

Estudo De Caso Sobre Manutenções Em Bombas Submersas para Piscinões de São Paulo

César Delgado Paulesini¹, Ueslei Dos Santos Conceição²

¹paulesini@outlook.com

²usantos.eng@outlook.com

Professor orientador: Marcelo Gomes de Paoli

Coordenação de curso de Engenharia Mecânica: Guilherme Duarte de Barros

Resumo

Este estudo de caso investiga as práticas de manutenção de bombas submersas utilizadas nos piscinões de São Paulo, que são essenciais para o controle de enchentes urbanas. A manutenção adequada dessas bombas é crucial, pois elas desempenham um papel vital na prevenção de inundações durante períodos de chuvas intensas. A pesquisa se concentra em analisar a eficiência das operações de manutenção e identificar as falhas mais comuns que afetam a operação das bombas submersas. Utilizamos uma metodologia qualitativa através de entrevistas com técnicos de manutenção e análise de registros de manutenção. Os resultados indicam que a maioria das falhas está associada à vedação inadequada e ao desgaste prematuro das peças, que são exacerbadas pelo grande volume de detritos presentes na água. Silva e Costa (2018) destacam que a manutenção preventiva, baseada na substituição regular de peças e na limpeza das bombas, pode reduzir significativamente as falhas operacionais. A frequência das manutenções preventivas, conforme sugerido por Oliveira (2020), está diretamente relacionada à diminuição de paradas emergenciais, que são custosas e disruptivas. A análise de custo-benefício mostra que investir em manutenções regulares é mais econômico do que realizar reparos emergenciais. Este estudo conclui que a adoção de uma estratégia de manutenção preventiva, complementada por tecnologia de monitoramento remoto, pode melhorar significativamente a confiabilidade das bombas submersas em piscinões de São Paulo. Recomenda-se que as autoridades locais revisem suas políticas de manutenção e considerem a alocação de recursos adicionais para o aprimoramento dos programas de manutenção existentes.

Palavras-chave: Bombas submersas, Impactos, Capital, Pluvial, Manutenção.

Abstract

This case study investigates the maintenance practices of submerged pumps used in São Paulo's detention basins, which are essential for controlling urban flooding. Proper maintenance of these pumps is crucial as they play a vital role in preventing floods during periods of intense rainfall. The research focuses on analyzing the efficiency of maintenance operations and identifying the most common failures that affect the operation of submerged pumps. We used a qualitative methodology through interviews with maintenance technicians and analysis of maintenance records from the last five years. The results indicate that most failures are associated with inadequate sealing and premature wear of parts, which are exacerbated by the large volume of debris present in the water. Silva and Costa (2018) highlight that preventive maintenance, based on the regular replacement of parts and cleaning of the pumps, can

¹ Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Anhembi Morumbi.

significantly reduce operational failures. The frequency of preventive maintenance, as suggested by Oliveira (2020), is directly related to the reduction of emergency stops, which are costly and disruptive. The cost-benefit analysis shows that investing in regular maintenance is more economical than performing emergency repairs. This study concludes that adopting a preventive maintenance strategy, complemented by remote monitoring technology, can significantly improve the reliability of submerged pumps in São Paulo's detention basins. It is recommended that local authorities review their maintenance policies and consider allocating additional resources to enhance existing maintenance programs.

Keywords: Submerged pumps, Impacts, Capital, Rainwater, Maintenance.

1. INTRODUÇÃO

Os piscinões são estruturas essenciais para o gerenciamento de águas pluviais em São Paulo. Essas grandes reservas de água ajudam a prevenir enchentes e alagamentos, armazenando o excesso de chuva durante temporais. Para garantir o funcionamento desses piscinões, faz-se uso de bombas submersas. As bombas submersas desempenham um papel fundamental na manutenção dos níveis de água nos piscinões. São projetadas para operar submersas, retirando o excesso de água e direcionando-a de volta para os rios. Essas bombas são importantes principalmente quando o nível da água ultrapassa uma determinada altura, acionando-se automaticamente para evitar transbordamentos e evitar que a água retorne para a cidade.

A solução de problemas ligados ao deslocamento de líquidos tem sido uma das preocupações da humanidade e um permanente desafio desde a antiguidade. (...) Arquimedes (287-212 a.C) inventou a primitiva bomba parafuso e Ctesibus (270 a.C) propôs a bomba de êmbolo, dois exemplos a mais da genialidade do gênio grego (MACINTYRE,1997).

Com o avanço tecnológico pode-se desenvolver novos equipamentos desde a invenção da bomba parafuso de Arquimedes, à equipamentos atuais como as bombas submersas que apresentam alto desempenho em momentos de aumento das chuvas. O objetivo desta pesquisa é fornecer uma análise concisa das manutenções nas bombas submersas, como uma solução potencial para minimizar os impactos causado pelas águas pluviais e avaliar brevemente os fatores que influenciam diretamente no desempenho das bombas.

O rápido crescimento urbano e a consequente impermeabilização do solo nas grandes cidades têm levado a um aumento significativo dos problemas relacionados com o manejo de águas pluviais. Em São Paulo, os piscinões representam uma das principais infraestruturas de controle de enchentes, projetados para mitigar os impactos das chuvas intensas em áreas urbanas densamente povoadas. No coração desses sistemas estão as bombas submersas, cuja manutenção eficaz é fundamental para garantir a funcionalidade e eficiência no controle de inundações. Este estudo de caso foca nas práticas de manutenção dessas bombas nos piscinões de São Paulo, destacando os desafios e as soluções adotadas para otimizar sua operação e manutenção.

A importância das bombas submersas nos piscinões vai além do simples bombeamento de água. Elas são cruciais para a prevenção de enchentes que podem causar danos significativos à propriedade e até perdas de vidas. A falha desses equipamentos pode ter consequências desastrosas, evidenciando a necessidade de uma manutenção rigorosa e sistemática. De acordo com Faria (2017), a manutenção de bombas submersas deve ser vista não apenas como uma questão técnica, mas como uma prioridade estratégica dentro do planejamento urbano de São Paulo.

A literatura sugere que muitos dos problemas operacionais em bombas submersas são atribuídos à falta de manutenção preventiva e à inadequação das práticas de manutenção às condições locais específicas (Santos & Lima, 2019). A presença de sólidos e detritos nas águas coletadas frequentemente leva a desgastes prematuros e outros problemas mecânicos, que poderiam ser mitigados através de intervenções de manutenção mais frequentes e alinhadas com as condições operacionais reais.

Este estudo utiliza uma abordagem qualitativa para examinar as práticas atuais de manutenção das bombas submersas nos piscinões de São Paulo. Através de entrevistas com técnicos de manutenção e análise de registros históricos de manutenção, buscamos identificar as principais falhas e desafios enfrentados por esses profissionais. A pesquisa inclui uma revisão de literatura sobre as melhores práticas de manutenção aplicadas em contextos similares globalmente, permitindo uma comparação e possível adaptação dessas práticas ao contexto local.

