IMPLANTAÇÃO DE AUTOMAÇÃO PARA ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO: MAIOR SEGURANÇA OPERACIONAL E REDUÇÃO DE MANUTENÇÃO.

Alessandro Carvalho Leite[1]
Tecnico em Automação industrial pelo Centro de Tecnológica do Estado da Bahia (CETEB), Graduado em Ciências Contábeis pela Universidade Estado da Bahia (UNEB).
Antonio Carlos Moreira da Silva[2]
Engenheiro Mecânico pela Universidade de Brasília (UNB)
Gilmar da Silva Sampaio[3]
Graduado em Análise de Desenvolvimento de Sistemas pela Faculdade Estácio de Sá.
Jacó Silva de Andrade Junior[4]
Tecnico em eletromecânica pelo Centro de Tecnológica do Estado da Bahia (CETEB).
Rosahelena Reis Morais Silva [5]
Graduado em Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Recôncavo
Mestre em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Sergipe.

Endereço[1]**:** Rua Professor Mauricio Teles, 13A - Juraci Magalhães - Alagoinhas -Bahia - CEP 48000-262 Brasil - Tel: +55 (75) 3422-8805 - Cel: +55 (75) 99199-6007 – alessandro.leite@embasa.ba.gov.br

RESUMO

Este estudo analisa os impactos da implementação de automação nas Estações Elevatórias de Esgoto de Itaberaba-Ba entre os anos de 2022 e 2023. Os resultados exibiram uma redução significativa de 45,4% no tempo total de ocorrências operacionais após a automação, acompanhada por uma diminuição nas falhas relacionadas às bombas (24,7%) e aos sensores de nível (81,2%). Em contrapartida, o tempo dedicado à manutenção operacional aumentou 593%. A análise detalhada das causas de falha revelou uma redistribuição mais equilibrada das ocorrências em 2023, refletindo uma melhor detecção proporcionada pela automação. Esses indícios destacam os benefícios da automação para melhorar a eficiência e confiabilidade das operações de esgotamento sanitário, enquanto sugerem a necessidade contínua de monitoramento e ajustes para enfrentar desafios persistentes na operação da elevatórias.

PALAVRAS-CHAVE: Elevatórias, Esgoto, Automação.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de esgotamento sanitário desempenham um papel crucial na promoção da saúde pública e na preservação do meio ambiente. Entretanto, muitos desses sistemas enfrentam desafios operacionais que podem resultar em falha operacional de esgoto e impactos negativos na saúde e no ambiente. A Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) instituída pela Lei nº 11.445/2007, com a nova redação trazida pela Lei nº 14.026/2020, estabelece princípios fundamentais, incluindo segurança, qualidade, regularidade e continuidade, que devem orientar a gestão desses sistemas.

Este estudo busca avaliar como a implementação de tecnologias digitais pode contribuir para a melhoria do desempenho dos sistemas de esgotamento sanitário, em conformidade com esses princípios. A análise comparativa

das causas de falha operacional entre os anos de 2022 e 2023 em uma cidade situada no semiárido baiano, evidencia o impacto da implementação da automação no monitoramento das estações elevatórias de esgoto na dinâmica operacional desses sistemas. Enquanto a bomba era predominantemente responsável pelas falhas operacionais em 2022, em 2023 houve uma distribuição mais diversificada de causas, sugerindo melhorias na manutenção e operação das bombas. No entanto, os desafios persistentes relacionados ao sistema elétrico e à manutenção operacional ainda persistiram. Esses resultados denotam a importância de uma abordagem holística na gestão do sistema de esgotamento sanitário, destacando a necessidade de melhoras contínuas para garantir sua eficiência e confiabilidade.

OBJETIVO

Este trabalho tem por objetivo geral investigar os resultados dos investimentos em automação no SES do município de Itaberaba. Enquanto objetivos específicos foram arrolados:

- Analisar o impacto da automação no monitoramento de estações elevatórias de esgoto na eficiência operacional, comparando com métodos de monitoramento tradicionais;
- Identificar e comparar as principais causas de falha operacional em estações elevatórias de esgoto entre os anos de 2022 e 2023, antes e depois da implementação da automação com base do tempo de falha registrado;
- Investigar as diferenças na distribuição das causas de falha operacional entre os anos de 2022 e 2023, após a implementação da automação.

