

Avaliação do Desempenho Ambiental da Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário Samambaia - Localizada em Goiânia-GO

Environmental Performance Assessment of the Samambaia Sewage Treatment Plant - Located in Goiânia, Goiás

Larissa Q. Silva, Sarah A. D. Borges, Genildo S. C. Júnior,
Núbia N. Brito & Pedro L. W. Cerqueira

Este trabalho teve como objetivo a avaliação do desempenho ambiental da Estação de Tratamento de Esgoto sanitário, ETE Samambaia, em Goiânia-GO. A metodologia foi baseada em uma análise exploratória, conforme a disponibilização dos dados pela Companhia de Saneamento de Goiás S/A, referente aos anos de 2019 e 2020. A transformação dos dados em informações foi realizada a fim de possibilitar interpretações consistentes do desempenho ambiental da ETE. Para isso, utilizou-se um tratamento estatístico descritivo. Conclui-se que a ETE operou abaixo da sua capacidade de projeto, com desempenho satisfatório em relação aos limites médios de DBO no efluente final.

Palavras-chave: *química ambiental; remediação; esgoto sanitário.*

This study aimed to assess the environmental performance of the sanitary sewage treatment plant, ETE Samambaia, in Goiânia, Goiás. The methodology was based on an exploratory analysis, using data provided by the Goiás Sanitation Company, for the years 2019 and 2020. Data transformation into information was carried out to enable consistent interpretations of the environmental performance of the ETE. For this purpose, descriptive statistical analysis was employed. It is concluded that the ETE operated below its Project capacity, with satisfactory performance in relation to the average BOD (Biochemical Oxygen Demand) limits in the final effluent.

Keywords: *environmental chemistry; remediated; sanitary sewage.*

Introdução

A poluição dos corpos hídricos é uma preocupação mundial, podendo ser agravada pelo lançamento de esgoto sanitário em corpos d'água. Além do conteúdo orgânico e patogênico presente nos esgotos, os corpos hídricos podem ser poluídos por diversos outros compostos presentes no esgoto sanitário, tais como: compostos orgânicos xenobióticos que incluem produtos farmacêuticos e de higiene corporal, produtos químicos e agrícolas.¹

O lançamento do esgoto sanitário em um corpo hídrico sem tratamento preliminar pode ser nocivo ao meio ambiente. O acúmulo de compostos orgânicos propicia a proliferação de biomassa ativa aeróbia, diminuindo o teor de oxigênio do meio, que é preciso para que organismos que vivem em ambientes aquáticos possam sobreviver.² Os mananciais apresentam capacidade de degradar compostos orgânicos e absorver nitrogênio, fósforo e potássio, entretanto, os corpos hídricos não os comportam em altas quantidades. Dessa forma, as técnicas utilizadas na remediação do afluente é um fator relevante e fundamental para prevenir doenças de veiculação hídrica.

As Unidades Operacionais de Sistema de Esgotamento Sanitário desempenham diversos métodos para tratamento de esgotos. Instalações, projetos e operação corretos; na remediação do efluente; precisa proporcionar o avanço na minimização de poluentes e a melhoria da saúde para população possibilitando à diminuição de proliferação de doenças causadas por água contaminada. Inúmeras doenças parasitárias e infecciosas são causadas por ausência ou ineficiência de tratamento do afluente afetando as condições de saúde e produtividade do cidadão.²

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em um levantamento mais recente, de 2022, o Brasil possui mais de 203 milhões de habitantes.³ Conforme a última pesquisa do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) em 2021, apenas 51,2% do esgoto sanitário no Brasil foi tratado, ou seja, uma população total de 117,3 milhões atendidas com coleta e algum tipo de tratamento do esgoto sanitário, mesmo que preliminar; que possuem atendimento a disposição do esgoto sanitário.⁴

A acessibilidade de saneamento básico é uma condição importante no bem-estar dos indivíduos, pois em sua ausência pode provocar diversas enfermidades de transmissão hídrica. Crianças, bem como, adolescentes são os principais grupos afetados pela falta de saneamento básico acometendo o crescimento corporal e intelectual devido a doenças como; diarreia e desnutrição.⁵

Metodologia

A pesquisa se baseou em uma análise exploratória, conforme a disponibilização dos dados pela empresa SANEAGO, e foi empreendida com a finalidade de descrever e transformar estes dados em informações que viabilizem interpretações consistentes quanto ao desempenho ambiental da ETE Samambaia.

