

ANÁLISE TÉCNICA DE INTERVENÇÃO CORRETIVA EM BOMBA CENTRÍFUGA

TECHNICAL ANALYSIS OF CORRECTIVE INTERVENTION IN CENTRIFUGAL PUMP

Alison Fabricio Costa dos Santos [I]
Maria Aparecida Bovério[II]
Dejaime Pereira da Silva[III]

Área: A3. Gestão da Manutenção e Processos Industriais (GEMAPI)
Subárea: S7: Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos

RESUMO

As bombas centrífugas são utilizadas amplamente na indústria para transporte de fluidos e são projetadas para trabalhar a uma determinada vazão com uma estipulada altura manométrica de recalque. No entanto, elas podem ter falhas. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi o de estudar como se realiza uma análise técnica de intervenção corretiva em bomba centrífuga, por meio de uma revisão bibliográfica, um estudo de caso e uma pesquisa aplicada. Os resultados indicaram a necessidade de se utilizar os materiais corretos para recuperação do equipamento, além da limpeza, para proteção de problemas associados à abrasão, erosão, corrosão, ataque químico e corrosão atmosférica. Concluiu-se que a manutenção corretiva do equipamento foi diretamente relacionada à necessidade de proteção com polímeros de baixo coeficiente de atrito, pois melhorou o seu desempenho.

Palavras-chave: Bombas Centrifugas. Desgaste. Manutenção Corretiva.

ABSTRACT

Centrifugal pumps are widely used in industry for transporting fluids, they are designed to work at a given flow rate with a stipulated head. However, they can have failures. In this sense, the objective of this work was to study how to perform a technical analysis of corrective intervention in a centrifugal pump, through a literature review, a case study and applied research. The results indicated the need to use the right materials for the recovery of the equipment, in addition to cleaning, to protect against problems related to abrasion, erosion, corrosion, chemical attack and atmospheric corrosion. It was concluded that the corrective maintenance of the equipment was related to the need for protection with low friction polymers, as it improved its performance.

Keywords: Centrifugal Pumps. Wear. Corrective maintenance.

Data de submissão do artigo: /24/05/2023.
Data de aprovação do artigo: 08/08/2023.
DOI: 10.33635/sitefa.v1i1.242

[I] Estudante do curso superior de Tecnologia em Manutenção Industrial da Faculdade de Tecnologia Deputado Waldyr Alceu Trigo de Sertãozinho (Fatec-Stz) – São Paulo – Brasil. E-mail: alisonfabricio_santos@hotmail.com
[II]Profa. Dra. do curso superior de Tecnologia em Manutenção Industrial da Faculdade de Tecnologia Deputado Waldyr Alceu Trigo de Sertãozinho (Fatec-Stz) – São Paulo – Brasil. E-mail: maria.boverio@fatec.sp.gov.br
[III] Engenheiro Eletricista pela Universidade de Araraquara (UNIARA), Master in Business Administration (MBA) - Gestão Empresarial pela Faculdade de Monte Alto-SP, Engenheiro de Manutenção - Maintenance Engineer na HUTCHINSON Brasil Automotive Ltda (HBA), Departamento Manutenção - Industry II - Maintenance Department. E-mail: dejaimesilva@gmail.com

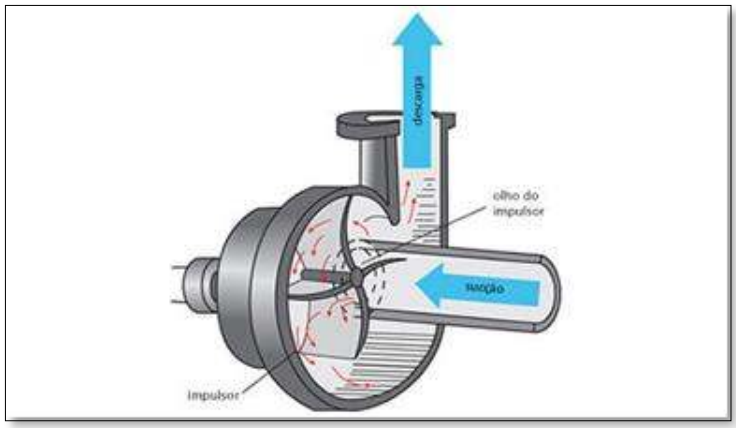
VI SITEFA
Simpósio de Tecnologia da Fatec Sertãozinho