METODOLOGIA

Este estudo é caracterizado como uma pesquisa descritiva com abordagem quantitativa. A metodologia utilizada envolveu o levantamento de dados em campo, análise comparativa e pesquisa bibliográfica, com o objetivo de avaliar e melhorar o monitoramento das estações elevatórias de esgoto no município de Itaberaba, Bahia.

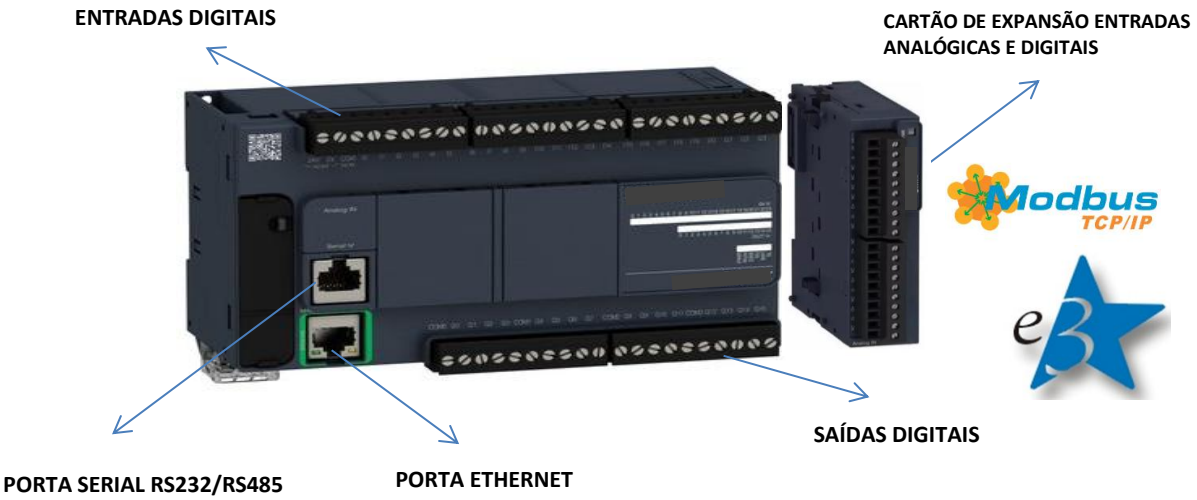
De acordo com Perovano (2016), a pesquisa descritiva se restringe à definição das características das variáveis envolvidas na pesquisa, proporcionando um relato detalhado dos atributos e características observados. Neste estudo, a abordagem descritiva permitiu a análise detalhada das operações das estações elevatórias e a identificação dos problemas associados ao monitoramento anterior.

A pesquisa quantitativa foi aplicada para coletar e analisar dados numéricos relacionados às falhas operacionais e ao desempenho dos sistemas de automação, enquanto a pesquisa bibliográfica foi utilizada para revisar a literatura existente sobre automação e sua aplicação nas estações elevatórias de esgoto. Segundo Marconi e Lakatos (2003), a pesquisa quantitativa permite avaliar relações e padrões significativos, proporcionando uma compreensão aprofundada dos fenômenos estudados e destacam que a pesquisa bibliográfica tem como finalidade proporcionar ao pesquisador um contato direto com o conhecimento previamente estudado sobre um tema específico, possibilitando a análise do tema sob novas perspectivas e a fundamentação teórica necessária para a pesquisa.

Este estudo visou a análise e a melhoria do monitoramento das estações elevatórias de esgoto no município de Itaberaba, Bahia. A metodologia aplicada buscou superar as limitações do monitoramento tradicional e avaliar o impacto da automação nas operações das estações elevatórias. Anteriormente, o monitoramento das nove estações elevatórias de esgoto era realizado por uma equipe volante que visitava cada estação uma vez por dia. Este método apresentava limitações significativas, como incertezas na identificação das causas e no tempo de resposta às falhas operacionais, comprometendo a qualidade das informações sobre as falhas.

