

CAPÍTULO 3

ANÁLISE E CORRELAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E OPERACIONAIS DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TACAIMBÓ, PERNAMBUCO

Data de submissão: 22/01/2024

Data de aceite: 01/04/2024

Marcella Vianna Cabral Paiva

Funcionária da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). Professora da Autarquia Educacional do Belo Jardim (AEB). Belo Jardim – Pernambuco
<https://lattes.cnpq.br/2866768055235663>

Silvanete Severino da Silva

Professora da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) – Unidade Acadêmica do Belo Jardim (UABJ). Belo Jardim – Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/0697832792587182>

Luara dos Santos Soares

Estagiária da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). Aluna do curso de Engenharia Hídrica da Unidade Acadêmica do Belo Jardim (UABJ/ UFRPE)
<http://lattes.cnpq.br/3028085984539774>

Sílvia Mariana da Silva Barbosa

Funcionária da Sanvale – Gestão Ambiental. Petrolina – Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/6897701912860507>

Tatiana de Oliveira Calado

Professora do Instituto Federal de Pernambuco – IFPE – Campus Garanhuns
<http://lattes.cnpq.br/9446644042468735>

RESUMO: Diversos fatores podem influenciar os parâmetros dos efluentes, a exemplo das variações das vazões de chegada do efluente bruto às Estações de Tratamento de Esgoto. O presente trabalho objetivou a verificação da existência de correlações entre os parâmetros vazão, volume, índices pluviométricos, sólidos sedimentáveis no ano de 2023, além de avaliar os resultados de DBO, DQO, pH para avaliar a eficiência na Estação de Tratamento de Esgoto - Tacaimbó, localizada no município de Tacaimbó, em Pernambuco. A análise estatística foi realizada através do teste de Spearman utilizando o software GraphPad Prism 9. Com isso, foi verificada a inexistência de correlação significativa entre a vazão e os sólidos sedimentáveis e a existência de uma correlação positiva fraca entre a vazão e os turbidez.

PALAVRAS-CHAVE: sólidos sedimentáveis, vazão, correlação, tratamento de esgoto

ABSTRACT: Several factors can influence effluent parameters, such as variations in the flow rates of raw effluent arriving at the Sewage Treatment Plants. The present work aimed to verify the existence of correlations between the parameters flow,

volume, rainfall indices, settleable solids in the year 2023, in addition to evaluating the results of BOD, COD, pH to evaluate the efficiency at the Sewage Treatment Station - Tacaimbó, located in the municipality of Tacaimbó, in Pernambuco. Statistical analysis was performed using Spearman's test using the GraphPad Prism 9 software. This verified the absence of a significant correlation between the flow rate and settleable solids and the existence of a weak positive correlation between the flow rate and turbidity.

KEYWORDS: settleable solids, flow, correlation, sewage treatment

INTRODUÇÃO

As estações de tratamento de esgoto (ETEs) têm como objetivo executar o tratamento apropriado do efluente bruto, visando obter um efluente tratado adequado para ser descarregado no corpo receptor. Para realizar o lançamento dos efluentes, é imprescindível que estejam em conformidade com os padrões estabelecidos pelo corpo receptor e com as normas vigentes, a fim de prevenir impactos ambientais e evitar sanções por parte dos órgãos responsáveis. Para assegurar essa conformidade, é essencial monitorar tanto o corpo hídrico quanto o efluente a ser lançado, por meio da análise dos parâmetros mais relevantes que indicam a eficácia 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, entre outros, e os limites exigidos pela Resolução CONAMA n° 430/2011 para verificar a eficiência de tratamento e realizar mudanças na operação das ETE's. A Instrução Normativa CPRH N° 003 de 2018, dispõe também sobre os padrões para o lançamento de efluentes, colocando limites mais restritivos quando comparados a Resolução CONAMA.

