CONTROLE DE EMISSÕES ODORÍFERAS EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR REATOR EM BATELADA SEQUENCIAL (SBR): ESTUDO DE CASO DA ETE SÃO LUÍS EM JARAGUÁ DO SUL – SC

Tuhã Schmitt do Evangelho
Engenheiro Civil formado pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), com pós-graduação em Engenharia Ambiental e Saneamento Básico. Atua no SAMAE de Jaraguá do Sul desde 2019, tendo exercido os cargos de Engenheiro Civil e Coordenador de Projetos. Atualmente é Diretor Técnico da autarquia, com atuação em planejamento, projetos, gestão de contratos, eficiência energética, licenciamento ambiental e inovação aplicada aos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Endereço: Rua Maria Garcia Junkes, 74 - 03 – Três Rios do Sul – Jaraguá do Sul – Santa Catarina - CEP: 89254-251 - Brasil - Tel: +55 (53) 9 99596933 - e-mail: tuha.evangelho@samaejs.com.br.

RESUMO

A gestão de emissões odoríferas constitui um dos principais desafios operacionais de sistemas de esgotamento sanitário localizados em áreas urbanas densamente ocupadas. Nesse contexto, a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) São Luís, operada pelo Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) de Jaraguá do Sul (SC), passou a registrar recorrentes reclamações relacionadas à emissão de odores associados à presença de sulfeto de hidrogênio (H_2S). Diante da necessidade de identificar tecnicamente as fontes emissoras, foi desenvolvido um programa de diagnóstico, monitoramento e mitigação de odores.

O trabalho apresenta as ações desenvolvidas entre 2023 e 2026, abrangendo monitoramentos contínuos de H_2S, avaliações operacionais da estação, análises hidráulicas do sistema de coleta e transporte de esgoto, elaboração de projetos executivos e implantação de melhorias estruturais. Os estudos permitiram identificar que as principais fontes de emissão não estavam associadas aos reatores biológicos do processo SBR, mas aos pontos de chegada do esgoto bruto e às unidades de manejo de lodo.

Com base nos resultados obtidos, foram implantadas soluções envolvendo novo barrilete de entrada, desativação da elevatória principal de chegada, ampliação da biofiltração e enclausuramento de unidades críticas. Os resultados preliminares indicam redução significativa das concentrações de H_2S, evidenciando a eficácia das soluções adotadas para o controle de odores em áreas urbanas.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de esgoto, sulfeto de hidrogênio, controle de odores.

INTRODUÇÃO

O saneamento básico constitui um dos pilares fundamentais para a promoção da saúde pública, proteção dos recursos hídricos e desenvolvimento sustentável das cidades. Dentre seus componentes, o esgotamento sanitário desempenha papel estratégico na prevenção de doenças de veiculação hídrica, na redução da poluição ambiental e na melhoria da qualidade de vida da população. Nas últimas décadas, o Brasil tem avançado significativamente na ampliação da cobertura dos serviços de coleta e tratamento de esgoto, impulsionado por investimentos públicos, evolução dos marcos regulatórios e crescente conscientização acerca da importância da universalização do saneamento.

Entretanto, paralelamente aos benefícios proporcionados pela expansão dos sistemas de esgotamento sanitário, surgem novos desafios operacionais e ambientais relacionados à convivência entre as infraestruturas de saneamento e o processo de urbanização das cidades. Muitas estações de tratamento de esgoto que originalmente foram implantadas em áreas periféricas passaram, ao longo dos anos, a estar inseridas em regiões densamente urbanizadas, aumentando a interação entre as unidades operacionais e a população residente em seu entorno. Nesse cenário, as emissões odoríferas destacam-se como uma das principais causas de conflitos socioambientais associados à operação dos sistemas de tratamento de esgoto.

Os odores característicos dos sistemas de esgotamento sanitário estão geralmente associados à formação e liberação de compostos sulfurados voláteis, especialmente o sulfeto de hidrogênio (H_2S), gás resultante da

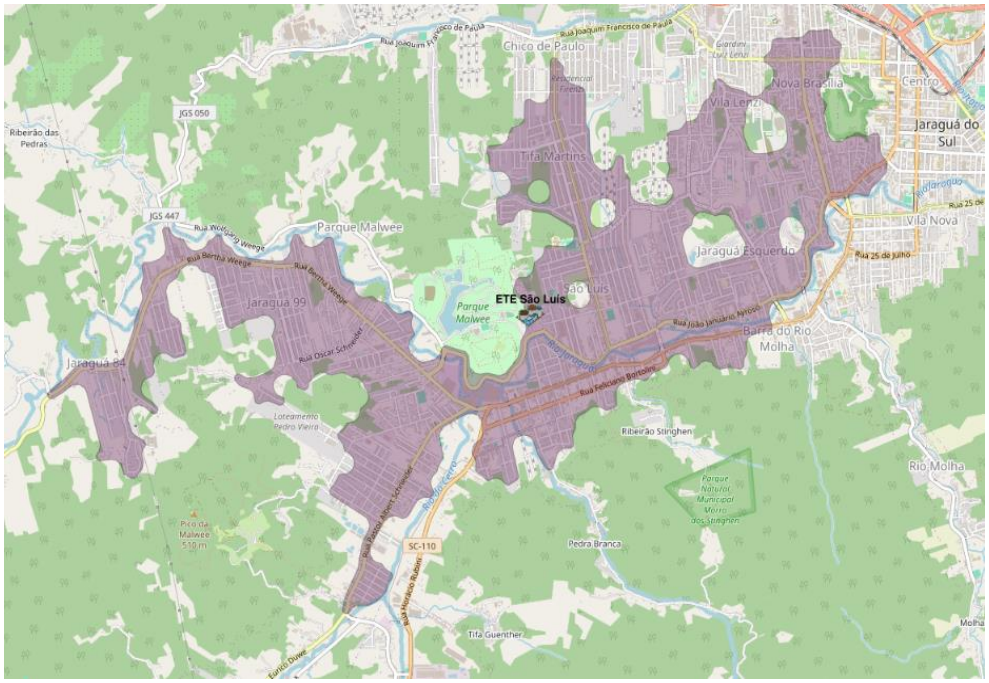
degradação anaeróbia da matéria orgânica presente nos esgotos. A formação desse composto ocorre principalmente em ambientes com baixa disponibilidade de oxigênio dissolvido, condição frequentemente encontrada em redes coletoras extensas, linhas de recalque e determinadas etapas do tratamento de esgoto e lodo. Além do desconforto olfativo causado à população, o H_2S está associado à corrosão de estruturas metálicas e de concreto, à redução da vida útil de equipamentos, ao aumento dos custos de manutenção e à deterioração da percepção pública acerca dos serviços de saneamento.

