

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA EM 12 (DOZE) ETES DAS CIDADES DE LAGOA GRANDE, PETROLINA E DORMENTES – PERNAMBUCO

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF 12 WASTEWATER TREATMENT PLANTS IN THE CITIES OF LAGOA GRANDE, PETROLINA, AND DORMENTES, PERNAMBUCO, BRAZIL

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS 12 ESTACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LAS CIUDADES DE LAGOA GRANDE, PETROLINA Y DORMENTES, PERNAMBUCO, BRASIL

 <https://doi.org/10.56238/arev8n2-088>

Data de submissão: 17/01/2026

Data de publicação: 17/02/2026

Marcella Vianna Cabral Paiva

Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA)

E-mail: marcellavcpaiva@gmail.com

Juliana Nunes Neto

Graduanda em Ciências Biológicas

Instituição: Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)

E-mail: juliana107nunes@gmail.com

Silvia Mariana da Silva Barbosa

Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Email: barbosasms@gmail.com

Tatiana de Oliveira Calado

Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente

Instituição: Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

E-mail: tatiana.calado@garanhuns.ifpe.edu.br

Silvanete Severino da Silva

Doutora em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

E-mail: silvanete.silva@ufrpe.br

Maria Carolina Tonizza Pereira

Doutora em Botânica

Instituição: Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)

E-mail: carolina.tonizza@univasf.edu.br

RESUMO

Considerando que a insuficiência do tratamento de esgotos sanitários contribui para a degradação dos recursos hídricos e para riscos à saúde pública, especialmente em regiões ambientalmente

vulneráveis, torna-se imprescindível avaliar o desempenho das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs). O presente estudo, tem o objetivo de analisar a eficiência operacional de 12 (doze) ETEs localizadas nos municípios de Lagoa Grande, Petrolina e Dormentes, em Pernambuco, com base em parâmetros físico-químicos e indicadores de carga orgânica. Para tanto, procedeu-se ao monitoramento mensal, entre janeiro e dezembro de 2025, de amostras de esgoto bruto e tratado, analisadas conforme o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater e comparadas aos limites da Resolução CONAMA nº 430/2011, contemplando DBO, DQO, sólidos sedimentáveis, óleos e graxas, pH e temperatura. Desse modo, observou-se que todas as ETEs apresentaram concentrações de DBO no efluente tratado abaixo de 120 mg/L e/ou eficiências de remoção superiores a 60%, além de conformidade com os demais parâmetros legais; a DQO também apresentou redução expressiva após o tratamento. O que permite concluir que os sistemas avaliados operam de forma satisfatória, contribuindo para a proteção dos corpos hídricos receptores, embora o monitoramento contínuo permaneça essencial para a manutenção e aprimoramento do desempenho operacional.

Palavras-chave: Recursos Hídricos. Saneamento Básico. Estações de Tratamento de Esgoto. Eficiência Operacional.

ABSTRACT

Considering that the insufficient treatment of sanitary wastewater contributes to the degradation of water resources and poses risks to public health, particularly in environmentally vulnerable regions, it is essential to assess the performance of 12 Wastewater Treatment Plants (WWTPs). This study aims to analyze the operational efficiency of WWTPs located in the municipalities of Lagoa Grande, Petrolina, and Dormentes, in the state of Pernambuco, Brazil, based on physicochemical parameters and organic load indicators. To this end, monthly monitoring was conducted from January to December 2025, using samples of raw and treated wastewater analyzed according to the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater and compared with the limits established by CONAMA Resolution No. 430/2011, including BOD, COD, settleable solids, oils and greases, pH, and temperature. Thus, it was observed that all WWTPs presented BOD concentrations in the treated effluent below 120 mg/L and removal efficiencies above 60%, in addition to compliance with other legal parameters; COD also showed a significant reduction after treatment. This allows us to conclude that the evaluated systems operate satisfactorily, contributing to the protection of receiving water bodies, although continuous monitoring remains essential for maintaining and improving operational performance.

Keywords: Water Resources. Basic Sanitation. Wastewater Treatment Plants. Operational Efficiency.

RESUMEN

Considerando que el tratamiento insuficiente de aguas residuales contribuye a la degradación de los recursos hídricos y a riesgos para la salud pública, especialmente en regiones ambientalmente vulnerables, es fundamental evaluar el desempeño de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Este estudio tiene como objetivo analizar la eficiencia operativa de 12 PTAR ubicadas en los municipios de Lagoa Grande, Petrolina y Dormentes, en Pernambuco, con base en parámetros físicoquímicos e indicadores de carga orgánica. Para ello, se realizó un monitoreo mensual de muestras de aguas residuales crudas y tratadas entre enero y diciembre de 2025, analizadas según los Métodos Estándar para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales y comparadas con los límites de la Resolución CONAMA n.º 430/2011, incluyendo DBO, DQO, sólidos sedimentables, aceites y grasas, pH y temperatura. Así, se observó que todas las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) presentaron concentraciones de DBO en el efluente tratado inferiores a 120 mg/L y/o eficiencias de remoción superiores al 60%, además de cumplir con otros parámetros legales; la DQO también

mostró una reducción significativa después del tratamiento. Esto permite concluir que los sistemas evaluados operan satisfactoriamente, contribuyendo a la protección de los cuerpos de agua receptores, aunque el monitoreo continuo sigue siendo esencial para mantener y mejorar el rendimiento operativo.

