



## II-06 – AVALIAÇÃO DE PARAMÊTROS FÍSICOS-QUÍMICOS E DE OPERAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DO MUNICÍPIO DE TACAIMBÓ - PERNAMBUCO

**Marcella Vianna Cabral Paiva** <sup>(1)</sup> Coordenadora Técnica de Esgoto da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). Mestre e Doutora em Engenharia Civil – área de concentração tecnologia ambiental e recursos hídricos Professora da Autarquia Municipal do Belo Jardim (AEB). E-mail: [marcellavcpaiva@gmail.com](mailto:marcellavcpaiva@gmail.com).

**Sílvia Mariana da Silva Barbosa** <sup>(2)</sup> Bióloga da Samvale -Gestão Ambiental. Mestre e Doutora em Engenharia Civil- área de concentração - tecnologia ambiental e recursos hídricos.

**Silvanete Severino da Silva** <sup>(3)</sup> Professora da Unidade Acadêmica do Belo Jardim (UABJ/UFRPE). Mestre e Doutora em Engenharia Agrícola na área de concentração em Irrigação e Drenagem e subárea de Recursos Hídricos.

**Luára Dos Santos Soares** <sup>(4)</sup> Estagiária da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). Aluna do curso de Engenharia Hídrica da Unidade Acadêmica do Belo Jardim (UABJ/UFRPE).

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Rua Antônio Mendes Ribeiro, nº2 - Bairro – Belo Jardim- PE - CEP: 55.154-070 - País - Tel: +55 (81) 999222333 - e-mail: [marcellavcpaiva@gmail.com](mailto:marcellavcpaiva@gmail.com)

### RESUMO

O estudo avaliou parâmetros físico-químicos, microbiológicos e operacionais da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) em Tacaimbó, Pernambuco, destacando sua importância na preservação dos corpos hídricos receptores e saúde pública. A pesquisa comparou os resultados do efluente tratado e a conformidade com a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 430 de 2011 e com a Instrução Normativa nº 003 de 2018 da Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH). Os parâmetros analisados foram: pH, temperatura, DBO, sólidos sedimentáveis, óleos e graxas e coliformes termotolerantes. Os resultados indicaram uma eficiência média de remoção de DBO com redução de 96%, nos resultados de remoção da carga de coliformes termotolerantes a ETE atingiu eficiência média de 100%. Todos os parâmetros analisados estavam em conformidade com os padrões estabelecidos, atestando a qualidade operacional e do tratamento. Recomendações incluem manutenção regular e monitoramento contínuo para garantir a consistência operacional da ETE. A pesquisa ressaltou a importância da ETE na promoção de um ambiente saudável, cumprindo as exigências das normas ambientais, contribuindo para a sustentabilidade regional e preservação do corpo receptor, que é o Rio Ipojuca.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eficiência de tratamento, Conformidade Legal, Tratamento biológico e Operação.

### INTRODUÇÃO

O saneamento ambiental é de extrema importância para evitar doenças, segundo Barros (2013), os serviços fornecidos pelo setor de saneamento desempenham um papel fundamental na melhoria do bem-estar, saúde e segurança da população, além da proteção do meio ambiente. Com o crescimento demográfico e a ampliação das atividades humanas, observa-se uma intensificação no uso dos recursos hídricos. Isso resulta em uma preocupação cada vez maior com a preservação dos mananciais, tanto em relação à quantidade quanto à qualidade (ANA, 2019).

De acordo com Von Sperling (2014), os esgotos domésticos são resíduos provenientes da utilização da água em atividades de higiene e funções fisiológicas humanas. Esses efluentes são compostos, em sua maioria, por



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO  
DE ENGENHARIA SANITÁRIA  
E AMBIENTAL



99,9% de água, enquanto a fração remanescente consiste em sólidos orgânicos e inorgânicos, tanto suspensos quanto dissolvidos, além de microrganismos. A parcela reduzida de 0,01% dos esgotos carrega consigo potenciais impactos ambientais negativos e a possibilidade de propagação de doenças se for inadequadamente descartada e assim precisam ser tratados para que haja remoção dos contaminantes.