A geração de sulfetos em sistemas de esgotamento sanitário está diretamente relacionada a fatores como concentração da carga orgânica, tempo de detenção hidráulica nas tubulações, temperatura do esgoto, condições de sedimentação de sólidos e características operacionais das redes coletoras. Em municípios com sistemas extensos de coleta e transporte de esgoto, a produção de H_2S pode ocorrer ao longo de dezenas de quilômetros antes mesmo da chegada do efluente às estações de tratamento, tornando o controle das emissões odoríferas um desafio complexo que exige abordagem integrada envolvendo diagnóstico, monitoramento, projeto e operação.

Nesse contexto, o município de Jaraguá do Sul, localizado no norte do estado de Santa Catarina, destaca-se como referência estadual em saneamento básico. O Sistema de Esgotamento Sanitário operado pelo Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) é composto por mais de 725 quilômetros de redes coletoras e 153 estações elevatórias de esgoto, responsáveis pelo transporte dos efluentes gerados por aproximadamente 66 mil unidades consumidoras até as quatro Estações de Tratamento de Esgoto existentes no município. O sistema possui capacidade instalada de tratamento de aproximadamente 350 L/s e vazão média operacional próxima de 250 L/s, proporcionando índice de atendimento urbano de 92,41%, valor significativamente superior às médias estadual e nacional.

Dentre as unidades operacionais que compõem o sistema municipal, destaca-se a Estação de Tratamento de Esgoto São Luís, inaugurada em 2016 e concebida para atender uma população superior a 50 mil habitantes distribuída nos bairros Vila Lenzi, Nova Brasília, Jaraguá Esquerdo, São Luís, Tifa Martins, Barra do Rio Molha, Barra do Rio Cerro, Jaraguá 99, Jaraguá 84, Rio da Luz e Parque Malwee. A estação utiliza tecnologia de tratamento biológico por Reatores em Batelada Sequencial (Sequencing Batch Reactor – SBR), reconhecida pela elevada eficiência de remoção de matéria orgânica, flexibilidade operacional e reduzida necessidade de área de implantação.

Figura 01 – Bacia de esgotamento sanitário da ETE São Luís.



Fonte: SAMAE, 2026.

Embora a ETE São Luís apresente desempenho operacional compatível com os padrões ambientais estabelecidos pelos órgãos reguladores, alcançando eficiências de remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) superiores a 95%, ao longo dos anos foram registradas recorrentes manifestações da população residente em seu entorno relacionadas à percepção de odores desagradáveis. A proximidade entre a estação e áreas residenciais consolidadas transformou a gestão das emissões odoríferas em uma das principais demandas operacionais da unidade, culminando inclusive na instauração de procedimento de acompanhamento pelo Ministério Público.

Figura 02 – Imagem aérea da ETE São Luís.



Fonte: SAMAE, 2026.

Diante desse cenário, o SAMAE iniciou um amplo programa de investigação técnica voltado à identificação das fontes geradoras de odor e ao desenvolvimento de soluções efetivas para mitigação do problema. As ações envolveram monitoramento contínuo de sulfeto de hidrogênio por meio de equipamentos de alta sensibilidade, estudos especializados de dispersão e emissão de gases, análises operacionais das unidades da estação, elaboração de projetos executivos e implantação de obras estruturantes voltadas ao controle das emissões atmosféricas. Esse conjunto de iniciativas resultou na implementação de um robusto programa de controle de odores, transformando a ETE São Luís em um relevante estudo de caso sobre diagnóstico, planejamento e execução de soluções de engenharia aplicadas ao controle de emissões odoríferas em sistemas de tratamento de esgoto inseridos em áreas urbanas consolidadas.

OBJETIVO

OBJETIVO GERAL

Apresentar o processo de diagnóstico, planejamento, desenvolvimento de projetos, execução de obras e avaliação preliminar dos resultados obtidos no programa de controle de emissões odoríferas da Estação de Tratamento de Esgoto São Luís, localizada no município de Jaraguá do Sul – SC.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar as condições operacionais da ETE São Luís e sua inserção em área urbana consolidada.
- Identificar as principais fontes de geração e emissão de sulfeto de hidrogênio na estação.
- Analisar os resultados do monitoramento contínuo de H_2S realizado por empresa especializada.
- Investigar a influência do sistema de coleta e transporte de esgoto na geração de compostos odorantes.
- Desenvolver soluções de engenharia voltadas à mitigação das emissões odoríferas.
- Apresentar os projetos executivos elaborados para adequação da estação.
- Descrever as obras executadas entre os anos de 2025 e 2026.

- Avaliar os resultados preliminares obtidos após a entrada em operação dos novos sistemas de tratamento de gases.

METODOLOGIA UTILIZADA

O trabalho foi desenvolvido sob a forma de estudo de caso aplicado, utilizando metodologia composta por levantamento documental, monitoramento ambiental, diagnóstico operacional, elaboração de projetos executivos e acompanhamento das obras de adequação da ETE São Luís.

