



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

LUCAS GONÇALVES DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO
EM CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS**

Palhoça

2021



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

LUCAS GONÇALVES DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO
EM CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção de título de engenheiro Ambiental e Sanitarista

Orientador: Carlos Roberto Bavaresco MSc.

Palhoça

2021

LUCAS GONÇALVES DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO
EM CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Engenheiro Ambiental e Sanitarista e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 19 de outubro de 2021.

Professor e orientador Carlos Roberto Bavaresco MSc.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Professora Silene Rebelo, Msc.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Professora Alessandra Pellizzaro Bento, Dra.

AGRADECIMENTOS

Devo primeiramente gratidão e louvor ao Senhor Deus por sua graça e bênçãos em minha vida, pois meus valores e caráter são fruto dos seus preceitos e ensinamentos.

Em seguida, mas igualmente importantes, agradeço aos meus pais por terem me apresentado com sua confiança e tamanho privilégio, e para eles ofereço esta honra.

Agradeço ao meu professor e orientador Carlos Roberto Bavaresco Msc., que desde o primeiro contato não mediu esforços para compartilhar parte de seu conhecimento.

Ainda, manifesto minha gratidão aos apoiadores deste trabalho, os amigos, familiares e colegas de trabalho, que com entusiasmo sempre incentivaram esta ideia e sua realização.

Devo uma gratidão especial à equipe Metta Assessoria Ambiental, onde fui recebido para realização do estágio e ali foram dados os primeiros passos para a jornada deste trabalho.

“Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que você veja toda a escada. Apenas dê o primeiro passo” (Martin Luther King).

RESUMO

Se preocupar com questões ambientais é muito importante, pois não trata-se apenas de seguir a legislação, mas sobre se responsabilizar com o planeta, preservando-o agora e no futuro. Os lares e a atividade doméstica em geral, geram efluentes que precisam ser tratados antes do seu retorno aos corpos hídricos, tanto para seguir as condições e padrões de lançamento de efluentes, como para a preservação do nosso meio ambiente e recursos naturais. As estações de tratamento de esgoto são utilizadas na remoção de poluentes das águas residuais de residências, comércios e indústrias, através da aceleração do processo de purificação da água, por meio de processos de degradação, devendo atender às legislações ambientais vigentes, sendo elas Resolução CONSEMA nº 182/2021 e Resolução CONAMA 430/2011. Com isso, o estudo realizado teve como objetivo avaliar a eficiência de estações de tratamento de esgotos em condomínios residenciais e comerciais. Inicialmente, foram coletados os dados de monitoramento das estações. Na sequência, foram realizadas análises para verificação e interpretação dos dados de monitoramento obtidos, e então por fim, avaliando a eficiência do tratamento e atendimento aos padrões de lançamento estabelecidos pelas legislações ambientais vigentes. Apesar de os parâmetros avaliados apresentarem redução significativa de concentração no efluente tratado em relação ao esgoto bruto, os valores de concentração para lançamento de parte dos parâmetros ainda não atendem aos padrões estabelecidos pela legislação, não podendo ser lançados em corpos hídricos e, comprovando assim, que a eficiência de parte das ETE's não é satisfatória devendo ser submetida a novas adequações e monitoramento constante. Ainda, foi verificado que as médias de eficiência de remoção efetiva apresentaram-se muito abaixo do apresentado nos Memoriais Descritivos de projeto de cada uma das ETE's. Em média, os resultados obtidos na remoção para Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Fósforo Total foram, respectivamente, 79% e 39%. Portanto, com base nas legislações, nacional (Resolução CONAMA 430/2011) e estadual (Resolução CONSEMA nº 182/2021), todas as ETE's atenderam aos padrões estabelecidos para DBO, mas nenhuma delas atendeu aos parâmetros estabelecidos para Fósforo Total e Nitrogênio Amoniacal Total.

Palavras-chave: Estação de tratamento de esgoto. Padrões de lançamento de efluentes. Eficiência do tratamento.

ABSTRACT

Being concerned about environmental issues is very important, as it is not just about following the legislation, but about taking responsibility for the planet, preserving it now and in the future. Homes and domestic activities in general generate effluents that need to be treated before returning to water bodies, both to follow the conditions and standards for effluent discharge, as well as to preserve our environment and natural resources. Sewage treatment plants are used to remove pollutants from the waste water of homes, businesses and industries, through the acceleration of the water purification process, through degradation processes, and must comply with current environmental legislation, which are CONSEMA Resolution n° 182/2021 and CONAMA Resolution 430/2011. Thus, the study carried out aimed to evaluate the efficiency of sewage treatment plants in residential and commercial condominiums. Initially, monitoring data from the stations were collected. Subsequently, analyzes were carried out to verify and interpret the monitoring data obtained, and then finally, evaluating the efficiency of treatment and compliance with the release standards established by current environmental legislation. Although the evaluated parameters show a significant reduction in the concentration of treated effluent in relation to raw sewage, the concentration values for the release of part of the parameters still do not meet the standards established by legislation, and cannot be released into water bodies and, thus, proving, that the efficiency of part of the ETE's is not satisfactory and must be submitted to new adjustments and constant monitoring. Furthermore, it was verified that the averages of effective removal efficiency were much lower than those presented in the Descriptive Memories of the project of each of the ETE's. On average, the results obtained in the removal for Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Total Phosphorus were, respectively, 79% and 39%. Therefore, based on national (CONAMA Resolution 430/2011) and state (CONSEMA Resolution No. 182/2021) legislation, all ETE's met the standards established for BOD, but none of them met the parameters established for Total Phosphorus and Total Ammoniacal Nitrogen.

Keywords: Sewage treatment plant. Effluent release patterns. Treatment efficiency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização de amostragem em cursos d'água.....	19
Figura 2. Localização de pontos de amostragem em rios.....	20
Figura 3. Recipientes para coleta de amostras.....	22
Figura 4. Coleta manual	23
Figura 5. Fluxograma de funcionamento das ETE's selecionadas.	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Valores típicos de sólidos no esgoto doméstico bruto	9
Quadro 2. Valores típicos de parâmetros de carga orgânica no esgoto doméstico bruto – DBO ₅	10
Quadro 3. Valores típicos de parâmetros de carga orgânica no esgoto doméstico bruto – DQO	11
Quadro 4. Valores típicos de parâmetros de carga orgânica no esgoto doméstico bruto – Nitrogênio Total	12
Quadro 5. Valores típicos de parâmetros de carga orgânica no esgoto doméstico bruto – Fósforo.....	13
Quadro 6. Valores típicos para microrganismos no esgoto doméstico bruto – <i>E. coli</i>	14
Quadro 7. Padrões para o lançamento de efluentes - CONAMA nº 430/2011	16
Quadro 8. Padrões de lançamento até 2022	17
Quadro 9. Padrões de lançamento de efluentes - Lei nº 14.675/2009.....	17
Quadro 10. Parâmetros físico-químicos	22
Quadro 11. Valores típicos para concentração de parâmetros de carga orgânica em esgoto doméstico bruto	24
Quadro 12. Dados de projeto de cada ETE	28
Quadro 13. Dados de monitoramento - ETE A.....	31
Quadro 14. Valores médios - ETE A	32
Quadro 15. Comparativo - Dados de projeto e monitoramento	32
Quadro 16. Comparativo - Dados de monitoramento e legislação	34
Quadro 17. Dados de monitoramento - ETE B	34
Quadro 18. Valores médios - ETE B	35
Quadro 19. Comparativo - dados de projeto e monitoramento	36
Quadro 20. Comparativo - Dados de monitoramento e legislação	37
Quadro 21. Dados de monitoramento - ETE C.....	38
Quadro 22. Valores médios - ETE C	39
Quadro 23. Comparativo - dados de projeto e monitoramento	40
Quadro 24. Comparativo - dados de monitoramento e legislação	41
Quadro 25. Dados de monitoramento - ETE D.....	42
Quadro 26. Valores médios - ETE D	43
Quadro 27. Comparativo - dados de projeto e monitoramento	44

Quadro 28. Comparativo - dados de monitoramento e legislação	45
Quadro 29. Dados de monitoramento - ETE E	46
Quadro 30. Valores médios - ETE E.....	47
Quadro 31. Comparativo - dados de projeto e monitoramento	47
Quadro 32. Comparativo - dados de monitoramento e legislação	49
Quadro 33. Dados de monitoramento - ETE F.....	50
Quadro 34. Valores médios - ETE F.....	51
Quadro 35. Comparativo - dados de projeto e monitoramento	52
Quadro 36. Comparativo - dados de monitoramento e legislação	53
Quadro 37. Dados de monitoramento - ETE G.....	54
Quadro 38. Valores médios - ETE G	55
Quadro 39. Comparativo - dados de projeto e monitoramento	56
Quadro 40. Comparativo - dados de monitoramento e legislação	57
Quadro 41. Dados de monitoramento - ETE H.....	58
Quadro 42. Valores médios - ETE H	59
Quadro 43. Comparativo - dados de projeto e monitoramento	60
Quadro 44. Comparativo - dados de monitoramento e legislação	61
Quadro 45. Atendimento do Memorial Descritivo	62
Quadro 46. Relatório - Conformidade dos dados de monitoramento e Memorial Descritivo	63
Quadro 47. Atendimento aos padrões de lançamento de efluentes.....	64
Quadro 48. Relatório - Conformidade dos dados de monitoramento e legislação.....	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
OD	Oxigênio Dissolvido
Temp.	Temperatura
pH	Potencial Hidrogeniônico
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
NBR	Norma Brasileira
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	3
1.1 OBJETIVOS	4
1.1.1 Objetivo geral	4
1.1.2 objetivos específicos.....	4
1.2 PROBLEMA DA PESQUISA	4
1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	5
2 REFERENCIAL TEÓRICO	6
2.1 A IMPORTÂNCIA DO SANEAMENTO.....	6
2.2 SANEAMENTO AMBIENTAL	7
2.3 MEDIDAS PARA O SANEAMENTO	7
2.4 PRINCIPAIS PARÂMETROS DE QUALIDADE DOS EFLUENTES.....	8
2.4.1 Sólidos.....	9
2.4.2 Indicadores de Matéria Orgânica.....	9
2.4.2.1 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	9
2.4.2.2 Demanda Química de Oxigênio (DQO)	10
2.4.2.3 Oxigênio Dissolvido (OD)	11
2.4.2.4 Nitrogênio.....	11
2.4.2.5 Fósforo.....	12
2.4.2.6 Organismos indicadores de contaminação fecal.....	13
2.4.2.6.1 <i>Escherichia coli</i>	14
2.4.3 Temperatura	14
2.4.4 pH.....	15
2.5 ATOS NORMATIVOS DO LANÇAMENTO DE EFLUENTES	15
2.5.1 Resolução CONAMA nº 430/2011 – Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes	16
2.5.2 Resolução CONSEMA nº 182/2021 – Diretrizes Para os Padrões de Lançamento de Esgotos Domésticos de Sistemas de Tratamento Públicos e Privados	16
2.5.3 Lei nº 14.675/2009 – Código Estadual do Meio Ambiente e outras providências .	17
2.5.4 Enunciado nº 01-IMA/SC – Parâmetros e Frequências Mínimos para Monitoramento de Esgotos Sanitários.....	18
2.6 NORMA BRASILEIRA	18

2.6.1	NBR 9648/1986 – Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário	18
2.6.1.1	Esgoto Sanitário.....	18
2.6.1.2	Esgoto Doméstico.....	18
2.6.2	NBR 9897/1987 – Planejamento de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores	18
2.6.3	NBR 9898/1987 – Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores.....	20
2.6.3.1	Condições gerais.....	21
2.6.3.1.1	<i>Emprego de técnicas adequadas</i>	<i>21</i>
2.6.3.1.2	<i>Transporte do material.....</i>	<i>21</i>
2.6.3.1.3	<i>Transporte da amostra</i>	<i>21</i>
2.7	EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO	23
2.8	VALIDAÇÃO DE DADOS.....	23
3	MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1	OBJETO DE ESTUDO.....	25
3.2	SELEÇÃO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE EFLUENTES.....	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1	FUNCIONAMENTO DAS ETE’S SELECIONADAS.....	29
4.2	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES A.....	30
4.2.1	Parâmetros do efluente tratado – ETE A.....	33
4.3	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES B.....	34
4.3.1	Parâmetros do efluente tratado – ETE B.....	36
4.4	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES C.....	37
4.4.1	Parâmetros do efluente tratado – ETE C.....	40
4.5	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES D.....	41
4.5.1	Parâmetros do efluente tratado – ETE D.....	44
4.6	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES E.....	45
4.6.1	Parâmetros do efluente tratado – ETE E.....	48
4.7	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES F.....	49
4.7.1	Parâmetros do efluente tratado – ETE F.....	52
4.8	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES G.....	53
4.8.1	Parâmetros do efluente tratado – ETE G.....	56
4.9	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES H.....	57
4.9.1	Parâmetros do efluente tratado – ETE H.....	60

4.10 CAPACIDADE DE PROJETO	61
4.11 ATENDIMENTO AOS PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES	64
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
5.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	67

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional somado à alta demanda de água pelos setores indústrias produzem um volume elevado de efluente que, combinado à falta de saneamento básico, principalmente em países subdesenvolvidos como o Brasil, cooperam para impactos ambientais e de saúde pública.

Atualmente, o meio ambiente mostra de forma prática e clara a necessidade de planejamento, ações que minimizem os impactos ambientais, atividades e atitudes sustentáveis, que tenham como prioridade o bem estar do ser humano e a qualidade do meio. A conscientização da sociedade de que na prática a sustentabilidade deve atender a necessidade do presente, de forma a não comprometer as necessidades das futuras gerações também são primordiais.

Falta de saneamento é um dos maiores problemas enfrentados pela população urbana, fato que gera consequências negativas para saúde, economia e para o meio ambiente da região. Fatores que algumas vezes são agravados pela falta de infraestrutura das cidades e falta de investimentos dos gestores.

O investimento em saneamento básico, incluindo a coleta e o tratamento de esgoto, não é a prioridade dos gestores, principalmente em regiões mais periféricas e nas zonas rurais.

Nuvolari (2003) afirma que a disposição adequada dos esgotos é essencial à proteção da saúde pública e do meio ambiente. São inúmeras as doenças que podem ser transmitidas pela falta da disposição adequada do esgoto sanitário.

Diante das condições gerais do saneamento ambiental no Brasil, é importante destacar a necessidade de buscar a universalização dos serviços de saneamento básico e de aumentar a qualidade dos mesmos, de modo a contribuir para melhorar a saúde e o bem-estar da população e tornar o meio ambiente mais saudável. As ações de saneamento reduzem a ocorrência de doenças e evitam danos ao ambiente, especialmente aos solos e corpos hídricos (IBGE, 2011).

O Instituto Trata Brasil (2018) conclui no seu estudo que 55% do esgoto gerado no Brasil, o que corresponde a 5,2 bilhões de metros cúbicos por ano, são despejados diretamente na natureza sem qualquer tipo de tratamento.

Além do baixo índice de esgoto tratado, existe a preocupação com a qualidade do efluente após a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). É de fundamental importância o conhecimento das características físico-química e biológicas do efluente. Assim, é possível determinar o melhor sistema de tratamento e dimensionar o mesmo para que a eficiência atinja os parâmetros das legislações vigentes.

Segundo Von Sperling (1996), eficiência, confiabilidade, disposição do lodo, requisitos de área, impactos ambientais, custos de operação, custos de implantação, sustentabilidade e simplicidade são aspectos importantes na seleção de sistemas de tratamento de esgotos. Cada sistema deve ser analisado individualmente, priorizando a melhor alternativa técnica e econômica.

Neste contexto é importante conhecer o desempenho das ETE's em funcionamento, seu regime de operação e manutenção da mesma e a variabilidade da qualidade do efluente antes da sua disposição final.

O presente trabalho visou avaliar a eficiência das Estações de Tratamento de Esgotos sanitários em condomínios residenciais e comerciais, operadas através da tecnologia de lodos ativados convencional e, ainda, avaliar o lançamento dos efluentes tratados quanto aos padrões de lançamentos de efluentes estabelecidos pelas legislações ambientais vigentes.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

- Avaliar a eficiência das Estações de Tratamento de Esgoto em condomínios residenciais e comerciais.

1.1.2 objetivos específicos

- Comparar os dados de projeto apresentados no memorial descritivo com os dados de monitoramento das ETE's;
- Avaliar a capacidade de projeto de cada ETE selecionada;
- Avaliar o atendimento das ETE's em estudo aos padrões de lançamento de efluentes;

1.2 PROBLEMA DA PESQUISA

As Estações de Tratamento de Efluentes utilizadas em grandes empreendimentos como condomínios residenciais e comerciais, incluindo aspectos de operacionalidade e manutenção, são realmente eficientes?