As estações de tratamento de esgoto (ETEs) buscam realizar o tratamento adequado do efluente bruto e consequentemente a obtenção de um efluente tratado para a descarga no corpo receptor. Para o lançamento dos efluentes, eles devem atender aos padrões do corpo receptor e de legislações vigentes de modo a evitar impactos ambientais e sanções dos órgãos responsáveis. Para isso, é realizado o acompanhamento tanto do corpo hídrico, quanto do efluente a ser lançado, através da análise dos parâmetros de maior importância para a verificação da eficiência do tratamento (SCHLUSAZ, 2014; ALBORNOZ et al, 2016).

Para que este seja lançado em um corpo receptor, é necessário seguir padrões de ordem química, física e biológica de modo que o corpo receptor não seja degradado. Para isso, a Resolução N° 430, de 13 de maio de 2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece que:

“Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis (BRASIL, 2011, Art. 33) ”.

Desta forma, é necessário um acompanhamento dos parâmetros físico-químicos e biológicos, como: temperatura, pH, sólidos, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), óleos e graxas, nutrientes, metais, coliformes, entre outros, e comparação com os limites exigidos pelas legislações e normas federais e estaduais para verificar a eficiência de tratamento e realizar mudanças na operação das ETE's com o objetivo melhorar o desempenho das mesmas de acordo com a avaliação técnicas destes parâmetros.

## OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi analisar a eficiência da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) em Tacaimbó, Pernambuco, comparando os resultados com a legislação ambiental – Resolução CONAMA 430 de 2011 e Instrução Normativa 003 de 2018 do CPRH, destacando sua contribuição para o saneamento ambiental, preservação da saúde pública e a sustentabilidade na bacia do rio Ipojuca

## MATERIAIS E MÉTODOS

### 1. Local e Período de Estudo:

O estudo foi elaborado com base no acompanhamento dos resultados obtidos por meio de análises físico-químicas e microbiológicas do efluente bruto e tratado da ETE localizada no município de Tacaimbó.

Tacaimbó é um município localizado na Mesorregião do Agreste Pernambucano, Microrregião do Vale do Ipojuca, como descrito no mapa da Figura 1. Segundo o último censo realizado pelo IBGE em 2022, a população era de 13.738 habitantes, com uma densidade demográfica de 60,36 habitantes por km<sup>2</sup>. O rio Ipojuca, que atravessa o município, é o corpo receptor do efluente tratado na ETE.

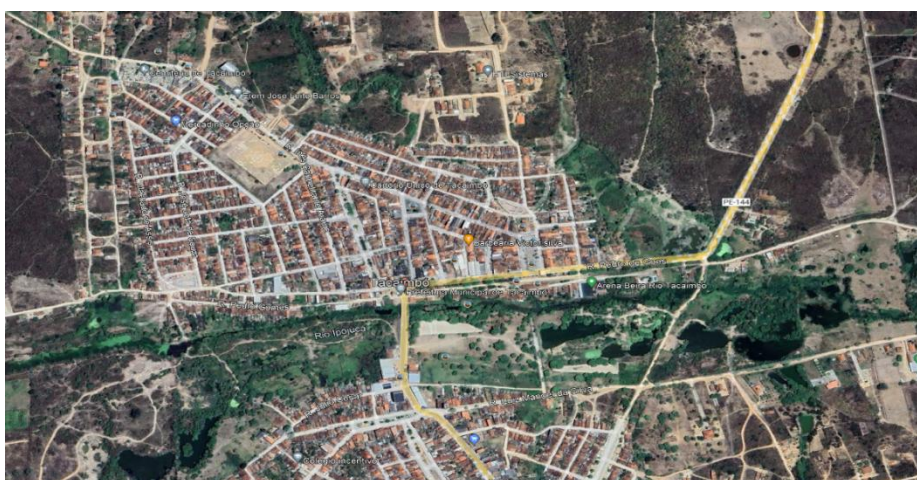
A bacia do rio Ipojuca abrange uma área de 3.435,34 km<sup>2</sup>, representando 3,49% da área total do Estado de Pernambuco. Vinte e cinco municípios estão inseridos nessa bacia, sendo que 14 possuem suas sedes totalmente abrangidas pela bacia, e 10 estão parcialmente inseridos. O rio Ipojuca, classificado como um dos cinco rios mais poluídos do Brasil, integra um programa de sustentabilidade hidroambiental, com investimentos do governo estadual por meio de um contrato de empréstimo com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).

