

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

CURSO DE GRADUAÇÃO ENGENHARIA AMBIENTAL

ALÉXIOS LIMA ELEFTHERIOU

**Melhorias de processos em uma estação de tratamento de
efluentes em uma empresa localizada em Indaiatuba**

Sorocaba

2024

**Melhorias de processos em uma estação de tratamento de efluentes em
uma empresa localizada em Indaiatuba**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Universidade Estadual Paulista (UNESP), como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Admilson Irio Ribeiro

E38m

Eleftheriou, Aléxios Lima

Melhorias de processos em uma estação de tratamento de efluentes em uma empresa localizada em Indaiatuba / Aléxios Lima Eleftheriou. -- Sorocaba, 2024
31 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Ambiental) -
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia,
Sorocaba

Orientador: Admilson Irio Ribeiro

1. Água - Estações de tratamento. 2. Águas residuais - Purificação -
Tratamento biológico. 3. Digestão de águas residuais. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Aléxios Lima Eleftheriou

Melhorias de processos em uma estação de tratamento de efluentes
em uma empresa localizada em Indaiatuba

Sorocaba, 29 de Julho de 2024

Prof. Dr. Admilson Irio Ribeiro
Orientador

Trabalho aprovado por meio de parecer, homologado pelo Conselho de Curso
em reunião de 08 de Agosto de 2024

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, pois sem ele nada disso seria possível, foi ele que me fortaleceu nos períodos difíceis para que eu chegasse a conclusão deste curso.

Aos meus pais, Antonio Georges Eleftheriou e Maria Lucimar de Lima, cujo apoio total e encorajamento constante foram a luz que me guiou em direção à conclusão deste curso, obrigado por todo esforço investido em mim. Seu amor e dedicação são minha inspiração diária, vocês são os meus dois maiores exemplos na vida.

À minha namorada, Julia Stefani de Assis, agradeço por sua compreensão, paciência e por estar ao meu lado durante todo meu percurso acadêmico, além de me proporcionar apoio total durante os momentos desafiadores nesses anos de formação. Com você ao meu lado, cada desafio se tornou mais fácil de enfrentar.

Não poderia deixar de mencionar dois grandes amigos, Pedro Ramon Coser Diaz e Matheus Pazin, por compartilharem comigo não apenas o espaço do apartamento e diversas aulas durante o curso, mas também preciosos momentos de apoio, conversas e incentivo ao longo desta jornada universitária. Suas amizades foram fundamentais para o meu crescimento pessoal e acadêmico.

Também quero agradecer à UNESP e a todos os professores do meu curso pela elevada qualidade do ensino oferecido.

Muito obrigado a todos.

Resumo

O propósito fundamental deste estudo foi a busca por oportunidades de aprimoramento no processo de tratamento de efluentes industriais e biológicos em uma empresa do setor automotivo, situada no município de Indaiatuba. Foi realizado um acompanhamento minucioso, abrangendo um período de 10 meses, sendo, de Julho de 2022 a Abril de 2023, proporcionando uma visão abrangente das operações da estação de tratamento de efluentes (ETE) e permitindo a identificação de demandas cruciais que orientam este estudo.

O objetivo primordial do acompanhamento foi otimizar o desempenho da ETE, com foco na melhoria da qualidade do processo como um todo. Um esforço significativo foi direcionado à busca por oportunidades de redução de custos e à promoção de benefícios ambientais substanciais. Ao longo do período de monitoramento, houveram parâmetros laboratoriais que se encontravam fora dos limites recomendados pela legislação vigente, o que reforçou a necessidade de uma análise mais aprofundada e intervenções específicas.

A busca pela melhoria da qualidade do efluente é um elemento-chave desta pesquisa, uma vez que se concentra em assegurar que os parâmetros estabelecidos pelos órgãos reguladores sejam rigorosamente cumpridos. O acompanhamento detalhado e a análise crítica desse processo de tratamento de efluentes permitiram a identificação de áreas específicas que exigem atenção e otimização.

Este estudo buscou soluções práticas para melhorar a eficiência operacional, promover a sustentabilidade ambiental e otimizar recursos dentro da ETE, demonstrando um compromisso com a melhoria contínua e contribuindo para soluções eficazes no tratamento de efluentes industriais e biológicos.

Palavras chave: Estação de tratamento de efluentes, ETE, melhorias, otimização, parâmetros, análise.

Abstract

The fundamental purpose of this study was the search for opportunities to improve the industrial and biological effluent treatment process in a company in the automotive sector, located in the city of Indaiatuba. Detailed monitoring was carried out, covering a period of 10 months, from July 2022 to April 2023, providing a comprehensive view of the operations of the effluent treatment plant (ETE) and allowing the identification of crucial demands that guide this study .

The primary objective of the monitoring was to optimize the performance of the ETE, focusing on improving the quality of the process as a whole. Significant effort was directed toward searching for cost-saving opportunities and promoting substantial environmental benefits. Throughout the monitoring period, there were laboratory parameters that were outside the limits recommended by current legislation, which reinforced the need for a more in-depth analysis and specific interventions.

The quest to improve effluent quality is a key element of this research, as it focuses on ensuring that the parameters established by regulatory bodies are strictly adhered to. Detailed monitoring and critical analysis of this effluent treatment process allowed the identification of specific areas that require attention and optimization.

This study sought practical solutions to improve operational efficiency, promote environmental sustainability and optimize resources within the ETE, demonstrating a commitment to continuous improvement and contributing to effective solutions in the treatment of industrial and biological effluents.

Keywords: Effluent treatment plant, ETE, improvements, optimization, parameters, analysis.