A ETE Samambaia situa-se em Goiânia, Goiás, e atualmente opera com uma vazão aproximada de 1,58 L s⁻¹. A bacia de contribuição de esgoto bruto se limita ao campus da Universidade Federal de Goiás (UFG), no Setor Itatiaia e dispõe de um tratamento preliminar constituído por gradeamento, tratamento primário composto por caixa de areia e calha *parshall* (empregado para a medição do escoamento do afluente nas ETE) e tratamento secundário constituído por lagoa facultativa e de maturação.

Os dados recebidos foram tratados estatisticamente com as relações fundamentais da estatística descritiva. Os parâmetros ambientais analisados nessa pesquisa foram: pH, turbidez, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Totais (ST) e Sólidos Dissolvidos Totais (SDT). Os dados explorados nessa pesquisa são referentes aos anos de 2019 e 2020.

O monitoramento laboratorial da ETE é baseado no Plano de Monitoramento Laboratorial elaborado pela empresa SANEAGO e em consonância com as normativas técnicas e legislação ambiental vigente, com parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e hidrobiológicos. A frequência das coletas e análises das amostras é definida conforme plano de controle de qualidade para o afluente. As análises laboratoriais são realizadas pelo Laboratório Central de Esgotos da SANEAGO localizada em Goiânia – GO.

As legislações ambientais vigentes CONAMA 430/2011⁶ e CONAMA 357/2005⁷ foram exploradas com intuito de assegurar melhor descarte dos efluentes nos mananciais com a finalidade de colaborar com a melhor decisão para aperfeiçoar os processos de tratamento empregado na ETE.

Resultados e Discussão

O tratamento de esgoto sanitário utilizado na ETE Samambaia teve início em sua operação em 2004 com capacidade de efluente tratado de 12 L s^{-1} , e agora, opera com um escoamento de aproximadamente $1,58 \text{ L s}^{-1}$. Segundo o Relatório de monitoramento do sistema de esgotamento sanitário, a bacia de contribuição de esgoto bruto restringe-se ao Campus da UFG localizada no Setor Itatiaia em Goiânia. A população atendida pela ETE atualmente é de 1296 pessoas e o corpo receptor do efluente é o rio Meia Ponte.

Nas Unidades Operacionais de serviço de coleta e remediação de esgoto sanitário, são empregadas diversas operações com a finalidade de remover o máximo de compostos orgânicos e sólidos suspensos antes do lançamento do efluente em corpos hídricos.⁸ A Figura 1 representa um fluxograma envolvendo os processos de remediação compreendidos na Estação de Tratamento de Esgoto Samambaia.

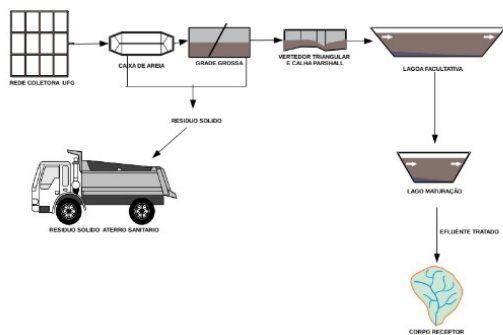


Figura 1. Fluxograma ETE Samambaia.

Conforme a seção III, Art. 21 da resolução que trata do descarte de efluente em corpos receptores e apresenta as

diretrizes para descarte de esgoto sanitário em mananciais, o pH adequado para descarte compreende a faixa entre 5 e 9. Entretanto, segundo a Figura 2, no ano de 2020 foram encontrados valores acima do permitido pelas legislações ambientais, sendo encontrados valores de 9,35 e 9,42 nos meses de fevereiro e março, respectivamente e o valor máximo de 9,78 identificado em maio do mesmo ano. Os resultados identificados na ETE Samambaia são semelhantes ao encontrado em literaturas recentes, como por exemplo, a ETE de Santa Fé do Sul situada em São Paulo, que obteve faixas de valores de pH entre: 7,85 e 8,10 após o tratamento por mecanismos anaeróbico, anóxico e aeróbico, como também, lagoa de polimento final.⁹

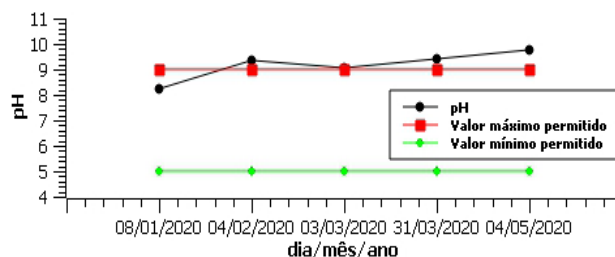


Figura 2. Gráfico do pH em função do dia/mês/ano dos dados obtidos durante o ano de 2019 e 2020.