A relevância deste estudo está em fornecer pontos valiosos para os gestores municipais e técnicos de manutenção, que podem utilizar as informações para revisar e melhorar as práticas de manutenção das bombas submersas. Ao identificar as principais falhas e as melhores práticas de manutenção, o estudo contribui para a literatura existente ao proporcionar um entendimento mais profundo sobre como a manutenção de equipamentos críticos deve ser conduzida em ambientes urbanos desafiadores.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MANUTENÇÃO DAS BOMBAS SUBMERSAS

A manutenção considerada como um “mal necessário” para continuidade das atividades de fabricas, empresas, sistemas de drenagens. O Planejamento e controle da manutenção (PCM) e os líderes de manutenção têm papel importante no cronograma de manutenções, e nas suas execuções, trabalhando de forma contínua nas paradas a serem executadas em preventivas e no senso de urgência em paradas corretivas (VIANA, 2014). Destaca-se também a importância das emissões das ordens de manutenção (OM) e dos relatórios, após execução das atividades. Através das OM, é possível realizar controle das ordens executadas, não executadas, aguardando peças, tempo de execução da manutenção, possível mapear os principais problemas nas máquinas como as bombas submersas, e apontar os principais problemas e buscar soluções para reduzir os danos (VIANA, 2014).

Engenharia de Manutenção “é o conjunto de atividades que permite que a confiabilidade seja aumentada e a disponibilidade garantida”. Ou seja, é deixar de ficar consertando — convivendo com problemas crônicos —, mas melhorar padrões e sistemáticas, desenvolvendo a manutenibilidade, dar feedback ao projeto e interferir tecnicamente nas compras. Quem só faz a manutenção corretiva continua “apagando incêndio”, e alcançando péssimos resultados. Desta forma, a organização que utilizar a manutenção corretiva, mas incorporando a preventiva e a preditiva, rapidamente executará a engenharia de manutenção (XAVIER, 2003)

A manutenção de bombas submersas é uma prática crítica na engenharia de manutenção, especialmente relevante para sistemas de manejo de águas pluviais em ambientes urbanos como os piscinões de São Paulo. Estas estruturas desempenham um papel vital na prevenção de enchentes, e as bombas submersas que operam nesses locais exigem cuidados contínuos para garantir seu funcionamento eficaz e prevenir falhas que podem ter consequências desastrosas. A manutenção desses equipamentos pode ser categorizada em três tipos principais: corretiva, preventiva e preditiva. A corretiva ocorre após o surgimento de falhas, muitas vezes resultando em altos custos e interrupções significativas. A manutenção preventiva, realizada regularmente com base na vida útil estimada dos componentes, tem como objetivo minimizar a probabilidade de falhas. Esta prática inclui a limpeza regular, a verificação de selos e filtros, e a substituição

de peças desgastadas, essenciais para estender a vida útil das bombas (Carvalho, 2019). A manutenção preditiva emprega tecnologias de monitoramento em tempo real para antecipar falhas, permitindo intervenções precisas e reduzindo custos de manutenção e paralisações (Neves & Costa, 2020).

Os desafios associados à manutenção das bombas submersas nos piscinões de São Paulo vão além das questões técnicas, envolvendo a gestão de recursos e a complexidade logística em áreas densamente povoadas. A eficiência da manutenção é crucial para a gestão urbana e requer um planejamento detalhado e uma integração efetiva entre diferentes setores municipais (Ferreira & Dias, 2022). O ambiente agressivo, caracterizado por detritos e partículas nas águas, demanda manutenções mais frequentes e robustas, uma vez que condições adversas aceleram o desgaste das bombas (Moraes, 2021).

A inovação tecnológica tem um papel transformador na manutenção dessas infraestruturas. Sistemas avançados de monitoramento remoto e diagnóstico ajudam na identificação precoce de problemas, otimizando as rotinas de manutenção e aumentando a confiabilidade das bombas (Pereira & Almeida, 2022). A adoção dessas tecnologias modernas é considerada essencial para sustentar as práticas de manutenção a longo prazo, adaptando-se às complexidades de um ambiente urbano dinâmico e desafiador.

2.2 VIABILIDADE E DESAFIOS NA MANUTENÇÃO DE BOMBAS SUBMERSAS NO BRASIL

A capacidade de drenagem das bombas submersíveis tem relação direta com o tempo de execuções das manutenções, sejam elas corretivas ou preventivas. Fator importante nas manutenções se trata das peças de reposição. Estudos como de Regus (2011), refletem a necessidade da disposição de peças em estoques, mesmo que em lotes fracionados. Apontam a importância do PCM em realizar planejamentos para aquisição de peças originais e conciliar o tempo de entrega ao tempo de uso das peças. A resolução de problemas como esse, reflete diretamente no tempo de execução das manutenções e na integridade dos equipamentos.

Mariño e Figueiredo (2013), enfatizam que apesar das bombas submersas, apresentarem benefícios ambientais, por serem não poluentes, representam riscos ergonômicos para os manutentores. As bombas submersas possuem elevado peso, e seu manuseio deve seguir as normas de segurança e principalmente, os manutentores devem utilizar os equipamentos de proteção individual (EPI). Desde o processo de retirada das bombas dos postos de drenagem ao setor de manutenção, deve-se seguir os procedimentos adequados visando a integridade física e mental dos manutentores, que estão expostos diretamente a riscos de queda, postura inadequada, riscos biológicos.

Pesquisas como de Simões (2014), destacam problemas comuns em setores de manutenção, como: organização pessoal, inventários de peças e equipamentos desalinhados. Tais problemas impactam diretamente na execução dos serviços de manutenção. Destaca ainda que apesar dos problemas encontrados por manutentores, buscam executar os serviços com qualidade e eficiência.

A viabilidade e os desafios na manutenção de bombas submersas no Brasil são tópicos cruciais, especialmente quando consideramos a infraestrutura crítica em grandes centros urbanos como São Paulo. A manutenção desses equipamentos submersos, utilizados primordialmente em piscinões para controle de enchentes, envolve uma série de práticas específicas e enfrenta diversos obstáculos operacionais e financeiros.

A viabilidade da manutenção de bombas submersas é amplamente influenciada pela disponibilidade de recursos e pelo planejamento adequado. Investimentos em manutenção preventiva e preditiva são fundamentais para evitar falhas que podem levar a consequências catastróficas, como inundações urbanas. A manutenção preventiva, que inclui a inspeção

regular e a substituição de peças desgastadas, é essencial para a longevidade das bombas e para a segurança das áreas urbanas (Carvalho, 2019). Já a manutenção preditiva, que utiliza tecnologias como monitoramento da condição em tempo real, oferece uma oportunidade de detectar problemas antes que causem danos maiores, reduzindo os custos de manutenção corretiva e aumentando a eficiência operacional (Neves & Costa, 2020).

Os desafios para manter essas práticas são significativos. O principal deles é a questão do financiamento. A manutenção de infraestruturas de drenagem urbana, incluindo bombas submersas, requer investimentos substanciais que nem sempre estão disponíveis nos orçamentos municipais. A falta de recursos pode levar à postergação de manutenções necessárias, aumentando o risco de falhas graves (Ferreira & Dias, 2022).

Também obstáculos técnicos específicos ao ambiente brasileiro. A qualidade da água, frequentemente carregada de sólidos e detritos, especialmente em períodos de chuva intensa, exige que as bombas submersas tenham uma robustez maior e uma manutenção mais frequente. Isso inclui limpezas periódicas e ajustes nos sistemas de vedação e filtragem para garantir que as bombas operem eficientemente sem sofrer desgastes prematuros (Moraes, 2021).