A **figura 1** apresenta o Hardware, software e Protocoloco de comunicação utilizados para solucionar e minimizar os problemas acima citados optou –se em instalar equipamentos de automação que fossem capazes de executar algumas lógicas de programação para controle de nível, rotatividade dos equipamentos de bombeamento, intertravamento em caso de falha do equipamento titular e reserva e ainda com comunicação ethernet para monitoramento remoto e ser integrado ao CCO –Centro de Controle Operacional. Para isso foi especificado CLP's – Controladores Lógicos Programáveis com entradas/saídas digitais e leituras de sinais analógicos para substituição dos leitores de níveis que foram entregues com o projeto da obra inicial que ocasionava a maioria das ocorrências operacionais.

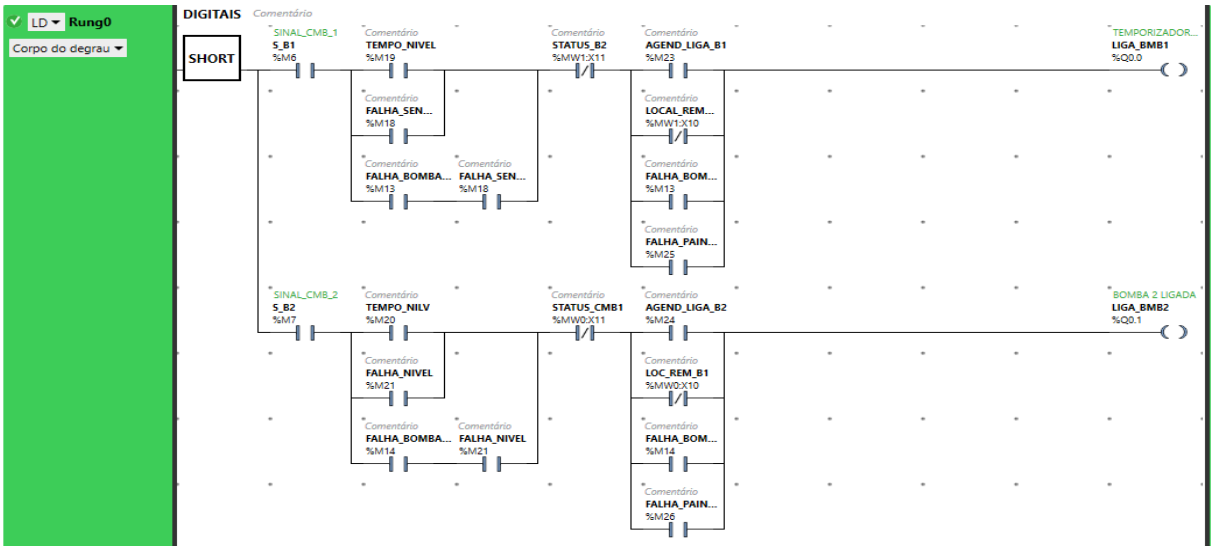
Figura 1 ─ Controlador Lógico Programável, Software e Protocolo de Comunicação Utilizados



Fonte: própria dos autores, 2024.

A **figura 2** apresenta a lógica desenvolviva e aplicada pela equipe de manutenção que tem a função de controlar o funcionamento, rotatividades dos conjuntos motobombas, verificar se algum equipamento está em falhar para colocar em operação o equipamento reserva.

