ANÁLISE DE DESEMPENHO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DA CIDADE DE PARACATU - MG

João Vitor Mendes Bispo [(1)]
Graduando em Engenharia de Bioprocessos – Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)
André Aguiar [(2)]
Engenheiro Químico - Universidade de São Paulo (USP/EEL)
Doutor em Biotecnologia Industrial - Universidade de São Paulo (USP/EEL)
Professor Titular - Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

Endereço[(2)]**:** Av. BPS, 1303 - Pinheirinho - Itajubá - MG - CEP: 37500-903 - Brasil - Tel: +55 (35) 3629-1803 - e-mail: aguiar@unifei.edu.br

RESUMO

O presente trabalho consistiu em avaliar os dados de caracterização de águas residuárias da estação de tratamento de esgoto (ETE) da cidade de Paracatu-MG quanto à sua conformidade perante a legislação ambiental do estado para o lançamento em corpo hídrico receptor. A ETE possui as etapas de gradeamento, desarenador, uma lagoa anaeróbia e uma lagoa aerada facultativa. A ETE de Paracatu demonstrou eficiência em cumprir os padrões de descarte para os parâmetros demanda bioquímica de oxigênio em 5 dias (DBO_5), demanda química de oxigênio (DQO), pH, sólidos sedimentáveis (SSed) e Óleos & Graxas (O&G). Quanto ao parâmetro Sólidos Suspensos Totais (SST), observou-se o descumprimento para algumas amostragens, indicando a necessidade em adotar melhorias na ETE. Ao avaliar o índice de biodegradabilidade do esgoto bruto, a maioria das amostragens indicou alta biodegradabilidade (razão DBO_5/DQO > 0,4) e o valor médio foi igual o 0,47. Após tratamento esse índice foi reduzido, com um valor médio de 0,33, indicando uma remoção preferencial da fração orgânica biodegradável, efeito que pode ser atribuído às duas lagoas biológicas.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de esgoto; lagoa anaeróbia; lagoa aerada facultativa.

INTRODUÇÃO

A urbanização acelerada e o crescimento populacional têm intensificado a pressão sobre os recursos hídricos, tornando o saneamento básico uma das pautas ambientais e de saúde pública mais urgentes da atualidade (GARRIDO-BASERBA et al., 2024). O impacto ambiental gerado pelo lançamento de efluentes em cursos d`água exige o estabelecimento e o cumprimento de diretrizes ambientais, cujos padrões de tratamento são fundamentais para prevenir a poluição, assegurar o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos e promover a saúde pública (MORAIS e SANTOS, 2019). Nesse cenário, as Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) desempenham um papel fundamental na mitigação dos impactos antrópicos, atuando como verdadeiras barreiras de remediação (VON SPERLING, 2014).

Com base no levantamento do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico, que reuniu informações correspondentes a 81,7% da população brasileira no ano de 2024, foi revelado que o sistema de coleta de esgoto atende apenas 56,7% da população, enquanto o tratamento de esgoto alcança somente 51,8% do volume em relação à água consumida (BRASIL, 2025). Com o propósito de ampliar o tratamento de esgoto, o Novo Marco Regulatório do Saneamento Básico foi instituído em 2020 por meio da Lei nº 14.026/2020. Essa lei determina que, até o ano de 2033, no mínimo 90% dos brasileiros deverão ter acesso universal e justo aos serviços de coleta e tratamento de esgoto (BRASIL, 2020).

A cidade mineira de Paracatu possui uma população urbana de aproximadamente 100 mil habitantes, dos quais 74,9% são atendidos pelo sistema de esgotamento sanitário. O seu sistema de esgotamento é administrado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa), e todo o esgoto coletado é encaminhado para sua única ETE (INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO, 2026). A ETE de Paracatu conta com uma capacidade nominal instalada de 128,22 $L \cdot s^{-1}$ e uma vazão média de tratamento abaixo do seu limite de operação, 83 $L \cdot s^{-1}$. A rede coletora de esgoto tem uma extensão de 303.707 m, conferindo ao município um índice de cobertura de 96,81% (ARSAE, 2022). Os processos de tratamento da ETE de Paracatu consistem de uma etapa inicial de gradeamento, um desarenador, e dois processos biológicos, sendo o primeiro uma lagoa anaeróbia seguida de uma lagoa aerada

facultativa. É fundamental expandir a coleta e o tratamento de esgoto para todas as cidades brasileiras, mas garantir a eficácia dos sistemas de tratamento das cidades já atendidas também é importante.

OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo analisar os dados de caracterização de amostras de esgoto bruto e tratado da ETE da cidade mineira de Paracatu para verificar o cumprimento à legislação estadual para o lançamento em corpo hídrico receptor (MINAS GERAIS, 2008). Por meio dos dados adquiridos ao longo dos meses de fevereiro a novembro de 2021, calculou-se a eficiência de remoção percentual de matéria orgânica, por meio dos parâmetros DQO e DBO_5, além dos dados de DBO_5, DQO, pH, O&G, SST e SSed para o esgoto tratado. Adicionalmente, foi avaliado o índice de biodegradabilidade das águas residuárias (razão DQO_5/DBO) como uma forma adicional de caracterização das amostras.

