

SISTEMA DE FILTRAÇÃO DE GASES PARA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO

AUTORES

Roberto da Silva Santos, Ivan Marques de Oliveira, Edimar Luiz Carneiro, Israel Isaias Praxedes e Walmir Medeiros – Cia. de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp.



EEE Final Tremembé – Rua Ver. Eduardo Camões Neto 369, Loteamento Flamboyant – Tremembé/SP

RESUMO

A eliminação de odores em estações elevatórias de esgoto representa um desafio devido à decomposição da matéria orgânica que gera gases como o metano e o gás sulfídrico. Encontrar uma solução eficiente para o controle de odores é imperativo. O projeto do **Sistema de Filtração de Gases** (SFG) para Estação Elevatória de Esgoto (EEE) é uma solução que contempla aspectos positivos de algumas práticas para tratamento de gases e com inovações para superar esse desafio. O novo SFG para EEE contempla: Integração: Projetado para ser facilmente incorporado ao espaço de grades já existentes em EEE, sem necessidade de grandes reformas; Resistência: Fabricado com materiais resistentes à corrosão e ao peso, garantindo durabilidade e confiabilidade a longo prazo; Operação sustentável: Utiliza a dinâmica natural de enchimento e esvaziamento do poço de sucção para filtrar os gases, sem consumir energia adicional; Manutenção simples: Sistema com filtros modulares que facilita a manutenção, reduzindo custos e tempo de inatividade; Eficiência comprovada: Combina fibra de casca de coco e carvão ativado para adsorver uma ampla gama de gases odoríferos, neutralizando odores desagradáveis. Um sistema sustentável que não apenas melhora a qualidade do ambiente de trabalho nas EEE, mas também proporciona um ambiente mais agradável e saudável para a vizinhança.

PALAVRAS-CHAVE

Controle de Odores em Estações Elevatórias de Esgoto: Uma Solução Inovadora, Eficaz e de Baixos Custos de Operação e Manutenção. Manta filtrante com fibra de coco e carvão ativado. Resistências mecânica e à corrosão. Manta de Poliéster e Fibra de Coco Impregnada com Carvão Ativado (Filtro de Carvão Ativado). Tampa Depuradora de Odores.

INTRODUÇÃO:

Estação Elevatória de Esgoto (EEE), é uma instalação que se destina ao transporte do esgoto recebido de redes coletoras e de outras estações elevatórias de esgoto, em um ponto de transbordo, bombeando-o para um ponto mais alto, com destino final a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Durante os estudos para a definição de um projeto, é crucial considerar fatores importantes devido às condições técnicas e econômicas, incluindo a emissão de odores. A Estação Elevatória de Esgoto Final do município de Tremembé -EEE Final, foi projetada e construída de acordo com os requisitos normativos, com operação iniciada em 2010, recebendo esgotos de redes coletoras e de cinco outras EEE de bacias de esgotamento do município, que por sua vez transporta para a ETE do sistema integrado Taubaté/Tremembé. A EEE Final de Tremembé, situada no loteamento Flamboyant, próximo ao centro da cidade, tem sido objeto de inúmeras queixas relacionadas a odores desagradáveis desde 2019. Apesar dos esforços preventivos da Sabesp, que incluem ações rotineiras de operação e manutenção como limpeza de redes e poços de sucção, além de ajustes nos controles de operação automática, os problemas persistem. Mesmo atuando prontamente para restabelecer a continuidade das operações em casos de interrupções causadas por terceiros, como furtos e atos de vandalismo, essas medidas não têm sido suficientes para eliminar a percepção de mau cheiro no sistema. A presença de odores na EEE Final e em suas proximidades é resultado da geração de gases provenientes do esgoto de características predominantemente domésticas. Sua composição inclui principalmente carboidratos, óleos e graxas, surfactantes, compostos de enxofre, fósforo e nitrogênio, além de microrganismos. Esses elementos resultam principalmente na formação de gás metano e gás sulfídrico. Atualmente, a EEE Final opera com a contribuição de 17.648 economias de esgoto, recebendo recalque de outras cinco estações elevatórias de esgoto e por gravidade através de redes coletoras.