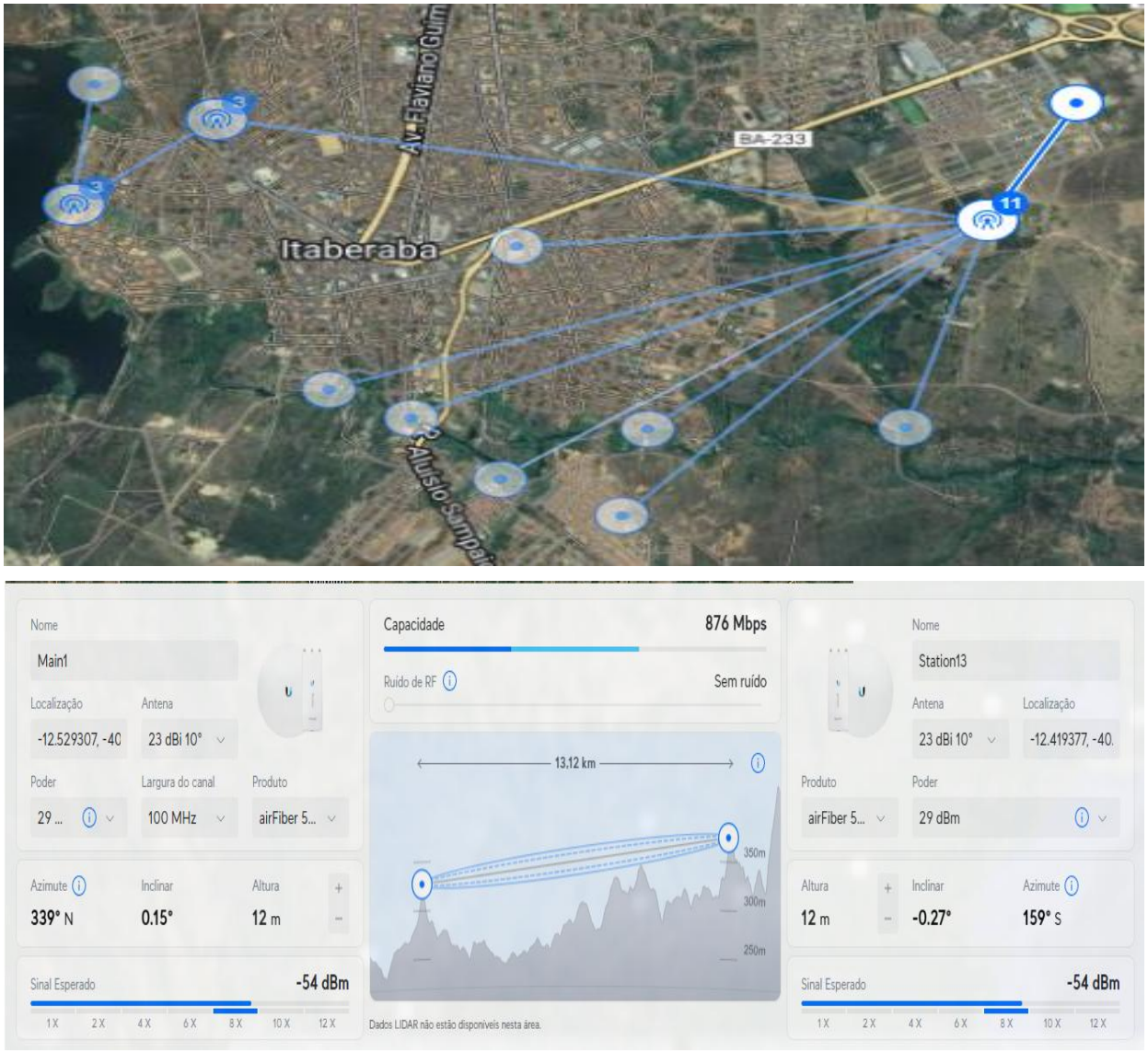
Figura 2 – Lógica de Programação para Acionamento e Controle das Estações



Fonte: própria dos autores, 2024.

A **Figura 3** apresenta o estudo para implantação do radio enlace criado entre as Estações de bombeamento e a Unidade Regional através de antenas de 5 GHZ para envio e recebimento de dados operacionais de campo até o CCO-Centro de Controle Operacional.