1 INTRODUÇÃO

A bomba centrífuga é um tipo de bomba d'água usada para a transferência de grandes volumes. Entre as várias utilizações da bomba centrífuga está a irrigação de lavouras e o abastecimento de caixas d'água e caminhões-pipa. O uso delas é muito comum, tanto no campo, quanto na cidade, em obras ou operações rotineiras e, por isso, elas são fundamentais para o deslocamento tanto de água limpa quanto de líquidos com resíduos. Seu funcionamento acontece através de impulsores: o equipamento transfere energia centrífuga para o líquido - semelhante ao que acontece nas máquinas de lavar -, e isso gera uma pressão que resulta em um fluxo de bombeamento a altas velocidades (LOXAM DEGRAUS, 2019).

A bomba é classificada pela sua aplicação ou pela forma com que a energia é cedida ao fluido. Normalmente existe uma relação estreita entre a aplicação e a característica da bomba que, por sua vez, está intimamente ligada à forma de ceder energia ao fluido. Na turbo bomba ou bomba dinâmica, a movimentação do líquido ocorre pela ação de forças que se desenvolvem na massa do líquido, em consequência da rotação de um eixo, no qual é acoplado um disco (rotor ou impulsor) dotado de pás (palhetas, hélice). Devido à ação da força centrífuga esse disco recebe o líquido pelo centro e o expulsa pela periferia (voluta) (PROCEL INDÚSTRIA, 2009). A figura 1 exemplifica esse processo.

Figura 1 – Bomba centrífuga



Fonte: Loxan Degraus (2019)

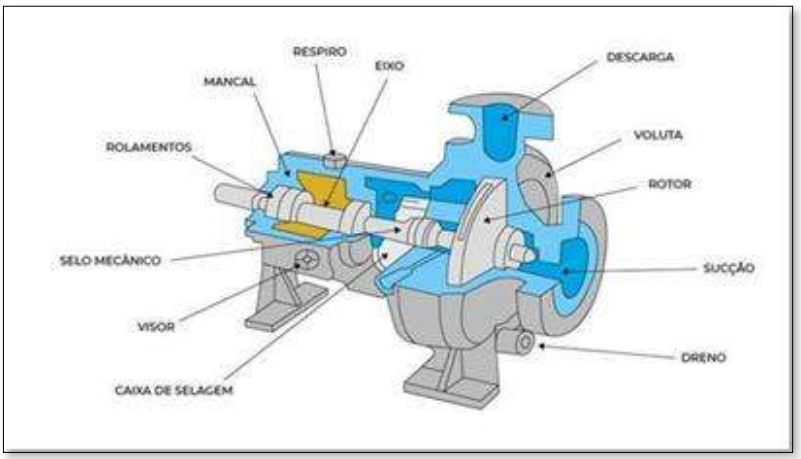
As bombas centrífugas industriais têm como função principal fornecer energia a um fluido, de modo a elevá-lo, por meio de conversão de energia mecânica em energia cinética (movimento) através de motores (combustão ou elétrico) ou turbinas. Sendo assim, pode-se definir um bombeamento como o ato de se adicionar energia a um fluido com o intuito de movê-lo de um ponto para outro. (ROBERTO; SANTOS, 2014).

Considerando-se a importância das bombas centrífugas, o problema dessa pesquisa foi saber como deve ser feita a análise técnica de intervenção corretiva em bomba centrífuga. Para isso, foi adotado uma plano de 4 etapas:

1. Elaborar um cronograma de ações;
2. Ter as ferramentas adequadas para consertos e ajustes;
3. Ter peças à disposição em caso de substituição; e
4. Analisar as condições de funcionamento após o reparo.

