V-871 – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO PINHEIROS: DESAFIOS DA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE RECUPERAÇÃO COM A ESTRUTURA EM PLENA OPERAÇÃO.

Adriana Goncalves Costa[(1)]
Engenheira Civil pela Universidade Santa Cecília. Pós-graduada em Patologia nas Obras Civis pelo instituto IDD Educação Avançada e em Concreto Armado e Protendido pela Universidade Paulista (UNIP).
Gabriella de Andrade Coni [(2)]
Engenheira Civil pela Universidade Católica do Salvador (UCSAL). Pós-graduada em Engenharia Geotécnica: Fundações e Obras de Terra pela Universidade Paulista (UNIP-INBEC).
Lucas Geroldo Torres [(3)]
Engenheiro civil pela Universidade São Judas Tadeu (USJT). Tecnólogo em Controle de Obras pela Faculdade de Tecnologia (FATEC) – Victor Civita.
Denise Koga[(4)]
Tecnóloga em edificações pela Faculdade de Tecnologia (FATEC) – Victor Civita. Pós-graduada em Gestão Ambiental pela Faculdade de Saúde Pública (PPG-USP) e em Patologia nas Obras Civis pelo instituto IDD Educação Avançada.
Olga Shizue Taki[(5)]
Engenheira Civil pela Faculdade de Engenharia São Paulo (FESP). Pós-graduada em Gestão Ambiental pela Faculdade de Saúde Pública (PPG-USP).

Endereço[(1)]**:** Rua José Rafaeli, 284 – Socorro – São Paulo - SP - CEP: 04763-280 - Brasil - Tel: (11) 5683-3208 - e-mail: agcosta@sabesp.com.br

RESUMO

Este artigo apresenta os desafios técnicos e operacionais envolvidos no projeto e execução da recuperação e reforço do poço úmido da Estação Elevatória de Esgoto Pinheiros (EEE) pertencente à Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, após constatada severa degradação por ácido sulfúrico biogênico. O sucesso da obra executada com a elevatória em plena operação foi determinado pelo rigoroso controle das condições de segurança, projeto executivo e engenhosidade na elaboração e montagem das plataformas suspensas de trabalho, além da capacidade executiva da empresa contratada e supervisão técnica da Sabesp.

PALAVRAS-CHAVE: Recuperação, Elevatória de esgoto, Desafios, Degradação por ácido sulfúrico biogênico.

INTRODUÇÃO

A Estação Elevatória de Esgoto Pinheiros (EEE) entrou em operação em dezembro de 1999 e compõe o sistema de interceptação da bacia da estação de tratamento de esgoto Barueri. A estrutura é fundamental para o tratamento de esgotos da cidade de São Paulo, sendo a última elevatória responsável pelo recalque do efluente coletado na região a direita do Rio Pinheiros para a sua margem esquerda, onde o efluente segue seu curso para o tratamento na ETE Barueri.

A elevatória possui dois poços circulares (seco e úmido) concêntricos, executados em concreto armado e protendido, respectivamente. No poço seco estão posicionados seis conjuntos motobombas e no círculo interno está localizado o poço úmido com 18,70 m de altura e 13,00 m diâmetro, o qual recebe e destina o esgoto para a estação de tratamento (figura 1 e 2).

A inspeção executada em 2019 pela equipe de Gestão de Inspeções de Estruturas Civis da Superintendência de Manutenção Estratégica constatou severa degradação da parede do poço úmido da elevatória. A superfície do concreto, acima do nível do efluente, apresentava perda de coesão em até 15 cm de espessura. Tal situação, foi

considerada crítica, visto que a parede possuía espessura total de 35 cm com a cordoalha de protensão posicionada em seu eixo. Em adicional, as armaduras passivas de 16 mm de diâmetro, estavam oxidadas e com trechos seccionados e/ou completamente dissolvidos. Na inspeção, foi detectado o risco de possível colapso de parte da estrutura e a degradação foi diagnosticada como ataque por ácido sulfúrico biogênico, conforme análises relatadas em Coni et al., (2022).