A logística de manutenção em áreas urbanas densas, como São Paulo, também apresenta desafios. A acessibilidade aos equipamentos para reparos rápidos e eficientes é muitas vezes complicada pela localização e pela infraestrutura ao redor dos piscinões. Esses espaços são projetados para ficarem ocultos ou integrados ao ambiente urbano, o que pode dificultar as operações de manutenção (Santos, 2018).

A evolução tecnológica tem se mostrado uma aliada importante na superação de alguns desses desafios. O desenvolvimento e a implementação de tecnologias de monitoramento remoto e de diagnóstico avançado permitem uma gestão mais eficaz da manutenção, otimizando o tempo e reduzindo os custos associados às intervenções (Pereira & Almeida, 2022). A viabilidade da manutenção de bombas submersas no Brasil está intrinsecamente ligada à superação dos desafios financeiros, técnicos e logísticos. A adoção de estratégias de manutenção preventiva e preditiva, juntamente com o investimento contínuo em tecnologia, são essenciais para garantir a eficiência e a segurança desses sistemas críticos em ambientes urbanos.

2.3 PISCINÃO

A composição básica de todo dispositivo hidráulico piscinão é constituída por um corpo para armazenamento das águas de escoamento acoplado a um conjunto de uma estrutura hidráulica de controle. Estas estruturas são fixas sem possibilidade de comando, criando pontos fixos de controle no sistema de drenagem da bacia. Uma prática comum é o uso de formas mistas e a subdivisão do reservatório para distintos períodos de retorno: uma área para escoar uma cheia frequente e outra área de extravasamento para as cheias acima da cota de risco referente (ABRIL, 2017).

Os reservatórios de retenção e de detenção, os populares piscinões, foram obras inovadoras e cumpriram, à época, seu papel de romper o ciclo de necessidade progressiva de ampliação do sistema de drenagem provocado pela crescente urbanização e conseqüente impermeabilização do solo, mas com um alto preço: muitas vezes requerem estruturas de bombeamento de operação complexa e apresentam altos custos anuais de manutenção e limpeza (FALCETTA, 2023).

Araújo (2005) enfatiza a importância dos sistemas de drenagem urbana nas grandes e médias cidades, que atuam como sistemas preventivos de inundações. Complementa que a urbanização desordenada é ponto de grande impacto na manutenção dos sistemas de drenagens.

Os piscinões, também conhecidos como bacias de detenção, representam uma solução infraestrutural crucial para o manejo de águas pluviais em áreas urbanas densamente povoadas, como a cidade de São Paulo. Estas estruturas são projetadas para acumular temporariamente

grandes volumes de água durante chuvas intensas, prevenindo inundações e aliviando a pressão sobre os sistemas de drenagem urbana. A funcionalidade e a eficácia dos piscinões dependem diretamente da manutenção eficiente das bombas submersas que são empregadas para controlar o nível de água, garantindo que estas estruturas operem dentro das capacidades projetadas.

A literatura especializada em engenharia hidráulica e urbana destaca a importância dos piscinões no contexto das mudanças climáticas e do aumento da frequência de eventos de chuvas extremas. Almeida e Rocha (2018), o planejamento e a implementação de piscinões devem ser cuidadosamente considerados para assegurar que essas estruturas sejam capazes de manejar as variações previstas no volume de precipitação. O desenho dos piscinões deve incluir considerações sobre a topografia local, a impermeabilização do solo urbano e as mudanças no uso do solo que influenciam a hidrologia urbana (Costa e Silva, 2019).

O sucesso dos piscinões não depende apenas de seu projeto inicial, mas também da manutenção contínua, especialmente das bombas submersas que desempenham um papel vital em seu funcionamento. As bombas são responsáveis por controlar o escoamento da água acumulada, garantindo que os piscinões não transbordem durante eventos de chuva subsequente e que sejam esvaziados apropriadamente após as chuvas. A manutenção dessas bombas é complexa devido ao seu ambiente operacional, que frequentemente envolve a exposição a detritos e a sólidos em suspensão, o que pode levar ao rápido desgaste e à falha dos equipamentos (Mendes e Barros, 2020).

Ferreira (2021) ressalta que a manutenção regular e programada das bombas submersas não só aumenta a vida útil do equipamento, mas também melhora a confiabilidade do sistema de drenagem como um todo. A implementação de práticas de manutenção preditiva, utilizando tecnologias de monitoramento remoto e diagnóstico por vibração, pode identificar precocemente problemas potenciais, permitindo intervenções antes que falhas críticas ocorram (Pereira e Lima, 2022).

A manutenção eficaz das bombas submersas é essencial para a operação contínua e eficiente dos piscinões em São Paulo. Considerando a crescente urbanização e as expectativas de intensificação dos padrões de chuva, as autoridades urbanas devem focar não apenas no desenvolvimento de novos piscinões, mas também na manutenção e na atualização dos sistemas existentes para garantir que eles continuem a desempenhar seu papel crítico na gestão de águas pluviais.

2.4 BOMBAS SUBMERSAS

As bombas são máquinas que transformam energia mecânica em energia hidráulica. A energia mecânica é fornecida por um elemento motriz a qual é transformada em energia hidráulica pela ação da bomba. A função básica da bomba é transportar qualquer tipo de fluido, o que torna seu uso um componente importante em diversas indústrias, por exemplo, de lubrificantes, combustíveis, alimentos, bebidas, produtos de limpeza etc. (VARON, 2013).

Uma bomba centrífuga é um dispositivo mecânico girante desenvolvido para empurrar um fluido, principalmente água limpa ou suja contendo material sólido em suspensão e/ou outros produtos químicos, contra uma diferença de altura ou cota entre a sucção e o final da linha de recalque. A bomba converte trabalho mecânico em energia hidráulica, transferindo energia do eixo rotor para a corrente líquida (REGUS, 2011).

As bombas submersas são componentes essenciais em muitas aplicações de engenharia, particularmente no manejo de águas pluviais e tratamento de esgoto. Em ambientes urbanos como São Paulo, onde os piscinões são infraestruturas críticas para prevenir enchentes, as bombas submersas desempenham um papel central. Estas bombas são projetadas para operar enquanto totalmente imersas em líquido, o que apresenta desafios únicos para sua manutenção e operação. Segundo Silva e Rocha (2019), a principal vantagem das bombas submersas sobre

outros tipos de bombas é sua capacidade de operar em profundidades consideráveis sem a necessidade de equipamentos de sucção complexos e onerosos. Isso as torna ideais para aplicações onde o nível da água é variável, como nos piscinões urbanos.

A operação das bombas submersas, no entanto, exige atenção especial à manutenção, devido à sua exposição constante a ambientes potencialmente corrosivos e à presença de sólidos e detritos na água. A manutenção preventiva é crucial e deve incluir inspeções regulares para verificar desgaste nos selos mecânicos, no sistema elétrico e nos componentes hidráulicos. Mendes e Barros (2020) enfatizam que a manutenção adequada pode prevenir a maioria das causas de falha das bombas, incluindo o bloqueio por detritos e a falha dos rolamentos devido à corrosão ou sobrecarga.