O objetivo desse trabalho foi realizar um estudo sobre a manutenção corretiva em bomba centrífuga. O tema é importante para ampliar o conhecimento acerca da correta análise técnica para posterior intervenção corretiva em bomba centrífuga. A figura 2 apresenta as partes de uma bomba centrifuga.

Figura 2 – bomba centrífuga



Fonte: Lameirinhas (2023)

De acordo com Lameirinhas (2023) as partes da bomba são:

- Rotor, que é responsável por impulsionar o fluido;
- Corpo espiral voluta, que é fixado à tampa de pressão (peça de junção) com encaixes que permitem assegurar que a bomba não vai vazar fluido;
- Carcaça, que contém o líquido, envolvendo o rotor, e dispõe de bocais de entrada (sucção) e saída (descarga) do fluido;
- Visor, que é utilizado para indicar o nível de óleo em um reservatório;
- Eixo, que atravessa a carcaça, conecta-se ao rotor, fornecendo movimento rotativo;
- Luva protetora do eixo, que é um elemento de sacrifício utilizado para proteger o eixo e, nesse caso, ela se desgasta;
- Anel de desgaste, que tem como função reduzir a vazão de recirculação do fluido e aumentar a rigidez e o amortecimento do conjunto rotativo;
- Gaxeta, que é um elemento de vedação ou selo mecânico e, possui a função de promover a selagem entre o ambiente interno da caixa de gaxeta, onde ocorre o deslocamento do fluido e ambiente externo do equipamento fora da caixa de gaxeta, onde ocorre acionamento do eixo junto ao rotor, levando em conta o eixo rotativo que atravessa esses dois ambientes;
- Suporte de mancal e mancal, que são elementos de máquina que servem como apoio fixo para a transmissão mecânica em elementos girantes (eixos e rolamentos);
- Rolamento, que é um componente que permite movimento rotativo (controlado ou não) entre dois ou mais elementos. Serve principalmente para reduzir o atrito ou fricção de deslizamento entre as superfícies de contato (eixos, polias ou mancais de rolamento, por exemplo); e
- Respiro, que tem a função de proteger o equipamento contra as pressões elevadas, seja positiva ou negativa.



2 MANUTENÇÃO EM BOMBA CENTRÍFUGA

A manutenção em bombas centrífugas utiliza um conjunto de ações essenciais para manter o bom funcionamento, assegurar o seu desempenho, reduzir o risco de falhas e evitar paradas inesperadas no processo. Por meio da manutenção há a eliminação ou a redução do nível de ruído e vibração, balanceamento do rotor, reparos e trocas nos sistemas de selagens e retenção, verificação do sistema elétrico para motobombas, fornecimento e aplicação de peças de reposição. Os benefícios de se fazer a manutenção são muitos, tais como: aumento da vida útil do equipamento, eliminar vazamentos de água e óleo, prevenir falhas e proporcionar melhor desempenho do sistema de bombeamento (ENGEVIBRA, 2023).

As bombas centrífugas possuem revestimento de aço, extremamente resistente e suas palhetas internas são constituídas de outras ligas de metal. Porém, é possível que se tenha um desgaste, por conta do tempo de seu funcionamento e da constante passagem de fluido. Nesse sentido, a manutenção é muito importante, pois prolonga a vida útil do equipamento, podendo ser realizada a manutenção preditiva, preventiva e a corretiva (JOTAGE, 2023).