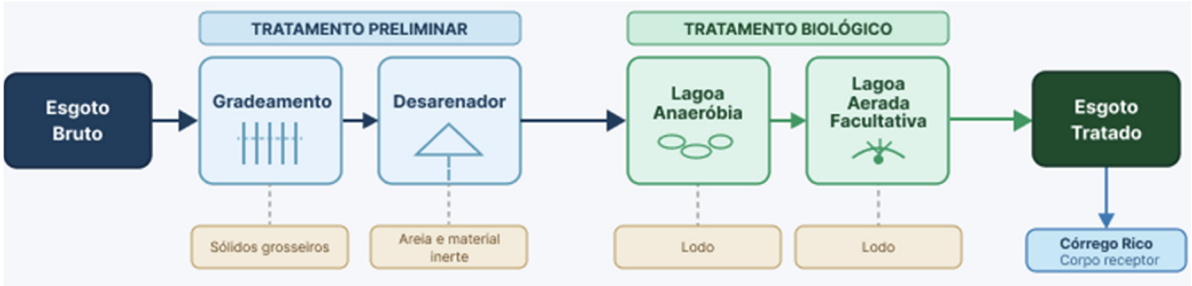
METODOLOGIA

Os dados de caracterização das amostras de esgoto bruto e tratado da ETE de Paracatu-MG foram adquiridos do Relatório de Fiscalização Operacional Nº 090/2022, divulgado *on line* pela Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (ARSAE, 2022). As amostragens foram realizadas geralmente duas vezes por mês na entrada e na saída da ETE e foram usados os dados referentes aos meses de fevereiro a novembro de 2021. Os parâmetros físico-químicos de qualidade de esgoto avaliados foram: DQO, DBO_5, pH, O&G, SST e SSed. Os dados de caracterização foram avaliados frente à legislação ambiental estadual em vigor na ocasião, a Deliberação Normativa Conjunta nº 01/2008, a qual foi estabelecida pelos Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) e Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2008). Em adição, foi calculado o índice de biodegradabilidade das amostras por meio da razão DBO_5/DQO.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra a sequência dos processos de tratamento de esgoto da cidade de Paracatu. O tratamento inicia-se com a barreira física do gradeamento, responsável por reter os resíduos sólidos grosseiros que chegam com o afluente. Na sequência, o esgoto passa pelo desarenador, uma estrutura projetada para decantar e remover partículas menores e mais densas, como terra e areia. Livre desses sólidos o efluente é encaminhado para a primeira bacia do sistema, uma lagoa anaeróbia. Nesta etapa, microrganismos anaeróbios e/ou facultativos iniciam a degradação da matéria orgânica do esgoto. Em seguida flui para a segunda lagoa do complexo, que conta com aeradores para injetar oxigênio, estimulando a atividade metabólica de bactérias aeróbias e/ou facultativas (VON SPERLING, 2014). O esgoto tratado é posteriormente lançado no Córrego Rico.

Figura 1: Fluxograma da ETE de Paracatu-MG.



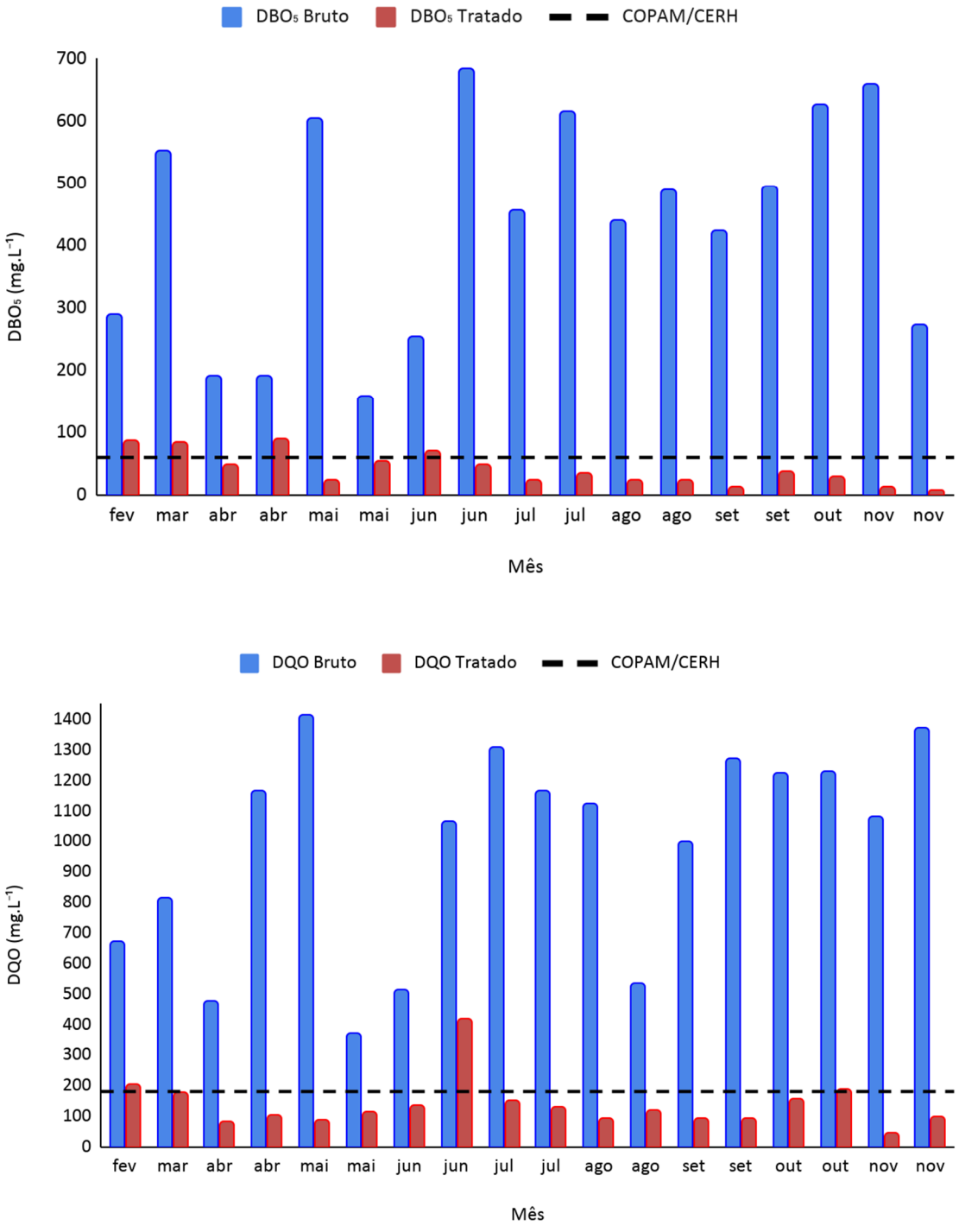
Fonte: elaboração própria a partir de dados da SEMAD (2021).