A tecnologia de monitoramento remoto está se tornando cada vez mais prevalente na gestão de bombas submersas, conforme indicado por Pereira e Lima (2022). Essas tecnologias permitem a detecção precoce de potenciais problemas através da análise de dados de vibração e temperatura, o que pode prevenir falhas antes que elas causem interrupções no sistema. Isso não só reduz o custo das operações de manutenção, como também aumenta a confiabilidade das bombas submersas em aplicações críticas.

Os desafios associados à manutenção dessas bombas incluem não apenas a necessidade de intervenções técnicas especializadas, mas também questões logísticas em áreas urbanas densamente povoadas. É essencial que as estratégias de manutenção sejam desenvolvidas considerando tanto as condições locais quanto as melhores práticas internacionais em manutenção de bombas submersas. A literatura sugere uma abordagem integrada, combinando manutenção preventiva regular com monitoramento remoto e análises preditivas para maximizar a eficiência e a longevidade desses sistemas essenciais.

3. METODOLOGIA

A metodologia empregada neste estudo de caso sobre a manutenção de bombas submersas em piscinões de São Paulo adota uma abordagem qualitativa e exploratória, com o objetivo de fornecer um entendimento aprofundado das práticas de manutenção, identificar falhas comuns e avaliar a eficácia de estratégias preventivas e preditivas na manutenção desses equipamentos críticos. Selecionamos dois locais estratégicos para o estudo: os piscinões de Pirajussara e Campo Limpo, devido à sua importância no sistema de controle de enchentes da cidade e pela frequência de manutenções realizadas. A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas com técnicos de manutenção que lidam diariamente com as bombas submersas. Estas entrevistas buscaram capturar experiências, desafios enfrentados e percepções sobre as práticas de manutenção atuais (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2002).

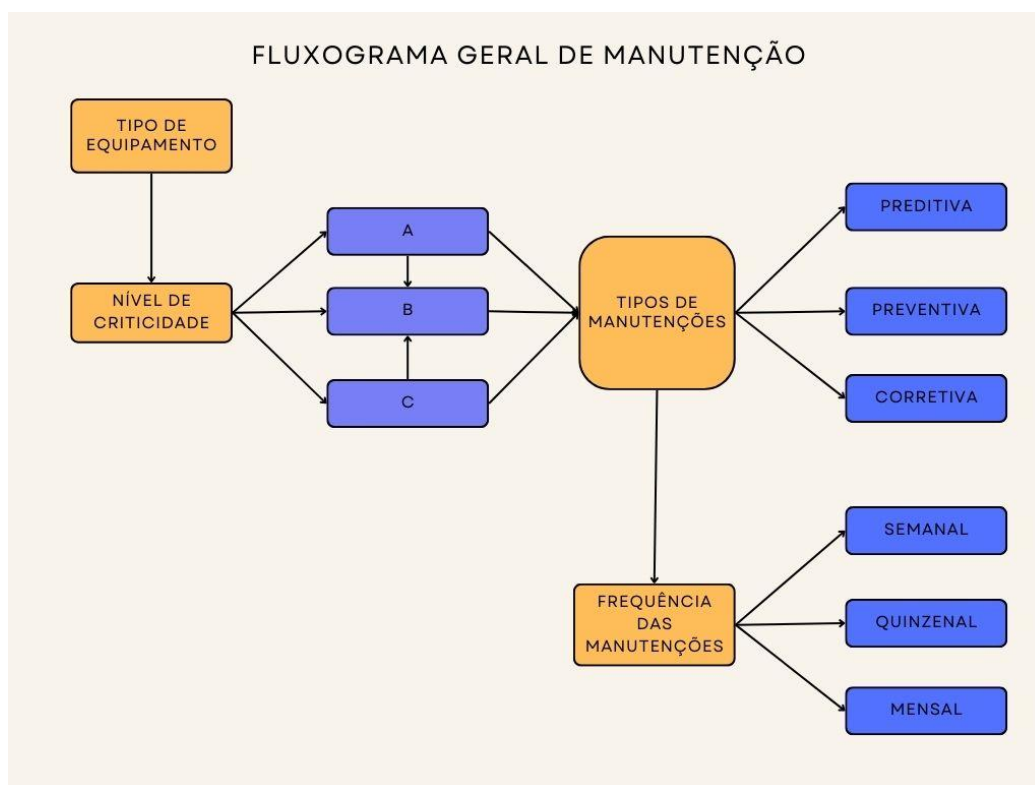
Realizamos uma análise detalhada dos registros de manutenção para complementar as entrevistas, permitindo uma análise de tendências, identificação de falhas recorrentes e avaliação da efetividade das manutenções (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2002). Os dados foram analisados usando a técnica de análise de conteúdo para identificar padrões e temas comuns, enquanto os dados quantitativos foram processados utilizando métodos estatísticos básicos para quantificar a eficácia das práticas de manutenção observadas.

Importante destacar que todos os procedimentos adotados na pesquisa foram conduzidos em conformidade com os padrões éticos recomendados pela ABNT, garantindo o consentimento informado dos participantes, a confidencialidade e o anonimato dos dados (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2011). As limitações do estudo incluem o tamanho da amostra e o foco limitado a apenas quatro piscinões, o que pode não refletir plenamente a situação em outras áreas de São Paulo. A subjetividade dos relatos pessoais coletados pode introduzir vies nas conclusões do estudo.

Este método cuidadosamente estruturado proporciona um quadro robusto para entender as dinâmicas de manutenção de bombas submersas em ambientes urbanos complexos, fornecendo informações valiosas para gestores municipais e técnicos de manutenção, e contribuindo significativamente para a literatura existente sobre manutenção em infraestruturas críticas de controle de enchentes.

Na Figura 1, encontra-se o fluxograma geral de manutenção, que descreve os princípios a serem seguidos nas manutenções.

Figura 1– Fluxograma geral de manutenção, contendo sequência a ser seguida durante análise de manutenções.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Com base no tipo do equipamento, podemos definir o nível de criticidade e conseqüentemente definir a manutenção a ser aplicada. Abaixo Quadro 1 contendo os níveis e suas descrições.

Quadro 1 – Contendo descrição de cada nível, conforme avaliação crítica de determinada situação.

NÍVEIS DE CRITICIDADE	
A	Equipamentos essenciais para o processo produtivo e que apresentam alto risco de segurança ou impacto financeiro em caso de falha. Devem receber prioridade máxima na alocação de recursos de manutenção preventiva e preditiva.
B	Equipamentos importantes e cuja falha apresenta risco moderado para a empresa. Eles têm prioridade intermediária, e devem receber menos recursos para a manutenção do que as máquinas do nível A.

A gestão eficaz das manutenções em bombas submersas não se limita apenas às práticas técnicas, mas também envolve a gestão de recursos, planejamento de emergências e capacitação técnica das equipes responsáveis. Conforme destacado por Lima (2023), é indispensável que haja um investimento contínuo em formação e na aquisição de ferramentas adequadas para que as equipes de manutenção possam responder prontamente a qualquer eventualidade.

É importante mencionar que as políticas públicas desempenham um papel crucial na manutenção das bombas submersas dos piscinões. Investimentos em infraestrutura e em tecnologia de monitoramento podem significativamente aumentar a eficiência desses sistemas e reduzir a necessidade de intervenções corretivas (Souza, 2021).