De acordo com Poli Júnior, Escola Politécnica da USP (2023) esses três tipos de manutenção podem ser assim explicados:

- A manutenção preditiva é mais tecnológica, o que a torna mais cara, já que exigirá um investimento relativamente alto com equipamentos de monitoramento, que geram dados e informações mais precisas para a tomada de decisões dos gestores e equipes responsáveis, uma vez que irão exibir as variações na linha de produção. A manutenção preditiva acontece pela utilização de diversos sensores e equipamentos de monitoramento, que irão coletar os dados de forma constante das máquinas e equipamentos da indústria, gerando relatórios precisos do estado de funcionamento das máquinas.
- A manutenção preventiva tem como sua característica ser uma manutenção planejada, ou seja, é feita regularmente e de modo a prever falhas nas peças e equipamentos antes de se tornarem um grande problema, causando paralisação na produção. Para isso, é criado um cronograma, agendadas as manutenções e vistorias a partir de vários indicadores técnicos. Nessas vistorias devem ser feitos os testes e observações necessárias para a identificação de pequenos defeitos e mau funcionamento, indicando uma falha potencial daquele equipamento.
- A manutenção corretiva é o tipo de manutenção que tem como função a restauração de uma peça ou máquina, para que esta venha a desempenhar sua atividade de forma normal, após a apresentação de uma falha. Este tipo se baseia na possibilidade de que a falha é aceitável e a prevenção não é financeiramente viável. É essencial que, ao se adotar a manutenção corretiva como estratégia de manutenção, se garanta que os modos de falhas em consideração não tenham potencial para se tornarem uma ocorrência emergencial, isto é, necessitando de uma manutenção de emergência. Portanto, é necessário que se certifique com dados de modo que se garanta a manutenção corretiva mais vantajosa em relação às demais.

Para essa pesquisa foi feito o uso da manutenção corretiva, a partir de uma análise técnica para essa intervenção em uma bomba centrífuga.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Foi realizado um estudo de caso na empresa Serbras Manutenção Industrial, que autorizou formalmente a divulgação do nome. Esse estudo tem o entendimento de que se trata de uma estratégia de pesquisa que examina um fenômeno atual em seu ambiente real e as variáveis que o afetam (PRODANOV; FREITAS, 2013). Assim, foi feita uma pesquisa aplicada, com análise técnica, que identificou a perda da eficiência no momento de



bombear fluido. Essa perda de eficiência foi considerada como efeito da falha porque a voluta sofreu desgaste e perda de material interno e, assim, o fluxo de fluido passou a diminuir. De maneira geral, além do desgaste havia desbalanceamento e desalinhamento, problema em rolamentos, vazamentos, folga na rotação e folga na fixação da bomba na estrutura, além de cavitação. Isso porque o fluido que passa por essa bomba pesquisada é a água bruta, pois ela puxa água de um rio e, por isso, junto da água vem areia, o que causa abrasão.

3.1 Materiais e métodos: avaliação técnica - procedimentos

O equipamento foi fotografado e desmontado para avaliação técnica, e os procedimentos adotados foram listados, no intuito de informar os possíveis danos encontrados e os métodos utilizados para resolução.

O primeiro procedimento consistiu em avaliar as partes fixas com danos visíveis, por meio da inspeção visual e dimensional e, assim, foi feito embuchamento dos mancais, fabricação de um eixo novo e troca do rolamentos e retentores

O segundo procedimento consistiu em avaliar os danos das partes móveis, no caso da caracol ou voluta, por meio da inspeção visual. Com isso, foi feita a usinagem da irregularidade, limpeza do hidrojateamento dos abrasivos para maior fixação do polímero, por causa da rugosidade, e aplicação dos polímeros para maior durabilidade do ativo.

O terceiro procedimento avaliou os danos não visíveis na desmontagem. Nesse caso, o procedimento foi realizado após a limpeza com jato abrasivo. Consistiu na avaliação de possíveis trincas, ou quebraduras em partes do equipamento, por meio de um ensaio com líquido penetrante.

