desempenho é crucial para avaliar a eficiência da bomba. Esses testes ajudam a identificar qualquer redução no desempenho ou problemas operacionais. Os resultados dos testes orientam as ações corretivas a serem tomadas para manter a eficiência operacional da bomba.

Capacitar à equipe de manutenção por meio de treinamento adequado é uma parte vital da metodologia. Isso garante que os técnicos possuam as habilidades e conhecimentos necessários para realizar as tarefas de manutenção de forma eficaz e segura. Um treinamento sólido minimiza o risco de erros e acidentes durante a manutenção.

A documentação adequada de todas as atividades de manutenção é parte integrante da metodologia. Isso inclui registros de inspeções, resultados de testes, datas de lubrificação e quaisquer reparos ou substituições de peças. A documentação fornece um histórico completo do histórico de manutenção, facilitando a tomada de decisões informadas e a análise de tendências ao longo do tempo.

O objetivo é assegurar que todas as atividades de manutenção ocorram no momento adequado, prevenindo assim falhas inesperadas e paralisações onerosas. Além disso, as inspeções visuais desempenham um papel crucial no processo de manutenção preventiva.

Realizar inspeções visuais regulares permite aos técnicos identificar vazamentos, corrosão, desgaste excessivo e outras anomalias visíveis que podem prejudicar o desempenho da bomba. Essa prática de detecção precoce ajuda a tomar medidas corretivas antes que os problemas se agravem.

Por fim, a metodologia também deve incluir a busca pelo aprimoramento contínuo dos procedimentos de manutenção preventiva. Isso envolve a revisão periódica das práticas existentes, a incorporação de novas tecnologias e técnicas de manutenção, bem como a adaptação às mudanças nas condições operacionais e às lições aprendidas com eventuais falhas.

Em resumo, a metodologia aplicada à manutenção preventiva em bombas centrífugas é um conjunto de diretrizes estruturadas que garantem a eficiência, confiabilidade e segurança do processo. Seguir essas abordagens metodológicas ajuda as empresas a proteger seus ativos, reduzir custos operacionais e manter a operação industrial em curso de maneira eficaz.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A implementação de procedimentos de manutenção preventiva em bombas centrífugas pode resultar em diversos benefícios. A manutenção preventiva ajuda a evitar falhas inesperadas, reduzindo o tempo de inatividade não planejado. Bombas bem mantidas operam com eficiência energética, economizando recursos.

A prevenção de falhas é mais econômica do que reparos emergenciais onerosos. Melhoria da segurança: A manutenção adequada contribui para um ambiente de trabalho mais seguro, reduzindo o risco de acidentes. Para implementar com sucesso procedimentos de manutenção preventiva em bombas centrífugas, é imperativo aderir a um conjunto de diretrizes metodológicas bem definidas.

Essas diretrizes abrangem uma série de etapas essenciais que contribuem significativamente para a confiabilidade e eficiência operacional desses equipamentos vitais. O primeiro passo fundamental é o agendamento regular. Isso envolve a criação de um cronograma que estabelece datas específicas para inspeções e manutenções preventivas.

Esse agendamento deve ser desenvolvido com base nas condições operacionais da bomba e nas recomendações do fabricante. A lubrificação adequada é outra diretriz essencial. Garantir que os componentes móveis da bomba estejam devidamente lubrificados é vital para prevenir o desgaste prematuro.

A aplicação do tipo correto de lubrificante, seguindo as especificações do fabricante, mantém os componentes em boas condições de funcionamento, prolongando a vida útil da bomba. Por último, mas não menos importante, estão os testes de desempenho. Realizar testes regulares para avaliar a eficiência da bomba é fundamental para identificar qualquer redução no desempenho ou problemas operacionais.

Esses testes permitem que a equipe de manutenção tome medidas proativas para resolver quaisquer questões identificadas e, assim, manter a eficiência operacional da bomba. Finalmente, é vital capacitar à equipe de manutenção por meio de treinamento adequado. Isso garante que eles possuam as habilidades e conhecimentos necessários para executar as tarefas de manutenção de maneira eficaz e segura, minimizando o risco de erros e acidentes.

Em resumo, ao seguir essas diretrizes metodológicas, as empresas podem garantir que suas bombas centrífugas operem de forma confiável, eficiente e segura, contribuindo assim para a continuidade das operações industriais e a preservação dos ativos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Procedimentos de manutenção preventiva em bombas centrífugas desempenham um papel crítico na garantia de operações industriais confiáveis e eficientes. Ao seguir as melhores práticas metodológicas, as organizações podem colher os benefícios da redução de custos, aumento da eficiência e melhoria da segurança. Investir em manutenção preventiva não é apenas uma prática inteligente, mas também uma medida essencial para garantir o funcionamento contínuo das bombas centrífugas e, por extensão, de muitos processos industriais vitais.