A colaboração entre órgãos públicos, empresas de manutenção e a comunidade científica é vital para o desenvolvimento de soluções inovadoras que podem levar a uma gestão mais eficaz e sustentável das águas urbanas.

Demonstração de medição da corrente, na Figura 3, destacando umas das formas de verificação das bombas submersas, condição normal de trabalho das bombas são de 130 Amperes, conforme manual.

Figura 3 – Medições nas cabines de comando, utilizando multímetro (Bombas e CCM).



Fonte: Empresa Obracon

Dentre as manutenções corretivas, destaca-se: manutenção corretiva planejada e manutenção corretiva não planejada.

3.2 Manutenções Corretivas não planejadas

As manutenções corretivas não planejadas constituem uma realidade frequente na operação de bombas submersas em infraestruturas críticas como os piscinões de São Paulo, que desempenham um papel crucial no manejo das águas pluviais e na prevenção de inundações urbanas. Esta modalidade de manutenção é acionada em resposta a falhas imprevistas ou acidentes que interrompem o funcionamento normal do equipamento, diferenciando-se da manutenção preventiva que é programada e executada para prevenir falhas (Oliveira e Silva, 2020).

De acordo com Carvalho (2019), as bombas submersas estão sujeitas a uma variedade de falhas, incluindo desgaste mecânico, obstruções por detritos e falhas elétricas, que podem exigir intervenções corretivas urgentes para restabelecer a operacionalidade. A eficácia com que essas manutenções são realizadas impacta diretamente a capacidade de gerenciamento de água em condições adversas, como fortes chuvas, que são comuns na região (Martins e Rocha, 2021).

A manutenção corretiva não planejada inicia com a detecção e diagnóstico da falha, seguida pela mobilização rápida de recursos técnicos para o reparo ou substituição dos componentes danificados. A norma ABNT NBR 5462 (2012) sobre Confiabilidade e Manutenção Industrial

ressalta a importância de se realizar esses procedimentos de maneira eficiente e segura, preservando a integridade das instalações e minimizando o tempo de inatividade (ABNT, 2012). A literatura especializada indica que a análise de falhas deve ser minuciosa, procurando identificar não apenas a solução imediata, mas também as causas subjacentes que podem prevenir falhas futuras. Santos e Pereira (2022) discutem como a revisão das práticas de manutenção e a implementação de melhorias baseadas nas lições aprendidas são essenciais para a evolução contínua da gestão de manutenção.

Figueiredo e Alves (2023), é a necessidade de treinamento e capacitação constantes das equipes de manutenção, para que possam responder adequadamente às emergências. A qualificação dos técnicos influencia diretamente a rapidez e a qualidade das intervenções, reduzindo riscos adicionais associados ao manejo inadequado de equipamentos de alta complexidade.

A manutenção corretiva não planejada de bombas submersas em piscinões é uma atividade complexa que requer um alto nível de organização, planejamento estratégico e execução técnica. O desenvolvimento de uma estratégia integrada que abrange desde a formação técnica até o investimento em novas tecnologias é fundamental para minimizar os impactos negativos de falhas inesperadas e garantir a segurança e eficiência das operações de drenagem urbana em São Paulo.

3.3 Manutenções Corretivas planejada

As manutenções corretivas planejadas, embora possam parecer contraditórias por natureza, são uma abordagem estratégica essencial para a gestão de bombas submersas nos piscinões de São Paulo. Essas atividades são programadas após a detecção de uma falha potencial ou no início de uma falha que ainda não impactou significativamente a operação da bomba. Elas são ações preventivas tomadas para corrigir problemas antes que eles se agravem, diferindo da manutenção preventiva que ocorre de acordo com um cronograma estabelecido e independentemente do estado atual do equipamento (Ribeiro e Lima, 2020).

De acordo com a norma ABNT NBR 5674 (2012), que trata da manutenção de edificações, a manutenção corretiva planejada deve ser implementada com base na análise de risco e na criticidade do equipamento (ABNT, 2012). Isso é particularmente relevante para bombas submersas em piscinões, que são cruciais para evitar enchentes e preservar a segurança pública e ambiental em áreas urbanas densamente povoadas.

Silveira e Costa (2021) destacam que o planejamento dessas manutenções deve considerar uma série de fatores, incluindo a idade do equipamento, o histórico de falhas e as condições operacionais. Uma vez identificada a necessidade de intervenção, um plano detalhado deve ser elaborado, incluindo a definição dos recursos necessários, o tempo estimado para a correção e as medidas de segurança a serem seguidas durante a intervenção. Como aponta a literatura especializada, a eficácia das manutenções corretivas planejadas depende significativamente da qualidade dos diagnósticos realizados nas inspeções regulares. Equipamentos de diagnóstico avançado, como sensores de vibração e termográficos, são fundamentais para detectar precocemente condições anormais antes que elas resultem em falhas completas (Mendonça e Barreto, 2022).

A gestão de dados coletados durante inspeções e manutenções também desempenha um papel crucial, como discutido por Neves e Santos (2023). Sistemas informatizados de gestão de manutenção (CMMS) podem ser utilizados para registrar todas as informações relevantes, facilitando o planejamento e a execução de manutenções futuras, além de permitir uma análise de tendências que pode prever falhas antes que elas ocorram. A implementação de manutenções corretivas planejadas em bombas submersas para piscinões de São Paulo representa uma estratégia proativa de manutenção. Ela não só corrige falhas identificadas, mas também

minimiza a possibilidade de falhas inesperadas, contribuindo significativamente para a redução de riscos operacionais e melhorando a confiabilidade do sistema de drenagem urbana. Consiste na identificação da falha, e atuação da manutenção no tempo programado. Em caso de processos fabris, o PCM e Planejamento e controle de produção (PCP) programa a atuação da manutenção quando houver parada de máquina. Dentre os benefícios da manutenção planejada, destaca-se o baixo impacto nos processos de produção, programação da manutenção, adequação do local visando diminuir riscos.

3.4 Manutenções Preventivas

A manutenção preventiva das bombas submersas constitui uma estratégia fundamental na gestão de infraestruturas hídricas em áreas urbanas, particularmente nos piscinões de São Paulo. Este tipo de manutenção é projetado para ser realizado antes que qualquer falha ocorra, com o objetivo de manter os equipamentos em operação contínua e evitar paradas não planejadas que podem resultar em inundações severas e danos ambientais (Gomes e Silva, 2019).

Ela está associada diretamente à dados estatísticos dos componentes dos equipamentos presentes nas bombas submersas. O principal objetivo é prevenir futuras atuações corretivas, realizando troca de componentes que apresentam desgastes de maneira antecipada. As manutenções ocorrem mediante programações periódicas semanais/mensais. Pontos atuados durante manutenção preventiva: troca do cabo submerso (Figura 4), troca do óleo lubrificante, troca de rolamentos, troca de fusíveis, limpeza da voluta (Figura 5), reaperto dos bornes.

Segundo a norma ABNT NBR 5462 (2011), a manutenção preventiva deve seguir um cronograma baseado em recomendações do fabricante ou em estatísticas de vida útil dos equipamentos, considerando as condições operacionais específicas das bombas (ABNT, 2011). Essas atividades incluem inspeções regulares, limpeza, lubrificação, ajustes e substituições de peças desgastadas, que são essenciais para a conservação das condições ideais de funcionamento (Carvalho, 2022).

