



**COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DA CETESB
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO “CONFORMIDADE
AMBIENTAL COM REQUISITOS TÉCNICOS E LEGAIS”**



Gabriel Sousa Alves

**TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO EM ETE COMPACTA NO
MUNICÍPIO DE MOGI DAS CRUZES: Estudo de caso**

**São Paulo
2023**



Gabriel Sousa Alves



TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO EM ETE COMPACTA NO MUNICÍPIO DE MOGI DAS CRUZES: Estudo de caso

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Conformidade Ambiental com Requisitos Técnicos e Legais, da Escola Superior da CETESB, como requisito para obtenção do título de especialista em Conformidade Ambiental.

Orientador: Profa. Ma. Sandra Ruri Fugita

**São Paulo
2023**

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

A479t Alves, Gabriel Sousa
Tratamento de esgoto sanitário em ETE compacta no município de Mogi das Cruzes [recurso eletrônico] : estudo de caso / Gabriel Sousa Alves. – São Paulo, 2023.
1 arquivo de texto (63 p.) : il. color., PDF ; 86 MB.

Orientador (a): Profa. Ma. Sandra Ruri Fugita.
Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Conformidade Ambiental) – Pós-Graduação Lato Sensu Conformidade Ambiental com Requisitos Técnicos e Legais, Escola Superior da CETESB, São Paulo, 2023.
Disponível também em: <<http://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/producao-tecnico-cientifica/>>.

1. Esgoto sanitário – tratamento - estação 2. Filtro aerado 3. Lodo anaeróbio – fluxo ascendente 4. Mogi das Cruzes (SP) I. Fugita, Sandra Ruri, Orient. II. Escola Superior da CETESB (ESC). III. Título.

CDD (21. ed. Esp.) 628.302860816 1
CDU (2. ed. Port.) 628.32 (815.6)

Catálogo na fonte: Margot Terada – CRB 8.4422

Direitos reservados de distribuição e comercialização.
Permitida a reprodução desde que citada a fonte.

© 2024 CETESB.
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900
Site: <<http://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/producao-tecnico-cientifica/>>



CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO
CONFORMIDADE AMBIENTAL COM REQUISITOS TÉCNICOS E LEGAIS



AVALIAÇÃO DOS TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aluno(a):	Gabriel Sousa Alves	
Título do trabalho:	TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO EM ETE COMPACTA NO MUNICÍPIO DE MOGI DAS CRUZES: Estudo de caso	Turma: 2019

Avaliadores	Nota	Assinatura
Avaliador 1 Nome: Cristiano Von Steinkirch de Oliveira	10,0	CRISTIANO VON STEINKIRCH DE OLIVEIRA:04697709969 Dados: 2024.06.27 15:27:15 -03'00' <small>Assinado digitalmente por Cristiano Von Steinkirch de Oliveira em nome do Curso de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Faculdade de Engenharia de São Carlos (FEEC) - UNICAMP. Para mais informações consulte o site do Reitoria: www.usp.br</small>
Avaliador 2 Nome: Alexandre Antônio J. Mendonça	10,0	Alexandre Antonio Jacob de Mendonça <small>Assinado digitalmente por Alexandre Antonio Jacob de Mendonça em nome do Curso de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Faculdade de Engenharia de São Carlos (FEEC) - UNICAMP. Para mais informações consulte o site do Reitoria: www.usp.br</small>
Orientadora Nome: Sandra Ruri Fugita	10,0	SANDRA RURI FUGITA:25064287801 Dados: 2024.06.28 10:14:13 -03'00' <small>Assinado de forma digital por SANDRA RURI FUGITA:25064287801 Dados: 2024.06.28 10:14:13 -03'00'</small>
Nota final	10,0	
Aprovado em	São Paulo, 26 de Junho de 2024	

Ciência do aluno(a) nome: <i>GABRIEL SOUSA ALVES</i>	Assinatura
---	----------------

A aprovação do Trabalho de Conclusão de Curso não significa aprovação, endosso ou recomendação, por parte da CETESB, de produtos, serviços, processos, metodologias, técnicas, tecnologias, empresas, profissionais, ideias ou conceitos mencionados no trabalho.

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso apresenta um estudo de caso de uma Estação de Tratamento de Esgoto instalada com uma concepção de fase anaeróbica seguida de fase aeróbica para tratar esgoto sanitário localizado em um núcleo isolado no município de Mogi das Cruzes, Estado de São Paulo. A avaliação de eficiência do sistema foi realizada mediante análises laboratoriais dos efluentes brutos e tratados para os parâmetros de Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO e Demanda Química de Oxigênio – DQO, por um período de 14 meses. Os resultados obtidos de eficiência para o parâmetro de DBO foram de 90,46% para as análises realizadas em laboratórios internos (automonitoramento) e 92,45% para laboratórios externos, com acreditação ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017. Outro ponto importante da pesquisa consistiu na modelagem de regressão linear para estabelecer a relação entre o parâmetro DBO e o parâmetro Sólidos em Suspensão, cujo método analítico apresenta resultado em menor intervalo de tempo, possibilitando uma avaliação mais expedita da eficiência do sistema de tratamento, contudo concluiu-se que não houve relação linear entre as variáveis dependente (DBO) e independente (sólidos).

Palavras-chave: Upflow Anaerobic Sludge Blanket; Filtro Aerado Submerso; Estação de tratamento de esgotos; Eficiência do sistema.

ABSTRACT

This course conclusion work presents a case study of a Sewage Treatment Plant installed with a conception of an anaerobic phase followed by an aerobic phase to treat domestic sewage located in an isolated nucleus in the municipality of Mogi das Cruzes, State of São Paulo. Paul. The evaluation of the system's efficiency was raised through laboratory analyzes for the parameters of Biochemical Oxygen Demand – BOD and Chemical Oxygen Demand – COD, for a period of 14 months. The efficiency results obtained for the BOD parameter were 90.46% for internal laboratories (self-monitoring) and 92.45% for external laboratories, with ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 accreditation. Another important point of the research consisted of linear regression modeling to try the BOD parameter through the parameters of suspended solids, however the conclusion was that there was no linear relationship between the dependent (BOD) and independent (solids) variables.

Key words: Upflow Anaerobic Sludge Blanket; Submerged Aerated Filter, Sewage treatment station; System efficiency.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E TABELAS

Figura	01	Relação entre falta de tratamento de esgotos e internações	18
Figura	02	Delimitação municipal, representado pela linha branca, com a delimitação de UGRHI 02 - Paraíba do Sul, representado pela linha vermelha. O ponto em amarelo ilustra a localização do Núcleo Sabaúna	24
Figura	03	Vila Andrade, em azul, representando a núcleo que possui redes de esgoto. A Vila Mathias, em amarelo, não possui redes de esgotamento. O ponto vermelho, dentro do polígono amarelo, está representando a ETE	25
Figura	04	Fluxograma do processo de tratamento	28
Figura	05	Esquemático do Reator UASB. Avaliação de Projeto do Sistema Modular de Tratamento de Esgoto Sanitário SANEFLUX modelo MT-550. Saneflux soluções ambientais	29
Figura	06	Representação interna do reator UASB	29
Figura	07	Representação da coleta de efluente final do UASB em 02/10/2020	29
Figura	08	Esquemático do Filtro aerado submerso – FAS, com destaque para o elemento suporte Pall Ring. Avaliação de Projeto do Sistema Modular de Tratamento de Esgoto Sanitário SANEFLUX modelo MT-550. Saneflux soluções ambientais LTDA®	30
Figura	09	Interior do reator aeróbico	30
Figura	10	Coleta do efluente da saída do reator aeróbico	30
Figura	11	Decantador secundário lamelar. Avaliação de Projeto do Sistema Modular de Tratamento de Esgoto Sanitário SANEFLUX modelo MT-550. Saneflux soluções ambientais	31
Figura	12	Filtro de carvão ativado. Avaliação de Projeto do Sistema Modular de Tratamento de Esgoto Sanitário SANEFLUX modelo MT-550	31
Figura	13	Representação gráfica da Estação de Tratamento de Esgoto	32
Figura	13a	Estação de Tratamento de Esgoto mediante levantamento por veículo aéreo não tripulado – VANT	32

Figura	13b	Estação de Tratamento de Esgoto mediante levantamento por veículo aéreo não tripulado – VANT	33
Figura	13c	Estação de Tratamento de Esgoto mediante levantamento por veículo aéreo não tripulado - VANT	33
Figura	14	Ponto 1 – Coleta efluente bruto, Ponto 2 – Saída do Reator UASB, Ponto 3 – Saída FAS e Ponto 4 – Coleta efluente Tratado	35
Figura	14a	Estação de Tratamento de Esgoto com a mesma disposição que a Figura 14	35
Figura	15	Pipeta volumétrica inserindo 2mL da amostra por frasco com reagentes	37
Figura	16	Equipamento HACH DRB 200 para proporcionar a reação	37
Figura	17	Reação por 240´	37
Figura	18	Leitura em espectrofotômetro com a respectiva curva de leitura	37
Figura	19	Volumes de amostras	38
Figura	20	Padronização de temperaturas a 20°C	38
Figura	21	Hidróxido de lítio para adsorção de gases	38
Figura	22	Incubadora por 5 dias a 20° C	38
Gráfico	01	Eficiência de remoção global de DBO em porcentagem	40
Gráfico	02	Eficiência de remoção global de DQO em porcentagem	41
Gráfico	03	Concentrações de DQO dos efluentes brutos e tratados	42
Gráfico	04	Concentrações de DBO dos efluentes brutos e tratados	42
Gráfico	05	Concentrações de SST nos efluentes brutos e tratados	45
Gráfico	06	Concentrações de SSV nos efluentes brutos e tratados	45
Gráfico	07	Eficiência de remoção global de SST em porcentagem	46
Quadro	01	Instrumentos legais que estabelecem as condições mínimas a serem respeitadas para qualidade de padrão de emissão	23
Quadro	02	Resumo conceitual de parâmetros utilizados para avaliar qualidade de efluentes	24

Quadro 03	Pontos de coleta, periodicidade e parâmetros analisados	26
Quadro 04	Volumes de amostras e expectativa de DBO	27
Quadro 05	Métodos analíticos do laboratório externo	36
Quadro 06	Dados de eficiência em porcentagem entre etapas de tratamento para remoção de DBO	38
Quadro 07	Dados de eficiência em porcentagem entre etapas de tratamento para DBO, comparando etapa anaeróbica com aeróbica	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA	Área de Proteção Ambiental
CADRI	Certificado de movimentação de resíduos de interesse ambiental
CAPEX	Capital Expenditure = Despesas de capital
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de oxigênio
DQO	Demanda Química de oxigênio
ETE	Estação de Tratamento de Esgotos
FAS	Filtro Aerado Submerso
SEMAE	Serviço Municipal de Águas e Esgotos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SST	Sólidos Suspensos Totais
SSV	Sólidos Suspensos Voláteis
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket = Reator anaeróbio de fluxo ascendente
UGHRI	Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	SANEAMENTO BÁSICO	17
2.2	NÚCLEO ISOLADOS E A IMPORTÂNCIA DA DESCENTRALIZAÇÃO DO ESGOTAMENTO	19
2.3	TIPOS DE TRATAMENTO DE ESGOTO	20
2.3.1	UASB - Upflow Anaerobic Sludge Blanket	20
2.3.2	Filtros aeróbicos com leito preenchido por biomédias	21
2.3.3	Decantação e Desinfecção	22
2.4	LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICADA	22
3	ESTUDO DE CASO	23
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO	23
3.2	PARÂMETROS ANALISADOS NA PESQUISA	25
3.3	DETALHAMENTO DO OBJETO DE PESQUISA	27
3.4	METODOLOGIA	34
3.4.1	Ensaio de campo – “Coleta de dados”	34
3.4.2	Ensaio laboratoriais interno e externos	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1	ANÁLISE ESTATÍSTICA	39
4.2	EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRATAMENTO	40
_____	REFERÊNCIAS	48
_____	ANEXO A	51

1 INTRODUÇÃO

No panorama do saneamento básico para o Estado de São Paulo, os índices de coleta de esgoto e tratamento de esgoto são 81,51% e 86,60%, respectivamente, segundo os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2021. A partir do momento que demos destaque no diagnóstico para o município de Mogi das Cruzes, a coleta de esgoto está em 80%, enquanto que o coletado tratado fica na ordem de 59,07%, com base na mesma fonte de informações.

Há de se considerar que o município de Mogi das Cruzes possui núcleos isolados da centralidade, fato que requer concepções de tratamento de esgoto descentralizado, sendo que a coleta, tratamento e disposição final devem ser dentro dos limites do núcleo urbano, distante da centralidade.

O presente estudo de caso reflete exatamente o contexto supracitado, sendo que o Núcleo Isolado Sabaúna apresenta sistema de tratamento de esgoto dimensionado para atender a população local, utilizando como concepção sistema anaeróbico seguido de sistema aeróbico a fim de atender padrões de qualidade e padrões de emissão.