De acordo com Mello (2007), as ETE's são compostas basicamente pelas seguintes etapas: pré-tratamento ou preliminar (gradeamento, peneiras e desarenação), tratamento primário, tratamento secundário (processos biológicos de oxidação, como lodos ativados e filtros biológicos aerados), tratamento do lodo e tratamento terciário, em alguns casos. Para Nuvolari (2011), as ETEs são fundamentais para a coleta e elevação do esgoto em casos de pavimento abaixo do greide, bem como no transporte, levando esgoto até as unidades de tratamento (ETEs).

Segundo a definição de Jordão e Pessoa (2009), o sistema de lodos ativados é descrito como um processo biológico em que o esgoto de entrada e o lodo ativado (aglomerados biológicos) são minuciosamente misturados, agitados e aerados, sendo posteriormente separados por sedimentação. A maior parte do lodo ativado separado é reintegrada ao processo, enquanto uma fração menor é retirada para um tratamento específico ou destino, conhecido como lodo em excesso. De acordo com Cordi et al. (2007), diversos fatores do procedimento impactam a habilidade de sedimentação dos aglomerados de lodo, incluindo a carga orgânica do efluente a ser tratado, a concentração de oxigênio dissolvido, o tempo de retenção dos sólidos e a presença de cátions no efluente. Após a passagem pelo sistema de lodos ativados é necessário que o esgoto seja encaminhado para decantadores que por meio de processos físicos resultam na sedimentação do lodo suspenso.

Von Sperling (2002), destaca que os decantadores secundários desempenham um papel essencial no contexto do processo de lodos ativados, sendo responsáveis por importantes fenômenos. Estes incluem a separação dos sólidos em suspensão presentes no reator, possibilitando a liberação de um efluente clarificado; o adensamento dos sólidos em suspensão no fundo do decantador, permitindo o retorno do lodo com uma concentração mais elevada; e o armazenamento dos sólidos em suspensão no próprio decantador, complementando o armazenamento já realizado no reator.

Alguns fatores externos podem influenciar os parâmetros do efluente, como o aumento inesperado da vazão do efluente que chega à ETE, da carga orgânica e da composição do esgoto. Geralmente isso se dá em razão do aumento do índice pluviométrico que provoca uma sobrecarga da unidade, implicando no comprometimento do tratamento do efluente (PAIVA; BRACARENSE e SOUSA, 2018). Os problemas decorrentes das vazões indesejáveis, conforme analisados por Pereira et al. (2003), originam-se da variabilidade na carga orgânica e nas vazões que alcançam a estação de tratamento, resultando em ajustes nos padrões cinéticos e operacionais.

Diante do contexto, é necessário que os parâmetros do esgoto bruto sejam acompanhados, devido as mudanças nas características em decorrência das estações mais chuvosas, quando comparado as estações mais secas que demandam ajustes operacionais nas estações de tratamento e elevatórias de esgoto, como por exemplo: controle da vazão, aumento da frequência de descargas de lodo e areia, realização de mais limpezas e retiradas de resíduos das peneiras, nas caixas de areia, grades e poços de sucção e ajustes na recirculação de lodo .

OBJETIVO DO TRABALHO

Este estudo tem como objetivo geral analisar a correlação entre a índice pluviométrico, vazão do efluente, a presença de sólidos sedimentáveis na ETE Tacaimbó, além de outros parâmetros físico-químicos, como pH, DBO, turbidez para avaliar a eficiência da ETE e comparar os resultados com as exigências da Resolução CONAMA nº 430 de 2011 e com a Instrução Normativa nº 003 de 2018 da Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH). Os objetivos específicos incluem a coleta sistemática de dados, a realização de análises laboratoriais detalhadas, a avaliação da influência sazonal nessas correlações, ajustes operacionais, como também a conformidade legal do efluente tratado que é descartado corpo receptor, o rio Ipojuca.

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo e dados do Sistema de Esgotamento sanitário de Tacaimbó

A Estação de Tratamento de Esgoto – ETE Tacaimbó, que está situada no Município de Tacaimbó, com coordenadas geográficas 8°19'0.21"S e 36°16'23.28"O.