Sumário

1. Introdução.....	6
2. Objetivos.....	9
2.1. Objetivo geral.....	9
2.2. Objetivos específicos	9
3. Metodologia	10
3.1. Local de Estudo	10
3.2. Início do projeto.....	10
3.3. A Estação de Tratamento de Efluentes.....	11
3.4. O processo da ETE	12
3.5. Metodologia de trabalho.....	14
4. Resultados.....	15
4.1. Redução no tempo de trabalho dos misturadores do tratamento industrial. ...	15
4.2. Mudança no quadro elétrico responsável pelo controle do soprador.	16
4.3. Bomba de retorno de efluente do tratamento industrial	17
4.4. Construção da mureta do pátio de resíduos	19
4.5. Desvio da tubulação pluvial do “Bota fora”	22
4.6. Contratação de empresa especializada para fornecimento de produtos e suporte técnico.....	25
5. Conclusão.....	29
Referências bibliográficas	30

1. Introdução

Este TCC compreende o período de 10 meses, onde pude realizar meu estágio em uma empresa do ramo automotivo, localizada na cidade de Indaiatuba (SP). Esta empresa possui sua própria Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), e como parte do meu programa de estágio, fui encarregado de explorar oportunidades de aprimoramento dentro da área da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE). Estas melhorias de processo abrangiam uma ampla gama de áreas, incluindo a redução do consumo energético, a obtenção de benefícios ambientais, a otimização da utilização de insumos, a automação de procedimentos e o refinamento dos parâmetros operacionais. Este escopo de trabalho flexível possibilitou uma abordagem completa para a avaliação, planejamento e implementação de melhorias essenciais no funcionamento da ETE.

A Estação de Tratamento de Efluentes desta empresa é dividida em duas partes, uma relacionada ao tratamento do efluente biológico e outra relacionada ao tratamento do efluente industrial. O tratamento biológico é aquele que é relacionado aos efluentes que são advindos de banheiros, refeitório e o descarte proveniente das atividades de limpeza de toda a planta. O tratamento industrial é proveniente do processo produtivo de fosfatização na área industrial, este efluente pode vir das cabines de pintura, cabine de lavagem de máquinas e utensílios com óleo, desengraxantes das lavadoras de peças, e limpeza de ferramentas em geral.

A atividade industrial é geradora de um significativo volume de efluentes. Os tratamentos de efluentes industriais estão diretamente ligados à preservação ambiental, sendo que estes envolvem a remoção de impurezas geradas na fabricação do produto de interesse de cada indústria (CRESPILHO et al., 2004). Estes efluentes, resultado da utilização da água e outros fluidos no processo industrial, possuem grande potencial de impactos ao meio ambiente, quando não tratados. Neste cenário enquadra-se a indústria de peças automotivas, foco do presente estudo, responsável por gerar quantidades significativas de efluentes, principalmente oriundos do processo de pintura das peças. De modo a garantir a integridade ambiental e a necessidade da adequação das atividades industriais

respeitando a legislação de lançamento de efluentes (CONAMA 357, revogada pela CONAMA 430), faz-se necessário o tratamento dos mesmos em uma Estação de Tratamento de Efluentes Industriais (ETE). Todo processo de tratamento onera a indústria com custos operacionais, além da implantação do sistema.(SIEGLE,2012).

A presente Estação de Tratamento de Efluentes possuía um desempenho satisfatório em geral, porém há pontos de melhoria. Durante o início do projeto os indicadores de nitrito e nitrato estavam um pouco acima do limite e muitos processos eram realizados a anos da mesma maneira sem passar por uma atualização. De acordo com a bibliografia relacionada (SIEGLE, 2012) a outras Estações de Tratamento de Efluentes chegou-se a conclusão que um dos maiores custos de uma ETE está relacionado ao gasto energético. As referências internacionais para a parcela relacionada aos custos de energia nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) indicam que ela pode se situar entre 25% e 50% dos custos operacionais (WEF, 2002). Desta maneira um dos focos deste projeto de melhorias de processo é a questão de redução energética, de forma que se gere uma economia financeira e um ganho ambiental.

Os cursos d'água superficiais constituem, usualmente, o principal destino dos esgotos tratados. Desta forma, o planejamento e projeto de sistemas de tratamento de efluentes devem considerar a capacidade de assimilação e de suporte dos corpos d'água (REIS et al., 2015). Além disso, o planejamento deve estar de acordo com as legislações relacionadas ao uso de recursos hídricos, que definem quais os limites máximos para concentração de determinados constituintes que podem ser descartados nos corpos receptores e definem o enquadramento dos corpos hídricos. Entre as principais leis de referência estão:

- Resolução CONAMA nº 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências;
- Resolução CONAMA nº 430/2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005;
- Decreto Estadual nº 10.755, de 22 de novembro de 1977, que dispõe

sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, e dá providências correlatas.

- Decreto Estadual nº 8468, de 8 de setembro de 1976, que aprova o Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente

2. Objetivos

2.1. Objetivo geral

Este trabalho possui como objetivo propor melhorias de processo no tratamento de efluentes industriais e biológicos, de uma empresa do ramo automotivo, localizada no município de Indaiatuba.