1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de ETE's em empreendimentos residenciais e comerciais no estado de Santa Catarina. Embora para tal estudo seja deveras importante a realização própria de coleta de amostras para análise laboratorial, foram utilizados relatórios de monitoramento prontos, de amostras coletadas por terceiros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A IMPORTÂNCIA DO SANEAMENTO

As modificações ambientais decorrentes dos processos antrópicos de ocupação dos espaços e de urbanização, que ocorrem em escala global, desde os séculos XIX e XX, acarretam na incapacidade de suporte dos ecossistemas naturais de atender a demanda do ser humano. O uso excessivo e desperdício de água, a geração de esgoto e efluentes contabilizam na soma dos fatores que estão afetando de modo significativo os recursos naturais. Objetivando conter a degradação do ambiente, são implantados sistemas de saneamento básico, como a coleta e tratamento de esgoto, tratamento de resíduos e incentivo de redução no consumo de água (PHILIPPI, 2005).

A sobrevivência humana e das demais espécies do planeta estão ameaçadas quando se reflete sobre as mudanças na quantidade, na distribuição e na qualidade dos recursos hídricos. O crescimento populacional desenfreado e o crescimento das atividades econômicas, tanto no meio urbano como no meio rural, podem ser citados como causas do elevado consumo e da degradação desses recursos (BORGES, GALBIATTI, & FERRAUDO, 2003).

Entre os séculos XIX e XX, o Brasil era conhecido no exterior por ser um local onde proliferavam epidemias de febre amarela, varíola e peste bubônica. No ano de 1857, no Brasil, foi implantada a primeira rede de esgotos do país, na cidade do Rio de Janeiro, onde um contrato firmado entre o Imperador D. Pedro II e uma empresa Inglesa (NUVOLARI, 2003).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2013) a cobertura de saneamento em 2011 foi de 64% e de acordo com os compromissos dos objetivos do milênio (ODM), cada país deve reduzir em 50% o déficit da área na coleta de esgoto até 2015. Até o final de 2011, havia 2,5 bilhões de pessoas que ainda não haviam tido acesso a instalações sanitárias melhoradas. A porcentagem de pessoas que defecam ao ar livre representa 15% da população global, a maioria (71%) vivem na zona rural, a qual não é atendida pelos serviços de saneamento. O Brasil se enquadra no grupo que caminha rapidamente para o cumprimento da ODM, mas precisa manter os níveis atuais de investimentos no setor.

2.2 SANEAMENTO AMBIENTAL

O saneamento ambiental tem por objetivo melhorar a condição de vida da população e do meio ambiente. Vai além do saneamento básico, envolve o abastecimento de água potável, coleta e disposição final de resíduos sólidos e líquidos, uso e ocupação do solo, drenagem urbana e controle de doenças transmissíveis (IBGE, 2011).

Diversos problemas ambientais estão associados à falta ou precariedade do saneamento, tais como: poluição ou contaminação na captação de água para o abastecimento humano, poluição de rios, lagos, lagoas, aquíferos, doenças, erosão acelerada, assoreamento, inundações frequentes, com as conseqüentes perdas humanas e materiais (IBGE, 2011).

Segundo a Organização Mundial da Saúde, cerca de 2 milhões de pessoas morrem a cada ano devido a doenças diarreicas, a maioria deles são crianças com menos de 5 anos de idade. Dentre os principais problemas responsáveis por esta situação estão: a falta de prioridade dada ao setor, a falta de recursos financeiros, a falta de sustentabilidade dos serviços de abastecimento de água e saneamento, precariedade sanitárias de locais públicos, incluindo hospitais, centros de saúde e as escolas. Proporcionar o acesso a água potável, a instalações sanitárias adequadas, são de grande importância para reduzir o índice de doenças causadas por esses fatores (OMS, 2013).

As escolas, em especial, as municipais são um serviço fundamental para a sociedade e, o saneamento destas é um fator importante pois, promove a saúde, a prevenção de doenças, de acidentes e o desenvolvimento de hábitos de higiene e devem satisfazer os requisitos de segurança, ambiente físico e saneamento básico (CARVALHO, 2003).

2.3 MEDIDAS PARA O SANEAMENTO

Para controlar a poluição da água são necessárias medidas preventivas e as fundamentais são: estabelecer exigências para o lançamento de efluentes em corpos d'água; implantação de sistema de coleta e tratamento de esgoto; coleta, destinação e tratamento adequado dos resíduos sólidos, controle do uso de fertilizantes e pesticidas; regulação do uso e ocupação do solo; e reutilização adequada da água (MOTA, 2008).

A cobertura da rede de coleta de esgotos vem se ampliando nas últimas décadas, porém, a construção das estações de tratamento de efluente não tem acompanhado esse ritmo, tendo como resultado negativo a degradação da maioria dos cursos d'água urbanos (PHILIPPI, 2005).

Os esgotos domésticos são compostos, na sua grande maioria, por matéria orgânica e, nos países desenvolvidos as técnicas mais utilizadas para sua decomposição ocorrer são por meios aeróbios (presença de oxigênio). Já no Brasil, pelo contrário, utilizam-se dos anaeróbios (ausência de oxigênio) (SANEPAR, 2005).

Para Sampaio e Gonçalves (1999), o estudo prévio à implantação de uma ETE deve ser realizado levando em consideração um grupo de opções viáveis, considerando os aspectos econômicos, financeiros, técnicos, ambientais e a realidade sociopolítica.

Piveli (2006) afirma que o tratamento dos efluentes é desenvolvido, principalmente, por processos biológicos, associados às operações físicas de concentração e separação de sólidos. Compreendendo as seguintes etapas: tratamento preliminar (gradeamento e desarenação), tratamento primário (floculação e sedimentação), tratamento secundário (processos biológicos) e tratamento avançado.

2.4 PRINCIPAIS PARÂMETROS DE QUALIDADE DOS EFLUENTES

É importante conhecer todos os processos e fases que concluem o tratamento de esgoto. Sperling (2005) afirma que o tratamento preliminar é responsável apenas pela remoção dos sólidos grosseiros, enquanto que o tratamento primário visa a remoção de sólidos sedimentáveis e, em decorrência, parte da matéria orgânica. No tratamento secundário o objetivo principal é a remoção da matéria orgânica e eventualmente nutrientes (nitrogênio e fósforo) e o tratamento terciário objetiva a remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis).

A Resolução CONAMA nº 430/2011 dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes e, além disso, complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357/2005, com regência nacional (CONAMA, 2011).

Segundo Von Sperling (2005), no tratamento preliminar os principais parâmetros relativos a esgotos predominantemente domésticos e que merecem destaque especial em face de sua importância são: sólidos; indicadores de matéria orgânica; nitrogênio; fósforo e indicadores de contaminação fecal.

2.4.1 Sólidos

Sólidos são todos os contaminantes da água, com exceção dos gases dissolvidos e, podem ser classificados de acordo com seu tamanho, suas características químicas e sua decantabilidade. Na classificação por tamanho, os sólidos podem apresentar-se como em suspensão (particulados) e dissolvidos (solúveis). Em relação às características químicas, os sólidos são submetidos a uma temperatura elevada, oxidando a fração orgânica (volatilizada), permanecendo após a combustão apenas a fração inerte a não oxidação. Determina-se assim, os sólidos voláteis, que é matéria orgânica e os sólidos fixos, que é a matéria inorgânica. Já os sólidos sedimentáveis, são capazes de sedimentar no período de 1 hora, e a fração que não se sedimentar representa os sólidos não sedimentáveis (VON SPERLING, 2005).

Quadro 1. Valores típicos de sólidos no esgoto doméstico bruto

Parâmetro	Carga per capita (g/inhab.d) faixa	Concentração (mg/L) faixa
Sólidos Totais	120-220	700-1350
Sólidos Suspensos	35-70	200-450
Sólidos Suspensos (fixos)	7-14	40-100
Sólidos Suspensos (voláteis)	25-60	165-350
Sólidos Dissolvidos	85-150	500-900
Sólidos Dissolvidos (fixos)	50-90	300-550
Sólidos Dissolvidos (voláteis)	35-60	200-350
Sólidos Sedimentáveis	-	10-20

Fonte: Von Sperling (2005).

2.4.2 Indicadores de Matéria Orgânica

2.4.2.1 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), um dos parâmetros mais importantes na medição da contaminação orgânica, indica a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria biologicamente. Pelo motivo de que a oxidação da matéria orgânica demora de 21 a 28

dias, o teste da DBO é realizado em 5 dias à 20°C, ou seja, determina-se a concentração de oxigênio dissolvido (OD) da amostra no dia da coleta e cinco dias após, e com a amostra mantida em um frasco fechado e incubada a 20°C, determina-se a nova concentração, já reduzida, devido ao consumo de oxigênio durante o período (VON SPERLING, 2005).

A diferença entre o teor de OD no primeiro dia e quinto dia representa o oxigênio consumido para a oxidação da matéria orgânica, sendo esta DBO₅ ou DBO padrão. Este teste é usado para avaliar a biodegradabilidade da matéria orgânica em um ambiente aeróbio, não sendo um bom indicativo para um ambiente anaeróbio (NUNES, 2012).

Um dos principais efeitos da poluição dos corpos d'água é o alto teor de oxigênio dissolvido, causado pela respiração dos microrganismos que se alimentam da matéria orgânica. A análise de DBO é muito importante para quantificar o teor de poluição orgânica, possibilitando assim, indicar o tratamento mais adequado, conduzindo o corpo hídrico em questão à estabilização da matéria orgânica biodegradável através de processos bioquímicos e consequentemente reduzindo a poluição local (VON SPERLING, 2005).

Quadro 2. Valores típicos de parâmetros de carga orgânica no esgoto doméstico bruto – DBO₅

Parâmetro	Carga per capita (g/inhab.d)	Concentração (mg/L)
	faixa	faixa
DBO ₅	40-60	250-400

Fonte: von Sperling (2005).

2.4.2.2 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente a matéria orgânica. Na realização do teste de DQO, além de degradar a matéria orgânica biodegradável, também é oxidada a matéria orgânica não biodegradável e outros componentes inorgânicos como sulfetos. Usado também para quantificar a matéria orgânica, principalmente em contato com substâncias tóxicas, sua análise é realizada entre 2 a 3 horas (CETESB, 2013).

A principal diferença entre a DBO e DQO é a oxidação, que na DQO corresponde a uma oxidação química da matéria orgânica, existindo uma relação entre os dois testes, que varia da

fonte do esgoto podendo ser bruto, líquido, doméstico e industrial, podendo então determinar qual o método de tratamento mais adequado a cada tipo de esgoto (VON SPERLING, 2005).

Caso a relação da DBO/DQO for baixa (< de 2,5) mostra fração biodegradável, indicado para tratamento biológico. Caso a relação for intermediária (entre 2,5 e 3,5) mostrando fração biodegradável baixa, indicando estudos para viabilidade do uso de tratamento biológico. E caso apresente relação elevada (> de 3,5 ou 4,0), a fração inerte (não biodegradável) é elevada, indicando tratamento físico-químico (VON SPERLING, 2005).

Quadro 3. Valores típicos de parâmetros de carga orgânica no esgoto doméstico bruto – DQO

Parâmetro	Carga per capita (g/inhab.d)	Concentração (mg/L)
	faixa	faixa
DQO	80-120	450-800

Fonte: von Sperling (2005).

2.4.2.3 Oxigênio Dissolvido (OD)

O parâmetro Oxigênio Dissolvido reflete a quantidade de oxigênio dissolvido no meio líquido, através de sua concentração em miligramas por litro. Esse parâmetro é de muita importância para organismos aeróbios. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias utilizam o oxigênio nos seus processos respiratórios, o que leva a causar a redução de sua concentração no meio líquido. E se, porventura, o oxigênio for totalmente consumido, tendo sua ausência e um meio anaeróbio, tem-se a geração de maus odores (FIORUCCI, 2005).

2.4.2.4 Nitrogênio

Também considerado um parâmetro, o Nitrogênio é um componente de grande importância em termos de geração e do próprio controle da poluição das águas, principalmente devido à aspectos como a poluição das águas, onde o nitrogênio serve como nutriente para crescimento de algas, conduzindo à eutrofização de lagos e represas e, também converte amônia em nitrito e deste a nitrato (nitrificação) e, assim, consumindo mais oxigênio dissolvido no corpo d'água, e na presença de amônia livre torna o ambiente tóxico aos seres aquáticos e pode provocar doenças ao ser humano (ESTEVES, 1998).

Outro aspecto é o tratamento de esgoto, onde o nitrogênio dá sustentabilidade para o crescimento dos microrganismos responsáveis pelo tratamento de esgoto. A ocorrência de desnitrificação causada pela conversão de nitrato a nitrogênio gasoso, que eventualmente possa ocorrer em uma estação de tratamento de esgoto implicando em economia de oxigênio e alcalinidade ou a deterioração da decantabilidade do lodo, devido à aderência de bolhas de nitrogênio aos flocos em sedimentação (VON SPERLING, 2005).

Quadro 4. Valores típicos de parâmetros de carga orgânica no esgoto doméstico bruto – Nitrogênio Total

Parâmetro	Carga per capita (g/inhab.d) faixa	Concentração (mg/L) faixa
Nitrogênio Total	6-10	35-60

Fonte: von Sperling (2005).

2.4.2.5 Fósforo

Também considerado um importante parâmetro, o Fósforo é um nutriente essencial para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica e também um nutriente para o crescimento das algas, podendo então, em algumas condições, conduzir a fenômenos de eutrofização de lagos e represas (MACEDO, 2001).

Nos esgotos domésticos o fósforo apresenta-se na forma de fosfato, tanto inorgânico (polifosfatos e ortofosfatos) tendo sua origem principal nos detergentes e outros produtos químicos domésticos e, também na forma orgânica (ligada a compostos orgânicos) de origem fisiológica (VYMAZAL, 2004).

Fósforo solúvel apresenta-se periodicamente na forma inorgânica, composta principalmente de polifosfatos e ortofosfatos, com acréscimo de uma pequena fração correspondente ao fósforo ligado à matéria orgânica solúvel dos esgotos. Fósforo particulado apresenta-se na forma orgânica, ligado à matéria orgânica particulada dos esgotos (VON SPERLING, 2005).

Quadro 5. Valores típicos de parâmetros de carga orgânica no esgoto doméstico bruto – Fósforo

Parâmetro	Carga per capita (g/inhab.d)	Concentração (mg/L)
	faixa	faixa
Fósforo	0,7-2,5	4-15

Fonte: von Sperling (2005).

2.4.2.6 Organismos indicadores de contaminação fecal

O parâmetro de organismos indicadores de contaminação fecal permite detectar agentes patogênicos em amostras coletadas de água e esgoto. Porém, para realizar a detecção destes agentes patogênicos em amostras de água é extremamente difícil, pelo fato de suas baixas concentrações, o que demanda o exame de grandes volumes das amostras, e as razões são várias, sendo uma delas que em uma população apenas uma determinada faixa apresenta doenças de veiculação hídrica e, nas fezes destes habitantes a presença de patógenos pode não ocorrer em elevada proporção. A presença de coliformes é geralmente considerada indicadora de más condições higiênicas e sanitárias (VASCONCELOS, 2006).

Este obstáculo pode ser solucionado através do estudo dos chamados organismos indicadores de contaminação fecal. Tais organismos são predominantemente não patogênicos, mas dão uma satisfatória indicação de quando uma água apresenta contaminação por fezes humanas ou de animais e da sua potencialidade de transmissão de doenças (CASCAIS, 2008).

Os organismos mais utilizados para tal finalidade são as bactérias do grupo coliformes totais e termotolerantes, pelo fato de que os coliformes apresentam resistência maior comparado às outras bactérias, sendo mais eficiente como indicadores de contaminação fecal. E as técnicas bacteriológicas para detecção de coliformes são rápidas e econômicas (VON SPERLING, 2005).

Os coliformes totais constituem um grande grupo de bactérias que têm sido isoladas de amostras de água e solos poluídos ou não poluídos, para detecção de fezes de humanos e animais. Também, foi bastante usado no passado como indicador e continua a ser usado em algumas áreas. Sendo entendidos como coliformes ambientais, os coliformes totais podem ser encontrados em águas e solos não contaminados, representando, portanto, outros organismos de vida livre, e não intestinal (GOMES, 2012).

2.4.2.6.1 *Escherichia coli*

A principal bactéria do grupo de coliformes fecais termotolerantes chama-se *Escherichia coli*, sendo abundante nas fezes humanas e de animais de sangue quente. Também encontrada em esgotos, efluentes tratados e águas naturais sujeitas a contaminação recente por atividades humanas, agropecuárias e animais. O método de detecção de *E. coli* é o único que dá garantia de contaminação exclusivamente fecal. Por estas razões, há uma tendência atual em se utilizar predominantemente *E. coli* como indicador de contaminação fecal. Embora, a sua detecção não dê garantia de que a contaminação seja humana, já que a *E. coli* pode ser encontrada em fezes de animais. Algumas espécies de *E. coli* são patogênicas, podendo causar diarreia e doenças extra intestinais (VASCONCELLOS, 2006).