Palabras clave: Recursos Hídricos. Saneamiento Básico. Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Eficiencia Operativa.

1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico desempenha papel fundamental na promoção da saúde pública, na preservação ambiental e na melhoria da qualidade de vida da população. No Brasil, a persistência de déficits nos serviços de esgotamento sanitário contribui para impactos negativos sobre os corpos hídricos e para o processo de adoecimento da população, especialmente em contextos em que o tratamento de esgoto é inexistente ou insuficiente (ALBUQUERQUE, 2025).

A insuficiência do tratamento de esgotos resultando no lançamento de efluentes com elevada carga orgânica nos ambientes aquáticos, comprometendo a qualidade da água e ampliando os riscos sanitários. Nesse cenário, as estações de tratamento de esgoto (ETEs) constituem estruturas essenciais para a redução da poluição e para a mitigação dos impactos. A eficiência dos sistemas de tratamento, portanto, representa um aspecto central para a efetividade das ações e para a proteção da saúde pública e do meio ambiente (ALBUQUERQUE, 2025; ARAÚJO et al., 2025).

Diante desse contexto, a avaliação da eficiência das ETEs torna-se fundamental para monitorar o desempenho dos sistemas de tratamento, executar ações de melhoria na operação, na estrutura física das unidades de tratamento e subsidiar ações voltadas à otimização da qualidade dos efluentes tratados, para diminuir os impactos ambientais negativos do descarte de esgoto tratado nos corpos hídricos receptores, como também atender aos padrões exigidos pela legislação ambiental.

No contexto brasileiro, as estações de tratamento de esgoto devem operar em conformidade com as exigências legais estabelecidas pelos órgãos ambientais e reguladores, as quais visam assegurar a proteção dos corpos hídricos e da saúde pública. As Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357/2005 e nº 430/2011 estabelecem os padrões de qualidade da água e os limites máximos para o lançamento de efluentes, definindo parâmetros físicos, químicos e biológicos a serem monitorados, como pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), sólidos suspensos totais, nutrientes e indicadores microbiológicos. O cumprimento desses padrões é atribuição das companhias de saneamento, que devem realizar o monitoramento sistemático dos efluentes tratados, garantindo a eficiência dos processos de tratamento, a conformidade com a legislação ambiental vigente e a minimização dos impactos ambientais decorrentes do lançamento de esgotos tratados nos corpos hídricos receptores.

Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência operacional de estações de tratamento de esgoto localizadas nos municípios de Lagoa Grande, Petrolina e Dormentes, no estado de Pernambuco, por meio do monitoramento de parâmetros físicos, físico-químicos e indicadores de carga orgânica do esgoto bruto e tratado. De forma específica, buscou-se analisar o desempenho dos sistemas quanto à remoção de matéria orgânica, bem como verificar a

conformidade dos efluentes tratados em relação aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011, considerando parâmetros como Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, pH, temperatura, sólidos sedimentáveis, óleos e graxas e material flutuante, contribuindo para a avaliação do desempenho dos sistemas e melhorias na operação das unidades.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SANEAMENTO BÁSICO E A PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

O saneamento básico compreende um conjunto de ações destinadas ao controle dos fatores do meio físico que podem comprometer o bem-estar humano, sendo fundamental para a proteção dos recursos hídricos e para a promoção da saúde pública. De acordo com a Organização Mundial da Saúde, a ausência ou inadequação desses serviços favorece a degradação ambiental e a disseminação de doenças, uma vez que o lançamento de esgotos sem tratamento adequado contribui para a contaminação das águas superficiais e subterrâneas (WHO, 2004). Nesse contexto, o saneamento deve ser compreendido como um sistema complexo, influenciado por aspectos históricos, sociais, políticos e econômicos, cujas deficiências impactam diretamente a qualidade da água e a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos, especialmente em áreas com baixa cobertura de coleta e tratamento de esgotos (Bovolato, 2010).

A insuficiência dos serviços de coleta e tratamento de esgotos no Brasil contribui significativamente para a degradação de solos, rios e mananciais, sobretudo em áreas urbanas densamente povoadas, onde o lançamento inadequado de efluentes é recorrente (Garcia; Ferreira, 2010). Essa realidade intensifica problemas de saúde pública, reduz a disponibilidade de água de qualidade e compromete a biodiversidade aquática, evidenciando que a precariedade do saneamento básico afeta diretamente a sustentabilidade ambiental e as condições mínimas necessárias para a dignidade humana.

Nesse cenário, o Novo Marco Legal do Saneamento Básico, instituído pela Lei nº 14.026/2020, estabelece diretrizes e metas para a universalização dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no país, com horizonte temporal até 2033. A legislação busca ampliar a eficiência, a qualidade e a cobertura dos serviços, promovendo investimentos, melhoria da gestão e maior controle regulatório. As metas estabelecidas pelo novo marco representam uma perspectiva de avanço na proteção dos recursos hídricos, ao estimular a ampliação do tratamento de esgotos e a redução da carga poluidora lançada nos corpos d'água, contribuindo para a melhoria da qualidade ambiental e da saúde pública.