Quadro 1 - PROCEDIMENTOS

LIMPEZA / PREPARAÇÃO			
Limpeza Hidrojateamento:		Sim	
Limpeza Química		Não	
Limpeza com Vapor:		Não	
Limpeza Jato Granalha:		Sim	
Limpeza Manual / Mecânica		Não	
Outros:		Não	
PREPARAÇÃO SUPERFICIE / TIPO / MATERIAL / ESPECIFICAÇÂO / OUTROS			
Material: Gateamento Granalha		Oxido alumínio	
Tipo / Composto:		8/16	
Rugosidade média necessária à aplicação:		Micrometro	75 a 125
Rugosidade adquirida média:		Micrometro	200
Pressão Jato		Pressão	9 Bar
REVESTIMENTO			
Local:	Ribeirão Preto -SP	Temperatura Média Ambiente: 34°C	
Produto Aplicado I:		ARC BX1	
Espessura Recomendada / Normal:		Mícrometro	6000
Espessura Média Aplicada Admissível:		Micrometro	6000
Produto Aplicado II:		ARC 855	
Espessura Recomendada / Normal:		Micrometro	750
Espessura Média Aplicada Admissível:		Micrometro	750
Produto Aplicado III:		ARC 858	

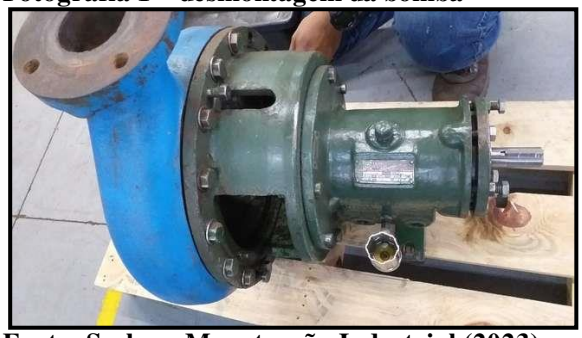
Espessura Recomendada / Normal:	Micrometro	1000
Espessura Média Aplicada Admissível:	Mícrometro	1000

Fonte: Serbras Manutenção Industrial (2023)

Ressalta-se que os revestimentos têm de ter alta renovabilidade e película fina no qual resumiu com a somatória de todas as 3 camadas dos Polímeros ARC BX1, ARC 858 e ARC 855 em 8 mm de espessura baseado em uretano 100% sólidos e produtos químicos epóxi, reforçados com partículas cerâmicas para fornecer resistência a condições erosivas e abrasivas. Entretanto, foram identificadas folgas excessivas nos mancais onde teve que ser feito embuchamento de ambos os lados com ajuste de folgas originais. Foram substituídos os rolamentos e retentores e o eixo.

Foi executada a desmontagem de uma bomba centrífuga (fotografia 1). A fotografia 2 mostra apenas o caracol - chamado de carcaça ou voluta. A fotografia 3 mostra a parte frontal do carcaça ou voluta. A fotografia 4 mostra o rotor responsável por impulsionar fluido.

Fotografia 1 – desmontagem da bomba



Fonte: Serbras Manutenção Industrial (2023)

Fotografia 2 – Caracol



Fonte: Serbras Manutenção Industrial (2023)

Fotografia 3 - parte frontal do carcaça ou voluta



Fonte: Serbras Manutenção Industrial (2023)

Fotografia 4 - rotor



Fonte: Serbras Manutenção Industrial (2023)

A fotografia 5 mostra a carcaça já usinada por um torno mecânico, a partir do qual fez-se um rebaixo de aproximadamente 8mm na parte frontal da carcaça para poder realizar aplicação da resina, conforme segue:

Houve desgaste no encaixe da carcaça, o qual foi corrigido por meio do uso dos polímeros com particulados cerâmicos ARC BX1, ARC 858 E ARC 855, apresentados anteriormente no quadro 1. A carcaça passou pelos processos de usinagem para aplicação do polímero para melhoria e desempenho do trabalho, evitando o desgaste da carcaça com usinagem de diâmetro 400 mm com profundidade 8 mm.