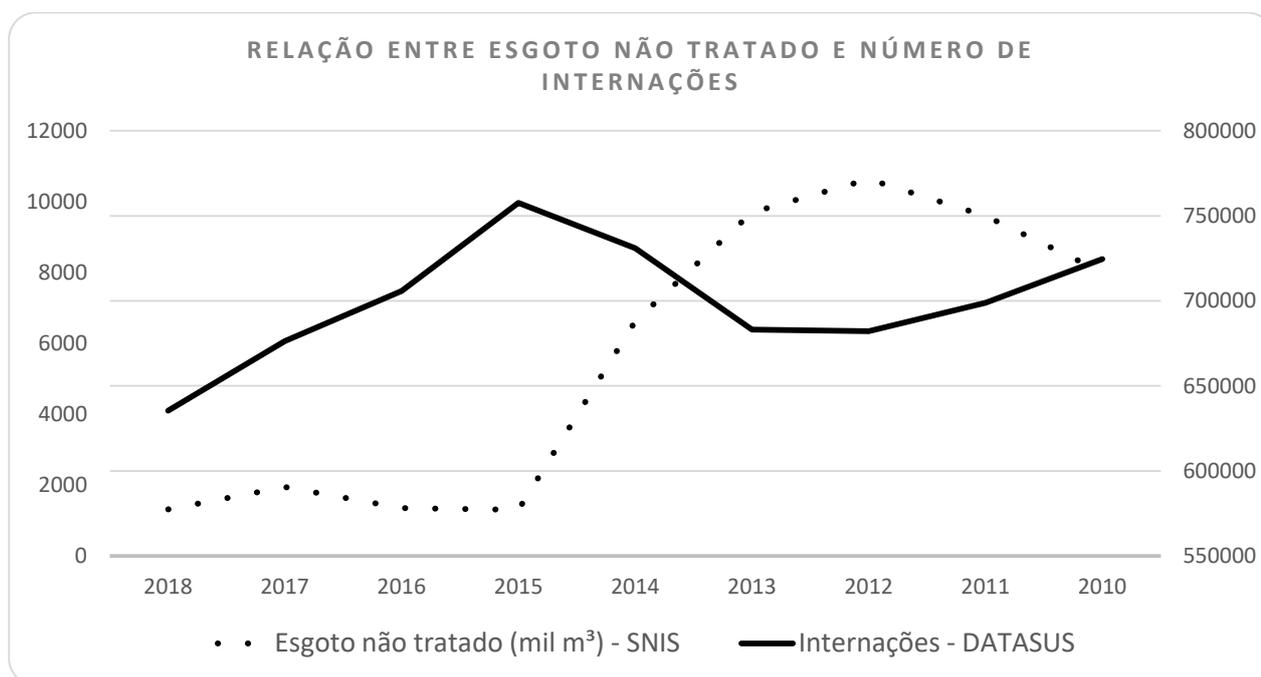
O objetivo do trabalho é avaliar a eficiência de remoção de matéria orgânica carbonácea alcançada pelo sistema, além disso avaliar a eficiência de remoção de matéria orgânica carbonácea entre as fases anaeróbicas e aeróbicas e avaliar se há uma relação linear entre Sólidos e DBO.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SANEAMENTO BÁSICO

O saneamento básico, segundo a Lei Federal Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, consiste no abastecimento com água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais, sendo neste cenário que o saneamento tem efeitos diretos na saúde pública (JORDÃO e PESSOA, 2009), (Figura 01), que representa a redução significativa no número de internações atribuídas a doenças de veiculação hídrica, enquanto um volume maior de esgoto vem sendo tratado, avaliado pelo período de 2010-2018 (TRATA BRASIL, 2020).

Figura 1 - Relação entre falta de tratamento de esgotos e internações



Fonte: Painel Saneamento Brasil (2020).

Os sistemas de tratamento de esgoto, parte integrante do saneamento básico, tem como objetivo remover os poluentes presentes no efluente bruto, a fim de enquadrá-lo em padrões e condições para lançamento no meio, eliminando ou minimizando possíveis impactos causados. Nos efluentes sanitários, o potencial de impacto está atrelado aos poluentes nas formas particuladas ou dissolvidas, dependendo assim de um arranjo sequencial em etapas, onde meios definidos e concatenados serão capazes de remover fases sólidas, gasosas e líquidas (FORESTI e DAMIANOVIC, 2019).

Embora o sistema de tratamento de esgotos seja atividade largamente conhecida, são necessários estudos de concepção com critérios técnicos e econômicos a fim de avaliar as distintas interações com o meio. O técnico visa estabelecer níveis de tratamento em relação às condições que o meio se encontra, bem como a localização para instalação da tecnologia, enquanto que o critério econômico visa identificar, dentre as alternativas técnicas, a que melhor se enquadra à realidade do proponente (FORESTI e DAMIANOVIC, 2019). Embora exista inúmeras tecnologias para o tratamento de esgoto sanitário gerados isoladamente ou distantes de grandes centros urbanos, (TONETTI et al., 2018), destacam conceitos de sistemas, estabelecendo escalas e uma maior compatibilidade com a centralização ou descentralização, é o

caso de condomínios, bairros, distritos, núcleos industriais que são conceituados como Sistema Satélite, dentro de uma escala transitória entre centralizar ou descentralizar o sistema de tratamento.

2.2 NÚCLEO ISOLADOS E A IMPORTÂNCIA DA DESCENTRALIZAÇÃO DO ESGOTAMENTO

O tratamento de esgotos em núcleos urbanos isolados tem particularidades em razão da dificuldade de conectar o esgotamento do núcleo à estação de tratamento central, sendo assim adotam-se sistemas descentralizados, contudo há uma margem conceitual significativa acerca do porte e número de habitantes que uma ETE destinada a núcleo isolado urbano poderá atender, segundo (REYMOND et al., 2018) sistemas de tratamento de águas residuais em escala reduzida poderiam atender uma população estimada de 5000 habitantes, contudo há literaturas e normatizações que orientam e estabelecem linhas de corte com base na vazão, a tecnologia e sua consequente descentralização, isto é, a Resolução CONAMA n° 377, de 9 de outubro de 2006, que dispõe sobre o Licenciamento Ambiental Simplificado de Sistemas de Esgotamento Sanitário, considera:

Art. 2º Para fins desta Resolução, considera-se:

II - Unidades de tratamento de esgoto de pequeno porte: estação de tratamento de esgoto com vazão nominal de projeto menor ou igual a 50 l/s ou com capacidade para atendimento até 30.000 habitantes, a critério do órgão ambiental competente;

Comunidades urbanas isoladas normalmente estão inseridas em espaços ambientalmente protegidos (manancial, unidades de conservação, etc.) que apresentam algumas restrições aos usos ou exigências técnicas mais limitantes quando comparadas às exigidas em centros urbanos já consolidados (LIVRO UNICAMP, 2018).

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS a população total brasileira com atendimento com rede de esgoto, para o ano de 2020, é de 55,0%, e esse percentual salta para 63,2% nos perímetros urbanos, contudo o Sistema exclui o atendimento com sistemas alternativos e nesse contexto, segundo Landau e Moura, 2016, o cenário do esgotamento sanitário dos domicílios urbanos traz 64,06% dos domicílios atendidos com “Rede geral de esgoto ou pluvial”, 19,61%

com fossas rudimentares e 11,24% com fossas sépticas, considerando o levantamento do IBGE de 2010.

2.3 TIPOS DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Várias são as tecnologias utilizadas para tratamento de águas residuais em diversos países, cujos desempenhos e informações quanto à localização são passíveis de comparação, porém a comparação entre os custos vai depender da situação econômica local. Quando há comparação entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, conclui-se que estes têm informações limitadas, enquanto aqueles detêm de maiores informações disponíveis (SINGH; KAZMI; STARKL, 2015).

2.3.1 UASB - Upflow Anaerobic Sludge Blanket

Tratando-se de uma fase anaeróbica de um sistema de tratamento de esgoto, o Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente – RAFA, também conhecido como reator UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor), foi desenvolvido no final dos anos 70, pelo pesquisador holandês Gatzke Lettinga (JORDÃO e PESSOA, 2009), contudo, as pesquisas para tratamento de efluentes sanitários, há época, estavam focadas em filtros anaeróbicos com meio suporte, e foi exatamente com a substituição do meio suporte por um separador trifásico que o professor Lettinga inova a metodologia de tratamento de efluente pela fase anaeróbica (CHERNICHARO NT1). Segundo Chernicharo, 2018, em Nota técnica 1, em estações de tratamento cujos reatores UASB configuram-se a fase anaeróbica, seguido de fase aeróbica para o tratamento de DBO remanescente, há uma redução de custos para implantação do empreendimento (CAPEX) da ordem de 20 a 50%, enquanto que a redução na operação do sistema consiste em 50%, quando há uma comparação com sistemas de tratamento cuja concepção é lodos ativados convencionais (SILVA, 1993; ALEM SOBRINHO e JORDÃO, 2001; von SPERLING e CHERNICHARO, 2005; CHERNICHARO, 2006), e vale ressaltar que é exatamente esta a concepção instalada no distrito de Sabaúna, objeto do presente trabalho.

Conforme Sperling, 2005, os reatores UASB tem uma certa limitação quanto a remoção de DBO, podendo alcançar valores da ordem de 70%, e isto reflete em menores dimensões para as estruturas nas próximas fases, podendo ser filtros

percoladores, bem como lodos ativados, dentre outros arranjos, respeitando a viabilidade técnica e econômica. Ainda de acordo com Sperling, 2005, a biomassa no interior do reator UASB é bem significativa, refletindo na redução do volume para os reatores, vale destacar que o lodo sai estabilizado, necessitando apenas de desidratação e disposição ambientalmente adequadas.

No trabalho desenvolvido por, Rocha, et al., 2017, cujo objetivo era identificar o melhor arranjo técnico para o tratamento de efluentes de cervejaria, com concentrações no efluente bruto da ordem de 4.177 mg/L para DBO, comparou-se o arranjo UASB + Filtro biológico percolador, com 81% de eficiência de remoção de material orgânico, e UASB + Lodo Ativado, com 97% de eficiência de remoção de material orgânico, ilustrando a versatilidade na utilização de reator UASB seguido de fase aeróbica para o tratamento de efluentes com elevada carga orgânica.

2.3.2 Filtros aeróbicos com leito preenchido por biomídias

Conforme Memorial de cálculo do Projeto, elaborado pela empresa Saneflux soluções ambientais LTDA®, 2018, a concepção da Estação de Tratamento Compacta de Sabaúna, tem a sua fase aeróbica representada por Filtro Aerado Submerso - FAS, com difusores de ar e meio suporte constituído de biomídias. Normalmente os reatores UASB são seguidos de Filtros Biológicos Percoladores - FBP, contudo o FAS assemelha-se ao FBP por possibilitar a eliminação biológica mediante a percolação. Preenchido com material poroso, o Filtro Biológico Submerso, na maior parte das concepções, vai trabalhar com o meio poroso em total imersão, sendo que o meio suporte pode ser granular ou leito estruturado (Gonçalves, 1996; Gonçalves et al, 2001 *apud* por Sperling, 2005).

A concepção que utiliza meio granular apresenta, além da remoção de matéria orgânica pela decomposição, a capacidade de filtração, contudo requer maior periodicidade de lavagem do meio granular. A concepção adotada no núcleo de Sabaúna é o Filtro Aerado com leito estruturado, cujo material utilizado para que os microrganismos se desenvolvam é material mais grosseiro, com maior granulometria associado ao fornecimento de ar dissolvido (Gonçalves, 1996; Gonçalves et al, 2001 *apud* Sperling, 2005).

Segundo Sperling, 2014, a eficiência na remoção de DBO, em porcentagem, para biofiltro aerado submerso é de 85 a 93%.

2.3.3 Decantação e Desinfecção

O processo de decantação pode ser realizado por unidades retangulares e circulares, sendo que os decantadores circulares possibilitam maior facilidade na remoção de lodo diante do formato em anel, garantindo continuidade nessa remoção. A vantagem apresentada pelos decantadores de formato retangular está na economia de área. É pertinente destacar os decantadores do tipo *Dortmund*, utilizados em estações de pequeno porte, necessitam de profundidade significativa para proporcionar a intensa declividade de fundo diante do formato de cone invertido (SPERLING, 2016).

Os processos de desinfecção para tratamento de esgotos sanitários podem ser realizados de diferentes maneiras como cloração, ultravioleta, ozonização, contudo o uso das diferentes formas de cloro é o método mais utilizado. O poder desinfetante varia de acordo com o formato utilizado, ou seja, ácido hipocloroso, íon hipoclorito e monocloramina são os representantes com poder de desinfecção do maior para o menor. A adição de cloro no esgoto tende a formar organoclorados e cloroaminas, classificados como cloro residual combinado (SPERLING, 2005).

2.4 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICADA

Quanto aos requisitos legais, devemos atender aos padrões de emissão de efluentes líquidos estabelecidos na Lei Estadual nº 997, de 31 de maio de 1976, regulamentada pelo Decreto Estadual nº 8.468, de 08 de setembro de 1976, bem como na Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011 (Quadro 01).

Quadro 01 - Instrumentos legais que estabelecem as condições mínimas a serem respeitadas para qualidade de padrão de emissão.

Norma	Artigo
Decreto Estadual nº 8.468, de 08 de setembro de 1976	Art. 18 - Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nas coleções de água, desde que obedeçam às condições estabelecidas no presente artigo.
Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011	Art. 21. Para o lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários deverão ser obedecidas as condições e padrões especificados no presente artigo.

Para lançamento dos efluentes tratados em corpos d'água também deve ser verificado o atendimento aos padrões de qualidade da água estabelecidos na Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005, em nível federal, além dos padrões de qualidade presentes na Seção I do Capítulo II do Decreto Estadual nº 8.468, de 08 de setembro de 1976.