2.2 ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO E SEUS SISTEMAS DE TRATAMENTO

As Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) constituem a principal infraestrutura operacional dos sistemas públicos de esgotamento sanitário, sendo responsáveis pela redução da carga orgânica e de contaminantes presentes nos efluentes antes do lançamento em corpos hídricos receptores ou reúso dos efluentes tratados. De modo geral, os sistemas de tratamento adotados por companhias de saneamento podem envolver processos físicos, químicos e biológicos, isolados ou combinados, cuja escolha está associada a fatores como vazão, características do esgoto, disponibilidade de área, custos operacionais e condições ambientais locais (VON SPERLING, 2014). Conforme discutido por Souza et al. (2015), independentemente da configuração tecnológica empregada, o desempenho das ETEs está diretamente relacionado à adequada operação, manutenção e monitoramento contínuo dos sistemas, aspectos essenciais para garantir a eficiência do tratamento, o atendimento à legislação ambiental e a mitigação dos impactos ambientais decorrentes do descarte de efluentes tratados.

Nesse contexto, a avaliação do desempenho das Estações de Tratamento de Esgoto é fundamental para verificar o atendimento às exigências legais e a efetividade dos processos adotados. Estudos como o de Chaves et al. (2018) evidenciam que o desempenho das ETEs pode ser analisado a partir de dados de monitoramento dos efluentes, considerando parâmetros físico-químicos e bacteriológicos e sua conformidade com a legislação ambiental vigente. Os autores demonstram que diferentes configurações de tratamento, apresentam resultados distintos quanto ao cumprimento dos padrões de lançamento e à eficiência na remoção de poluentes, ressaltando que fatores como a qualidade do esgoto afluente, a regularidade do monitoramento e as condições operacionais influenciam diretamente os resultados obtidos. Dessa forma, a análise sistemática do desempenho das ETEs constitui um instrumento essencial para a gestão do saneamento, a proteção dos corpos hídricos receptores e a redução dos impactos ambientais associados ao lançamento de efluentes tratados.

2.3 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO COMO INDICADOR DE POLUIÇÃO ORGÂNICA

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é amplamente utilizada como indicador da poluição orgânica em corpos hídricos, por representar indiretamente a concentração de matéria orgânica biodegradável presente na água. Segundo Valente, Padilha e Silva (1997), a adição de matéria orgânica aos cursos d'água promove o consumo de oxigênio dissolvido em decorrência da oxidação bioquímica realizada por microrganismos, processo que pode comprometer a qualidade ambiental quando a carga lançada excede a capacidade de autodepuração do sistema aquático. Nesse

sentido, a DBO expressa a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação dessa matéria orgânica por meio da respiração microbiana, sendo determinada em condições padronizadas de incubação a 20 °C durante cinco dias (DBO₅). Os autores destacam que valores elevados de DBO estão associados à redução do oxigênio dissolvido, podendo provocar condições anaeróbias, impactos estéticos, liberação de odores e inviabilização da vida aquática (Von Sperling, 2014).

2.4 EFICIÊNCIA E PADRÕES LEGAIS NO BRASIL

No Brasil, a regulação do saneamento básico e o controle da poluição decorrente do lançamento de efluentes sanitários são estabelecidos por instrumentos legais e técnicos complementares. A Lei nº 14.026/2020, que atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico, reforça a necessidade de eficiência operacional, sustentabilidade ambiental e universalização dos serviços de esgotamento sanitário. De forma complementar, a Resolução CONAMA nº 430/2011 define as condições e os padrões de lançamento de efluentes provenientes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários, estabelecendo limites para parâmetros físico-químicos e microbiológicos que visam à proteção dos corpos hídricos receptores.

Entre os parâmetros microbiológicos, destacam-se os coliformes termotolerantes, amplamente utilizados como indicadores de contaminação fecal e de risco sanitário, uma vez que sua presença está associada à possível ocorrência de microrganismos patogênicos de origem entérica (Von Sperling, 2014). O potencial hidrogeniônico (pH) é outro parâmetro fundamental, pois expressa o caráter ácido ou alcalino do efluente, influenciando tanto a eficiência dos processos biológicos de tratamento quanto o equilíbrio químico e biológico dos ecossistemas aquáticos receptores (Metcalf & Eddy, 2016).

Os óleos e graxas correspondem a substâncias de natureza lipídica que, quando lançadas em corpos hídricos em concentrações elevadas, podem formar películas superficiais, prejudicar a transferência de oxigênio atmosférico para a água e causar impactos negativos à fauna aquática (Von Sperling, 2014). A Demanda Química de Oxigênio (DQO) expressa a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação química da matéria orgânica e inorgânica presente no efluente, sendo utilizada como parâmetro complementar à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) na avaliação da carga poluidora total (Metcalf & Eddy, 2016).