O resíduo sólido do tratamento preliminar da estação é transportado para o descarte em aterro sanitário, enquanto o lodo originado do tratamento tem como destino final um aterro na própria área da ETE (ARSAE-MG, 2022; SEMAD, 2021). Contudo, uma equipe de fiscalização invalidou essa declaração, atestando categoricamente que não há aterro na área da ETE na ocasião em que foram realizadas as amostragens (ARSAE-MG, 2022).

Na Figura 2 estão mostrados os dados de DBO_5 e DQO das amostras de esgoto antes e depois do tratamento, além de incluir os limites máximos permitidos para esses dois parâmetros. O valor médio de DBO_5 no esgoto bruto de 434,82 $mg \cdot L^{-1}$ se alinha com a realidade operacional de diversas outras ETEs de cidades mineiras (RAMOS et al., 2023; LIMA e AGUIAR, 2025). O valor mínimo registrado foi de 157 $mg \cdot L^{-1}$, na segunda coleta de maio, enquanto o valor máximo foi de 683 $mg \cdot L^{-1}$ na segunda coleta de junho. De acordo com Jordão e Pessôa (2017), a infiltração pluvial é uma das principais causas de diluição do esgoto afluente em ETEs brasileiras, podendo reduzir a concentração de matéria orgânica em períodos de chuva intensa. No entanto, essa dinâmica sazonal não explica as quedas abruptas de DBO_5 observadas nas amostras de abril e maio. Primeiramente, esses meses correspondem ao período de transição para a estação seca no noroeste de Minas Gerais, afastando a hipótese de chuvas intensas (INMET, 2022). Em segundo lugar, o balanço de massa dos dados invalida a possibilidade de diluição: enquanto na segunda medição de abril a DBO_5 foi de 190 $mg \cdot L^{-1}$, a DQO atingiu um de seus maiores picos anuais (1164 $mg \cdot L^{-1}$). Se houvesse diluição pluvial, ambos os parâmetros teriam suas concentrações mais baixas simultaneamente. Portanto, a discrepância reforça a possibilidade de que esses desvios não foram causados por diluição pluvial, mas sim por anomalias de descargas atípicas ou falhas de aferição laboratorial. Para o esgoto tratado, a média de DBO_5 no período foi de 41,1 $mg \cdot L^{-1}$, bem abaixo do limite normativo de 60 $mg \cdot L^{-1}$. No entanto, em quatro amostragens foram verificados valores acima do limite permitido. O valor mais alto foi verificado na segunda amostragem de abril, 89 $mg \cdot L^{-1}$.

A média da DQO do esgoto bruto foi de 987,50 $mg \cdot L^{-1}$, valor acima da média de DBO_5, como era esperado. Esse valor é bem mais alto que o valor típico de 600 $mg \cdot L^{-1}$ de cidades brasileiras segundo von Sperling (2014). Para esse parâmetro também foram verificadas concentrações mais altas que as demais, como em maio de 2021, em que foi verificado um valor de 1411 $mg \cdot L^{-1}$. Para as amostras tratadas, foi verificada desconformidade em três delas. A segunda amostragem de junho apresentou a concentração mais alta de DQO para o esgoto tratado, 416 $mg \cdot L^{-1}$, excedendo o limite máximo permitido de 180 $mg \cdot L^{-1}$.

Figura 2: Dados de DBO_5 e DQO das amostras de esgoto bruto e tratado da ETE de Paracatu-MG no período de 02/2021 a 11/2021, juntamente com os limites permitidos da legislação vigente.