O rio Ipojuca corta o município de Tacaimbó e é o corpo receptor do efluente tratado na ETE. A bacia do rio Ipojuca abrange uma área de 3.435,34 km², correspondendo a 3,49% da área do Estado. Considerado um dos cinco rios mais poluídos do Brasil, o Ipojuca faz parte de um programa que visa a sustentabilidade hidroambiental da bacia hidrográfica. O governo do estado de Pernambuco vem investindo na implementação da Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos e para isto firmou um contrato de empréstimo com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).

O sistema de esgotamento sanitário (SES) foi dimensionado para a vazão de final de plano considerando a população estimada do município em 2013, atendendo dados básicos, como: um alcance de 20 anos. Sendo assim, a população considerada para início de plano foi de 7.292 habitantes e a de final de plano será de 13.861 habitantes.

O SES Tacaimbó foi concebido em dois microssistemas de esgotamento, A e B, com execução de rede coletora, ramais condominiais, ligações intra domiciliares, duas estações elevatórias em cada um deles e uma estação de tratamento de esgoto. A estação elevatória 2 (dois) lança seus efluentes na elevatória 1 (um), que recalca os esgotos para a estação de tratamento de esgoto, a ETE Tacaimbó (Figura 1).



Figura 1. ETE Tacaimbó

Fonte: Compesa 2021

Etapas de tratamento

A ETE Tacaimbó é composta por peneiras, desarenador, reator UASB (reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo), lodos ativados, decantador lamelar, desinfecção com aplicação de cloro e leitos de secagem para descarte de lodo e duas EEE elevatórias com gradeamento para retenção de resíduos sólidos, caixa de areia, e poço de sucção para bombeamento do esgoto para a unidade de tratamento.

Análises e Medições em Laboratório

Com a realização do tratamento do efluente através das etapas descritas, tem-se a necessidade de realizar o monitoramento diário dos parâmetros nas etapas de tratamento, por meio de medição de vazão e volume de esgoto, através de um medidor eletromagnético, e análises laboratoriais realizadas no laboratório da própria ETE, como também, o envio de amostras para o laboratório central da COMPESA para realização de análises complementares. As análises e medições diárias e que serão consideradas neste presente estudo são: pH, sólidos sedimentáveis (mL/L) e turbidez (NTU) e os resultados apresentados neste estudo são do ano de 2023. As análises complementares que são realizadas uma vez por mês e que serão utilizadas no presente trabalho são DBO (mg/L) e DQO (mg/L) também são do ano de 2023.

Elaboração dos Gráficos e Análise estatística

As informações no software para realizar uma comparação estatística e gerar gráficos box-plot. Esse processo permitiu uma análise visual e quantitativa das variações nos parâmetros, facilitando a identificação de padrões e tendências relevantes. O box-plot é uma ferramenta eficaz para identificar a simetria, a dispersão, e a presença de outliers em um conjunto de dados. Ele é particularmente útil quando se deseja comparar distribuições de diferentes grupos ou variáveis, proporcionando uma representação compacta e informativa da variabilidade estatística.

Na elaboração deste trabalho, foi utilizado o software GraphPad Prism para a criação dos gráficos e análises estatísticas. Para o teste de normalidade da distribuição dos dados de vazão e sólidos sedimentáveis foi realizado o Teste D'Agostino-Pearson ($\alpha=0,05$). Devido ao resultado do teste, onde foi encontrada uma distribuição anormal, foi realizado o teste não paramétrico de Spearman.

Dados Pluviométricos

Os dados pluviométricos anuais referentes ao ano de 2023 foram obtidos a partir do site da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). A APAC é reconhecida como uma fonte confiável e autoritativa de informações relacionadas ao clima e recursos hídricos na região, e os dados foram acessados diretamente de seus registros online. Para a obtenção do índice pluviométrico mensal, os dados foram coletados do Instituto de Pesquisas Agropecuárias (IPA).

Resolução e Instrução Normativa

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**.

CONAMA n° 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

Tabela 1. Limites da Resolução CONAMA 430/2011

Fonte: BRASIL, 2011

Instrução Normativa n° 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/100mL

Tabela 2: Limites da Instrução Normativa n° 03 de 2018 – CPRH

Fonte: CPRH, 2018

RESULTADOS OBTIDOS

A interação entre a água de chuva e o esgoto resulta em um aumento significativo na vazão devido a falta de drenagem urbana e descarte indevido de águas pluviais na rede coletora de esgoto. Também pode gerar uma maior concentração de sólidos e areia no esgoto bruto.