A Bacia Hidrográfica do rio Ipojuca foi escolhida como estudo de caso, considerando sua importância para o desenvolvimento socioeconômico de Pernambuco. O Programa de Saneamento Ambiental (PSA Ipojuca) foi concebido com três eixos temáticos: fortalecimento institucional, de obras, equipamentos e socioambiental. O foco principal foi o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6, visando aumentar a disponibilidade de água de boa qualidade, promover o saneamento ambiental e ampliar a cobertura de esgotamento sanitário,

especialmente nas cidades-sedes e nas cidades de Arcoverde e Venturosa. O PSA Ipojuca visa, ainda, a recuperação do rio e dos principais reservatórios de abastecimento de água da bacia, com ações que incluem a elaboração de projetos e execução de obras de sistemas de esgotamento sanitário para reduzir a poluição do rio Ipojuca.

O dimensionamento do sistema conforme foi projetado para a vazão de final de plano, levando em consideração a população estimada do município em 2013. A abordagem considerou um horizonte de planejamento de 20 anos, iniciando com uma população estimada de 7.292 habitantes e projetando uma população de 13.861 habitantes ao final desse período.

**Figura 1. Município de Tacaimbó**



Fonte: google Earth Pro, 2024

## 2. Etapas de tratamento

O sistema de esgotamento sanitário do município de Tacaimbó é por uma ETE composta por peneiras, desarenador, reator UASB (reator anaeróbio de fluxo ascendente de manta de lodo), lodos ativados, decantadores lamelar, sistema de desinfecção com aplicação de cloro e leitos de secagem para descarte de lodo (**Figura 2**) e duas estações elevatórias de esgoto com gradeamento para retenção de resíduos sólidos, caixa de areia, e poço de sucção para bombeamento do esgoto para a a unidades de tratamento.

**Figura 2. ETE Tacaimbó**



Fonte: Compesa, 2021.

### 3. Análises de dados do efluente bruto e tratado

A eficiência de tratamento da ETE Tacaimbó é monitorada diariamente através de análises físico-químicas realizadas no laboratório da própria unidade operacional, contando também com análises complementares que são realizadas mensalmente no laboratório de controle de qualidade (GQL – COMPESA), situado em Recife. Os parâmetros analisados neste estudo foram do ano de 2023: temperatura, pH, DBO, sólidos sedimentáveis e óleos e graxas e os coliformes termotolerantes.

O monitoramento é realizado para garantir o atendimento aos padrões estabelecido pelo CONAMA 430/2011 e Instrução Normativa nº 03 de 2018 da Agência Pernambucana de Meio Ambiente (CPRH). Os parâmetros que serão considerados neste estudo, estão descritos nas **Tabela 1 e 2**.

**Tabela 1. Limites da Resolução CONAMA 430/2011**

CONAMA nº 430/2011	
Limites da Resolução	
TEMP	Não pode ser superior a 40°C
PH	entre 5 e 9
DBO	120 mg/l ou 60% de eficiência
SOL.SED.	Não pode ser superior a 1 ml/L
OLEO/GRA	Até 100 mg/L

Fonte: BRASIL, 2011

**Tabela 2: Limites da Instrução Normativa nº 03 de 2018 – CPRH**

Instrução Normativa nº 03/2018 CPRH	
Limites da Instrução Normativa	
TEMP	- Não pode ser superior a 40°C
PH	- Deve estar entre 5 e 9
DBO	- 60 mg/l ou 90% de eficiência
SOL.SED.	- Não pode ser superior a 1 ml/L
OLEO/GRA	Óleos minerais: até 20 mg/L
	Óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	1.000 coliformes termotolerantes/100 mL