Em tratamento de esgotos, estes organismos são usados como indicadores da eficiência de remoção de patógenos no processo de tratamento de esgoto (VON SPERLING, 2005).

Quadro 6. Valores típicos para microrganismos no esgoto doméstico bruto – *E. coli*

	Carga per capita (org/inhab.d)	Concentração (org/100 ml)
Microrganismo	faixa	faixa
<i>E. coli</i>	10 ⁹ -10 ¹²	10 ⁶ -10 ⁹

Fonte: von Sperling (2005).

2.4.3 Temperatura

A temperatura dos esgotos é, em geral, maior que a temperatura das águas de abastecimento, pois a contribuição de despejos domésticos teve suas águas aquecidas. Normalmente, a temperatura nos esgotos está acima da temperatura do ar, com exceção dos dias mais quentes do verão, quando o esgoto se situa na faixa de 20 a 25°C de temperatura (VON SPERLING, 2014).

A temperatura tem grande influência no tratamento de esgotos principalmente:

- Influência na atividade microbiana;
- Influência na solubilidade de gases;
- Influência na velocidade de reações químicas;
- Variação conforme as estações do ano, sendo mais estável que a temperatura do ar.

2.4.4 pH

O termo pH é utilizado universalmente para expressar a intensidade de uma condição ácida ou alcalina de uma solução ou, seu potencial hidrogeniônico (pH). Mede a concentração do íon hidrogênico ou sua atividade, importante em cada fase do tratamento, sendo referido frequentemente na coagulação, floculação, desinfecção e no controle de corrosão (RICHTER e AZEVEDO NETTO, 1991).

Nos sistemas de abastecimento ou tratamento de efluentes, águas com valores baixos de pH tendem a ser corrosivas ou agressivas a certos metais e paredes de concreto, enquanto águas com valor elevado de pH tendem a formar incrustações (DI BERNARDO e CENTURIONE FILHO, 2002).

O meio usual de se expressar a concentração de íon de hidrogênio é o pH, definido como logaritmo negativo da concentração de íon de hidrogênio (RICHTER e AZEVEDO NETTO, 1991).

- $\text{pH} = -\log_{10}(\text{H}^+)$

E para uma solução neutra:

- $\text{pH} = -\log_{10}(10^{-7}) = -(-7) \log_{10} = 7$

Equação 1. Cálculo de pH.

2.5 ATOS NORMATIVOS DO LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Na legislação brasileira, referente aos recursos hídricos, foi indispensável criar normas que regulamentassem a utilização destes recursos, visto que a água tem uma grande importância para o desenvolvimento de inúmeras atividades humanas. Ela abrange diversos segmentos da sociedade, como o uso industrial, companhias de saneamento e também produtores rurais. Desde o princípio a legislação adotada tem como objetivo a minimização dos impactos negativos causados pela poluição ambiental derivados da emissão de efluentes para corpos receptores (MIERZWA, 2005).

2.5.1 Resolução CONAMA nº 430/2011 – Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes

A Resolução nº 430, de 13 maio de 2011, dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes e, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do CONAMA.

Quadro 7. Padrões para o lançamento de efluentes - CONAMA nº 430/2011

Parâmetros	Valores máximos	Eficiência mínima	Faixa
DBO	120 mg/L	60%	-
Nitrogênio	20 mg/L	-	-
Óleos e Graxas	100 mg/L	-	-
Sólidos Sedimentáveis	1 ml/L	-	-
Temperatura	< 40°C	-	-
pH	9	-	5-9

Fonte: CONAMA (2011).

2.5.2 Resolução CONSEMA nº 182/2021 – Diretrizes Para os Padrões de Lançamento de Esgotos Domésticos de Sistemas de Tratamento Públicos e Privados

A Resolução CONSEMA nº 182, de 06 de agosto de 2021, dispõe sobre as condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de esgotos domésticos de sistemas de tratamento públicos e privados. Ainda, estabelece a listagem de parâmetros a serem monitorados nas Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários (ETE); estabelece as categorias de ETE em função de sua vazão de projeto; estabelece as frequências de amostragem para cada parâmetro a ser monitorado e os valores de monitoramento a serem atendidos para cada categoria de ETE e para cada período.

Também, conforme o Art. 5º, § 6º - Resolução CONSEMA 182/2021, para instalações com vazões de até 1,5 L/s, os parâmetros de lançamento deverão atender exclusivamente à Resolução CONAMA 430/2011.

Quadro 8. Padrões de lançamento até 2022

Parâmetro	Até 2022					
	ETE Categoria 1 1,5 < Q ≤ 5 L/s		ETE Categoria 2 5 L/s < Q ≤ 50 L/s		ETE Categoria 3 Q > 50 L/s	
	valor	frequência	valor	frequência	valor	frequência
pH	5 a 9	trimestral	5 a 9	bimestral	5 a 9	mensal
Temperatura (°C)	<40	trimestral	<40	bimestral	<40	mensal
DBO ₅ (mg/L)	90	trimestral	80	bimestral	80	mensal
DQO (mg/L)	250	mensal	220	mensal	220	mensal
Sólidos sedimentáveis (mL/L)	≤ 1	trimestral	≤ 1	bimestral	≤ 1	mensal
Óleos e graxas totais (mg/L)	75	trimestral	65	bimestral	50	mensal
Nitrogênio total (mg/L)	N/A	N/A	PA	bimestral	PA	mensal
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	N/A	N/A	PA	bimestral	PA	mensal
Fósforo total (mg/L)	4 ^(a)	trimestral	4 ^(a)	bimestral	4 ^(a)	mensal
<i>Escherichia coli</i>	N/A	N/A	PA	bimestral	PA	mensal

Fonte: CONSEMA (2021).

2.5.3 Lei nº 14.675/2009 – Código Estadual do Meio Ambiente e outras providências

A Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009, além de instituir o Código Estadual do Meio Ambiente, ressalvada a competência da União e dos Municípios, também estabelece normas aplicáveis ao Estado de Catarina, visando à proteção e à melhoria da qualidade ambiental no seu território.

Ainda, conforme o Art. 177 estabelece as condições, além das normas federais, para que efluentes possam ser lançados nos corpos d'água, exposto a seguir.

Quadro 9. Padrões de lançamento de efluentes - Lei nº 14.675/2009

Parâmetros	Valores máximos	Eficiência mínima	Faixa
DBO	60 mg/L	80%	-
Fósforo	4 mg/L	75%	-
Óleos e Graxas	30 mg/L	-	-
pH	9	-	6-9

Fonte: Código Estadual do Meio Ambiente (2009).

2.5.4 Enunciado nº 01-IMA/SC – Parâmetros e Frequências Mínimos para Monitoramento de Esgotos Sanitários

Ato normativo do Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA/SC), através do qual foram estabelecidos os parâmetros e frequências mínimos para o monitoramento de esgotos sanitários tratados em sistemas públicos de tratamento e outras modalidades, além das atividades listadas pela Resolução CONSEMA nº 98/2017 que estão sujeitas ao estabelecido.

2.6 NORMA BRASILEIRA

A Norma Brasileira, mais popularmente conhecida pela abreviação NBR, trata-se de um conjunto de normas e diretrizes de caráter técnico que tem como função padronizar processos para a elaboração de produtos e serviços no Brasil. Essas normas são elaboradas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

2.6.1 NBR 9648/1986 – Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário

2.6.1.1 Esgoto Sanitário

A norma NBR 9648, de novembro de 1986, define como esgoto sanitário o despejo de líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária.

2.6.1.2 Esgoto Doméstico

A NBR 9648, de novembro de 1986, define como esgoto doméstico o despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas.

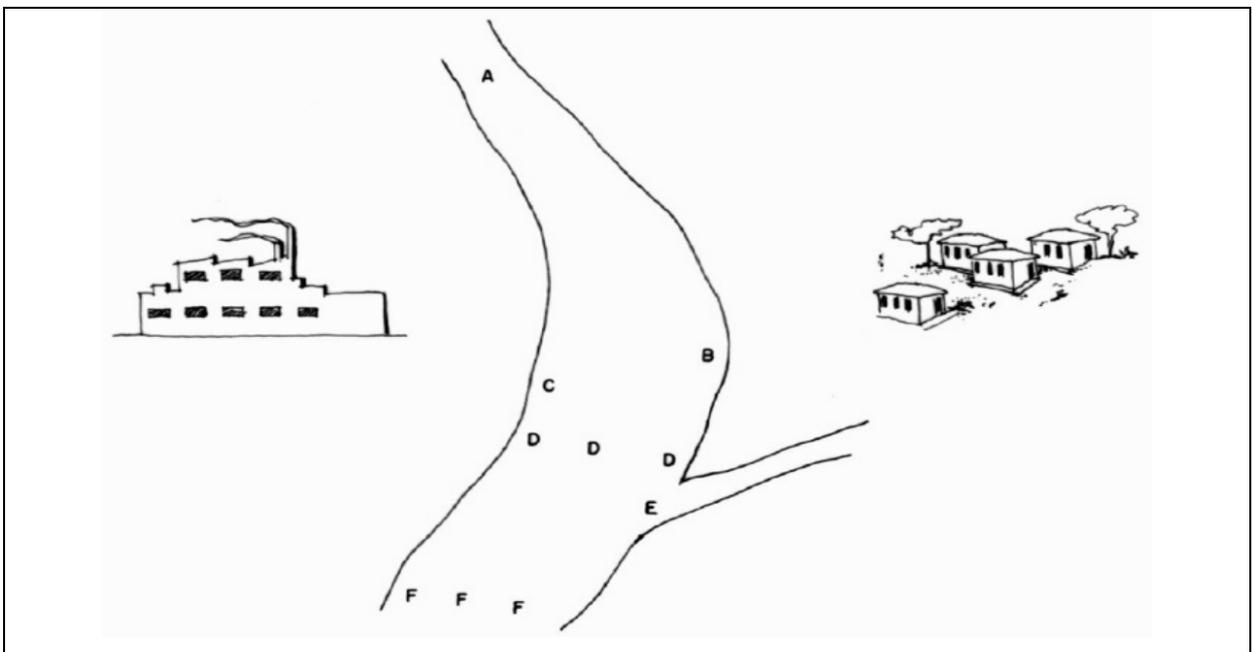
2.6.2 NBR 9897/1987 – Planejamento de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores

A norma NBR 9897, de junho de 1987, fixa as condições exigíveis para a elaboração de planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos de água receptores, incluindo a definição dos pontos de frequência de amostragem.

Conforme o capítulo 6 – Seleção de pontos de frequência de amostragem, seção 6.5 – Efluentes domésticos e industriais, frequentemente é necessário a amostragem de efluentes de unidades de tratamento de esgotos domésticos, de águas residuárias industriais ou a caracterização destes efluentes, antes do seu lançamento no corpo receptor. As regras que determinam a frequência da amostragem estão condicionadas ao tipo de processo empregado, regime de produção, usos da água e capacidade de autodepuração, enfim, às razões determinantes do estudo e/ou controle. Nos casos em que ocorre pouca variação nas características do efluente, são necessárias poucas amostras, mas, em situação oposta, a caracterização e/ou controle devem ser intensos. O número de amostras analisadas deve ser suficiente para fornecer dados estatisticamente representativos, tanto no aspecto físico e químico, como no microbiológico (ABNT, 1987).

Conforme o capítulo 7 – Parâmetros a serem determinados, os parâmetros a serem determinados são os previstos na legislação federal e estadual em vigor. No critério de seleção de parâmetros, devem ser levados em consideração os objetivos dos estudos e os dados provenientes do diagnóstico das causas que podem comprometer a qualidade ambiental (ABNT, 1987).

Figura 1. Localização de amostragem em cursos d'água



Fonte: ABNT, 1987.

Legenda: A – a montante da área em estudo;

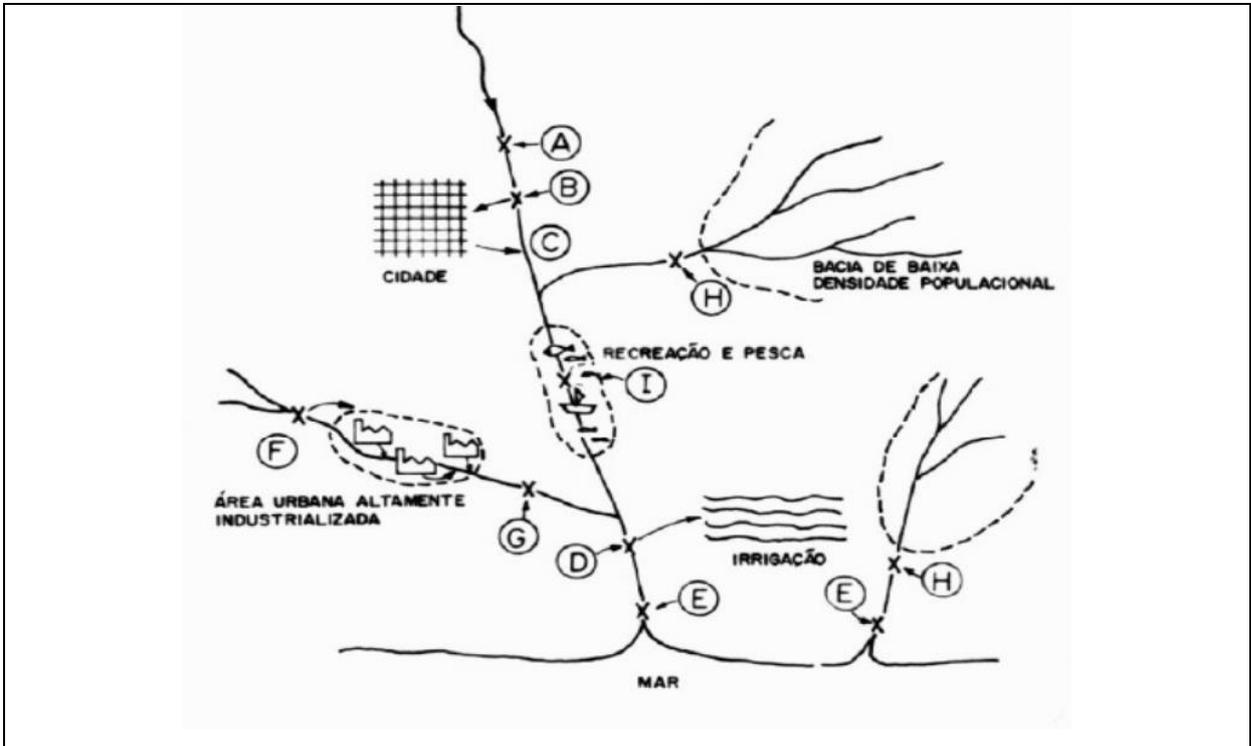
B – a jusante de fontes poluidoras agrícolas;

C – em descargas poluidoras no ponto de lançamento no corpo receptor;

D – pontos múltiplos a jusante dos lançamentos, para verificar a mistura dos mesmos no sentido lateral;

- E – amostragem de tributários, na área de sua desembocadura no corpo receptor;
 F – monitoramento a jusante do tributário, após sua mistura no corpo receptor.

Figura 2. Localização de pontos de amostragem em rios



Fonte: ABNT, 1987.

- Legenda: A – limite político-administrativo;
 B – captação de água para consumo humano;
 C – descarga urbana;
 D – captação de água para irrigação;
 E – lançamento em estuário;
 F – montante de área urbana altamente industrializada;
 G – jusante de área urbana altamente industrializada;
 H – contribuições de sub-bacias;
 I – zonas de recreação e pesca.

2.6.3 NBR 9898/1987 – Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores

A norma NBR 9898, de junho de 1987, fixa as condições exigíveis para a coleta e a preservação de amostras e de efluentes líquidos domésticos e industriais e de amostras de água, sedimentos e organismos aquáticos dos corpos receptores interiores superficiais.

2.6.3.1 Condições gerais

2.6.3.1.1 *Emprego de técnicas adequadas*

Conforme o capítulo 4 – condições gerais, seção 4.1.2 – emprego de técnicas adequadas, a coleta e a preservação das amostras devem ser feitas com uso de técnicas adequadas, sem o que os resultados podem não refletir as condições do momento em que a coleta foi realizada; 4.1.3 – uso de pessoal habilitado: sendo a coleta parte integrante do processo analítico e sua execução contribuindo decisivamente para os resultados, o elemento designado para efetuar-la deve estar devidamente treinado sobre as técnicas de amostragem e preservação, medidas de segurança, manuseio dos equipamentos usados em campo, conhecimento da localização exata dos pontos de amostragem e registro de condições atípicas nos referidos locais (ABNT, 1987).

