

PLANO DE MANUTENÇÃO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS EM SISTEMAS DE COMBATE A INCÊNDIO PREDIAL

MAINTENANCE PROGRAM OF CENTRIFUGAL PUMPS USED IN FIRE FIGHTING SYSTEMS FOR BUILDINGS

BONFADINI DE SOUZA, Igor Leonardo¹
LOPES, Alessandra de Souza de M.²
LOPES, Diego Meireles³

Resumo: O presente artigo científico apresenta uma elaboração de um plano de manutenção para a bomba centrífuga predial de combate a incêndio de modelo Schneider BC-20R. Apresentando uma breve introdução em bombas centrífugas segundo bibliografias técnicas, uma explanação da definição de manutenção segundo bibliografias técnicas, do funcionamento de um sistema de combate a incêndio predial e sua importância, das normas ao qual o plano de manutenção é regido, e ações para elaboração do plano de manutenção preventiva, assim, influenciando diretamente no aumento da disponibilidade operacional da bomba centrífuga em caso de sinistros que possam causar dano a vida e ao patrimônio. A metodologia aplicada foi a de pesquisa como sendo a bibliográfica e a sua abordagem se apresenta com uma abordagem qualitativa, e o resultado esperado é um plano de manutenção que possa ser usado no caso de um prédio residencial de 3 pavimentos abordado no trabalho para proporcionar o aumento da disponibilidade operacional e a mitigação das falhas mais comuns para atendimento das normas técnicas e legislações vigentes.

Palavras-chave: Bomba Centrífuga. Plano de Manutenção Preventiva. Sistema de combate a incêndio em Prédio Residencial.

Abstract: The present article show an elaboration of a maintenance plan for the centrifugal pump of fire fighting model Schneider BC-20R. Presenting a brief introduction to centrifugal pumps according to technical bibliographies, an explanation of the definition of maintenance according to technical bibliographies, the functioning of a building firefighting system and its importance, the rules to which the maintenance plan is governed, and actions for elaboration of the preventive maintenance plan, thus directly influencing the increase in the operational availability of the centrifugal pump in the event of accidents that may cause damage to life and property. The applied methodology was the research as being the bibliographical one and its approach presents itself with a qualitative approach, and the expected result is a maintenance plan that can be used in the case of a residential building of 3 floors approached in the work to provide the increased operational availability and mitigation of the most common failures in order to comply with current technical standards and legislation.

Keywords: Centrifugal Pump. Preventive Maintenance Plan. Fire Fighting System in Residential Building.

¹Bacharel em Engenharia Mecânica – FTESM – ibonfadini@gmail.com

²Especialista em Gestão de Energia e Eficiência energética – UFF – alessandramacedo@id.uff.br

³Doutorando em Engenharia e Bacharel em Engenharia Civil – USU – diego.lopes@souusu.com.br

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de combate a incêndio vêm sendo aprimorados ao longo dos últimos anos, assim, visando trazer maior segurança e confiabilidade, em atendimento às normas nacionais e internacionais, bem como, os regulamentos do corpo de bombeiros e legislações vigentes.

Um exemplo, é a norma norte americana NFPA 25, tendo sua primeira edição publicada em 1992, que é a principal norma sobre manutenção e testes dos sistemas de bombeamento de combate a incêndio, incluindo: bombas de incêndio com motor elétrico, bombas de incêndio com motor diesel, e painéis elétricos para bomba de incêndio. Essa norma internacional fornece instruções sobre a condução de atividades de inspeção, teste e manutenção. Ainda, também estipula a frequência com que essas atividades devem ser concluídas.

No Brasil, os fabricantes das bombas centrífugas devem seguir os requisitos de avaliação da conformidade determinados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e a manutenção de bombas empregadas no combate a incêndio devem seguir as normas nacionais, regulamentos do corpo de bombeiros e legislações vigentes.

O presente artigo tem como proposta apresentar um plano de manutenção para a bomba centrífuga predial de modelo Schneider BC-20R utilizada no sistema de combate a incêndio de um prédio residencial de 3 pavimentos tipo, de acordo com a legislação vigente.

Como a bomba centrífuga predial de modelo Schneider BC-20R é o principal equipamento responsável por exercer a função de transportar a água até o foco do incêndio é de interesse para a segurança de todos residentes da edificação que o equipamento se encontre em um estado de perfeita disponibilidade operacional.

Isto posto, o presente estudo visa proporcionar o aumento da disponibilidade operacional e a mitigação das falhas mais comuns da bomba centrífuga predial de modelo Schneider BC-20R empregada na edificação.