Os sólidos sedimentáveis representam a fração de partículas capazes de se depositar por ação da gravidade, estando associados a processos de assoreamento, ao acúmulo de matéria orgânica no leito dos corpos hídricos e à degradação dos habitats aquáticos (Brasil, 2011). A temperatura do efluente influencia diretamente a solubilidade do oxigênio dissolvido e a atividade metabólica dos

organismos aquáticos, podendo causar alterações nas condições naturais do corpo receptor quando lançada acima dos limites estabelecidos pela legislação ambiental (Von Sperling, 2014).

Dessa forma, a avaliação conjunta da eficiência de remoção da DBO e dos demais parâmetros regulamentados constitui um elemento central para a verificação da conformidade legal e da efetividade dos processos de tratamento adotados, contribuindo para a preservação da capacidade de autodepuração dos corpos hídricos e para a mitigação dos impactos ambientais associados ao lançamento de efluentes tratados (Chaves et al., 2018).

3 METODOLOGIA

Foi realizado o monitoramento da eficiência das ETEs dos municípios de Petrolina, Lagoa Grande, Dormentes e Distritos de Rajada e Izacolândia, totalizando 10 (doze) unidades de tratamento de janeiro a dezembro de 2025, que são operadas pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), de responsabilidade da Coordenação Técnica de Esgoto (CTG) e que faz parte da Gerência Regional de Unidade de Negócios (GNR) – São Francisco. Após o tratamento, o esgoto tratado é descartado em corpos hídricos receptores. Seguem abaixo as informações das unidades operacionais monitoradas no presente estudo.

Tabela 01: Informações das Estação de Tratamento de Esgoto de Petrolina, Lagoa Grande, Dormentes e Distritos de Rajada e Izacolândia.

Estação de tratamento de esgoto	Concepção	Vazão média
ETE Vila Marcella	1 lagoa facultativa + 2 Lagoas de maturação	7 L/s
ETE Dom Avelar	1 lagoa aerada + 1 lagoa facultativa + 1 lagoa de maturação	45 L/s
ETE Centro	4 Reatores UASB + 3 filtros biológicos aerados submersos + 3 decantadores secundários + tanque de contato para desinfecção	230 L/s
ETE João de Deus	1 lagoa facultativa + 2 Lagoas de maturação	40,0 L/s
ETE COHAB VI	Reatores UASB + lagoas de polimento	20 L/s
ETE Izacolândia	Lagoa facultativa + 1 lagoa de maturação	15 L/s
ETE Antônio Cassimiro	4 reatores UASB + 2 filtros biológicos percoladores + 2 decantadores secundários + tanque de cloração para desinfecção	40 L/s
ETE Lagoa Grande	1 lagoa facultativa	8 L/s
ETE Dormentes	1 lagoa facultativa + 1 Lagoas de maturação	36,00
ETE Rajada	1 Lagoa facultativa + lagoa de maturação	7 L/s
ETE Ouro Preto	1 lagoa facultativa + 2 Lagoas de maturação	20 L/s
ETE Loteamento Recife	1 lagoa facultativa + 2 Lagoas de maturação	30 L/s

Fonte: Elaborado(s) pelas autoras, 2026.

Em Petrolina, a ETE Centro recebe cerca de 55% do esgoto coletado na zona urbana, enquanto as ETEs Vila Marcela, Loteamento Recife, Ouro Preto, João de Deus, COHAB VI, Rajada e Izacolândia atendem bairros e distritos específicos do município. O Sistema de Esgotamento Sanitário

de Petrolina atende aproximadamente 80.288 economias, correspondendo a cerca de 321.152 pessoas, com 100% do esgoto coletado sendo tratado (ITB, 2024).

A ETE Dormentes atende 1.758 economias, beneficiando cerca de 7.000 habitantes, e a ETE Lagoa Grande atende 815 economias, com aproximadamente 3.200 pessoas. Todas as ETEs funcionam com operação fixa ou volantes, seguindo manuais operacionais da COMPESA, que incluem procedimentos de limpeza das unidades de tratamento e manejo de lodo. A eficiência dos parâmetros das ETEs foi avaliada por meio do esgoto bruto e tratado. As amostras foram coletadas em recipientes plásticos de 2 L e analisadas no laboratório de esgoto da COMPESA, em Petrolina, conforme os métodos do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WEF, 2005) e os limites dos parâmetros foram de acordo com o exigido pela Resolução CONAMA nº 430/2011.

Tabela 02: Parâmetro avaliado, as condições de lançamento e técnica analítica

Parâmetro	Condição de lançamento – Resolução CONAMA nº 430 de 2011	Técnica analítica
DBO (5 dias, 20°C de DBO)	máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor	Oxítóp
Temperatura	inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura	Termômetro
pH	entre 5 e 9	pHmetro
Materiais sedimentáveis	até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes	cone Imhoff
Substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas)	até 100 mg/L	Soxhlet
Material flutuante	Ausência	Avaliação visual

