IMPERMEABILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS HIDRÁULICAS EM ETA EM FUNCIONAMENTO: ESTUDO DE CASO DOS DESAFIOS OPERACIONAIS E DOS RESULTADOS OBTIDOS NA ETA SUL DO SAMAE DE JARAGUÁ DO SUL

Hericson Meneghelli[(1)]
Graduado em Engenharia Sanitária pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), com pós-graduações em Legislação, Perícia e Auditoria Ambiental e em Engenharia Ambiental e Saneamento Básico, ambas pela Universidade Estácio de Sá.
Bruno Dilmo de Souza[(2)]
Engenheiro Civil, especialista em Gestão de Obras e Projetos e em Engenharia do Saneamento Básico, com ênfase em Sistemas de Água e Esgoto. Atua na gestão, planejamento, fiscalização e execução de obras de infraestrutura de saneamento, com experiência em sistemas de abastecimento de água e coleta de esgoto sanitário.
Deverson Simioni[(3)]
Engenheiro Sanitarista e Ambiental — Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC, 2005).

Endereço[(1)]**:** Rua dos Imigrantes, nº 300, apartamento 11, bloco D - Rau – Jaraguá do Sul – Santa Catarina - CEP: 89254-430 - Brasil - Tel: +55 (47) 99944-5990 - e-mail: hericson.meneghelli@samaejs.com.br**.**

RESUMO

A execução de obras em Estações de Tratamento de Água (ETAs) em operação representa um desafio significativo para a engenharia sanitária, uma vez que as intervenções devem ser realizadas sem comprometer a continuidade do abastecimento público. Neste contexto, o presente trabalho apresenta um estudo de caso da recuperação estrutural e impermeabilização da Estação de Tratamento de Água Sul (ETA Sul), do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) de Jaraguá do Sul, Santa Catarina. A pesquisa contemplou o diagnóstico das patologias existentes, a definição das soluções de engenharia adotadas, o acompanhamento da execução das obras e a avaliação dos impactos operacionais decorrentes das intervenções. Os serviços foram executados entre 2023 e 2026, abrangendo reservatórios, decantadores, filtros rápidos e canais hidráulicos, com utilização de sistema impermeabilizante à base de poliuretano elastomérico flexível. Os resultados demonstraram redução superior a 95% dos vazamentos identificados, recuperação da estanqueidade das estruturas e aumento da confiabilidade operacional da estação. Paralelamente, estratégias operacionais e manobras hidráulicas permitiram a manutenção do abastecimento de aproximadamente 40 mil habitantes durante a execução da obra, evidenciando a viabilidade técnica de intervenções estruturais em ETAs em operação.

PALAVRAS-CHAVE: Impermeabilização de ETA; Segurança hídrica; Abastecimento público.

INTRODUÇÃO

A execução de obras em Estações de Tratamento de Água (ETAs) em operação constitui um dos maiores desafios da engenharia sanitária e de recursos hídricos. Diferentemente de empreendimentos convencionais da construção civil, nos quais a paralisação temporária das atividades normalmente não produz impactos diretos à população, intervenções em unidades de tratamento de água precisam ser conduzidas de forma a preservar continuamente a produção e distribuição de água potável. Qualquer redução significativa da capacidade operacional de uma estação pode resultar em riscos de desabastecimento, comprometimento da qualidade da água distribuída e impactos diretos sobre atividades residenciais, comerciais, industriais e serviços essenciais, como hospitais e unidades de saúde (ABNT, 1992; LIBÂNIO, 2010).

Além dos desafios relacionados à continuidade operacional, obras em ETAs apresentam elevada complexidade técnica em função das condições de trabalho. As intervenções frequentemente ocorrem em estruturas confinadas, ambientes úmidos, unidades sujeitas a esforços hidráulicos constantes e instalações que necessitam permanecer em funcionamento parcial durante a execução dos serviços. Nesse cenário, o planejamento integrado entre engenharia, operação e controle de abastecimento torna-se fator determinante para o sucesso

do empreendimento, exigindo a adoção de estratégias operacionais específicas, manobras hidráulicas na rede de distribuição, monitoramento contínuo dos reservatórios e comunicação eficiente entre os diversos setores envolvidos (LIBÂNIO, 2010; DI BERNARDO; DANTAS, 2022).

Dentro desse contexto insere-se a obra de impermeabilização e recuperação estrutural da Estação de Tratamento de Água Sul (ETA Sul), pertencente ao Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) de Jaraguá do Sul, Santa Catarina. A ETA Sul entrou em operação em 2011, possuindo capacidade nominal de produção de aproximadamente 160 L/s e desempenhando papel estratégico no abastecimento de uma parcela significativa da população do município. Após mais de uma década de operação contínua, diversas unidades da estação passaram a apresentar manifestações patológicas associadas ao envelhecimento dos materiais e às condições permanentes de exposição à água, incluindo vazamentos internos e externos em reservatórios, decantadores, filtros e canais hidráulicos, além de pontos de infiltração e degradação localizada das estruturas de concreto.

Os vazamentos observados geravam perdas de água tratada, comprometiam a eficiência operacional do sistema e aceleravam processos de deterioração estrutural, tornando necessária a realização de uma intervenção abrangente para recuperação das unidades. Em função da impossibilidade de paralisação integral da estação, a obra foi planejada de forma faseada e executada entre os anos de 2023 e 2026, contemplando inicialmente os reservatórios, posteriormente os decantadores, os filtros e, por fim, os canais hidráulicos.

Após estudos técnicos e avaliação de diferentes alternativas disponíveis no mercado, foi adotado como solução principal o sistema de impermeabilização por poliuretano elastomérico flexível aplicado por projeção mecânica. O poliuretano consiste em um polímero de elevada resistência química e mecânica, amplamente utilizado em obras de infraestrutura hidráulica devido à sua elevada capacidade de aderência ao substrato, elasticidade, resistência à abrasão e capacidade de acomodação de pequenas movimentações estruturais sem perda de estanqueidade. Quando aplicado com espessuras adequadas e associado a geotêxteis estruturantes, o sistema forma uma membrana contínua, sem juntas, capaz de promover elevada proteção contra infiltrações e vazamentos, além de aumentar significativamente a vida útil das estruturas tratadas. Outra característica relevante para aplicações em sistemas de abastecimento é a disponibilidade de formulações certificadas para contato com água destinada ao consumo humano, atendendo aos requisitos sanitários exigidos para unidades de tratamento e reservação (USEPA, 2020).

Entretanto, embora a tecnologia de impermeabilização adotada apresentasse elevado potencial de desempenho, a maior dificuldade do empreendimento não estava relacionada apenas à execução dos serviços, mas principalmente à manutenção da operação da ETA durante as intervenções. A necessidade de manter o abastecimento de aproximadamente 40 mil habitantes exigiu a implementação de diversas medidas operacionais, incluindo alterações na dinâmica de distribuição de água do município, manobras hidráulicas na rede de abastecimento, integração com outros sistemas produtores, adequações nas rotinas operacionais da estação e monitoramento permanente dos níveis de reservação.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo apresentar as principais dificuldades enfrentadas durante a execução da obra de impermeabilização e recuperação estrutural da ETA Sul, bem como discutir as estratégias adotadas para garantir a continuidade do abastecimento público e analisar os resultados obtidos após a conclusão das intervenções, especialmente em relação à redução dos vazamentos, melhoria da confiabilidade operacional e preservação da integridade estrutural das unidades de tratamento.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Apresentar os resultados técnicos, estruturais e operacionais obtidos durante a execução da obra de impermeabilização e recuperação estrutural da ETA Sul do SAMAE de Jaraguá do Sul, destacando os desafios associados à manutenção do abastecimento público durante a execução das intervenções.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a eficiência técnica do sistema impermeabilizante aplicado nas estruturas hidráulicas da ETA Sul.

- Demonstrar os principais desafios operacionais relacionados à execução de obras em uma estação de tratamento de água em operação contínua.

- Apresentar as estratégias hidráulicas e operacionais utilizadas para evitar desabastecimento durante as etapas críticas da obra.

- Contribuir tecnicamente para futuras intervenções de recuperação estrutural em sistemas públicos de abastecimento de água.

METODOLOGIA

Inicialmente, será apresentada a caracterização da área de estudo e do sistema de abastecimento de água analisado, contemplando os principais aspectos físicos, operacionais e territoriais relacionados ao município de Jaraguá do Sul e aos mananciais utilizados para abastecimento público. Essa contextualização tem como finalidade proporcionar melhor compreensão dos procedimentos metodológicos adotados ao longo da pesquisa, bem como facilitar a interpretação e análise dos resultados obtidos durante o desenvolvimento do estudo.

METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se como aplicada, de abordagem quali-quantitativa, estruturada sob a forma de estudo de caso voltado à análise da execução da obra de recuperação estrutural e impermeabilização da Estação de Tratamento de Água Sul (ETA Sul) do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Jaraguá do Sul, bem como dos desafios operacionais associados à manutenção do abastecimento público durante a realização das intervenções. Foram utilizados dados qualitativos relacionados às condições estruturais das unidades, às dificuldades operacionais encontradas durante a obra e às estratégias adotadas para manutenção da produção de água, além de dados quantitativos referentes à redução dos vazamentos observados após a conclusão dos serviços. Segundo Gil (2008), a pesquisa aplicada tem como finalidade gerar conhecimentos direcionados à solução de problemas específicos da realidade prática, enquanto a abordagem quali-quantitativa permite integrar avaliações técnicas e operacionais com indicadores mensuráveis de desempenho. De forma complementar, Yin (2015) define o estudo de caso como estratégia metodológica adequada à investigação aprofundada de fenômenos contemporâneos inseridos em contextos reais.

Inicialmente foi realizado o diagnóstico das patologias existentes nas estruturas da ETA Sul, identificando vazamentos internos e externos, infiltrações, falhas de estanqueidade e degradação superficial do concreto em reservatórios, decantadores, filtros rápidos e no canal de água floculada. A partir desse levantamento foram avaliadas diferentes tecnologias de impermeabilização disponíveis no mercado, incluindo sistemas cristalizantes, argamassas poliméricas, poliureia e poliuretano. A seleção da solução considerou critérios de aderência ao substrato, elasticidade, resistência química, resistência à abrasão, durabilidade, compatibilidade com água destinada ao consumo humano e viabilidade operacional. Com base nos estudos realizados, foi adotado sistema impermeabilizante em poliuretano elastomérico flexível bicomponente, aplicado mecanicamente por equipamento Airless Spray Plural Component sobre geotêxtil não tecido, com espessura mínima de 4,0 mm.

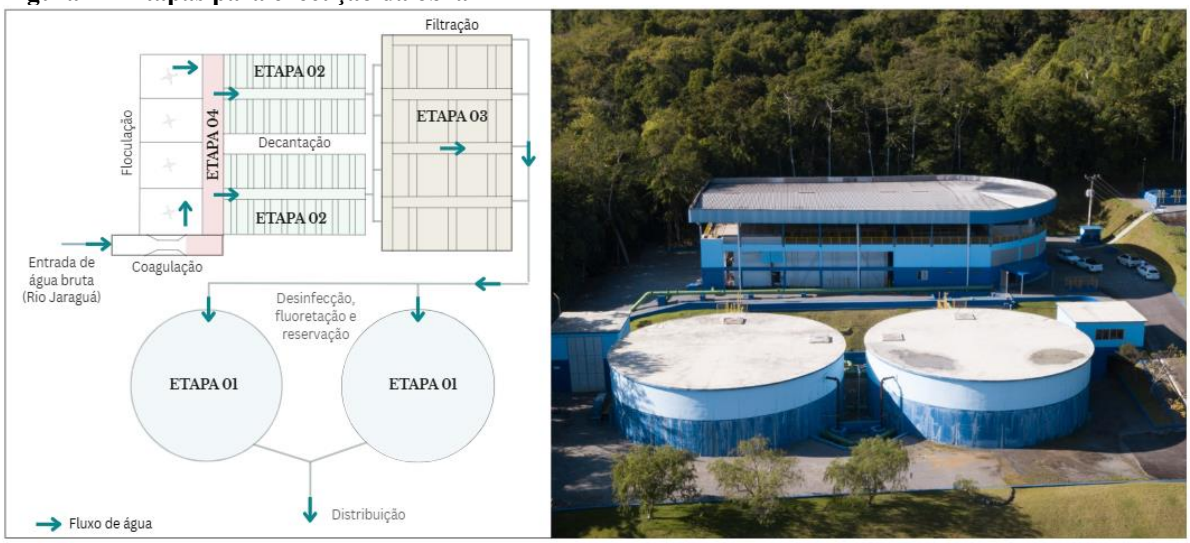
A obra foi iniciada em agosto de 2023 e executada em etapas estrategicamente planejadas para permitir a continuidade operacional da estação. O custo total da obra foi de R$ 4.822.665,94, sendo a maior parcela destinada para a etapa de impermeabilização das unidades. Cabe enfatizar que o mesmo contrato contou com a mão de obra e materiais para reforço estrutural dos decantadores e troca do leito filtrante.

A primeira etapa contemplou a impermeabilização dos reservatórios de água tratada, executada entre agosto e dezembro de 2023. Na sequência foram realizados os serviços de recuperação estrutural e impermeabilização dos decantadores, entre janeiro de 2024 e setembro de 2025. A terceira etapa compreendeu a recuperação e impermeabilização dos filtros rápidos, executada entre setembro de 2025 e abril de 2026. Por fim, em maio de 2026, foi realizada a impermeabilização do canal de água floculada localizado entre os floculadores e os decantadores.

A Figura 1 apresenta a divisão de etapas para realização da obra, sendo: etapa 01 – impermeabilização dos reservatórios; etapa 02 – recuperação estrutural e impermeabilização dos decantadores; etapa 03 –

impermeabilização e troca do leito filtrante dos filtros rápidos; etapa 04 – impermeabilização de canais hidráulicos (canal de água bruta e canal de água floculada).

Figura 1 – Etapas para execução da obra



Fonte: Arquivos do Samae de Jaraguá do Sul, 2025.

Paralelamente à execução das obras, foram implementadas medidas operacionais destinadas a garantir a continuidade do abastecimento público, incluindo manobras hidráulicas na rede de distribuição, integração operacional com outros sistemas produtores, adequações temporárias das zonas de abastecimento e monitoramento contínuo das condições operacionais da estação. Os resultados obtidos foram avaliados a partir da comparação das condições observadas antes e após as intervenções, considerando principalmente a redução dos vazamentos, a recuperação da estanqueidade das estruturas e os impactos operacionais decorrentes da execução da obra.

O item a seguir apresentará alguns detalhes do local de estudo, que buscarão auxiliar na interpretação e compreensão dos resultados.

LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido no município de Jaraguá do Sul, localizado na região Norte do estado de Santa Catarina, inserido na bacia hidrográfica do Rio Itapocu e consolidado como um dos principais polos industriais do estado. O território municipal limita-se com os municípios de Corupá, São Bento do Sul, Schroeder, Guaramirim, Massaranduba, Blumenau, Pomerode e Joinville, estando inserido em uma região de forte dinamismo econômico, elevada densidade populacional e intensa movimentação logística (STEINBACH; TOMASELLI; REFOSCO, 2015). Essas características exercem influência direta sobre a demanda por água tratada e sobre a gestão dos recursos hídricos utilizados para abastecimento público.

O sistema de abastecimento municipal utiliza como principais mananciais os rios Itapocu e Jaraguá. O Rio Jaraguá possui nascentes localizadas em áreas de relevo montanhoso no próprio território municipal, apresentando bacia hidrográfica mais restrita e predominantemente inserida em Jaraguá do Sul. O Rio Itapocu, por sua vez, recebe contribuições de uma área de drenagem mais ampla, abrangendo municípios localizados a montante, especialmente Corupá e São Bento do Sul, além de ser influenciado por importantes corredores rodoviários e ferroviários que atravessam sua bacia hidrográfica (STEINBACH; TOMASELLI; REFOSCO, 2015).

O abastecimento de água do município é realizado por meio de duas Estações de Tratamento de Água convencionais, denominadas ETA Central e ETA Sul. Ambas possuem unidades de captação, gradeamento, desarenação, coagulação, floculação, decantação, filtração e sistemas de dosagem de produtos químicos, compondo o processo convencional de tratamento de água para consumo humano. A Figura 2 apresenta imagens aéreas das duas unidades de tratamento, permitindo visualizar a configuração geral da ETA Sul e da ETA Central no contexto do sistema municipal de abastecimento.

Figura 2 – Estações de Tratamento de Água do Samae de Jaraguá do Sul: (a) ETA Sul; (b) ETA Central



Fonte: Arquivos do Samae de Jaraguá do Sul, 2025.