Ainda, o presente trabalho pode auxiliar na elaboração de um plano de manutenção a ser aplicado nesse prédio residencial, bem como, conhecer melhor o funcionamento dessa bomba centrífuga, assim, evidenciando suas especificações técnicas e faixa de atuação, requisitos mínimos de operações e conhecer falhas mais comuns da bomba centrífuga predial de modelo Schneider BC-20R.

Por fim, ao realizar a análise das condições da bomba centrífuga, através de uma inspeção, pode-se verificar sinais de corrosão, camadas de poeira, ausência de lubrificação, dentre outros fatores que reforçam a ausência de manutenções periódicas a fim de preservar a disponibilidade operacional do equipamento.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Revisão de Literatura

2.1.1. Bombas

Segundo Macintyre (1997), a classificação das bombas se divide em bombas de deslocamento positivo (ou volumétricas) e bombas dinâmicas (ou turbo bombas), tendo cada uma delas suas respectivas sub-classificações.

Macintyre (1997), apresenta que nas bombas alternativas, sua classificação ocorre em função da sua característica de funcionamento podendo ser de pistão ou êmbolo onde o líquido recebe alternadamente ação, através de um pistão (movimento vai e vem) ou de diafragma onde contém válvulas que retém e controlam o movimento do fluido.

Já em bombas rotativas, o líquido através do seu próprio movimento, recebe a ação das forças na própria direção. Descendentes de uma ou mais peças, podem ser classificadas como rotativas de um só rotor ou de rotores múltiplos. Quanto mais acréscimo de rotores, mais se eleva a força do deslocamento do líquido (MACINTYRE, 1997).

Segundo De Mattos (1998), turbo bomba ou dinâmicas, refere-se à rotação do eixo que está acoplado no disco (rotor ou impulsor), contendo pás ou hélice. O caminho do líquido percorre o centro e sai pela periferia ocorrendo a força centrífuga. Nas bombas centrífugas seu funcionamento se dá pela energia fornecida pelo líquido que é primordialmente cinética e converte-se à energia de pressão. Já nos casos que o movimento se dá em paralelo ao eixo, fica à cargo das bombas de fluxo axial. Já nas bombas de fluxo misto, temos um caso intermediário entre as duas anteriores, o movimento do líquido se dá na direção inclinada em relação à rotação do eixo. As regenerativas usam a força cinética inicial para converter em energia de pressão, com isso o fluido é impulsionado pelo rotor de paletas.

2.1.2. Manutenção em Bombas Centrífugas

Com base em Kardec e Nascif (2012), a confiabilidade e a disponibilidade de um sistema dependem da correta realização da fase de projeto, fabricação, instalação, operação e manutenção, de forma análoga o mesmo se aplica a uma bomba centrífuga por ser um componente de um sistema.

Assim, a manutenção em Bombas Centrífugas segue os grupos de tarefas e atividades que devem ser executadas nos sistemas/equipamentos, instalações, itens, que descrevem explicitamente os métodos, as frequências, os recursos humanos e os materiais envolvidos em cada uma das etapas.

O quadro 1, abaixo, foi adaptado pelo autor deste, seguindo as recomendações da ELETROBRAS (2009) para as rotinas de manutenção de bombas baseadas em periodicidade.

Quadro 1 – Rotinas de manutenção baseadas em Periodicidade

Rotinas de manutenção baseadas em periodicidade	
Inspeções Mensais	Ações de Manutenção
1	Verificação do nível e da condição do óleo, por meio do visor no alojamento do mancal;
2	Verificação da presença de ruído, vibração e temperaturas anormais do mancal.
3	Inspeção da bomba e das tubulações quanto à presença de vazamentos
4	Verificação de vazamento da caixa de gaxetas:
5	Engaxetamento: a existência de vazamento excessivo requer ajustagem ou possível troca do engaxetamento.
6	Verificação de vazamento no selo mecânico: não deve haver nenhum;
7	Medições de corrente e tensão elétrica do motor elétrico e dos barramentos do QDL
8	Verificar a temperatura dos mancais;
9	Medir o intervalo de lubrificação dos mancais.
10	Outras ações de manutenção preventiva indicadas pelo fabricantes e pelas normas técnicas.
Inspeções trimestrais	Ações de Manutenção
1	Verificação do aperto da base e dos parafusos de fixação;
2	Inspeção do engaxetamento, se a bomba foi deixada sem funcionar. Deve ser trocado, se for necessário;
3	Troca de óleo a cada três meses ou com mais frequência se existem condições atmosféricas adversas ou outras condições que possam contaminar ou deteriorar o óleo. O manual técnico do fabricante da bomba deverá ser consultado;
4	Medir a resistência de isolamento elétrica do motor;
5	Inspeção do painel elétrico, verificando principalmente o rele de nível e as proteções elétricas.