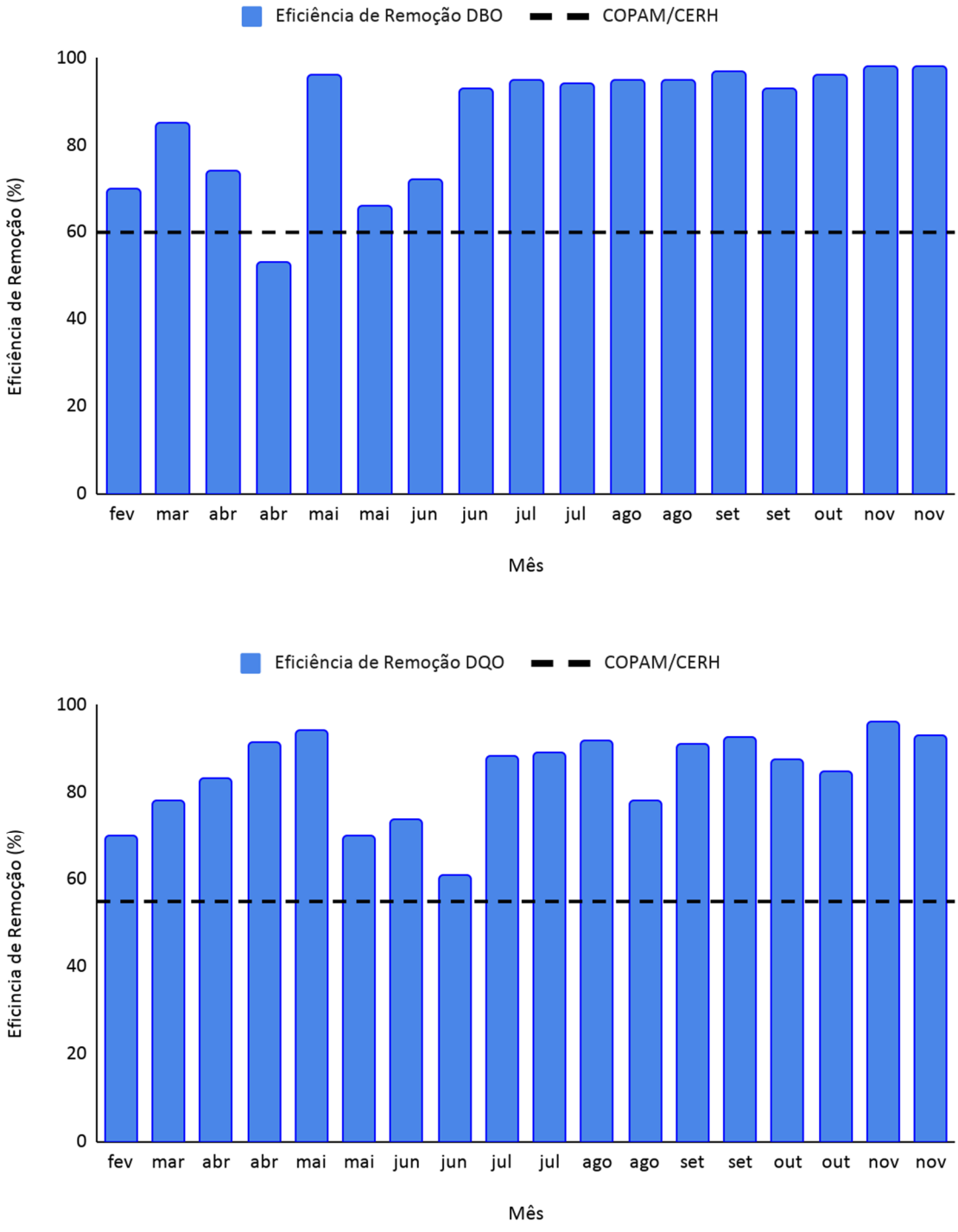


Fonte: elaborado partir de dados do relatório da ARSAE (2022).

Além da concentração máxima permitida, a legislação estadual estabelece que uma ETE pode estar em conformidade quanto aos poluentes orgânicos se ela atingir eficiências mínimas de remoção de 60% para a DBO_5 e 55% para a DQO. Conforme mostra a Figura 3, em uma das amostragens a remoção mínima de DBO_5 não foi cumprida, 53,2%, enquanto para a DQO todos os valores estiveram acima do mínimo percentual exigido. A legislação ambiental de Minas Gerais também estabelece que uma ETE está em conformidade se apresentar

eficiência média anual mínima de 70% de remoção para a DBO_5 e 65% para a DQO (MINAS GERAIS, 2008). Ao verificar que as remoções médias no período foram de 86,47% para a DBO_5 e 84,07% para a DQO, tem-se que a ETE de Paracatu cumpriu os padrões de descarte de remoção de matéria orgânica.

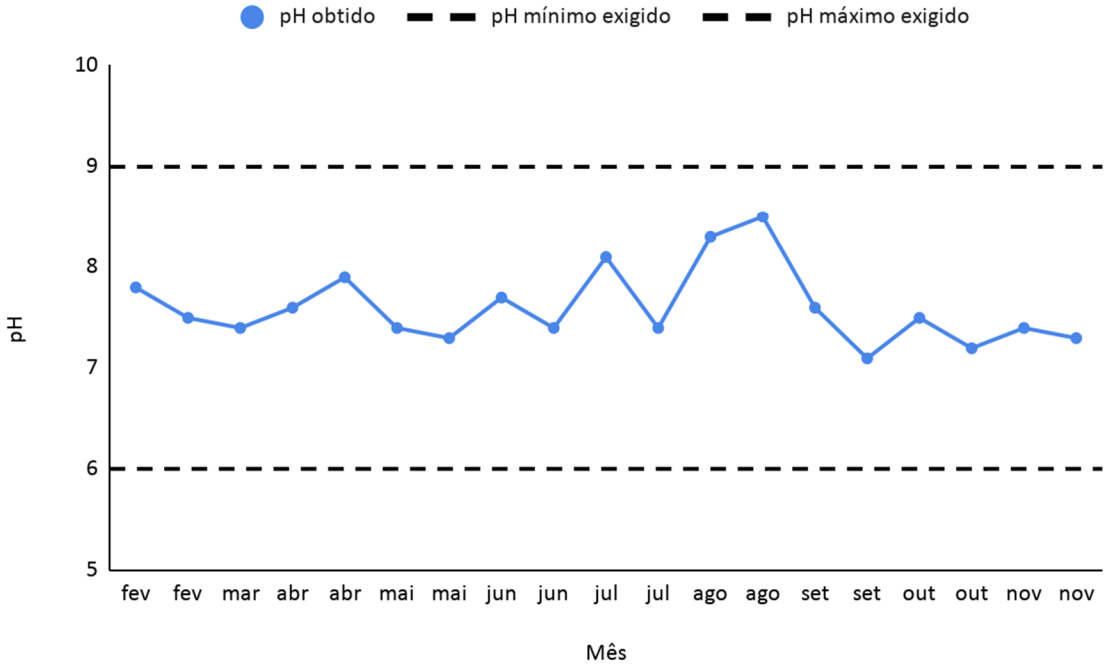
Figura 3: Eficiência de remoção de DBO_5 e DQO das amostras de esgoto bruto e tratado da ETE de Paracatu-MG no período de 02/2021 a 11/2021, juntamente com os percentuais mínimos exigidos.