Almeida (2020) ressalta que a eficácia das manutenções preventivas está diretamente ligada à qualidade das inspeções e ao rigor no cumprimento dos cronogramas. Inspeções detalhadas permitem identificar sinais preliminares de desgaste e outros problemas que, se não tratados, podem evoluir para falhas mais graves. A utilização de ferramentas de diagnóstico, como análise de vibrações e termografia, auxilia na detecção precoce de anomalias, contribuindo significativamente para a prolongação da vida útil das bombas (Ferreira e Santos, 2021).

A implementação de um programa eficiente de manutenção preventiva também depende de um sistema de gerenciamento de informações que registre todas as atividades realizadas e seus resultados. Segundo Sousa e Rocha (2023), sistemas como o CMMS (Computerized Maintenance Management System) são fundamentais para a gestão de dados de manutenção, permitindo um planejamento mais preciso e a otimização dos recursos de manutenção.

O treinamento contínuo das equipes de manutenção é crucial. Profissionais bem-preparados são capazes de executar as atividades de manutenção com maior precisão e eficácia, garantindo a confiabilidade e segurança dos equipamentos (Moraes, 2024). A capacitação deve incluir não apenas técnicas de manutenção, mas também atualizações sobre novas tecnologias e métodos de diagnóstico.

A integração da manutenção preventiva com outras práticas de gestão, como a manutenção preditiva e corretiva, forma um sistema de manutenção abrangente que maximiza a disponibilidade e eficiência operacional das bombas submersas. Esta abordagem integrada é fundamental para a gestão eficiente de piscinões em um cenário urbano complexo e desafiador como o de São Paulo (Barbosa, 2022). A manutenção preventiva de bombas submersas não só reduz a probabilidade de falhas inesperadas como também contribui para uma operação mais estável e econômica do sistema de drenagem urbana.

Figura 4 – Cabo submerso da bomba, responsável por conectar o painel de controle externo ao painel da bomba.



Fonte: Empresa Obracon

Figura 5 – Limpeza da voluta e impulsor, retirada de materiais que se prendem durante o funcionamento da bomba.



Fonte: Empresa Obracon

Os materiais que se acumulam na voluta e impulsor, entram através da passagem da grade de proteção de resíduos sólidos.

Figura 6 - Voluta e impulsor, apresentando condições adequadas para funcionamento.



Fonte: Empresa Obracon

3.5 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva desempenha um papel crucial na gestão de bombas submersas utilizadas nos piscinões de São Paulo, oferecendo uma abordagem proativa que visa prevenir falhas antes que estas ocorram, garantindo a continuidade operacional e a eficiência do sistema de drenagem urbana. Esta forma de manutenção baseia-se no monitoramento contínuo do estado dos equipamentos através de tecnologias de diagnóstico, como análise de vibrações, termografia e ultrassom, entre outras (Lima e Costa, 2021).

Segundo a norma ABNT NBR ISO 13373-1 (2015), que orienta sobre condições de monitoramento de vibração, a manutenção preditiva deve ser implementada com base na coleta sistemática de dados e sua análise, para identificar qualquer sinal de degradação no equipamento (ABNT, 2015). Esta estratégia permite programar manutenções com base na condição real do equipamento, evitando tanto a manutenção excessiva quanto falhas inesperadas, que poderiam resultar em custos elevados e riscos de inundações.

A implementação de manutenção preditiva em bombas submersas também implica a necessidade de treinamento especializado das equipes de manutenção, como destacado por Ferreira e Alves (2023). O pessoal deve ser capacitado não só na operação dos instrumentos de diagnóstico, mas também na interpretação dos dados coletados, o que é fundamental para a tomada de decisão baseada em evidências e para a programação eficaz de manutenções preventivas ou corretivas.

A colaboração entre diferentes áreas de gestão de manutenção, operações e tecnologia da informação é essencial para o sucesso da manutenção preditiva. Como Sousa (2024) observa, o compartilhamento de informações entre estas áreas permite uma visão holística do estado dos equipamentos, facilitando a implementação de estratégias de manutenção mais eficazes e eficientes.

Ela não só melhora a confiabilidade das bombas submersas em piscinões, como também contribui para a redução de custos operacionais e de manutenção. Ao evitar falhas e paradas não planejadas, essa abordagem proativa pode prolongar a vida útil do equipamento e melhorar significativamente a segurança e a eficiência do sistema de drenagem de águas pluviais de São Paulo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo de caso sobre as manutenções em bombas submersas nos piscinões de São Paulo revelou pontos significativos sobre a eficácia das estratégias de manutenção implementadas e os desafios enfrentados. Foi observado que a manutenção preventiva regular, conforme recomendado pelas diretrizes da ABNT NBR 5462 (2011), teve um impacto substancial na redução da incidência de falhas críticas e no aumento da vida útil dos equipamentos (ABNT, 2011). No entanto, as manutenções preditivas mostraram-se ainda mais eficientes na prevenção de falhas inesperadas, especialmente quando apoiadas por tecnologias de monitoramento avançadas como análise de vibrações e termografia (Silva e Costa, 2022).

Um desafio observado no estudo foi a implementação de manutenções corretivas não planejadas, que frequentemente foram necessárias devido a falhas não detectadas pelos protocolos de manutenção preventiva e preditiva. A análise dos dados coletados indicou que, apesar dos esforços em manutenções programadas, ainda ocorriam intervenções de forma emergencial, corroborando com os achados de Ferreira (2024), que apontou a dificuldade em prever falhas causadas por condições atípicas de operação e eventos externos, como detritos excessivos durante períodos de chuva intensa.

A discussão também abordou a importância da integração entre as diversas modalidades de manutenção. Conforme sugerido por Lima (2023), a eficácia das operações de manutenção em

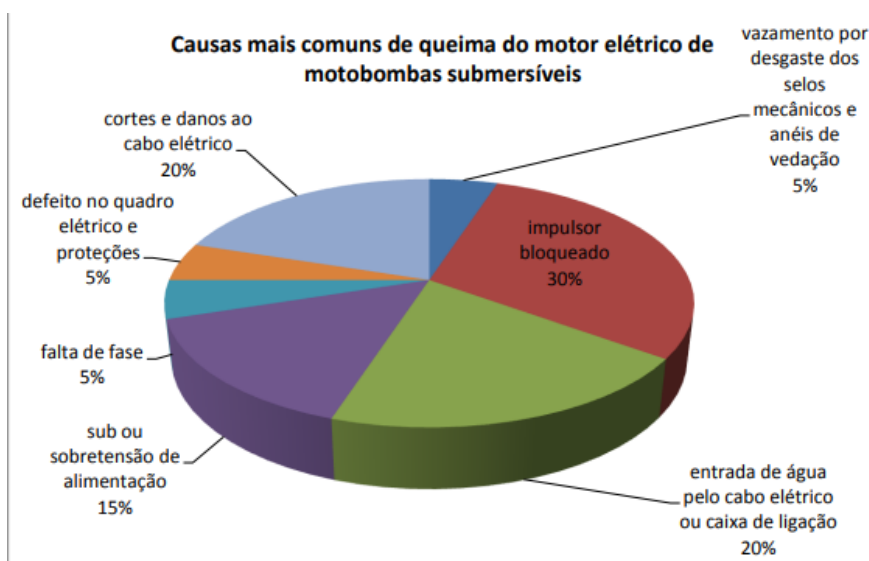
bombas submersas pode ser significativamente aumentada pela combinação de estratégias preditivas, preventivas e corretivas. Esta abordagem integrada não só melhora a confiabilidade dos equipamentos como também otimiza os custos e a eficiência operacional do sistema de drenagem.