6	Outras ações de manutenção preventiva indicadas pelo fabricantes e pelas normas técnicas.
Inspeção semestral	Ações de Manutenção
1	Inspeção e Limpeza da casa de máquinas
2	Inspeção dos reservatórios
3	Outras ações de manutenção preventiva indicadas pelo fabricantes e pelas normas técnicas.
Inspeção anual	Ações de Manutenção
1	As inspeções anuais devem verificar a capacidade, pressão e potência da bomba ao realizar testes. Caso o desempenho da bomba não atenda aos requisitos de processamento, ela deve ser desmontada e inspecionada. As peças desgastadas devem ser trocadas. Emitir o relatório de inspeção anual.

Fonte: Autor, 2022

2.1.3. Sistemas de combate a incêndio em prédio residencial

De acordo com o Decreto Nº 42 (RIO DE JANEIRO, 2018), que dispõe sobre o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico – COSCIP, no âmbito do Estado do Rio de Janeiro, cada tipo de residência tem suas próprias características que as diferenciam entre si, porém os riscos abordados neste item 2.3 são riscos comuns a todas elas, sendo estes os riscos à vida e ao patrimônio.

Assim, são justamente essas características que as diferem, que são usadas como parâmetro para definir quais os meios necessários de proteção à vida e ao patrimônio.

As legislações mais relevantes para o entendimento do assunto para o engenheiro habilitado são:

O Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico – COSCIP, publicado em 17 de dezembro de 2018, publicado no Diário Oficial do Município do Rio de Janeiro; a Nota Técnica NT 2-04 (CBMERJ, 2019), que trata do Conjunto de pressurização para sistemas de combate a incêndio também emitida pelo Corpo de Bombeiro Militar do Estado do Rio de Janeiro (CBMERJ).

Ainda, a resolução Nº 1.073 do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) de 19 de abril de 2016 deverá ser atendida pelo profissional da empresa credenciada no CBMERJ.

2.1.4. Bombas Centrífugas nas medidas de segurança contra incêndio

A legislação que norteia os requisitos gerais de bombas centrífugas utilizadas em medidas de segurança contra incêndio, em seu dimensionamento, parâmetros de seleção e instalação, é a Nota Técnica, NT 2-04 (CBMERJ, 2019) que trata do Conjunto de pressurização para sistemas de combate a incêndio com sua última atualização em 2019.

O documento que determina que o engenheiro é a autoridade para confeccionar e aprovar um plano de manutenção de bomba centrífuga utilizada no combate a incêndio é a resolução N° 1.073 do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) de 19 de abril de 2016, ao estabelecer que a condução, execução e operação da manutenção fazem parte das atividades profissionais de responsabilidade do engenheiro devidamente registrado no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), conforme descrito abaixo no Art. 5º parágrafo 1º atividade 15, 16 e 17.

Art. 5º Aos profissionais registrados nos CREAS são atribuídas as atividades profissionais estipuladas nas leis e nos decretos regulamentadores das respectivas profissões, acrescidas das atividades profissionais previstas nas resoluções do CONFEA, em vigor, que dispõem sobre o assunto.

§ 1º Para efeito de fiscalização do exercício profissional dos profissionais registrados nos CREAS, ficam designadas as seguintes atividades profissionais:

Atividade 15 – Condução de equipe de produção, fabricação, instalação, montagem, operação, reforma, restauração, reparo ou manutenção. Atividade

16 – Execução de produção, fabricação, instalação, montagem, operação, reforma, restauração, reparo ou manutenção. Atividade

17 – Operação, manutenção de equipamento ou instalação (CONFEA, 2016).

Segundo Nota Técnica NT 2-04 - Conjunto de pressurização para sistemas de combate a incêndio (CBMERJ, 2019), a Bomba de incêndio é a bomba responsável por fornecer a vazão e a pressão de líquido dedicada à proteção contra incêndio.

Portanto, pode-se dizer que a bomba de combate a incêndio é um dos equipamentos mecânicos fundamentais na lista dos componentes necessários para compor o sistema de combate a incêndio, sem a bomba não é possível levar o líquido (água) dedicado à proteção contra princípio de incêndio do seu local de origem até o fogo.

2.1.5. Plano de manutenção

Segundo Xenos (1998), um bom plano de manutenção é a representação da coleção de todas as ações preventivas conhecidas que devem ser tomadas para minimizar as falhas que podem ser previstas e garantir o bom funcionamento dos equipamentos. Quanto melhor for o conhecimento dessas necessidades de manutenção preventiva, melhor será o conteúdo do plano de manutenção.