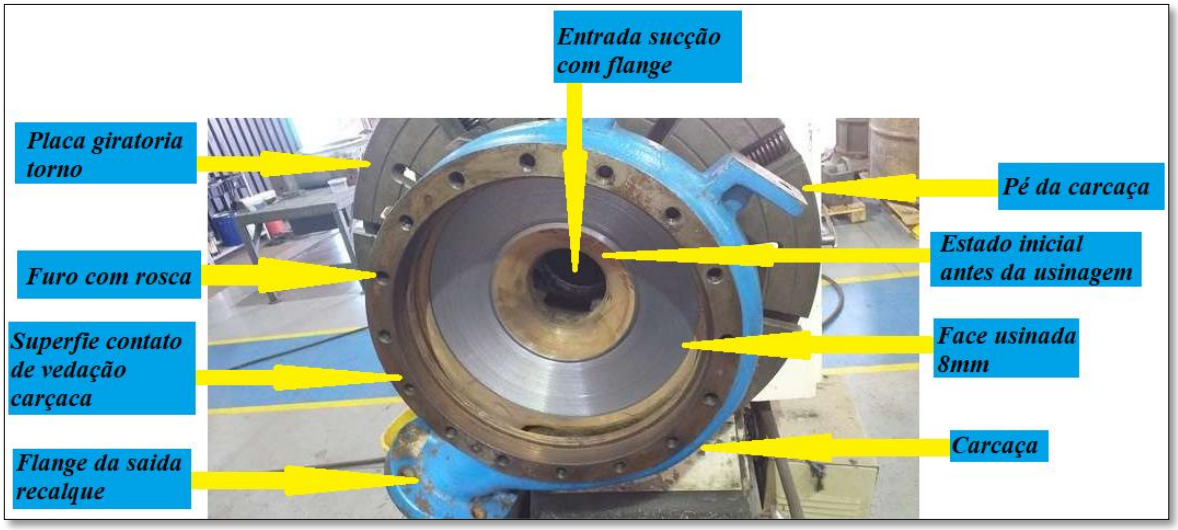
Conforme apresentados no quadro 1, segue abaixo uma breve descrição:



1. ARC I BX1 - revestimento composto de base epóxi resistente a impactos. Segundo a Chesterton (2020) trata-se de um revestimento híbrido de uretano/epóxi, reforçado com partículas cerâmicas, 100% sólido, resistente a impactos e ao desgaste abrasivo severo. Esse revestimento industrial foi projetado para:
    a. Proteger as superfícies expostas a impactos <68 Nm e à abrasão por deslizamento;
    b. Fornecer uma alternativa de maior duração em relação ao revestimento de borracha e ladrilhos cerâmicos;
    c. Resistir a forças de impacto direto e inverso
2. ARC 858 E ARC 855. Segundo a ARC Revestimentos Industriais (2023), são 100% sólidos, película grossa, composto de abrasão reforçado com partículas cerâmicas, formulado para proteger superfícies metálicas sujeitas a erosão, corrosão e ataque químico. O revestimento industrial ARC 858 foi projetado para:
    a. Atualizar equipamentos novos e antigos expostos à abrasão, corrosão ou ataque químico.
    b. Reconstruir superfícies com uma proteção resistente à erosão com uma performance superior a multicamadas de solda.
    c. Preenchimento de ranhuras, alvéolos etc. em metal antes de finalizar com outro produto ARC.

Os compostos ARC são cientificamente projetados para proteger metais e concreto de danos e problemas onerosos associados à abrasão, erosão, corrosão, ataque químico e corrosão atmosférica (CHESTERTON, 2023)

Fotografia 5 – carcaça usinada



Fonte: Serbras Manutenção Industrial (2023)

3.2 Escopo da avaliação técnica

Sobre a avaliação técnica, os seguintes métodos foram aplicados:

O equipamento apresentou marcas de desgaste no rotor superficial, mas os diâmetros são os originais.