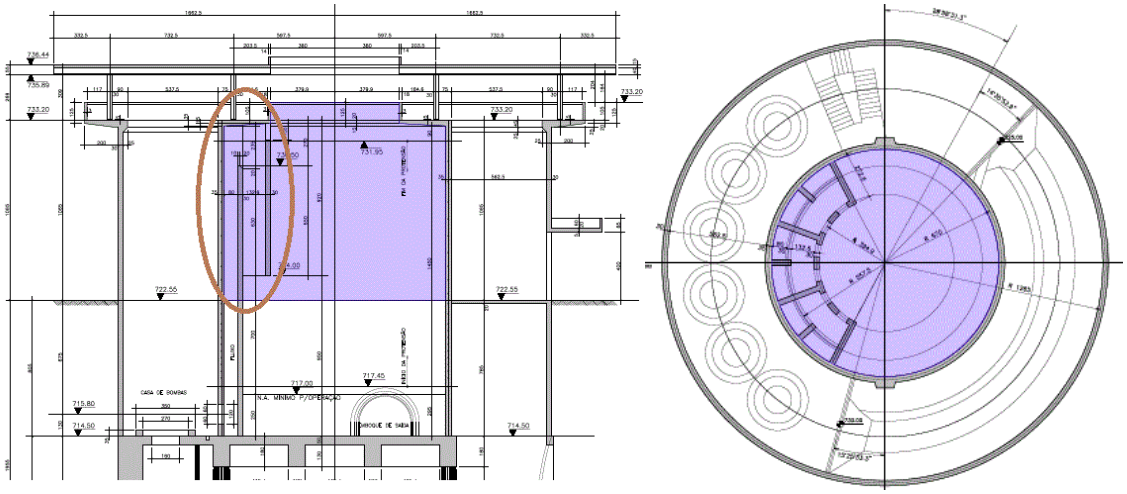

Figura 1: (a) Corte e (b) planta e da elevatória, destaque da chicana circulada.

Figura 2: (a) Vista externa da elevatória e (b) vista interna do poço úmido.

Dadas as características da estrutura, para que os serviços de recuperação fossem executados, não era possível realizar paradas de bombeamento do efluente sem prejuízo ao tratamento de esgoto. Desse modo, os serviços de recuperação e reforço do poço úmido precisaram ser executados com a estrutura em plena operação em um ambiente com elevada presença de gás sulfídrico.

O gás sulfídrico é um gás tóxico e inflamável formado no processo de biodegradação da matéria orgânica. Conforme monitoramento feito entre 07/02 a 30/11/2020, antes do início das obras, a concentração de gás sulfídrico máxima dentro do poço úmido alcançou 291,8 ppm (CONI et al., 2022). A norma reguladora 15 (NR15) estabelece o limite máximo de tolerância da exposição do homem ao H2S de 8 ppm até 48 horas/semana. À vista disso, a obra foi um grande desafio, pois exigiu um alto controle de segurança para garantir integridade e saúde dos funcionários e uma concepção de projeto de recuperação executada em etapas para não influenciar na operação da elevatória.

OBJETIVO

Apresentar os desafios técnicos e operacionais envolvidos no projeto e serviços da recuperação e reforço, executados em plena operação, do poço úmido da Estação Elevatória de Esgoto Pinheiros (EEE) pertencente à Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, operada pela Superintendência de Tratamento de Esgotos – MT.