A ETA Central, inaugurada em 2018 e abastecida pelo Rio Itapocu, constitui a principal unidade produtora de água tratada do município. A estação possui capacidade nominal de tratamento de até 1.000 L/s e é responsável por aproximadamente 80% do abastecimento público de Jaraguá do Sul. Seu dimensionamento considerou projeções de crescimento demográfico e expansão urbana de longo prazo, motivo pelo qual atualmente opera com margem relevante de capacidade instalada, contribuindo para a segurança operacional do sistema e para o atendimento das demandas futuras.

A ETA Sul, objeto principal deste estudo de caso, foi inaugurada em 2011 e é abastecida pelo Rio Jaraguá. A unidade possui capacidade nominal de tratamento de até 160 L/s, respondendo por aproximadamente 20% da produção de água tratada do município. Apesar de sua menor capacidade quando comparada à ETA Central, a ETA Sul desempenha função estratégica no sistema de abastecimento, pois atende uma região específica do município e contribui para a descentralização da produção de água tratada.

Após mais de uma década de operação contínua, a ETA Sul passou a apresentar manifestações patológicas em diferentes unidades do processo de tratamento e reservação. Foram identificados vazamentos internos e externos, infiltrações, destacamento de revestimentos antigos, degradação superficial do concreto, falhas de estanqueidade e pontos de fissuração em reservatórios, decantadores, filtros rápidos e canais hidráulicos. Essas patologias resultavam em perdas de água, redução da confiabilidade estrutural das unidades e aumento da complexidade operacional da estação, justificando a necessidade de execução de obra de recuperação estrutural e impermeabilização.

A estação é composta por unidades hidráulicas interdependentes, incluindo reservatórios de água tratada, decantadores, filtros rápidos e canais de condução entre as etapas de tratamento. Para melhor compreensão do escopo da intervenção, será apresentada uma figura contendo o croqui da ETA Sul, com a demarcação das unidades contempladas na obra e a indicação das principais etapas executivas. Essa representação permitirá visualizar a sequência de intervenção adotada, iniciando pelos reservatórios, seguindo pelos decantadores, filtros rápidos e, por fim, pelo canal de água floculada localizado entre os floculadores e os decantadores.

As duas ETAs operam integradas ao sistema municipal de reservação e distribuição, composto por reservatórios, estações de recalque, boosters e setores operacionais interligados. Essa integração possibilita a realização de manobras hidráulicas e ações de contingência voltadas ao aumento da resiliência do abastecimento público. No caso da obra da ETA Sul, essa característica foi fundamental para permitir a execução das intervenções sem paralisação prolongada do fornecimento de água à população atendida.

RESULTADOS OBTIDOS

O serviço de impermeabilização das estruturas da Estação de Tratamento de Água — ETA Sul — foi executado por etapas, seguindo uma sequência definida conforme a dinâmica do processo de tratamento de água e o impacto que cada intervenção poderia causar no abastecimento dos munícipes. Assim, foi estabelecida a seguinte ordem de execução: reservatórios, decantadores, filtros e, por fim, os canais hidráulicos.

IMPERMEABILIZAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS

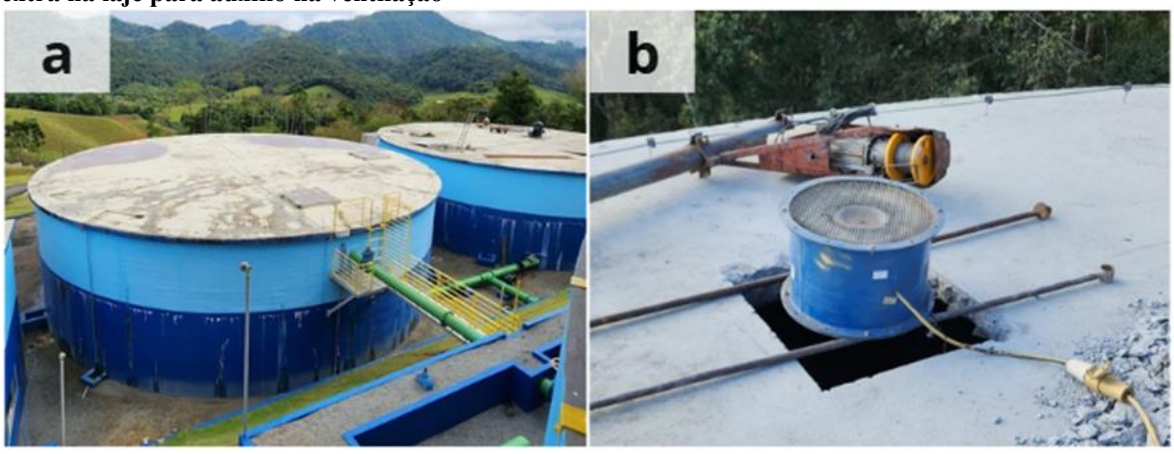
O sistema de reservação da ETA Sul é constituído por 2 reservatórios. Estruturalmente, cada reservatório é dividido em duas câmaras: uma câmara de entrada, onde é realizada a aplicação de cloro e de onde é bombeada a água destinada à retrolavagem dos filtros; e uma câmara principal, de maior dimensão, equipada com chicanas para melhorar a eficiência hidráulica e garantir o tempo adequado de contato entre a água e o cloro.

A definição do cronograma executivo priorizou a impermeabilização dos reservatórios de água tratada por duas razões principais. A primeira estava relacionada à criticidade operacional dessas unidades, uma vez que os reservatórios desempenham papel fundamental na regularização da produção e distribuição de água, fornecendo maior flexibilidade operacional para a execução das etapas subsequentes da obra. A segunda razão, e mais relevante sob o aspecto estrutural, foi o fato de os reservatórios apresentarem a condição mais crítica dentre todas as unidades avaliadas, concentrando a maior quantidade de patologias, infiltrações e vazamentos observados durante o diagnóstico inicial. Em alguns pontos, os vazamentos eram visíveis externamente e resultavam em perdas contínuas de água tratada, evidenciando a necessidade de intervenção imediata. A Figura 3 – a demonstra os vazamentos presentes nos reservatórios.

A impermeabilização dos reservatórios foi executada com intervenção em uma unidade por vez, de modo a garantir a continuidade do abastecimento durante a obra. O primeiro a receber o revestimento impermeabilizante foi o Reservatório 2. Um dos principais desafios executivos dessa etapa decorreu do fato de as unidades serem interligadas por tubulações em três pontos: na saída de água para distribuição, na ligação central para equalização de nível e na saída de água destinada à retrolavagem. Essas interligações, somadas à falta de estanqueidade das válvulas existentes, impediram o isolamento hidráulico completo necessário à execução dos serviços, exigindo a retirada física de válvulas para cessar totalmente a entrada de água nos reservatórios.

Outra particularidade dessa etapa foi a necessidade de o substrato atingir um nível de umidade extremamente reduzido para permitir a aplicação adequada do produto impermeabilizante. Por essa razão, foi executada uma nova abertura na laje superior dos reservatórios (Figura 3 – b), que originalmente possuíam apenas um acesso em cada câmara. Essa medida teve como objetivo melhorar a circulação de ar, potencializar o uso de exaustores, acelerar o processo de secagem e garantir condições adequadas de aplicação, aderência e desempenho do sistema de impermeabilização. A Figura 4 – a demonstra a realização do processo de impermeabilização nos reservatórios.