2.6.3.1.2 *Transporte do material*

Conforme o capítulo 4 – condições gerais, seção 4.2.3 – transporte do material, cuidado especial deve ser tomado no transporte da frascaria, equipamentos e reagentes, a fim de evitar respectivamente quebras, danos e derramamentos. Para o transporte de reagentes e frascos de amostras vazios, recomenda-se utilizar uma caixa com engradado que permita o encaixe firme e seguro dos frascos. Equipamentos sensíveis devem ser mantidos em compartimentos revestidos para que o efeito das vibrações seja reduzido durante o transporte. Motores, caixas e outros equipamentos pesados devem ser fixados no interior do veículo, impedindo assim que deslizem ou vibrem (ABNT, 1987).

2.6.3.1.3 *Transporte da amostra*

Conforme o capítulo 4 – Condições Gerais, seção 4.8 – Transporte da Amostra, uma vez coletada, a amostra deve ser transportada até o laboratório, garantindo sua integridade e preservação, e no tempo necessário para que sua análise ocorra dentro do prazo de validade da preservação (ABNT, 1987).

O quadro 10. Parâmetros físico-químicos, extraído da NBR 9898/1987, apresenta os tipos de frascos para coletas de amostras, o volume mínimo que deve ser coletado de acordo com cada parâmetro, a forma de preservação da amostra e o prazo limite de análise da amostra.

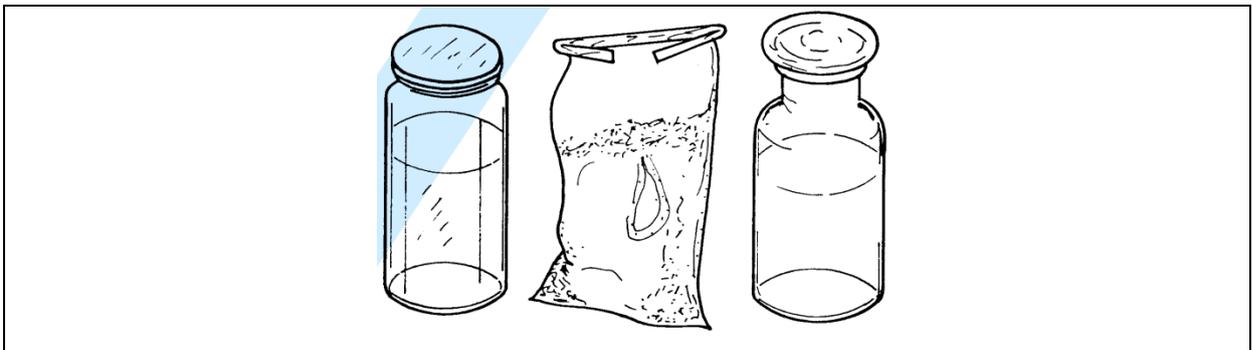
Quadro 10. Parâmetros físico-químicos

Parâmetro	Tipo de frasco	Volume mínimo	Preservação	Prazo para análises
DBO	P, V	2000 mL	Refrigerar a 4°C	7 dias
DQO	P, V	100 mL	H ₂ SO ₄ conc. Até pH<2 Refrigerar a 4°C	7 dias
Fósforo Total	V	200 mL	H ₂ SO ₄ conc. Até pH<2 Refrigerar a 4°C	28 dias
Nitrogênio Total	P, V	1000 mL	H ₂ SO ₄ conc. Até pH<2 Refrigerar a 4°C	7 dias
Óleos e Graxas	V, boca larga	1000 mL	HCl ou H ₂ SO ₄ conc. Até pH<2	28 dias
Oxigênio Dissolvido	V	300 mL	2 mL sol. Sulfato manganoso e 2 mL sol. Álcali iodeto-azida	8h
pH	P, V	200 mL	Refrigerar a 4°C	6h
Resíduos Sedimentados	P, V	1000 mL	Refrigerar a 4°C	7 dias

Fonte: ABNT, 1987.

Legenda: P – polietileno; V – vidro borossilicato.

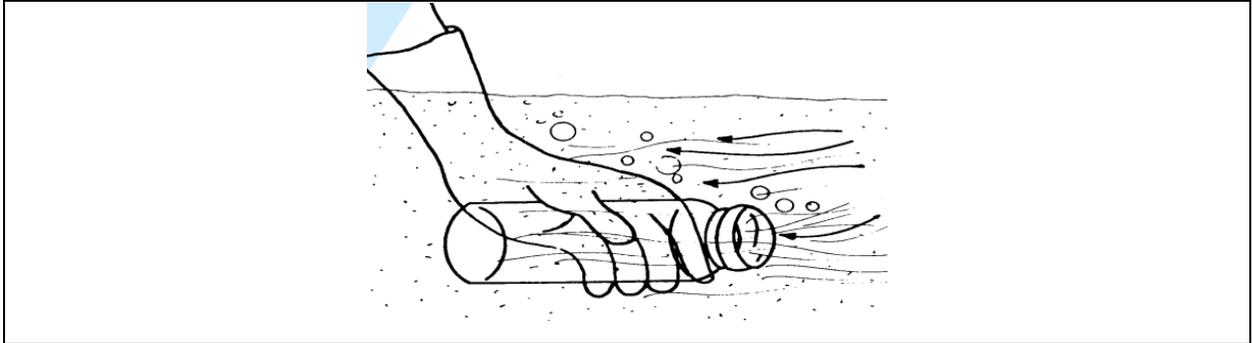
A figura 3 apresenta ilustração de como devem ser os recipientes a serem utilizados para a coleta de amostras, de acordo com a NBR 9898/1987.

Figura 3. Recipientes para coleta de amostras

Fonte: ABNT, 1987.

A figura 4 ilustra como deve ser realizada a coleta manual de amostras em efluentes superficiais.

Figura 4. Coleta manual



Fonte: ABNT, 1987.

2.7 EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO

A eficiência de um sistema de tratamento é determinada pela remoção de nutrientes como Fósforo e Nitrogênio e estabilização da matéria orgânica no efluente tratado em relação ao efluente bruto. Para se obter o índice de eficiência do tratamento devem ser comparados os parâmetros físico-químicos do efluente bruto com o efluente tratado. O cálculo foi realizado através da equação descrita abaixo.

$$\bullet \quad E_{\%} = \left(\frac{\text{Efluente bruto} - \text{Efluente tratado}}{\text{Efluente bruto}} \right) \times 100\%$$

Equação 2. Cálculo de eficiência.

2.8 VALIDAÇÃO DE DADOS

Com foco em obter resultados assertivos e confiáveis para este estudo e admitindo a possibilidade de falhas no procedimento de amostragem, antes da realização das análises, interpretações e considerações, os dados de monitoramento foram submetidos a critérios de validação, filtrando assim os dados relevantes e confiáveis.

Com base em consulta às literaturas de Jordão (2005) e Marcos von Sperling (2005), foi elaborado o Quadro 11, que apresenta um levantamento dos valores típicos para concentração de parâmetros de carga orgânica em esgoto doméstico bruto demonstrados por ambas as

literaturas, e assim foram estipulados valores mínimos e máximos de concentração para serem reconhecidos e validados como uma amostra confiável para ser estudada.

Quadro 11. Valores típicos para concentração de parâmetros de carga orgânica em esgoto doméstico bruto

	Autor	De	Até
DBO	Jordão	100 mg/L	400 mg/L
	von Sperling	250 mg/L	400 mg/L
Fósforo	Jordão	5 mg/L	20 mg/L
	von Sperling	4 mg/L	15 mg/L
Nitrogênio	Jordão	20 mg/L	85 mg/L
	von Sperling	35 mg/L	60 mg/L

Fonte: Jordão, 2005 e von Sperling, 2005.

Conforme visto, a NBR 9.897 (ABNT, 1987), NBR 9.898 (ABNT, 1987) e Enunciado nº 01-IMA/SC, além de disporem sobre padrões e condições de amostragem em efluentes líquidos e corpos d'água receptores, também dispõem sobre a forma correta de realização da amostragem, seu armazenamento e também o transporte do material.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 OBJETO DE ESTUDO

O presente trabalho de pesquisa teve por finalidade a avaliação dos dados gerados pelo acompanhamento de análises físico-químicas de 08 (oito) Estações de Tratamento de Efluentes (ETE's) em empreendimentos residenciais e comerciais. Seu objetivo será avaliar os efluentes domésticos de empreendimentos residenciais e comerciais, bem como a eficiência das ETE's destes empreendimentos, na Grande Florianópolis e municípios no estado de Santa Catarina.

O material de estudo foi composto por um banco de dados com laudos laboratoriais de análises físico-químicas de coletas de amostras dos efluentes bruto e tratado, na entrada e saída de cada uma das ETE's dos empreendimentos selecionados para estudo.

De posse de todos os laudos laboratoriais mensais, referente aos meses pré-determinados, os resultados foram planilhados de forma a possibilitar a macro análise e a comparação entre os mesmos, a fim de identificar as possíveis diferenças e semelhanças entre os efluentes analisados. Tal análise, a partir de uma série de dados, foi realizada com a observação de curvas de tendência, acréscimos ou decréscimos de concentrações ao longo dos meses por exemplo, diferença das médias padrão observadas dentre as ETE's estudadas e, confrontação destas interpretações técnicas com as bibliografias e os limites que as legislações ambientais vigentes estabelecem.

A escolha das datas que foram realizadas coletas de amostras do efluente bruto e tratado, as quais foram encaminhadas ao laboratório para análises, devem seguir o estabelecido de acordo com o Enunciado nº 01/2018 do Instituto do Meio Ambiente em Santa Catarina (IMA-SC), que exige que coletas para análise sejam realizadas num intervalo de 60 dias, sendo assim, um mês sim e outro mês não, em sequência. Assim, são realizadas 6 coletas no período de 1 ano. A partir disto, o estudo realizado baseou-se nos dados obtidos a partir do resultado das análises de amostras para o período entre os anos de 2018 e 2021.

Para o correto andamento e obtenção dos resultados desejados, foram consultados bibliografias e autores de referência para este campo de estudo, buscando identificar os parâmetros de qualidade de efluentes mais importantes para sua avaliação.

Dos parâmetros encontrados, em literaturas como Jordão (2005) e von Sperling (2005), foram selecionados para estudos os parâmetros de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO),

Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal Total, Óleos e Graxas, Oxigênio Dissolvido, pH e Temperatura.

A partir do embasamento teórico e troca de informações com profissionais da área, deve ser avaliado se as ETE's encontram-se com a sua eficiência e lançamento em acordo com os padrões estabelecidos pela legislação e, ainda, verificado se foram corretamente dimensionadas de modo a atender os valores de projeto apresentados no Memorial Descritivo.

3.2 SELEÇÃO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

Foram selecionados 08 (oito) ETE's a serem estudadas, das quais 04 (quatro) fazem parte de condomínios residenciais, e 04 (quatro) fazem parte de empreendimentos comerciais, como escolas e centros empresariais. Para seleção, foram utilizados critérios de semelhança entre os sistemas de tratamento de efluentes, ou seja, que disponham de sistemas com método e operacionalidade em comum. Para tal seleção e desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados os relatórios de monitoramento de cada uma das ETE's e o Memorial Descritivo de Projeto de cada uma.

Após a seleção e análise dos dados obtidos, foi decidido manter em sigilo o nome e endereço de cada um dos empreendimentos por razões de ética e privacidade. Assim, optou-se por utilizar letras do alfabeto, de A até H, como codinomes para fazer referência aos empreendimentos e ETE's alvos deste estudo.

A ETE A faz parte de um condomínio residencial com população de 1.400 pessoas, apresenta vazão média de 3,1 l/s, utiliza sistema de Lodos Ativados convencional e encontra-se localizada no centro do município de Penha/SC.

A ETE B faz parte de um condomínio residencial com população de 260 pessoas, apresenta uma vazão média de 0,40 l/s, utiliza sistema de Lodos Ativados convencional e encontra-se localizada no município de Balneário Piçarras/SC.

A ETE C faz parte de um condomínio residencial com população de 792 pessoas, apresenta uma vazão média de 1,8 l/s, utiliza sistema de Lodos Ativados convencional e encontra-se localizada no centro do município de Balneário Piçarras/SC.

A ETE D faz parte de um condomínio residencial com população de 481 pessoas, apresenta uma vazão média de 1,1 l/s, utiliza sistema de Lodos Ativados convencional e encontra-se localizada no município de Palhoça/SC, na Grande Florianópolis.

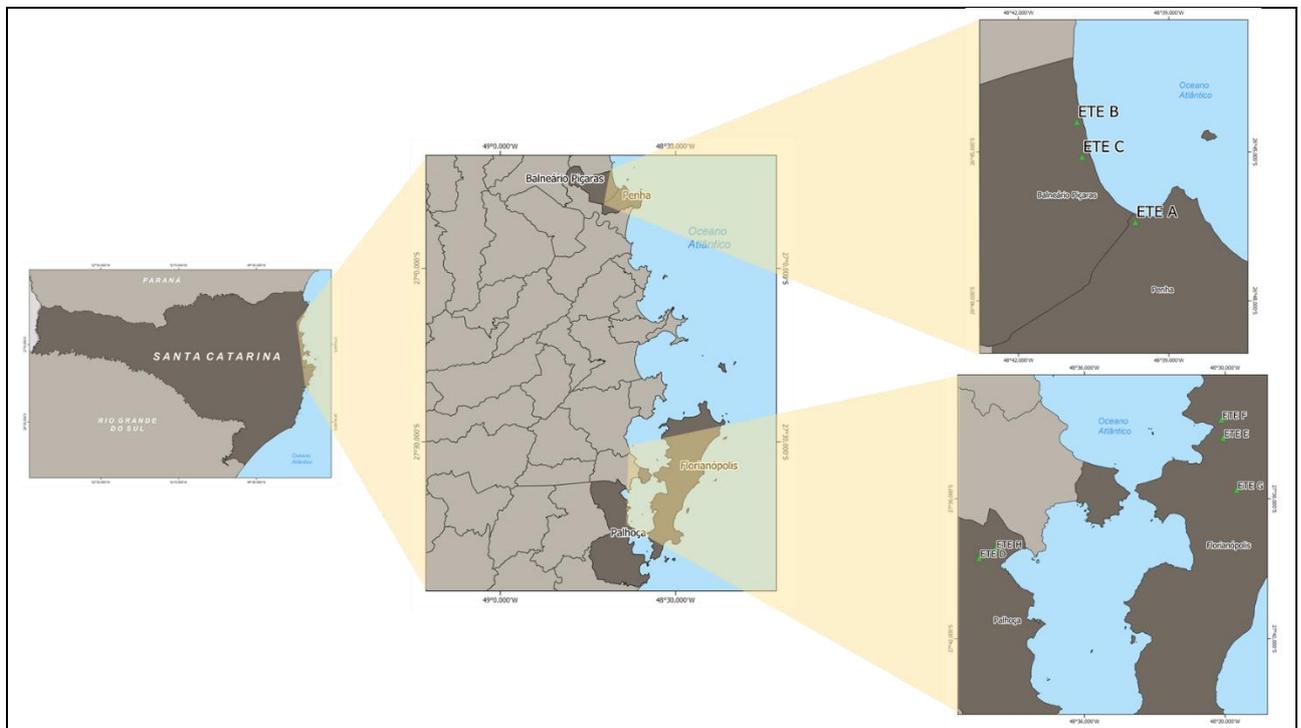
A ETE E faz parte de um empreendimento comercial, utilizado como uma grande loja de móveis e decoração, com população de 146 pessoas, apresenta uma vazão média de 0,2 l/s, utiliza sistema de Lodos Ativados convencional e encontra-se localizada no município de Florianópolis/SC.

A ETE F faz parte de um empreendimento comercial, utilizado para fabricação e comércio de alimentos, com população de 20 pessoas, apresenta uma vazão média de 0,2 l/s, utiliza sistema de Lodos Ativados convencional e encontra-se localizada no município de Florianópolis/SC.

A ETE G faz parte de um empreendimento comercial, utilizado para funcionamento de uma instituição de ensino, com população de 960 pessoas, apresenta uma vazão média de 0,9 l/s, utiliza sistema de Lodos Ativados convencional e encontra-se localizada no município de Florianópolis/SC.

A ETE H faz parte de um empreendimento comercial, utilizado como centro de distribuição direta de uma indústria cervejeira, com população de 500 pessoas, apresenta uma vazão média de 0,5 l/s, utiliza sistema de Lodos Ativados convencional e encontra-se localizada no município de Palhoça/SC, na Grande Florianópolis.

Figura 5. Localização aproximada das ETE's selecionadas



Fonte: Autor (2021).

Ainda, com base no memorial descritivo de cada uma das ETE's estudadas, foram levantados os dados de projeto considerados para os cálculos de vazão, volume dos tanques, produção de lodo, tempo de residência, demanda carbonácea, necessidade de ar, dimensões de tubulação, entre outros cálculos de projeto para estrutura e funcionamento da ETE.

O Quadro 12. Dados de projeto de cada ETE, apresenta levantamento dos dados de projeto, apresentados no memorial descritivo, referentes à cada uma das ETE's estudadas, incluindo dados de número da população atendida, vazão média de projeto e os parâmetros de qualidade do efluente considerados.