Considerando que um corpo receptor apresente os padrões de qualidade desenquadrados, conforme sua classificação estabelecida no Decreto Estadual nº 10.755/1977, o lançamento de efluentes deve atender os padrões de qualidade previstos na Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005, em nível federal, além dos padrões de qualidade presentes na Seção I do Capítulo II do Decreto Estadual nº 8.468, de 08 de setembro de 1976 para os parâmetros desenquadrados. A instalação de uma unidade de tratamento de esgoto sanitário requer estudos de viabilidade técnica e legais, considerando principalmente a localização e os demais pressupostos que tendem a ser atendidos, contudo destaca-se como estudos principais, o populacional, consumo médio de água e vazão média de esgotos, além disso, a caracterização do efluente, destacando sua biodegradabilidade (SPERLING, 2005).

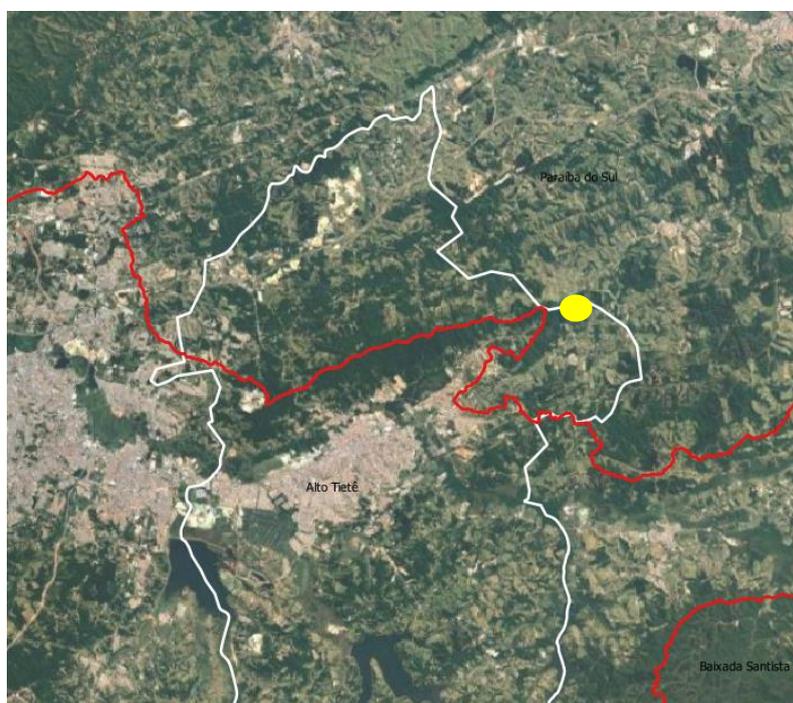
3 ESTUDO DE CASO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

Mogi das Cruzes possui 6 núcleos isolados e Sabaúna é o primeiro núcleo a receber o sistema de coleta e tratamento de efluentes sanitários, representando a remoção de 119,88 kg DBO/dia de carga orgânica dos corpos hídricos locais, com importância imediata na qualidade do sistema de drenagem local.

O núcleo Sabaúna localiza-se na porção nordeste do município de Mogi das Cruzes, inserido dentro dos limites da Unidade de Gerenciamento Recursos hídricos - UGRHI 02, a qual verte para o Rio Paraíba do Sul.

Figura 2



Delimitação municipal, representado pela linha branca, com a delimitação de UGRHI 02 - Paraíba do Sul, representado pela linha vermelha. O ponto em amarelo ilustra a localização do Núcleo Sabaúna.

Quadro 02

UGRHI 02 – Dados básicos da bacia hidrográfica	
Área de drenagem	14.444 km ²
População	1.966.728
Principais rios	Paraibuna, Paraitinga, Jaguari, Una, Buquira/Ferrão, Embaú/Piquete, Bocaina e Pitangueiras/Itagaçaba.
Descrição da UGRHI 02	

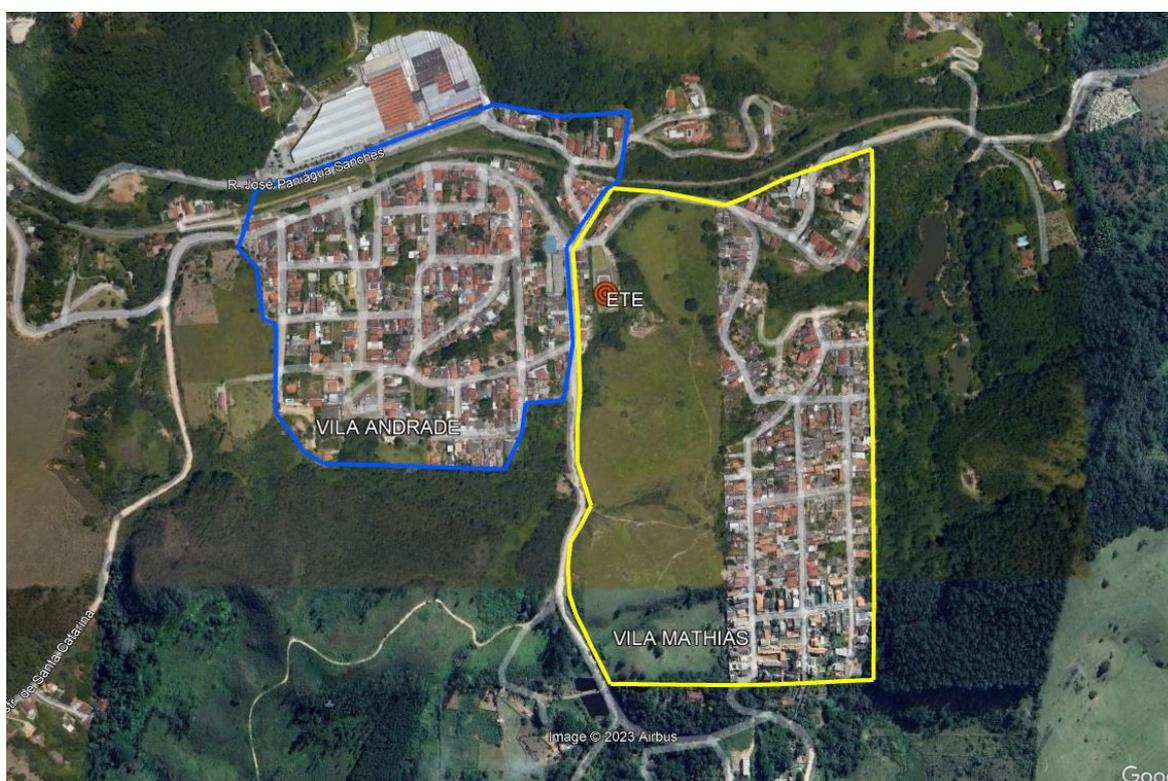
Criado pela Lei Estadual nº 1758 de 27 de dezembro de 1920, o distrito de Sabaúna confronta com os municípios de Guararema e Biritiba Mirim e além disso está inserido

em meio à Área de Proteção Ambiental – APA do Vale do Botujuru, fator que confere significativo interesse turístico ao local.

Os principais acessos são a Rodovia SP-066 e a Rodovia Mogi-Guararema e apresenta uma extensão territorial de aproximadamente 77,80 km², representando 11% do território mogiano.

O sistema de esgotamento sanitário atende parte do distrito de Sabaúna, que se divide em Vila Andrade e Vila Mathias. A ETE se localiza na Vila Mathias e recebe os esgotos sanitários gerados na Vila Andrade (Figura 3).

Figura 3



Vila Andrade, em azul, representando a núcleo que possui redes de esgoto. A Vila Mathias, em amarelo, não possui redes de esgotamento. O ponto vermelho, dentro do polígono amarelo, está representando a ETE.

3.2 PARÂMETROS ANALISADOS NA PESQUISA

Os parâmetros analisados pela presente pesquisa (Quadro 03) seguem explicados abaixo:

Quadro 03

Parâmetro	Conceito	Referências
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	A composição do esgoto sanitário consiste em proteínas, gorduras, carboidratos, pesticida, fenóis, uréia, dentre outras substâncias de menor quantidade, contudo em detrimento da dificuldade laboratorial de detecção e	<i>SPERLING, 2005</i>
Demanda Química de Oxigênio - QDO	quantificação destes elementos, adota-se avaliação de presença de matéria orgânica de forma indireta, analisando a Demanda bioquímica e química de oxigênio.	
Sólidos suspensos Totais - SST	Os sólidos em suspensão representam uma quantidade reduzida no todo do efluente, contudo, após a sua concentração em uma unidade de tratamento, esta fração tem representatividade, devendo ser adotadas as	<i>JORDÃO e PESSOA, 2009</i>
Sólidos suspensos Voláteis - SSV	medidas de controle e destinação final. Representado em mg/L, estima-se que o efluente sanitário bruto tenha 120-360mg/L, objetivando um efluente tratado com menos de 30mg/L	

Resumo conceitual de parâmetros utilizados para avaliar qualidade de efluentes

Embora a demanda bioquímica e química de oxigênio sejam parâmetros indiretos para avaliar a quantidade de oxigênio dissolvido presente no meio a fim de possibilitar que a matéria orgânica seja estabilizada, estes parâmetros foram a solução encontrada para este diagnóstico, uma vez que a heterogeneidade de substâncias presentes no esgoto requer análises mais práticas (SPERLING, 2005). Quanto à classificação por tamanho para os sólidos presentes no esgoto, distingue-se os sólidos suspensos ou particulados dos sólidos dissolvidos ou solúveis, com base em uma simples filtração em papel, sendo que os retidos são suspensos e aqueles que transpõem o filtro, são classificados como dissolvidos. Dentre a classificação químicas, temos a fração volátil, a qual volatiliza-se quando submetido a uma temperatura de 500 °C, permanecendo a não volátil ou material inorgânico e por fim, a classificação com base na sedimentabilidade, isto é, sólidos sedimentam em cone *Imhoff* e a fração não sedimentável, fração que permanece em suspensão (SPERLING, 2005).

3.3 DETALHAMENTO DO OBJETO DE PESQUISA

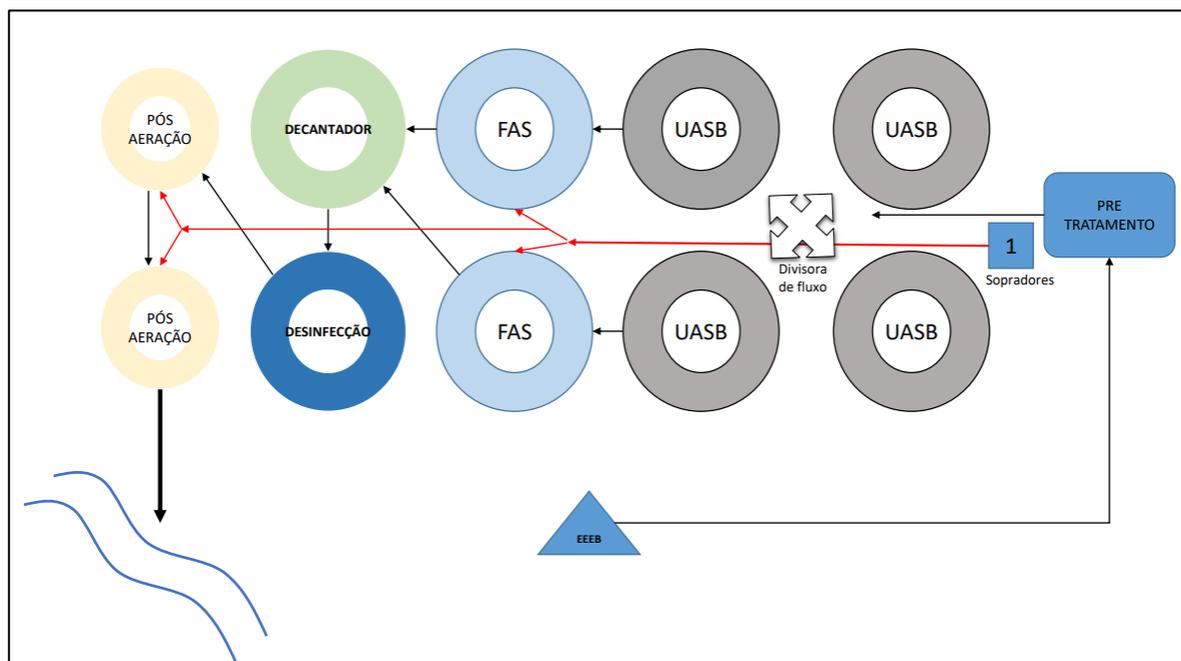
O Projeto(1), bem como o memorial de cálculo da estação de tratamento de esgotos do distrito de Sabaúna, foi elaborado no ano de 2018 pela empresa Saneflux soluções ambientais LTDA® para a autarquia municipal Serviço Municipal de Águas e Esgotos – SEMAE de Mogi das Cruzes e consiste em sistema anaeróbico seguido de sistema aeróbico, com decantação, pós aeração (atendendo a Exigência técnica nº 09 da Licença Prévia e de Instalação nº 26001033, emitida em 16/04/2018) e sistema de desinfecção a fim de atender aos padrões de emissão estabelecidos em legislação ambiental vigente, mais precisamente o Artigo 18 da Lei Estadual nº 997, de 31 de maio de 1976, regulamentada pelo Decreto Estadual nº 8.468, de 08 de setembro de 1976 e o Artigo 21 da Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011 (Quadro 04).