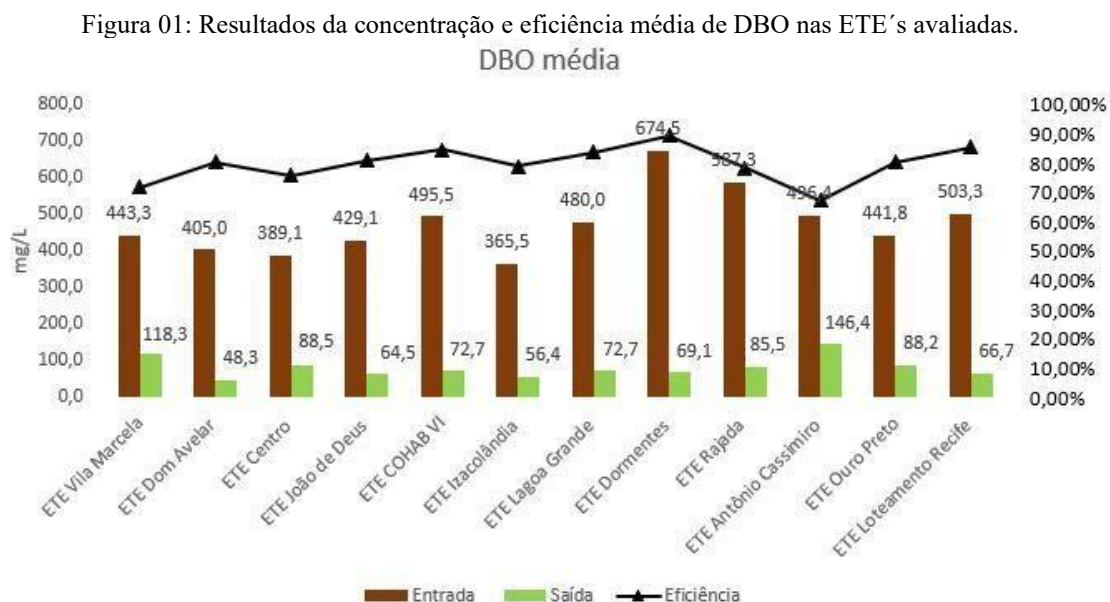
Fonte: Elaborado(s) pelas autoras, 2026.

Apesar da Resolução CONAMA 430 de 2011 não exigir a análise de DQO, este estudo avaliou este parâmetro por ser importante para análise operacional.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos a partir do monitoramento das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) evidenciam o desempenho dos sistemas quanto à remoção de carga orgânica, sólidos, parâmetros físico-químicos e indicadores microbiológicos, em conformidade com os critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011.

A Figura 1 apresenta as concentrações médias de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) da entrada e saídas das ETE's avaliadas e a eficiência média de remoção de matéria orgânica para cada unidade operacional.



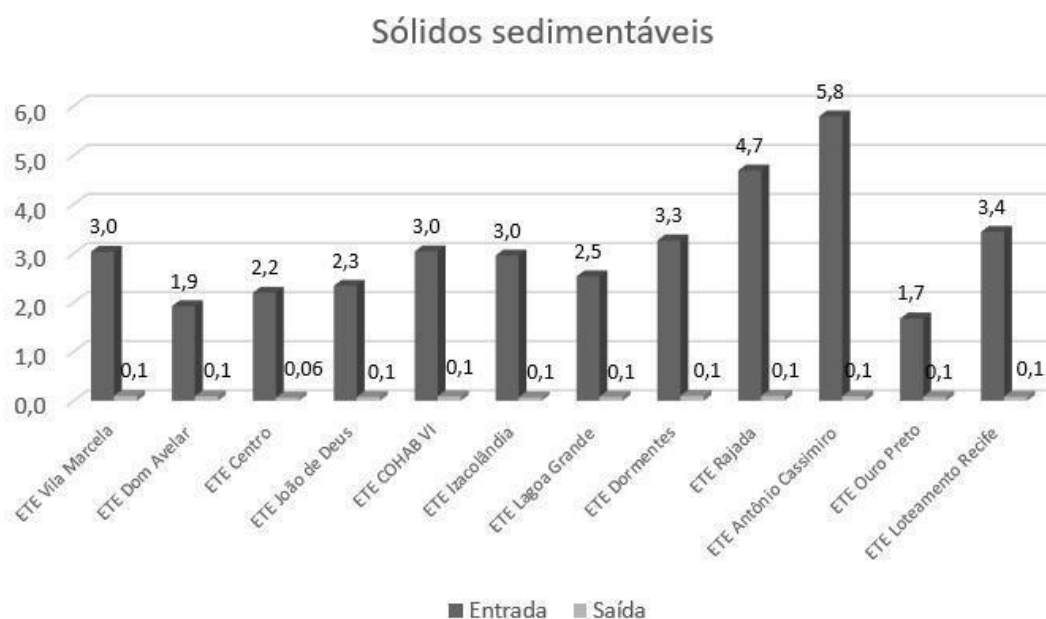
Fonte: Elaborado(s) pelas autoras, 2026.