Quadro 12. Dados de projeto de cada ETE

Unid.	Uso	População	Vazão média (l/s)	DBO (mg/L)		Fósforo (mg/L)		Nitrogênio (mg/L)		pH	Temp. (°C)
				entrada	saída	entrada	saída	entrada	saída		
A	Residencial	1400	3,1	320,00	20,00	12,00	2,10	50,00	15,58	6-9	20-36
B	Residencial	260	0,4	400,00	40,00	-	-	50,00	20,00	6-9	-
C	Residencial	792	1,8	320,00	20,00	12,00	2,29	50,00	15,58	6-9	20-36
D	Residencial	481	1,1	320,00	60,00	-	4,00	50,00	20,00	6-9	21-31
E	Comercial	146	0,2	400,00	20,00	-	-	-	-	6-9	-
F	Comercial	20	0,2	320,00	20,00	-	-	-	-	6-9	20-36
G	Comercial	960	0,9	320,00	20,00	12,00	2,29	54,00	11,57	6-9	20-36
H	Comercial	500	0,5	320,00	20,00	12,00	2,10	138,00	16,00	6-9	20-36

Fonte: Autor (2021).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o presente estudo foram utilizados dados de uma série histórica entre os anos de 2018 e 2021, contemplando dados mensais de monitoramento de Estações de Tratamento de Efluentes Domésticos em empreendimentos residenciais e comerciais.

Foram selecionadas 08 Estações de Tratamento de Efluentes (ETE's) responsáveis pelo recebimento e tratamento de esgotos domésticos, ligadas à empreendimentos de uso residencial ou comercial. Por critérios metodológicos de estudo, avaliação, interpretação e comparação dos dados, todas as ETE's selecionadas para este trabalho são operadas pelo sistema de Lodos Ativados, ou seja, são operadas pelo processo de tratamento biológico aeróbio, envolvendo a recirculação do lodo biológico com atividade microbiológica, comumente chamada de lodo ativado.

Os efluentes líquidos a serem tratados, definido pela NBR 9648 (ABNT, 1986) como esgoto doméstico, são constituídos pelo despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas.

4.1 FUNCIONAMENTO DAS ETE'S SELECIONADAS

O sistema de lodo ativado convencional utilizado nas ETE's estudadas é formado por um Tanque de Retenção de Sólidos, um Tanque Anóxico, para auxiliar a eficiência na remoção de nutrientes como Fósforo e Nitrogênio, finalizando assim com o pré-tratamento.

No Tanque de Aeração é onde ocorre o tratamento propriamente dito com a formação da massa microbiana. O operador deverá manter o pH entre 6,5 e 7,5 e Oxigênio Dissolvido em torno de 2,5 e 3,0mg/L. Desta unidade, com o lodo totalmente em suspensão, o efluente segue ao Decantador.

O Decantador é a unidade responsável pela separação da massa microbiana formada com o líquido clarificado. O seu dimensionamento é importante, para que não tenha um tempo de retenção muito longo, conseqüentemente podendo ocasionar odores desagradáveis e aumento da carga orgânica devido ao tempo de contato com o lodo sedimentado. Parte do lodo sedimentado no decantador segue automaticamente para o Tanque de Aeração, com a finalidade de reduzir fósforo e outros nutrientes a níveis tolerados pelas legislações.

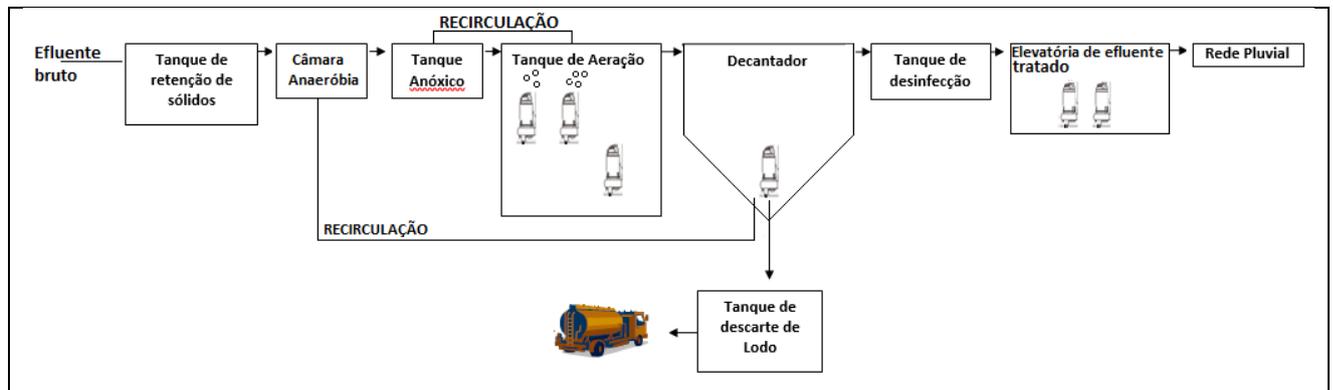
O líquido clarificado proveniente do Decantador segue para um Tanque de Desinfecção que tem a finalidade de eliminar a quantidade de patógenos causadores de doenças hídricas para então ser lançado ao corpo receptor. O dimensionamento é baseado em um tempo de contato

de 60 minutos. A cloração é obtida pelo desgaste de pastilha de Hipoclorito de Cálcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) em contato com o fluxo do efluente tratado.

A ETE ainda possui um tanque para o lodo descartado que tem a finalidade de receber o lodo gerado em excesso no sistema de tratamento. A mesma bomba utilizada para retorno do lodo, após uma inversão de registros, fará o descarte do lodo excessivo para este tanque. Quando a capacidade volumétrica for totalmente utilizada, o lodo depositado deverá ser retirado com caminhão limpa fossa.

A Figura 5 apresenta fluxograma de ilustração das etapas de tratamento de uma ETE, desde a entrada do efluente bruto até a saída do efluente com o seu lançamento sendo realizado no corpo d'água receptor, neste exemplo a rede pluvial.

Figura 6. Fluxograma de funcionamento das ETE's selecionadas.



Fonte: Autor (2021).

4.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES A

A ETE A faz parte de um condomínio residencial com população de 1.400 pessoas, apresenta vazão média de 3,1 l/s, utiliza sistema de Lodos Ativados convencional e encontra-se localizada no centro do município de Penha/SC.

O Quadro 13 apresenta o relatório de monitoramento dos parâmetros de qualidade dos efluentes na entrada e saída da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).

Quadro 13. Dados de monitoramento - ETE A

Ano	Mês	DBO (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)			Óleos e Graxas	OD	pH	Temp. (°C)
		Entrada	Saída	Eficiência	Entrada	Saída	Eficiência	Entrada	Saída	Eficiência				
2020	Janeiro	644,0	47,4	93%	11,9	0,7	94%	84,0	4,4	95%	5,0	3,1	7,0	25,0
	Março	215,2	34,8	84%	0,7	0,2	67%	89,0	32,9	63%	13,0	3,9	7,1	26,6
	Maiο	92,0	25,4	72%	2,2	1,4	36%	71,7	13,7	81%	12,0	3,1	7,2	24,8
	Julho	472,0	27,1	94%	4,6	2,7	41%	54,1	11,9	78%	7,0	2,9	6,6	18,2
	Setembro	464,0	71,0	85%	5,4	5,3	3%	77,7	15,9	80%	6,7	1,7	6,8	28,0
	Novembro	1454,2	73,1	95%	9,5	5,4	44%	32,2	7,0	78%	5,0	1,1	7,2	24,4
2021	Janeiro	1155,8	12,7	99%	8,4	2,6	70%	72,8	15,9	78%	5,0	1,9	7,0	25,7
	Março	1098,3	43,7	96%	8,3	3,4	60%	60,0	3,1	95%	5,0	1,5	6,8	26,5
	Maiο	649,0	64,0	90%	5,6	5,4	4%	39,0	46,0	18%	25,9	0,6	7,2	26,0
	Julho	1444,0	52,0	96%	4,8	2,1	55%	36,2	24,6	32%	10,0	1,1	6,8	21,4
	Setembro	622,9	48,6	92%	10,6	2,9	72%	128,1	52,6	59%	10,0	1,3	7,2	24,5

Fonte: Autor (2021).

Com base na literatura, foram validadas as coletas realizadas cujo a concentração de entrada encontrada para o parâmetro de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi de 100 a 400 mg/L – destacado na Quadro 13. Adverte-se que, considerando que o número de amostras analisadas deve ser suficiente para fornecer dados estatisticamente representativos (NBR 9897/1987), para os relatórios de monitoramento cujo um número reduzido de amostras analisadas foi aprovado pelo critério de validação, foi admitido uma faixa de tolerância maior aos valores em que baseou-se a validação.

Com relação às demais coletas, que apresentaram concentração de DBO na entrada da ETE fora da margem encontrada na literatura, optou-se por não serem validadas e, conseqüentemente, não utilizadas para os cálculos de médias e tendências, bem como interpretação e análise dos dados, devido à baixa confiabilidade dos dados apresentados, uma vez que possivelmente não foram seguidos corretamente os métodos e procedimentos descritos nas normas e diretrizes.

Ainda, com foco na obtenção de dados estatisticamente representativos (NBR 9897/1987), a partir dos dados de monitoramento da ETE A apresentados, foram calculados os valores médios de apresentação dos parâmetros para o mesmo período, apresentado no Quadro 14.

Quadro 14. Valores médios - ETE A

DBO (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)			Óleos e Graxas (mg/L)	OD (mg/L)	pH	Temp. (°C)
Entrada	Saída	Eficiência	Entrada	Saída	Eficiência	Entrada	Saída	Eficiência				
310,8	39,6	84%	5,0	4,0	22%	73,1	18,6	75%	9,7	2,9	6,9	24,4

Fonte: Autor (2021).

Com relação aos Valores médios (Quadro 14), calculados a partir dos dados de monitoramento, em comparação aos Dados de Projeto (Quadro 12), apresentados no memorial descritivo da ETE A, pode ser observado que:

- Para DBO de entrada, obteve-se de acordo com os dados de projeto;
- Para DBO de saída, obteve-se em desacordo com os dados de projeto;
- Para Fósforo Total de entrada, obteve-se de acordo com os dados de projeto;
- Para Fósforo Total de saída, obteve-se em desacordo com os dados de projeto;
- Para Nitrogênio Total de entrada, obteve-se desacordo com os dados de projeto;
- Para Nitrogênio Total de saída, obteve-se desacordo com os dados de projeto;
- Para o parâmetro de pH, obteve-se em acordo com os dados de projeto;
- Para o parâmetro de Temperatura, obteve-se em acordo com os dados de projeto;

Para os parâmetros de Óleos e Graxas e Oxigênio Dissolvido, não foram encontrados dados no Memorial Descritivo considerados para projeto. Em resumo, o Quadro 15 apresenta um relatório do comparativo entre os dados de projeto, extraídos do Memorial Descritivo, e os valores médios dos dados de monitoramento.

Quadro 15. Comparativo - Dados de projeto e monitoramento – ETE A

	DBO			Fósforo Total			Nitrogênio Total			pH	Temp. (°C)
	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência		
Dados de Projeto	320,0	20,0	94%	12,0	2,1	83%	50,0	15,6	69%	6-9	20-36
Dados de monitoram.	310,8	39,6	84%	5,0	4,0	22%	73,1	18,6	75%	7	24,4

ACORDO	EXCEDENTE	∨	ACORDO	EXCEDENTE	∨	EXCEDENTE	EXCEDENTE	^	ACORDO	ACORDO
--------	-----------	---	--------	-----------	---	-----------	-----------	---	--------	--------

Fonte: Autor (2021).

4.2.1 Parâmetros do efluente tratado – ETE A

Por tratar-se de ETE com vazão de 3,1 L/s, e, acima de 1,5 L/s, a mesma enquadra-se em “ETE Categoria 1” (Quadro 8) de acordo com a Resolução CONSEMA nº 182 e, portanto, deve atender os padrões de lançamento dispostos nesta. Comparando os dados de monitoramento e os padrões de lançamento exigidos pela legislação, pode ser observado que:

- Para DBO de saída, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para eficiência mínima de remoção de DBO, obteve-se em acordo;
- Para Nitrogênio Total de saída, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para Óleos e Graxas de saída, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para o parâmetro de pH, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para o parâmetro de Temperatura, obteve-se acordo com a legislação vigente.

O valor médio de lançamento para o parâmetro de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi de 39,6 mg/L e, portanto, em acordo com a legislação vigente.

Para o parâmetro de Fósforo Total, obteve-se o valor médio de 4,0 mg/L. Não há padrão de lançamento para este parâmetro nas legislações ambientais vigentes – CONAMA 430/2011 e CONSEMA 182/2021, mas considerando a Lei Estadual nº 14.675, que estipula o limite de 4,0 mg/L para o lançamento de Fósforo Total, temos que a ETE A apresentou-se em acordo.

Para o parâmetro de Nitrogênio Total, a ETE A apresentou valor médio de concentração de lançamento de 18,6 mg/L apresentando-se em acordo com a legislação vigente – CONAMA nº 430/2011, que estipula o limite de concentração de lançamento de 20,0 mg/L.

Para os demais parâmetros de lançamento, Óleos e Graxas, pH e Temperatura, os valores médios apresentaram-se em acordo com as legislações vigentes. Para o parâmetro de Oxigênio Dissolvido, não foram encontrados padrões de lançamento.

Quadro 16. Comparativo - Dados de monitoramento e legislação – ETE A

	DBO (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)			Óleos e Graxas (mg/L)	pH	Temp. (°C)
	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência			
CONSEMA 182/2021	-	90,0	60%	-	-	-	-	20,0	-	75,0	5-9	<40,0
Dados de monitoram.	310,8	39,6	84%	5,0	4,0	22%	73,1	18,6	75%	9,7	7	24,4
	-	ACORDO	ACORDO	-	-	-	-	ACORDO	-	ACORDO	ACORDO	ACORDO

Fonte: Autor (2021).

4.3 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES B

A ETE B faz parte de um condomínio residencial com população de 260 pessoas, apresenta vazão média de 0,4 l/s, utiliza sistema de Lodos Ativados convencional e encontra-se localizada no município de Balneário Piçarras/SC.

Abaixo será apresentado o relatório de monitoramento dos parâmetros de qualidade dos efluentes na entrada e saída da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).

Quadro 17. Dados de monitoramento - ETE B

Ano	Mês	DBO (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)	Cloro residual	Óleos e Graxas	OD	pH	Temp. (°C)
		Entrada	Saída	Eficiência	Entrada	Saída	Eficiência						
2019	Setembro	339,0	66,0	81%	9,1	6,5	29%	29,0	0,1	5,0	1,2	7,5	18,5
	Novembro	238,6	21,7	91%	6,7	5,6	17%	38,8	0,5	5,0	1,2	6,7	23,2
2020	Janeiro	260,6	35,5	86%	11,7	5,1	57%	27,7	1,0	32,0	2,2	6,4	29,1
	Março	79,3	45,1	43%	8,2	3,0	63%	23,7	0,5	26,3	2,8	6,9	24,9
	Maio	312,0	53,1	83%	6,3	3,5	44%	6,7	0,5	16,0	1,8	6,8	24,8
	Julho	232,1	22,5	90%	6,6	6,1	9%	33,8	1,0	8,0	2,7	6,9	18,8
	Agosto	305,0	23,1	92%	8,8	6,2	30%	18,1	0,5	8,3	2,6	6,8	19,5
	Setembro	388,0	45,0	88%	10,0	6,0	40%	17,1	1,2	5,0	1,9	6,8	26
	Novembro	1696,2	56,5	97%	8,8	5,4	38%	49,6	1,0	10,3	2,3	7,2	27,8
	2021	Janeiro	311,4	46,9	85%	4,5	3,6	21%	20,5	0,5	5,0	2,3	7,2
Março		1098,3	43,7	96%	6,8	3,4	51%	3,1	1,0	5,0	1,5	6,8	26,5

Maio	388,4	40,0	90%	5,7	4,0	30%	14,8	0,5	10,0	1,8	6,9	26,7
Julho	90,0	26,0	71%	4,5	4,0	11%	27,9	0,5	10,0	2,9	7,6	21,8
Setembro	98,3	24,1	75%	2,6	2,6	0%	3,9	0,5	10,0	1,2	6,9	22,7

Fonte: Autor (2021).

Com base na literatura, foram validadas as coletas realizadas cujo a concentração de entrada encontrada para o parâmetro de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi de 100 a 400 mg/L – destacado na Quadro 15. Adverte-se que, considerando que o número de amostras analisadas deve ser suficiente para fornecer dados estatisticamente representativos (NBR 9897), para os relatórios de monitoramento cujo um número reduzido de amostras analisadas foi aprovado pelo critério de validação, foi admitido uma faixa de tolerância maior aos valores em que baseou-se a validação.