Quadro 04

PARÂMETROS	DADOS
Nº total de moradores	1950 pessoas
Contribuição de esgoto	160,00 L/usuário. x dia
Contribuição de carga orgânica	54,00 g DBO/usu. x dia
Número de funcionários	583,00 funcionários
Contribuição de esgoto	70,00 L/func. x dia
Contribuição de carga orgânica	25,00 g DBO/func. x dia
Vazão sanitária média, incluindo 1,64 L/s referente à Vazão de infiltração.	5,72 L/s
Vazão sanitária média	494,51 m ³ /dia
Carga orgânica DBO	119,88 kg DBO/dia
Concentração DBO	242,41 mgO ₂ /L
Carga DQO	239,75 kg DQO/dia
Concentração DQO	484,83 mgO ₂ /L
Eficiências máximas de remoção de DBO no reator UASB	60,00%
Eficiência do tratamento SANEFLUX	90,00%

Informações técnicas básicas do sistema de tratamento instalado conforme projeto contratado

Figura 4



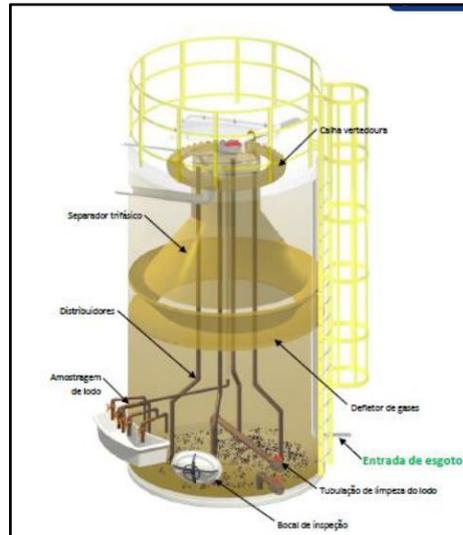
Fluxograma do processo de tratamento

O esgoto bruto inicia o tratamento em um sistema de pré-tratamento automatizado com peneiramento rotativo e esteira auto limpante, nesta etapa há remoção de sólidos grosseiros que são segregados e acondicionados em caçambas estanques com tampas e encaminhados a aterros sanitários devidamente licenciados, bem como abarcado por Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental - CADRI. Entre os reatores instalados na ETE Sabaúna, vale ressaltar a diferença entre as tecnologias, uma vez que a fase anaeróbica, representada por reatores UASB, não apresenta material suporte, ou seja, os microrganismos presentes no meio formam flocos ou grânulos com elevado potencial de sedimentação, formando assim uma manta na porção inferior do reator (JORDÃO e PESSOA, 2009), enquanto que o Filtro Aerado Submerso, preenchido em uma determinada altura por pall rings, trabalha em meio aeróbico, permanecendo com contato com a biomassa líquida, interface líquida-sólida e finalmente biomassa sólida aderida à sua superfície.

O sistema modular de tratamento de esgoto instalado no distrito de Sabaúna é todo fabricado em polímero reforçado com fibra de vidro (PRFV), através do processo Filament Winding e resinas isoftálicas (maior resistência química e térmica), após o pré-tratamento, o efluente líquido segue para 04 reatores do tipo Upflow Anaerobic Sludge Blanket – UASB (Figura 5) operando em paralelo, cujo efluente é igualmente

dividido por Caixa Divisora de Fluxo em cada um dos reatores. Após mineralizado na fase anaeróbica, respeitando assim as limitações que tal fase detém, o efluente segue para a fase aeróbica, constituída por 02 reatores do tipo Filtro Aerado Submersos – FAS (Figura 08), também operando em paralelo.

Figura 5



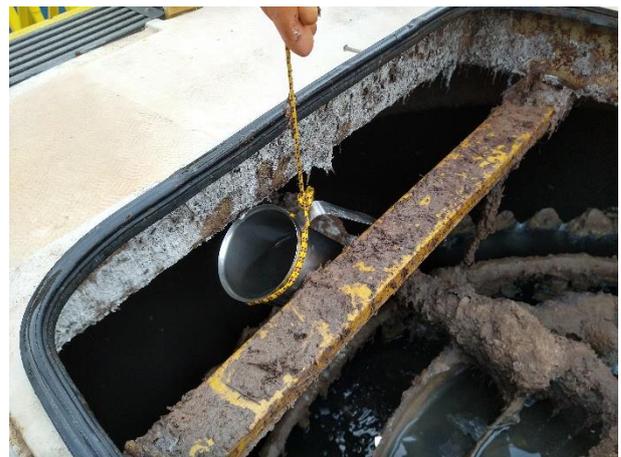
Esquemático do Reator UASB. Avaliação de Projeto do Sistema Modular de Tratamento de Esgoto Sanitário SANEFLUX modelo MT-550. Saneflux soluções ambientais LTDA®, 2018.

Figura 6



Representação interna do reator UASB

Figura 7

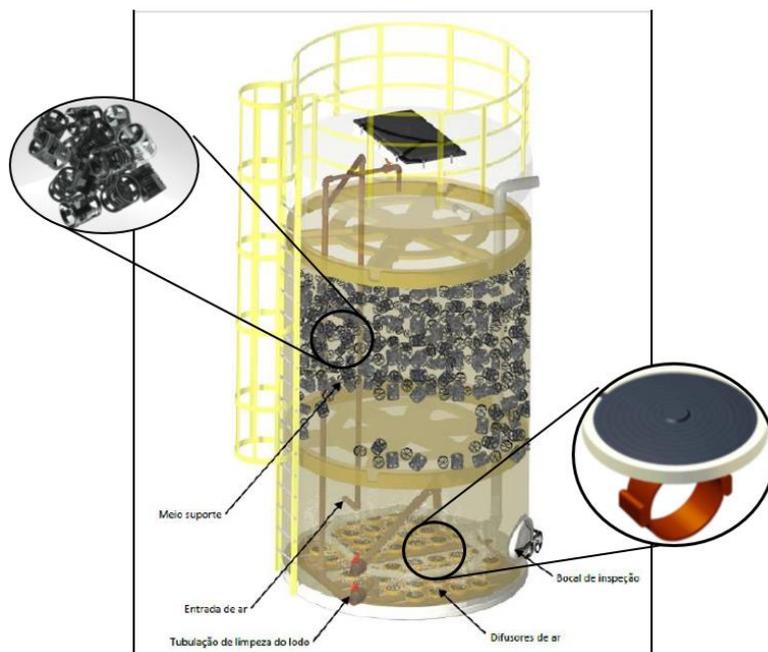


Representação da coleta de efluente final do UASB em 02/10/2020.

O FAS possui meio estruturado em plástico, ou seja, não possui mecanismo de retro lavagem, uma vez que não há retenção física da biomassa no processo de filtração.

O meio suporte apresenta Pall Ring (Anel Pall) em polipropileno atóxico aos microrganismos, a fim de possibilitar maior aderência pela biomassa e otimizar o aumento da superfície de contato, assim como oxigenação e material carbonácea.

Figura 8



Esquemático do Filtro aerado submerso – FAS, com destaque para o elemento suporte Pall Ring e difusores do sistema de aeração. Avaliação de Projeto do Sistema Modular de Tratamento de Esgoto Sanitário SANEFLUX modelo MT-550. Saneflux soluções ambientais LTDA®, 2018.

Figura 9



Interior do reator aeróbico FAS

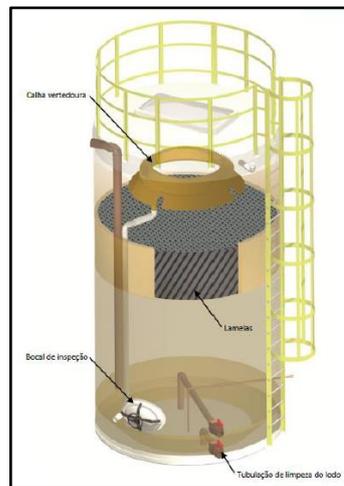
Figura 10



Coleta do efluente da saída do reator aeróbico

Do FAS os efluentes são encaminhados para Decantador Secundário Lamelar (Figura 11) que apresenta tempo de retenção hidráulica de 1,5 horas e uma taxa de aplicação hidráulica igual a $1,3\text{m}^3/\text{horas}$, com lamelas fabricada em PVC e acondicionadas paralelamente com inclinação de 60° com a horizontal, com lodo cuja sedimentabilidade classifica-se como médio-ruim, lembrando que a sedimentação acontece em função da velocidade de sedimentação das partículas ou da área superficial disponível, não havendo relação com a profundidade do decantador, . representado na Figura 11.

Figura 11



Decantador secundário lamelar. Avaliação de Projeto do Sistema Modular de Tratamento de Esgoto Sanitário SANEFLUX modelo MT-550. Saneflux soluções ambientais LTDA®, 2018.

Para o tratamento dos gases gerados na fase anaeróbica, constituída pelos reatores UASB, adotou-se a instalação de filtros de carvão ativado (Figura 12), cuja propriedade física possibilita o controle de odores e assim atende os requisitos legais.

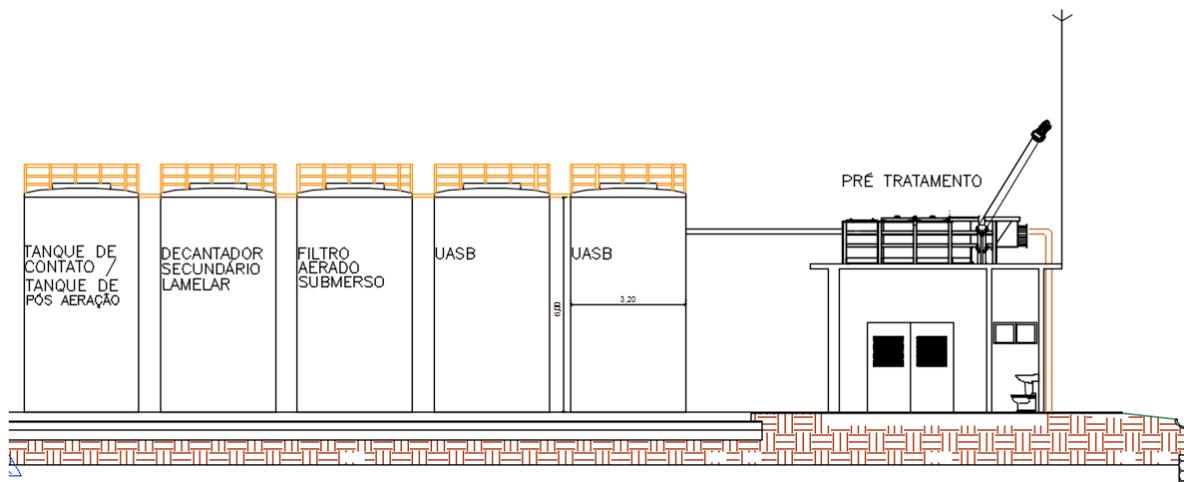
Figura 12



Filtro de carvão ativado. Avaliação de Projeto do Sistema Modular de Tratamento de Esgoto Sanitário SANEFLUX modelo MT-550. Saneflux soluções ambientais LTDA®, 2018.

A fim de contextualizar a concepção instalada, bem como ilustrar as unidades instaladas, seguem imagens:

Figura 13



Representação gráfica da Estação de Tratamento de Esgoto.

Figura 13 a



Estação de Tratamento de Esgoto mediante levantamento por veículo aéreo não tripulado - VANT.

Figura 13 b



Estação de Tratamento de Esgoto mediante levantamento por veículo aéreo não tripulado - VANT.

Figura 13 c



Estação de Tratamento de Esgoto mediante levantamento por veículo aéreo não tripulado - VANT.

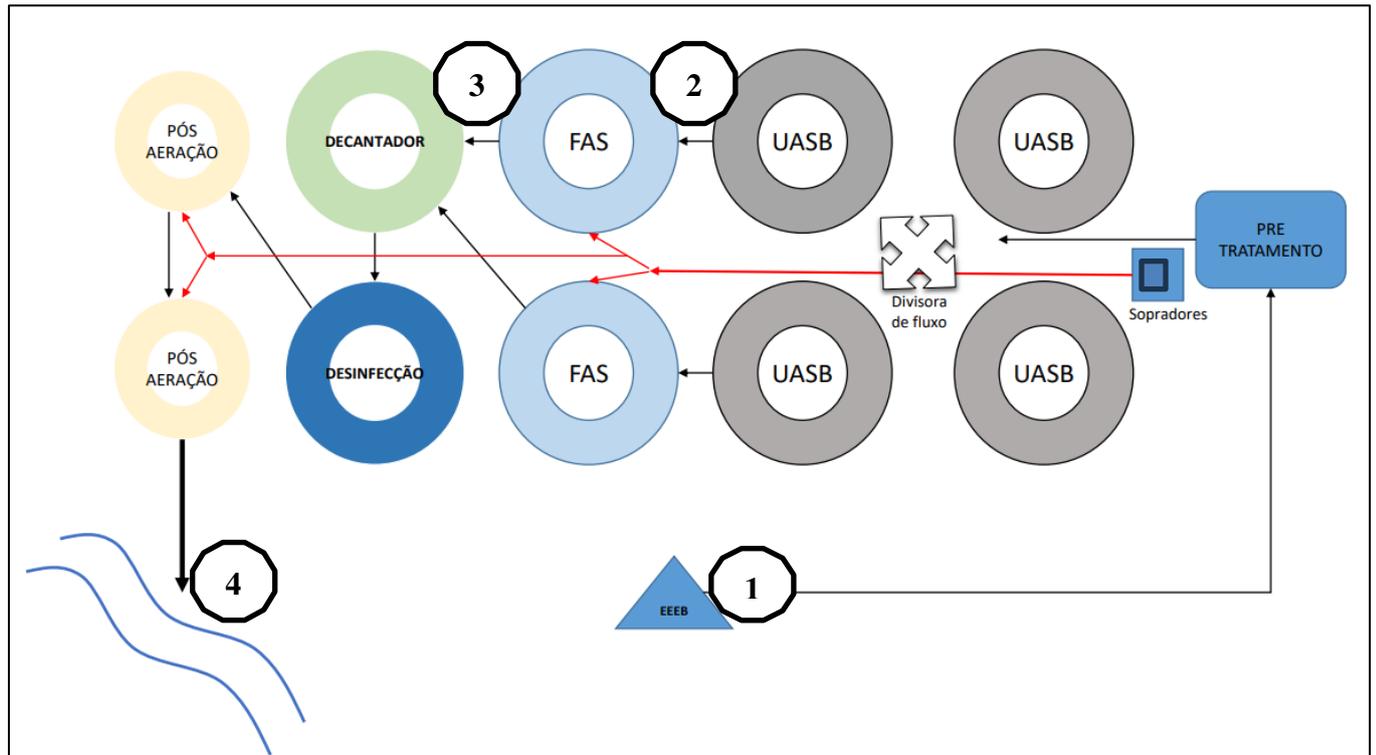
3.4 METODOLOGIA

3.4.1 Ensaio de campo – “Coleta de dados”

Foram realizadas coletadas de amostras a fim de avaliar a eficiência da Estação de tratamento de esgoto de maneiras distintas quanto ao método de amostragem, bem como quanto aos pontos, parâmetros e periodicidade para as amostras, conforme quadro resumo apresentado. É pertinente ressaltar que o laboratório interno segue normatização oficial para automonitoramento, contudo não detém acreditação, ao contrário do Laboratório externo, que possui a acreditação ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 - Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração.