Para a comparação das vazões e volumes do ano de 2023, os dados foram agrupados em gráficos box-plot, conforme Figura 2 (A) e Figura 2 (B), respectivamente. Em relação as vazões máximas ocorreram nos meses de março, maio, junho, eventualmente ocorreram picos de chuva em alguns dias dos meses de novembro e dezembro. Em relação as vazões mínimas, os meses de janeiro, fevereiro, abril, julho, agosto, setembro, outubro.

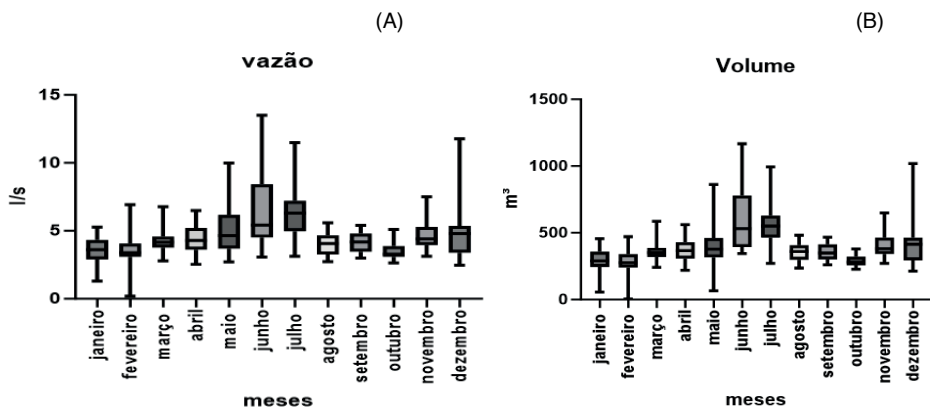


Figura 2. (A) vazão mensal e figura (B) volumes mensais

O aumento da vazão e do volume nos meses de maio, junho, julho novembro e dezembro como demonstrado nos gráficos da **Figura 2**, é explicado pelo aumento da incidência pluviométrica nesses meses, que é comumente registrado no município, conforme o monitoramento pluviométrico do município realizado pela Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) (**Figura 3**).

Os dados pluviométricos mensais do Município de Tacaimbó apresentam variações ao longo do ano, com notáveis picos de chuva em março, maio, junho e dezembro, conforme a **Figura 3**. A análise desses dados sugere a existência de padrões sazonais e a influência significativa das condições climáticas na região.

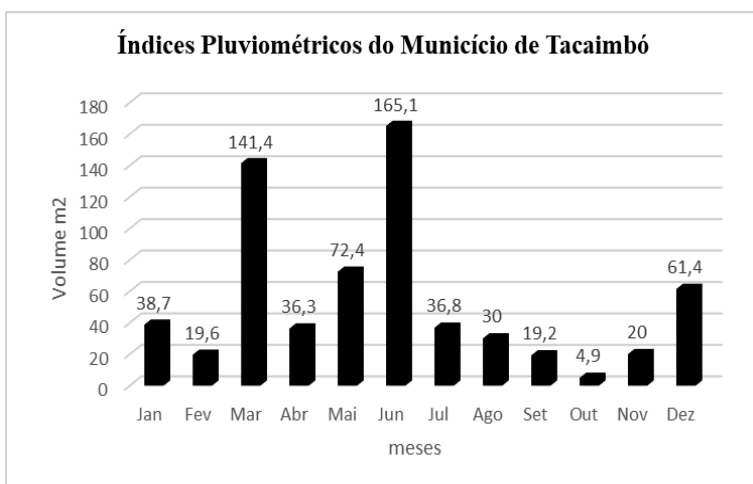


Figura 3. Índices pluviométricos mensal

Os dados dos sólidos sedimentáveis da entrada e saída foram avaliados levando em consideração os módulos 1 e 2 do sistema de lodos ativados, foram abordados através de box-plots, e expresso na **Figura 4**, letras A, B respectivamente.