Observa-se que os valores de DBO média no efluente tratado variaram entre 48,3 mg/L e 146,4 mg/L, com eficiências médias de remoção situadas entre 67,36% e 89,19%. Esses resultados indicam desempenho satisfatório dos sistemas de tratamento, uma vez que atendem ao limite máximo de 120 mg/L estabelecido pela legislação, além de superarem a eficiência mínima de remoção de 60% exigida para sistemas de tratamento de esgotos sanitários. Apenas a ETE Antônio Cassimiro teve uma DBO média acima de 120 mg/L nos meses analisados, contudo, apresentou eficiência de 67,36%, atendendo assim, a exigência da Resolução. A ETE Antônio Cassimiro, no período de análise, apresentava problemas de colmatação nos filtros biológicos percoladores, o que interferiu negativamente no processo de tratamento. Para reverter essa situação foi iniciada uma obra de remoção do meio suporte, que é composto por britas, para realização da limpeza e adequação da estrutura dos braços distribuidores para melhor distribuição do efluente no meio suporte. A ETE Vila Marcela, composta por lagoas de estabilização também apresentou uma concentração média de DBO mais elevada na saída do tratamento (118, 3 mg/L) que pode ser explicada pelo acúmulo de lodo de fundo, para resolução desse problema já foi realizada a mensuração da quantidade de lodo que deve ser removida e iniciado o processo para contratação de empresa especializada para retirada e destinação ambientalmente correta desse lodo.

A eficiência observada na remoção da DBO reflete a adequada redução da matéria orgânica biodegradável presente no esgoto bruto, corroborando a importância da operação e do monitoramento contínuo das ETEs, conforme discutido no referencial teórico. A manutenção desses níveis de eficiência é essencial para evitar o consumo excessivo de oxigênio dissolvido nos corpos hídricos receptores, prevenindo impactos ambientais e sanitários associados ao lançamento de efluentes com elevada carga orgânica.

A Figura 2 apresenta os valores médios de sólidos sedimentáveis na entrada e saída das ETEs analisadas. Verifica-se que os valores afluentes variaram entre aproximadamente 1,7 mL/L e 5,8 mL/L, evidenciando diferenças na carga de sólidos transportada aos sistemas. Após o tratamento, os valores no efluente tratado mantiveram-se em torno de 0,1 mL/L em todas as unidades, atendendo ao limite máximo de 1 mL/L estabelecido pela Resolução CONAMA nº 430/2011.

Figura 02: valores médios de sólidos sedimentáveis na entrada e saída das ETEs.



Fonte: Elaborado(s) pelas autoras, 2026.

Esse resultado demonstra elevada eficiência na remoção de sólidos sedimentáveis, indicando o adequado funcionamento das unidades de tratamento preliminar e primário. A remoção eficaz desses sólidos contribui para a prevenção de processos de assoreamento e para a proteção dos corpos hídricos receptores.

Na Figura 3 são apresentadas as concentrações médias de óleos e graxas no efluente tratado das ETEs avaliadas. Os valores observados variaram entre 10,56 mg/L e 19,88 mg/L, permanecendo significativamente abaixo do limite máximo de 100 mg/L estabelecido pela legislação ambiental.

Esses resultados indicam que os sistemas de tratamento apresentaram controle adequado desse parâmetro, reduzindo o risco de interferências nos processos biológicos de tratamento e na qualidade dos corpos receptores.

Figura 03: concentrações médias de óleos e graxas nas ETEs avaliadas.

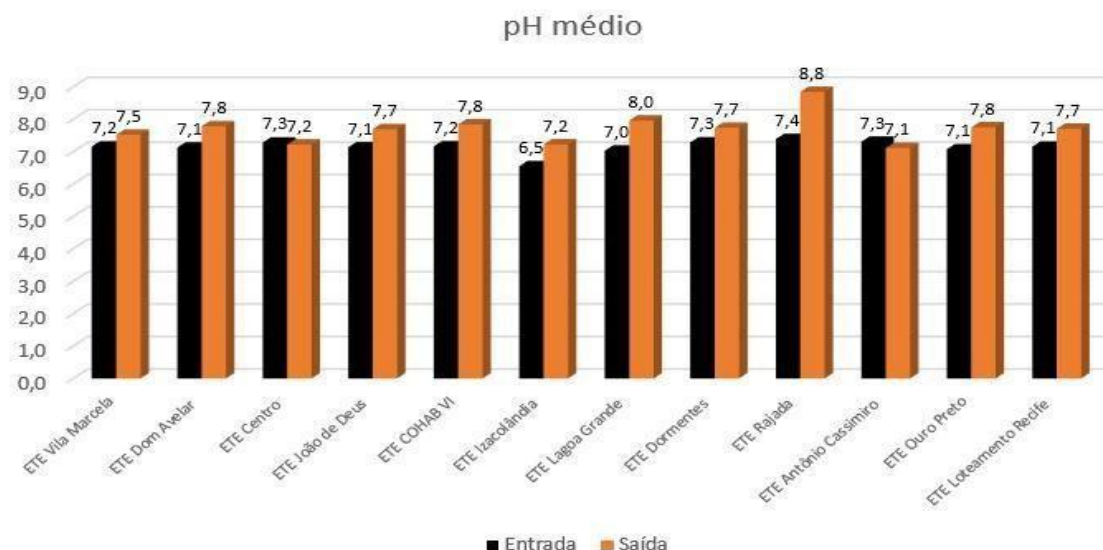


Fonte: Elaborado(s) pelas autoras, 2026.

A presença de óleos e graxas no esgoto está associada principalmente a contribuições domésticas e comerciais, podendo causar prejuízos operacionais quando presentes em concentrações elevadas.