Na Figura 14 é apresentada a disposição das unidades de tratamento na ETE Sabaúna e a localização dos pontos de coleta dos efluentes brutos e tratados. Nota-se que as numerações presentes na figura representam os pontos de coletas, ou seja, os efluentes brutos foram coletados na estação elevatória de esgoto, representado pelo número 01, essa coleta foi realizada mensalmente por laboratórios contratados e acreditados e por laboratórios internos cuja finalidade é o automonitoramento. Posteriormente, representado pelo número 02, a coleta mensal de ambos laboratórios analisou o efluente após o tratamento anaeróbico, realizado pelos Reatores UASB. O número 03 representa as coletas após o tratamento aeróbico, realizado por Filtros Aerado Submerso – FAS, as quais também eram mensais, e por fim, a coleta mensal após todo o sistema, representado pelo número 04, antes da disposição final em corpo hídrico classe 02 . O Quadro 03 resume as coletas e pontos de coletas realizados por ambos os laboratórios.

Figura 14



Ponto 1 – Coleta efluente bruto, Ponto 2 – Saída do Reator UASB, Ponto 3 – Saída FAS e Ponto 4 – Coleta efluente Tratado.

Figura 14a



Estação de Tratamento de Esgoto com a mesma disposição que a Figura 14.

Quadro 03

ID Ponto	Natureza do efluente	Localização	Periodicidade	Parâmetros
PONTO 01	Bruto	Estação Elevatória		
PONTO 02	Tratado após fase anaeróbica	Após Reator UASB		
PONTO 03	Tratado após fase anaeróbica e aeróbica	Após FAS	Mensal	DBO; DQO; SST e SSV
PONTO 04	Tratado (Disposição final)	Após todo tratamento		

Fonte: Autoria própria, 2020. Pontos de coleta, periodicidade e parâmetros analisados

3.4.2 Ensaio laboratoriais interno e externos

Os ensaios de laboratório interno consistem na avaliação de demandas química e bioquímica de oxigênio e sólidos totais (suspensos e voláteis), iniciando a análise pela DQO, partindo de uma diferença entre reagentes DQO de alta faixa (faixa 20-1500 ppm) e de baixa faixa (faixa 3-150 ppm), ou seja, a diferença da concentração dos reagentes que serão utilizados para amostras com maiores concentrações de carga orgânica, por exemplo, esgotos brutos, enquanto que amostras com menores cargas serão utilizados com reagentes de baixa faixa. Foram 4 frascos (Efluente bruto, saída UASB, saída FAS e efluente tratado) cujo conteúdo será de reagente adicionado a 2 ml da amostra de efluentes. Em paralelo o aparelho HACH® DRB 200 LTG082.54.40001 Digital Timer - Bloco reator seco ®, foi pré-aquecido até 150°C cujos frascos foram acondicionados por 120 minutos para reação e posteriormente mais 120 minutos para esfriar os frascos e finalizar a reação.

No espectrofotômetro HACH® DR 2800, foi realizado a calibração com a utilização do branco adicionado 2 ml de água destilada, representando a amostra, e foi efetuado a leitura em faixa alta (comprimento de onda 620 nm) para os efluentes brutos e leitura em faixa baixa (comprimento de onda 420nm) para os demais efluentes após fase anaeróbica e aeróbicas, UASB e FAS, respectivamente.

Figura 15



Pipeta volumétrica inserindo 2mL da amostra por frasco com reagentes

Figura 16



Equipamento HACH DRB 200 para proporcionar a reação

Figura 17



Reação por 240'

Figura 18



Leitura em espectrofotômetro com a respectiva curva de leitura

Diante dos dados obtidos de DQO, estabelece a razão do dado por 1,7 (SPERLING,2005) obtendo o valor para a determinação de faixa de leitura e consequentemente para o volume de amostra, conforme Quadro 04 a seguir:

Quadro 04

Expectativa DBO (mg/L)	Volume da amostra (mL)
0 – 35	420
0 – 70	355
0 – 350	160
0 – 700	95

Volumes de amostras e expectativa de DBO

Em cada frasco, cor âmbar e com agitador mecânico, inseriu o respectivo volume de amostra (a 20° C) adicionado de hidróxido de lítio em case vedado com silicone de vedação Dow corning® – high vacuum grease, para adsorção de gases gerados, foi

posteriormente vedado. Na incubadora Nova Ética B.O.D 411 D, já configurada para permanecer a 20°C, cada frasco com o respectivo volume e faixa de DBO estabelecidos, permaneceu por 5 dias para a leitura da DBO em BODTrack marca Hach®.

Figura 19



Volumes de amostras

Figura 20



Padronização de temperaturas a 20° C

Figura 21



Hidróxido de lítio para adsorção de gases

Figura 22



Incubadora por 5 dias a 20° C

Considerando que o estudo de caso utilizou resultados apresentados por laboratório externo acreditado, é importante destacar os métodos analíticos adotados por esse laboratório (Quadro 05).

Quadro 05

Parâmetro	Método
DBO	SMEWW 5210B Ed. 22

DQO

Sólidos Sedimentáveis

SMEWW 2540F Ed. 22

Preparo de Amostra

EPA 3050 B 2007; SMEWW 3030A,B,D,E,F e
G Ed. 22 e EPA 5021A.

Fonte: Aatoria própria, 2023. Métodos Analíticos – Laboratório Externo

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística dos resultados foi realizada no suplemento do Excel, Action STAT 3.7®, com os dados de Demanda Bioquímica de Oxigênio na entrada do sistema e sólidos totais ou sólidos voláteis na entrada do sistema, ou seja, a variável dependente, DBO, sendo explicada por uma única variável independente, SST ou SSV.

A escolha do modelo utilizado para representar a relação, regressão linear simples, visa identificar quanto que uma variável independente tende a influenciar em uma variável dependente, ou seja, possibilita que façamos uma previsão de uma variável, de maior complexidade para estimar, com base em outra variável cujo resultado seja mais fácil de alcançar, considerando tempo, custos e outros recursos.

A primeira relação testada foi entre DBO e SST, contudo a análise de variância apresentou um p-valor de 0,1049, maior que 0,05, isto é, a hipótese H_0 foi aceita e não houve relação linear entre as variáveis dependente (DBO) e independente (SST). Posteriormente, a relação testada foi entre DBO e SSV, e mais uma vez a análise de variância apresentou um p-valor de 0,0973, maior que 0,05, concluindo novamente que a hipótese H_0 foi aceita, não havendo relação linear entre as variáveis dependente (DBO) e independente (SSV).

É pertinente destacar que a análise de variância utilizar 5% de nível de significância, quer dizer que se o p-valor do teste for superior que 0,05, significa dizer que não é possível concluir uma diferença significativa no teste, aceitando a hipótese nula.

Como consequência da não relação linear entre os parâmetros analisados, temos o r-quadrado de 0,075 para DBO e SST, e 0,078 para DBO e SSV, ou seja, a DBO está sendo explicada pela SST ou SSV em 7% e os outros 83% são outras influências que não estão controladas.

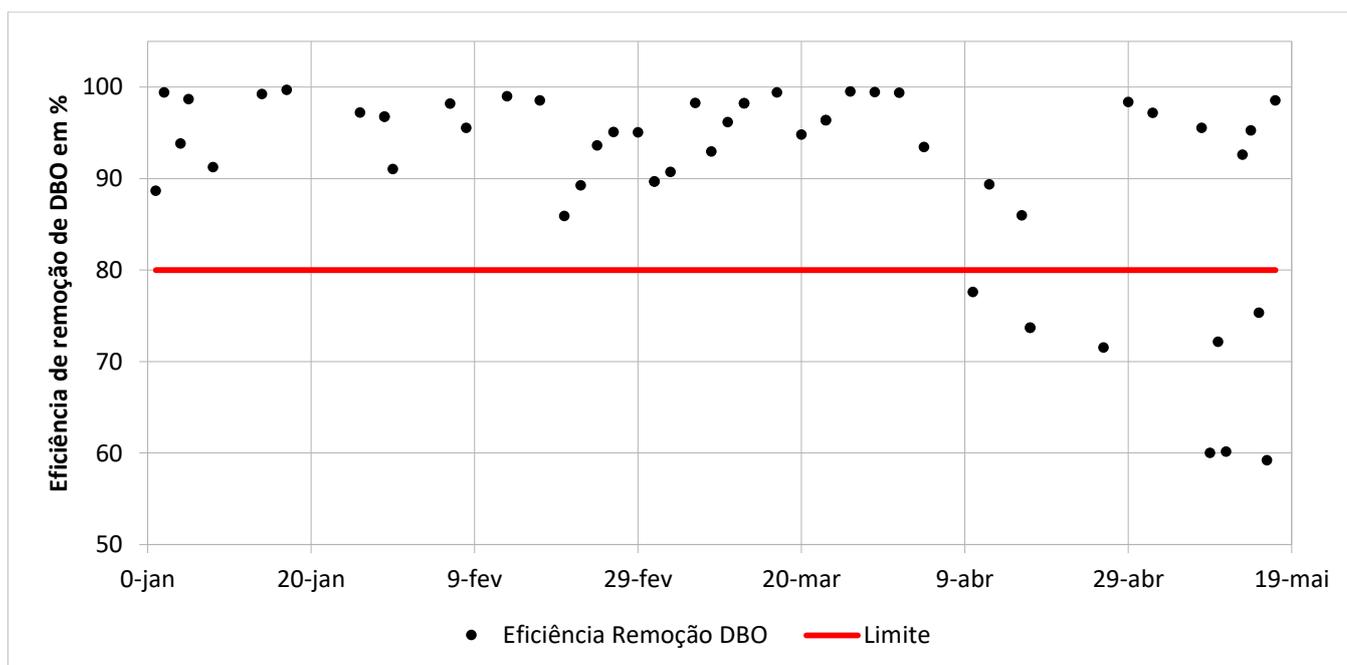
Com base no levantamento estatístico realizado, o ponto principal da pesquisa e consequentemente o teste da hipótese levantada, que foi testar a relação entre sólidos suspensos totais e voláteis com as demandas químicas e bioquímicas de oxigênio, resultou em uma relação não linear entre as variáveis testadas, mais precisamente variáveis dependente (DBO) e independente (sólidos).

4.2 EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRATAMENTO

Os Gráficos 01 e 02 mostram a eficiência de remoção de DBO e de DQO da ETE Sabaúna no período estudado de fevereiro de 2020 até maio de 2021, podendo averiguar que a eficiência para o parâmetro DBO atendeu em 83% das amostras, aos padrões de emissão estabelecidos no artigo 18 de decreto 8468/1976, ou seja, 40 dos 48 resultados válidos indicaram eficiência de remoção de DBO superior a 80%.

Comparando os resultados com a bibliografia técnica, Sperling, 2005, aponta uma eficiência média de 83-93%, enquanto que o sistema estudado apresentou uma eficiência média de remoção de DBO da ordem de 91%, lembrando que o sistema objeto do estudo é UASB seguido de Filtro Aerado Submerso.