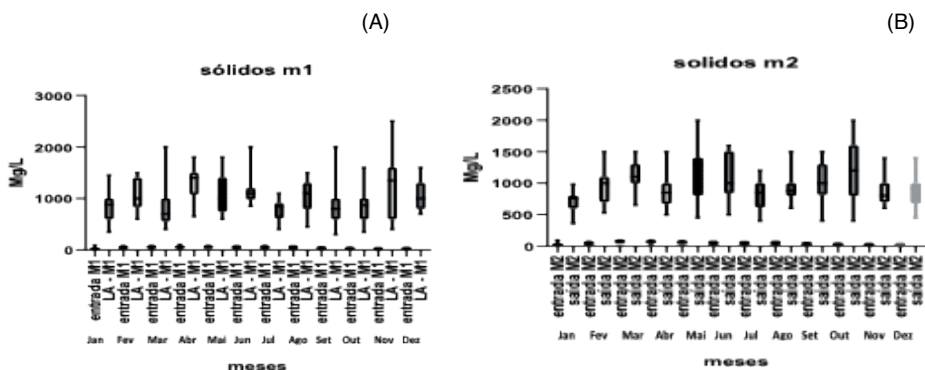


Figura 4. (A) Gráfico de Sólidos decantáveis da Entrada e saída do M1, (B) Gráfico de sólidos decantáveis de entrada e saída do M2.

As variações dos sólidos sedimentáveis da entrada é influenciada pela sazonalidade. É possível verificar o aumento das concentrações médias dos sólidos sedimentáveis, quando realizada a comparação entre a entrada e os meses (**Figuras 3 A e B**).

A concentração elevada de sólidos na saída do efluente tratado durante os meses de junho e julho, coincidindo com o período de chuvas, destaca a influência direta dos eventos pluviométricos na qualidade do efluente tratado. Durante esses meses, o aumento da vazão devido à chuva intensa pode resultar no carreamento significativo de sólidos para o sistema de tratamento, levando a um pico na concentração de sólidos na saída do sistema de tratamento. Esse cenário ressalta a importância de ajustes operacionais sazonais na ETE para lidar com variações na carga de sólidos durante eventos de chuva, destacando a necessidade de estratégias específicas para manter a qualidade do efluente em conformidade com as normas ambientais, especialmente durante condições climáticas adversas

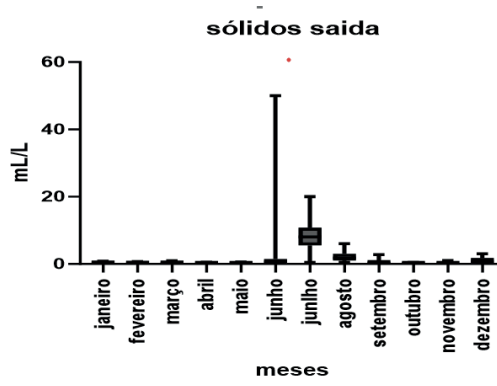


Figura 7. Sólidos saída da ETE Tacaimbó

Com a aeração do sistema de lodos ativados, há a aceleração da atividade biológica de degradação da matéria orgânica por meio de bactérias aeróbicas. As bactérias que estão presentes no processo formam o lodo (FERREIRA e CORAIOLA, 2008), aumentando dessa forma a concentração de sólidos decantáveis. Com a etapa de recirculação, onde o lodo é recirculado do decantador para o lodo ativado e misturado ao esgoto, essa concentração de sólidos tende a ser ainda maior que a obtida na etapa anterior. Sendo necessário realizar ajustes operacionais para remoção de lodo em excesso no decantador e no sistema de lodos ativados.

Os resultados obtidos de DBO média de entrada durante o ano de 2023 foi de 283 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.