A existência de algas pode ser um dos fatores que evidenciam o aumento do pH no esgoto sanitário. O potencial hidrogeniônico é influenciado pela presença de algas, devido ao processo realizado pelas plantas para obtenção de energia, em que ocorre o consumo de (CO_2) solubilizado em água, aumentando o potencial hidrogeniônico do efluente.¹⁰

A resolução CONAMA 430/2011 dispõe da condição limite do parâmetro DBO para o descarte de efluente em corpos hídricos. Segundo esta resolução, a DBO pode conter uma concentração máxima de 120 mg L^{-1} a 20°C . A DBO final no esgoto tratado apresentou valores em média de $16,28 \text{ mg L}^{-1}$. Entretanto, esta mesma resolução não apresenta uma regulamentação específica para DQO.

A razão entre DQO e DBO é relevante para o estudo de tratamento de esgoto sanitário. Para esgoto sanitário proveniente de residências, a relação é da ordem de 1,7 a

2,4 e uma parcela de compostos orgânicos conseguiria ser eliminada por tratamento biológico. Entretanto, valores acima desta faixa prejudicariam o tratamento biológico na ETE em virtude da toxicidade de alguns compostos para a biomassa ativa.

Na Tabela 1 é apresentada a média da Demanda Bioquímica de Oxigênio e Demanda Química de Oxigênio, bem como a razão DQO/DBO do esgoto bruto e na Tabela 2 os mesmos parâmetros são apresentados para o esgoto sanitário pós o tratamento realizado pela ETE.

Tabela 1. Número de amostras utilizadas para obtenção dos valores médios de DQO, DBO e a relação DQO/DBO do esgoto bruto.

Parâmetros	ETE-Samambaia
Número de amostras	6
DBO (mg O ₂ L ⁻¹)	96,40
DQO (mg O ₂ L ⁻¹)	233,33
Relação DQO/DBO	2,42

Tabela 2. Número de amostras utilizadas para obtenção dos valores médios de DQO, DBO e a relação DQO/DBO do esgoto sanitário após o tratamento realizado pela ETE.

Parâmetros	ETE-Samambaia
Número de amostras	10
DBO (mg O ₂ L ⁻¹)	16,28
DQO (mg O ₂ L ⁻¹)	146,00
Relação DQO/DBO	8,99

Análogo aos resultados encontrados na ETE Samambaia, foram identificados em outros estudos valores semelhantes, dentre eles, um referente à ETE localizada na região amazônica, situada em Manaus - AM. Os parâmetros de DBO e DQO pós-tratamento realizado pela ETE por: tratamento com grades, tanque de aeração, tanque de decantação, floculação e calhas parshall, foram de 30,0 e 77,0 respectivamente.¹¹

Com o resultado obtido é possível identificar que a relação DQO/DBO no esgoto sanitário tratado ficou acima de 4,00 demonstrando que a fração inerte é alta. Dessa forma, os resultados encontrados justificam a viabilidade de um polimento final físico-químico considerando uma

alternativa a reutilização de água, na qual, é assunto em desenvolvimento no âmbito de remediação, relacionado à utilização da água de forma racional.

O parâmetro de turbidez é caracterizado pela intensidade de intervenção da transmissão de iluminação pelo efluente. Este parâmetro é importante uma vez que, a presença de sólidos suspensos em águas residuárias pode interferir no metabolismo de organismos fotossintetizantes.¹²

A turbidez é uma propriedade importante para o lançamento de efluentes embora não haja uma legislação específica para este parâmetro. Assim, na falta de regulamentação específica referente à turbidez na legislação CONAMA 430/2011, foi necessário fundamentar-se na literatura. De acordo com Ariano,¹³ o valor da turbidez do esgoto sanitário após o tratamento com reator *Upflow Anaerobic Sludge Blanked Reactors (UASB)* foi igual a 133,00 UNT. No entanto, de acordo com a Figura 3, foi identificado no esgoto sanitário tratado na ETE Samambaia valores em média de 95 UNT.