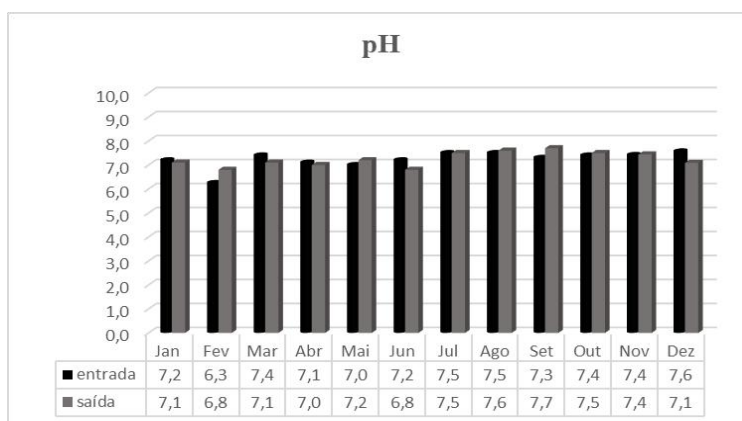
Fonte: CPRH, 2018

## RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

Diante dos resultados, a análise foi comparada com os resultados do efluente na saída da (ETE) com os dados iniciais de entrada, buscando avaliar a eficiência do tratamento. Além disso, os resultados da saída da ETE foram comparados com os padrões estabelecidos pelo CONAMA430/2011 e IN 003/2018 CPRH, garantindo uma avaliação rigorosa da conformidade com os normativos ambientais.

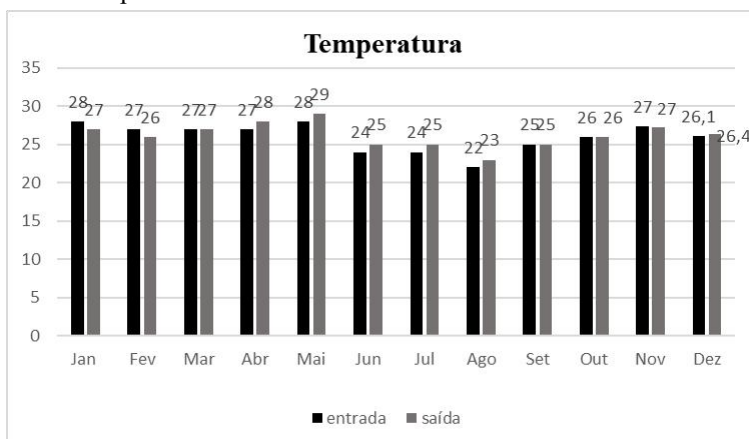
Em relação ao pH o valor médio de entrada e saída foi de 7,2 (Figura 3). A Resolução CONAMA e Instrução Normativa CPRH estabelece que o limite do pH na saída fique entre 5 a 9, a ETE apresentou-se dentro da conformidade durante todo o ano de 2023. O pH dentro desta faixa, é essencial para evitar impactos adversos nos corpos d'água receptores, assegurando que os efluentes atendam aos requisitos legais estipulados, a conformidade é fundamental, pois o parâmetro em questão exerce influência direta sobre o metabolismo e os processos fisiológicos de peixes e organismos aquáticos.

**Figura 3.** Resultados de pH da ETE Tacaimbó



Os resultados de temperatura não mostraram alterações expressivas de entrada e saída, pois, a média foi de 27 °C em ambos resultados. A Resolução CONAMA e Instrução Normativa CPRH limitam em 40°C a temperatura do efluente tratado e assim a ETE Tacaimbó atendeu ao exigido para este parâmetro em todos os meses de análise. A temperatura da água é um parâmetro físico de extrema importância, uma vez que influencia diretamente a saturação de oxigênio dissolvido (O.D.).

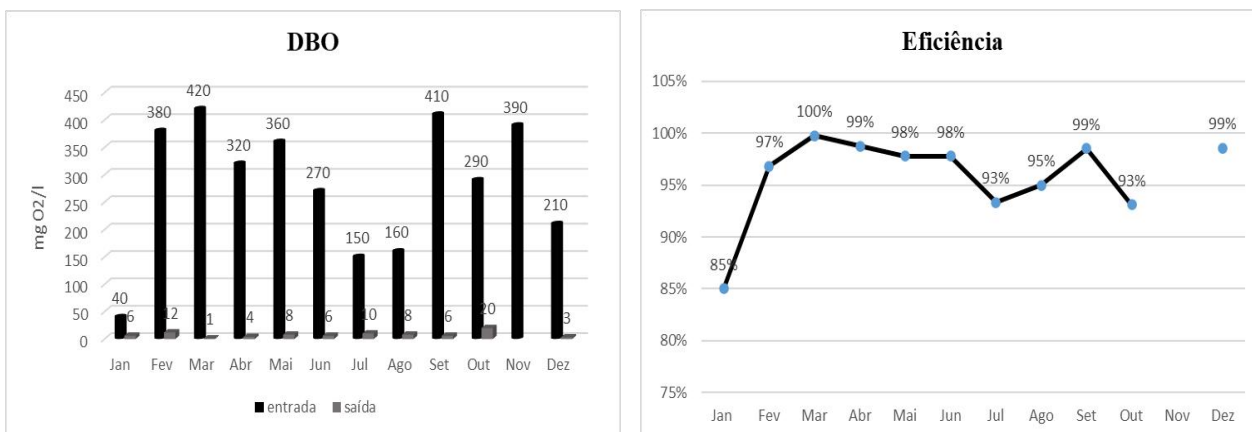
**Figura 4.** Resultados de Temperatura da ETE Tacaimbó