Inicialmente foi realizado levantamento histórico das reclamações registradas pela população residente no entorno da estação desde sua inauguração. Paralelamente foram avaliados dados operacionais da ETE e características do sistema de esgotamento sanitário do município.

Posteriormente, durante o ano de 2023, foi contratado estudo especializado para monitoramento contínuo de sulfeto de hidrogênio utilizando equipamentos de alta sensibilidade capazes de medir concentrações em partes por bilhão (ppb), instalados em diferentes pontos estratégicos da estação e de seu entorno.

A partir dos resultados obtidos foram identificadas as principais fontes emissoras de H_2S e elaborado diagnóstico técnico das condições que favoreciam a geração e dispersão dos gases odorantes.

Com base nas conclusões do estudo, foram desenvolvidos projetos executivos contemplando:

- Adequação da chegada do esgoto bruto;
- Eliminação da elevatória principal de entrada;
- Implantação de novo barrilete hidráulico;
- Ampliação do sistema de biofiltração;
- Enclausuramento de unidades críticas;
- Ampliação dos sistemas de exaustão;

Os projetos serviram como base para a execução das obras ao longo dos anos de 2025 e 2026.

ESTUDO DE MONITORAMENTO DAS EMISSÕES ODORÍFERAS

Como primeira etapa do processo de diagnóstico das emissões odoríferas da ETE São Luís, foi realizada, durante o ano de 2023, uma campanha de monitoramento contínuo de sulfeto de hidrogênio (H_2S), conduzida por empresa especializada (empresa ACOEM) em monitoramento ambiental atmosférico. O objetivo principal do estudo consistiu na identificação quantitativa das principais fontes geradoras de odores presentes na estação, bem como na avaliação da influência das condições meteorológicas sobre a dispersão dos gases e a percepção de odor pela população residente no entorno.

Para execução da campanha foi utilizada uma estação autônoma de monitoramento ambiental modelo KUNAK AIR LITE, equipada com sensor específico para medição de sulfeto de hidrogênio (H_2S), além de sensores meteorológicos integrados para monitoramento de temperatura ambiente, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, velocidade e direção dos ventos. O equipamento foi configurado para realizar medições contínuas ao longo de 24 horas por dia, permitindo a obtenção de um histórico detalhado das concentrações medidas e sua correlação com as condições climáticas locais.

A campanha de monitoramento foi realizada entre os dias 13 de setembro e 21 de novembro de 2023, totalizando aproximadamente 70 dias consecutivos de operação. Durante todo o período de monitoramento, optou-se por não promover qualquer alteração operacional significativa na estação, incluindo a não aplicação de produtos químicos neutralizantes de odor, alterações de processo ou intervenções temporárias que pudessem influenciar os resultados obtidos. Essa estratégia teve como objetivo garantir que as medições refletissem fielmente as condições reais de operação da unidade e possibilitassem a identificação das fontes efetivas de emissão odorífera.

A definição dos pontos de monitoramento foi realizada de forma estratégica, considerando as principais unidades operacionais da estação, áreas com histórico de reclamações da comunidade e locais externos destinados à avaliação de possíveis fontes de odor não relacionadas diretamente à ETE.

Foram definidos cinco pontos de monitoramento, distribuídos da seguinte forma:

Ponto A – localizado nas proximidades dos reatores biológicos SBR e do poço de visita responsável pela descarga do efluente tratado, com o objetivo de avaliar eventual contribuição do processo biológico para a geração de odores;

Ponto B – instalado próximo à elevatória de chegada do esgoto bruto, unidade responsável pelo recebimento de toda a vazão afluente à estação, visando quantificar as emissões associadas à entrada do esgoto sanitário proveniente da rede coletora municipal;

Ponto C – localizado junto à área de adensamento e desidratação de lodo, contemplando a prensa desaguadora e as caçambas de armazenamento temporário do lodo desidratado, permitindo avaliar as emissões associadas ao manejo e processamento dos sólidos gerados no tratamento;

Ponto D – instalado nas proximidades das residências que historicamente registravam reclamações relacionadas à percepção de odores, buscando avaliar diretamente a exposição da população aos gases emitidos pela estação;

Ponto E – localizado em área externa à estação, próximo à via pública, com a finalidade de verificar a eventual contribuição de fontes odoríferas externas ao sistema de tratamento de esgoto.

Figura 03 – Localização dos pontos de monitoramento de H_2S na ETE São Luís.



Fonte: Relatório ACOEM, 2023.

Os resultados da campanha demonstraram variações relevantes entre os pontos avaliados. No Ponto A, localizado próximo aos reatores e ao poço de visita de descarga do efluente tratado, foi registrada concentração máxima de 251,77 ppb, com média de 12,01 ppb. Apesar da ocorrência de picos pontuais, os dados não indicaram o processo biológico dos reatores SBR como fonte predominante do problema odorífero, especialmente porque os episódios mais críticos de percepção comunitária não se concentravam junto a essa unidade. No Ponto B, próximo à elevatória de entrada de esgoto bruto, foi registrada concentração máxima de 171,28 ppb, com média de 5,44 ppb. Esse resultado, embora relevante, foi inferior ao esperado inicialmente pelo SAMAE, uma vez que a elevatória de esgoto bruto era tecnicamente considerada, em análise preliminar, o ponto mais provável para as maiores emissões de sulfeto de hidrogênio, devido ao recebimento do esgoto afluente após longo tempo de percurso em rede coletora e à ocorrência de turbulência hidráulica capaz de promover o desprendimento do gás dissolvido no meio líquido.