Figura 3 – Estudo de Radio Enlace para Comunicação



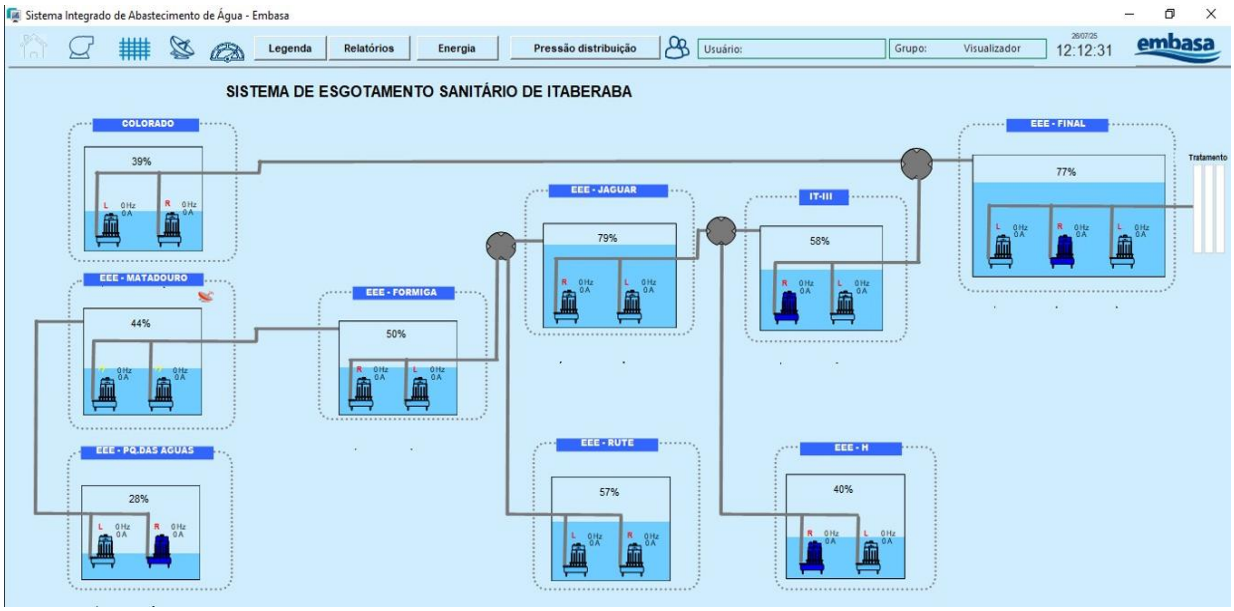
Fonte: https://ispdesign.ui.com/#, 2024

A equipe de manutenção de manutenção conduziu uma análise detalhada para identificar as causas dos frequentes chamados para manutenções corretivas. Durante análise foram descobertos vários problemas no projeto inicial como travamento do equipamento de leitura do sensor, pois o sensor responsável pelo comando liga/desliga dos conjuntos motobomba apresentava falhas recorrentes e ausência de rotatividade de equipamentos eletromecânicos, onde a falta de rotatividade nos equipamentos eletromecânicos contribui para um desgaste desigual e aumento das falhas.

Para solucionar os problemas observados e melhorar o tempo de resposta as ocorrências operacionais, a automação do monitoramento foi implementada no final de 2022. Os dados de falha operacional e suas causas foram registrados manualmente por operadores e posteriormente através do sistema automatizado. Assim, os anos de 2022 a 2023 consistem em um recorte do período anterior, transicional e posterior a implementação da automação. Assim, foram analisados os registros diários de falha operacional que categoriza as causas e estimativa do tempo (em horas) de ocorrência. Os dados foram comparados para avaliar as mudanças iniciais na eficiência operacional e na distribuição das causas de falha operacional ao longo do período estudado.

A **Figura 4** apresenta o sistema de supervisão e controle através dele as estações elevatórias de esgoto são monitoradas 24 por dias reduzindo assim os indices de falhas e tempo de resposta aos problemas.