METODOLOGIA

A metodologia adotada no presente trabalho foi o estudo de caso descritivo, o qual busca expor as decisões estratégicas, procedimentos adotados e variáveis de influência para a contratação e execução dos serviços de recuperação da Estação Elevatória Pinheiros em plena operação. O fluxograma (figura 3) apresenta as etapas de forma simplificada, adotadas desde a contratação até a execução dos serviços de recuperação:

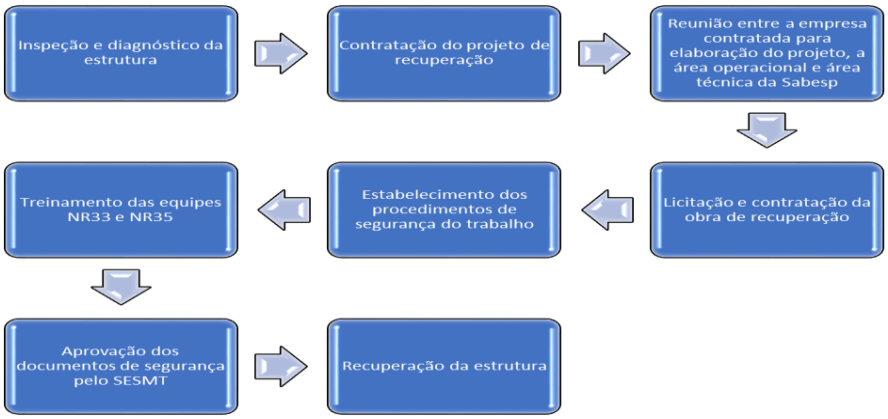

Figura 3: Etapas adotadas até a recuperação da EEE Pinheiros

A primeira etapa foi essencial para avaliar o estado de conservação e determinar a necessidade de intervenção no poço úmido da estação elevatória de esgoto. A análise e diagnóstico do problema obtidos subsidiaram a contratação do projeto de recuperação.

Dada a criticidade da estrutura, foram executadas diversas reuniões entre a empresa contratada para a elaboração do projeto, a área operacional e área técnica da Sabesp para discussão da solução mais adequada, levando em conta os fatores operacionais, segurança, tempo, custo e benefícios esperados. A continuidade dos serviços de saneamento era essencial e todo o planejamento e execução da obra foram desenvolvidos, a fim de não afetar o envio do esgoto para tratamento e/ ou gerar impacto ambiental negativo. A melhor proposta de projeto que atenderia a execução da recuperação com a elevatória em operação foi definida em conjunto e a obra foi dividida em duas contratações distintas.

A primeira contratação foi a execução da substituição da laje em concreto pré-moldado. A segunda contratação foi a recuperação do poço úmido, o enfoque deste trabalho.

Dessa forma, o projeto de recuperação consistiu em:

- Substituição da laje pré-moldada por telhas trapezoidais com pintura protetiva para aliviar as cargas sobre a laje de apoio da cobertura do Poço Úmido;
- Recuperação do Poço Úmido realizada em fases consecutivas sendo elas: laje de apoio da cobertura, parede protendida e por fim as chicanas, que tem como objetivo direcionar e dissipar a energia do efluente de chegada na estrutura.

Seguindo todos os procedimentos de segurança da Sabesp a empresa contratada precisou apresentar para análise e aprovação do Serviço Especializado em Engenharia e Segurança do Trabalho (SESMT), dentre outros documentos de segurança, o plano de emergência – NR 23/ Portaria 3214/78 e Decreto Estadual nº 56.819 de

10/03/2011, o programa de condição do meio ambiente do trabalho - PCMAT - NR-18/ Portaria 3214/78 e designar profissional legalmente habilitado em segurança do trabalho, independentemente da necessidade legal, no local da obra em período integral. O SESMT realizava periodicamente visitas a campo para conferir se todas as medidas de segurança estavam sendo atendidas e/ou a necessidade de melhorias, visando a garantia da integridade e saúde dos funcionários.