Os resultados obtidos de DBO média de entrada durante o ano de 2023 foi de 283,0 mg/L. A DBO média de saída foi de 7,6 mg/L com eficiência média de 96%, atendendo assim a Resolução e Instrução Normativa citadas que estabelece o limite de 120 mg/L ou de eficiência mínima de remoção de 60% e limite de 60 mg/L e eficiência mínima de 90%, respectivamente, na saída do efluente para o corpo receptor.

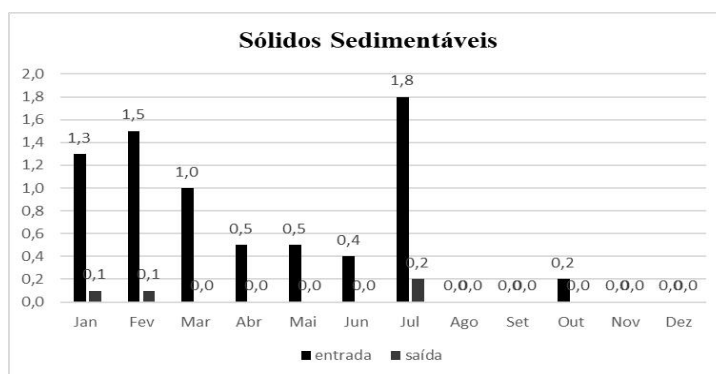
**Figura 5.** Resultados de concentração de DBO e eficiência de Remoção



\* Observação o mês de novembro ficou ausente de resultado devido problemas técnicos laboratoriais

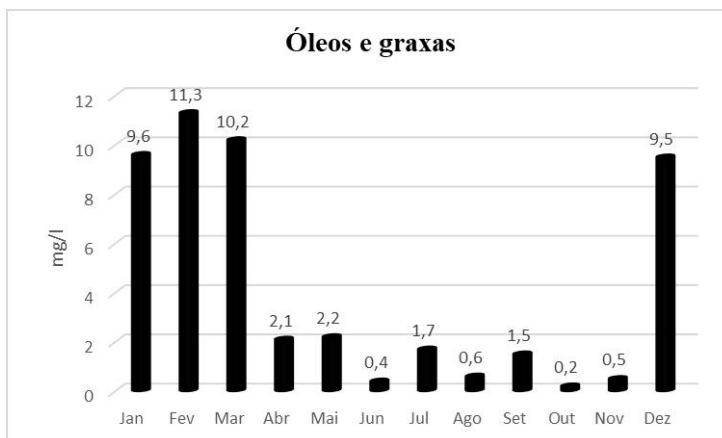
O lançamento inadequado de esgoto contendo sólidos sedimentáveis em corpos d'água pode levar à sedimentação, prejudicando ecossistemas aquáticos, bloqueando cursos d'água e prejudicando a biodiversidade. A presença de sólidos sedimentares em esgotos pode abrigar microrganismos patogênicos. A análise é fundamental para garantir que o tratamento de esgoto seja eficaz na remoção desses contaminantes, protegendo a saúde pública, para este resultado a análise demonstra que o processo de tratamento, atendeu a resolução e norma vigente. Os resultados de obtidos a média de entrada foi de 0,6 ml/l e saída 0 ml/l conforme mostra a **figura 6**, a legislação determina que o resultado de saída não pode ser superior a 1 ml/l.