Figura 4 – Sistema de de Supervisão e Controle



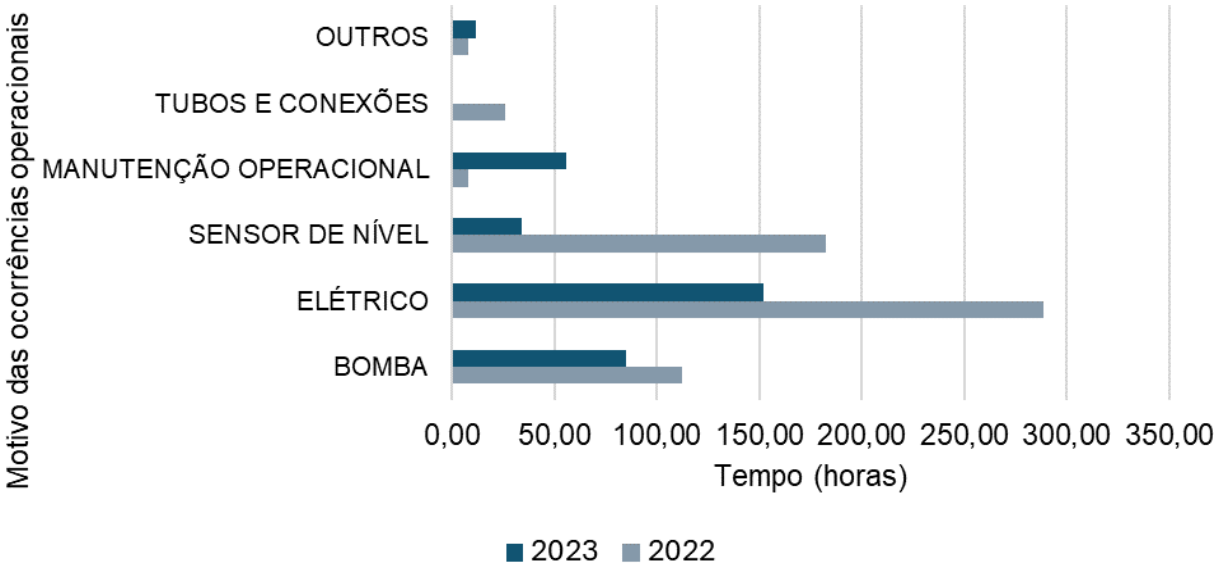
Fonte: própria dos autores,2024

RESULTADOS ALCANÇADOS

Com o desenvolvimento e a implantação do sistema de controle e monitoramento remoto, houve maior agilidade na identificação e solução de falhas, e redução da queima de motores após a implantação da rotatividade dos conjuntos motobomba, conforme observado pela equipe de manutenção. Os dados observados mostraram uma redução significativa no tempo transcorrido nas ocorrências operacionais nas Estações Elevatórias de Esgoto, bem como uma estratificação mais precisa das causas.

A **Figura 5** exibe a distribuição do tempo de ocorrência operacional em horas nas Estações Elevatórias de Esgoto para cada motivo, ou causa. Os principais motivos indicados nos registros operacionais de ocorrências são: elétricos (falta de energia, falha de disjuntor, problemas no quadro de comando, oscilação de tensão, falha na automação), bomba (problemas no tubo guia, material no rotor da bomba ou até defeito), sensor de nível (defeito ou queima), tubos e conexões (como reparo na rede, desgaste nas conexões, problema na ventosa) e manutenção operacional (como remoção de materiais no poço de sucção, entrada de ar).

Figura 5 – Distribuição das horas de ocorrência Em Estações Elevatórias de Esgoto em Itaberaba (2022-2023)



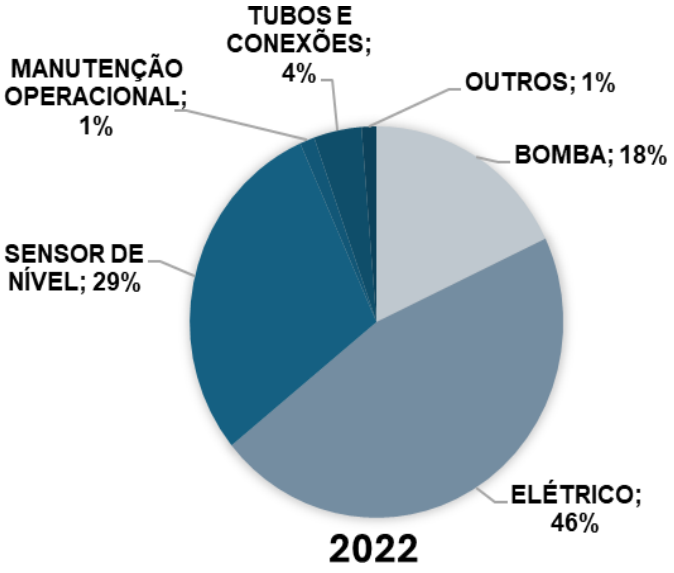
Fonte: própria dos autores, 2024.