Gráfico 01



Eficiência de remoção global de DBO em porcentagem

Gráfico 02

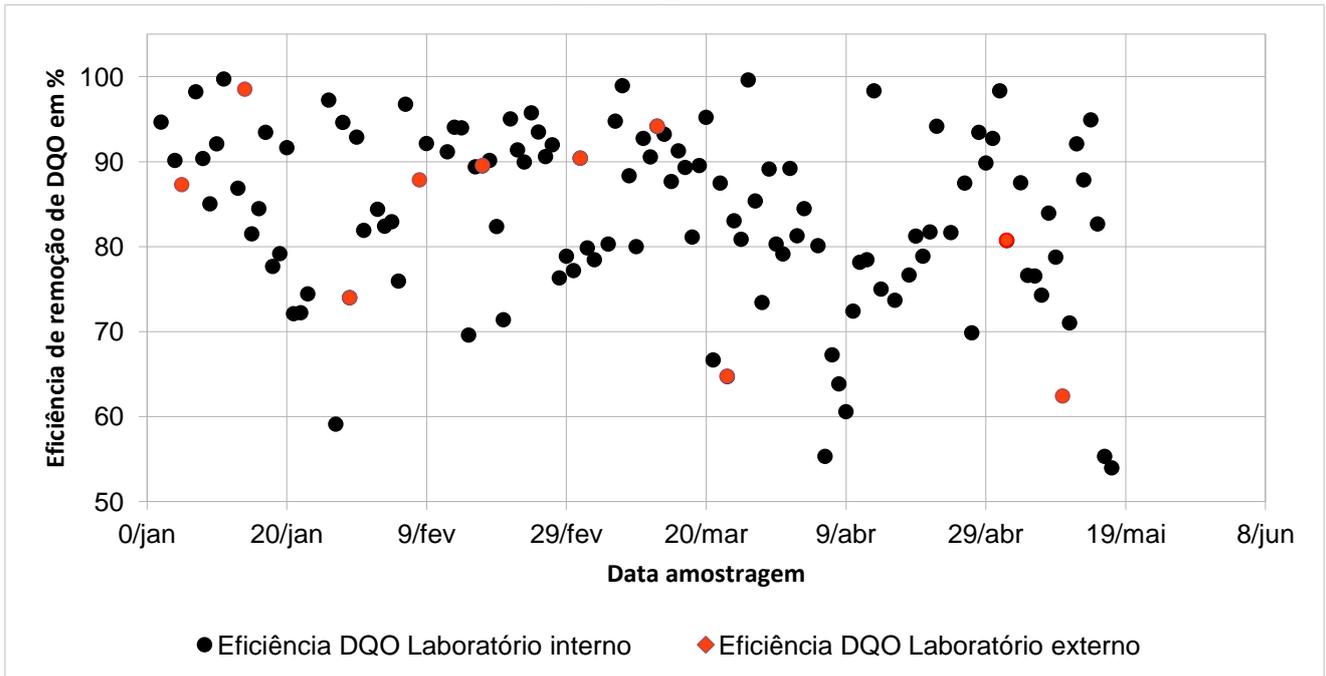
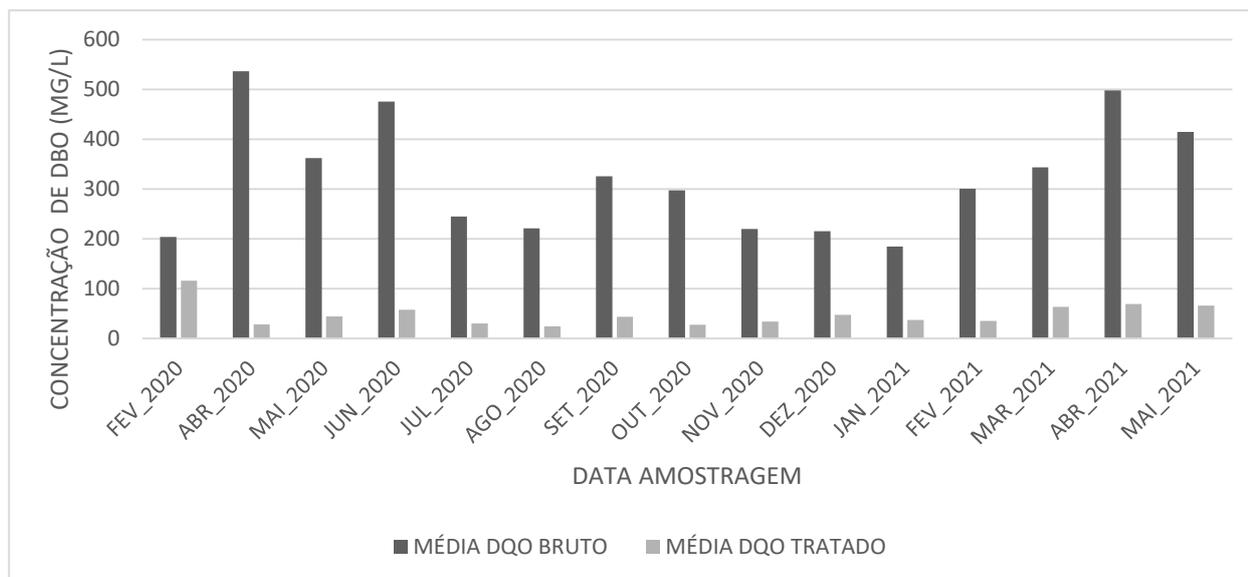
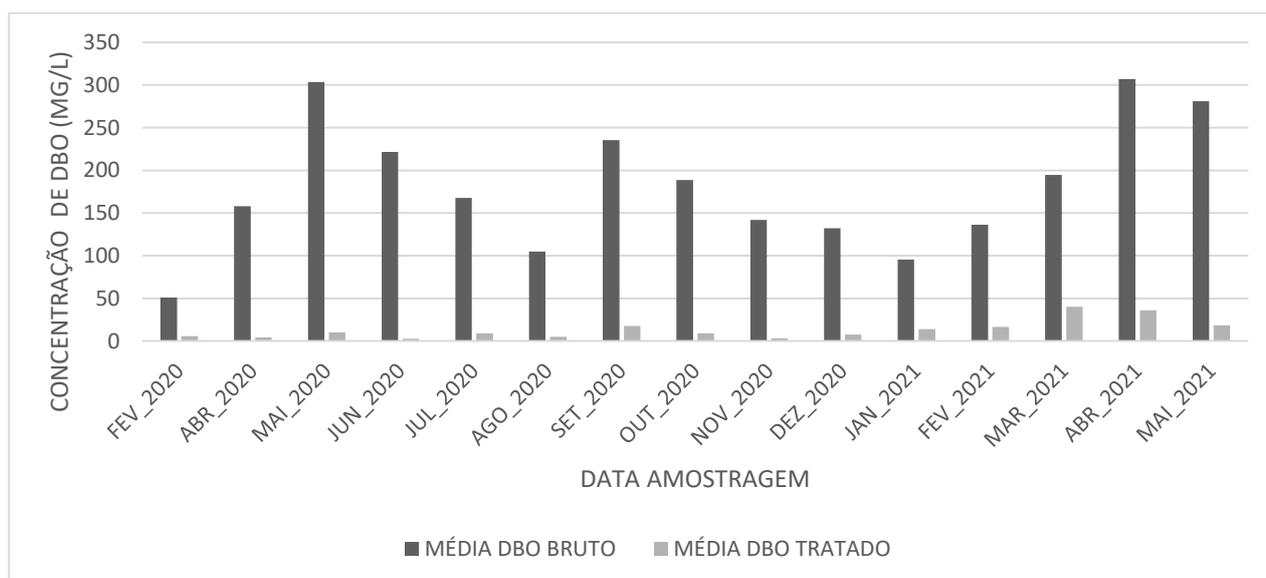


Gráfico 03



Concentrações de DQO dos efluentes brutos e tratados.

Gráfico 04



Concentrações de DBO dos efluentes brutos e tratados.

Foram avaliadas também as eficiências de remoção de DBO entre as etapas de tratamento. O quadro abaixo ilustra em verde os valores utilizados na avaliação e em vermelho os valores desconsiderados ou faltantes.

Quadro 06

Mês	UASB (%)	FAS (%)	Pós tratamento* (%)
ABR	45,56	88,60	na
MAI	na	na	na
JUN	na	72,90	na
JUL	78,59	-54,48	94,41
AGO	na	3,03	na
SET	74,64	-70,37	78,47
OUT	42,25	32,43	74,72
NOV	na	na	na
DEZ	75,32	-16,51	98,60
JAN	55,94	-15,51	72,38
FEV	na	na	na
MAR	61,39	-13,11	-8,69
ABR	73,01	96,35	-383,87
MAI	34,07	28,08	96,87
MÉDIA	60,09	53,57	85,91

*Decantador, pós aeração e desinfecção. Dados de eficiência em porcentagem entre etapas de tratamento para remoção de DBO

Segundo Chernicharo, 1997, as eficiências médias do reator UASB em termos de remoção de DQO e DBO são de 67,66% e 72,67%, respectivamente.

A eficiência média de tratamento apenas do sistema UASB, foi de 60,09%, utilizando apenas os valores de nove meses, uma vez que os meses faltantes não deram resultados por falta de valores de entrada ou de saída. Comparando os resultados com a bibliografia técnica, Sperling, 2005, destaca que o reator UASB apresenta uma eficiência média de remoção de DBO de 60-75%, enquanto que Chernicharo, 1997, apresenta uma eficiência de 72,67% para o reator UASB, porém a eficiência do reator UASB instalado no núcleo Sabaúna apresentou 60,09% para os meses amostrados, corroborando em parte com a bibliografia. Considerando os valores adotados pelo projetista do sistema, observa-se que o Reator UASB operou com eficiência próxima ao considerado no dimensionamento, que foi de 60%.

A eficiência do tratamento aeróbico, realizado pelo filtro aerado submerso - FAS foi de 53,57%, considerando seis amostragens viáveis, pois os demais meses ou resultaram em valores negativos ou tiveram valores faltantes e por fim, a eficiência entre o filtro aerado submerso e o sistema de Pós-Aeração, que inclui o Decantador, resultou em 85,91% considerando seis amostragens viáveis, pois os demais meses ou resultaram em valores negativos ou tiveram valores faltantes.

Quadro 07

	Etapa Anaeróbica	Etapa Aeróbica
ABR	45,56	93,80%
MAI	na	91,24%
JUN	na	99,66%
JUL	78,59	91,00%
AGO	na	98,96%
SET	74,64	90,70%
OUT	42,25	90,14%
NOV	na	94,77%
DEZ	75,32	99,42%
JAN	55,94	85,95%
FEV	na	71,52%
MAR	61,39	52,53%
ABR	73,01	95,24%
MAI	34,07	98,52%
MÉDIA	60,09	89,83

Dados de eficiência em porcentagem entre etapas de tratamento para DBO, comparando etapa anaeróbica com aeróbica

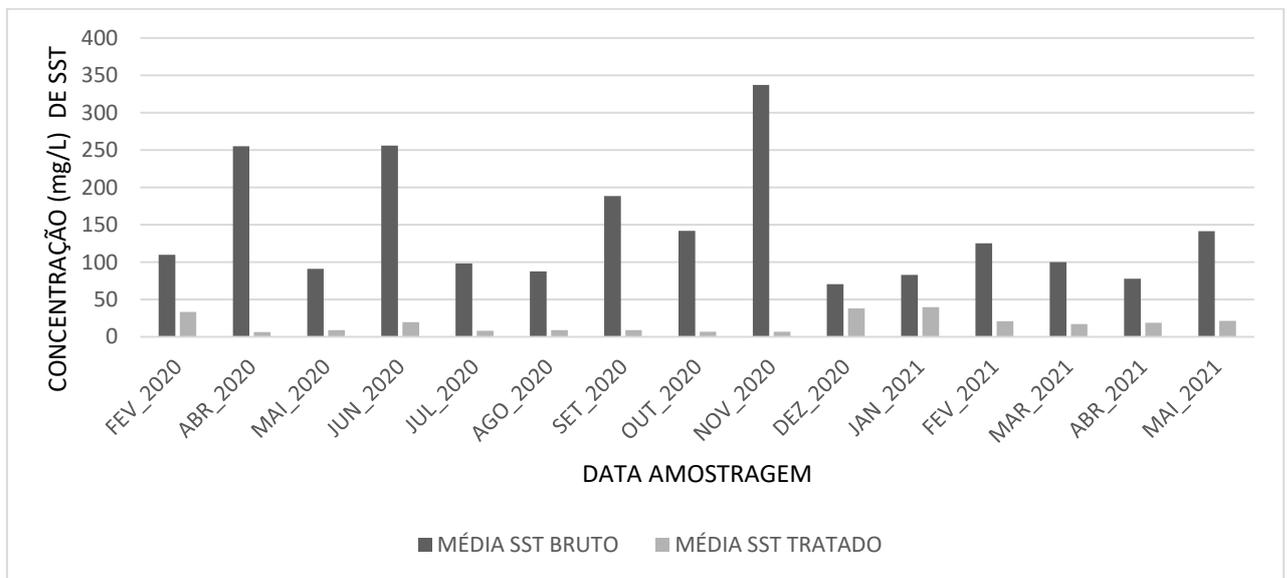
Avaliando ainda a eficiência entre etapas, identificou-se que a eficiência média entre a saída do reator UASB, Etapa anaeróbica, com a saída do efluente tratado apresentou valores médios de 89,93%, corroborando com os valores aplicados por Sperling, 2005.

É importante destacar que, embora a eficiência da etapa aeróbica, representada pelo Filtro Areado Submerso – FAS e Decantador, contemple também tanque de contato e pós aeração, a eficiência de remoção de DBO para essas últimas etapas pode ser

considerada pouco significativa em termos de carga orgânica removida após o Decantador.