**Figura 6.** Resultados de sólidos sedimentáveis da ETE Tacaimbó



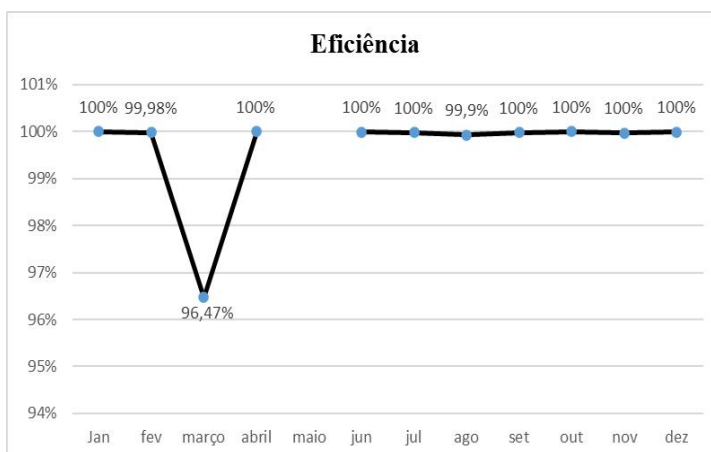
A presença de óleos e graxas em efluentes pode conter substâncias tóxicas e prejudiciais à saúde humana. Esses compostos podem formar uma camada superficial sobre a água, impedindo a troca de oxigênio entre a atmosfera e a água, afetando a vida aquática, prejuízos para a saúde humana e alterações nas propriedades físicas da água, por isso a importância da remoção de óleo e graxas na ETE, que acontece principalmente no reator UASB. Os resultados foram de acordo com o limite da Resolução CONAMA que permite o valor de até 100 mg/l e a Instrução Normativa que limita este parâmetro em 50 mg/L, pois o efluente tratado apresentou média de 4,5 mg/l no efluente tratado (Figura 7).

**Figura 7.** Resultados de óleos e graxas na ETE Tacaimbó



A análise de coliformes termotolerantes na ETE Tacaimbó apresentou uma média de entrada de  $2,44 \times 10^7$  NMP, representando a carga inicial desses organismos no efluente bruto. Na saída da ETE, a média foi significativamente reduzida para  $2,62 \times 10^3$  NMP, indicando uma eficiência média de tratamento de 100%. Essa eficiência destaca a capacidade da ETE em remover coliformes termotolerantes, atingindo um alto padrão de descontaminação. Esses resultados são cruciais para assegurar que o efluente tratado esteja em conformidade com os padrões regulatórios, minimizando os riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Os resultados da eficiência estão descritos na Figura 8.

**Figura 8.** Resultados de coliformes termotolerantes da ETE Tacaimbó



**\*Observação o mês de maio ficou ausente de resultado devido problemas técnicos laboratoriais.**

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A avaliação da eficiência da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) de Tacaimbó foi realizada comparando os parâmetros de qualidade do efluente na entrada e saída do sistema. Além disso, os resultados foram confrontados com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 430/2011 e pela Instrução Normativa 003/2018 do CPRH, visando garantir a conformidade com as normativas ambientais e a proteção dos corpos hídricos receptores.



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO  
DE ENGENHARIA SANITÁRIA  
E AMBIENTAL



A análise minuciosa dos resultados obtidos da Estação evidencia não apenas sua eficiência operacional, mas também sua total aderência aos rigorosos padrões estabelecidos pelo CONAMA e pela CPRH.

Primeiramente, ao considerarmos o pH do efluente tratado, observamos que a ETE manteve consistentemente o pH dentro da faixa exigida pelas regulamentações, garantindo valores entre 5 e 9, conforme estipulado tanto pelo CONAMA quanto pela CPRH. Essa conformidade é importante para evitar impactos negativos nos ecossistemas aquáticos receptores, assegurando a integridade dos corpos hídricos.

No que diz respeito à temperatura, embora não tenham sido observadas variações expressivas, os resultados permaneceram dentro dos limites estabelecidos pelo CONAMA e pela CPRH, que limitam a temperatura do efluente tratado em até 40°C. Essa conformidade é vital, pois a temperatura da água desempenha um papel fundamental na saúde dos ecossistemas aquáticos, influenciando a disponibilidade de oxigênio dissolvido e a sobrevivência das espécies aquáticas.