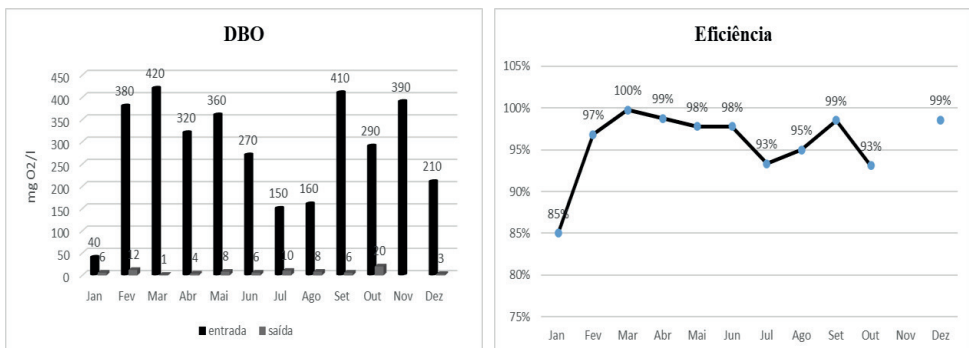


Figura 4. Resultados de DBO da ETE Tacaimbó

A análise comparativa entre os valores de Demanda Química de Oxigênio (DQO) na entrada e saída da (ETE) ao longo do ano revela variações significativas. A média mensal de DQO na entrada da ETE foi de 600,6 mg/L, enquanto na saída foi de 109,0 mg/L, representando uma eficiência média de remoção de 85%. A eficiência de remoção da DQO demonstrou resultados notáveis, atingindo picos de 97% nos meses de março e abril, refletindo uma eficaz degradação da matéria orgânica durante esses períodos. No entanto, observou-se uma redução considerável da eficiência nos meses de julho, agosto e setembro, atingindo os percentuais de 61%, 62% e 81%, respectivamente (**Figura 8**).

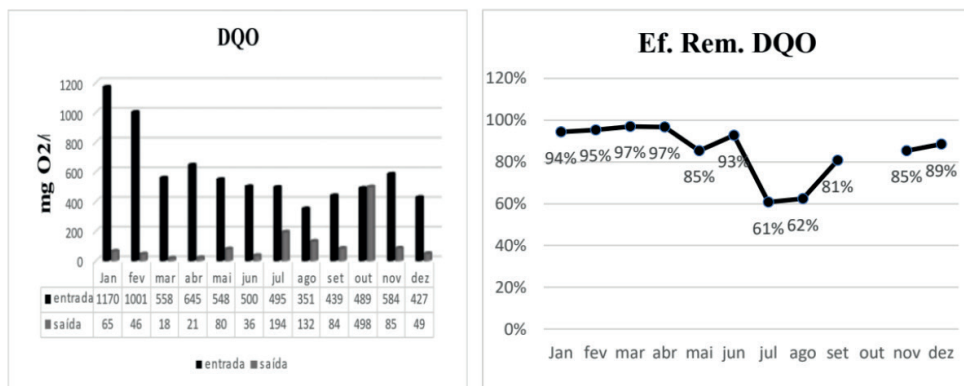


Figura 8. Resultados de DQO da ETE Tacaimbó

Os resultados revelaram que a ETE manteve um pH em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela Resolução CONAMA e pela Instrução Normativa CPRH, que preconizam que o pH na saída da ETE deve situar-se entre 5 e 9. A importância dessa conformidade reside na prevenção de impactos adversos nos corpos d'água receptores, garantindo assim que os efluentes atendam aos requisitos legais estipulados. Em resumo, os resultados evidenciam o eficaz controle do pH do efluente tratado pela ETE, sem violar as normativas, preservando a integridade dos ecossistemas aquáticos durante o ano de 2023.