Fonte: elaborado partir de dados do relatório da ARSAE (2022).

Os dados de pH das amostras de esgoto tratado estão mostrados na Figura 4. Todos os valores estiveram dentro da faixa permitida para o descarte. A manutenção do pH próximo à neutralidade é essencial, pois valores extremos afetam severamente o tratamento secundário, pois podem inibir a ação microbiana responsável pela degradação da matéria orgânica, além de gerar condições que ameaçam as espécies aquáticas no corpo hídrico receptor (VON SPERLING, 2014).

Figura 4: pH das amostras de esgoto tratado da ETE de Paracatu-MG no período de 02/2021 a 11/2021, juntamente com os limites da legislação vigente.

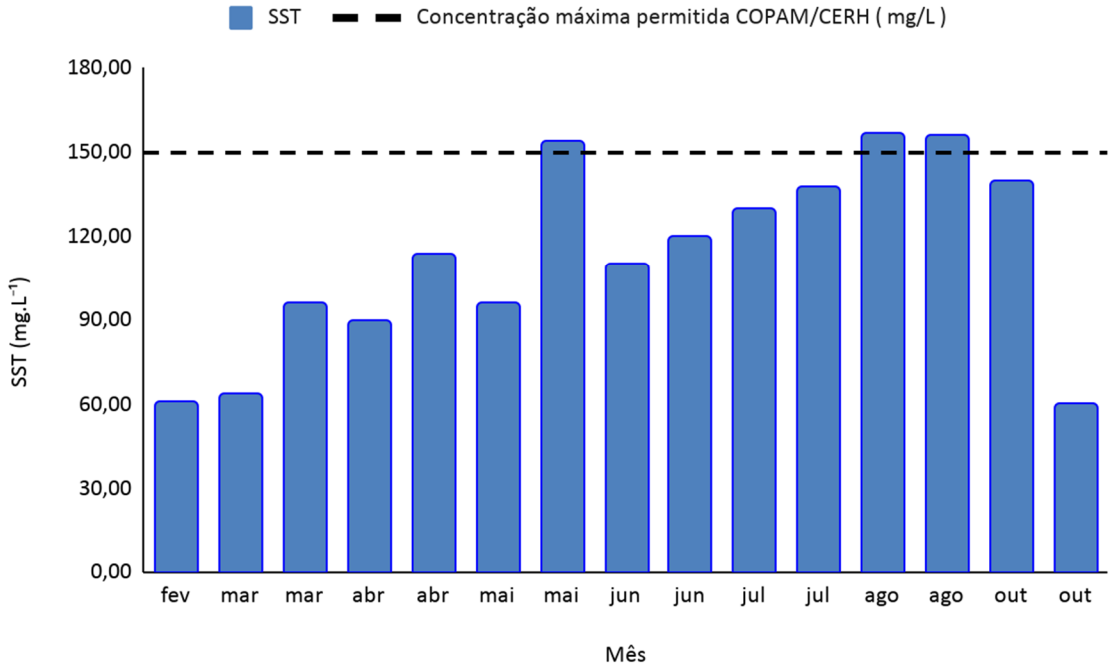


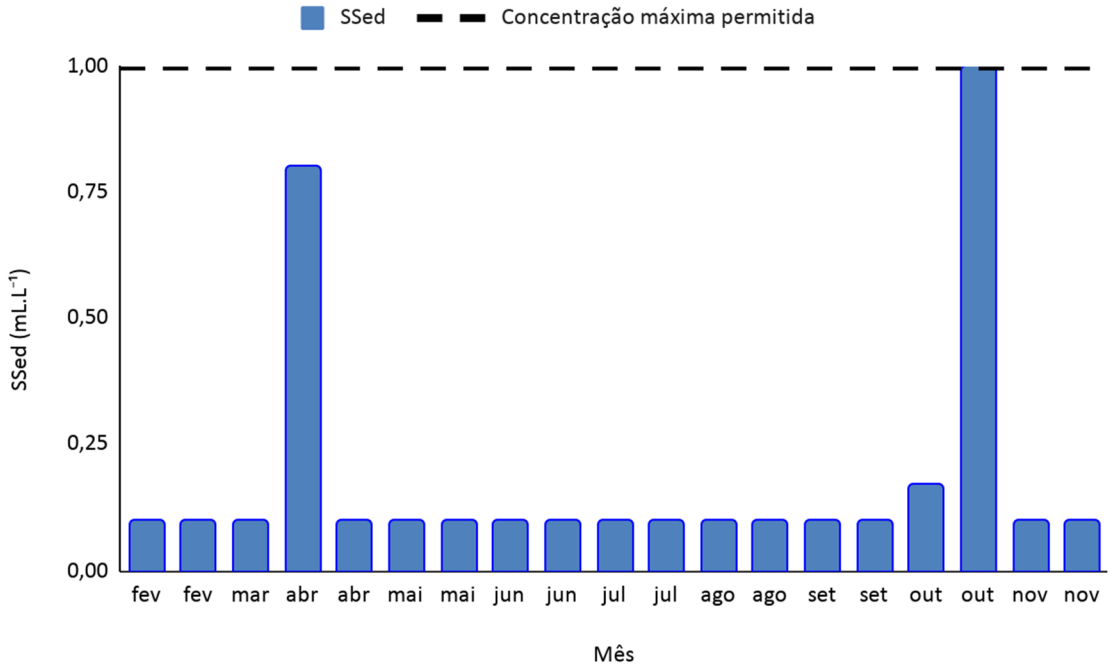
Fonte: elaborado partir de dados do relatório da ARSAE (2022).