Com relação às demais coletas, que apresentaram concentração de DBO na entrada da ETE fora da margem encontrada na literatura, optou-se por não serem validadas e, conseqüentemente, não utilizadas para os cálculos de médias e tendências, bem como interpretação e análise dos dados, devido à baixa confiabilidade dos dados apresentados, uma vez que possivelmente não foram seguidos corretamente os métodos e procedimentos descritos nas normas e diretrizes.

Ainda, com foco na obtenção de dados estatisticamente representativos (NBR 9897), a partir dos dados de monitoramento da ETE B apresentados, foram calculados os valores médios de apresentação dos parâmetros para o mesmo período, apresentados no Quadro 18.

Quadro 18. Valores médios - ETE B

DBO (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)	Cloro residual (mg/L)	Óleos e Graxas (mg/L)	OD (mg/L)	pH	Temp. (°C)
Entrada	Saída	Eficiência	Entrada	Saída	Eficiência						
287,3	37,8	86%	7,7	5,2	31%	21,0	1,1	10,4	1,9	6,9	23,6

Fonte: Autor (2021).

Com relação aos Valores médios (Quadro 18), calculados a partir dos dados de monitoramento, em comparação aos Dados de Projeto (Quadro 12), apresentados no memorial descritivo da ETE B, pode ser observado que:

- Para DBO de entrada, obteve-se de acordo com os dados de projeto;
- Para DBO de saída, obteve-se de acordo com os dados de projeto;

- Para Nitrogênio Total de saída, obteve-se em desacordo com os dados de projeto.
- Para o parâmetro de pH, obteve-se em acordo com os dados de projeto.

Para os parâmetros de Fósforo Total, de entrada e saída, e Nitrogênio Amoniacal Total de entrada, não foram apresentados dados de projeto de acordo com o memorial descritivo. Em resumo, o Quadro 19 apresenta um relatório do comparativo entre os dados de projeto, extraídos do Memorial Descritivo, e os valores médios dos dados de monitoramento.

Quadro 19. Comparativo - dados de projeto e monitoramento – ETE B

	DBO			Fósforo Total			Nitrogênio Total			pH	Temp. (°C)
	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência		
Dados de Projeto	400,0	40,0	90%	-	-	-	50,0	20,0	60%	6-9	-
Dados de monitoram.	287,3	37,8	86%	7,7	5,2	31%	-	21,0	-	7	23,6
	ACORDO	ACORDO	v	-	-	-	-	EXCEDENTE	-	ACORDO	-

Fonte: Autor (2021).

4.3.1 Parâmetros do efluente tratado – ETE B

Por tratar-se de ETE com vazão de 0,4 L/s, e, abaixo de 1,5 L/s, conforme o Art. 5º, § 6º - Resolução CONSEMA 182/2021, os parâmetros de lançamento deverão atender exclusivamente à Resolução CONAMA 430/2011. Comparando os dados de monitoramento e os padrões de lançamento exigidos pela legislação, pode ser observado que:

- Para DBO de saída, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para eficiência mínima de remoção de DBO, obteve-se em acordo com a legislação;
- Para Nitrogênio Total, obteve-se em desacordo com a legislação vigente;
- Para Óleos e Graxas de saída, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para o parâmetro de pH, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para o parâmetro de Temperatura, obteve-se em acordo com a legislação.

O valor médio de lançamento para o parâmetro de DBO foi de 37,8 mg/L e, portanto, em acordo com a Resolução CONAMA nº 430/2011 (Quadro 7).

Para o parâmetro de Fósforo Total, obteve-se o valor médio de 5,2 mg/L. Não há padrão de lançamento para este parâmetro na legislação ambiental vigente – CONAMA 430/2011, mas considerando a Lei Estadual nº 14.675, que estipula o limite de 4,0 mg/L para o lançamento de Fósforo Total, temos que a ETE B apresentou-se em desacordo, não atendendo ao limite.

Para o parâmetro de Nitrogênio Total, a ETE B apresentou valor médio de concentração de lançamento de 21,0 mg/L, apresentando-se em desacordo com a legislação vigente – CONAMA nº 430/2011, que estipula o limite de concentração de lançamento de 20,0 mg/L.

Para o parâmetro de Oxigênio Dissolvido e Cloro Residual, não foram encontrados padrões de lançamento.

Quadro 20. Comparativo - Dados de monitoramento e legislação – ETE B

	DBO (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)			Óleos e Graxas (mg/L)	pH	Temp. (°C)
	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência			
CONAMA 430/2011	-	120,0	60%	-	-	-	-	20,0	-	100,0	5-9	<40,0
Dados de monitoram.	287,3	37,8	86%	7,7	5,2	31%	-	21,0	-	10,4	7	23,6
	-	ACORDO	ACORDO	-	-	-	-	EXCEDENTE	-	ACORDO	ACORDO	ACORDO

Fonte: Autor (2021).

4.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES C

A ETE C faz parte de um condomínio residencial com população de 792 pessoas, apresenta vazão média de 1,8 l/s, utiliza sistema de Lodos Ativado convencional e encontra-se localizada no centro do município de Balneário Piçarras/SC.

Abaixo será apresentado o relatório de monitoramento dos parâmetros de qualidade dos efluentes na entrada e saída da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).

Quadro 21. Dados de monitoramento - ETE C

Ano	Mês	DBO (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)	Óleos e Graxas (mg/L)	OD (mg/L)	pH	Temp. (°C)
		Entrada	Saída	Eficiência	Entrada	Saída	Eficiência					
2018	Maio	1254,4	91,8	93%	31,6	4,2	-87%	71,0	5,0	-	8,41	22
	Junho	446,2	58,5	87%	31,5	0,9	-97%	31,2	1,0	2,18	7,76	19,8
	Agosto	381,3	60,5	84%	3,4	0,3	-93%	84,2	5,0	-	6,9	18,2
	Novembro	220,3	37,4	83%	0,2	0,2	0%	3,0	19,0	-	6,6	21,2
2019	Janeiro	136,1	25,5	81%	1,4	0,4	69%	17,0	8,1	-	6,72	28,3
	Março	241,4	49,9	79%	3,0	1,9	38%	0,5	5,0	-	6,5	24,5
	Maio	98,1	18,6	81%	1,5	1,1	29%	0,7	15,8	-	6,6	22
	Julho	137,3	58,3	58%	1,5	0,7	54%	1,6	11,6	4,3	7,6	-
	Setembro	509,2	38,3	92%	5,2	1,2	78%	3,9	5,0	1,9	7,4	-
	Novembro	490,5	23,0	95%	8,9	3,5	60%	5,8	5,0	1,6	6,7	-
2020	Janeiro	1193,0	45,5	96%	13,3	6,5	51%	35,8	5,0	1,4	6,8	-
	Março	294,8	47,0	84%	1,9	1,2	36%	18,3	62,0	3,2	7,1	-
	Maio	294,2	15,2	95%	5,8	2,8	51%	18,9	6,0	2,6	7,2	-
	Julho	306,0	25,8	92%	6,5	5,8	11%	14,3	5,0	1,9	7,2	-
	Setembro	327,0	61,0	81%	6,3	5,7	8%	14,9	5,8	2,3	5,8	-
	Novembro	210,7	56,2	73%	6,2	5,9	5%	3,7	5,0	3,7	7,2	-
2021	Janeiro	227,6	48,0	79%	4,7	2,4	48%	15,0	5,0	2,1	7,0	-
	Março	2054,1	20,4	99%	6,1	2,2	64%	0,3	5,0	1,7	6,8	-
	Maio	356,9	39,3	89%	2,6	1,4	48%	7,2	10,0	2,8	6,7	-
	Julho	181,0	24,0	87%	3,3	2,7	20%	1,8	10,0	1,7	6,7	-
	Setembro	166,7	28,8	83%	2,2	2,1	5%	15,0	10,0	2,1	7,4	-

Fonte: Autor (2021).

Com base na literatura, foram validadas as coletas realizadas cujo a concentração de entrada encontrada para o parâmetro de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi de 100 a 400 mg/L – destacado na Quadro 17. Adverte-se que, considerando que o número de amostras analisadas deve ser suficiente para fornecer dados estatisticamente representativos (NBR 9897), para os relatórios de monitoramento cujo um número reduzido de amostras analisadas foi

aprovado pelo critério de validação, foi admitido uma faixa de tolerância maior aos valores em que baseou-se a validação.

Com relação às demais coletas, que apresentaram concentração de DBO na entrada da ETE fora da margem encontrada na literatura, optou-se por não serem validadas e, conseqüentemente, não utilizadas para os cálculos de médias e tendências, bem como interpretação e análise dos dados, devido à baixa confiabilidade dos dados apresentados, uma vez que possivelmente não foram seguidos corretamente os métodos e procedimentos descritos nas normas e diretrizes.

Ainda, com foco na obtenção de dados estatisticamente representativos (NBR 9897), a partir dos dados de monitoramento da ETE C apresentados, foram calculados os valores médios de apresentação dos parâmetros para o mesmo período, apresentados no Quadro 18.

Quadro 22. Valores médios - ETE C

DBO (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)	Óleos e Graxas (mg/L)	OD (mg/L)	pH	Temp. (°C)
Entrada	Saída	Eficiência	Entrada	Saída	Eficiência					
251,6	40,9	82%	5,9	4,5	25%	15,4	11,5	2,6	6,9	22,3

Fonte: Autor (2021).

Com relação aos Valores médios (Quadro 22), calculados a partir dos dados de monitoramento, em comparação aos Dados de Projeto (Quadro 12), apresentados no memorial descritivo da ETE C, pode ser observado que:

- Para DBO de entrada, obteve-se em acordo com os dados de projeto;
- Para DBO de saída, obteve-se em desacordo com os dados de projeto;
- Para Fósforo Total de entrada, obteve-se em acordo com os dados de projeto;
- Para Fósforo Total de saída, obteve-se em desacordo com os dados de projeto;
- Para Nitrogênio Total de saída, obteve-se em acordo com os dados de projeto;
- Para o parâmetro de pH, obteve-se em acordo com os dados de projeto;
- Para o parâmetro de Temperatura, obteve-se em acordo com os dados de projeto;

Sobre o valor de projeto considerado para Nitrogênio Amoniacal Total de entrada, tem-se a informar que não foi apresentado no Memorial Descritivo. Em resumo, o Quadro 23

apresenta um relatório do comparativo entre os dados de projeto, extraídos do Memorial Descritivo, e os valores médios dos dados de monitoramento.

Quadro 23. Comparativo - dados de projeto e monitoramento – ETE C

	DBO			Fósforo Total			Nitrogênio Total			pH	Temp. (°C)
	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência		
Dados de Projeto	320,0	20,0	94%	12,0	2,3	80%	50,0	15,6	70%	6-9	20-36
Dados de monitoram.	251,6	40,9	82%	5,9	4,5	25%	-	15,4	-	7	22,3
	ACORDO	EXCEDENTE	∨	ACORDO	EXCEDENTE	∨	-	ACORDO	-	ACORDO	ACORDO

Fonte: Autor (2021).

4.4.1 Parâmetros do efluente tratado – ETE C

Por trata-se de ETE com vazão de 1,8 L/s, e, acima de 1,5 L/s, a mesma enquadra-se em “ETE Categoria 1” (Quadro 8) de acordo com a Resolução CONSEMA nº 182 e, portanto, deve atender os padrões de lançamento dispostos nesta. Comparando os dados de monitoramento e os padrões de lançamento exigidos pela legislação, pode ser observado que:

- Para DBO de lançamento, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para eficiência mínima de remoção de DBO, obteve-se em acordo;
- Para Nitrogênio Total de lançamento, obteve-se em acordo com a legislação;
- Para Óleos e Graxas de saída, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para o parâmetro de pH, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para o parâmetro de Temperatura, obteve-se em acordo com a legislação;

O valor médio de lançamento para o parâmetro de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi de 40,9 mg/L e, portanto, em acordo com as legislações vigentes. A ETE também atendeu à eficiência mínima estabelecida para remoção de DBO, que é de 60%.

Para o parâmetro de Fósforo Total, obteve-se o valor médio de 4,5 mg/L. Não há padrão de lançamento para este parâmetro nas legislações ambientais vigentes – CONAMA 430/2011 e CONSEMA 182/2021, mas considerando a Lei Estadual nº 14.675, que estipula o limite de 4,0 mg/L para o lançamento de Fósforo Total, temos que a ETE C apresentou-se em desacordo, pois superou o limite determinado de 4,0 mg/L.

Para o parâmetro de Nitrogênio Total, a ETE C apresentou valor médio de concentração de lançamento de 15,4 mg/L, apresentando-se em acordo com a legislação vigente – CONAMA nº 430/2011, que estipula o limite de concentração de lançamento de 20,0 mg/L.

Também, para o parâmetro de lançamento de Óleos e Graxas estabelecido pela Resolução CONSEMA 182/2021, a ETE atendeu com concentração de 11,5 mg/L.

Para os demais parâmetros de lançamento como pH e Temperatura, os valores médios apresentaram-se em acordo com as legislações vigentes. Para o parâmetro de Oxigênio Dissolvido, não foram encontrados padrões de lançamento.

Quadro 24. Comparativo - dados de monitoramento e legislação – ETE C

	DBO (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)			Óleos e Graxas (mg/L)	pH	Temp. (°C)
	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência			
CONSEMA 182/2021	-	90,0	60%	-	-	-	-	20,0	-	75,0	5-9	<40,0
Dados de monitoram.	251,6	40,9	82%	5,9	4,5	25%	-	15,4	-	11,5	7	22,3
	-	ACORDO	ACORDO	-	-	-	-	ACORDO	-	ACORDO	ACORDO	ACORDO

Fonte: Autor (2021).

4.5 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES D

A ETE D faz parte de um condomínio residencial com população de 481 pessoas, apresenta vazão média de 1,1 l/s, utiliza sistema de Lodos Ativados convencional e encontra-se localizada no município de Palhoça/SC, na grande Florianópolis.

Abaixo será apresentado o relatório de monitoramento dos parâmetros de qualidade dos efluentes na entrada e saída da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).

Quadro 25. Dados de monitoramento - ETE D

Ano	Mês	DBO (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)	Óleos e Graxas (mg/L)	pH	Temp. (°C)
		Entrada	Saída	Eficiência	Entrada	Saída	Eficiência				
2018	Abril	4966,6	128,8	97%	53,4	6,0	89%	-	77,7	-	-
	Julho	626,9	73,5	88%	4,4	4,0	9%	-	5,0	-	-
	Outubro	2382,3	38,8	98%	36,8	0,2	100%	-	5,0	-	-
	Dezembro	13064,6	119,4	99%	58,8	2,2	96%	-	15,1	-	-
2019	Fevereiro	2005,8	83,0	96%	29,1	5,5	81%	16,5	15,3	6,7	25,0
	Abril	1443,4	70,3	95%	2,7	2,2	18%	18,6	18,8	6,8	27,0
	Junho	402,9	116,3	71%	12,6	4,0	68%	82,9	14,1	6,8	25,7
	Agosto	747,9	193,1	74%	12,0	2,3	81%	99,0	12,1	6,8	21,5
	Outubro	708,1	63,4	91%	5,3	4,0	25%	0,1	16,5	6,8	27,4
	Dezembro	612,7	31,6	95%	11,2	1,3	89%	9,9	20,4	7,2	23,9
2020	Fevereiro	206,5	38,6	81%	4,2	1,7	60%	17,6	35,3	6,8	24,8
	Abril	253,0	34,0	87%	14,6	2,8	81%	16,8	6,1	6,8	27,4
	Junho	496,2	71,2	86%	5,4	2,3	58%	30,2	8,3	7,2	27,9
	Agosto	822,9	52,1	94%	13,3	2,3	83%	21,3	8,3	7,2	23,6
	Outubro	394,9	70,0	82%	11,1	5,8	48%	65,5	12,0	7,2	26,7
	Dezembro	311,7	44,3	86%	7,0	3,5	50%	8,6	5,0	6,8	25,3
2021	Fevereiro	266,7	41,5	84%	5,9	1,4	76%	22,2	5,0	6,8	27,5
	Abril	127,7	2,0	98%	5,7	0,9	85%	4,1	10,0	6,8	30,6
	Junho	4245,9	81,9	98%	39,0	4,2	89%	0,9	10,0	6,8	26,4
	Agosto	2280,0	37,3	98%	72,7	2,8	96%	10,6	11,7	6,9	21,9

Fonte: Autor (2021).

Com base na literatura, foram validadas as coletas realizadas cujo a concentração de entrada encontrada para o parâmetro de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi de 100 a 400 mg/L – destacado na Quadro 19. Adverte-se que, considerando que o número de amostras analisadas deve ser suficiente para fornecer dados estatisticamente representativos (NBR 9897), para os relatórios de monitoramento cujo um número reduzido de amostras analisadas foi aprovado pelo critério de validação, foi admitido uma faixa de tolerância maior aos valores em que baseou-se a validação.

Com relação às demais coletas, que apresentaram concentração de DBO na entrada da ETE fora da margem encontrada na literatura, optou-se por não serem validadas e, conseqüentemente, não utilizadas para os cálculos de médias e tendências, bem como interpretação e análise dos dados, devido à baixa confiabilidade dos dados apresentados, uma vez que possivelmente não foram seguidos corretamente os métodos e procedimentos descritos nas normas e diretrizes.