Os dados avaliados representam as horas de ocorrência de diferentes tipos de problemas nas Estações Elevatórias de Esgoto nos dados registrados entre os anos de 2022 e 2023. Em 2022, o tempo total de ocorrências operacionais foi 625,77 horas, enquanto 2023 apresentou um total de 341,72 horas. Houve uma redução de 45,4% no total de horas de ocorrências relatadas após a automação. Dentre as categorias avaliadas, as ocorrências que tiveram como causa a bomba tiveram uma redução de 24,7%. Outro dado relevante, está relacionado à categoria sensor de nível que apresentou uma diminuição de 81,2%. Quanto às ocorrências devido à manutenção operacional, houve um aumento de 593%, de 8 horas em 2022 para 55,68 horas em 2023.

As **Figuras 5 e 6** exibem a distribuição percentual das causas de ocorrências Operacionais em 2022 e 2023, respectivamente. Observa-se que em 2022 a distribuição está concentrada principalmente nas categorias “Elétrico” (46%) e “Sensor de nível” (29%) e baixas contribuições das categorias “Manutenção operacional” (1%), “Tubos e Conexões (4%) e Outros (1%). Já em 2023 nota-se uma redistribuição mais equilibrada dos dados. A categoria “Elétrico” embora ainda é predominante, mas houve uma redução significativa em “Sensor de Nível” (10%) e

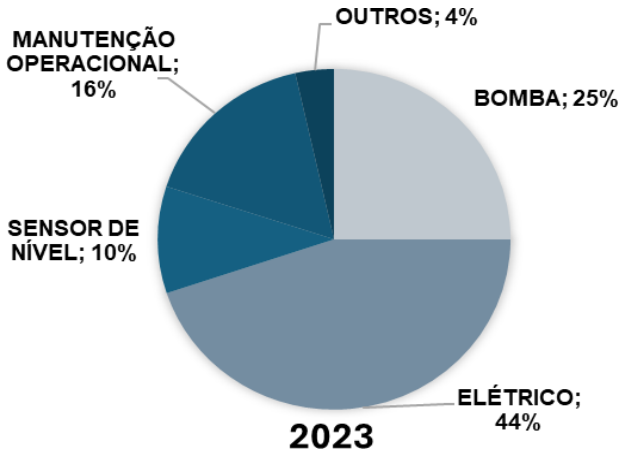
aumento em “Manutenção operacional” (16%) e “Outros” (4%).

Figura 5 ─ Distribuição percentual dos motivos de ocorrência operacional nas Estações Elevatórias de Esgoto de Itaberaba- Bahia em 2022



Fonte: própria dos autores, 2024

Figura 6 ─ Distribuição percentual dos motivos de ocorrência operacional nas Estações Elevatórias de Esgoto de Itaberaba- Bahia em 2023



Fonte: própria dos autores,2024

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A comparação dos dados das Estações Elevatórias de Esgoto entre 2022 e 2023 em Itaberaba-Ba revelaram mudanças significativas no panorama das ocorrências operacionais após a implementação da automação. Em 2022,

o tempo total registrado foi de 625,77 horas, comparado a 341,72 horas em 2023, indicando uma redução expressiva de 45,4% no tempo de ocorrências. Notavelmente, as falhas relacionadas às bombas diminuíram em 24,7%, enquanto as ocorrências devido a sensores de nível apresentaram uma redução ainda mais acentuada de 81,2%. Em contrapartida, o tempo dedicado à manutenção operacional aumentou significativamente, aumentando 593%. Esses resultados refletem não apenas uma melhoria na eficiência operacional decorrente da automação, mas também um foco intensificado em manutenção preventiva e corretiva para garantir a confiabilidade contínua do sistema.

A análise detalhada da distribuição das causas de falha operacional nos anos de 2022 e 2023 revela mudanças no perfil das falhas operacionais após a implementação da automação no monitoramento das estações elevatórias de esgoto. A distribuição das causas em 2022 pode indicar uma sub-representação ou falta de detecção nas áreas de menor contribuição percentual.

Comparativamente, a redistribuição observada em 2023 sugere uma captura mais detalhada e diversificada das falhas que pode ser atribuída às melhorias tecnológicas e ao monitoramento contínuo proporcionado pela automação.