No Ponto C, instalado junto à casa de desidratação e ao adensador de lodo, foi registrada a maior concentração pontual de toda a campanha, atingindo 561,47 ppb, ainda que a média do período tenha permanecido em 4,43 ppb. Esse resultado demonstrou que a unidade de manejo de lodo possuía contribuição significativa para os episódios críticos de odor, especialmente em momentos específicos de operação, movimentação, desaguamento e armazenamento do lodo. A presença de biomassa concentrada, matéria orgânica estabilizada, umidade elevada e compostos sulfurados no lodo cria condição favorável ao desprendimento de gases odorantes, principalmente quando há revolvimento do material ou permanência temporária em caçambas abertas.

No Ponto D, localizado próximo às residências reclamantes, foi registrada concentração máxima de 449,98 ppb, com média de 6,02 ppb. Embora a concentração máxima tenha sido inferior à observada no Ponto C, este ponto foi considerado um dos mais críticos da campanha em razão de sua localização junto à comunidade diretamente impactada. A ocorrência de picos elevados nessa região confirmou que os odores não estavam restritos ao interior da estação, mas alcançavam efetivamente a área residencial lindeira, corroborando tecnicamente os relatos apresentados pelos moradores. No Ponto E, próximo à via pública, a concentração máxima registrada foi de 65,90 ppb, com média de 8,30 ppb, valores inferiores aos pontos mais críticos, indicando que as principais emissões percebidas na região estavam mais fortemente relacionadas às unidades internas da estação do que a fontes externas ao empreendimento.

Figura 04 – Medidor de odor instalado na estação.



Fonte: Samae, 2023.

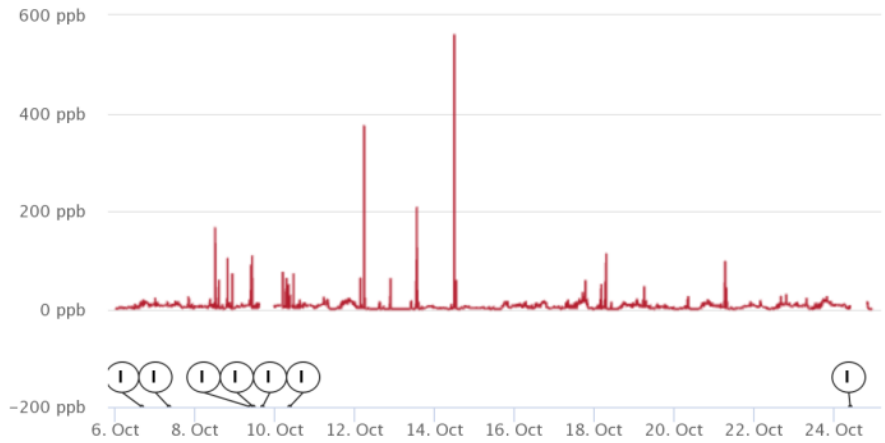
A interpretação técnica dos dados trouxe uma constatação relevante para o diagnóstico. Inicialmente, esperava-se que o Ponto B, localizado próximo à elevatória de entrada de esgoto bruto, apresentasse as maiores concentrações de H_2S, pois a elevatória recebe o esgoto bruto proveniente da rede coletora municipal e representa um local natural de desprendimento de gases dissolvidos, em razão da turbulência, queda hidráulica, variação de nível e agitação do efluente. Entretanto, a análise integrada dos resultados demonstrou que os pontos mais críticos foram o Ponto C, pela maior concentração pontual registrada, e o Ponto D, pela elevada concentração medida junto às residências reclamantes.

Em avaliação posterior realizada pelo SAMAE, interpretou-se que esse comportamento estava associado não apenas à localização das fontes emissoras, mas também à topografia interna da estação e ao comportamento físico do sulfeto de hidrogênio na atmosfera. O H_2S possui densidade superior à do ar, tendendo, em condições de baixa turbulência atmosférica, a se deslocar e permanecer em cotas mais baixas, especialmente quando

liberado próximo ao solo ou em ambientes com barreiras físicas laterais. Dessa forma, mesmo que a elevatória de entrada de esgoto bruto fosse uma fonte relevante de emissão, parte do gás liberado poderia não se dispersar verticalmente de maneira eficiente, passando a seguir caminhos preferenciais de escoamento junto ao terreno, muros, taludes e áreas de menor cota.

Nesse contexto, observou-se que a região do Ponto C encontrava-se em posição topográfica superior em relação à elevatória de entrada e à área das residências vizinhas. Assim, a medição elevada no Ponto C indicou a existência de emissão significativa na unidade de desidratação de lodo, mas também auxiliou na compreensão de que os gases gerados ou desprendidos nas unidades críticas da estação poderiam ser conduzidos por caminhos preferenciais ao longo do perímetro interno, especialmente junto ao muro divisório da estação. Como as residências reclamantes encontram-se em cota inferior à da estação de tratamento, interpretou-se que o sulfeto de hidrogênio, por sua maior densidade, poderia se deslocar rente ao solo e às barreiras físicas, acumulando-se ou sendo percebido com maior intensidade na região do Ponto D.

Figura 05 – Concentração de H_2S no Ponto C, ponto de maior emissão.



Fonte: Relatório ACOEM, 2023.

Essa interpretação foi fundamental para a evolução do diagnóstico, pois demonstrou que a análise das emissões odoríferas não poderia se limitar à identificação pontual da fonte geradora. Era necessário compreender o conjunto formado por fonte emissora, cota topográfica, densidade do gás, direção dos ventos, estabilidade atmosférica, umidade relativa e presença de barreiras físicas. Em outras palavras, o odor percebido nas residências não dependia exclusivamente da proximidade direta com a elevatória de esgoto bruto, mas da forma como o gás se desprendia, se acumulava e se deslocava no microambiente da estação até alcançar as áreas habitadas.