Estes gases são resultados de processos oxidativos e fermentativos que ocorrem na digestão anaeróbia. E, a concentração de gases no sistema em questão é agravada pelas características do porte e condições operacionais, ou seja, as EEE operam em função direta do volume de contribuição e tempo de detenção em função do nível do poço de sucção de cada EEE. Mesmo que considerado o fator emissão de odores na implantação do projeto da EEE Final, há fatores indiretos que variam ao longo do tempo, e em função da situação operacional e de características da bacia de esgotamento. Podendo ser agravada por fatores externos como por exemplo, furtos e vandalismos que provoquem a paralização inesperada do sistema de bombeamento.

O acompanhamento dos dados de medição de gás apresenta resultados que superam as expectativas. A adsorção dos gases foi praticamente total (conforme tabela 2) e eliminação completa da percepção de odor. Além de que a eficiência do SFG vem superando a previsão da substituição do elemento filtrante (que era de seis meses).

PROBLEMA:

Mau cheiro na EEE Final e em seu entorno causando desconforto, repulsa e conseqüentes reclamações.

CAUSA:

O cheiro desagradável na EEE Final e entorno se origina da geração de gases provenientes do esgoto de características predominantemente domésticas. Estes gases, principalmente metano e gás sulfídrico são resultado de processos oxidativos e fermentativos na digestão anaeróbia. A concentração de gases é agravada pelo porte e condições operacionais das EEE, que operam em função do volume de contribuição e tempo de detenção no poço de sucção.

OBJETIVO:

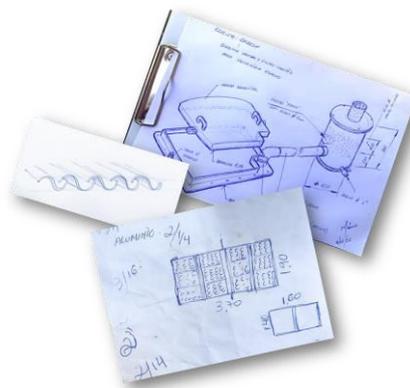
Eliminar a percepção de odor resultante dos processos oxidativos e fermentativos da digestão anaeróbia proveniente do poço de sucção da EEE Final de Tremembé com instalação de filtro para os gases que são gerados.

DESAFIO E OPORTUNIDADE:

Eliminar odores em uma estação elevatória de esgoto é um desafio devido a vários fatores. Entre eles, destacam-se a natureza dos resíduos e a complexidade da composição do odor, que produzem compostos voláteis de enxofre, nitrogênio e outros elementos causadores de odores desagradáveis. No entanto, isso também representa uma oportunidade para o desenvolvimento de soluções eficazes e economicamente viáveis para implantação, operação e manutenção preventiva. Para enfrentar esses desafios, as soluções aplicadas em estações elevatórias de esgoto podem empregar uma variedade de técnicas. Isso inclui o uso de filtros de carvão ativado, sistemas de desodorização química, coberturas flutuantes para reter odores e melhorias na ventilação, entre outras. No entanto, mesmo com essas medidas, pode ser difícil eliminar completamente o odor. Muitas vezes, o objetivo é reduzi-lo a níveis aceitáveis em conformidade com as regulamentações ambientais. Nesse sentido, avaliamos algumas técnicas aplicadas na Sabesp e no mercado para eliminar odores em sistemas de esgotamento sanitário. Entre elas, destacam-se aplicações com biofiltro com casca de coco e depurador com carvão ativado e materiais em geral, utilizados na filtração de gases. Encontramos uma manta de poliéster e fibra de coco impregnada com carvão ativado (Filtro de Carvão Ativado). Portanto, a manta, Filtro de Carvão Ativado, foi idealizada considerando especialmente as condições operacionais de uma EEE. Isso inclui um poço de sucção com grades removíveis para permitir acessos para manutenção eletromecânica e limpezas, além das condições para manter o fluxo de gases. Além disso, é sabido que o carvão ativado apresenta efetiva capacidade de adsorção das principais substâncias de sistemas de esgoto. O sistema de filtração de gases idealizado, que denominamos de Tampa Depuradora de Odores de poço de Sucção de EEE, foi definido a partir de testes com manta confeccionada de material filtrante de poliéster impregnado com carvão ativado (Filtro Manta Carvão Ativado -Modelo: MMPP/CA). Os filtros de carvão ativado são comuns e o material tem capacidade de adsorver gases e vapores. Eles são eficazes na remoção de uma variedade de gases nocivos, incluindo metano, sulfeto de hidrogênio, amônia e hidrogênio sulfídrico. As vantagens incluem eficácia na remoção de uma variedade de gases nocivos, fácil instalação e manutenção e de baixo custo.