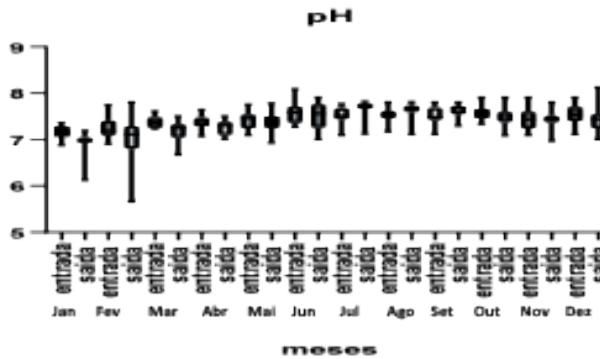


Figura 5. Resultados de pH da ETE Tacaimbó

A turbidez em corpos d'água, influenciada por fatores como vazão, volume e períodos de chuva, pode ter implicações diretas na eficiência da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Durante chuvas intensas, a vazão aumentada nos cursos d'água pode resultar no carreamento significativo de sedimentos para o sistema de tratamento, aumentando a carga de sólidos em suspensão. Esse aumento na turbidez pode sobrecarregar os processos de sedimentação e processos biológicos na ETE, afetando a capacidade do sistema de remover eficientemente os poluentes sólidos. Portanto, uma compreensão da dinâmica da turbidez em relação aos eventos de chuva é essencial para otimizar o desempenho da ETE e garantir a conformidade com as normas ambientais durante condições climáticas variáveis, nota-se que em março, maio, junho, julho novembro a turbidez de entrada elevou-se justamente no período de chuva com um pico alto no mês de dezembro.

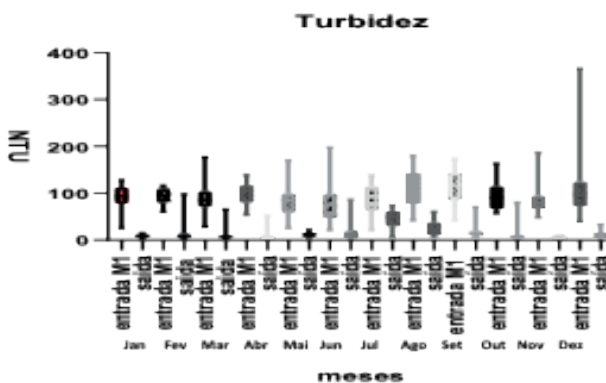


Figura 6. Turbidez da entrada do módulo 1 da ETE Tacaimbó

Para a verificação da normalidade dos dados foi utilizado o teste D'Agostino-Pearson, onde é considerado como normal $\alpha=0,05$. Esse teste é indicado para amostras mais numerosas ($n>100$), conforme Miot (2017). Foi verificado que as amostras apresentam distribuição não paramétrica. Para análise da correlação dos parâmetros dos sólidos sedimentáveis e dos valores de vazão, utilizou-se a correlação de Spearman, com 95% de nível de confiança, adequada para a análise de amostras com distribuição não paramétrica. A correlação foi utilizada com o propósito de verificar se o aumento da vazão do efluente que chega a ETE, contribui para o aumento ou diminuição das concentrações de sólidos sedimentáveis efluentes da entrada e na saída do sistema.

As correlações, obtidas através do teste de Spearman, entre a vazão e os sólidos sedimentáveis da entrada dos módulos 1 e 2 não foram estatisticamente significantes. Já o coeficiente de correlação entre a vazão e os turbidez, de 0,25, foi considerado como significativo estatisticamente e positivo, porém é classificado como pequeno, conforme Cohen (1988). Esse resultado demonstra que com o aumento da vazão de chegada do efluente à ETE, também ocorre o aumento da concentração de sólidos suspensos, ainda que não seja de forma tão acentuada, dado o baixo coeficiente de correlação.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos parâmetros operacionais e de qualidade da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) ao longo de 2023 revela informações sobre o desempenho do sistema de tratamento. A interação entre água de chuva e esgoto destaca-se como um desafio, gerando aumento significativo na vazão durante períodos chuvosos devido à falta de drenagem urbana e ao descarte inadequado de águas pluviais na rede de esgoto. Essa combinação de águas pluviais e esgotos demanda estratégias específicas para lidar com as variações sazonais no fluxo e na qualidade da água.

A análise das vazões mensais e volumes destaca variações consideráveis, especialmente nos meses de março, abril, maio, junho, novembro e dezembro, correlacionando-se com picos de chuva registrados no monitoramento pluviométrico. Os gráficos box-plot evidenciam as amplitudes nas vazões, indicando maiores valores nos meses mencionados. O aumento da vazão e do volume nesses meses é atribuído ao incremento da incidência pluviométrica, representando 69% da precipitação anual.