A Figura 4 apresenta os valores médios de pH na entrada e saída das ETEs analisadas. Os valores afluentes variaram entre 6,5 e 8,8, enquanto os valores no efluente tratado permaneceram predominantemente entre 7,0 e 8,8. Todos os resultados encontram-se dentro da faixa estabelecida pela Resolução CONAMA nº 430/2011, que define valores entre 5 e 9 para lançamento de efluentes. A estabilidade do pH após o tratamento indica condições favoráveis à atividade microbológica e à proteção dos ecossistemas aquáticos receptores.

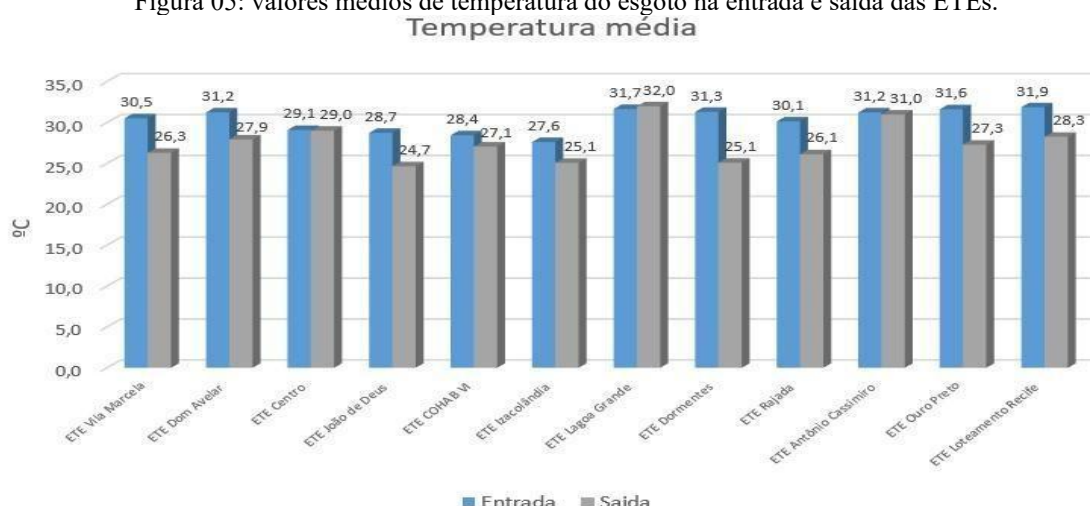
Figura 04: valores médios de pH na entrada e saída das ETEs



Fonte: Elaborado(s) pelas autoras, 2026.

A Figura 5 apresenta os valores médios de temperatura do esgoto na entrada e saída das ETEs. As temperaturas dos afluentes variaram entre 28,4 °C e 31,9 °C, enquanto as temperaturas do efluente tratado situaram-se entre 25,1 °C e 31,0 °C. As variações observadas são compatíveis com as condições climáticas da região e atendem às exigências da legislação, que estabelece que a temperatura do efluente não deve causar variação superior a 3 °C no corpo receptor. Esses valores são favoráveis à eficiência dos processos biológicos empregados nas ETEs.

Figura 05: valores médios de temperatura do esgoto na entrada e saída das ETEs.

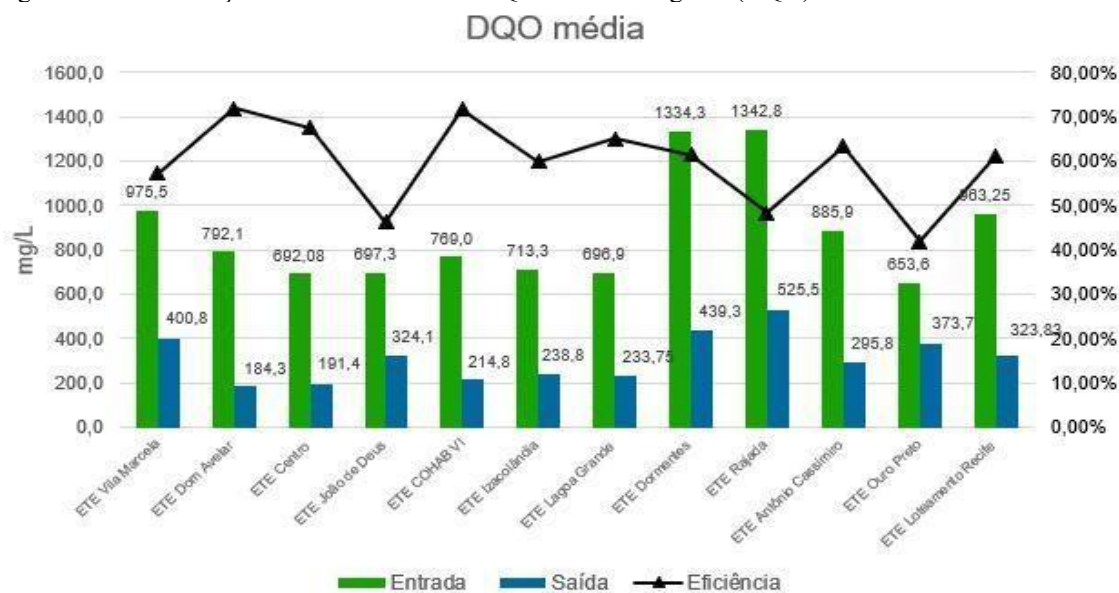


Fonte: Elaborado(s) pelas autoras, 2026.