ESTUDOS PRELIMINARES:

O objetivo é projetar uma tampa/grade que permita a entrada e saída de gás em direções ascendente e descendente, além de impedir a entrada de água de chuva no poço de sucção da Estação Elevatória de Esgoto (EEE). Adicionalmente, é necessário definir uma alternativa viável para a fixação de um elemento filtrante, especificamente um filtro de manta de carvão ativado, na parte inferior da tampa/grade. Este filtro será responsável por depurar os gases resultantes de processos oxidativos e fermentativos, que são naturalmente gerados no poço de sucção da EEE Final. É importante considerar a necessidade de substituição do filtro após sua saturação, estimada em cerca de seis meses.



FILTRO MANTA CARVÃO ATIVADO

Descrição técnica: Manta de Poliéster e Fibra de Coco Impregnada com Carvão Ativado (Filtro de Carvão Ativado), com alta capacidade de absorver diversos odores e gases, inclusive os gases mais frequentes em sistemas de bombeamento de esgoto doméstico. Fornecida em rolo na dimensão 1.000 x 20.000 mm, modelo: MMPP/CA da *Manflair*.

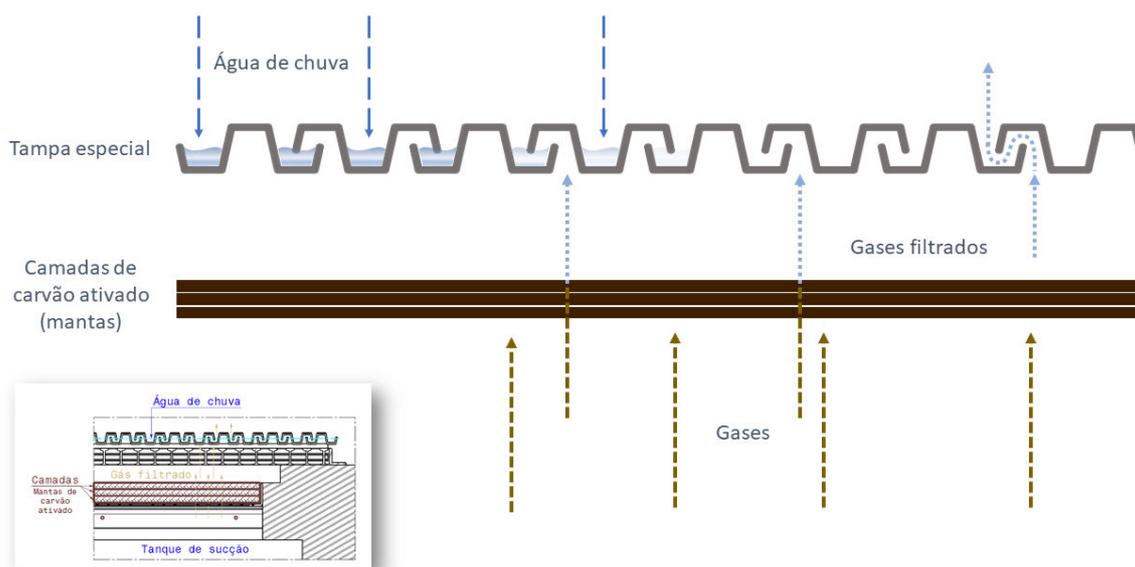
Figura 1: Manta Carvão Ativado.



Fonte: Foto própria.

PRÉ-PROJETO: ILUSTRAÇÃO DA IDEIA

Figura 2: Pré-projeto.