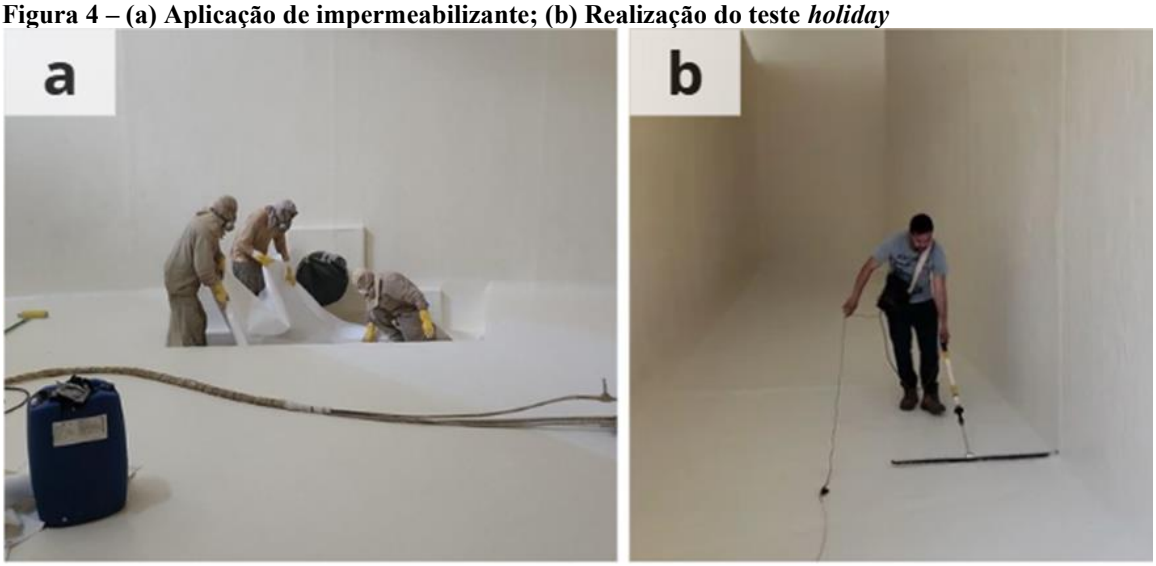
Figura 3 – (a) vista geral dos reservatórios com manchas indicando pontos de vazamento; (b) abertura extra na laje para auxílio na ventilação



Fonte: SAMAE (2023)

Ao final dos serviços nos reservatórios, observou-se desempenho distinto entre as duas unidades. No Reservatório 2, primeiro a receber o revestimento impermeabilizante, embora tenha se reduzido em mais de 90% as infiltrações e mesmo após a execução completa do sistema e a realização dos testes de *holiday* (Figura 4 – b), que não indicaram falhas ou descontinuidades no revestimento aplicado, ainda foram constatados alguns pontos de vazamento de água pelas trincas existentes nas paredes de concreto.

Figura 4 – (a) Aplicação de impermeabilizante; (b) Realização do teste *holiday*



Fonte: SAMAE (2023)

No Reservatório 1, por sua vez, o resultado obtido foi significativamente superior, com estanqueidade integral após a conclusão dos serviços. A impermeabilização apresentou desempenho muito satisfatório, eliminando quase totalmente os pontos de vazamento e infiltração anteriormente identificados. Esse resultado foi especialmente relevante, uma vez que, antes da intervenção, o Reservatório 1 apresentava pontos de vazamento mais intensos do que aqueles observados no Reservatório 2. A Figura 5 apresenta fissuras que permaneceram com vazamentos no Reservatório 1, mesmo após a execução do serviço de impermeabilização.

Figura 5 – Vazamentos remanescentes no reservatório 2



Fonte: SAMAE (2023)

A diferença de desempenho entre as duas unidades, mesmo com a aplicação da mesma metodologia executiva, dos mesmos cuidados de preparação do substrato e dos mesmos procedimentos de controle de qualidade, evidenciou a influência das particularidades estruturais de cada reservatório. Fatores como o histórico de fissuração, o estado de conservação do concreto, a existência de trincas internas não aparentes, falhas construtivas antigas e caminhos preferenciais de percolação podem ter influenciado diretamente o resultado final da impermeabilização.

Dessa forma, a etapa dos reservatórios demonstrou que, embora os ensaios de controle, como o teste de *holiday*, sejam fundamentais para verificar a integridade superficial do revestimento impermeabilizante, eles

não necessariamente identificam problemas internos da estrutura de concreto. Por essa razão, a avaliação do desempenho da impermeabilização deve considerar também o comportamento da estrutura após o enchimento, por meio do teste de estanqueidade e do acompanhamento visual dos pontos externos de vazamento. Em relação aos pontos de vazamento do Reservatório 2, ao final de toda a obra, a empresa retornou à ele, realizou-se o esvaziamento, secamento e reparo dos microfuros observados.

REFORÇO ESTRUTURAL E IMPERMEABILIZAÇÃO DOS DECANTADORES

Na sequência dos serviços, passou-se à etapa de reforço estrutural e impermeabilização dos decantadores da ETA Sul. A estação possui dois decantadores, cada um dividido em duas câmaras idênticas. Para garantir a continuidade operacional da ETA durante as obras, os serviços foram executados em um decantador por vez, mantendo-se sempre uma unidade em funcionamento.

A primeira etapa consistiu na remoção do sistema de impermeabilização existente, seguida do jateamento abrasivo das superfícies de concreto. Esse procedimento teve como objetivo promover a limpeza da estrutura, remover resíduos aderidos e permitir a avaliação das condições estruturais dos elementos existentes.

Após essa etapa, iniciou-se a recuperação estrutural dos decantadores, que consistiu principalmente na demolição e reconstrução das lajes inclinadas de fundo (Figura 6 – a). O principal desafio dessa fase foi a retirada do lodo acumulado sob as lajes existentes (Figura 6 – b). As lajes originais haviam sido executadas sem o devido engastamento nas paredes laterais do decantador, o que, com o passar do tempo, ocasionou o desprendimento da ligação entre esses elementos estruturais. Como consequência, ocorreu a infiltração e o acúmulo de lodo sob as lajes, material que, ao longo dos anos, sofreu elevado processo de compactação.

Em razão desse elevado grau de compactação, a remoção do material não pôde ser realizada apenas por diluição e bombeamento, sendo necessária também a retirada manual de parte significativa do lodo acumulado. Essa condição aumentou consideravelmente a complexidade e o tempo de execução dos serviços. Outro fator que contribuiu para a ampliação do prazo foi a dificuldade logística para retirada do entulho proveniente da demolição e do próprio lodo removido. Devido às características geométricas dos decantadores e às limitações de acesso interno, o material precisou ser retirado manualmente em baldes, com auxílio de guincho elétrico para içamento até a superfície.

Concluídas as etapas de demolição e remoção do lodo, iniciou-se a execução das novas lajes inclinadas de fundo. Diferentemente da solução anterior, o preenchimento sob as novas lajes foi realizado com poliestireno expandido — EPS (Figura 6 – c). Essa alternativa foi adotada com o objetivo de eliminar vazios sob a estrutura, reduzir cargas permanentes e minimizar a possibilidade de novos acúmulos de material sob as lajes ao longo da vida útil da estrutura.

Figura 6 – (a) Demolição das lajes inclinadas e retirada de entulhos; (b) Acúmulo de lodo; (c) reconstrução das lajes e colocação do EPS.



Fonte: SAMAE (2024)

Ao final da impermeabilização do primeiro módulo do Decantador 1, foi realizado o teste de estanqueidade (Figura 7), com acompanhamento dos vazamentos externos nas paredes da estrutura. Já nas primeiras horas após o enchimento do módulo, constatou-se ainda um número significativo de pontos de infiltração (Figura 8).

Figura 7 – Finalização da impermeabilização e realização de teste de estanqueidade.



Fonte: SAMAE (2024)

Figura 8 – Infiltrações observadas durante o teste de estanqueidade. Utilização de tiras de papel colorido para facilitar a visualização da umidade.



Fonte: SAMAE (2024)

Diante desse cenário, foi realizado novo teste de holiday, com o objetivo de detectar eventuais falhas, descontinuidades ou pontos frágeis no revestimento impermeabilizante aplicado. Entretanto, o ensaio não indicou falhas na camada de impermeabilização. A partir desse resultado, iniciou-se uma avaliação técnica para identificação da possível origem das infiltrações, uma vez que os vazamentos observados externamente não estavam, em princípio, associados a falhas aparentes no revestimento impermeabilizante recém-executado.

A hipótese técnica de maior peso passou a ser a de que os pontos mais vulneráveis estavam associados às tubulações de descarga dos decantadores. Essas regiões configuram pontos críticos por representarem interferências e descontinuidades no sistema impermeável, especialmente nas interfaces entre concreto, tubulações e elementos de vedação. Dessa forma, considerou-se que as infiltrações observadas poderiam estar relacionadas às passagens das tubulações de descarga, seja por falhas antigas de vedação, perda de aderência no entorno dos tubos, movimentações diferenciais entre materiais ou formação de caminhos preferenciais de percolação junto aos pontos de transposição da estrutura.

Após a retirada de uma das válvulas de descarga, foi realizada inspeção por vídeo na tubulação correspondente. A inspeção constatou que a tubulação apresentava rachaduras e descontinuidades tanto no sentido longitudinal quanto ao longo de seu perímetro (Figura 9 – a e b). Também foram identificadas adaptações executadas anteriormente, com a instalação de tubulações de PVC no interior do tubo de descarga existente, possivelmente como tentativa de corrigir ou minimizar problemas de estanqueidade e condução do fluxo.