2.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos do presente estudo são:

- **Revisar Procedimentos Operacionais do Sistema de Tratamento de Efluentes:** Revisar detalhadamente os procedimentos operacionais e as instruções de trabalho do sistema atual de tratamento de efluentes, identificando pontos de melhoria e atualizações necessárias.
- **Identificar Oportunidades de Otimização de Custos:** Determinar áreas onde os custos operacionais podem ser reduzidos, com foco especial no consumo de energia, utilização de insumos químicos e alocação de recursos humanos.
- **Propor Melhorias Práticas e Estratégicas:** Desenvolver e sugerir soluções práticas e estratégicas para a otimização do sistema de tratamento de efluentes, incluindo a substituição de insumos, melhorias nos processos, redução do consumo de energia e outras medidas pertinentes.
- **Aumentar a Eficiência Operacional:** Implementar ações que melhorem a eficiência operacional da ETE, assegurando que o tratamento dos efluentes seja eficaz e conforme os padrões de qualidade estabelecidos pelas normas ambientais vigentes.
- **Garantir Conformidade com Regulamentações Ambientais:** Assegurar que as operações da ETE atendam às exigências legais, especialmente quanto à legislação de lançamento de efluentes (CONAMA 357 e CONAMA 430).
- **Promover Sustentabilidade Ambiental:** Buscar soluções que, além de otimizar o sistema, também promovam a sustentabilidade ambiental, reduzindo o impacto ecológico das operações industriais.

3. Metodologia

3.1. Local de Estudo

A indústria deste estudo de caso fica localizada no estado de São Paulo, na cidade de Indaiatuba, e é uma empresa do ramo automobilístico. A tabela 1, mostra alguns dados da cidade de Indaiatuba.

Tabela 1- Dados do município de Indaiatuba

Dados do Município de Indaiatuba	
População (Hab)	251.627
Área (KmZ)	311,4
Precipitação Média Anual (mm)	1300

3.2. Início do projeto

De modo a permitir uma análise detalhada de todas as etapas do processo, tanto do tratamento biológico quanto do industrial, foi realizado um acompanhamento operacional por cerca de uma semana, somado a revisão de todos os documentos e instruções de trabalho relacionados à estação. Este acompanhamento incluiu situações adversas, podendo acompanhar o desempenho da estação com uma vazão muito maior que comum devido a um dia de alto volume de precipitação. Além de acompanhar o procedimento operacional também foi possível acompanhar as análises laboratoriais que ocorrem semanalmente para garantir a qualidade do efluente. Este trabalho de identificação de possíveis otimizações do processo do tratamento dos efluentes, foi realizado, primeiramente, identificando quais eram as demandas desta estação.

3.3. A Estação de Tratamento de Efluentes

A figura 1 apresenta uma vista aérea do local de estudo, onde o destaque em amarelo é onde está localizado o tratamento industrial e o destaque em azul é onde está localizado o tratamento biológico.

Figura 1- Vista aérea da Estação de Tratamento de Efluentes do estudo de caso.



3.4. O processo da ETE

Após compreender como era o funcionamento da estação de tratamentos, foi construído um fluxograma para o tratamento industrial (1) e um para o tratamento biológico que podem ser visualizados nas figuras 2 e 3.

Figura 2- Tratamento Industrial

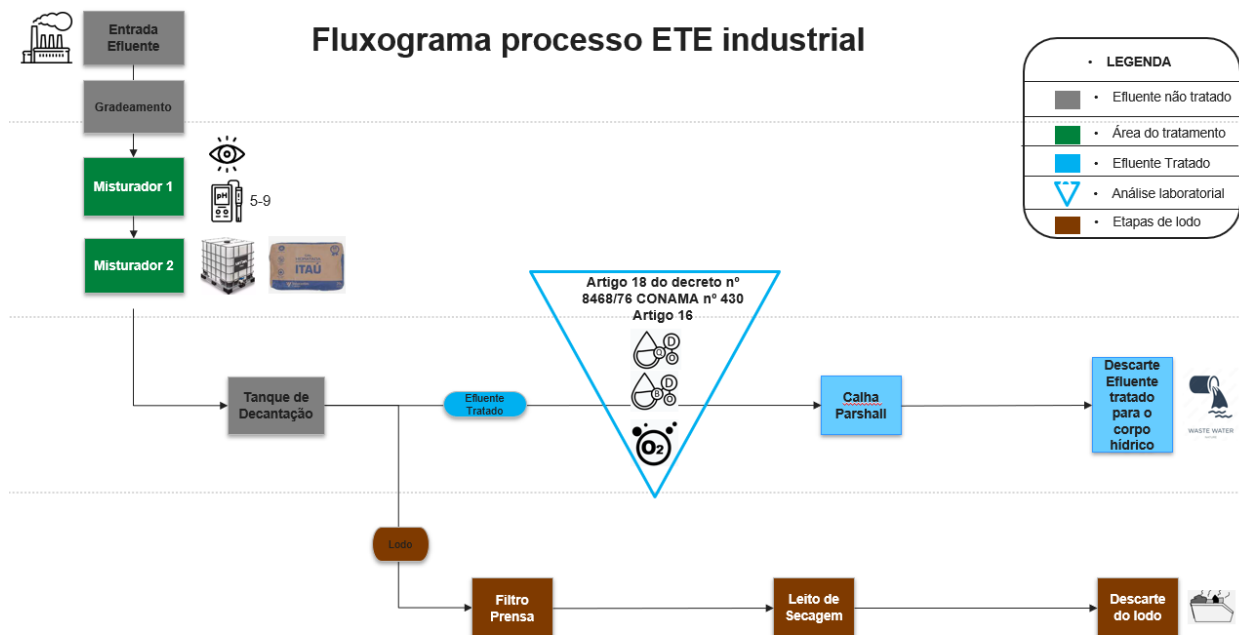
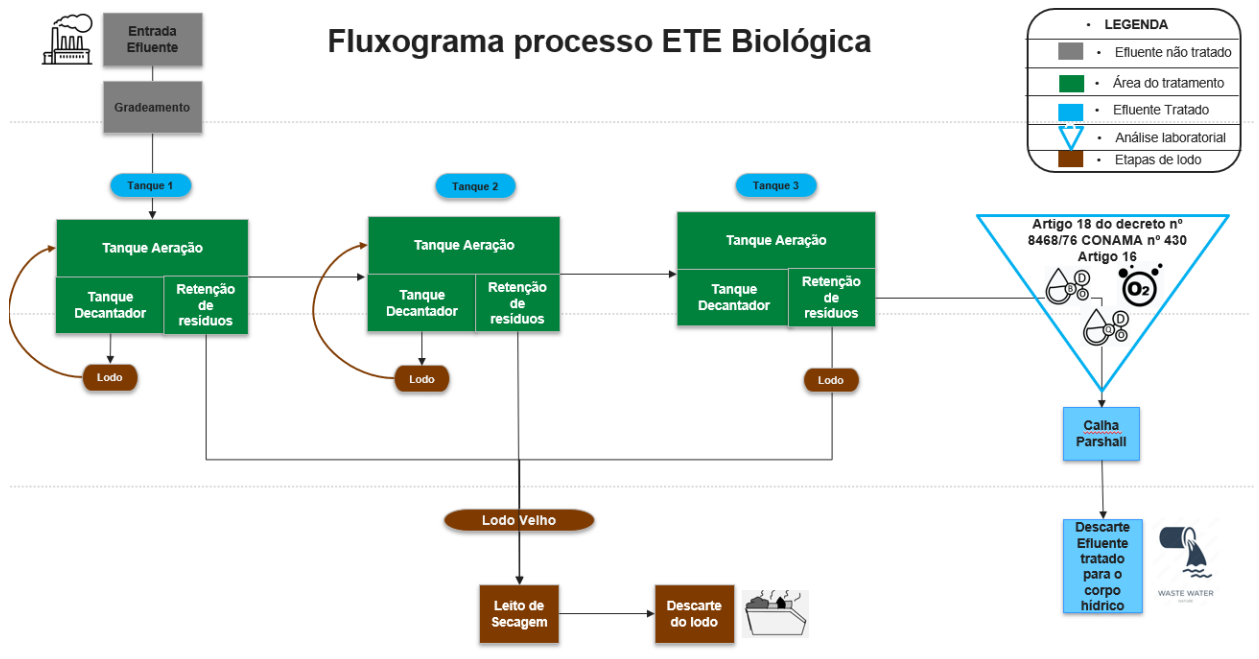