Assim como o pH, as concentrações de SST, SSed e O&G foram avaliadas apenas para o esgoto tratado. Para o parâmetro SST, em três amostragens não foi cumprido o limite de 150 mg•L exigido para ETEs com sistema de lagoas. Além disso, por não ter realizado medições de SST no mês de novembro, a ETE recebeu uma autuação formal, enquadrada como uma infração ao Programa de monitoramento de efluentes (ARSAE, 2022).

Para o parâmetro SSed houve total conformidade no período, embora para uma amostra tenha sido verificado justamente o limite máximo permitido. Considerando todas as amostras foi verificada uma média inferior a 0,32 $mL \cdot L^{-1}$. Esses resultados comprovam a eficiente capacidade de retenção de sólidos sedimentáveis na ETE de Paracatu, o que evita o arraste indesejável de flocos que podem se depositar no corpo hídrico receptor. Para a maioria das amostragens, a concentração de SSed foi inferior a 0,1 $mL \cdot L^{-1}$, o qual deve corresponder ao limite de detecção da metodologia empregada.

Figura 5: Dados de SST e SSed das amostras de esgoto tratado da ETE de Paracatu-MG no período de 02/2021 a 11/2021, juntamente com os limites da legislação vigente.



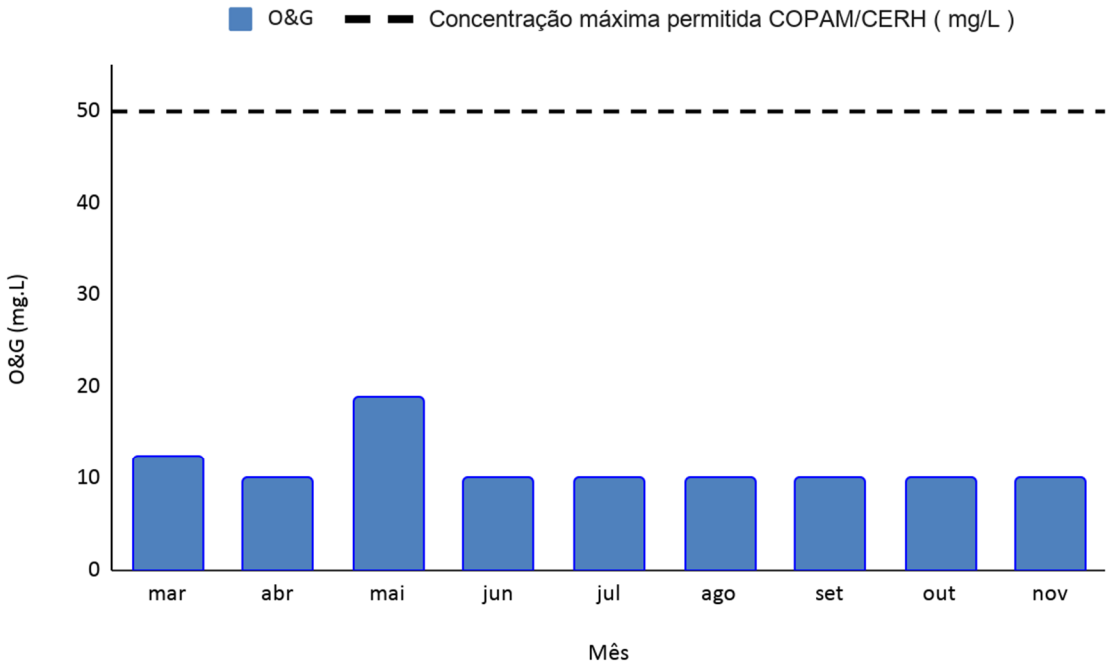


Fonte: elaborado partir de dados do relatório da ARSAE (2022).

Em relação à concentração de O&G foi verificada uma plena conformidade, conforme mostra a Figura 6. Ao contrários dos demais parâmetros, O&G foram quantificados uma vez por mês. A concentração máxima verificada de O&G foi de aproximadamente 18,8 mg•L^{-1}, valor este abaixo do limite estabelecido de 50 mg•L^{-1} (MINAS GERAIS, 2008). Exceto para essa e para a amostragem de março, a concentração de O&G das outras

amostras de esgoto tratado foi inferior a 10 mg•L^{-1}, o qual deve corresponder ao limite de detecção da metodologia empregada.

Figura 6: Dados de O&G das amostras de esgoto tratado da ETE de Paracatu-MG no período de 02/2021 a 11/2021, juntamente com o limite da legislação estadual vigente.



Fonte: elaborado partir de dados do relatório da ARSAE (2022).