Diante dessa constatação, iniciou-se o estudo técnico para definição da alternativa mais adequada à resolução da situação identificada. A substituição integral das tubulações foi imediatamente descartada, tendo em vista que estas se encontravam engastadas nas paredes dos decantadores. Para sua remoção e substituição, seria necessário romper volume significativo de concreto, o que poderia ocasionar danos à estrutura existente e retrabalho na impermeabilização interna já executada.

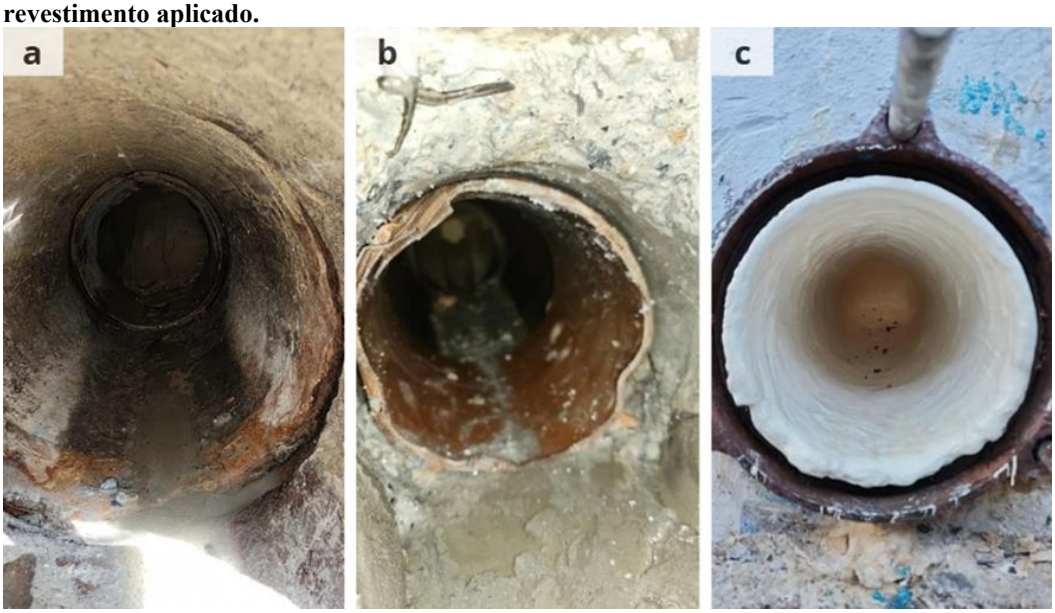
Além disso, essa alternativa implicaria prazo de execução consideravelmente maior, especialmente considerando que cada decantador possui seis tubulações de descarga. Dessa forma, a substituição das tubulações mostrou-se uma solução de elevado risco executivo, maior impacto operacional e baixa viabilidade diante das condições da obra e da necessidade de manter a continuidade do funcionamento da ETA Sul.

Diante da inviabilidade técnica e operacional da substituição integral das tubulações, optou-se pela aplicação do revestimento impermeabilizante também no interior dos tubos de descarga dos decantadores (Figura 9 – c). Essa alternativa foi considerada a mais adequada para o cenário identificado, pois permitiria tratar diretamente as fissuras, descontinuidades e possíveis caminhos preferenciais de percolação existentes nas tubulações, sem a necessidade de romper a estrutura de concreto dos decantadores.

Embora essa solução ocasionasse redução da seção hidráulica interna das tubulações de descarga, avaliou-se que tal diminuição não traria impacto significativo ao processo de tratamento de água, uma vez que essas tubulações são utilizadas de forma pontual, principalmente durante as operações de descarga e limpeza dos decantadores, não interferindo diretamente no fluxo contínuo de tratamento da ETA.

Além disso, a solução representava menor impacto no andamento do contrato e no cronograma da obra, tendo em vista que a própria empresa responsável pela impermeabilização das estruturas já dispunha de equipe, materiais e metodologia compatíveis para executar também o revestimento interno das tubulações de descarga. Dessa forma, evitou-se a mobilização de nova frente especializada, reduziu-se o risco de retrabalho na impermeabilização já concluída e preservou-se a integridade estrutural dos decantadores.

Figura 9 – a e b) tubulações de descarga anterior a intervenção; c) tubulação de descarga com o revestimento aplicado.



Fonte: SAMAE (2024)

Com base nos resultados obtidos e na viabilidade executiva da solução adotada, o mesmo procedimento passou a ser aplicado também nos demais módulos dos decantadores, incorporando a impermeabilização interna das tubulações de descarga como parte integrante da intervenção. Assim, buscou-se padronizar a solução técnica em todas as câmaras, reduzir a possibilidade de novos pontos de infiltração e garantir maior confiabilidade ao sistema impermeabilizante executado nos decantadores da ETA Sul.

IMPERMEABILIZAÇÃO DOS FILTROS E TROCA DOS LEITOS FILTRANTES

A etapa seguinte da obra contemplou a intervenção nos filtros. A ETA Sul conta com 4 filtros construídos lado a lado, com paredes comuns entre as unidades, condição que exigiu planejamento prévio da sequência executiva para reduzir os impactos no processo de tratamento de água.

Esse planejamento foi especialmente importante porque os filtros apresentavam baixa eficiência operacional, em razão do desgaste dos leitos filtrantes pelo tempo de uso. Assim, a paralisação de cada unidade impactava diretamente a vazão final de tratamento da ETA, exigindo que os serviços fossem realizados de forma sequencial e controlada.

Cada filtro é composto por antecâmara, rampa de entrada de água, compartimento do leito filtrante e compartimento final de saída da água filtrada. Todos esses elementos foram contemplados no escopo de impermeabilização, por integrarem o caminho hidráulico da água no interior da unidade filtrante.

Os serviços foram iniciados pelo Filtro 4, com a retirada do leito filtrante existente (Figura 10). A remoção foi executada com auxílio de caminhão-vácuo, alternativa adotada para otimizar o tempo de execução. Ainda assim, devido ao grau de compactação do material filtrante, foi necessário apoio manual para desagregação do leito e viabilização da sucção.

Figura 10 – Retirada do leito filtrante com caminhão-vácuo.



Fonte: SAMAE (2026)

Após a retirada dos leitos, também foi necessária a remoção das crepinas de saída da água filtrada (fundo falso do filtro). Essa etapa foi indispensável para permitir o adequado tratamento e a impermeabilização do fundo dos filtros, uma vez que esses dispositivos ficam posicionados praticamente junto à laje de fundo, restringindo o acesso à superfície a ser recuperada.

Com a remoção das crepinas, foi possível realizar a limpeza, o preparo do substrato, a correção de eventuais falhas e a aplicação contínua do sistema impermeabilizante no fundo dos filtros. A intervenção também permitiu melhor inspeção da estrutura e dos pontos de passagem da água filtrada, reduzindo o risco de permanência de áreas sem tratamento ou de descontinuidades no revestimento.

Durante a execução, foram identificados pontos de infiltração nas paredes intermediárias entre os filtros. Por essa razão, em alguns momentos foi necessária a paralisação simultânea de 2 ou até 3 unidades filtrantes, pois a presença de água nos filtros adjacentes mantinha as paredes comuns úmidas e dificultava a secagem do substrato. Como a aplicação do revestimento exigia baixo teor de umidade, essas paralisações foram necessárias para garantir aderência adequada e reduzir o risco de falhas.

Essa condição aumentou a complexidade operacional da obra, uma vez que a redução simultânea do número de filtros em funcionamento impactava a capacidade de tratamento da ETA. Por isso, as paralisações foram planejadas de forma criteriosa, buscando compatibilizar as exigências técnicas da impermeabilização com a manutenção da maior vazão possível de água tratada.

Após a conclusão dos testes de *holiday* e de estanqueidade, e constatada a eficiência dos serviços executados (Figura 11), as crepinas (Figura 12 – a) e os leitos filtrantes foram sendo recolocados gradativamente. Essa sequência permitiu liberar cada unidade filtrante de forma controlada, reduzindo o tempo de paralisação e contribuindo para a retomada progressiva da capacidade de tratamento.

Figura 11 – Filtro impermeabilizado pronto para receber os testes de *holiday* e estanqueidade.



Fonte: SAMAE (2026)

Para a recomposição do leito filtrante, foi necessário adotar uma solução logística específica. Em razão do desnível entre o acesso de veículos e a abertura superior dos filtros, bem como da impossibilidade de utilização de caminhão-guindaste para posicionar diretamente os bags de areia e carvão no interior das unidades, optou-se pelo transporte pneumático do material filtrante com auxílio de compressor de ar.