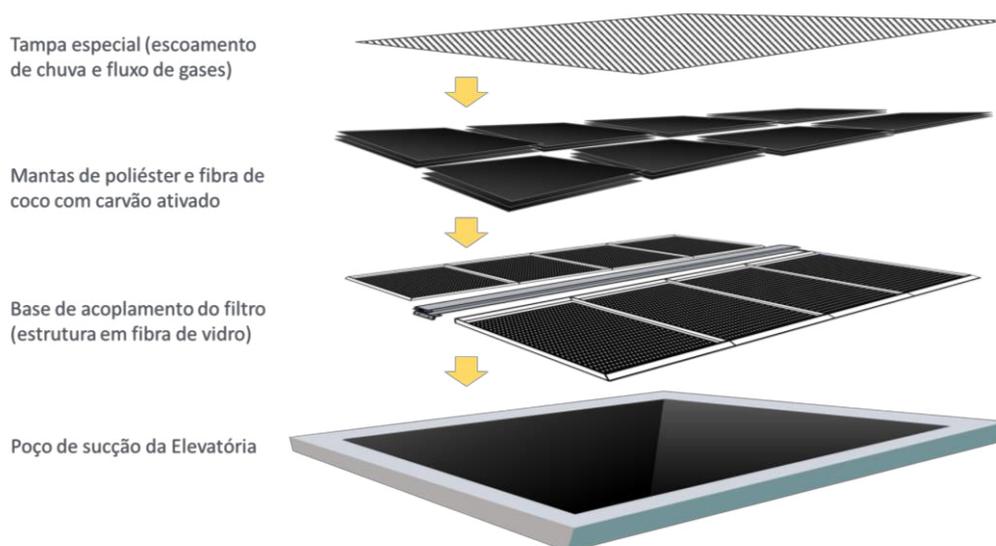
Fonte: Esquema próprio elaborado.

PROJETO: TAMPA ESPECIAL ESTRUTURA STR – SISTEMA PURIFICADOR DE GASES

A partir do pré-projeto consolidado, apresentamos proposta para a *Stratus*, empresa fornecedora da Sabesp, especialista em aplicação de produtos em fibra de vidro em estações de tratamento de água e esgoto.

No desenvolvimento da primeira versão do Projeto de “Tampa Especial Estrutura STR – Sistema purificador de gases”, nome definido pela *Stratus*, foi realizada visita técnica na EEE Final para levantamento de dados iniciais e esclarecidas as dúvidas.