Atender aos parâmetros do plano de manutenção respeitando o prazo para cada item do plano é o passo mais básico da minimização de avarias em equipamentos industriais e em bombas centrífugas utilizadas no combate a incêndio.

Segundo Viana (2002), dividir os planos é uma alternativa mais eficiente para detectar falhas e defeitos, antecipações de intervenções mantenedoras de quebra.

Assim, é através dessa divisão em cinco categorias que se torna possível garantir todos os recursos necessários para a execução dos serviços, sendo elas o Plano de inspeções visuais, o roteiros de lubrificação, o Monitoramento de características dos equipamentos, a Manutenção de troca de itens de desgaste, e o Plano de intervenção preventiva.

2.2. Elaboração de um plano de manutenção de bombas centrífugas

Segundo Xenos (1998), para equipamentos novos e desconhecidos o ponto de partida para a elaboração do primeiro plano de manutenção são as informações do fabricante assim como seus catálogos técnicos.

Após saber o que é um plano de manutenção, para que ele serve, e saber também seus parâmetros, o engenheiro é capaz de criar um plano de manutenção adequado com as ferramentas corretas e normas técnicas respectivas a fim de excetuar sua confecção.

Ainda, Teles (2017), afirma também, que a diferença entre criar um plano de manutenção através do Excel ou em algum software está somente na quantidade de recursos disponíveis para automatização de fluxos e monitoramento de ciclos, mas que ambos são completamente viáveis de serem utilizados.

Afinal o importante no plano de manutenção é sua capacidade de ser a "ponte" que leva esse aglomerado de informações do setor de planejamento e controle da manutenção até o técnico de forma organizada simplificando seu entendimento e otimizando sua utilização.

Ainda, Viana (2002) faz uma proposição para o plano preventivo em que, o mesmo deve ser construído abordando-se, Título do plano de manutenção, Grupo de Máquina, Periodicidade, Tipo de dia, Data da ativação, Equipe de manutenção, Planejador, Material de consumo, Especialidades, equipamentos de proteção individual e Ferramentas.

A elaboração de um plano de manutenção pelo engenheiro responsável deve considerar todas as máquinas e equipamentos, incluindo as instalações elétricas, necessárias o pleno funcionamento do sistema de combate a incêndio na edificação.

Na figura 1 pode-se observar o sistema de combate a incêndio como um todo e seus principais componentes em total estado de abandono, ou seja, sem manutenção periódica, assim como parte da região ao redor que está sendo usada como depósito, dificultando uma eventual situação onde seja necessário seu uso em uma emergência.

Figura 1 - Sistema de combate a incêndio instalado em prédio residencial



Fonte: Autor (2022)

O sistema de combate a incêndio em questão é composto por duas bombas centrífugas Schneider modelo BC-20 R, acumulador hidropneumático, pressostato, válvula de pé e manômetro de saída, assim como tubulação de sucção e recalque conforme a figura 1.

O sistema foi concebido para funcionar de forma automática, em teoria seu sistema já estando pressurizado, ao ser acionado com a conexão da mangueira de incêndio, ocasionará a diferença de pressão, que reconhecida pelo pressostato já acionaria a bomba ocorrendo assim seu funcionamento.

O acumulador hidropneumático é responsável por manter o sistema pressurizado a fim de manter seu pronto uso conforme a necessidade em um eventual sinistro.

Já o pressostato tem de executar a função de ligar e desligar a bomba em um certo intervalo de pressão a fim de manter a mesma dentro de seu intervalo operacional.

O manômetro na saída do sistema de combate a incêndio é o equipamento que indica se a bomba está atingindo a altura manométrica, e o mesmo se encontra registrando a medida de zero MCA (Metros de Coluna D'Água) conforme a figura 2.

Figura 2 - Manômetro na saída do sistema de combate a incêndio indicando zero MCA



Fonte: Autor (2022)

Ou seja, o sistema pode-se encontrar desligado ou inoperante, em ambas situações medidas devem ser tomadas a fim de reverter essa situação e deixar o sistema em condições de cumprir seu propósito.

Na ficha de identificação consta ainda o número de série sendo **49.09.06J31.00002** e o aviso do fabricante que se trata de uma bomba com o aterramento obrigatório do motor elétrico.

Ainda, conforme a ficha de identificação que trata-se de uma bomba centrífuga com as seguintes características técnicas:

- Modelo BC-20R; 7.5 cavalões de vapor (CV);
- Frequência: 60 HZ;
- Rotação: 3600 RPM máximo;
- Altura máxima 54 (MCA);
- Vazão máxima 45 m³/h;
- Canalização (Min) sucção de 2 polegadas e recalque 1 ½ polegadas;
- Diâmetro do rotor 174 mm.