Figura 3- Tratamento Biológico



3.5. Metodologia de trabalho

A condução deste estudo, inserido no contexto do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) sobre a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), seguiu uma abordagem rigorosa e abrangente, composta pelas seguintes etapas: Identificação e Levantamento das Demandas da ETE:

1- Inicialmente, foi realizada uma análise aprofundada e detalhada da ETE, identificando áreas que demandavam aprimoramentos. Isso incluiu a avaliação das necessidades operacionais, questões de conformidade com regulamentações ambientais e a busca por oportunidades de otimização.

2- Redução do Consumo Energético: O primeiro foco do projeto foi direcionado à redução do consumo energético da ETE. Foram realizadas análises específicas para identificar os principais pontos de consumo de energia no sistema de tratamento e buscar soluções para otimizá-los. Isso incluiu a avaliação de equipamentos, procedimentos e tecnologias que permitissem uma operação mais eficiente e econômica.

3- Melhorias no Processo e Atendimento aos Parâmetros Legais: Após a fase de redução de consumo energético, o foco se voltou para melhorias no processo de tratamento de efluentes. Foram realizadas avaliações detalhadas dos procedimentos existentes, com o objetivo de otimizá-los e garantir o atendimento aos parâmetros estabelecidos pela legislação ambiental vigente. Isso incluiu a revisão de práticas de tratamento, tecnologias de monitoramento e procedimentos de controle de qualidade.

4- Coleta de Informações Científicas: Durante todo o processo, as informações necessárias para embasar as decisões e estratégias de melhoria foram obtidas por meio de uma análise criteriosa de artigos científicos publicados ao longo da última década. A revisão da literatura científica forneceu insights valiosos, tendências e inovações no campo do tratamento de efluentes, que contribuíram para embasar as escolhas e direcionar as melhorias.

5- Acompanhamento e Avaliação Constantes: Ao longo de todo o projeto, foram realizados acompanhamentos regulares e avaliações constantes do desempenho da ETE. Isso permitiu verificar a eficácia das medidas implementadas, identificar necessidades adicionais de ajustes e garantir que as melhorias estivessem alinhadas com os objetivos estabelecidos.

4. Resultados

4.1. Redução no tempo de trabalho dos misturadores do tratamento industrial.

Algumas melhorias foram identificadas no início do projeto e passaram por uma fase de análises e testes. Sendo que a primeira melhoria identificada, analisada, testada e aplicada foi no processo do tratamento industrial (Figura 4) que funciona da seguinte forma: o efluente chega na estação, passa por 2 misturadores que são responsáveis por homogeneizar o efluente com os produtos (cal hidratada e policloreto de alumínio), é enviado para um tanque de decantação e o lodo gerado no processo é enviado para um filtro prensa, responsável por prensar o lodo e facilitar o descarte do mesmo. A melhoria proposta foi uma redução de tempo de trabalho dos misturadores que ficavam ligados durante 24 horas, porém foi identificado uma diminuição da produção no terceiro turno de forma que os misturadores não precisam ficar ligados durante 24 horas, podendo ser ligados por um tempo consideravelmente menor, o que geraria uma grande redução energética e conseqüentemente uma redução de custos considerável. Os primeiros testes que foram realizados consistiam em deixar os misturadores ligados 40% do tempo que ficavam anteriormente, conseqüentemente gerando uma redução energética de 60%. Foram realizados diversos testes e o efluente não apresentou nenhum tipo de piora em sua qualidade, gerando um resultado satisfatório, que foi mantido durante todo o desenvolvimento do projeto.