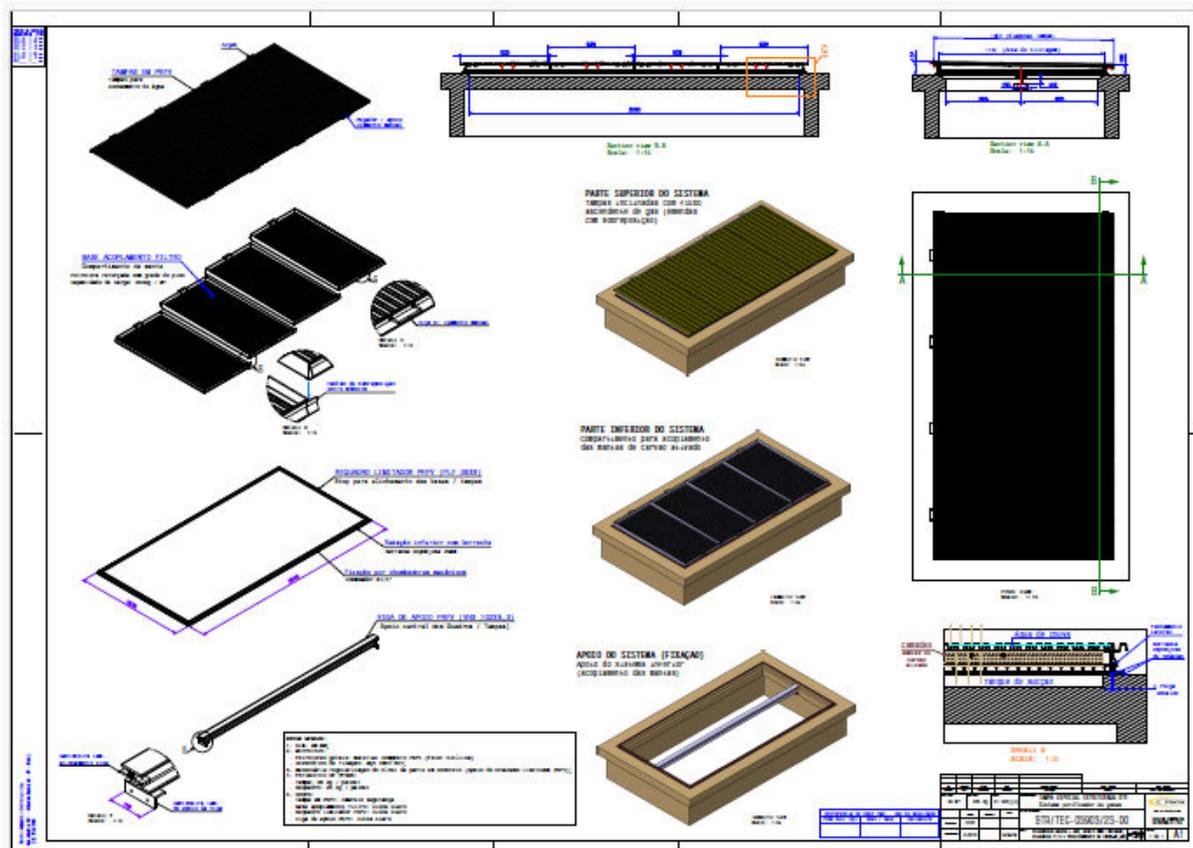
Figura 3: Tampa especial estrutura STR – Sistema Purificador de gases



Fonte: Esquema próprio elaborado.

Assim a Sabesp e a *Stratus* consolidaram o Projeto: Conjunto de tampa especial estruturada fabricada em Plástico Reforçado por Fibra de Vidro (PRFV) e resina termofixa ÉSTER VINÍLICA, com sistema anti-odor, que garante o fluxo ascendente de gás e impede o fluxo descendente de água pluvial.

Figura 4: Esquema técnico do projeto



Fonte: Esquema próprio elaborado

CUSTO DO PROJETO – 2º SEMESTRE DE 2024

SISTEMA DE FILTRAÇÃO DE GASES PARA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO EEE Final – Tremembé SP	
Produto	Custos (R\$)
Filtro Manta Carvão Ativado - Modelo: MMPP/CA – <i>Manflair</i> 1.000 x 20.000 mm	1.100,00
Serviços de engenharia para desenvolvimento/fabricação, fornecimento e instalação de sistema purificador de gases (tampa depuradora de odor) - <i>Stratus</i>	48.211,60
TOTAL R\$	49.311,60

BENEFÍCIOS ESPERADOS E RESULTADOS:

Os testes experimentais com instalação da manta sobre a grade, apresentaram reduções significativas com adsorção do gás sulfídrico gerado na EEE Final, dados coletados na figura a seguir:

Tabela 1: Medições de gás sulfídrico – EEE Final. Poço de sucção EEE – Fase de testes.

Dia	Horário	Sob (ppm)	Sobre (ppm)	Temperatura ambiente (°C)
30/jan	08:00	7.5	0.0	28
30/jan	16:30	4.5	0.0	32
31/jan	08:30	2.6	0.0	28
31/jan	13:40	3.5	0.0	31
02/fev	13:40	29	0.6	21
05/fev	11:00	13.5	1.3	26
06/fev	14:00	5.7	0.0	31
07/fev	07:40	4.5	0.0	19
09/fev	10:40	4.6	0.6	21
13/fev	09:00	1.6	0.0	24
14/fev	15:00	2.3	0.0	29
20/fev	13:30	10.4	0.6	24
27/mar	11:00	0.8	0.0	24
04/abr	10:30	3.3	0.4	31
09/abr	14:00	2.7	0.0	30

Fonte: Dados prospectados no local.