Assim, a areia e o carvão foram conduzidos até o interior dos filtros por meio de mangotes, viabilizando a recomposição do leito mesmo diante das limitações de acesso existentes (Figura 12 – b). A solução trouxe maior agilidade à execução e reduziu a movimentação manual de grandes volumes de material. A Figura 12 – c apresenta o processo de alinhamento do leito filtrante após o transporte pneumático dos materiais.

Entretanto, o transporte pneumático gerou uma dificuldade adicional: a formação de nuvem de poeira durante o lançamento da areia e do carvão no interior dos filtros. Para controlar esse impacto, a abertura superior do filtro foi totalmente fechada com lona durante a operação. Essa medida permitiu conter a poeira no interior da

própria unidade filtrante, reduzindo sua dispersão para o ambiente externo e melhorando as condições de trabalho no entorno.

Figura 12 – a) Recolocação das crepinas; b) Transporte pneumático do leito filtrante; c) Nivelamento do leito filtrante.



Fonte: SAMAE (2026).

IMPERMEABILIZAÇÃO DE CANAIS HIDRÁULICO (ÁGUA BRUTA E ÁGUA FLOCULADA)

A última etapa da obra foi também a mais complexa do ponto de vista operacional. Até então, as intervenções haviam sido realizadas em componentes da ETA que possuíam redundância, ou seja, unidades semelhantes operando em paralelo. Dessa forma, era possível manter uma unidade em funcionamento enquanto outra era retirada de operação, reduzindo os impactos sobre a produção de água tratada.

Na etapa dos canais hidráulicos, essa condição não se aplicava. O escopo contemplou a intervenção na torre de água bruta, na calha *Parshall* e no canal de distribuição de água floculada, estruturas diretamente inseridas no fluxo principal de tratamento da ETA. Para cessar a passagem de água nesses pontos, era necessário interromper a captação de água bruta e, consequentemente, paralisar totalmente o processo de tratamento.

Essa característica tornou a etapa significativamente mais sensível, pois os serviços de impermeabilização exigiam esgotamento, limpeza, preparo do substrato, secagem, aplicação do revestimento, cura e realização dos testes de controle, como *holiday* e estanqueidade. Além disso, para garantir a adequada aderência e eficiência do sistema impermeabilizante, era necessário que o substrato apresentasse teor de umidade reduzido.

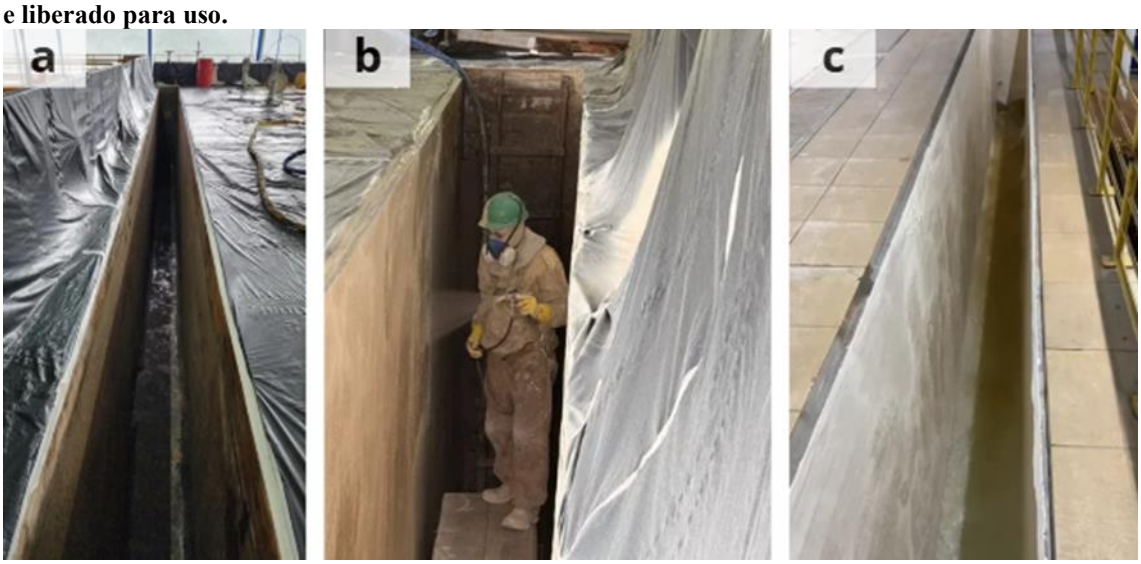
Considerando a necessidade de paralisação total da ETA e a urgência de executar o serviço no menor tempo possível, optou-se pela utilização de um sistema impermeabilizante distinto daquele empregado nas etapas anteriores. Diferentemente do sistema estruturado com geotêxtil, foi adotado um revestimento composto apenas por componentes líquidos, aplicados em proporções específicas para essa condição de obra.

Essa alternativa simplificou a aplicação e apresentou como vantagem a possibilidade de execução sobre substrato com teor de umidade um pouco maior em comparação ao sistema anteriormente utilizado. Essa característica contribuiu para reduzir o tempo necessário de secagem das superfícies e, consequentemente, o período de paralisação total da ETA.

Ainda assim, apesar das adaptações técnicas do produto e da metodologia executiva, verificou-se a necessidade de uma paralisação mínima de 24 horas do processo de tratamento. Esse período foi considerado indispensável para permitir o esgotamento dos canais, a limpeza, o preparo das superfícies, a secagem mínima do substrato, a aplicação do revestimento impermeabilizante e o início do processo de cura do material.

A Figura 13 apresenta o processo e impermeabilização do canal de água floculada.

Figura 13 – a) Preparação do local para o serviço; b) Aplicação do impermeabilizante; c) Canal pronto e liberado para uso.



Fonte: SAMAE (2026)

Como resultado, verificou-se que o sistema impermeabilizante apresentou boa aderência ao substrato e restabeleceu a estanqueidade da estrutura, não sendo observadas infiltrações após a conclusão dos serviços. Entretanto, devido a longa paralisação do tratamento de água, causado pela execução desta etapa, surgiu a necessidade de um maior planejamento prévio, que envolveu não apenas aspectos construtivos da obra, mas também ações operacionais e de comunicação voltadas à redução dos impactos sobre o abastecimento. Em razão da importância desse tema para o desenvolvimento do empreendimento, o planejamento da paralisação e as medidas adotadas para sua viabilização serão abordados de forma mais detalhada no item seguinte.

PLANEJAMENTO OPERACIONAL E RELAÇÃO COM A COMUNIDADE

A manutenção do abastecimento público durante a execução da obra foi um dos principais desafios enfrentados pelo SAMAE ao longo das intervenções na ETA Sul. Como a estação permaneceu em operação durante praticamente todo o período da obra, cada etapa exigiu planejamento prévio entre as equipes de engenharia e operação, buscando compatibilizar a execução dos serviços com a produção e distribuição de água à população. As estratégias adotadas variaram conforme a unidade em reforma, considerando as limitações operacionais de cada etapa e as alternativas disponíveis para minimizar impactos ao abastecimento.

Na impermeabilização dos reservatórios, a obra foi executada com a paralisação de uma unidade por vez, mantendo-se a outra em operação. Essa condição reduziu temporariamente a capacidade de reservação da ETA Sul em aproximadamente 50%, porém sem comprometer a capacidade de produção da estação. Considerando que a ETA possui capacidade nominal de 160 L/s e apresenta vazão média de distribuição próxima a 112 L/s, a reservação remanescente mostrou-se suficiente para absorver as variações de consumo da região atendida. Como resultado, não foram registradas ocorrências de desabastecimento associadas à obra, tampouco houve necessidade de apoio por meio de manobras de rede com reservatórios abastecidos pela ETA Central.

A recuperação estrutural e impermeabilização dos decantadores representou a etapa de maior complexidade operacional. Com apenas uma unidade de decantação disponível, a capacidade de produção foi reduzida para aproximadamente 80% da vazão nominal da estação. Essa condição aumentou o arraste de flocos para os filtros rápidos, provocando maior sobrecarga nos leitos filtrantes. Apesar de os padrões de qualidade da água permanecerem adequados e, na maior parte do período, atenderem aos limites de turbidez estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021 (BRASIL, 2021), observou-se redução gradativa da capacidade de filtração ao longo do dia, exigindo ajustes frequentes na vazão de tratamento. Parte dessa limitação também estava associada ao desgaste avançado do meio filtrante, cuja substituição já havia sido identificada como necessária e estava prevista nas etapas subsequentes da obra.