Além das concentrações de H_2S, foram avaliadas as variáveis meteorológicas registradas durante a campanha, especialmente temperatura, umidade relativa e direção dos ventos. O estudo demonstrou que os episódios de maior concentração ocorreram, predominantemente, em períodos de menor temperatura e maior umidade relativa, situação frequente no período noturno. Nessas condições, a dispersão atmosférica tende a ser menos eficiente, favorecendo a permanência dos compostos odorantes próximos ao solo e intensificando a percepção de odor nas áreas mais baixas e menos ventiladas. Essa condição reforçou a hipótese de que os episódios relatados pela comunidade estavam associados à combinação entre fontes internas de emissão, comportamento físico do H_2S e condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão.

Os resultados obtidos durante a campanha de monitoramento permitiram a identificação das principais fontes emissoras de H_2S e subsidiaram a tomada de decisões para as etapas subsequentes do projeto. Considerando a relevância do acompanhamento contínuo das emissões odoríferas, o SAMAE adquiriu, em 2024, equipamento próprio de monitoramento ambiental capaz de realizar medições contínuas de sulfeto de hidrogênio (H_2S), possibilitando o acompanhamento permanente das concentrações registradas na estação e em seu entorno. A implantação desse sistema permitiu a criação de uma base de dados histórica para avaliação do comportamento das emissões ao longo do tempo e para validação da eficiência das intervenções posteriormente implantadas.

SOLUÇÕES DE ENGENHARIA E INTERVENÇÕES

A conclusão da campanha de monitoramento e das análises técnicas realizadas permitiu ao SAMAE avançar para uma nova etapa do processo de enfrentamento das emissões odoríferas da ETE São Luís: a elaboração das soluções de engenharia voltadas à mitigação definitiva das fontes identificadas.

Até então, diversas medidas operacionais e corretivas vinham sendo adotadas ao longo dos anos na tentativa de reduzir os impactos causados pelos odores percebidos pela população residente no entorno da estação, como fechamento de PVs, enclausuramento do sistema, aplicação de produto químico, implantação de cortina verde de 9 metros de altura, entre outros. Entretanto, embora algumas dessas ações tenham produzido melhorias pontuais, os resultados obtidos demonstravam que a solução definitiva exigiria intervenções estruturais capazes de atuar diretamente nas fontes emissoras identificadas pelo estudo de monitoramento.

A partir da análise dos resultados obtidos em 2023, ficou evidente que o problema não estava relacionado ao processo biológico de tratamento realizado pelos reatores SBR, mas principalmente às emissões provenientes da chegada do esgoto bruto à estação, ao sistema de manejo do lodo e à dinâmica de dispersão dos gases odorantes para as áreas vizinhas.

Nesse contexto, uma das primeiras intervenções implementadas pelo SAMAE consistiu na eliminação da ligação existente entre a elevatória principal de esgoto bruto da estação e a rede coletora por gravidade responsável pelo atendimento das residências localizadas nas proximidades da ETE. O estudo indicava que um dos poços de visita existentes junto à comunidade funcionava como ponto potencial de escape dos gases presentes no sistema, especialmente em situações de retorno de fluxo e pressurização da tubulação.

Com o objetivo de eliminar essa possibilidade, o poço de visita foi convertido em uma pequena estação elevatória hermeticamente fechada, passando a recalcar os efluentes diretamente para o sistema por meio de uma nova linha de recalque. A intervenção eliminou a comunicação direta entre a rede coletora da vizinhança e a elevatória principal da estação, reduzindo significativamente a possibilidade de fuga de gases por esse trecho da rede.

Figura 06 – Adequação do sistema de contribuição da vizinhança e implantação da nova elevatória.



Fonte: SAMAE, 2024.

Embora a intervenção tenha apresentado ganhos operacionais importantes, os monitoramentos subsequentes e a continuidade das reclamações demonstraram que a origem do problema era mais complexa e envolvia a própria concepção hidráulica da chegada do esgoto bruto à estação.

As análises realizadas pela equipe técnica do SAMAE indicaram que a elevatória principal de esgoto bruto localizada nos fundos da ETE constituía um dos principais pontos de desprendimento dos gases acumulados ao longo do sistema coletor. Isso ocorria porque o esgoto afluente chegava à unidade após percorrer longas distâncias em condições predominantemente anaeróbias, transportando concentrações significativas de sulfeto de hidrogênio dissolvido. Ao atingir a elevatória, a intensa turbulência provocada pela entrada do efluente e pelo processo de bombeamento favorecia o desprendimento do gás para a atmosfera.

Figura 07 – Representação de como ocorre a produção de desprendimento de H2S nas tubulações.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Diante desse diagnóstico, concluiu-se que medidas voltadas exclusivamente ao tratamento do odor após sua geração não seriam suficientes para solucionar o problema de forma definitiva. Tornou-se necessário atuar também na própria configuração hidráulica da chegada do esgoto à estação, reduzindo os pontos de emissão e concentrando os gases em locais passíveis de captura e tratamento.

Com base nessas premissas, foi iniciado em 2024 o desenvolvimento dos projetos executivos para reconfiguração do sistema de entrada da ETE São Luís. A principal solução concebida consistiu na implantação de um novo barrilete de entrada do esgoto bruto diretamente na etapa de pré-tratamento,

eliminando completamente a necessidade de passagem pela elevatória principal localizada nos fundos da estação.