A concentração média dos sólidos decantáveis mostra variações notáveis entre os meses, com aumento significativo em meses como maio. A aeração e recirculação contribuem para o aumento da concentração de sólidos sedimentáveis no sistema de lodos ativados, ressaltando a importância dessas etapas no tratamento.

A análise da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) destaca uma média de entrada de 283 mg/L em 2023, com uma eficiência média de remoção de 96%.

A análise da Demanda Química de Oxigênio (DQO) indica uma eficiência média de remoção de 85%, com picos 97% em março e abril. No entanto, uma redução considerável da eficiência é observada nos meses de julho, agosto e setembro

Os resultados atendem aos limites estabelecidos pelas normativas, demonstrando a eficácia do tratamento na redução da carga orgânica.

A turbidez, influenciada por vazão, volume e chuvas intensas, mostra elevações notáveis em março, maio, junho, julho e novembro, destacando a necessidade de ajustes operacionais sazonais para otimizar o desempenho da ETE.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Em conclusão, a análise minuciosa dos dados operacionais e das análises laboratoriais e estatísticas da ETE Tacaimbó é importante para fazer um diagnóstico das mudanças nas características do esgoto bruto e da vazão e volume de entrada para que se seja possível realizar ajustes operacionais com o objetivo de manter a eficiência e qualidade do esgoto tratado a ser descartado no rio Ipojuca, contribuindo para a preservação deste corpo hídrico.

REFERÊNCIAS

APHA – AWWA - **WEF. Standard Methods for the Examinations of Water and Wastewater**. 19th edition. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation. 1995.

APAC. **APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima - RIOS E RESERVATÓRIOS**. Disponível em: <<https://www.apac.pe.gov.br/rios-e-reservatorios>>. Acesso em: 18 jan. 2024.

ALBORNOZ, L. L.; BERNARDES, A. M.; TESSARO, I. C.; CENTURIÃO, T. C.; MENDES, A. A. B.; Monitoramento, caracterização e avaliação da eficiência de remoção de poluentes em uma estação compacta de tratamento de efluentes. In: **10º Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental. Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: 2016**.

FERREIRA, F. D.; CORAIOLA, M. **Eficiência do Lodo Ativado em fluxo contínuo para tratamento de esgoto**. Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba, V. 6, N. 2, P. 259-279, abr./jun. 2008.

Instituto agrônomo de pernambuco - IPA. Disponível em: <http://www.ipa.br/indice_pluv.php>. Acesso em: 18 jan. 2024.

JORDÃO, E. P., PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 5ª Edição. Rio de Janeiro: ABES, 942p. 2009.

MEDEIROS, R. M.; SILVA, V. P.; HOLANDA, R. M. **Climatologia do município de Tacaimbó – PE, Brasil**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, p. 29, 2015.

MEDEIROS, R. M. **Mudanças climáticas em Tacaimbó – PE, Brasil**. Revista Eixo, v. 8 n. 1, p.223 - 235 2019.

PAIVA, M. A. **Avaliação do impacto da água de chuva na vazão afluyente à ETE Norte na cidade de Palmas (TO)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil). Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA). Palmas, p. 56. 2018.

PEREIRA, C. E. B.; SOARES, S. R. A.; SAMPAIO, S. P.; BERNARDES, R. S. Efeito do aporte de águas pluviais ao sistema de esgotos sanitários: Variação da vazão afluyente à estação de tratamento de esgotos. **22o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Joinville/SC, n. 1, 2003.

SCHLUSAZ, M. **Avaliação da eficiência da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE – Ronda, Ponta Grossa – PR) através da análise de parâmetros físico-químicos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química). Departamento Acadêmico de Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, p. 82. 2014.

SOUZA, I. T. A. **Análise da influência da sazonalidade na eficiência da Estação de Tratamento de Esgoto do município de Caldas Novas – GO**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Rio Verde, p. 49. 2019.

SPERLING, M.V. Lodos ativados. 2.ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.