A Figura 6 apresenta as concentrações médias de Demanda Química de Oxigênio (DQO) na entrada e saída das ETEs, bem como a eficiência média de remoção. As concentrações afluentes

variaram entre 692,8 mg/L e 1.342,8 mg/L. Após o tratamento, os valores de DQO no efluente tratado variaram entre 184,3 mg/L e 525,5 mg/L, com eficiências de remoção entre 45% e 72%. A remoção de DQO está relacionado ao tipo de tratamento na ETE e a operação e limpeza das unidades de tratamento.

Figura 06: Concentrações médias de Demanda Química de Oxigênio (DQO) na entrada e saída das ETEs.



Fonte: Elaborado(s) pelas autoras, 2026.

Embora a Resolução CONAMA nº 430/2011 não estabeleça limites específicos para DQO, os resultados obtidos demonstram redução significativa da carga orgânica total, evidenciando o desempenho operacional dos sistemas de tratamento. As variações observadas entre as ETEs podem estar associadas às diferentes concepções dos sistemas, vazões médias e condições operacionais.

De forma geral, os resultados obtidos evidenciam que as ETEs avaliadas apresentam desempenho compatível com os padrões legais vigentes, destacando a importância do monitoramento contínuo, do planejamento operacional e da execução de ações corretivas para a manutenção da eficiência dos sistemas e para a minimização dos impactos ambientais decorrentes do lançamento de efluentes tratados nos corpos hídricos receptores.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos a partir do monitoramento das 12 (doze) Estações de Tratamento de Esgoto avaliadas indicam desempenho satisfatório dos sistemas quanto à remoção de carga orgânica e ao atendimento aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental vigente. As concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) no efluente tratado permaneceram dentro dos limites

definidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011, com eficiências de remoção superiores ao mínimo exigido, evidenciando a efetividade dos processos de tratamento adotados.

A análise da Demanda Química de Oxigênio (DQO), embora não regulamentada pela referida resolução, demonstrou redução expressiva da carga orgânica total após o tratamento, reforçando sua relevância como parâmetro complementar para a avaliação do desempenho operacional das ETEs. Os parâmetros físicos e físico-químicos analisados (sólidos sedimentáveis, óleos e graxas, pH e temperatura) mantiveram-se em conformidade com os padrões legais, indicando condições adequadas de operação e baixo potencial de impacto negativo sobre os corpos hídricos receptores.

Dessa forma, os resultados evidenciam a importância do monitoramento contínuo e da adoção de ações operacionais corretivas como instrumentos essenciais para a manutenção da eficiência dos sistemas de tratamento, a proteção dos recursos hídricos e a mitigação dos impactos ambientais associados ao lançamento de efluentes tratados.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Sandro da Silva. Os impactos da ausência de saneamento básico no processo de adoecimento da população brasileira: uma revisão narrativa da literatura. *Research, Society and Development*, v. 14, n. 11, e127141150042, 2025.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION (APHA; AWWA; WEF). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 21. ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2005.
- ARAÚJO, Juliana Maria de et al. Impacto das políticas e planos municipais sobre os indicadores de acesso ao saneamento básico. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 30, n. 1, p. 1–10, 2025.
- BOVOLATO, Luís Eduardo. Saneamento básico e saúde. *Revista Escritas*, v. 2, 2010.
- BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera dispositivos da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 16 jul. 2020.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 16 maio 2011.
- CHAVES, Vanessa Silva; SCHNEIDER, Erwin Henrique Meneses; LIMA, Arthur Silva Passos; MENDONÇA, Luciana Coêlho. Desempenho das estações de tratamento de esgoto de Aracaju. *Revista DAE*, São Paulo, v. 66, n. 209, p. 51–57, jan./mar. 2018. DOI: 10.4322/dae.2017.014.
- GARCIA, Mariana Silva Duarte; FERREIRA, Mateus de Paula. Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana. *Revista Escritas*, v. 2, 2010. ISSN 2525-698X.
- INSTITUTO TRATA BRASIL. *Ranking do saneamento básico 2024*. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2024.
- METCALF & EDDY. *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*. 5 ed. New York: McGraw-Hill, 2016.
- PRADO, Tatiana; MIAGOSTOVICH, Marize Pereira. Virologia ambiental e saneamento no Brasil: uma revisão narrativa. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 30, n. 7, p. 1367–1378, 2014.
- SOUZA, A. F.; SILVA, M. E. F.; COSTA, R. H. R. Tratamento de esgoto doméstico com sistema integrado composto por tanque séptico, tanque de microalgas, filtro anaeróbio e wetlands construídos. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 20, n. 1, p. 123–132, 2015.
- VALENTE, José Pedro Serra; PADILHA, Pedro Magalhães; SILVA, Assunta Maria Marques. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu – SP. *Eclética Química*, São Paulo, v. 22, p. 49–66, 1997.

VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Water, sanitation and hygiene links to health. Geneva: World Health Organization, 2004.