Além disso, a compreensão da importância da manutenção preventiva, baseada em uma sólida fundamentação teórica sobre o funcionamento das bombas centrífugas, capacita as equipes de manutenção a identificar e abordar proativamente os pontos críticos de atenção durante o processo.

A aplicação consistente desses procedimentos metodológicos também resulta em benefícios financeiros substanciais, como o aumento da vida útil das bombas, a redução de custos operacionais e a minimização de gastos com substituição de equipamentos. É importante destacar que a manutenção preventiva não deve ser vista como uma despesa, mas sim como um investimento estratégico para a sustentabilidade em longo prazo das operações industriais.

Ao seguir rigorosamente essas diretrizes e abraçar a filosofia da manutenção preventiva, as empresas podem proteger seus ativos, promover um ambiente de trabalho mais seguro e manter uma vantagem competitiva em um mercado cada vez

mais desafiador. Em última análise, a manutenção preventiva é um pilar essencial para o sucesso e a eficiência das operações industriais que dependem das bombas centrífugas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Raul Carrijo. **PROJETO E MONTAGEM DE UM PROTÓTIPO PARA ESTUDOS DE BOMBAS CENTRÍFUGAS E CONTROLE DE PROCESSOS INDUSTRIAIS**. 2022. Disponível em: https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/1344/1/tcc_Raul%20Carrijo%20de%20Almeida.pdf. Acesso em: 08 nov. de 2023.
- ANA - Agência Nacional de Águas (2004). **Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco-PBHSF (2004-2013)** - Estudo Técnico de Apoio ao PBHSF – Nº 16: Alocação de Água. Brasília – Distrito Federal.
- BORGES, Carlos Alberto de Moraes. **O conceito de desempenho das edificações e a sua importância para o setor da construção civil**. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.
- DING, H.; LI Z.; GONG X.; LI M. **The influence of blade outlet angle on the performance of centrifugal pump with high specific speed**. Vacuum, v. 159, p. 239-246, 2019.
- FERNANDES, Fábio. **Curso: Projetos hidráulicos**. Bosch Rexroth AG. 2006.
- GESSER. **Dimensionamento de uma unidade hidráulica para controle de uma prensa destinada a operações de forjamento, utilizando conceitos de indústria 4.0** Disponível: https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/227/Alexandre%20Gesser_TCCFAB_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 28 set. de 2023.
- HUADE. **A importância da manutenção em bombas hidráulicas e sua periodicidade para o bom funcionamento dos componentes**. 2023. Disponível em: <https://www.huade.com.br/entenda-a-importancia-da-manutencao-em-bombas-hidraulicas-e-sua-periodicidade-para-o-bom-funcionamento-dos-componentes/>. Acesso em 23 nov. de 2023.
- KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: Função Estratégica**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009.
- PASETTI, Giovani. **Válvulas de Controle**. Disponível em: <https://professor.luzerna.ifc.edu.br/giovani-pasetti/wp-content/uploads/sites/35/2018/10/Instrumenta%C3%A7%C3%A3o-Parte-8-V%C3%A1lvulas.pdf>. Acesso em 02 out. de 2023.
- PEIXOTO, Erico. **Dimensionamento de um Sistema Hidráulico para uma mesa elevadora**. Disponível:

https://fahor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng_Mecanica/2014/Erigo_Mauricio_de_Souza_Peixoto.pdf. Acesso em: 25 out. de 2023.

ROSA, Carlos Augusto. **História da Ciência**. Disponível em: https://funag.gov.br/loja/download/1020-Historia_da_Ciencia_-_Vol.II_Tomo_I_-_A_Ciencia_Moderna.pdf. Acesso em 02 out. de 2023.

SANTOS, Marco Aurélio da Silva. **Máquinas Hidráulicas: a Aplicação do Princípio de Pascal**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/maquinas-hidraulicas-aplicacao-principio-pascal.htm>. Acesso em 28 set. de 2023.

SILVA, Eduardo de Sousa. **Procedimentos de manutenção preditiva e preventiva em bombas centrífugas**. 2017. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/procedimentos-de-manuten%C3%A7%C3%A3o-preditiva-e-preventiva-em-de-souza-silva>. Acesso em 10 nov. de 2023.

SOUZA, Fábio Januário de. Melhoria do pilar “**Manutenção Planejada**” da TPM através da utilização do RCM para nortear as estratégias de Manutenção. 2008. 115f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

TOLENTINO JÚNIOR, J. B. **Hidráulica Agrícola**. UFSC/CCR, 2021. Disponível em: <https://hidraulica.tolentino.pro.br/>. Acesso em: 08 nov. de 2023.

TSUTIYA, Milton. **Abastecimento de águas**. 3 ed. Departamento de engenharia Hidráulica e sanitária. São Paulo, 2006

VASCONCELOS, I. C. D. **Bombas hidráulicas**. Trabalho apresentado como requisito parcial para aprovação na Disciplina Engenharia de Recursos Hídricos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019

VIANA, H. R. G. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

VICKERS, S. **Manual de Hidráulica Industrial 935100**. 1970