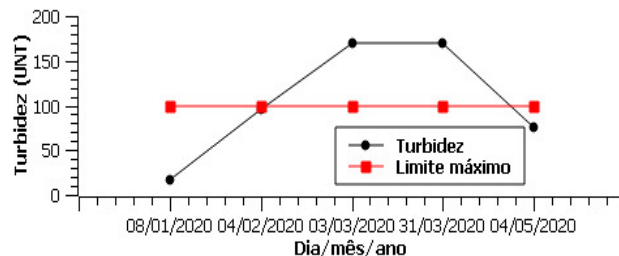


Figura 3. Gráfico da turbidez em função do dia/mês/ano dos dados obtidos durante o ano de 2019 e 2020.

A relação entre sólidos é outro fator relevante para análises de descarte de efluentes em mananciais indicando a fração de sólidos dissolvidos totais (SDT) versus a fração de sólidos totais (ST), o que poderá indicar quais as melhores tecnologias de tratamento a ser utilizada.

A legislação que se refere ao descarte de esgoto sanitário em corpos hídricos não dispõe de um grau limite para descarte para os parâmetros SDT e ST. Na classe de sólidos, apenas os Sólidos Suspensos Sedimentáveis (SSed) é disposto na resolução CONAMA 430/2011. Conforme a resolução, a concentração de SSed deve ser de até 1 mL L⁻¹ quando o efluente é lançado em corpos hídricos.

Na literatura,¹⁴ foi possível observar que para o parâmetro de SDT do efluente do tratamento realizado pela ETE localizada na região do Amazonas, após o tratamento por membranas poliméricas de Microfiltração (MF), um valor de 336,00 mg L⁻¹, próximo ao valor identificado na ETE Samambaia, de 362,33 mg L⁻¹.

A Tabela 3 exibe o número de amostras, a média de (SDT) e (ST) e a relação SDT/ST obtida para o esgoto sanitário tratado.

Tabela 3. Número de amostras utilizadas para obtenção dos valores médios de SDT, ST e a relação SDT/ST no esgoto tratado.

Parâmetros	ETE-Samambaia
Número de amostras	7
SDT (mg L ⁻¹)	229,50
ST (mg L ⁻¹)	362,33
Relação SDT/ST	0,83

A presença de algas no efluente pode impactar no tratamento do esgoto sanitário. A existência de algas em lagoas de tratamento biológico possibilita o crescimento da quantidade de SST presentes e Demanda Bioquímica de Oxigênio, sendo preciso o emprego de um tratamento final para o efluente.¹⁴ Assim, a concentração do valor médio de sólidos totais de 362,33 mg L⁻¹ indica uma provável presença de algas no esgoto sanitário. A existência e variedade de algas em lagoas de estabilização são oriundas de diversos fatores, dentre eles: compostos orgânicos, temperatura, escoamento e a dimensão das lagoas e condições climáticas.¹⁵

Conforme Costa,¹² a razão SDT/ST acima de 0,5 indica que a maior parte dos componentes do efluente são sólidos orgânicos e dissolvidos. Em uma perspectiva de polimento final seria interessante acoplar um processo de tratamento físico-químico no efluente, considerando uma alternativa para reutilizar a água, como exemplo, na indústria e em atividades agrícolas.

O reaproveitamento de água é uma realidade progressiva no mundo. Os países em que a reutilização da água é um fator crescente incluem: Estados Unidos (EUA), Europa Ocidental, Austrália e Israel. Entretanto, ainda é pequena a parcela do volume total de água residuária gerado que é reutilizada.¹¹ Atualmente a fração recuperada e utilizada nos EUA é de apenas de 7,4%.¹¹

Conclusão

Com base nos valores médios da razão SDT/ST, que apresentou o valor de 0,83, foi possível demonstrar que a fração orgânica suspensa e biodegradável foi removida durante o processo desempenhado pela estação de tratamento de esgoto Samambaia. Com a finalidade de aplicação de reuso do esgoto sanitário tratado, de acordo com o resultado da razão DBO/DQO seria necessário um polimento final do efluente com tratamento físico-químico, com possível ajuste do pH. Conclui-se que a ETE operou abaixo da sua capacidade de projeto, com desempenho satisfatório em relação aos limites médios de DBO no efluente final, atendendo à legislação ambiental CONAMA 430/2011 no período avaliado.