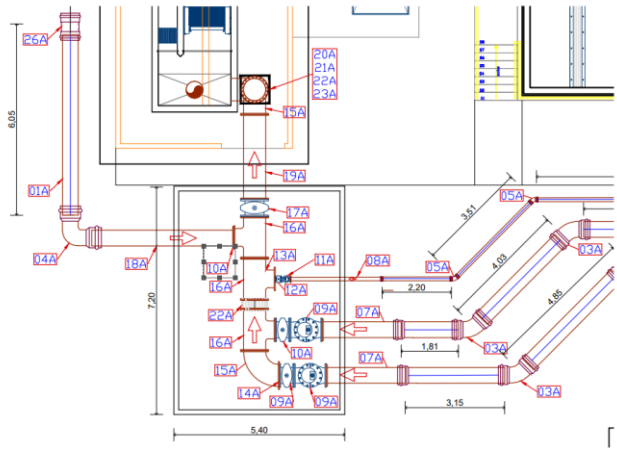
A nova configuração hidráulica permitiria a desativação da elevatória de chegada do esgoto bruto, eliminando uma das principais fontes emissoras identificadas durante o monitoramento. Além disso, a alteração possibilitaria concentrar os gases gerados em ambientes confinados e controlados, favorecendo sua coleta e posterior tratamento por sistemas específicos de desodorização.

Paralelamente às modificações hidráulicas, os estudos demonstraram a necessidade de ampliação significativa da infraestrutura de tratamento dos gases gerados na estação. Embora a ETE já contasse com unidades de biofiltração instaladas em pontos específicos do processo, verificou-se que a capacidade existente não seria suficiente para atender às novas condições operacionais previstas após as adequações.

Dessa forma, os projetos passaram a contemplar a implantação de novos biofiltros de maior porte, dimensionados especificamente para atender as vazões de ar provenientes das unidades críticas identificadas durante o diagnóstico. A proposta contemplou a instalação de sistema dedicado para o pré-tratamento e outro para a área de desidratação de lodo, unidades apontadas como as principais fontes emissoras de H_2S.

Para garantir a eficiência dos biofiltros, os projetos também incluíram o enclausuramento das edificações do pré-tratamento e da casa de desidratação de lodo. Essa medida permitiria a captura integral dos gases gerados no interior dessas unidades, impedindo sua dispersão direta para a atmosfera e direcionando-os para tratamento nos sistemas de exaustão e biofiltração.

Figura 08 – Concepção do novo sistema de entrada do esgoto bruto.



Fonte: Projeto Executivo ETE São Luís, 2024.

A estratégia adotada pelo SAMAE baseou-se no conceito de controle em múltiplas barreiras, amplamente utilizado em sistemas modernos de controle de odores. Nesse modelo, busca-se inicialmente reduzir ou eliminar a geração dos gases, posteriormente capturar as emissões remanescentes em ambientes confinados e, por fim, promover seu tratamento antes da liberação para a atmosfera.

OBRAS DE ADEQUAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE CONTROLE DE ODORES

Os projetos executivos desenvolvidos ao longo de 2024 serviram como base para os processos licitatórios e para a execução das obras de adequação realizadas entre os anos de 2025 e 2026, constituindo o maior conjunto de investimentos já realizado especificamente para controle de emissões odoríferas no Sistema de Esgotamento Sanitário de Jaraguá do Sul.

Com base nos estudos de monitoramento realizados em 2023 e nos projetos executivos desenvolvidos ao longo de 2024, o SAMAE iniciou a fase de implantação das intervenções estruturais destinadas ao controle das emissões odoríferas da ETE São Luís nos anos de 2025 e 2026.

Um dos principais desafios enfrentados durante a execução das intervenções esteve relacionado ao fato de que todas as obras precisaram ser realizadas com a estação em plena operação. A ETE São Luís é responsável pelo tratamento dos esgotos gerados por mais de 50 mil habitantes e, portanto, não havia possibilidade de paralisação dos processos de tratamento para execução das adequações. Dessa forma, todas as etapas construtivas foram cuidadosamente planejadas para garantir a continuidade operacional da estação, preservando a eficiência do tratamento e o atendimento aos padrões ambientais exigidos pelos órgãos de controle.

As intervenções iniciaram pela implantação da nova infraestrutura hidráulica destinada ao recebimento do esgoto bruto. O projeto previa a substituição da configuração original de chegada dos efluentes, que direcionava toda a vazão afluente para a elevatória principal localizada nos fundos da estação. Conforme apontado pelos estudos realizados, essa unidade representava um dos principais pontos de desprendimento de sulfeto de hidrogênio para a atmosfera, em razão da intensa turbulência hidráulica promovida pela chegada do esgoto e pelo processo de bombeamento.

Para solucionar essa condição, foi implantado um novo barrilete de entrada do esgoto bruto, permitindo que os efluentes passassem a ser direcionados diretamente para a etapa de pré-tratamento. A nova configuração eliminou a necessidade de utilização da elevatória principal de chegada, reduzindo significativamente os mecanismos de liberação de gases odorantes e permitindo que os pontos de emissão passassem a ser concentrados em ambientes passíveis de confinamento e tratamento, assim como redução de consumo energético da estação.

Figura 09 – Implantação do novo barrilete de entrada do esgoto bruto.



Fonte: SAMAE, 2025.

Paralelamente às adequações hidráulicas, foi executado o enclausuramento das unidades identificadas como principais fontes emissoras de gases odorantes. Essa etapa contemplou o fechamento hermético das estruturas do pré-tratamento e da casa de desidratação de lodo, criando ambientes confinados capazes de impedir a dispersão direta dos gases para a atmosfera.

O enclausuramento constituiu uma etapa fundamental para o sucesso do empreendimento, uma vez que sistemas de tratamento de gases dependem da coleta eficiente das emissões para que possam atuar adequadamente. Sem o confinamento das fontes emissoras, parcela significativa dos gases continuaria sendo liberada diretamente para o ambiente externo, reduzindo a eficiência global do sistema de controle de odores, desta forma, a sala de pré-tratamento foi totalmente fechada e a sala de desidratação também recebeu tratamento em suas esquadrias para total enclausuramento.