Figura 4- Tanques de homogeneização do tratamento industrial.



4.2. Mudança no quadro elétrico responsável pelo controle do soprador.

Outra demanda que existia na ETE, é que o quadro elétrico responsável por ligar e desligar o motor dos sopradores do tratamento biológico, era constituído por botões (figura 5), de forma que quando havia uma queda de energia na empresa os sopradores desligavam, porém quando a energia retornava, era necessária uma operação manual, de ir até o quadro elétrico e apertar o botão para restaurar o funcionamento dos sopradores. Este problema foi identificado como um problema grave, pois aos fins de semana, não havia nenhum responsável pela ETE na empresa, então quando havia uma queda de energia no fim de semana, o tratamento só iria ser restaurado na segunda feira de manhã. Então a solução encontrada para este problema foi realizar a instalação de uma chave no lugar deste botão (Figura 6), de forma que esta chave fica sempre virada para o lado "ligado", então quando a energia retorna para a empresa após uma queda, os sopradores religam

Figura 5- Botões antigos para ligar e desligar os sopradores do tratamento biológico.



Figura 6- Chaves novas para ligar e desligar os sopradores do tratamento biológico



4.3. Bomba de retorno de efluente do tratamento industrial

No âmbito deste estudo de tratamento de fluentes, uma importante melhoria foi implementada com a instalação de uma bomba de retorno do efluente no sistema do tratamento industrial (figuras 7 e 8). Essa modificação teve como objetivo aprimorar os parâmetros do processo de tratamento, especificamente no que diz respeito à eficiência do sistema de decantação.

Figuras 7 e 8- Bomba de retorno de efluente instalada



A bomba de retorno do efluente foi estrategicamente posicionada no tanque de decantação, onde a separação de sólidos e líquidos ocorre. Sua função principal é redirecionar o efluente já tratado para o tanque de misturação, de forma que, em casos de necessidade, o efluente possa retornar para os tanques de misturação e ser adicionado mais produto para ser corrigido em relação a parâmetros como pH, gerando assim, melhorias notáveis no tratamento.

Aumento da Eficiência de Misturação: A reintrodução do efluente clarificado no tanque de misturação promove uma distribuição mais uniforme dos produtos químicos ou agentes de tratamento adicionados. Isso leva a uma maior eficiência na reação química e, portanto, na remoção de poluentes.

Estabilização dos Parâmetros de Qualidade: A manutenção de parâmetros estáveis e controlados ao longo do tratamento é essencial. A bomba de retorno do efluente contribui para a estabilidade dos parâmetros de qualidade, permitindo um controle mais preciso durante o processo (Figuras 9 e 10).

Figuras 9 e 10- Tanque de decantação pré bomba de recirculação/ Tanque de decantação pós instalação da bomba



Essa melhoria, representada pela instalação da bomba de retorno do efluente, demonstra a importância de implementar modificações específicas no sistema de tratamento de efluentes com o objetivo de otimizar o desempenho e atender às metas de qualidade estabelecidas. Os resultados obtidos após a implementação desta modificação podem ser quantificados e avaliados em termos de eficiência, custo-benefício e impacto ambiental.

4.4. Construção da mureta do pátio de resíduos

Outra melhoria significativa foi realizada com a construção de uma mureta no pátio de resíduos da empresa (Figura 11), local onde ficam as caçambas de coleta de materiais recicláveis e resíduos perigosos, gerados no processo de produção.

Esta intervenção se fez necessária devido a problemas recorrentes relacionados à entrada de resíduos de jardim (folhas, galhos, grama e outros materiais que eram arrastados junto com o vento) na tubulação conectada à ETE (Figura 12). Esses resíduos, quando chegavam à ETE, afetavam adversamente a bomba

responsável por enviar o lodo do tanque de decantação para o filtro prensa. Como resultado, a manutenção da bomba e a operação do filtro prensa eram frequentemente prejudicadas, gerando custos adicionais e paradas operacionais indesejadas.

Figura 11- Situação da mureta do pátio de resíduos pré reforma.



Figura 12- Tubulação conectada ao tratamento industrial.



A construção da mureta (Figuras 13 e 14) no pátio de resíduos representou uma solução eficaz para mitigar esses problemas. As principais vantagens e impactos desta melhoria incluem:

Proteção do Sistema de Tratamento: A mureta atua como uma barreira física que impede que os resíduos de jardim sejam arrastados pelo vento ou chuva em direção à tubulação da ETE. Isso protege o sistema de tratamento de fluentes de contaminação indesejada e evita o impacto negativo na bomba.

Redução de Manutenções: Com a entrada reduzida de resíduos de jardim no sistema, o desgaste e a obstrução da bomba diminuíram consideravelmente. Como resultado, o número de manutenções necessárias na bomba foi significativamente reduzido, resultando em economias de custo.

Aumento da Disponibilidade do Filtro Prensa: A operação mais consistente da bomba de envio de lodo para o filtro prensa, devido à ausência de obstruções causadas por resíduos de jardim, levou a uma maior disponibilidade e desempenho eficaz do filtro prensa.

Melhoria do Custo-Benefício: A redução das despesas de manutenção e a otimização da operação do filtro prensa contribuíram para um melhor custo-benefício geral do sistema de tratamento de fluentes.

Figura 13 e 14- Mureta finalizada.