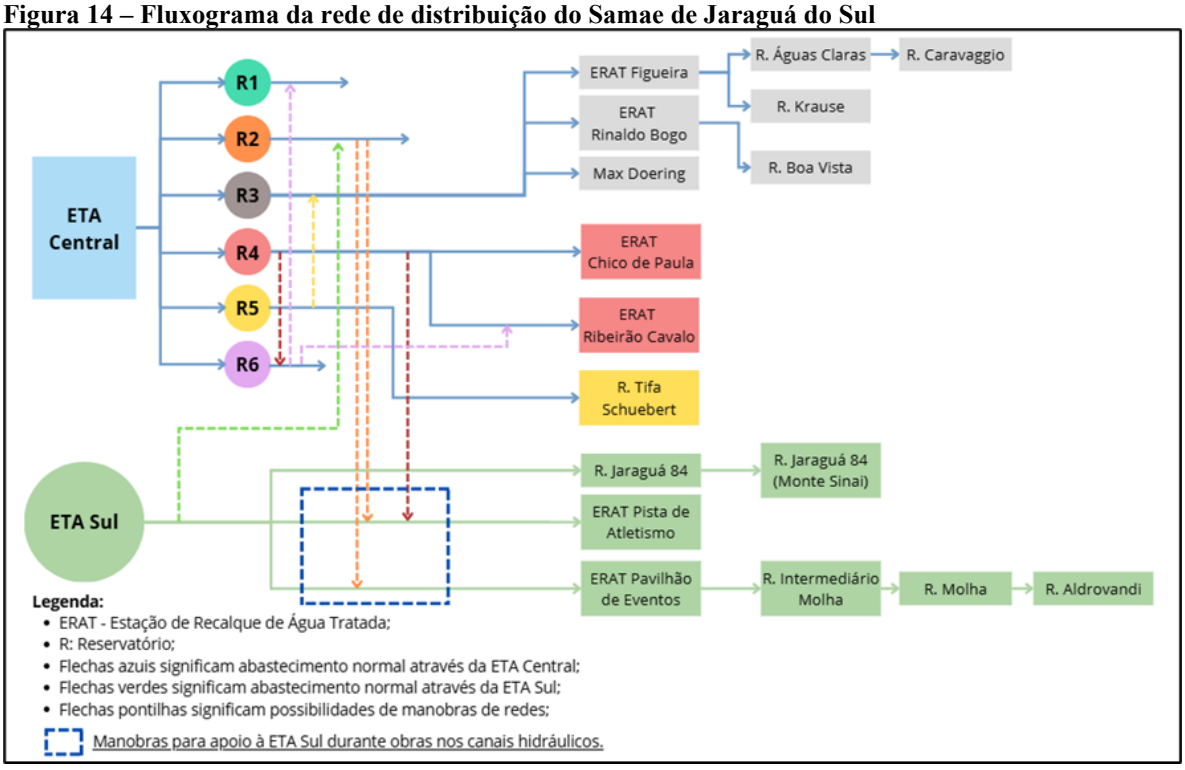
Nesse período, as manobras hidráulicas tornaram-se fundamentais para manutenção do abastecimento da região atendida pela ETA Sul. O apoio ocorreu principalmente por meio dos reservatórios R2 e R4,

abastecidos pela ETA Central, especialmente aos sábados, quando os consumos apresentavam maiores valores. Em razão das limitações operacionais desses reservatórios, tornou-se necessário um planejamento semanal para garantir níveis adequados de reservação antes dos períodos de maior demanda. A experiência adquirida durante essa fase da obra contribuiu diretamente para a elaboração do Plano de Segurança da Água (PSA) do SAMAE, desenvolvido ao longo de 2025. As avaliações realizadas permitiram mapear alternativas de abastecimento, formalizar procedimentos de manobras hidráulicas e consolidar protocolos para utilização integrada dos diversos reservatórios do sistema, fortalecendo a capacidade de resposta da Autarquia diante de situações de contingência e redução de capacidade produtiva.

Na etapa de recuperação dos filtros rápidos, os impactos iniciais foram semelhantes aos observados durante a obra dos decantadores, especialmente durante a execução do primeiro filtro. Entretanto, à medida que os filtros eram concluídos e retornavam à operação com novo leito filtrante, a capacidade de produção aumentava gradativamente, reduzindo os impactos ao abastecimento e diminuindo a necessidade de manobras de rede com apoio de outros reservatórios. A substituição do meio filtrante proporcionou melhora significativa no desempenho das unidades, aumentando a capacidade de retenção de partículas e permitindo maior estabilidade operacional da estação.

Os conhecimentos adquiridos ao longo das etapas anteriores mostraram-se fundamentais para o planejamento da intervenção final da obra, correspondente à impermeabilização do canal de água floculada localizado entre os floculadores e os decantadores. Diferentemente das demais etapas, esse serviço exigia a paralisação completa da ETA Sul por aproximadamente 24 horas, tornando necessária a aplicação prática dos procedimentos previstos no Plano de Segurança da Água e no Plano de Emergência e Contingência do SAMAE, também elaborado a partir das diretrizes do PSA. A Figura 14 apresenta uma adaptação do fluxograma da rede de distribuição do SAMAE, contemplando as opções de manobras de rede entre reservatório e destacando aquelas utilizadas para suporte a ETA Sul durante a obra.

Figura 14 – Fluxograma da rede de distribuição do Samae de Jaraguá do Sul



Fonte: Adaptado de A2N, SAMAE (2025)

A definição da data da intervenção considerou critérios técnicos e operacionais, sendo escolhidos os dias 02 e 03 de maio de 2026, período correspondente a um final de semana, quando a demanda de água normalmente é inferior à observada em dias úteis, especialmente por parte de indústrias, estabelecimentos comerciais e instituições públicas. A criticidade da atividade exigiu planejamento integrado envolvendo equipes de operação, engenharia, controle de perdas, comunicação e gestão.

Antes da execução dos serviços foram promovidas reuniões com representantes da imprensa, vereadores, administradoras de condomínios e demais instituições potencialmente impactadas. Também foram realizadas visitas a empresas localizadas na área de abrangência da ETA Sul e encaminhados comunicados específicos aos grandes consumidores. A estratégia de comunicação utilizou emissoras de rádio e televisão, jornais, redes sociais, canais digitais da Autarquia e aplicativos de mensagens, buscando informar previamente a população sobre a necessidade da intervenção e incentivar o uso consciente da água durante o período de paralisação.

Paralelamente às ações de comunicação, foram realizados estudos operacionais e simulações de manobras hidráulicas para maximizar a utilização da reservação disponível e minimizar os impactos ao abastecimento. As ações envolveram transferência de vazões entre setores operacionais, utilização estratégica dos reservatórios abastecidos pela ETA Central, ajustes temporários em zonas de abastecimento e gerenciamento dos níveis de reservação ao longo dos dias que antecederam a paralisação. O objetivo foi garantir que os reservatórios chegassem ao início da intervenção com níveis elevados, ampliando a autonomia do sistema durante a interrupção da produção de água tratada.

Os resultados demonstraram a efetividade do planejamento adotado. Mesmo com a paralisação completa da ETA Sul por aproximadamente 24 horas e com uma população atendida próxima de 40 mil habitantes, foram registradas apenas 30 manifestações relacionadas à falta de água durante todo o período da intervenção. Esse resultado evidenciou a importância do planejamento operacional, das manobras hidráulicas previamente estruturadas e dos instrumentos de gestão desenvolvidos pela Autarquia, demonstrando que a integração entre engenharia, operação e comunicação é fundamental para execução de obras complexas em sistemas de abastecimento de água sem comprometer significativamente o atendimento à população. Na figura 15 são apresentadas algumas imagens referentes ao trabalho de divulgação da obra e que contribuíram para o resultado positivo.

Figura 15 – Divulgação da realização da paralização da ETA Sul para impermeabilização de canais hidráulicos: (a) NSCTV; (b) Site oficial do SAMAE; (c) Jaraguá FM; (d) JDV



Fonte: NSCTV (2026); SAMAE (2026); Jaraguá FM (2026); JDV (2026)

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos ao longo da obra demonstram que a solução adotada para recuperação estrutural e impermeabilização das unidades da ETA Sul foi tecnicamente eficaz, proporcionando redução superior a 95% dos vazamentos identificados durante o diagnóstico inicial. Considerando a idade das estruturas, a diversidade das patologias encontradas e a complexidade operacional envolvida, o desempenho alcançado pode ser considerado altamente satisfatório.