A etapa seguinte consistiu na implantação dos novos biofiltros destinados ao tratamento dos gases odorantes. Os equipamentos foram projetados para receber o ar proveniente do pré-tratamento e da unidade de

desidratação de lodo, promovendo a remoção dos compostos sulfurados através de processos biológicos. Nessa tecnologia, os gases atravessam um meio filtrante especialmente desenvolvido para servir de suporte ao crescimento de microrganismos capazes de degradar os compostos responsáveis pelos odores.

Os novos biofiltros foram concebidos com capacidade significativamente superior aos sistemas anteriormente existentes na estação, permitindo o tratamento das vazões de ar previstas para as novas condições operacionais. O dimensionamento considerou as concentrações de sulfeto de hidrogênio identificadas durante a campanha de monitoramento, as vazões de exaustão necessárias para cada ambiente e as metas de eficiência estabelecidas para o controle das emissões odoríferas.

Além da implantação das novas unidades, o projeto contemplou a integração dos biofiltros ao sistema de monitoramento operacional da estação, permitindo acompanhamento contínuo das condições de funcionamento dos equipamentos e avaliação de desempenho ao longo do tempo.

Figura 10 – Implantação dos novos biofiltros da ETE São Luís.



Fonte: SAMAE, 2026.

Concluídas as etapas construtivas, foram realizados testes operacionais, ajustes hidráulicos, comissionamento dos equipamentos eletromecânicos e validação dos sistemas de exaustão e tratamento dos gases. Após a conclusão dos procedimentos de partida assistida, os novos biofiltros entraram oficialmente em operação em 29 de maio de 2026, marcando o início de uma nova fase no programa de controle de odores da ETE São Luís.

A entrada em operação dos sistemas implantados permitiu iniciar uma etapa contínua de monitoramento e avaliação de desempenho, destinada a verificar a efetividade das soluções adotadas e quantificar os ganhos obtidos em relação às condições anteriormente observadas. Os resultados preliminares indicam redução significativa das emissões odoríferas percebidas no entorno da estação, embora a consolidação definitiva dos resultados dependa da continuidade dos monitoramentos e da formação de uma série histórica representativa após a implantação completa das melhorias.

As intervenções executadas transformaram a ETE São Luís em um importante caso de aplicação prática de engenharia sanitária voltada ao controle de odores, demonstrando a importância da utilização de dados de monitoramento, diagnóstico técnico detalhado e soluções estruturantes para enfrentamento de problemas ambientais complexos em sistemas de esgotamento sanitário inseridos em áreas urbanas consolidadas.

RESULTADOS OBTIDOS

A campanha de monitoramento realizada entre setembro e novembro de 2023 permitiu identificar quantitativamente as principais fontes associadas às emissões odoríferas da ETE São Luís. Os maiores registros de sulfeto de hidrogênio (H_2S) foram observados nos pontos localizados próximos à casa de

desidratação de lodo (Ponto C) e às residências reclamantes (Ponto D), enquanto os reatores biológicos SBR não apresentaram contribuição significativa para as emissões observadas.

O monitoramento também evidenciou a influência das condições meteorológicas sobre a ocorrência dos episódios de odor, sendo observadas maiores concentrações de H_2S em períodos de menor temperatura e maior umidade relativa do ar, especialmente durante o período noturno. Como resultado complementar às ações desenvolvidas, o SAMAE implantou, em 2024, um sistema próprio de monitoramento contínuo de sulfeto de hidrogênio (H_2S), operando ininterruptamente 24 horas por dia. A iniciativa permitiu ampliar significativamente a capacidade de acompanhamento das emissões odoríferas da ETE São Luís, fornecendo dados contínuos para avaliação operacional da estação e para acompanhamento dos resultados obtidos após a implantação das obras de adequação.

Com base nos resultados obtidos, foi executada uma intervenção inicial na rede coletora próxima à estação, eliminando a ligação por gravidade existente entre a rede da vizinhança e a elevatória principal de esgoto bruto, por meio da implantação de uma nova elevatória hermeticamente fechada e respectiva linha de recalque.

Posteriormente, foram elaborados os projetos executivos de adequação da ETE São Luís, culminando na implantação de um novo barrilete de entrada do esgoto bruto, no enclausuramento das unidades críticas do pré-tratamento e da desidratação de lodo, bem como na instalação de novos sistemas de exaustão e biofiltração para tratamento dos gases gerados.

Os novos biofiltros entraram em operação em 29 de maio de 2026, iniciando a fase de monitoramento pós-implantação. Os resultados preliminares indicam adequado funcionamento dos sistemas implantados e redução da dispersão dos gases para a atmosfera, estando em andamento a consolidação dos dados operacionais e ambientais para avaliação da eficiência global das intervenções.

Tabela 1 – Comparação entre o cenário pré e pós-intervenção.

Aspecto Avaliado	**Situação Anterior**	**Situação Atual Após Implantação das Melhorias**
Recebimento do esgoto bruto	Estação elevatória aberta, favorecendo a dispersão de gases odoríferos para o ambiente	Implantação de barrilete com encaminhamento direto ao sistema de pré-tratamento, reduzindo a exposição do esgoto bruto ao ambiente externo
Sistema de tratamento de gases	Biofiltros com capacidade limitada de tratamento e menor eficiência operacional	Implantação de biofiltros de alta capacidade, proporcionando maior eficiência na remoção de compostos odoríferos
Unidade de pré-tratamento	Estruturas abertas com potencial emissão de odores para áreas adjacentes	Enclausuramento completo das unidades, permitindo captação e tratamento controlado dos gases gerados
Sistema de desaguamento de lodo	Operação em ambiente aberto, favorecendo a dispersão de odores	Enclausuramento da área de desaguamento, reduzindo emissões fugitivas e melhorando as condições operacionais
Monitoramento de sulfeto de hidrogênio (H_2S)	Monitoramento pontual voltado ao diagnóstico da situação operacional	Monitoramento contínuo para acompanhamento da eficiência do sistema de controle de odores
Reclamações relacionadas a odores	Registro frequente de manifestações da comunidade do entorno	Indicador em processo de avaliação após implantação das melhorias e consolidação da operação dos sistemas

Fonte: Elaboração própria do autor.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O monitoramento realizado em 2023 foi decisivo para alterar a percepção inicial sobre a origem predominante dos odores. Embora fosse esperado que a elevatória de entrada de esgoto bruto apresentasse as maiores concentrações de H_2S, os dados demonstraram que os pontos mais críticos estavam associados à casa de desidratação de lodo e à região próxima às residências reclamantes. Esse resultado evidenciou que a emissão odorífera não poderia ser compreendida apenas pela proximidade direta da fonte, mas também pelo deslocamento preferencial dos gases ao longo da estação.