CONCLUSÕES DOS DADOS DAS MEDIÇÕES – FASE DE TESTES:

1. Redução Significativa nos Níveis de Sulfídrico: A média dos níveis de gás sulfídrico antes do tratamento era significativamente maior (6.34 ppm) do que depois do tratamento (0.24 ppm).
2. Eficiência no processo de adsorção dos gases:
 - Redução Significativa de Gás Sulfídrico: A redução substancial nos níveis de gás sulfídrico após a passagem pelo meio Filtrante de Carvão Ativado (manta) indica que o método de adsorção utilizado é eficaz.
 - Impacto Positivo: A solução contribui para o controle da poluição e a melhoria da qualidade do ar.

EXPECTATIVAS APÓS OS TESTES INICIAIS:

- Eliminação de Mau Cheiro: Espera-se eliminar a percepção de mau cheiro na EEE Final de Tremembé e em seu entorno, através da eficiente adsorção dos gases.
- Redução de Riscos: A solução visa reduzir a probabilidade de acidentes e doenças relacionadas à exposição a gases nocivos.
- Diminuição da Poluição: A implementação do sistema deve resultar na redução da poluição do ar e da água.



RESULTADOS APÓS IMPLANTAÇÃO DO PROJETO:

Os resultados de acompanhamento após a instalação do SFG, apresentaram reduções significativas com adsorção do gás sulfídrico gerado na EEE Final, dados coletados na tabela a seguir:

Tabela 2: Medições de gás sulfídrico – EEE Final (Internas e Externas).

Dia	Horário	Interno Sob o SFG Poço Sucção (ppm)	Externo Sobre o SFG (ppm)	Temperatura ambiente (°C)
04/jul/24	14:40	12.5	0.0	24°
11/jul/24	14:17	0.0	0.0	27°
12/jul/24	15:00	0.0	0.0	27°
16/jul/24	07:30	0.0	0.0	25°
23/jul/24	16:30	0.0	0.0	25°
25/jul/24	15:00	0.0	0.0	27°
31/jul/24	15:30	0.0	0.0	23°
01/ago/24	14:30	0.0	0.0	28°
02/ago/24	14:00	0.0	0.0	28°
07/ago/24	11:00	0.0	0.0	24°
12/ago/24	15:00	0.0	0.0	22°
13/ago/24	15:00	0.0	0.0	20°
21/ago/24	11:40	0.0	0.0	20°
27/ago/24	14:00	0.0	0.0	26°
30/ago/24	16:10	0.0	0.0	27°
03/set/24	14:00	0.0	0.0	25°
04/set/24	15:30	0.0	0.0	27°
09/set/24	15:00	0.0	0.0	29°
10/set/24	14:17	0.0	0.0	27°
12/set/24	15:00	0.0	0.0	29°
13/set/24	11:00	0.0	0.0	27°
24/set/24	14:30	2.1	0.0	34°
15/out/24	10:30	3.2	0.0	25°
07/nov/24	15:00	0.0	0.0	25°
25/nov/24	10:00	18.0	0.0	25°
09/dez/24	15:00	1.7	0.0	29°
24/dez/24	15:00	1.3	0.0	29°
08/jan/25	13:20	1.5	0.0	30°
14/jan/25	10:00	0.0	0.0	30°
05/fev/25	15:30	0.0	0.0	29°
13/fev/25	15:40	1.5	0.0	30°

Fonte: Dados prospectados no local.

CONCLUSÃO:

Os resultados demonstram que houve uma redução significativa nos níveis de gás sulfídrico no Poço de Sucção após a instalação do **Sistema de Filtração de Gases para Estação Elevatória de Esgoto** devido ao processo de adsorção e eliminação de gás na parte externa. Isso indica que a solução é altamente eficaz, trazendo benefícios substanciais para o controle da poluição e a melhoria da qualidade do ar. Portanto, o objetivo foi atingido e a implementação contínua deste sistema é recomendada para manter e melhorar a qualidade ambiental.