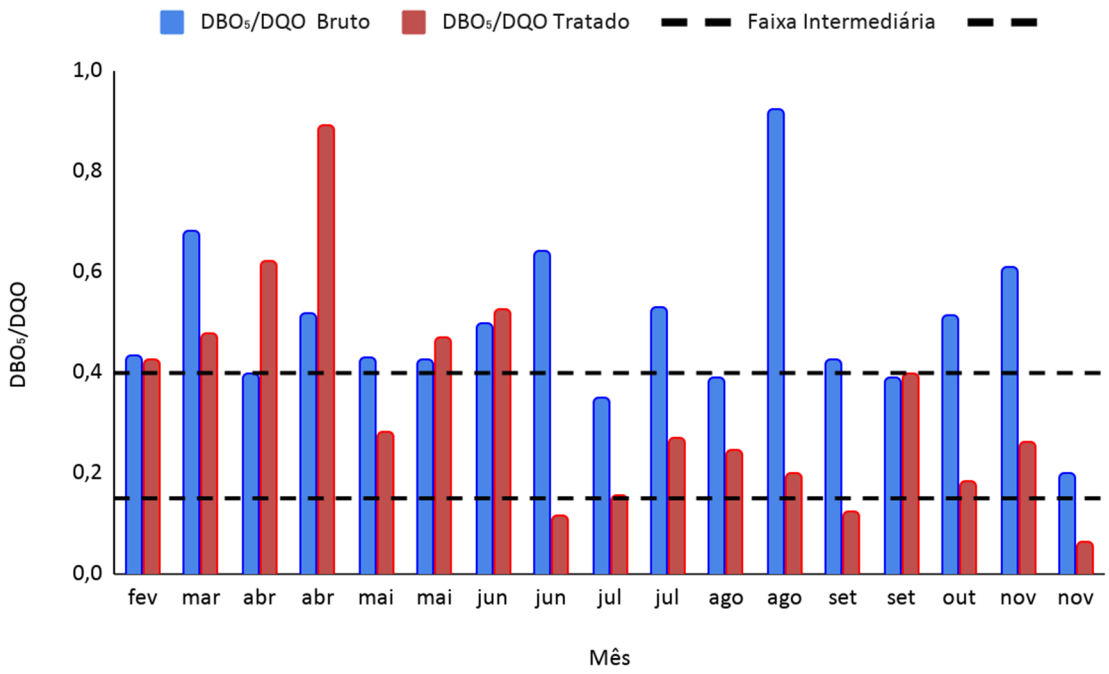
A razão DBO_5/DQO é um indicador da biodegradabilidade de águas residuárias. Valores desse índice acima de 0,4 indicam alta fração biodegradável (mínimo de 40%), e com isso recomendando-se processos biológicos de tratamento. Valores abaixo de 0,15 caracterizam águas residuárias recalcitrantes, para os quais tratamentos físico-químicos são mais indicados. A faixa intermediária (0,15 a 0,4) requer análises adicionais para definição dos processos mais adequados (von Sperling, 2014).

A Figura 7 mostra os índices de biodegradabilidade para as amostras de esgoto bruto e tratado de Paracatu. O índice de biodegradabilidade médio do esgoto bruto foi de 0,47, constatando ser de alta biodegradabilidade e justificando o uso do tratamento biológico por meio de lagoas. Após o tratamento, o índice médio reduziu para 0,33, refletindo a remoção preferencial de poluentes orgânicos mais facilmente biodegradadoss pelas bactérias nas lagoas. Em estudos anteriores de outras ETEs de Minas Gerais também foram verificados índices de biodegradabilidade acima de 0,4 para o esgoto bruto e sua redução após o tratamento (RAMOS et al., 2023; LIMA e AGUIAR, 2025). Para a segunda amostragem de novembro foi verificado um índice de biodegradabilidade muito baixo e próximo de 0,15 para o esgoto bruto, e mesmo assim a ETE cumpriu os padrões de descarte para essa amostragem.

A razão DBO_5/DQO é uma importante análise a ser avaliada para indicar a biodegradabilidade de amostras, mas pode ser também muito útil para encontrar indícios de erros nas determinações de DBO_5 e DQO. Como a DBO_5 mensura a quantidade de matéria orgânica biodegradável, enquanto a DQO mede a concentração de matéria orgânica biodegradável e não biodegradável, a razão entre eles deve sempre variar entre 0 e 1. No entanto, na segunda amostragem do mês de março e nas duas do mês de dezembro foram verificadas razões acima de 1, evidenciando algum equívoco nas análises laboratoriais ou no preenchimento dos dados de caracterização no relatório da ARSAE. Os valores encontrados foram 1,06 e 2,59 para esgoto bruto na segunda amostragem de março e na primeira de dezembro, respectivamente, e 4,54 e 1,49 para as amostras de esgoto tratado nas duas amostragens de dezembro. Em suma, esses valores indicam que as amostras apresentaram equivocadamente DBO_5 maior que a DQO. Devido a isso, os dados dessas três amostragens foram totalmente ignorados nesse trabalho, inclusive ao considerar os outros parâmetros de qualidade de esgoto. É extremamente importante que

laboratórios de análise de águas e órgãos ambientais passem a comparar os dados de DBO_5 e DQO para uma mesma amostra, pois valores errados podem comprometer a avaliação de desempenho de uma ETE, além de estar lançando nos corpos hídricos efluentes em desconformidade e com potencial risco poluidor.

Figura 7: Índice de biodegradabilidade (razão DBO_5/DQO) das amostras de esgoto bruto e tratado da ETE de Paracatu-MG, juntamente com as faixas de biodegradabilidade reportadas por von Sperling (2014).



Fonte: elaborado a partir de dados do relatório da ARSAE (2022).

Em suma, a ETE de Paracatu apresentou desempenho satisfatório considerando a maioria dos parâmetros (DBO_5, DQO, pH, O&G e SSed). Contudo, o parâmetro SST excedeu o limite permitido em três amostragens. Adicionalmente, a ausência de análises mensais de SST em dois meses resultou em autuação formal pela ARSAE-MG (2022), evidenciando falhas no controle e na frequência do monitoramento operacional, obrigação mínima de qualquer concessionária de saneamento. A presença de uma lagoa de sedimentação é muito comum após uma lagoa aerada para tratar efluente de frigoríficos em Minas Gerais (ZANOL et al., 2024), e poderia ser uma alternativa para a ETE de Paracatu, a depender de área disponível para isso.