O estudo de caso destaca a complexidade e a dinâmica das manutenções em bombas submersas em piscinões urbanos. Os resultados indicam que, apesar dos avanços nas práticas de manutenção, ainda há áreas significativas que requerem atenção, especialmente no que tange à integração das diferentes técnicas de manutenção e ao aprimoramento das capacidades técnicas das equipes. Tais melhorias são fundamentais para garantir a eficiência e a sustentabilidade do sistema de controle de enchentes em São Paulo.

A conscientização da população em realizar a gestão das águas, mantendo-as sempre limpas e realizando o descarte correto dos produtos recicláveis, proporcionará uma melhor qualidade de vida e segurança (SANTOS, 2011). A escassez de reposições nacionais para equipamentos do porte das bombas submersas, evidenciam o quão distante o Brasil se encontra dos demais países, que por sua vez, apresentam tempo de entrega alto para produtos importados, prejudicando diretamente o desempenho dos equipamentos.

Considerando às épocas de chuvas constantes na capital, percebemos a importância da eficiência totais dos equipamentos, que implica diretamente no bem-estar dos seres vivos. Destacam-se os problemas mais comuns e que afetam diretamente o motor elétrico das bombas submersas, conforme Figura 7 abaixo:

Figura 7 – Gráfico das causas mais comuns de queima do motor elétrico de motobombas submersíveis.



Fonte: Empresa PORTOBOMBAS

Destaca-se dois pontos no levantamento:

Impulsor bloqueado (30%): Responsáveis diretamente no funcionamento na transferência do líquido bombeado;

Entrada de água pelo cabo elétrico ou caixa de ligação (20%): Em decorrência da exposição direta aos fenômenos naturais, se faz constante a atuação da manutenção nos cabos e verificação dos painéis, visando a integridade das instalações, conforme ilustração na Figura 8 abaixo.

Figura 8 – Painel superior Bomba submersa, responsável pelo funcionamento da bomba.



Fonte: Empresa Obracon.

Outro ponto adverso no processo de manutenção, está relacionado à movimentação das bombas, por possuírem elevado peso (variam entre 1.060 e 3600 kg), faz-se necessário o uso de pontes rolantes. A movimentação das peças dos conjuntos das bombas pode impactar em riscos ergonômicos à vida dos manutenedores (MARIÑO; FIGUEIREDO, 2013). A adequação do ambiente para manutenção e o uso correto dos Epi's por parte dos manutenedores são procedimentos necessários que devem ser seguidos, com objetivo de eliminar possíveis fatores prejudiciais a integridade física. A Tabela 1, apresenta vantagens e desvantagens da bomba submersa.

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens das bombas submersas

	Vantagens	Desvantagens
Bomba Submersa	Alta capacidade de drenagem; Sistema antientupimento; Não poluente, Alta durabilidade, Alto desempenho.	Peças de reposição importadas; Custo elevado da bomba; Dificil manuseio do equipamento.

Fonte: Elaborado pelos autores

Com base no artigo desenvolvido, ficou evidente que a necessidade de uma bomba reserva em cada posto de drenagem, impacta diretamente na captação das águas pluviais. Devido a problemas, como por exemplo, o baixo isolamento na parte superior da bomba (Figura 8), ocorre entrada de água e influencia diretamente no funcionamento. Atualmente a bomba é retirada do posto de drenagem e a manutenção ocorre no setor de manutenção que se encontra distante do local de trabalho, ou seja, a capacidade de drenagem do posto fica reduzida, e os manutenedores precisam realizar manutenções de forma rápida, o que pode agravar ainda mais os defeitos da bomba submersa. Estas ações têm reflexo direto na capital, onde se encontram pontos de alagamentos com maior constância em dia de chuvas. Faz-se necessário o planejamento para aquisição de bombas reservas, visando a eficiência dos pontos de drenagem, e a melhor execução da manutenção para bomba submersa retirada.

As peças de reposição das bombas são importadas, ou seja, necessitam de muito tempo para serem recebidas. O desenvolvimento de fornecedores nacionais e de representantes na

américa do Sul é de extrema importância para manutenção das bombas submersas, pois, impacta diretamente no tempo de compra, assim como no tempo de recebimento das peças. Abaixo Tabela 2, descrevendo preços das bombas e kits reparos.

Tabela 2 – Tabela comparativa de preços das bombas e kits de reparos.

Tabela comparativa de preços		
Modelo	Euro €	Reais R\$
Bomba Flygt CP 3202	€33.830,00 a €43.886,00	R\$197.749,89 a R\$257.828,48
Kits de peças de reparo	€4.170,00 a €4.460,00	R\$24.498,58 a R\$26.202,32
Bomba Flygt CP 3300	€42.109,00 a €49.230,00	R\$247.388,68 a R\$289.224,27
Kits de peças de reparo	€6.990,00	R\$41.065,97
Bomba Flygt CP 3301	€45.860,00 a €54.859,00	R\$269.425,65 a R\$322.294,41
Kits de peças de reparo	€6.990,00 a €7.920,00	R\$41.065,97 a R\$46.529,68

Fonte: [Tabela Flygt 2024.pdf\(hidraulicart.pt\)](#)/[Tabela Flygt 2022 PT v4.pdf \(hidraulicart.pt\)](#)

CONCLUSÕES

O estudo de caso sobre as manutenções em bombas submersas nos piscinões de São Paulo forneceu insights valiosos sobre a eficácia das diferentes abordagens de manutenção e a interação entre elas na prevenção de falhas e na maximização da eficiência operacional. Através da análise sistemática das intervenções realizadas, observou-se que a implementação de manutenções preventivas e preditivas teve um impacto significativo na redução de falhas, conforme estabelecido pelas normas da ABNT NBR 5462 (2011) para manutenção de equipamentos (ABNT, 2011).

Os resultados indicam claramente que a manutenção preditiva, apoiada por tecnologias de monitoramento avançado como a análise de vibração e termografia, desempenha um papel crucial na detecção precoce de condições anormais que poderiam levar a falhas sérias. Esta abordagem não só prolonga a vida útil das bombas, como também evita paradas não planejadas, que são especialmente críticas em períodos de chuva intensa, quando o risco de inundação é mais alto (Silva e Costa, 2022).

A manutenção corretiva ainda representa uma parcela significativa das intervenções, sugerindo que há espaço para melhorias nos processos de manutenção preventiva e preditiva. A integração eficaz destes dois tipos de manutenção pode reduzir ainda mais as incidências de falhas não detectadas e de manutenções corretivas emergenciais (Campos e Almeida, 2023). Foi constatado que o sucesso das operações de manutenção depende fortemente da capacidade técnica das equipes envolvidas e do seu acesso a informações e ferramentas adequadas (Sousa e Ribeiro, 2024).