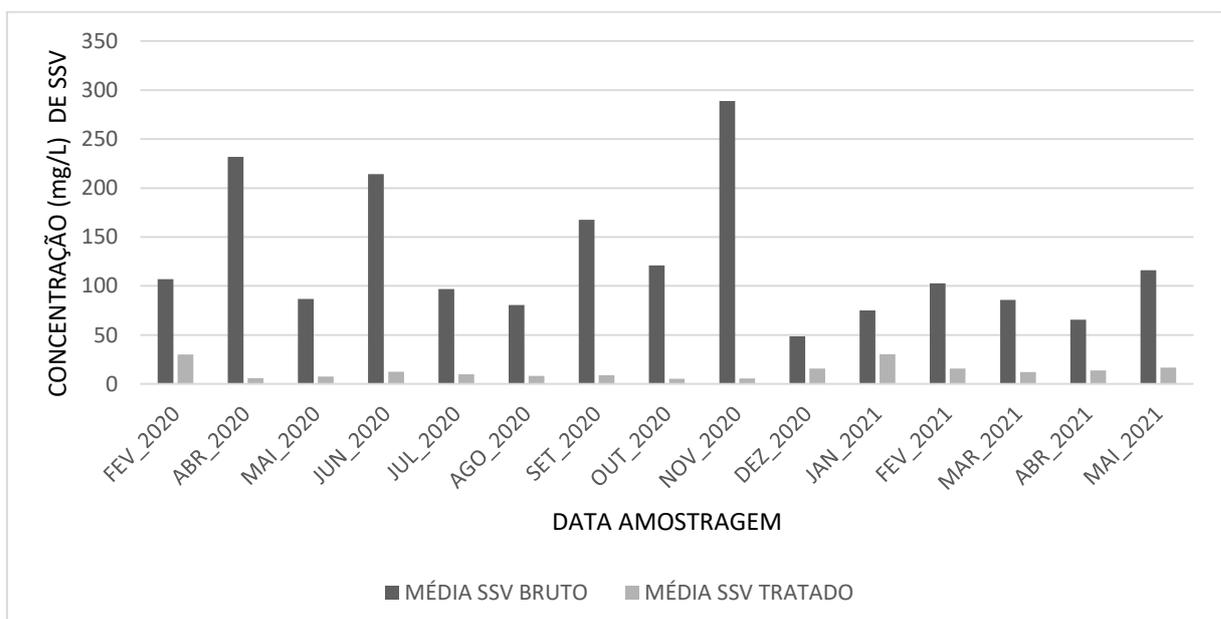
Os Gráficos 05 e 06 apresentam as concentrações de SST e SSV no efluente bruto e tratado, já o Gráfico 07 representa as eficiências globais na remoção de sólidos em suspensão totais e em suspensão voláteis, apontando para uma boa eficiência do sistema de decantação, considerando que a remoção foi significativa.

Gráfico 05



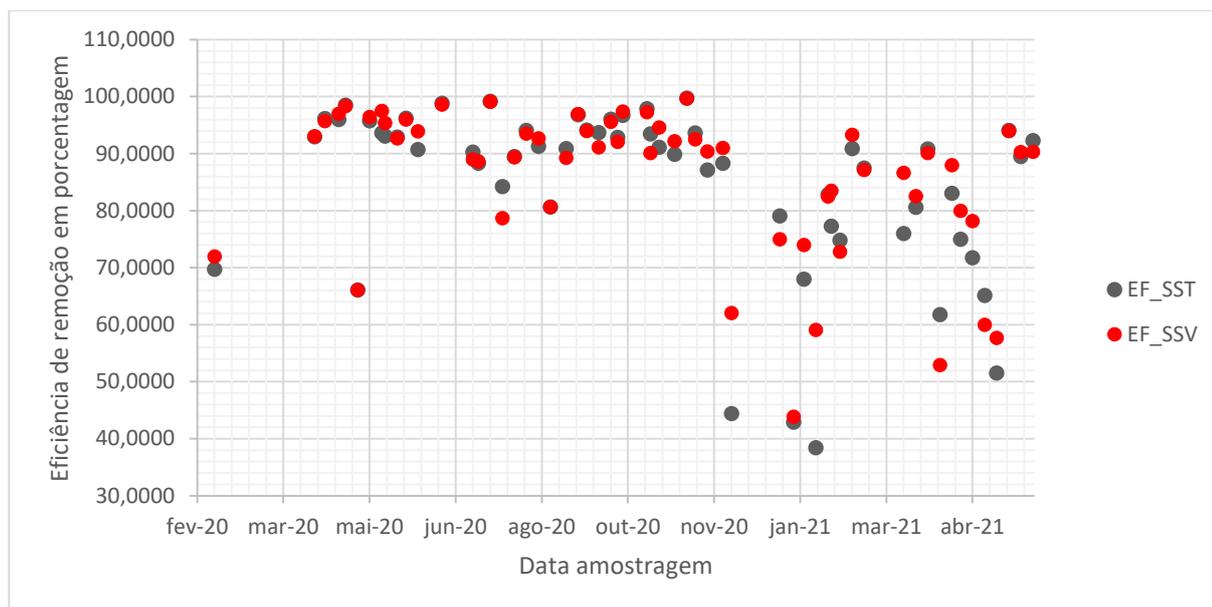
Concentrações de SST nos efluentes brutos e tratados.

Gráfico 06



Concentrações de SSV nos efluentes brutos e tratados

Gráfico 07



Eficiência de remoção global de SST e SSV em porcentagem

No que se refere aos sólidos totais, ao compararmos as eficiências do sistema estudado com os dados apresentados pela bibliografia, identificamos que Sperling, 2005, destaca que reatores UASB seguidos de biofiltro aerado submerso tem uma eficiência de remoção média de sólidos 87-93%, enquanto que o sistema estudado apresentou eficiência média de 84,73%, parâmetro levantado calculando a eficiência de remoção exclusivamente para sólidos totais para o período de fevereiro de 2020 até maio de 2021.

5 CONCLUSÕES

Esse estudo buscou avaliar a eficiência da estação de tratamento de esgotos do núcleo ETE Sabaúna em Mogi das Cruzes mediante análises de laboratório utilizando os parâmetros de Demanda Química e Bioquímica de Oxigênio, bem como Sólidos Totais.

Diante dos objetivos específicos de avaliar a eficiência de remoção de matéria orgânica, bem se houve uma relação linear entre Sólidos e DBO, o sistema apresentou como resultados, com base nos estudos estatísticos, uma relação não linear entre as variáveis testadas, ou seja, o estudo não explica as demandas de oxigênio com base na análise de sólidos totais.

Para os resultados de eficiência de remoção de matéria orgânica, considerando o período de fevereiro de 2020 até maio de 2021, concluiu-se que, em 83% das amostras para DBO, o sistema atendeu os padrões de emissão estabelecidos pelo Decreto Estadual nº 8468/76. Já para os resultados entre etapas, a eficiência média de remoção da fase anaeróbica (reatores UASB) foi de 60,09%, valor coerente com parte da bibliografia analisada, enquanto que a eficiência entre a saída da fase anaeróbica e aeróbica foi de 89,93%.

Para os parâmetros sólidos totais, o sistema apresentou uma eficiência média de 84,73%, valor ligeiramente abaixo do padrão indicado em bibliografia.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBRISO/IEC 17025. **Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração** São Paulo, 2004b.11p. INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO.
- CAMPOS, C. M. M. et al. **Avaliação do potencial de produção de biogás e da eficiência de tratamento do reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) alimentado com dejetos de suínos.** Ciência e Agrotecnologia, v. 29, n. 4, p. 848–856, 2005.
- CHATTERJEE, P.; GHANGREKAR, M. M.; RAO, S. **Organic matter and nitrogen removal in a hybrid upflow anaerobic sludge blanket - Moving bed biofilm and rope bed biofilm reactor.** Journal of Environmental Chemical Engineering, v. 4, n. 3, p. 3240–3245, 2016.
- CHATTERJEE, P.; GHANGREKAR, M. M.; RAO, S. **Sludge granulation in an UASB–moving bed biofilm hybrid reactor for efficient organic matter removal and nitrogen removal in biofilm reactor.** Environmental Technology (United Kingdom), v. 39, n. 3, p. 298–307, 2018.
- CHERNICHARO, C.A.L. **Reatores anaeróbios.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG . Belo Horizonte. 246p., 1997.
- Decreto Estadual nº 8.468, de 08 de setembro de 1976 - Atualizado com redação dada pelo Decreto 54.487, de 26/06/09, que passa a vigorar em 180 dias após sua publicação em 27/06/09. **Aprova o Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente.**
- Decreto Estadual nº 10.775, de 22 de novembro de 1977. **Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976 e dá providências correlatas.**
- DESÍRIO, J. C. **Introdução ao Controle de Poluição Ambiental.** 3ª Edição. São Paulo: Signus Editora, 2007.
- DUC, T. X.; TUAN, L. A. **Application of hybrid modified UASB - MBBR technology for wastewater treatment of Sao Thai Duong Pharmaceuticals and Cosmetics Factory.** Journal of Science and Technology in Civil Engineering (STCE) - NUCE, v. 13, n. 2, p. 101–110, 2019.
- FORESTI, Eugenio e DAMIANOVIC, Márcia H. R. Z. Tratamento de Esgoto. In: CALIJURI, Maria do C. e CUNHA Davi G. F. **Engenharia Ambiental: Conceitos, tecnologias e gestão.** Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2019. P. 365-381.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. **Tratamento de esgotos domésticos**. 6.ed. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

LANDAU, Elena Charlotte; MOURA, Larissa (Ed.). **Variação geográfica do saneamento básico no Brasil em 2010: domicílios urbanos e rurais**. Brasília: Embrapa, 2016. 975 p.

Lei Estadual nº 997, de 31 de maio de 1976. **Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente**.

Lei Estadual nº 1.758, de 27 de dezembro de 1920. **Cria o distrito de paz de Sabaúna, no município e comarca de Mogi das Cruzes**.

Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências**.

Resolução CONAMA nº 377, de 9 de outubro de 2006. **Dispõe sobre licenciamento ambiental simplificado de Sistemas de Esgotamento Sanitário**.

Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA**.

Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**.

REYMOND, P. et al. **Scaling up small scale wastewater treatment systems in low- and middle-income countries: An analysis of challenges and ways forward through the case of Egypt**. Utilities Policy, v. 52, n. March, p. 13–21, 2018.

ROCHA, C. M. et al. **Dimensionamento e Comparação de Estações de Tratamento de Efluentes Utilizando Lodos Ativado e Reator UASB para uma Cervejaria Artesanal**. Revista Processos Químicos, v. 11, n. 22, p. 83–85, 2017.

Saneflux Soluções Ambientais. **Avaliação de Projeto do Sistema Modular de Tratamento de Esgoto Doméstico SANEFLUX modelo MT-550**. 2018. 47 f. Tese (Doutorado) - Curso de Saneflux, Saneflux Soluções Ambientais Ltda, Marília, 2018.

SPERLING.M.V.; **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**, Ed.: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte; 2005; vol. 1.

SPERLING.M.V.; **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**, Ed.: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte; 2014; vol. 1.

SPERLING, M. V.; **Lodos ativados. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental**, UFMG, 1997. 416 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 4).

SANTOS, D. C.. **Saneamento para a Gestão Integrada das Águas Urbanas**. 1. ed. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2016. 176p.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos**. Site institucional, (2008).

Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto** - 2020. Brasília: SNIS, 2020. Instituto Trata Brasil.

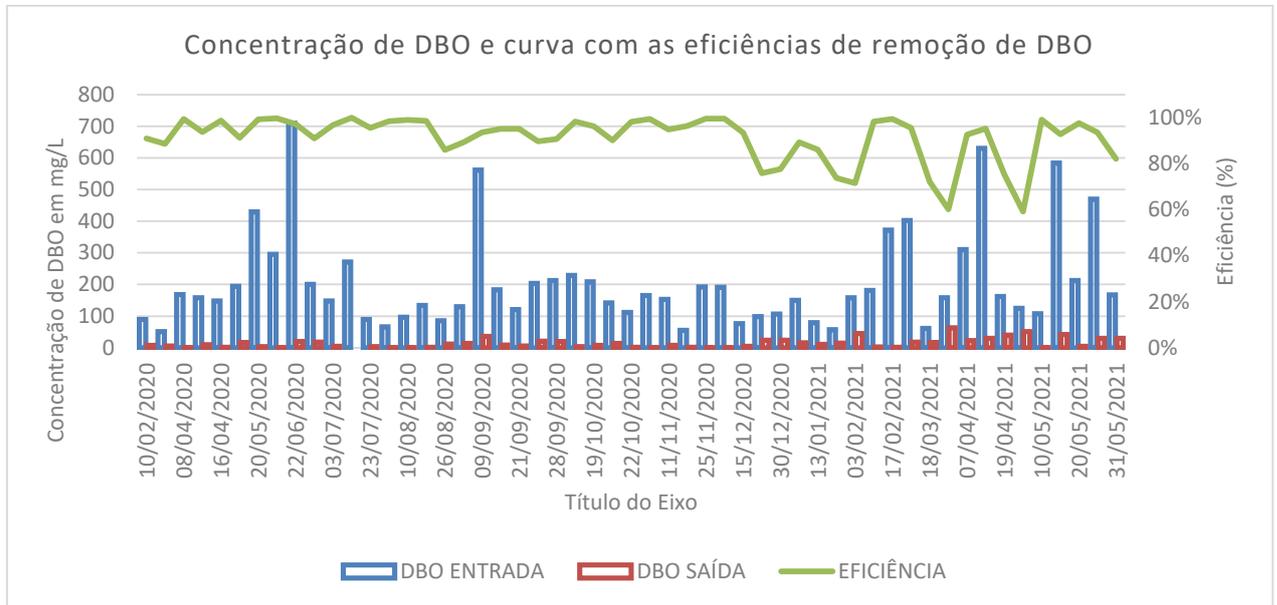
SILVA SAMPAIO, G. M. M. et al. **Pós-tratamento de efluente de um reator UASB através de um reator biológico com fungos**. Engenharia sanitária e ambiental, v. 9, n. 1, p. 73–81, 2004.

SINGH, N. K.; KAZMI, A. A.; STARKL, M. **A review on full-scale decentralized wastewater treatment systems: Techno-economical approach**. Water Science and Technology, v. 71, n. 4, p. 468–478, 2015.

TONETTI, A. L. et al. **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções**. Campinas, SP. Biblioteca/Unicamp, 2018.

ANEXO A

Gráfico com dados brutos e tratados para o parâmetro DBO com a curva de eficiência em porcentagem.