Foram avaliadas as caixa de mancal e mancal e verificou-se que elas se encontravam com folgas excessivas (0,06 mm) e, portanto, foi necessário embuchar ambos os lados. A medida de folga original, tolerada pela fábrica é de 0,02 a 0,05 mm. Confeccionou-se uma bucha em aço SAE 1045 com comprimento de 50 mm e diâmetro de 110 mm, em torno

mecânico, com as folgas e parâmetros originais de acordo com rolamento. A caixa de mancal utilizada possui visor de óleo de fábrica.

Foi necessária a troca do eixo por causa da gaxeta com contato direto com eixo que causou danificação da sua superfície deixando, assim, o sistema de vedação (gaxeta) sem eficiência. O diâmetro aferido mediu 49,89 mm. Foi confeccionado um eixo novo em SAE 1045 com comprimento de 500 mm e diâmetro de 50,00 mm, com ajuste interferente de 0,01 até 0,03 mm.

Foi necessário trocar os rolamentos de modelo 5310 C3 com diâmetro de 50 mm porque houve falta de lubrificação que ocasionou desgaste das esferas e, nos retentores (número 00946BR) a borracha tornou-se ineficiente devido ao aquecimento gerado no contato com o eixo.

O quadro 2 apresenta os materiais usados para recuperação do equipamento.

Quadro 2 – folgas e materiais

FOLGAS E MATERIAS				
Itens	**Material**	**Folgas originais**	**Folgas encontradas**	**Tamanho ou modelo**
Bucha mancal	Aço SAE 1045	- 0,02 até 0,05 mm	- 0,06 mm	Ø50X110 mm
Eixo	Aço SAE 1045	+ 0,01 até 0,03 mm	- 0,10 mm	Ø50X500 mm
Retentores	Borracha	Ø50x70x10 mm	borracha danificada	00946BR
Rolamentos	Aço cromo	Ø50,00 mm	ESFERA COM DESGASTE	5310 C3

Fonte: elaborado pelos autores com os dados da pesquisa (2023)

4 RESULTADOS

Foi executada a recuperação e melhoria da bomba centrífuga como mostram as fotografias a seguir. A fotografia 6 mostra a voluta da bomba já jateada e sendo medida com aparelho rugosímetro ou medidor de rugosidade. Esse instrumento é utilizado para verificação do perfil da superfície e alguns parâmetros como mostra o quadro 2 são usados para verificar a conformidade da voluta. A fotografia 7 mostra a tampa traseira da bomba já revestida com polímero ARC 855.

Fotografia 6 - voluta da bomba jateada e sendo medida com aparelho rugosímetro



Fonte: Serbras Manutenção Industrial (2023)

Fotografia 7 - tampa traseira da bomba revestida com polímero ARC 855



Fonte: Serbras Manutenção Industrial (2023)

A fotografia 08 mostra aplicação do revestimento (ARC BX1). A fotografia 09 mostra a bomba já montada com tampa revestida com polímero e rotor no seu devido lugar .

Fotografia 8 - aplicação do revestimento, polímero ARC BX1



Fonte: Serbras Manutenção Industrial (2023)

Fotografia 09 - bomba montada com tampa revestida com polímero e rotor



Fonte: Serbras Manutenção Industrial (2023)

A fotografia 10 mostra a bomba já montada e finalizada com pintura original de fábrica.

Fotografia 10- bomba já montada e finalizada com pintura original de fábrica



Fonte: Serbras Manutenção Industrial (2023)

5 CONCLUSÃO

Considerando-se que esse trabalho teve o objetivo de fazer a manutenção corretiva em uma bomba centrífuga, é possível concluir que há a necessidade de uma análise técnica de intervenção. Foi identificado um desgaste na superfície frontal da carcaça, tal como já havia acontecido, inclusive, com outras bombas do mesmo modelo. A manutenção corretiva foi diretamente relacionada à voluta, no caso carcaça, e houve necessidade de que o equipamento fosse protegido com polímeros de baixo coeficiente de atrito para maior durabilidade.