Em resumo, a construção da mureta no pátio de resíduos representou uma solução eficaz para os desafios relacionados à entrada de resíduos de jardim na ETE industrial. Essa melhoria não apenas reduziu os custos operacionais, mas também melhorou a confiabilidade e a eficiência do processo de tratamento de fluentes.

4.5. Desvio da tubulação pluvial do "Bota fora"

Um dos aspectos cruciais do gerenciamento de fluentes em um ambiente industrial é otimizar o uso dos recursos e as operações relacionadas ao tratamento de água. Nesse contexto, uma melhoria significativa foi implementada na empresa, especificamente na área designada como "bota fora", envolvendo o desvio da tubulação pluvial.

Originalmente, a tubulação pluvial dessa área estava conectada ao sistema de tratamento industrial (figura 15), devido a procedimentos operacionais prévios. No entanto, devido à natureza exclusivamente pluvial das águas coletadas nessa área, a

tomada de decisão foi a de direcionar a tubulação para a rede pluvial (Figura 16), representando uma solução mais eficaz e econômica.

Figura 15- Galeria de água pluvial que estava conectada ao tratamento de efluente industrial.



Figura 16- Destacado em vermelho – Entrada do tratamento industrial. Destacado em verde – Tubulação pluvial em que foi conectada a tubulação vinda do “Bota fora”



Esta modificação apresentou diversos benefícios notáveis:

Redução da Carga no Sistema de Tratamento Industrial: Ao desviar as águas pluviais para a rede pluvial, o sistema de tratamento industrial ficou sob menos pressão, reduzindo consideravelmente a vazão do tratamento em dias de chuva, permitindo assim que o tratamento do efluente industrial ocorra de maneira mais eficaz e econômica.

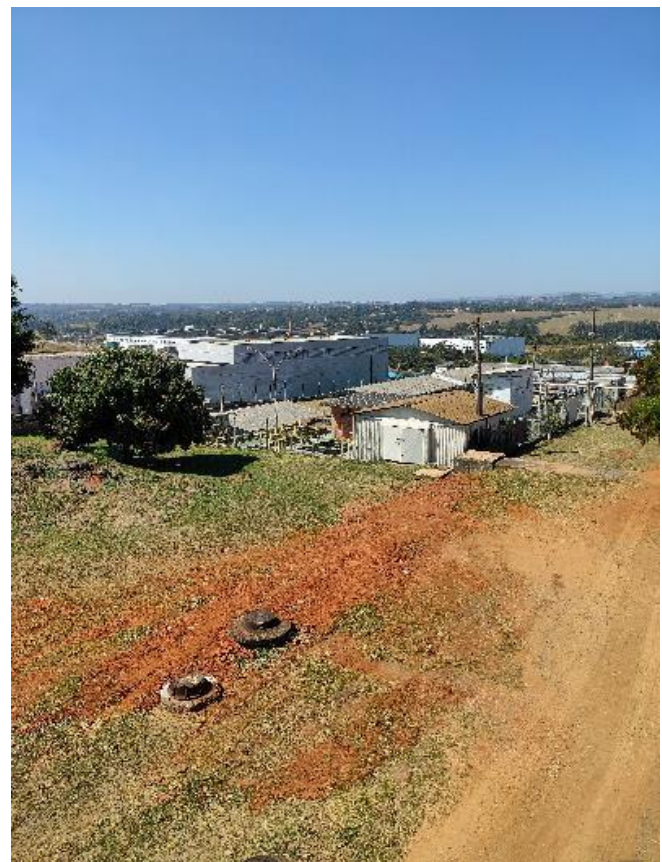
Economia de Recursos e Custos: A decisão de não tratar águas pluviais economiza recursos, como produtos químicos e energia, que seriam gastos no tratamento desnecessário de água da chuva. Isso resulta em uma economia significativa de custos operacionais.

Redução do Impacto Ambiental: A redução da carga no sistema de tratamento industrial e a eliminação do tratamento de águas pluviais minimizam o impacto ambiental da operação da empresa, contribuindo para a sustentabilidade.

Facilitação da Drenagem Pluvial: Conectar a tubulação pluvial à rede pluvial aprimora a capacidade de gerenciamento de águas pluviais, ajudando a evitar inundações e problemas relacionados a chuvas intensas.

Em resumo, o desvio da tubulação pluvial na área "bota fora" da empresa (Figuras 17 e 18) representa uma solução estratégica que não apenas otimiza os processos de tratamento de efluentes, mas também promove a responsabilidade ambiental e a eficiência operacional.

Figura 17 e 18- Durante as obras de desvio / Após a obra de desvio ser concluída



4.6. Contratação de empresa especializada para fornecimento de produtos e suporte técnico

Após alguns meses com dificuldades para a correção definitiva do parâmetro "nitrogênio amoniacal", a empresa tomou uma iniciativa estratégica ao contratar uma empresa especializada para fornecer suporte técnico abrangente e produtos químicos, principalmente biorremediadores, relacionados à sua Estação de Tratamento de

Efluentes (ETE), representando um marco significativo no aprimoramento do sistema de tratamento de efluentes e no compromisso da empresa com a eficiência

operacional e a sustentabilidade ambiental. No tratamento industrial foram mantidos os produtos que eram utilizados, porém no tratamento biológico, houve uma substituição dos insumos utilizados por produtos biorremediadores, mantendo apenas o cloreto férrico (para clarificação) e o cloro (redução de contaminantes bacteriológicos). A contratação de uma empresa especializada em tratamento de fluentes trouxe benefícios significativos para a empresa. O suporte técnico abrangeu:

Avaliação e Otimização do Sistema: A empresa de suporte técnico realizou uma análise detalhada da ETE, identificando áreas de melhoria e otimização. A motivação central para essa contratação foi resolver definitivamente o problema do parâmetro nitrogênio amoniacal, que havia sido um desafio persistente na operação.