A obra contou com a instalação de medidores de gases múltiplos em diversos níveis dentro do poço úmido para o contínuo monitoramento. Foram previstos insufladores de ar, máscara de proteção facial com filtro, roupas e calçados impermeáveis, cintos de segurança dotados de dispositivo para conexão em sistemas de ancoragem estudado e elaborado exclusivamente para obra e demais EPI e EPC necessários a segurança dos funcionários. Ainda, foi realizado o revezamento dos funcionários para reduzir o tempo de permanência dentro do poço úmido e exposição aos gases. Em caso de aumento da concentração de gás sulfídrico, era solicitado a saída do funcionário de dentro da estrutura e os serviços de recuperação paralisados. Durante todo o tempo, houve o monitoramento do nível do efluente dentro do poço úmido, pela área responsável pela operação da elevatória, a fim de evitar subidas bruscas do nível com a equipe de trabalho dentro da estrutura.

Em virtude do aumento da demanda de efluente ao longo do dia, muitas vezes os serviços de recuperação se iniciaram mais cedo, antes das 7 horas da manhã, pois menos bombas estavam em operação nesse período, implicando em menor turbulência do fluído e menor concentração de gás sulfídrico.

O serviço foi iniciado pela recuperação e reforço da laje de concreto do poço úmido pela face externa da estrutura. Na sequência, após recuperação da laje, foi realizado a instalação das plataformas de trabalhos, instaladas em três níveis diferentes dentro do poço úmido, atividade de alta complexidade e dificuldade. Nessa etapa, foi necessária a colocação de uma treliça suspensa, a fim de possibilitar a descida dos funcionários para execução dos furos de fixação dos consoles que serviram de apoio dos perfis metálicos utilizados para confecção das plataformas.

Após a instalação da plataforma de trabalho, foi dado início a recuperação dentro do poço úmido. A reabilitação das paredes foi executada em faixas consecutivas e, após sua finalização, procedeu-se para as chicanas.

O procedimento de reabilitação estrutural consistiu em:

- Hidrojateamento para limpeza e descontaminação do concreto;
- Demolição superficial da camada deteriorada;
- Projeção com argamassa estrutural, de base cimentícia, tixotrópica com inibidor de corrosão integrado;
- Execução dos furos para fixação química dos grampos de ancoragem;
- Complementação das barras de aço;
- Montagem das formas;
- Concretagem com microconcreto com aditivo adição de cristalizante antimicrobiano;
- Cura química.

As bombas da elevatória operam de acordo com a chegada de efluente na rede coletora, sendo necessário o funcionamento mínimo de três bombas para o atendimento da demanda de esgoto. Existem três chicanas na elevatória e cada uma recebe o efluente de duas bombas. Para possibilitar o acesso dos funcionários e execução dos serviços, cada chicana a ser recuperada implicou no desligamento de duas bombas, sendo a demanda operacional suprida pelas demais.

Devido ao espaço reduzido de trabalho, o que impediria a recuperação interna das chicanas e de parte da parede protendida (figura 3), as paredes frontais das chicanas foram demolidas e reconstruídas após a recuperação do trecho da parede protendida oculta por estes elementos na situação original.

RESULTADOS OBTIDOS

A obra de recuperação foi capaz de reconstituir a capacidade estrutural e prolongar a vida útil da Estação Elevatória de Esgoto Pinheiros. O reestabelecimento da condição de normalidade da estrutura garantiu a

continuação dos serviços prestados à população (figura 4 e 5). Os procedimentos de segurança e controle adotados foram eficazes para garantir a segurança dos funcionários. Ressalta-se que não houve acidentes ao longo da obra.

Caso a recuperação estrutural não fosse realizada em um curto período de tempo, o eventual e possível colapso da estrutura poderia acarretar o extravasamento de esgoto no Rio Pinheiros, trazendo sérias consequências ambientais. O extravasamento de esgoto em recursos hídricos é um crime ambiental tipificado pela Lei 9.605/98 – Lei de Crimes Ambientais –no art. 225, § 3º da CF/88 o qual estabelece sanções penais para as pessoas físicas ou jurídicas que cometam crimes que prejudiquem o meio ambiente.