Na figura 3 está a descrição mais detalhada e de fácil entendimento dos componentes da bomba centrífuga predial de modelo Schneider BC-20 F, apesar de não ser a mesma bomba, é um modelo similar ao Schneider BC-20 R utilizada no combate a incêndio em prédio residencial de três pavimentos e será útil para se definir a urgência de cada item no plano de manutenção.

Figura 3- Descrição dos Componentes BC-20 F

Item	Descrição	Quantidade	Material	Material	Material	Material	Material
1	Motor elétrico 4P-55, 2 Poleas, 60 Hz	1	1	1	1	1	1
2	Chaveta do eixo	1	1	1	1	1	1
3	Arca de montagem	1	1	1	1	1	1
4	Bucha do eixo	1	1	1	1	1	1
5	40 paraf. 3/16" x 1/2" x 1.10"	4	4	4	4	4	4
6	Tubo de eixo	1	1	1	1	1	1
7	40 paraf. 3/16" x 1/2" x 1.10"	4	4	4	4	4	4
8	Intermedios	1	1	1	1	1	1
9	40 paraf. 3/16" x 1/2" x 1.10"	4	4	4	4	4	4
10	40 paraf. 3/16" x 1/2" x 1.10"	4	4	4	4	4	4
11	Arca de montagem	1	1	1	1	1	1
12	Arca de montagem 1.10" x 1.10" x 1.10"	1	1	1	1	1	1
13	Bucha de eixo	1	1	1	1	1	1
14	Arca 2P" x 40 mm	1	1	1	1	1	1
15	Arca 4P" x 80 mm	1	1	1	1	1	1
16	40 paraf. 3/16" x 1/2" x 1.10"	4	4	4	4	4	4
17	Arca de montagem 3/16"	1	1	1	1	1	1
18	Arca de montagem 3/16"	1	1	1	1	1	1
19	Arca de montagem 3/16"	1	1	1	1	1	1
20	Arca 2P" x 40 mm	1	1	1	1	1	1
21	Arca 4P" x 80 mm	1	1	1	1	1	1
22	Arca 6P" x 120 mm	1	1	1	1	1	1
23	Arca 8P" x 160 mm	1	1	1	1	1	1
24	Arca 10P" x 200 mm	1	1	1	1	1	1
25	Arca 12P" x 240 mm	1	1	1	1	1	1
26	Arca 14P" x 280 mm	1	1	1	1	1	1
27	Arca 16P" x 320 mm	1	1	1	1	1	1
28	Arca 18P" x 360 mm	1	1	1	1	1	1
29	Arca 20P" x 400 mm	1	1	1	1	1	1
30	Arca 22P" x 440 mm	1	1	1	1	1	1
31	Arca 24P" x 480 mm	1	1	1	1	1	1
32	Arca 26P" x 520 mm	1	1	1	1	1	1

Fonte: Franklin Eletric (2013)

Segundo o Catálogo Geral de Bombas e Motobombas (INDÚSTRIAS SCHNEIDER S/A, 2006), além de indispensável a supervisão de um profissional capacitado no ramo

hidráulico, o funcionamento da bomba centrífuga dentro dos padrões estabelecidos está diretamente condicionado a sua correta instalação, sendo alguns deles a altura de secção, o comprimento da tubulação de sucção, a temperatura do líquido bombeado, a altitude em relação ao nível do mar, a presença ou não de partículas, e o uso de tubulações e conexões de material adequados.

As operações de manutenção do sistema, devem ser realizadas com a certeza de que a energia que o alimenta esteja desligada e que não exista o risco de ser religada acidentalmente.

Ainda segundo o Catálogo Geral de Bombas e Motobombas (INDÚSTRIAS SCHNEIDER S/A, 2006), é orientado considerar a lista de defeitos mais comuns em instalações de Bombas Centrífugas assim como suas causas mais prováveis.

Foi embasado nessa visão de eficiência operacional, no tipo de atividade em que o item é utilizado, assim como nos fatores econômicos, que se baseia o plano de manutenção confeccionado para a bomba centrífuga de modelo BC-20 R utilizada no combate a incêndio em prédio residencial de três pavimentos.

Portanto, como a bomba será utilizada somente em um eventual sinistro, fato que não ocorreu desde sua instalação original, a manutenção a ser adotada é uma de caráter mantenedor da disponibilidade operacional não sendo necessário à administração do prédio desprender custos excessivos de forma desnecessária.

Portanto, foi estabelecido assim a periodicidade utilizada no plano de manutenção que será de 3 meses para os itens mais urgentes e 12 meses para os menos urgentes conforme detalhado no quadro 6 a seguir.