A interpretação técnica do SAMAE considerou que o sulfeto de hidrogênio, por possuir densidade superior à do ar, tende a permanecer em cotas mais baixas, principalmente em condições de baixa ventilação e estabilidade atmosférica. Essa característica ajuda a explicar a percepção dos odores junto às residências localizadas em cota inferior à estação, especialmente quando os gases se deslocam rente ao solo e junto ao muro divisório.

A maior concentração registrada no Ponto C reforçou a importância da casa de desidratação de lodo como unidade crítica no controle de odores. O lodo desidratado possui elevada carga de biomassa e matéria orgânica, podendo liberar compostos sulfurados durante o desaguamento, armazenamento temporário e movimentação. Assim, a solução de enclausuramento e exaustão dessa unidade mostrou-se tecnicamente compatível com a natureza do problema identificado.

A permanência de reclamações após a intervenção preliminar no poço de visita demonstrou que medidas pontuais, embora importantes, não eram suficientes para resolver integralmente o problema. Esse resultado justificou a adoção de uma solução mais abrangente, baseada na reconfiguração hidráulica da chegada do esgoto bruto, no confinamento das unidades críticas e no tratamento dos gases por biofiltração.

A implantação do novo barrilete de entrada representou uma alteração estratégica na concepção operacional da estação, pois eliminou a chegada do esgoto bruto em uma elevatória aberta localizada nos fundos da ETE. Com isso, reduziu-se o desprendimento difuso de H_2S e concentrou-se a emissão em ambiente controlado, mais adequado para captação e tratamento.

O enclausuramento do pré-tratamento e da casa de desidratação foi determinante para a eficiência do sistema, pois biofiltros somente apresentam desempenho efetivo quando os gases são adequadamente captados e conduzidos ao meio filtrante. Dessa forma, a solução implantada atuou em múltiplas frentes: reduziu pontos de emissão, confinou fontes críticas, aumentou a capacidade de exaustão e ampliou o tratamento biológico dos gases.

Os resultados preliminares pós-implantação ainda devem ser avaliados com cautela, pois o sistema entrou em operação recentemente e depende da formação de série histórica representativa. Mesmo assim, a mudança de configuração da estação demonstra avanço significativo na gestão ambiental da ETE São Luís, substituindo um modelo de controle parcial e reativo por uma estrutura de controle integrada, monitorável e tecnicamente fundamentada.

Os resultados preliminares observados após a entrada em operação dos novos biofiltros, ocorrida em 29 de maio de 2026, indicam comportamento compatível com os objetivos estabelecidos durante a fase de projeto. Durante a primeira semana de operação do novo sistema, não foram registradas reclamações relacionadas a odores provenientes da ETE São Luís, situação distinta daquela observada anteriormente em determinados períodos operacionais da estação. Embora esse período ainda seja insuficiente para conclusões definitivas acerca da eficiência global das intervenções, os resultados iniciais demonstram uma tendência positiva e reforçam a adequação das soluções de engenharia adotadas.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O desenvolvimento deste trabalho permitiu identificar as principais fontes de emissão de odores da ETE São Luís e implementar soluções de engenharia direcionadas ao controle do sulfeto de hidrogênio (H_2S). Os estudos realizados demonstraram que as maiores contribuições para a geração de odores estavam associadas à chegada do esgoto bruto e ao sistema de desidratação de lodo, não sendo observada contribuição significativa dos reatores biológicos SBR.

Com base nos resultados obtidos, foram implantadas intervenções estruturais envolvendo a reconfiguração da entrada do esgoto bruto, o enclausuramento das unidades críticas e a instalação de novos biofiltros para tratamento dos gases gerados. Essas ações permitiram concentrar e tratar as emissões em pontos controlados da estação.

Os resultados preliminares observados após a entrada em operação dos biofiltros indicam redução das emissões odoríferas e ausência de reclamações registradas durante a primeira semana de operação do novo sistema. Entretanto, por se tratar de um período ainda reduzido de avaliação, a consolidação dos resultados dependerá da continuidade do monitoramento.

Como recomendação, destaca-se a manutenção do monitoramento contínuo de H_2S implantado pelo SAMAE, permitindo acompanhar diariamente o desempenho dos biofiltros e avaliar a eficiência das intervenções ao longo do tempo. Recomenda-se ainda a continuidade das ações de gestão e melhoria contínua do sistema, visando garantir a redução permanente dos impactos odoríferos à comunidade do entorno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. VON SPERLING, M. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

2. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12209: Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 2011.

3. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9649: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986.

4. BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, 2020.

5. BRASIL. Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Diário Oficial da União, Brasília, 2021.

6. CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial da União, Brasília, 2011.

7. CONSEMA – CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA. Resolução nº 182, de 2021. Dispõe sobre padrões e condições de lançamento de efluentes líquidos no estado de Santa Catarina.

8. SAMAE – SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE JARAGUÁ DO SUL. Dados operacionais e projetos técnicos do sistema de esgotamento sanitário. Jaraguá do Sul, 2023–2026.

9. SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2022/2023. Brasília: Ministério das Cidades.