Ainda, com foco na obtenção de dados estatisticamente representativos (NBR 9897), a partir dos dados de monitoramento da ETE D apresentados, foram calculados os valores médios de apresentação dos parâmetros para o mesmo período, apresentados no Quadro 20.

Quadro 26. Valores médios - ETE D

DBO (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)	Óleos e Graxas (mg/L)	pH	Temp. (°C)
Entrada	Saída	Eficiência	Entrada	Saída	Eficiência				
307,5	52,2	84%	8,3	2,8	66%	31,0	12,0	6,9	27,0

Fonte: Autor (2021).

Com relação aos Valores médios (Quadro 26), calculados a partir dos dados de monitoramento, em comparação aos Dados de Projeto (Quadro 12), apresentados no memorial descritivo da ETE D, pôde ser observado que:

- Para DBO de entrada, obteve-se em acordo com os dados de projeto;
- Para DBO de saída. Obteve-se em acordo com os dados de projeto;
- Para Fósforo Total de saída, obteve-se em acordo com os dados de projeto;
- Para Nitrogênio Total de saída, obteve-se em desacordo com os dados de projeto;
- Para o parâmetro de pH, obteve-se em acordo com os dados de projeto;
- Para o parâmetro de Temperatura, obteve-se em acordo com os dados de projeto.

Sobre o parâmetro Fósforo Total de entrada, não foi apresentado no Memorial Descritivos o valor utilizado para cálculo do projeto.

Quadro 27. Comparativo - dados de projeto e monitoramento – ETE D

	DBO			Fósforo Total			Nitrogênio Total			pH	Temp. (°C)
	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência		
Dados de Projeto	320,0	60,0	81%	-	4,0	-	50,0	20,0	60%	6-9	21-31
Dados de monitoram.	307,5	52,2	84%	8,3	2,8	66%	-	31,0	-	7	27
	ACORDO	ACORDO	^	-	ACORDO	-	-	EXCEDENTE	-	ACORDO	ACORDO

Fonte: Autor (2021).

4.5.1 Parâmetros do efluente tratado – ETE D

Por trata-se de ETE com vazão de 1,1 L/s, e, abaixo de 1,5 L/s, conforme o Art. 5º, § 6º - Resolução CONSEMA 182/2021, os parâmetros de lançamento deverão atender exclusivamente à Resolução CONAMA 430/2011. Comparando os dados de monitoramento e os padrões de lançamento exigidos pela legislação, pode ser observado que:

- Para DBO de lançamento, obteve-se em conformidade com a legislação vigente;
- Para eficiência mínima de remoção de DBO, obteve-se em acordo com a legislação;
- Para Nitrogênio Total de saída, obteve-se em desacordo com a legislação;
- Para Óleos e Graxas de saída, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para o parâmetro de pH, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para o parâmetro de Temperatura, obteve-se em acordo com a legislação.

O valor médio de lançamento para o parâmetro de DBO foi de 52,2 mg/L e, portanto, em acordo com a Resolução CONAMA nº 430/2011 (Quadro 7).

Para o parâmetro de Fósforo Total, obteve-se o valor médio de 2,8 mg/L. Não há padrão de lançamento para este parâmetro na legislação ambiental vigente – CONAMA 430/2011, mas considerando a Lei Estadual nº 14.675, que estipula o limite de 4,0 mg/L para o lançamento de Fósforo Total, temos que a ETE D apresentou-se em acordo.

Para o parâmetro de Nitrogênio Total, a ETE D apresentou valor médio de concentração de lançamento de 31,0 mg/L, apresentando-se em desacordo com a legislação vigente – CONAMA nº 430/2011, que estipula o limite de concentração de lançamento de 20,0 mg/L.

Quadro 28. Comparativo - dados de monitoramento e legislação – ETE D

	DBO (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)			Óleos e Graxas (mg/L)	pH	Temp. (°C)
	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência			
CONAMA 430/2011	-	120,0	60%	-	-	-	-	20,0	-	100,0	5-9	<40,0
Dados de monitoram.	307,5	52,2	84%	8,3	2,8	66%	-	31,0	-	12,0	7	27,0
	-	ACORDO	ACORDO	-	-	-	-	EXCEDENTE	-	ACORDO	ACORDO	ACORDO

Fonte: Autor (2021).

4.6 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES E

A ETE E faz parte de um empreendimento comercial, utilizado como uma grande loja de móveis e decoração, com população de 146 pessoas, apresenta uma vazão média de 0,2 l/s, utiliza sistema de Lodos Ativados convencional e encontra-se localizada no município de Florianópolis/SC.

Abaixo será apresentado o relatório de monitoramento dos parâmetros de qualidade dos efluentes na entrada e saída da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).

Quadro 29. Dados de monitoramento - ETE E

Ano	Mês	DBO (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)	Óleos e Graxas (mg/L)	pH	Temp. (°C)
		Entrada	Saída	Eficiência	Entrada	Saída	Eficiência				
2019	Janeiro	219,6	141,7	35%	15,5	13,0	16%	-	11,4	-	-
	Março	225,4	135,4	40%	19,2	13,2	31%	-	15,8	-	-
	Maio	441,2	69,4	84%	17,6	4,7	74%	-	5,0	-	-
	Julho	4835,0	144,2	97%	42,0	6,4	85%	25,7	16,5	6,9	24,1
	Setembro	3670,8	36,9	99%	60,1	12,7	79%	40,8	10,5	6,5	24,6
	Novembro	371,0	30,0	92%	13,3	6,3	52%	29,7	15,5	6,0	28,4
2020	Janeiro	237,5	41,8	82%	18,2	7,2	61%	48,0	38,4	6,7	32,4
	Março	13236,5	29,0	100%	40,1	6,9	83%	21,4	44,3	6,5	34,1
	Maio	574,5	76,8	87%	12,8	8,3	35%	9,0	9,8	5,8	25,8
	Julho	1096,9	29,4	97%	10,4	6,3	40%	8,8	24,5	6,1	26,1
	Setembro	4217,6	42,6	99%	32,5	6,9	79%	19,0	35,5	6,8	22,3
	Novembro	427,9	56,3	87%	5,8	5,0	14%	31,6	19,5	6,8	21,0
2021	Janeiro	850,0	85,9	90%	8,9	5,1	43%	37,8	50,7	6,8	25,2
	Março	877,9	39,8	95%	6,2	5,1	17%	35,0	<5,0	6,8	30,8
	Maio	915,0	35,0	96%	13,3	2,9	78%	39,3	<10,00	6,2	28,0
	Julho	901,0	49,0	95%	28,6	4,1	86%	50,2	<10,0	6,9	21,5
	Setembro	897,1	57,2	94%	13,0	5,9	54%	53,5	24,3	6,2	23,8

Fonte: Autor (2021).

Com base na literatura, foram validadas as coletas realizadas cujo a concentração de entrada encontrada para o parâmetro de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi de 100 a 400 mg/L – destacado na Quadro 21. Adverte-se que, considerando que o número de amostras analisadas deve ser suficiente para fornecer dados estatisticamente representativos (NBR 9897), para os relatórios de monitoramento cujo um número reduzido de amostras analisadas foi aprovado pelo critério de validação, foi admitido uma faixa de tolerância maior aos valores em que baseou-se a validação.

Com relação às demais coletas, que apresentaram concentração de DBO na entrada da ETE fora da margem encontrada na literatura, optou-se por não serem validadas e, conseqüentemente, não utilizadas para os cálculos de médias e tendências, bem como interpretação e análise dos dados, devido à baixa confiabilidade dos dados apresentados, uma

vez que possivelmente não foram seguidos corretamente os métodos e procedimentos descritos nas normas e diretrizes.

Ainda, com foco na obtenção de dados estatisticamente representativos (NBR 9897), a partir dos dados de monitoramento da ETE E apresentados, foram calculados os valores médios de apresentação dos parâmetros para o mesmo período, apresentados no Quadro 22.

Quadro 30. Valores médios - ETE E

DBO (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)	Óleos e Graxas (mg/L)	pH	Temp. (°C)
Entrada	Saída	Eficiência	Entrada	Saída	Eficiência				
320,4	79,1	70%	14,9	8,2	41%	36,4	17,6	6,5	27,3

Fonte: Autor (2021).

Com relação aos Valores médios (Quadro 30), calculados a partir dos dados de monitoramento, em comparação aos Dados de Projeto (Quadro 12), apresentados no memorial descritivo da ETE E, pôde ser observado que:

- Para DBO de entrada, obteve-se em acordo com os dados de projeto;
- Para DBO de lançamento, obteve-se em desacordo com os dados de projeto;
- Para o parâmetro de pH, obteve-se em acordo com os dados de projeto;
- Para o parâmetro de Temperatura, obteve-se em acordo com os dados de projeto.

Não foram utilizados para cálculos de dimensionamento e projeto valores de concentração esperados para os parâmetros de Fósforo Total e Nitrogênio Amoniacal Total, de acordo com os dados apresentados no memorial descritivo.

Quadro 31. Comparativo - dados de projeto e monitoramento – ETE E

	DBO			Fósforo Total			Nitrogênio Total			pH	Temp. (°C)
	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência		
Dados de Projeto	400,0	20,0	95%	-	-	-	-	-	-	6-9	21-31
Dados de monitoram.	320,4	79,1	70%	14,9	8,2	41%	-	36,4	-	6,5	27,3
	ACORDO	EXCEDENTE	v	-	-	-	-	-	-	ACORDO	ACORDO

Fonte: Autor (2021).

4.6.1 Parâmetros do efluente tratado – ETE E

Por trata-se de ETE com vazão de 0,2 L/s, e, abaixo de 1,5 L/s, conforme o Art. 5º, § 6º - Resolução CONSEMA 182/2021, os parâmetros de lançamento deverão atender exclusivamente à Resolução CONAMA 430/2011. Comparando os dados de monitoramento e os padrões de lançamento exigidos pela legislação, pôde ser observado que:

- Para DBO de lançamento, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para eficiência mínima de remoção de DBO, obteve-se em acordo com a legislação;
- Para Nitrogênio Total, obteve-se em desacordo com a legislação vigente;
- Para Óleos e Graxas de saída, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para o parâmetro de pH, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para o parâmetro de Temperatura, obteve-se em acordo com a legislação vigente.

O valor médio de lançamento para o parâmetro de DBO foi de 79,1 mg/L e, portanto, em acordo com a Resolução CONAMA nº 430/2011 (Quadro 7).

Para o parâmetro de Fósforo Total, obteve-se o valor médio de 8,2 mg/L. Não há padrão de lançamento para este parâmetro na legislação ambiental vigente – CONAMA 430/2011, mas considerando a Lei Estadual nº 14.675, que estipula o limite de 4,0 mg/L para o lançamento de Fósforo Total, temos que a ETE E apresentou-se em desacordo, com concentração média para o lançamento de Fósforo Total duas vezes maior que o limite estabelecido.

Para o parâmetro de Nitrogênio Total, a ETE E apresentou valor médio de concentração de lançamento de 36,4 mg/L, apresentando-se em desacordo com a legislação vigente – CONAMA nº 430/2011, que estipula o limite de concentração de lançamento de 20,0 mg/L.

Para os demais parâmetros de lançamento, Óleos e Graxas, pH e Temperatura, os valores médios apresentaram-se em acordo com as legislações vigentes.

Quadro 32. Comparativo - dados de monitoramento e legislação – ETE E

	DBO (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)			Óleos e Graxas (mg/L)	pH	Temp. (°C)
	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência			
CONAMA 430/2011	-	120,0	60%	-	-	-	-	20,0	-	100,0	5-9	<40,0
Dados de monitoram.	320,4	79,1	70%	14,9	8,2	41%	-	36,4	-	17,6	6,5	27,3
	-	ACORDO	ACORDO	-	-	-	-	EXCEDENTE	-	ACORDO	ACORDO	ACORDO

Fonte: Autor (2021).

4.7 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES F

A ETE F faz parte de um empreendimento comercial, utilizado para fabricação e comércio de alimentos, com população de 20 pessoas, apresenta uma vazão média de 0,2 l/s, utiliza sistema de Lodos Ativados convencional e encontra-se localizada no município de Florianópolis/SC.

Abaixo será apresentado o relatório de monitoramento dos parâmetros de qualidade dos efluentes na entrada e saída da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).

Quadro 33. Dados de monitoramento - ETE F

Ano	Mês	DBO (mg/L)			Fósforo (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)	Óleos e Graxas (mg/L)	pH	Detergentes (mg/L)	Temp. (°C)
		Entrada	Saída	Eficiência	Entrada	Saída	Eficiência					
2019	Janeiro	10002,7	236,8	98%	28,8	3,7	87%	8,5	<1,0	6,1	5,61	28,5
	Fevereiro	3727,9	275,5	93%	26,1	4,7	82%	5,0	45,6	6,3	2,61	29,3
	Março	4470,2	269,9	94%	44,4	3,6	92%	15,4	<1,0	6,4	1,20	28,3
	Abril	1254,9	42,0	97%	12,8	7,5	41%	15,4	<1,0	5,9	1,25	28,6
	Maiο	1632,2	65,9	96%	29,3	8,3	72%	27,3	<1,0	5,8	0,64	28,3
	Junho	3115,1	47,4	98%	8,2	3,3	60%	15,8	<1,0	6,1	0,77	23,4
	Julho	536,3	37,5	93%	9,6	3,3	66%	12,5	<1,0	6,4	0,40	26,7
	Agosto	742,0	41,9	94%	10,9	7,7	29%	2,7	<1,0	6,5	0,78	27,1
	Setembro	1159,5	52,0	96%	21,0	9,7	54%	20,0	<1,0	6,2	0,75	22,2
	Outubro	184,0	22,7	88%	13,5	8,5	37%	30,0	1,5	6,1	0,63	25,0
	Novembro	353,0	46,5	87%	11,7	1,2	89%	34,2	10	6,8	0,40	27,4
	Dezembro	1675,1	76,7	95%	30,3	3,3	89%	45,6	<1,0	6	1,33	30,1
2020	Janeiro	714,9	34,0	95%	38,6	1,0	97%	9,6	<1,0	5,9	0,47	31,1
	Fevereiro	2159,5	76,0	96%	21,6	5,5	75%	43,11	15,2	6,5	0,91	31,1
	Março	22880,0	37,0	100%	39,9	2,7	93%	20,1	<1,0	6,0	0,53	32,4
	Abril	964,0	44,0	95%	14,6	8,3	43%	22,3	18,6	6,0	0,91	33,4
	Maiο	398,2	42,1	89%	15,2	6,7	56%	55,0	8,0	6,8	0,63	25,0
	Junho	2765,7	67,3	98%	17,1	8,4	51%	39,0	<1,0	6,4	0,63	20,8
	Julho	88,6	19,4	78%	5,4	2,5	54%	49,0	<1,0	6,8	0,44	27,1
	Agosto	102,0	39,5	61%	3,1	2,6	15%	5,0	<1,0	5,5	0,65	20,1
	Setembro	1371,0	45,3	97%	14,1	4,7	67%	13,0	<1,0	6,8	0,40	24,9
	Outubro	385,4	86,0	78%	11,7	6,0	49%	11,5	5,8	6,8	0,40	21,2
	Novembro	175,2	51,5	71%	9,5	6,1	36%	14,0	<1,0	7,2	0,71	24,9
	Dezembro	758,8	60,5	92%	21,7	5,6	74%	12,0	<1,0	7,0	0,93	29,1
2021	Janeiro	919,7	56,7	94%	6,4	1,9	70%	32,7	<1,0	7,2	0,56	26,1
	Fevereiro	1464,8	95,5	93%	26,3	4,5	83%	15,9	<1,0	6,6	0,80	27,8
	Março	509,4	27,8	95%	14,9	2,2	85%	10,0	<10	6,3	1,46	28,4
	Abril	780,9	50,3	94%	22,9	4,3	81%	3,6	<10	6,2	0,64	32,5
	Maiο	1264,0	66,0	95%	9,1	2,0	78%	0,3	<10,0	6,1	1,08	29,5
	Junho	451,0	87,0	81%	5,6	2,7	52%	0,3	<10,0	6,8	1,82	29
	Julho	264,5	22,0	92%	12,0	3,7	69%	1,6	<10,0	6,8	0,4	25,1
	Agosto	1598,7	45,8	97%	10,5	4,0	62%	0,4	<10,0	6,9	0,61	23,4
	Setembro	1067,0	88,0	92%	5,6	4,8	14%	1,4	<10,0	6,5	1,43	28,8

Fonte: Autor (2021).