A melhoria observada não se limitou à redução das perdas de água tratada. A recuperação da estanqueidade das unidades contribuiu para aumentar a confiabilidade operacional da estação, reduzir infiltrações externas, minimizar processos de deterioração estrutural e proporcionar melhores condições para a operação e manutenção das unidades de tratamento. Os resultados obtidos nos reservatórios, decantadores, filtros e canais hidráulicos demonstraram que a tecnologia baseada em poliuretano elastomérico apresenta elevado potencial de aplicação em estruturas hidráulicas de concreto submetidas a condições severas de operação.

Ao mesmo tempo, a obra evidenciou as dificuldades inerentes à execução de intervenções em estações de tratamento de água em funcionamento. Diferentemente de empreendimentos convencionais, nos quais a estrutura pode ser integralmente isolada para realização dos serviços, a ETA Sul precisou permanecer em operação durante praticamente todo o período da obra, exigindo compatibilização constante entre os serviços executivos e a manutenção do abastecimento público.

As etapas dos decantadores e dos filtros rápidos concentraram os maiores desafios operacionais. A operação com apenas um decantador disponível reduziu a capacidade produtiva da estação e aumentou o arraste de flocos para os filtros, elevando a frequência de intervenções operacionais e exigindo monitoramento contínuo da qualidade da água. Embora os padrões de potabilidade tenham sido mantidos, observou-se redução progressiva da capacidade de filtração ao longo do dia, situação agravada pelo desgaste dos leitos filtrantes existentes. Esse comportamento evidenciou a forte interdependência entre as diferentes unidades do processo de tratamento, demonstrando que limitações em uma etapa podem repercutir diretamente no desempenho das etapas subsequentes.

Da mesma forma, a recuperação dos filtros rápidos revelou a importância da renovação periódica dos meios filtrantes. A melhora gradativa da capacidade de produção observada após a substituição dos leitos confirmou que parte das limitações operacionais enfrentadas pela ETA não estava associada exclusivamente às obras, mas também ao envelhecimento dos componentes do processo de filtração. Nesse aspecto, a obra proporcionou não apenas a recuperação estrutural das unidades, mas também ganhos operacionais permanentes para o sistema de tratamento.

Outro aspecto relevante foi a identificação de patologias ocultas durante a execução dos serviços. Nos decantadores, por exemplo, a descoberta de infiltrações associadas às tubulações de descarga e a necessidade de reconstrução das lajes inclinadas demonstraram as limitações dos diagnósticos realizados previamente à intervenção. Esse cenário reforça uma característica comum em obras de recuperação estrutural: a necessidade de adaptação das soluções inicialmente previstas à medida que novas condições são identificadas durante a execução.

Sob a ótica da gestão operacional, os resultados também demonstraram a importância das manobras hidráulicas e da integração entre sistemas de abastecimento. A utilização estratégica dos reservatórios R2 e R4, abastecidos pela ETA Central, permitiu reduzir significativamente os impactos das limitações temporárias de produção da ETA Sul. Além disso, as experiências adquiridas durante a obra contribuíram diretamente para o desenvolvimento e consolidação do Plano de Segurança da Água do SAMAE, fortalecendo a capacidade institucional de resposta a eventos que possam comprometer a produção ou distribuição de água tratada.

A etapa final da obra, correspondente à impermeabilização do canal de água floculada, evidenciou outro aspecto fundamental para empreendimentos dessa natureza: a importância da comunicação transparente, antecipada e tecnicamente fundamentada com a população. A paralisação total da ETA Sul por aproximadamente 24 horas representava um cenário potencialmente crítico para o abastecimento de cerca de 40 mil habitantes. Entretanto, a combinação entre planejamento operacional, ações preventivas de reservação, manobras hidráulicas e ampla divulgação prévia permitiu minimizar significativamente os impactos percebidos pela população.

Os resultados observados durante essa intervenção demonstram que a gestão da comunicação deve ser tratada como parte integrante do planejamento de obras em sistemas de abastecimento. O envolvimento da imprensa, de representantes da comunidade, de grandes consumidores e de instituições estratégicas contribuiu para reduzir incertezas, estimular o consumo consciente e aumentar a compreensão da população sobre a necessidade da intervenção. O registro de apenas 30 manifestações relacionadas à falta de água durante todo o período de paralisação evidencia a efetividade das medidas adotadas e demonstra que investimentos em comunicação institucional podem produzir resultados tão relevantes quanto as próprias ações operacionais.

De forma geral, a experiência da ETA Sul demonstrou que obras de recuperação estrutural em sistemas de abastecimento de água exigem abordagem multidisciplinar, envolvendo simultaneamente engenharia, operação, planejamento hidráulico, gestão de riscos e comunicação social. O sucesso obtido ao longo da execução reforça a importância da integração entre essas áreas para garantir a continuidade dos serviços públicos essenciais durante intervenções de grande porte.

CONCLUSÃO

A obra de recuperação estrutural e impermeabilização da ETA Sul atingiu os objetivos propostos, promovendo significativa melhoria das condições operacionais e estruturais das unidades de tratamento. Os resultados obtidos demonstraram elevada eficiência da solução adotada, com redução superior a 95% dos vazamentos anteriormente identificados, aumento da estanqueidade das estruturas e recuperação da confiabilidade operacional da estação.

A execução dos serviços em uma estação de tratamento em operação permanente representou o principal desafio do empreendimento. Ainda assim, por meio de planejamento adequado, integração entre as equipes envolvidas e utilização de estratégias operacionais específicas, foi possível realizar todas as etapas da obra mantendo o abastecimento da população e minimizando os impactos decorrentes das limitações temporárias de produção.

Além dos ganhos estruturais, a obra proporcionou avanços institucionais importantes para o SAMAE, especialmente no aperfeiçoamento dos procedimentos operacionais, na consolidação do Plano de Segurança da Água e no fortalecimento das estratégias de comunicação com a população durante intervenções programadas de maior impacto.

Os resultados alcançados demonstram que a impermeabilização com poliuretano elastomérico constitui alternativa tecnicamente viável para recuperação de estruturas hidráulicas de concreto em estações de tratamento de água, apresentando elevado potencial para aplicação em empreendimentos semelhantes.

Como recomendação, destaca-se a importância da continuidade do monitoramento das unidades recuperadas, por meio de inspeções periódicas, acompanhamento dos pontos anteriormente afetados por infiltrações e avaliação do desempenho do sistema impermeabilizante ao longo do tempo. Esse acompanhamento permitirá verificar a durabilidade das soluções executadas, identificar precocemente eventuais manifestações patológicas remanescentes e subsidiar, quando necessário, o acionamento das garantias contratuais previstas para os serviços executados.

Recomenda-se ainda que as experiências e procedimentos desenvolvidos durante a obra sejam incorporados aos processos internos da Autarquia, contribuindo para o planejamento de futuras intervenções em estruturas de abastecimento de água e para o fortalecimento das ações de gestão de riscos e segurança hídrica do município.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12216: Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

2. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, 2021.

3. DI BERNARDO, Luiz; DANTAS, Angela Di Bernardo. Métodos e técnicas de tratamento de água. 3. ed. São Carlos: LDiBe Editora, 2022.

4. GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

5. LIBÂNIO, Marcelo. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3. ed. Campinas: Átomo, 2010.

6. STEINBACH, Anelise; TOMASELLI, José Tadeu; REFOSCO, Juan Carlos. Atlas da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu. Joinville: Univille; Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu, 2015.

7. USEPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Drinking Water Treatment Technology Unit Cost Models and Guidance. Washington, DC: USEPA, 2020.

8. YIN, Robert K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

9. NSC TV. Reportagem sobre as obras de revitalização da Estação de Tratamento de Água Sul (ETA Sul) do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Jaraguá do Sul. Jornal do Almoço. Florianópolis: NSC TV, 2026.

10. JARAGUÁ FM. Samae interromperá abastecimento de água por 24 horas na ETA Sul. Jaraguá do Sul, 2026. Disponível em: https://www.diariodajaragua.com.br/geral/samae-interrompera-abastecimento-de-agua-por-24-horas-na-eta-sul/489365/. Acesso em: 10. jun. 2026.

11. JDV, Jornalismo de Valor. Falta de água pode atingir bairros de Jaraguá do Sul por até 24h em maio; veja quais e por quê. Jaraguá do Sul, 2026. Disponível em: https://www.jdv.com.br/samae-fara-intervencao-na-eta-sul-e-abastecimento-podera-ser-afetado/. Acesso em: 10. jun. 2026.