Treinamento: Os especialistas ofereceram treinamento para o técnico químico responsável pela operação e análises da ETE, de forma a aprimorar as análises e garantindo que ele estivesse atualizado com as melhores práticas e procedimentos operacionais.

Acompanhamento e Manutenção Preventiva: A empresa de suporte implementou um programa de acompanhamento contínuo e manutenção preventiva para garantir o funcionamento ininterrupto do sistema, com ênfase especial na estabilização dos níveis de nitrogênio amoniacal.

Fornecimento de Biorremediadores:

Os biorremediadores desempenharam um papel crucial na resolução definitiva do parâmetro de nitrogênio amoniacal nos efluentes industriais da empresa. A empresa contratada forneceu uma variedade de biorremediadores, com os seguintes benefícios:

Melhoria da Qualidade da Água Tratada e Estabilidade do Nitrogênio Amoniacal: Os biorremediadores foram selecionados especificamente para acelerar a degradação de compostos nitrogenados, garantindo a estabilização dos níveis de nitrogênio amoniacal nos efluentes tratados.

Sustentabilidade Ambiental e Cumprimento de Regulamentações: O uso de biorremediadores contribuiu para o compromisso da empresa com práticas de tratamento de efluentes mais sustentáveis e assegurou que os efluentes tratados

estivessem em conformidade com regulamentações ambientais, atendendo aos padrões estabelecidos.

A contratação da empresa de suporte técnico e o fornecimento de biorremediadores tinham como motivação principal a solução definitiva do desafio relacionado ao parâmetro de nitrogênio amoniacal nos efluentes industriais da empresa. Além disso, essa ação representou um compromisso com a gestão responsável dos recursos hídricos e com a melhoria da eficiência operacional da ETE.

A empresa demonstrou uma abordagem proativa para atender a regulamentações ambientais rigorosas e promover a sustentabilidade na operação industrial.

Figura 19- Análise de Outubro de 2022 com alguns parâmetros acima do especificado.

Decreto 8.468 - Art. 11								
Parâmetro	Unidade	Resultado	Diluição	LQ	Incerteza	VP ¹	CQ	Ref.
Óleos e Graxas	mg/L	< 10	---	10	2,403	Virtualmente Ausentes	67995	41
Gosto	Intensidade	1	---	N.A.	N.A.	Virtualmente Ausentes	---	39
Odor	Intensidade	Ausente	---	N.A.	N.A.	Virtualmente Ausentes	---	40
Amônia	mg/L	0,655	---	0,01	0,0655	<0,5	---	305
Arsênio Total (As)	mg/L	< 0,00600	1	0,00600	0,001	<0,1	67676	354
Bário Total (Ba)	mg/L	0,0357	1	0,00600	0,007	<1	67676	354
Cádmio Total (Cd)	mg/L	< 0,00600	1	0,00600	0,00068688	<0,01	67676	354
Cromo Total (Cr)	mg/L	< 0,00600	1	0,00600	0,0005	<0,05	67676	354
Cianeto Total	mg/L	< 0,005	1	0,005	0,0005	<0,2	68202	60
Cobre Total (Cu)	mg/L	0,0216	1	0,00600	0,003	<1	67676	354
Chumbo Total (Pb)	mg/L	< 0,00600	1	0,00600	0,0008	<0,1	67676	354
Estanho Total (Sn)	mg/L	< 0,00600	1	0,00600	0,0009	<2	67676	354
Fenóis Totais	mg/L	0,0038	1	0,001	0,00038	<0,001	67958	62
Fluoreto	mg/L	0,401	---	0,05	0,0401	<1,4	67788	63
Mercúrio Total (Hg)	mg/L	< 0,00010	1	0,00010	0,000017604	<0,002	67645	260
Nitrato como N	mg N/L	21,9	5	0,5	2,19	<10	68936	64
Nitrito como N	mg N/L	1,09	1	0,001	0,109	<1	68939	66
Selênio Total (Se)	mg/L	< 0,00600	1	0,00600	0,001	<0,01	67676	354
Zinco Total (Zn)	mg/L	0,113	1	0,00600	0,008	<5	67676	354
Aspecto (corantes)	---	Ausente	---	---	---	---	---	128
Coliformes Totais	UFC/100mL	5,8x10 ³	---	1	1,7x10 ³	<5000	67759	10

Figura 20- Análise de Abril de 2023 com todos os parâmetros dentro do especificado.