Concluiu-se, ainda, que foi necessária essa usinagem das pequenas imperfeições da parte frontal da superfície e, por isso, foram rebaixados 8 mm da superfície.

Logo após, foi feita a limpeza da superfície com hidrojateamento abrasivo e, em seguida, foi aplicada uma película fina composta dos três polímeros ARC BX1, ARC 858 e ARC 855,



somando 8 mm de espessura, baseado em uretano 100% sólidos e produtos químicos epóxi, reforçados com partículas cerâmicas para fornecer resistência a condições erosivas e abrasivas.

Concluiu-se, finalmente, que havia folgas excessivas nos mancais que exigiu o embuchamento de ambos os lados com ajuste das folgas para as dimensões originais e, também, fazer a troca dos rolamentos e retentores e do eixo. A análise técnica foi muito importante em todo o processo.

REFERÊNCIAS

ARC REVESTIMENTOS INDUSTRIAIS. **Revestimento Industrial ARC 855**. 2023. Disponível em: https://arcindustrialcoatings.chesterton.com/Products/Pages/ARC855.aspx. Acesso em: 15 jun. 2023.

CHESTERTON. **Revestimento industrial ARC BX1**. 2020. Disponível em: https://www.chesterton.com.br/arc-bx1/. Acesso em: 15 jun. 2023.

ENGEVIBRA. **Sistemas de bombeamento**. 2023. Disponível em: https://engevibra.com.br/servicos/sistemas-de-bombeamento/?gclid=Cj0KCQjwnMWkBhDLARIsAHBOftozylREGWv47fzQS2t8LdyHu5VeNwJpKzieRkdH6lYEyNS8xTDW3b8aAkAjEALw_wcB. Acesso em: 15 jun. 2023

JOTAGE. **Manutenção bomba centrífuga.** 2023. Disponível em: https://www.jotage.com.br/manutencao-bomba-centrifuga. Acesso em: 15 jun. 2023.
LAMEIRINHAS, Gabriel. Bomba Centrífuga: quais pontos de análise de vibração. In: **Tractian**. Disponível em: https://tractian.com/blog/bomba-centrifuga. Acesso em: 16 fev. 2023.

LOXAN DEGRAUS. **Entenda o funcionamento de uma bomba centrífuga.** 2019 Disponível em : https://degraus.com.br/entenda-o-funcionamento-de-uma-bomba-centrifuga/#:~:text=Seu%20funcionamento%20acontece%20atrav%C3%A9s%20de,de%20bombeamento%20a%20altas%20velocidades. Acesso em: 15 jun. 2023

POLI JÚNIOR, ESCOLA POLITÉCNICA DA USP. **Quais os tipos de manutenção existentes?** 2023. Disponível em: https://polijunior.com.br/blog/manutencao-corretiva-descubra-como-e-quando-usar/?gclid=Cj0KCQjwnMWkBhDLARIsAHBOftovK8gASVpssYb3fWsHLo3IxeCibJPMt_DuOIqizNexxibaImh-Fa8aAim8EALw_wcB. Acesso em: 15 jun. 2023.

PROCEL INDÚSTRIA. Bombas guia básico: 2009. Edição seriada. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/uploads/arquivos/Bombas.pdf. Acesso em: 16 fev. 2023.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernâni Cesar de. **Metodologia do trabalho científico** [recurso eletrônico] : métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.



ROBERTO, DyogoSgambato; SANTOS, Fabrine da Silva dos. **Estudo do acionamento de bombas centrífugas por meio de DVR'S e análise de viabilidade técnica e econômica (EVTE)em uma unidade de coqueamento retardado.** CEFET/RJ: CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2014. Disponível em: extension://elhekieabhbkpmcefcoobjddigjcaadp/http://www.cefet-rj.br/attachments/article/2943/Estudo_Acionamento_Bombas_Centr%C3%ADfugas_p_DVRs_Viab_T%C3%A9cnica_Econ%C3%B4mica.pdf. Acesso em: 16 fev. 2023