Como os dados da ETE de Paracatu foram referentes ao ano de 2021, na ocasião estava em vigor uma legislação de 2008. Uma nova legislação estadual entrou em vigor em 2023, a deliberação normativa COPAM/CERH Nº 08/2022 (MINAS GERAIS, 2022). Dentre as modificações apresentadas nessa nova legislação quanto ao lançamento de esgoto tratado, destaca-se a concentração máxima permitido de O&G que aumentou de 50 $mg \cdot L^{-1}$ para 100 $mg \cdot .L^{-1}$; a faixa de pH que passou a ser um pouco mais ampla, entre 5 e 9; e a exigência dos sistemas de tratamento de esgoto sanitário a atenderem o limite de emissão de 20 $mg \cdot L^{-1}$ de nitrogênio amoniacal total. Apesar dos dois primeiros padrões terem sido flexibilizados, a presença de N amoniacal é uma nova preocupação para a ETE de Paracatu e também para as outras do estado de Minas Gerais.

Além do parâmetro SST, a inexistência de aterro na área da ETE para destinação do lodo gerado foi constatada, contrariando a declaração formal da própria operadora de saneamento. Isso é uma irregularidade de natureza grave, pois o lodo de esgoto é um resíduo com potencial impacto sanitário e ambiental significativo. Para o enfrentamento das desconformidades de SST, von Sperling (2014) aponta que o acúmulo de sólidos em lagoas de estabilização pode ser mitigado por operações periódicas de remoção de lodo e pelo controle do tempo de detenção hidráulica. Quanto aos episódios de baixa biodegradabilidade, Jordão e Pessôa (2017) recomendam o monitoramento contínuo da razão DBO_5/DQO do afluente como ferramenta de alerta operacional, permitindo identificar lançamentos atípicos de efluentes industriais ou resíduos recalcitrantes na rede coletora antes que

comprometam o desempenho do tratamento. Apesar da ETE operar com folga em relação à sua capacidade nominal instalada e o afluente apresentar alta biodegradabilidade média, esses aspectos favoráveis não eximem a concessionária das obrigações de monitoramento contínuo, destinação adequada de seus resíduos e manutenção preventiva. A capacidade ociosa representa potencial para expansão do atendimento, mas somente mediante investimentos proporcionais na operação e na gestão ambiental da ETE.

CONCLUSÕES

Ao analisar os dados das amostras de esgoto da ETE do município de Paracatu-MG, verificou-se que elas cumprem os padrões de descarte da legislação estadual ao considerar os parâmetros DBO_5, DQO, SSed, O&G e pH. Como exceção, o parâmetro de SST apresentou desconformidade em mais de uma amostragem. Portanto, recomenda-se melhorias no tratamento atualmente adotado. O esgoto bruto da ETE apresentou alta biodegradabilidade, DBO_5/DQO média igual a 0,47 e após o tratamento esse índice diminuiu para 0,33, evidenciando remoção preferencial da fração biodegradável da matéria orgânica. Foram verificados valores de DBO_5 equivocadamente maiores que DQO para uma mesma amostra em mais de uma amostragem, os quais foram desprezados para avaliação do desempenho da ETE, mas que servem de alerta para um maior cuidado na determinação desses parâmetros de qualidade de esgoto. De qualquer forma, é necessário realizar melhorias nos processos de tratamento da ETE de Paracatu para assegurar sua total conformidade com a legislação ambiental e consequentemente a proteção ambiental e a saúde pública.

REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARSAE-MG. Relatório de Fiscalização Operacional Nº 090/2022: Sistema de Esgotamento Sanitário Sede Municipal de Paracatu COPASA-MG. Coordenadoria Técnica de Regulação Operacional e Fiscalização dos Serviços. Maio de 2022.

2. BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. Lei Nº 14.026, de 15 de Julho de 2020. Novo Marco Regulatório de Saneamento, 2020.

3. BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA). Relatório dos Serviços de Esgotamento Sanitário – SINISA 2025: ano de referência 2024. Brasília: Ministério das Cidades, 2025.

4. GARRIDO-BASERBA, M., SEDLAK, D.L., MOLINOS-SENANTE, M., BARNOSELL, I., SCHRAA, O., ROSSO, D., VERDAGUER, M., POCH, M. *Using water and wastewater decentralization to enhance the resilience and sustainability of cities*. *Nature Water*, v. 2, p. 953-974, 2024.

5. INMET. Banco de Dados Meteorológicos – BDMEP. Estação A507 – Paracatu/MG. Precipitação mensal, 2021. Disponível em: https://bdmep.inmet.gov.br. Acesso em 07/06/2026.

6. INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO, https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/mg/paracatu; acesso: 12 de junho de 2026.

7. JORDÃO, E.P., PESSÔA, C.A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 8. ed**.** Rio de Janeiro: ABES, 2017.

8. LIMA, J.P.P., AGUIAR, A. *Evaluating the performance of sewage treatment plants containing up-flow anaerobic sludge blanket reactors followed or not by post-treatments*. *Environments, v.* 12, 146, 2025.

9. MINAS GERAIS. Deliberação Normativa Conjunta do Conselho Estadual de Política Ambiental e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais, 01/2008. 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. 2008. Diário Executivo de Minas Gerais, Belo Horizonte, 13 de maio de 2008.

10. MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM); Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-MG). Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08, de 21 de novembro de 2022. 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. Belo Horizonte, 2022.

11. MORAIS, N.W.S., SANTOS, A.B. *Análise dos padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos e de reúso de águas residuárias de diversos estados do Brasil*, *Revista DAE*, v. 67, p. 40–55, 2019.

12. RAMOS, M.D.N., GOMES, T.M., AQUINO, S.F., AGUIAR, A. *Sewage treatment in cities of the state of Minas Gerais, Brazil, that use the UASB reactor as the only biological treatment: A case study. Journal of Water Process Engineering*, v. 56, 104509, 2023.

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

14. ZANOL, M.B., LIMA, J.P.P., ASSEMANY, P., AGUIAR, A. *Assessment of characteristics and treatment processes of wastewater from slaughterhouses in the state of Minas Gerais, Brazil*. *Journal of Environmental. Management,* v. 358, 120862, 2024.