As **Figuras 7,8 e 9** mostram o comparativo dos resultados alcançadosantes e depois da implantação do sistema automatizado. A comparação com os dados de 2024 e 2025 evidenciam ganhos operacionais significativos, com destaque para a redução na incidência de extravasamentos nas estações elevatórias nos anos de 2023, 2024 e 2025.

Figura 7 ─ Indicador Operacional Indice de Extravazamento de Elevatórias de Esgotoso de Itaberaba- Bahia em 2023



Fonte: Power BI Embasa,2023

Figura 8 – Indicador Operacional Indice de Extravazamento de Elevatórias de Esgotoso de Itaberaba- Bahia em 2024



Fonte: Power BI Embasa,2024

Figura 9 – Distribuição percentual dos motivos de ocorrência operacional nas Estações Elevatórias de Esgoto de Itaberaba- Bahia em 2025



Fonte: Power BI Embasa,2025

CONCLUSÃO

Os resultados observados sugerem que a implementação da automação nas Estações Elevatórias de Esgoto em Itaberaba trouxe uma melhoria significativa na eficiência operacional, reduzindo o tempo total de ocorrências e permitindo uma melhor distribuição e detecção das causas das falhas. A automação possibilitou a identificação de problemas que anteriormente não eram detectados ou não tinham a atenção devida, como manutenção operacional

e vazão irregular, e reduziu significativamente o tempo de ocorrência de problemas críticos como falhas elétricas e nos sensores de nível.

A análise comparativa da distribuição das causas de falha operacional entre os anos de 2022 e 2023 evidencia a influência da implementação da automação no monitoramento das estações elevatórias de esgoto na dinâmica operacional desses sistemas. Enquanto a bomba era predominantemente responsável pelas falhas operacionais em 2022, a mudança para uma distribuição mais diversificada em 2023 sugere melhorias na manutenção e operação das bombas, mas destaca desafios persistentes relacionados ao sistema elétrico e à manutenção operacional. Esses resultados ressaltam a importância de uma abordagem holística na gestão de sistemas de esgotamento sanitário e destacam a necessidade contínua de monitoramento e ajustes para garantir a eficiência e a confiabilidade desses sistemas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. Editora Atlas, 2003.

JUSTA, Marcelo. **Gestão da Mudança & Lean Manufacturing:** Operação em vantagem competitiva sustentável. Curitiba: Appris, 2016.

MEIRELLES, Fernando de Souza. FGV EAESP - GVcia - Pesquisa Anual do Uso de TI nas Empresas.6.Disponível em:<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/14258>. Acesso em: 08 de jun.

PEROVANO, Dalton Gean. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. Editora Intersaberes, 2016.

ROSS, Alec. **As indústrias do futuro.** Tradução de Ana Pinto Mendes e João Quina. Editora Conjuntura Actual: Lisboa, 2016.

SCHMIDT, Eric. COHEN, Jared. **A nova era digital:** como será o futuro das pessoas, das nações e dos negócios. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues e Rogério Durst. Editora: Intrínseca Ltda, Rio de Janeiro, 2013.

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. Tradução de Daniel Moreira Miranda. Editora: Edipro, São Paulo, 2016.

ROGERS, David L. **Transformação digital:** repensando o seu negócio para a era digital. Tradução Afonso Celso da Cunha Serra. São Paulo: Autentica Business, 2017.

TIGRE, Paulo Bastos. **Gestão da inovação:** a economia da tecnologia do Brasil. 7 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

TIGRE, Paulo Bastos. **Paradigmas Tecnológicos e Teorias Econômicas da Firma.** Disponível em:<http://www4.pucsp.br/eitt/downloads/III_Ciclo_Art_Paulo_Tigre_Paradigmas Tecnologicos_e_Teorias.pdf>. Acesso em: 10 de jun. 2018.

TSUYTA, Milton Tomoyuki, **Abastecimento de água**. 3 ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

VICENTE, Rayres Helena Fonseca**. A importância de investimentos em inovação** tecnológica como fator chave para o desenvolvimento econômico. In: XXII-SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 2015. (pag. 2-14). Disponível: < https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos15/28822366.pdf >. Acesso em 14 de jun.2018.