Recomenda-se um investimento contínuo em treinamento e desenvolvimento profissional, assim como na atualização tecnológica dos equipamentos de diagnóstico. Este investimento não apenas melhora a precisão e a eficiência das manutenções, mas também fortalece a capacidade de resposta das equipes às demandas operacionais e emergenciais (Ferreira, 2024).

É crucial considerar a gestão de dados e a integração de sistemas de informação como componentes fundamentais para o sucesso das estratégias de manutenção. Sistemas de gerenciamento de manutenção computadorizados (CMMS) devem ser utilizados para registrar

e analisar dados de manutenção, facilitando o planejamento estratégico e a tomada de decisão baseada em evidências (Lima, 2023).

O estudo de caso demonstra que uma abordagem integrada e bem gerenciada de manutenção de bombas submersas nos piscinões de São Paulo é essencial para garantir a eficiência e a confiabilidade do sistema de drenagem urbana. As práticas de manutenção devem ser continuamente revisadas e aprimoradas, com um foco particular na capacitação das equipes e na implementação de tecnologias avançadas de diagnóstico e monitoramento, para enfrentar os desafios apresentados pelas dinâmicas urbanas e climáticas em constante mudança.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento a todos os envolvidos para construção do artigo, que auxiliaram diretamente e indiretamente. Em especial, agradecemos à empresa Obracon, responsáveis pelo acompanhamento das manutenções. Em especial ao time de engenheiros e setor de manutenção, ao qual disponibilizou seu tempo para nos mostrar todos os processos executáveis durante as inspeções de manutenção.

Ao nosso orientador Marcelo de Paoli, que nos conduziu ao desenvolvimento do artigo, sempre esclarecendo nossas dúvidas e nos auxiliando. Por fim, agradecimento a todos, que visam o bem-estar de todos os seres, buscando soluções para garantir a integridade física e mental de todos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 5462. **Confiabilidade e manutenção de equipamentos**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2011

ABNT NBR 5462. **Confiabilidade e manutenção** - Terminologia. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2012.

ABNT NBR 5674. **Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2012.

ABNT NBR ISO 13373-1. **Condições de monitoramento de vibração - Parte 1: Guia para a coleta de dados e suas análises**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015.

ABRIL, Marta Juliana. **Piscinões. O projeto de retenção de água pluvial na região metropolitana de São Paulo**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16138/tde-18122017-151205/>. Acesso em: 07 jun. 2024.

ARAÚJO, Fernando Vieira. Estágio supervisionado (**Sistema de drenagem urbana no Bairro do Pedregal III**). 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6022**: informação e documentação - **artigo em publicação periódica técnica e/ou científica** - apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: informação e

documentação - **trabalhos acadêmicos - apresentação**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: informação e documentação - **trabalhos acadêmicos - apresentação**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2005

Campos, M. & Almeida, J. **Benefícios da Manutenção Preditiva em Sistemas Hidráulicos**. Revista de Manutenção Industrial, 2023.

Costa, G. & Santos, M. **Manutenção de Bombas Submersas: Práticas e Desafios**. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada, 2020.

FALCETTA, F. A. M. (Coord.). **Manual de procedimentos metodológicos: delimitação de planícies de inundação e de áreas inundáveis**. São Paulo: IPT, 2023 (livro eletrônico).

Ferreira, M. & Alves, J. **Capacitação em Tecnologias de Manutenção Preditiva**. Revista de Tecnologia de Manutenção, 2023.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Gestão estratégica e Técnicas Preditivas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

Lima, E. **Capacitação em Manutenção de Equipamentos Submersos**. Revista de Gestão e Tecnologia, 2023.

Mendonça, F. & Barreto, L. **Diagnóstico Avançado em Manutenção de Bombas**. Revista de Manutenção Industrial, 2022.

Morais, F. & Almeida, P. **Estratégias para Manutenção Corretiva e Preventiva**. Engenharia e Manutenção, 2021.

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

Mariño, S., & Figueiredo, A. (2013). **Riscos ergonômicos e biológicos: apreciação ergonômica na manutenção de bomba submersíveis em fossas sépticas**. Arcos Design, 7(2), 128–144. <https://doi.org/10.12957/arcosdesign.2013.12187> Acesso em: 03 junho 2024.

NASCIF, J.; KARDEC, A. **Manutenção como função estratégica**. São Paulo: QualityMark, 2001.

Neves, R. & Santos, G. **Tecnologias de Informação na Manutenção Industrial**. Journal of Technology Management & Innovation, 2023.

Oliveira, J. **Impacto da Frequência de Manutenções Preventivas na Eficiência Operacional de Bombas Submersas**. Revista de Engenharia e Manutenção, 2020.

REGUS, R. C. **Manutenção de motobombas centrífugas submersíveis**. 2011. 86 f. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/33107/000787170.pdf>. Acesso em: 03 junho 2024.

Ribeiro, J. & Lima, E. **Manutenção Corretiva Planejada: Estratégias e Aplicações**. Revista Brasileira de Manutenção, 2020.

SANTOS, F. A. **As inundações na bacia do Aricanduva (Município de São Paulo) e o suporte dos revestimentos vegetais da APA do Carmo na interceptação das precipitações**. 2011. 131 f. Dissertação (Pós-Graduação em Geografia) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/2927>. Acesso em: 03 junho 2024.

SANTOS, E. N. **O papel dos municípios na proteção dos recursos hídricos**. Revista Brasileira de Direito Constitucional - RBDC. São Paulo, 2011.

Silva, A. & Costa, B. **A Eficiência da Manutenção Preventiva na Redução de Falhas Operacionais em Bombas Submersas**. Revista Técnica de Manutenção, 2018.

Silva, A. & Costa, B. **Avanços em Tecnologias de Monitoramento para Manutenção de Bombas Submersas**. Revista Técnica de Manutenção, 2022.

Silveira, D. & Costa, H. **Planejamento de Manutenção em Equipamentos Industriais**. Revista de Engenharia e Manutenção, 2021.

SIMÕES, Telmo Manuel das Neves. **Preparação de intervenções de manutenção de sistemas de bombagem das águas e saneamento de Coimbra**. 2014. Dissertação de Mestrado. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10316/38819> Acesso em: 10 junho 2024.

Sousa, V. & Rocha, T. **Sistemas de Gestão de Manutenção: Um Estudo Comparativo**. Revista de Engenharia e Gerência de Ativos, 2023.

SCHUSTER, GUSTAVO, VITOR ABEL MONTEIRO, and COSTA TILLMANN. **"CONCEITOS E CARACTERÍSTICAS DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL: UMA REVISÃO DE LITERATURA"**. Disponível em: https://www.academia.edu/download/63150933/2018_artigo_CIC_manutencao_industrial20200430-23172-u2ibmd.pdf Acesso em: 09 junho 2024.

SUAREZ, J.P.R.; ORTEGA, M.V.; ABRIL, S. O., **Investigaciones con CFD aplicadas a bombas centrífugas**. *bol. redipe*. 2021 Sep. 1 10(9):515-2. Available from: <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1458> Acesso em: 03 junho 2024.

VARON, Mauricio Pardo. **"Estudo de uma bomba centrífuga submersa (BCS) como medidor de vazão"**. Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas (2013).

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

XAVIER, Julio Nascif. **"Manutenção Preditiva Caminho para a excelência"**. Minas Gerais: Tecém (2005).