Agradecimento

Nossos sinceros agradecimentos ao Instituto de Química- UFG pelo suporte técnico e a empresa de Saneamento Básico do Estado de Goiás – SANEAGO pela disponibilização dos dados para estudo.

Referência

1. KODOM, K.; ATTIOGBE, F.; KURANCHIE, F. A. Assessment of removal efficiency of pharmaceutical products from wastewater in sewage treatment plants; A case of the sewerage systems Ghana limited; Accra. Heliyon, V.7, p.1-9, **2021**.
2. BUDEIZ, V.; AGUIAR, A. Monitoramento e relacionamento dos parâmetros DQO e DBO5 em afluente e esgoto tratado das cidades de Itajubá e Pedralva, MG. Períod. Tchê Quim. Porto Alegre, v. 17, n. 34, p. 80-92, **2020**.
3. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2022: População e Domicílios, Brasília, **2022**.
4. BRASIL. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. Esgotamento Sanitário. Brasília, DF, SNIS, **2021**.
5. UHR, J. G. Z.; SCHMECHEL, M.; UHR, D. de A. P. Relação entre saneamento básico no Brasil e saúde da população sob a ótica das internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica. RACEF – Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace. v. 7, n. 2, p. 01-16, **2016**.
6. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA N° 430, de 12 de maio de **2011**. Dispõe sobre

as condições e padrões de lançamento de efluente, complementa e altera a resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

7. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições padrões de lançamento de efluente.
8. FEITOSA, A.S.R.; FEITOSA, A.R.; ANDRADE, P.M.; BRITO, N.N. Desinfecção de esgoto sanitário utilizando ácido peracético. *Revista Brasileira de Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v. 1, n. 4, p.60-73, 2021.
9. DIAS, C. F.; PEREIRA, E V. L.; DIAS, V. M.; SOUZA, A. E. M. Análise microbiológica e físico-química de uma estação de tratamento de esgoto da cidade de Santa Fé do Sul – SP. *Revista Funcce Científica*. V.6, n.8, p.2-12, São Paulo, 2017.
10. D’ALESSANDRO, E. B.; SAAVEDRA, N. K. Desempenho de uma lagoa de maturação na ETE de Trindade (GO): Estudo de caso. *Revista Geoambiente on-line*. n. 32, p.15-37, Jataí – GO, 2018.
11. OLIVEIRA, J. de S., OLIVEIRA, K. B. Analysis of the application of reuse water from a step in the electronics industry in the amazon region using polymeric microfiltration membranes. *Brazilian Journal of Development*. Curitiba, V. 8, n. 6, p. 43367-43395, 2022.
12. COSTA, E. C. Avaliação das características físico-químicas do efluente da agroindústria da mandioca e do seu potencial bioenergético. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal de Alfenas/MG, 2021.
13. ARIANO, G. C. Coagulação, floculação e flotação do efluente de reatores anaeróbios, tratando esgoto sanitário, com aplicação de diferentes dosagens de coagulante em função da variação da turbidez do esgoto afluente ao longo do dia. 2009. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia De São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.
14. FERRO, F. F. Remoção de algas de efluentes de ETEs. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020.
15. MARTINS, L. R. Remoção de fitoplâncton de lagoas de estabilização em filtros de pedra de fluxo horizontal. Recife, 2012. 88 f. Dissertação (mestrado) - UFPE, Centro de Tecnologia e Geociências, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, 2012.

Larissa Q. Silva^{1*}, Sarah A. D. Borges¹, Genildo S. C. Júnior¹, Núbia Natalia de Brito¹ & Pedro L. W. Cerqueira²

¹Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, Av. Esperança, s/n – Chácaras de Recreio Samambaia.

²Saneamento de Goiás S.A – SANEAGO. Rua 90-A, Setor Sul, Goiânia – GO, Gerência de Tratamento de Esgotos

*E-mail: larissaqueiroz@discente.ufg.br