A solução **Sistema de Filtração de Gases para Estação Elevatória de Esgoto** se integra bem às operações rotineiras e às de manutenção de uma estação elevatória de esgoto (EEE) sem interferências significativas. Além disso, há potencial para aprimoramento contínuo e a possibilidade de embasar a atualização de Normas Técnicas Sabesp – NTS e Procedimentos Empresarias Sabesp.

É importante considerar que a carga orgânica e a vazão de contribuição de esgoto podem variar consideravelmente de acordo com os usos. Em ocupações onde há grandes concentrações de pessoas, como hotéis, presídios e restaurantes, a taxa de carga orgânica é alta, o que implica em mais geração de gases. No entanto, a solução apresentada é escalável, permitindo ampliar a capacidade do meio filtrante, pois o compartimento de filtro permite o aumento de camadas. Mesmo assim, se os custos forem comparados com soluções que envolvem tratamento químico ou biofiltros, eles continuam sendo menores.

O custo de substituição do Filtro de Carvão Ativado (manta) após a saturação é relativamente baixo (rolo de 1.000 x 20.000 mm por R\$ 1.100,00 – 2º semestre de 2024), especialmente considerando os benefícios substanciais que proporciona. O tempo estimado de saturação do Filtro de Carvão Ativado (manta) é de seis meses, com a possibilidade de novos testes, calibrar a utilização visando aumentar o desempenho.

Adicionalmente, a solução proposta abre novas possibilidades para aplicações em outras instalações do Sistema de Esgotamento Sanitário onde a presença de odores é um problema. Quando comparado a várias soluções atualmente em uso, o **Sistema de Filtração de Gases para Estação Elevatória de Esgoto** oferece vantagens significativas em termos de custos de implantação, operação e manutenção.

É fundamental enfatizar que a implementação desta solução não elimina a necessidade de cumprir as normas técnicas e os procedimentos empresariais da Sabesp. Estes incluem requisitos específicos relacionados à segurança do trabalho, como os descritos na NBR 16577 e no PE-SS0001 – V.1 (Anexo 13; FE-SS0001 - V.1; FE-SS0004 - V.1). Essa norma e esse procedimento devem ser rigorosamente seguidos durante a execução de atividades de operação e manutenção.

REFERÊNCIAS:

1. SABESP. Projeto interno. Projeto de tratamento de odores por biofiltração - 2012/2013
2. SABESP. Norma Técnica Sabesp – NTS0020 V.1: Elaboração de Projetos – Estações Elevatórias, 2003
3. SABESP. Norma Técnica Sabesp – NTS0062 V.1: Elaboração de Anteprojeto de Sistema de Esgotamento Sanitário, 2021
4. SABESP. Norma Técnica Sabesp – NTS0171 V.0: Manutenção e Instalação de Bombas Submersíveis de Esgoto, 2002
5. SABESP. Norma Técnica Sabesp – NTS0337 V.1: Identificação e Padronização Cromática em Sistemas de Saneamento, 2021
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12208: Projeto de estações de bombeamento ou estação elevatória de esgoto - Requisitos Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16577: Espaço confinado – Prevenção de acidentes, procedimentos e medidas de proteção. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
8. SABESP. Instrumento Organizacional. Procedimento Empresarial Segurança e Saúde no Trabalho - PE-SS0001 – V.1, Segurança em Espaço Confinado nº13 - Anexo 13; Análise Preliminar de Riscos - FE-SS0001 – V.1; Permissão de Entrada e Trabalho – Espaços Confinados - FE-SS0004 - V.1; 2024.
9. RUBIM, Cristiane. Para controlar gases e maus odores, sistemas de esgoto devem ter elaboração adequada, Revista TAE; Edição Nº 59 - Fevereiro/Março de 2021 - Ano 10. Disponível em: Sistemas de esgoto devem ter elaboração adequada - Especializada em tratamento de água e efluentes (revista-tae.com.br).
10. Apresentado no Encontro Técnico AESabesp - 35º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente – outubro/2024.
11. Publicado na Revista HYDRO. Publicação em https://issuu.com/aranda_editora/docs/hydro_janeiro_fevereiro_2025?fr=xKAE9_zU1NQ, página 28.