Figura 4: Vista de dentro das chicanas (a) antes (b) depois da recuperação.

Figura 5: Vista da parede do poço úmido (a) antes (b) depois da recuperação.

A execução da obra de recuperação com a elevatória em pleno funcionamento permitiu que os serviços de coleta, afastamento e tratamento do esgoto não fossem afetados, incluindo as obras de ampliação das ligações de esgoto realizadas durante o projeto Novo Rio Pinheiros, sendo possível atender as necessidades e expectativas das partes interessadas: cliente, sociedade, meio ambiente e acionistas.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Analisando a tomada de decisão a respeito da intervenção, as ações adotadas se mostraram eficazes e ágeis para reestabelecer as condições de normalidade da estrutura no menor período de tempo.

A treliça suspensa desenvolvida (figura 6) pela empresa contratada para a fixação dos consoles de apoio dos perfis metálicos da plataforma de trabalho (figura 7) foi essencial para a realização do trabalho de forma mais segura além de agilizar essa etapa, pois ela permitia um local de trabalho estável e seguro, com capacidade de apoiar os materiais e ferramentas utilizadas e garantia a proximidade da parede para o trabalho de furação.

Figura 6: Treliça utilizada para montar a plataforma de trabalho.

Figura 7: Plataforma de trabalho após montagem.

A atividade que resultou em maior impacto no cronograma da obra foi a recuperação interna das chicanas. Nas chicanas, devido ao espaço limitado, não era possível muitos funcionários trabalharem em conjunto. Além disso, foram necessárias medidas extras de segurança para garantir a retirada do funcionário em caso de intercorrência. No máximo, dois funcionários eram capazes de trabalhar simultaneamente e por um curto período de tempo, demandando em um maior tempo para finalização dos serviços.

Figura 7: Vista das chicanas (a) externa (b) internas

A maior dificuldade na execução da obra não estava relacionada aos procedimentos de recuperação em si, mas na realização destes com a estrutura em plena operação. Essa situação exigiu uma equipe bem treinada e familiarizada com todos os procedimentos de segurança (figura 8). Além de todo um planejamento logístico de transporte dos materiais e equipamentos para dentro do poço úmido.

Figura 8: Funcionários trabalhando na montagem da forma.

CONCLUSÃO

Este artigo tem o intuito de divulgar a metodologia adotada e principais desafios encontrados para execução dos serviços de recuperação da Estação Elevatória de Esgoto Pinheiros em plena operação. O sucesso da obra, com esse nível de particularidades, está atrelado ao diagnóstico preciso do agressivo quadro patológico atuante, planejamento minucioso, uso dos materiais mais adequados às condições fáticas e metodologias a serem empregadas, definição da logística dos materiais e equipamentos, execução do treinamento e qualificação das equipes, engajamento dos profissionais da Sabesp e da contratada, fiscalização e adoção de medidas de segurança rigorosas e adequadas para cada serviço em questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 33 - Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2006. Disponível em: < https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-33-atualizada-2022-_retificada.pdf >. Acesso em: 19 janeiro 2023.
2. BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 6 – Equipamento de Proteção Individual – EPI. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1978. Disponível em: < https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-

br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-06.pdf >. Acesso em: 19 janeiro 2023.

3. BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 15 - ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES (ANEXO N. º 11). Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1992. Disponível em: < https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-15-anexo-11.pdf >. Acesso em: 19 janeiro 2023.
4. BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 35 - Trabalho em Altura. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2012. Disponível em: < https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-35-atualizada-2022.pdf >. Acesso em: 19 janeiro 2023.
5. Coni, G., Tafuri, A., Costa, A., Sakuma, G. (2022), "Degradação do concreto através da formação de ácido sulfúrico biogênico em uma Estação Elevatória de Esgoto", Revista ALCONPAT, 12 (2022), pp. 279 – 295, DOI: https://doi.org/10.21041/ra.v12i2.571