Quadro 2 – Período de manutenção dos itens do sistema de combate incêndio em grau de urgência

Período de manutenção dos itens do sistema de combate a incêndio	
Urgentes (3 meses)	Não urgentes (12 meses)
1 Motor elétrico IP-55. 2 Polos. 60 Hz	2 Chaveta do rotor
3 Anel de respingo	5 Kit parafuso. S.NC. 5/8* x 1 1/2"
4 Bucha do selo	6 Tampa do selo
11 Anel de desagaste	7 Kit parafuso. S.NC. 5/16"x 1*
12 Selo mecânico 1 3/4" T21 BUNA	8 Intermediário
13 Bucha da gaxeta	9 Kit parafuso. S.NC. 1/2" x 1 1/2*
18 Gaxeta grafitada	10 Kit arruela lisa 1/2*
19 Anel de refrigeração	14 Haste 3/8" X 40 mm
20 Rotor	15 Porca NCZ. 3/8"
24 Buião de vedação 3/8* GAS	16 Kit arruela lisa 3/8"

33 tubulação	17 Flange gaxeta BC-20
34 lubrificação	21 Haste contraporca do rotor
35 manômetro de saída	22 Contraporca do rotor
36 sistema elétrico	23 O-rina 2275
37 pressostato	25 Flange 2 DIN 1092 1 PN16
39 eixo	26 Kit paraf. S.NC. 5/8* x 2 1/2"
	27 O-rina 2237
	28 Porca NC. 5/8"
	29 Caracol
	30 O-ring 2241
	31 Flange 3 DIN 1092 1 PN40
	32 Kit parafuso. S.NC. 5/8* x 2* / Kit mancal OL 200FC279 JP206-G
	38 mancal
	40 acumulador hidropneumático
	41 válvula de pé

Fonte: Autor (2022)

2.2.1. Proposta de um plano de manutenção preventiva

Por se tratar do primeiro plano de manutenção para a bomba, a revisão anual do mesmo deve ser realizada com o intuito de tornar a manutenção preventiva cada vez mais eficaz.

Portanto, é notório que com o tempo e com a prática da manutenção efetuada a partir deste plano de manutenção surgirão outros pontos a serem considerados no plano de manutenção, de acordo com as normas técnicas pertinentes e legislações vigentes.

Ainda, considerando as condições apresentadas, pode-se seguir para a etapa que trata da proposta de um plano de manutenção.

Cabe ressaltar que, para a elaboração do plano de manutenção foi utilizado o apoio do Microsoft Excel para criação das planilhas de rotina e periodicidade de manutenção.

Ainda, foram detalhados os nomes dos componentes a serem feitas as manutenções assim como o período das mesmas, de modo que o responsável técnico consiga entender com clareza o que deve ser feito e quando deve ser realizado.

Na figura 4 tem-se uma apresentação detalhada do plano de manutenção, onde foi enumerado cada um dos seus elementos de forma a ser o mais claro possível.

Figura 4 - Plano de manutenção preventiva detalhado

2 Plano de Manutenção Preventiva 1		Mês							
Equipamento: Bomba de combate a incêndio BC-20R		Operador: →						9	
4 Tarefas	3 Frequência	Material de Consumo	Equipamentos de Apoio	EPI's Necessários	Jan	Abr	Jul	Out	
Inspeção Visual	a cada 3 meses	a cada 12 meses	5	6	7	Jan	Abr	Jul	Out
Verificar fundação onde a bomba se encontra. Obs: Fundação deve estar íntegra e sem sinais de desgaste devido as cargas da bomba e do motor.		*				✓	8		
Verificar alinhamento da bomba. Obs: Realizar medições para verificar o alinhamento da bomba com tubulação e motor.	*					✓	✓	✓	✓
Verificação da vedação do eixo Obs: Analisar visualmente possíveis vazamentos.	*					✓	✓	✓	✓
Verificar integridade de parafusos, porcas e cones.	*					✓	✓	✓	✓
Verificar presença de corrosão.	*					✓	✓	✓	✓
Verificar integridade superficial da carcaça Obs: Observar trincas, rebarbas, ou quaisquer outros danos que a carcaça possa apresentar fora do comum.	*					✓	✓	✓	✓
Verificar integridade do manômetro de saída.	*					✓	✓	✓	✓
Verificar integridade do sistema elétrico.		*				✓			
Verificar integridade do pressostato.	*					✓	✓	✓	✓
Verificar integridade do acumulador hidropneumático.		*				✓			
Verificar integridade da válvula de pé.		*				✓			
INTERVENÇÃO E MANUTENÇÃO	a cada 3 meses	a cada 12 meses				Jan	Abr	Jul	Out
						✓	✓	✓	✓
Lubrificação dos rolamentos radiais e axiais. Obs: Lubrificar utilizando fluidos pré-determinados.		*				✓			
Substituir tusa-ene.		*				✓			
Verificar placas protetoras e ardetones. Obs: Verificar a condição das placas.		*				✓			
Verificar condição e balanceamento do rotor. Obs: Realizar medições necessárias.		*				✓			
Substituir rolamentos radiais e axiais.		*				✓			
Substituir manômetro de saída.		*				✓			
Substituir válvula de pé.		*				✓			
Data Início do Plano: / /	Nome do Responsável pela manutenção:		Legenda:		→ Dia para a realização da tarefa ✓ Tarefa realizada				
Data final do Plano: / / 10	Ass: _____								
Data de Revisão do Plano: / /									