A eficiência da ETE Tacaimbó na remoção da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) também merece destaque, com uma média de remoção de 96%. Essa taxa de remoção, além de estar em conformidade com os limites estabelecidos pelo CONAMA e pela CPRH, garante a redução significativa da carga orgânica nos corpos hídricos receptores, minimizando os riscos de eutrofização e outros impactos adversos à qualidade da água.

Além disso, a ETE demonstrou eficácia na remoção de sólidos sedimentáveis e óleos e graxas, mantendo os níveis desses contaminantes dentro dos limites permitidos pelas regulamentações. Essa remoção efetiva é essencial para proteger a saúde pública e preservar a biodiversidade dos ecossistemas aquáticos.

Por fim, a análise dos coliformes termotolerantes revelou uma eficiência de tratamento impressionante de 100%, indicando que a ETE Tacaimbó é capaz de remover efetivamente microrganismos indicadores de contaminação fecal do efluente tratado. Esse resultado não apenas assegura a conformidade com as regulamentações ambientais, mas também protege a saúde pública e garante a qualidade da água destinada ao consumo humano e à recreação.

Portanto, os resultados obtidos da análise dos efluentes tratados pela ETE Tacaimbó não apenas refletem sua eficiência operacional, mas também destacam sua total conformidade com as regulamentações ambientais estabelecidas pelo CONAMA e pela CPRH. Essa conformidade é essencial para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos e a proteção da saúde pública, promovendo assim um ambiente aquático saudável e seguro para as gerações presentes e futuras.

## **CONCLUSÕES /RECOMENDAÇÕES**

A ETE demonstrou eficácia na remoção de poluentes orgânicos e bacteriológicos, contribuindo para a preservação da qualidade da água do rio Ipojuca, corpo receptor do efluente tratado. O acompanhamento regular dos parâmetros gera subsídios para realização de ajustes operacionais na ETE, como indicação para realizar descartes de lodo e areia, recirculação de lodo, ajustes na dosagem de cloro, aumento da frequência de limpezas para remoção de resíduos nas paneiras e nas estações elevatórias de esgoto, remoção de material flutuante e óleos e gorduras nos decantadores e nos reatores UASB.

Esta manutenção regular e o monitoramento contínuo das operações da ETE para assegurar a consistência no desempenho do tratamento. Além disso, ações preventivas devem ser implementadas para lidar com problemas técnicos laboratoriais, assegurando a coleta completa e precisa de dados para análise.

Considerando a importância estratégica da Bacia Hidrográfica do rio Ipojuca e os investimentos em programas de saneamento, como o Programa de Saneamento Ambiental (PSA Ipojuca), destaca-se a necessidade da operação eficiente da ETE para garantir a sustentabilidade ambiental da região.





## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. **Plano Nacional de Segurança Hídrica. 2019. Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR.** Brasília/DF, 2019b. Disponível em: . Acesso em: 18 janeiro de 2024.
2. BARROS, I. P. A. F. **Proposta de um Sistema de Indicadores de Desempenhos para Avaliação de Estações de Tratamento de Esgotos do Distrito Federal.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos. 228 p., Belo Horizonte, 2013.
3. BRASIL. **RESOLUÇÃO CONSEMA nº 419, de 13 de fevereiro de 2020.** Estabelece critérios e procedimentos para a utilização de água de reuso para fins urbanos, industriais, agrícolas e florestais no Estado do Rio Grande do Sul. D.O.E de 21/02/2020, Porto Alegre, 13 de fevereiro de 2020.
4. BRASIL. **Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília-DF, 2007
5. OLIVEIRA, S. M. A. C. **Análise de desempenho e confiabilidade de estações de tratamento de esgotos.** 2006. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
6. **Organização Mundial de Saúde – OMS .Brasil.** (2007). Acessado em 18 de janeiro de 2024. Disponível em: <http://www.who.int/eportuguese/countries/bra/pt/>.
7. TEÓFILO OTONI. **Plano Diretor de Teófilo Otoni. Teófilo Otoni: Secretaria de Planejamento. Minas Gerais, 2008. Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB).** Teófilo Otoni: Secretaria de Meio Ambiente. Minas Gerais, 2014.
8. VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014, v.1, 472p.