Decreto 8.468 - Art. 11								
Parâmetro	Unidade	CAS	Resultado	Diluição	LQ	Incerteza	VP ¹	Ref.
Óleos e Graxas	mg/L	---	< 10	---	10	2,403	Virtualmente Ausentes	41
Gosto	Intensidade	---	Ausente	---	N.A.	N.A.	Virtualmente Ausentes	39
Odor	Intensidade	---	ausente	---	N.A.	N.A.	Virtualmente Ausentes	40
Amônia	mg/L	---	< 0,05	---	0,05	0,005	<0,5	305
Arsênio Total (As)	mg/L	7440-38-2	< 0,00600	1	0,00600	0,001	<0,1	354
Bário Total (Ba)	mg/L	7440-39-3	0,0758	1	0,00600	0,01	<1	354
Cádmio Total (Cd)	mg/L	7440-43-9	< 0,00500	1	0,00500	0,0005724	<0,01	354
Cromo Total (Cr)	mg/L	7440-47-3	0,0209	1	0,00600	0,002	<0,05	354
Cianeto Total	mg/L	57-12-5	0,0109	1	0,005	0,00109	<0,2	60
Cobre Total (Cu)	mg/L	7440-50-8	< 0,00500	1	0,00500	0,0007	<1	354
Chumbo Total (Pb)	mg/L	7439-92-1	< 0,00600	1	0,00600	0,0008	<0,1	354
Estanho Total (Sn)	mg/L	7440-31-5	< 0,00600	1	0,00600	0,0009	<2	354
Fenóis Totais	mg/L	---	< 0,001	1	0,001	0,0001	<0,001	62
Fluoreto	mg/L	16984-48-8	0,238	---	0,05	0,0238	<1,4	63
Mercúrio Total (Hg)	mg/L	7439-97-6	< 0,00010	1	0,00010	0,000017604	<0,002	260
Nitrato como N	mg N/L	14797-55-8	4,85	1	0,1	0,485	<10	64
Nitrito como N	mg N/L	14797-65-0	0,0448	1	0,001	0,00448	<1	66
Selênio Total (Se)	mg/L	7782-49-2	< 0,00600	1	0,00600	0,001	<0,01	354
Zinco Total (Zn)	mg/L	7440-66-6	0,0659	1	0,00600	0,005	<5	354
Aspecto (corantes artificiais)	---	---	Ausente	---	---	---	Ausência	128
Coliformes Totais	UFC/100mL	---	< 1,0x10 ²	1	1	---	<5000	10
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	---	< 1,0x10 ²	1	1	---	<1000	9

5. Conclusão

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), realizou uma análise abrangente das operações e otimização da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) de uma empresa do setor automotivo. Durante os dez meses de duração deste estudo foi utilizada uma abordagem metodológica, que permitiu um detalhamento das operações da ETE, de forma a facilitar a identificação das áreas que necessitavam de intervenções e melhorias.

O projeto teve início com a revisão de todos os procedimentos e instruções de trabalho pertinentes a ETE, passando pelo levantamento das principais demandas de melhorias, com foco inicial na redução do consumo energético, uma estratégia fundamental para tornar as operações mais eficientes e economicamente viáveis. As análises criteriosas dos processos operacionais e a revisão dos sistemas de tratamento contribuíram para alcançar esse objetivo.

Além disso, esse estudo direcionou esforços para a melhoria do processo de tratamento de efluentes e cumprimento dos parâmetros estabelecidos pela legislação ambiental vigente. Para chegar neste objetivo foram coletadas informações relevantes através da consulta de artigos científicos que foram publicados ao longo da última década, proporcionando insights valiosos para embasar as decisões que foram tomadas, direcionando as estratégias de melhoria para as demandas que apresentavam maior necessidade.

As soluções propostas e implementadas, não apenas atenderam as demandas identificadas na ETE, mas também promoveram uma eficiência operacional, uma maior sustentabilidade ambiental e conformidade legal. A metodologia que foi aplicada neste estudo, demonstra um compromisso com a melhoria contínua refletindo os princípios da gestão responsável de recursos hídricos e práticas ambientais sustentáveis.

Portanto, pode se concluir que o presente estudo demonstrou eficácia nos objetivos estabelecidos, gerando melhorias significativas no processo do tratamento de efluentes, tanto industrial quanto biológico. Essas melhorias se traduzem em uma gestão energética mais eficiente e um aprimoramento notável na eficiência do tratamento, que pode ser evidenciado pela melhora substancial dos parâmetros analisados na ETE.

Referências bibliográficas

CINTIA, Neves. **MELHORIAS NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE UMA EMPRESA METAL MECÂNICA DE PRODUÇÃO DE COMPONENTES HIDRÁULICOS**. 2005. Disponível em

<<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10128/000519257.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 15/10/2022.

GASPARINI, Josiane. **Tratamento de efluentes**. 2012. Disponível em

<<https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0911290473.pdf>>. Acesso em: 01/12/2022.

JORDÃO, Eduardo. **É possível economizar energia nas estações de tratamento de esgoto?** 2015. Disponível em <[dae.2015.001](#)

([editoracubo.com.br](#))>. Acesso em: 15/10/2022.

LU, Huijie. **Microbial ecology of denitrification in biological wastewater treatment**. 2014. Disponível em

<[ciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135414004886?casa_token=iSscNDbCltgAAAAA:rRyOfuSt0eqNxxh-vpGJnsExVdSZ-DeJ4Hq5l-F2pWTealPzgrzy7aUM7NtrtD8dVzkVQiDM](https://sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135414004886?casa_token=iSscNDbCltgAAAAA:rRyOfuSt0eqNxxh-vpGJnsExVdSZ-DeJ4Hq5l-F2pWTealPzgrzy7aUM7NtrtD8dVzkVQiDM)>. Acesso em: 15/10/2022.

MEDEIROS, Bruno. **Custos de operação e manutenção de estação de tratamento de esgotos por reator anaeróbio e lodos ativados**. 2021.

Disponível em

<<https://www.scielo.br/j/esa/a/YKkvnMDWC4TpbCtf4PkN8rw/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 14/10/2022.

MORIHAMA, Ana Carolina. **DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA O PLANEJAMENTO DE MODERNIZAÇÃO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO**. 2018. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/328077823_9895-DESENVOLVIMENTO_DE_METODOLOGIA_PARA_O_PLANEJAMENTO_D E_MODERNIZACAO_DE_ESTACOES_DE_TRATAMENTO_DE_ESGOTO>. Acesso em: 15/10/2022.

SIEGLE, Tiago. **OTIMIZAÇÃO DE CUSTOS OPERACIONAIS DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS DE UMA INDÚSTRIA DE PEÇAS AUTOMOTIVAS**. 2013. Disponível em https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/125162/TCCII_Tiago_Siegle.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 19/11/2022.