Fonte: Autor (2022)

Os indicadores de número 1, 2 e 3 se referem, respectivamente, ao título do documento, ao equipamento abordado no documento e à periodicidade em que as tarefas devem ser realizadas.

O indicador número 4 representa as tarefas que devem ser realizadas pelos operadores, sendo estas divididas entre inspeções e intervenções.

Dessa forma, as inspeções possuem caráter visual enquanto as intervenções requerem caráter visual e manual.

O indicador número 5 evidencia quais são os itens necessários em estoque para a realização das tarefas, ao mesmo tempo em que o indicador número 6 ocupa-se dos equipamentos e máquinas auxiliares aos serviços de manutenção, como por exemplo os equipamentos de medição.

Já o indicador número 7 refere-se aos equipamentos de proteção individual que o operador deve utilizar ao realizar as tarefas.

Relativamente ao indicador número 8, é apresentada a ilustração com a sugestão dos meses em que a tarefa deve ser realizada com base na periodicidade determinada previamente, evidenciando que a recomendação é que seja realizada dentro da primeira semana do respectivo mês. Quanto ao indicador de número 9, esse deve ser usado como espaço para a assinatura do responsável pela atividade.

Ainda, faz-se necessário a identificação dos indicadores de número 10 e número 11. Assim, o indicador de número 10 refere-se às datas de início de uso do plano de manutenção, data de quando deve ser iniciado, de quando deve ser finalizado e a data de revisão com a intenção de preparo para o mês seguinte.

Vale destacar que é importante agregar os conhecimentos observados a cada revisão do plano com o intuito de tornar a manutenção cada vez mais eficiente.

No tocante ao indicador de número 11, este refere-se a legenda para melhor entendimento e ao registro do nome e assinatura do responsável pela manutenção.

Por fim, é possível observar que aplicação do plano de manutenção, baseado em uma rotina preventiva, ou seja, realização ações prevenindo paradas não programadas dos elementos do sistema de combate ao incêndio, em especial as bombas centrífugas, ou até mesmo possíveis falhas durante o sinistro, torna o custo de operação e manutenção mais barato para os condomínios, evitando manutenções corretivas de alto custo.

Assim, é muito importante seguir as rotinas do plano de manutenção preventiva, seja com periodicidade diária, semanal, mensal, trimestral, semestral ou anual, fiscalizado por profissional engenheiro devidamente habilitado no conselho de classe e com emissão da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) no CREA regional, visando atender a legislação.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do estudo realizado sobre manutenção da referida bomba tem relevância devido a aplicação da mentalidade de adequação a padrões de segurança e disponibilidade operacional e visando reduzir custos de manutenção.

O resultado atingido foi o plano de manutenção que, sendo seguido corretamente, proporciona um aumento da disponibilidade operacional e mitigação das falhas mais comuns. Este resultado é o primeiro passo e deve ser continuado a fim de que seja entregue cada vez mais valor ao prédio residencial, seus moradores e a sociedade.

Apesar da dificuldade de confeccionar um plano de manutenção preventiva desde o seu princípio, a elaboração se baseou no catálogo geral de bombas e motobombas, nas normas técnicas, regulamentos e legislações abordadas no presente trabalho.

Ainda, foram atingidos também os objetivos de conhecer os requisitos mínimos de operações de bombas centrífugas prediais de modelo Schneider BC-20R, conhecer as legislações que regem o combate a incêndio com bomba centrífuga predial de modelo Schneider BC-20R, assim como, os de conhecer as falhas mais comuns da bomba centrífuga predial de modelo Schneider BC-20R.

Portanto, aplicação de um plano de manutenção com rotinas preventivas reduzem as paradas não programadas das bombas do sistema de combate ao incêndio, assim, tendo maior confiabilidade em caso de sinistro, tornando o custo mais barato para os condomínios.