Modelo de regressão linear - Resultados da Análise DBO x SSV

Tabela da ANOVA					
Fatores	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Estat. F	P-valor
SSV	1	74467,16322	74467,16322	2,906672379	0,097336425
Resíduos	34	871059,1423	25619,38654		

Análise exploratória (resíduos)					
Mínimo	1Q	Mediana	Média	3Q	Máximo
-316,9	-92,37	-51,23	2,759E-15	48,07	401,3

Coefficientes				
Preditor	Estimativa	Desvio Padrão	Estat.t	P-valor
Intercepto	199,311699	35,93562271	5,546354398	3,34864E-06
SSV	0,294143876	0,172528867	1,704896589	0,097336425

Medida Descritiva da Qualidade do Ajuste			
Desvio Padrão dos Resíduos	Graus de Liberdade	R²	R² Ajustado
160,0605715	34	0,078757368	0,051661996

Intervalo de confiança para os parâmetros		
	2,50%	97,50%
(Intercept)	126,2817271	272,341671
	-	
SSV	0,056476966	0,644764718

Modelo de regressão linear - Resultados da Análise DBO x SST

<i>Tabela da ANOVA</i>					
<i>Fatores</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Estat. F</i>	<i>P-valor</i>
SST	1	71355,10447	71355,10447	2,775284234	0,104918377
Resíduos	34	874171,2011	25710,91768		

<i>Análise exploratória (resíduos)</i>					
<i>Mínimo</i>	<i>1Q</i>	<i>Mediana</i>	<i>Média</i>	<i>3Q</i>	<i>Máximo</i>
-314,3	-92,43	-49,49	2,421E-15	42,04	397,6

<i>Coefficientes</i>				
<i>Preditor</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat.t</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto	200,224535	35,98129139	5,564684514	3,16966E-06
SST	0,247290217	0,148440771	1,665918436	0,104918377

<i>Medida Descritiva da Qualidade do Ajuste</i>			
<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
160,3462431	34	0,075466017	0,048273841

<i>Intervalo de confiança para os parâmetros</i>		
	<i>2,50%</i>	<i>97,50%</i>
(Intercept)	127,1017531	273,3473169
SST	-0,054377725	0,548958159

Dados brutos de SST e SSV coletados por laboratórios interno e externo no período de fevereiro de 2020 até maio de 2021

DIA	SST BRUTO (Ponto 1 – Coleta efluente bruto)	SST TRATADO (Ponto 4 – Coleta efluente Tratado)	SSV BRUTO (Ponto 1 – Coleta efluente bruto)	SSV TRATADO (Ponto 4 – Coleta efluente Tratado)
10/02/2020	174	22	105	19
11/02/2020	110	33,3	107	<LQ
08/04/2020				
09/04/2020	100	7	86	6
15/04/2020	78	3	70	3
16/04/2020		<LQ		<LQ
23/04/2020	100	4	100	3
27/04/2020	743	11	671	11
04/05/2020	56	19	56	19
06/05/2020				
08/05/2020				
11/05/2020	95	4	84	3
13/05/2020				
15/05/2020				
18/05/2020	130	9	130	6
20/05/2020		<LQ		<LQ
27/05/2020	127	9	123	9
01/06/2020	212	8	150	6
03/06/2020				
08/06/2020	259	24	247	15
10/06/2020				
12/06/2020				
15/06/2020	36	40	24	23
17/06/2020				
19/06/2020				
22/06/2020	518	6	436	6
24/06/2020				
26/06/2020				
01/07/2020		125		104
03/07/2020				
07/07/2020		150		145
08/07/2020				
10/07/2020	113	11	100	11
13/07/2020	103	12	93	11
17/07/2020				
20/07/2020	120	1	116	1
22/07/2020				
23/07/2020		<LQ		<LQ
24/07/2020				
27/07/2020	57	9	75	16

DIA	SST BRUTO (Ponto 1 – Coleta efluente bruto)	SST TRATADO (Ponto 4 – Coleta efluente Tratado)	SSV BRUTO (Ponto 1 – Coleta efluente bruto)	SSV TRATADO (Ponto 4 – Coleta efluente Tratado)
03/08/2020	95	10	85	9
05/08/2020				
10/08/2020	102	6	93	6
12/08/2020				
14/08/2020				
17/08/2020	92	8	82	6
19/08/2020				
20/08/2020		<LQ		<LQ
21/08/2020				
24/08/2020	62	12	62	12
26/08/2020				
28/08/2020				
02/09/2020	132	12	112	12
09/09/2020	380	12	360	11
11/09/2020				
14/09/2020	120	7	116	7
16/09/2020				
18/09/2020				
21/09/2020	95	6	90	8
23/09/2020				
24/09/2020				
25/09/2020				
28/09/2020	215	8	160	7
30/09/2020				
02/10/2020	70	5	63	5
05/10/2020	215	7	230	6
07/10/2020				
14/10/2020				
16/10/2020				
19/10/2020	188	4	148	4
21/10/2020	123	8	71	7
22/10/2020		<LQ		<LQ
23/10/2020				
26/10/2020	113	10	93	5
28/10/2020				
04/11/2020	89	9	77	6
06/11/2020				
09/11/2020				
11/11/2020	1080	3	920	3
13/11/2020				
16/11/2020	110	7	107	8
18/11/2020		<LQ		<LQ
20/11/2020				

DIA	SST BRUTO (Ponto 1 – Coleta efluente bruto)	SST TRATADO (Ponto 4 – Coleta efluente Tratado)	SSV BRUTO (Ponto 1 – Coleta efluente bruto)	SSV TRATADO (Ponto 4 – Coleta efluente Tratado)
23/11/2020	70	9	52	5
25/11/2020				
27/11/2020				
30/11/2020				
02/12/2020	103	12	100	9
04/12/2020				
07/12/2020	72	40	58	22
09/12/2020				
11/12/2020				
14/12/2020	40	24	40	23
15/12/2020				
16/12/2020				
18/12/2020				
21/12/2020	67	13	61	9
23/12/2020				
28/12/2020	285	15	96	11
30/12/2020				
04/01/2021	110	23	92	23
06/01/2021				
08/01/2021				
11/01/2021				
12/01/2021	170	97	155	87
13/01/2021	59	46	56	19
15/01/2021		<LQ		<LQ
18/01/2021	50	16	50	13
20/01/2021				
22/01/2021				
25/01/2021	26	16	22	9
27/01/2021				
28/01/2021	56		42	
29/01/2021				
01/02/2021	105	18	80	14
03/02/2021	110	25	85	14
05/02/2021				
08/02/2021	131	33	114	31
10/02/2021				
12/02/2021				
15/02/2021	209	19	165	11
17/02/2021	100	<LQ	96	<LQ
19/02/2021				
22/02/2021	72	9	70	9
24/02/2021				
26/02/2021				

DIA	SST BRUTO (Ponto 1 – Coleta efluente bruto)	SST TRATADO (Ponto 4 – Coleta efluente Tratado)	SSV BRUTO (Ponto 1 – Coleta efluente bruto)	SSV TRATADO (Ponto 4 – Coleta efluente Tratado)
01/03/2021				
08/03/2021				
17/03/2021	75	18	60	8
18/03/2021				
24/03/2021	103	20	86	15
31/03/2021	120	11	111	11
07/04/2021	34	13	34	16
14/04/2021	130	22	100	12
19/04/2021	56	14	50	10
26/04/2021	92	26	78	17
03/05/2021	86	30	60	24
10/05/2021	66	32	52	22
17/05/2021	238	14	200	12
20/05/2021	128	<LQ	124	<LQ
24/05/2021	200	21	185	18
26/05/2021				
28/05/2021				
31/05/2021	117	9	83	8

Dados brutos de DQO e DBO coletados por laboratórios interno e externo no período de fevereiro de 2020 até maio de 2021

DIA	DQO BRUTO (Ponto 1 – Coleta efluente bruto)	DQO TRATADO (Ponto 4 – Coleta efluente Tratado)	DBO BRUTO (Ponto 1 – Coleta efluente bruto)	DBO TRATADO (Ponto 4 – Coleta efluente Tratado)
10/02/2020			89	8
11/02/2020	204	116	51	5,8
08/04/2020	299	16	168	1
09/04/2020				
15/04/2020	335	33	158	10
16/04/2020	330	42	148	<LQ
23/04/2020	434	50	248	
27/04/2020	1183	21		
04/05/2020	312	30	194	17
06/05/2020	194	29		
08/05/2020	288	18		
11/05/2020	370	1	208	
13/05/2020	621	45		
15/05/2020	269	47		
18/05/2020	419	55		
20/05/2020	3500	52	429	3,3
27/05/2020	568	105	363	
01/06/2020	520	34	295	1
03/06/2020	224	50		
08/06/2020	767	64		
10/06/2020	208	58		
12/06/2020	245	60		
15/06/2020	235	60		
17/06/2020	727			
19/06/2020	1662			
22/06/2020	1268	35	710	20
24/06/2020	186	76		
26/06/2020	336	18		
01/07/2020	352	25	200	18
03/07/2020	373/166	97/30	148	4,8
07/07/2020				
08/07/2020	250	39	147	
10/07/2020	216	38		
13/07/2020	252	43	132	
17/07/2020	158	38		
20/07/2020	311	10	271	0
22/07/2020	263			
23/07/2020	263	32	89	4
24/07/2020	216	17		
27/07/2020				
03/08/2020			66	1
05/08/2020	260	23		
10/08/2020	320	19	96	1

DIA	DQO BRUTO (Ponto 1 – Coleta efluente bruto)	DQO TRATADO (Ponto 4 – Coleta efluente Tratado)	DBO BRUTO (Ponto 1 – Coleta efluente bruto)	DBO TRATADO (Ponto 4 – Coleta efluente Tratado)
12/08/2020		29		
14/08/2020	300	18		
17/08/2020	148	45		
19/08/2020	179	19		
20/08/2020	229	24	134	<LQ
21/08/2020	173	17		
24/08/2020	142	25		
26/08/2020	133	38	85	12
28/08/2020	323	16		
02/09/2020	186	16	130	14
09/09/2020	894	38	562	36
11/09/2020	599	39		
14/09/2020	330	31	183	9
16/09/2020	175	14		
18/09/2020	207	49		
21/09/2020	180	38	121	6
23/09/2020	149	34		
24/09/2020	448	43	203	21
25/09/2020	263	53		
28/09/2020	302	65	213	20
30/09/2020	180	110		
02/10/2020	188	37		
05/10/2020	382	20	229	4
07/10/2020	289	3		
14/10/2020	369	43		
16/10/2020	245	49		
19/10/2020	386	28	208	8
21/10/2020	212	20	142	14
22/10/2020	257	15	112	2
23/10/2020	295	20		
26/10/2020	235	29	200	
28/10/2020	413	36		
04/11/2020	244	26	165	1
06/11/2020	403	76		
09/11/2020	268	28		
11/11/2020	189	9	153	8
13/11/2020	90	30		
16/11/2020	208	26		
18/11/2020	173/126	61/39	55/67	2/0
20/11/2020	189	32		
23/11/2020	157	30		
25/11/2020	273	1	192	1
27/11/2020	253	37		

DIA	DQO BRUTO (Ponto 1 – Coleta efluente bruto)	DQO TRATADO (Ponto 4 – Coleta efluente Tratado)	DBO BRUTO (Ponto 1 – Coleta efluente bruto)	DBO TRATADO (Ponto 4 – Coleta efluente Tratado)
30/11/2020	192	51		
02/12/2020	304	33	191	1
04/12/2020	198	39		
07/12/2020	187	39		
09/12/2020	445	48		
11/12/2020	326	61		
14/12/2020	116	18		
15/12/2020	242		76	5
16/12/2020	151	30	99	24
18/12/2020	197	88		
21/12/2020	162	53		
23/12/2020	177	64		
28/12/2020	137	54		
30/12/2020	156	43	107	24
04/01/2021	243	53		
06/01/2021	209	45	150	16
08/01/2021	120	2		
11/01/2021	140	35		
12/01/2021				
13/01/2021	133	35	79	11
15/01/2021	144/163	77/25	57	15
18/01/2021	120	28		
20/01/2021	192	36		
22/01/2021	199	42		
25/01/2021	126	23		
27/01/2021	344	20		
28/01/2021				
29/01/2021	250	44		
01/02/2021	282	22		
03/02/2021	216	27	158	45
05/02/2021	136	41		
08/02/2021	260	17		
10/02/2021	237	24	181	3
12/02/2021	179	13		
15/02/2021	599	10		
17/02/2021	488/475	94	70/372	<LQ
19/02/2021	184			
22/02/2021	142			
24/02/2021	433	54		
26/02/2021	154	36		
01/03/2021	175	41		
08/03/2021	183	47		
17/03/2021	654	105	402	18

DIA	DQO BRUTO (Ponto 1 – Coleta efluente bruto)	DQO TRATADO (Ponto 4 – Coleta efluente Tratado)	DBO BRUTO (Ponto 1 – Coleta efluente bruto)	DBO TRATADO (Ponto 4 – Coleta efluente Tratado)
18/03/2021	165	62	61	17
24/03/2021	259	75	158	63
31/03/2021	708	56		
07/04/2021	503	61	310	23
14/04/2021	964	49	630	30
19/04/2021	254	44	162	40
26/04/2021	271	121	125	51
03/05/2021	265	122		
10/05/2021	189	116	108	1
17/05/2021	846	102	584	42
20/05/2021	592	57	213	5
24/05/2021	671	37	470	30
26/05/2021	441	15		
28/05/2021	355	34		
31/05/2021	292	44	167	30