Isto posto, o presente trabalho teve como resultado também a mobilização do condomínio em função de buscar os meios necessários para que o sistema de combate a incêndio esteja em conformidade com as leis vigentes a fim de evitar danos a vida e ao patrimônio, para atendimento também a Autovistoria Predial da Lei estadual 6.400/2013.

Por fim, sugere-se para trabalhos futuros e estudos posteriores a elaboração de um plano de manutenção para o sistema de combate a incêndio como um todo como foco no sistema elétrico ativador, incluindo interligação com sistema de alarme e monitoramento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5462 - **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, p. 1-37. 1994.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA (CONFEA). **Resolução nº 1.076, de 5 de julho de 2016**. Disponível em: <https://normativos.confea.org.br/Ementas/Visualizar?id=59510&id=59510>. Acesso em: 25 nov. 2022.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (CBMERJ). **CBMERJ: Novo Código de Segurança contra Incêndio e Pânico entra em vigor no Estado em 180 dias**. Disponível em: <https://www.cbmerj.rj.gov.br/institucional/item/1289-corpo-de-bombeiros-rj-novo-codigo-de-seguranca-contraincendio-e-panico-ja-esta-em-vigor-no-estado>. Acesso em: 27 jun. 2022.

_____. **CBMERJ NT 2-04: Conjunto de pressurização para sistemas de combate a incêndio: norma técnica**. Rio de Janeiro: CBMERJ, 2019.

CORREA, Fernando José. **O novo COSCIP: Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico, do CBMERJ, e sua importância para Engenharia de Segurança**. Angulos, 2022. Disponível em: <https://angulos.crea-rj.org.br/o-novo-coscip-codigo-de-seguranca-contraincendio-e-panico-do-cbmerj-e-sua-importancia-para-engenharia-de-seguranca/>. Acesso em: 28 jun. 2022.

DE MATTOS, Edison; DE FALCO, Reinaldo. **Bombas Industriais**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

ELETROBRÁS [et al.]. **Bombas: guia básico**. Brasília: IEL/NC, 2009.

ELSAYED A. **Reliability Engineering**, Addison Wesley Longman, Inc. 1996.

INDÚSTRIA DE MOTOBOMBAS S.A. **Motobombas Centrífugas Monoestágio Série BC-20 F**. Joinville: Franklin Electric Indústria de Motobombas S.A., 2013. 3 p.

INDÚSTRIAS SCHNEIDER S/A. **Catálogo Geral de Bombas e Motobombas**. Joinville: Indústrias Schneider S/A, 2001. 49 p.

_____. **Catálogo Geral de Bombas e Motobombas**. Joinville: Indústrias Schneider S/A, 2006. 43 p.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica**. 4ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.

SANTOS, Sérgio Lopes dos. **Bombas & Instalações Hidráulicas**. 3ª edição. São Paulo: LCTE Editora, 2007.

MACINTYRE, A. J. **Bombas e Instalações de Bombeamento**. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

MIRSHAWKA, Victor; OLMEDO, Napoleão Lupes. **Manutenção: Combate aos custos da não eficácia – A vez do Brasil**. São Paulo: Editora Makron Books do Brasil Ltda., 1993.

NORTON, Robert. **Projetos de Máquinas: uma abordagem integrada**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

PEREIRA, Mário Jorge; **Engenharia de Manutenção**, Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda, 2011.

PFLEIDERER, C.; PETERMANN, H. **Máquinas de Fluxo**. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1979.

RIBEIRO, Luis. E-Book sobre PCM – Planejamento e Controle de Manutenção. **Academia de Manutenção Industrial**. São Paulo, Disponível em: www.academiademantencao.com. Acesso em: 25 set. 2022.

RIO DE JANEIRO. Decreto nº 42, de 17 de dezembro de 2018. Dispondo sobre o código de segurança contra incêndio e pânico – COSCIP, no âmbito do Estado do Rio de Janeiro. **Diário Oficial do Município do Rio de Janeiro**, 2018.

ROSSO, T. Incêndios e arquitetura. São Paulo, FAUUSP, 1975.

SABOL, Stuart. **Case Studies in Mechanical Engineering: Decision Making, Thermodynamics, Fluid Mechanics and Heat Transfer**. 1ª ed. USA: John Wiley & Sons, 2016.

TELES, J. **Plano de manutenção preventiva: como elaborar**. Disponível em: <https://engeteles.com.br/plano-de-mantencao-preventiva/>. Acesso em: 25 jun. 2022.

VIANA, H.R.G. PCM- **Planejamento e Controle da manutenção**. Editora: Qualitymark. 2002.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.