Com base na literatura, foram validadas as coletas realizadas cujo a concentração de entrada encontrada para o parâmetro de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi de 100 a 400 mg/L – destacado na Quadro 23. Adverte-se que, considerando que o número de amostras analisadas deve ser suficiente para fornecer dados estatisticamente representativos (NBR 9897), para os relatórios de monitoramento cujo um número reduzido de amostras analisadas foi aprovado pelo critério de validação, foi admitido uma faixa de tolerância maior aos valores em que baseou-se a validação.

Com relação às demais coletas, que apresentaram concentração de DBO na entrada da ETE fora da margem encontrada na literatura, optou-se por não serem validadas e, conseqüentemente, não utilizadas para os cálculos de médias e tendências, bem como interpretação e análise dos dados, devido à baixa confiabilidade dos dados apresentados, uma vez que possivelmente não foram seguidos corretamente os métodos e procedimentos descritos nas normas e diretrizes.

Ainda, com foco na obtenção de dados estatisticamente representativos (NBR 9897), a partir dos dados de monitoramento da ETE F apresentados, foram calculados os valores médios de apresentação dos parâmetros para o mesmo período, apresentados no Quadro 24.

Quadro 34. Valores médios - ETE F

DBO (mg/L)			Fósforo (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)	Óleos e Graxas (mg/L)	pH	Detergentes (mg/L)	Temp. (°C)
Entrada	Saída	Eficiência	Entrada	Saída	Eficiência					
266,0	72,0	81%	12,3	5,4	56%	21,6	15,0	6,6	0,55	24,1

Fonte: Autor (2021).

Com relação aos Valores médios (Quadro 34), calculados a partir dos dados de monitoramento, em comparação aos Dados de Projeto (Quadro 12), apresentados no memorial descritivo da ETE F, pode ser observado que:

- Para DBO de entrada, obteve-se em acordo com os dados de projeto;
- Para DBO de lançamento, obteve-se em desacordo com os dados de projeto;
- Para o parâmetro pH, obteve-se em acordo com os dados de projeto;
- Para o parâmetro Temperatura, obteve-se em acordo com os dados de projeto.

Para os parâmetros de Fósforo Total e Nitrogênio Amoniacal Total, não foram considerados valores esperados de concentração, de acordo com dados de projeto apresentados

no memorial descritivo. Em resumo, o Quadro 35 apresenta um relatório do comparativo entre os dados de projeto, extraídos do Memorial Descritivo, e os valores médios dos dados de monitoramento.

Quadro 35. Comparativo - dados de projeto e monitoramento – ETE F

	DBO			Fósforo Total			Nitrogênio Total			pH	Temp. (°C)
	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência		
Dados de Projeto	320,0	20,0	94%	-	-	-	-	-	-	6-9	21-31
Dados de monitoram.	266,0	72,0	81%	12,3	5,4	56%	-	21,6	-	6,6	24,1
	ACORDO	EXCEDENTE	v	-	-	-	-	-	-	ACORDO	ACORDO

Fonte: Autor (2021).

4.7.1 Parâmetros do efluente tratado – ETE F

Por trata-se de ETE com vazão de 0,2 L/s, e, abaixo de 1,5 L/s, conforme o Art. 5º, § 6º - Resolução CONSEMA 182/2021, os parâmetros de lançamento deverão atender exclusivamente à Resolução CONAMA 430/2011. Comparando os dados de monitoramento e os padrões de lançamento exigidos pela legislação, pode ser observado que:

- Para DBO de lançamento, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para eficiência mínima de remoção de DBO, obteve-se em acordo com a legislação;
- Para Nitrogênio Total de saída, obteve-se em desacordo com a legislação;
- Para Óleos e Graxas de saída, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para o parâmetro de pH, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para o parâmetro de Temperatura, obteve-se em acordo com a legislação vigente.

O valor médio de lançamento para o parâmetro de DBO foi de 72,0 mg/L e, portanto, em acordo com a Resolução CONAMA nº 430/2011 (Quadro 7).

Para o parâmetro de Fósforo Total, obteve-se o valor médio de 5,4 mg/L. Não há padrão de lançamento para este parâmetro na legislação ambiental vigente – CONAMA 430/2011, mas considerando a Lei Estadual nº 14.675, que estipula o limite de 4,0 mg/L para o lançamento de

Fósforo Total, temos que a ETE F apresentou-se em desacordo, com concentração média para o lançamento de Fósforo Total acima do estabelecido.

Para o parâmetro de Nitrogênio Amoniacal Total, a ETE F apresentou valor médio de concentração de lançamento de 21,6 mg/L, apresentando-se em desacordo com a legislação vigente – CONAMA nº 430/2011, que estipula o limite de concentração de lançamento de 20,0 mg/L. A ETE F excedeu o limite de concentração para lançamento de Nitrogênio Amoniacal Total em 8% sobre o valor de limite estabelecido.

Para os demais parâmetros de lançamento, Óleos e Graxas, pH e Temperatura, os valores médios apresentaram-se em acordo com as legislações vigentes. Não foram identificados padrões de concentração de lançamento para o parâmetro de Detergentes.

Quadro 36. Comparativo - dados de monitoramento e legislação – ETE F

	DBO (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)			Óleos e Graxas (mg/L)	pH	Temp. (°C)
	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência			
CONAMA 430/2011	-	120,0	60%	-	-	-	-	20,0	-	100,0	5-9	<40,0
Dados de monitoram.	266,0	72,0	81%	12,3	5,4	56%	-	21,6	-	15,0	6,6	24,1
	-	ACORDO	ACORDO	-	-	-	-	EXCEDENTE	-	ACORDO	ACORDO	ACORDO

Fonte: Autor (2021).

4.8 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES G

A ETE G faz parte de um empreendimento comercial, utilizado para funcionamento de uma instituição de ensino, com população de 960 pessoas, apresenta uma vazão média de 0,9 l/s, utiliza sistema de Lodos Ativados convencional e encontra-se localizada no município de Florianópolis/SC.

Abaixo será apresentado o relatório de monitoramento dos parâmetros de qualidade dos efluentes na entrada e saída da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).

Quadro 37. Dados de monitoramento - ETE G

Ano	Mês	DBO entrada (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)	Óleos e Graxas (mg/L)	pH	Temp. (°C)
		Entrada	Saída	Eficiência	Entrada	Saída	Eficiência				
2019	Janeiro	1407,6	63,9	95%	5,7	2,1	63%	-	5,0	-	-
	Abril	101,2	24,7	76%	3,5	0,2	94%	-	5,0	-	-
	Julho	173,4	51,5	70%	10,5	3,4	67%	19,7	7,0	5,9	20,6
	Outubro	803,4	5,2	99%	9,6	8,0	17%	68,0	5,0	6,1	24,1
2020	Janeiro	462,0	45,0	90%	6,6	3,6	46%	22,2	5,0	6,4	29,8
	Março	511,6	89,5	83%	9,1	6,9	24%	7,0	43,3	6,3	30,1
	Maio	149,5	80,2	46%	5,3	3,1	41%	17,6	6,6	6,3	25,1
	Julho	158,1	37,8	76%	9,6	5,4	44%	9,3	5,0	6,1	21,1
	Setembro	415,7	87,7	79%	8,3	6,1	26%	21,5	5,0	6,8	21,0
	Novembro	155,0	64,1	59%	6,5	4,2	36%	1,4	5,0	6,8	24,1
2021	Janeiro	349,3	88,8	75%	2,9	2,8	1%	67,04	5,0	6,8	26,5
	Março	289,1	29,8	90%	2,8	2,0	27%	5,1	5,0	6,1	23,7
	Maio	423,2	55,2	87%	8,5	3,9	54%	<0,10	10,0	6,0	23,3
	Julho	49,0	25,0	49%	7,2	4,8	33%	0,11	10,0	5,8	24,7
	Setembro	25,0	16,5	34%	1,8	0,3	83%	0,1	10,0	6,1	22,8

Fonte: Autor (2021).

Com base na literatura, foram validadas as coletas realizadas cujo a concentração de entrada encontrada para o parâmetro de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi de 100 a 400 mg/L – destacado na Quadro 25. Adverte-se que, considerando que o número de amostras analisadas deve ser suficiente para fornecer dados estatisticamente representativos (NBR 9897), para os relatórios de monitoramento cujo um número reduzido de amostras analisadas foi aprovado pelo critério de validação, foi admitido uma faixa de tolerância maior aos valores em que baseou-se a validação.

Com relação às demais coletas, que apresentaram concentração de DBO na entrada da ETE fora da margem encontrada na literatura, optou-se por não serem validadas e, conseqüentemente, não utilizadas para os cálculos de médias e tendências, bem como interpretação e análise dos dados, devido à baixa confiabilidade dos dados apresentados, uma vez que possivelmente não foram seguidos corretamente os métodos e procedimentos descritos nas normas e diretrizes.

Ainda, com foco na obtenção de dados estatisticamente representativos (NBR 9897), a partir dos dados de monitoramento da ETE G apresentados, foram calculados os valores médios de apresentação dos parâmetros para o mesmo período, apresentados no Quadro 26.

Quadro 38. Valores médios - ETE G

DBO entrada (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Amoniacal Total (mg/L)	Óleos e Graxas (mg/L)	pH	Temp. (°C)
Entrada	Saída	Eficiência	Entrada	Saída	Eficiência				
223,9	58,1	71%	8,0	4,4	43%	20,2	5,5	6,4	23,2

Fonte: Autor (2021).

Com relação aos Valores médios (Quadro 38. Valores médios – ETE G), calculados a partir dos dados de monitoramento, em comparação aos dados de projeto (Quadro 12. Dados de projeto), apresentados no memorial descritivo da ETE G, pode ser observado que:

- Para DBO de entrada, obteve-se em acordo com os dados de projeto;
- Para DBO de lançamento, obteve-se em desacordo com os dados de projeto;
- Para Fósforo Total de entrada, obteve-se em acordo com os dados de projeto;
- Para Fósforo Total de saída, obteve-se em desacordo com os dados de projeto;
- Para Nitrogênio Total de saída, obteve-se em desacordo com os dados de projeto;
- Para o parâmetro de pH, obteve-se em acordo com os dados de projeto;
- Para o parâmetro de Temperatura, obteve-se em acordo com os dados de projeto.

Sobre o parâmetro de Nitrogênio Amoniacal Total, o programa de monitoramento desta ETE não realiza a análise deste parâmetro na entrada da estação e, por isso, não foram obtidos valores para concentração de Nitrogênio Amoniacal Total na entrada da estação, e sua eficiência de remoção. Em resumo, o Quadro 39 apresenta um relatório do comparativo entre os dados de projeto, extraídos do Memorial Descritivo, e os valores médios dos dados de monitoramento.

Quadro 39. Comparativo - dados de projeto e monitoramento – ETE G

	DBO			Fósforo Total			Nitrogênio Total			pH	Temp. (°C)
	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência		
Dados de Projeto	320,0	20,0	94%	12,0	2,3	80%	54,0	11,6	78%	6-9	20-36
Dados de monitoram.	223,9	58,1	71%	8,0	4,4	43%	-	20,2	-	6,4	23,2
	ACORDO	EXCEDENTE	√	ACORDO	EXCEDENTE	√	-	EXCEDENTE	-	ACORDO	ACORDO

Fonte: Autor (2021).

4.8.1 Parâmetros do efluente tratado – ETE G

Por trata-se de ETE com vazão de 0,9 L/s, e, abaixo de 1,5 L/s, conforme o Art. 5º, § 6º - Resolução CONSEMA nº 182/2021, os parâmetros de lançamento deverão atender exclusivamente à Resolução CONAMA nº 430/2011. Comparando os dados de monitoramento e os padrões de lançamento exigidos pela legislação, pode ser observado que:

- Para DBO de saída, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para eficiência mínima de remoção de DBO, obteve-se em acordo com a legislação;
- Para Nitrogênio Total, obteve-se em desacordo com a legislação (1%);
- Para Óleos e Graxas de saída, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para o parâmetro de pH, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para o parâmetro de Temperatura, obteve-se em acordo com a legislação vigente.

O valor médio de lançamento para o parâmetro de DBO foi de 58,1 mg/L e, portanto, em acordo com a Resolução CONAMA nº 430/2011 (Quadro 7).

Para o parâmetro de Fósforo Total, obteve-se o valor médio de 4,4 mg/L. Não há padrão de lançamento para este parâmetro na legislação ambiental vigente – CONAMA 430/2011, mas considerando a Lei Estadual nº 14.675, que estipula o limite de 4,0 mg/L para o lançamento de Fósforo Total, temos que a ETE G apresentou-se com concentração de lançamento excedente ao limite estabelecido e fora dos padrões aceitos.

Para o parâmetro de Nitrogênio Amoniacal Total, a ETE G apresentou valor médio de concentração de lançamento de 20,2 mg/L. Embora seja apenas 1% acima do limite

estabelecido, não atende a legislação vigente – CONAMA nº 430/2011, que estipula o limite de concentração de lançamento de 20,0 mg/L.

Para os demais parâmetros de lançamento, Óleos e Graxas, pH e Temperatura, os valores médios apresentaram-se em acordo com as legislações vigentes.

Quadro 40. Comparativo - dados de monitoramento e legislação – ETE G

	DBO (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)			Óleos e Graxas (mg/L)	pH	Temp. (°C)
	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência			
CONAMA 430/2011	-	120,0	60%	-	-	-	-	20,0	-	100,0	5-9	<40,0
Dados de monitoram.	223,9	58,1	71%	8,0	4,4	43%	-	20,2	-	5,5	6,4	23,2
	-	ACORDO	ACORDO	-	-	-	-	EXCEDENTE	-	ACORDO	ACORDO	ACORDO

Fonte: Autor (2021).

4.9 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES H

A ETE H faz parte de um empreendimento comercial, utilizado como centro de distribuição direta de uma indústria cervejeira, com população de 500 pessoas, apresenta uma vazão média de 0,5 l/s, utiliza sistema de Lodos Ativado convencional e encontra-se localizada no município de Palhoça/SC, na Grande Florianópolis.

Abaixo será apresentado o relatório de monitoramento dos parâmetros de qualidade dos efluentes na entrada e saída da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).

Quadro 41. Dados de monitoramento - ETE H

Ano	Mês	DBO (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)	Óleos e Graxas (mg/L)	pH	Temp. (°C)
		Entrada	Saída	Eficiência	Entrada	Saída	Eficiência				
2019	Janeiro	5668,3	233,5	96%	16,5	4,4	73%	-	5,0	-	-
	Março	2149,6	93,8	96%	14,6	1,8	88%	-	7,8	-	-
	Maio	11421,1	122,3	99%	8,3	3,2	61%	50,2	11,6	6,9	23,0
	Julho	6579,7	147,8	98%	11,6	3,8	67%	85,9	10,9	6,8	24,4
	Setembro	13557,3	223,3	98%	51,6	12,5	76%	0,4	7,8	6,8	22,9
	Novembro	4703,0	59,0	99%	21,3	9,4	56%	56,0	5,0	6,8	28,7
2020	Janeiro	2092,3	61,4	97%	25,7	5,6	78%	34,4	6,0	7,7	24,9
	Março	581,4	43,8	92%	12,0	2,7	78%	30,0	5,0	7,0	30,4
	Maio	7791,8	49,1	99%	18,0	12,3	32%	10,4	7,0	7,2	23,3
	Julho	604,8	47,1	92%	14,0	11,3	19%	13,1	6,0	6,7	27,1
	Setembro	19052,0	85,2	100%	62,2	7,7	88%	14,8	25,5	7,0	22,4
	Novembro	363,1	78,7	78%	12,7	9,0	29%	53,3	29,0	7,2	27,1
2021	Janeiro	403,2	84,2	79%	8,4	5,7	33%	46,5	5,0	7,2	30,1
	Março	1827,0	97,0	95%	10,2	3,6	65%	47,2	5,0	7,0	30,1
	Maio	1761,0	75,3	96%	12,6	5,3	58%	56,2	10,0	7,2	22,3
	Julho	708,0	36,0	95%	12,2	5,8	52%	64,6	10,0	7,0	24,8
	Setembro	910,0	41,0	95%	12,9	6,2	52%	39,0	10,0	7,0	25,8

Fonte: Autor (2021).

Com base na literatura, foram validadas as coletas realizadas cujo a concentração de entrada encontrada para o parâmetro de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi de 100 a 400 mg/L – destacado na Quadro 27. Adverte-se que, considerando que o número de amostras analisadas deve ser suficiente para fornecer dados estatisticamente representativos (NBR 9897), para os relatórios de monitoramento cujo um número reduzido de amostras analisadas foi aprovado pelo critério de validação, foi admitido uma faixa de tolerância maior aos valores em que baseou-se a validação.

Com relação às demais coletas, que apresentaram concentração de DBO na entrada da ETE fora da margem encontrada na literatura, optou-se por não serem validadas e, conseqüentemente, não utilizadas para os cálculos de médias e tendências, bem como interpretação e análise dos dados, devido à baixa confiabilidade dos dados apresentados, uma

vez que possivelmente não foram seguidos corretamente os métodos e procedimentos descritos nas normas e diretrizes.

Ainda, com foco na obtenção de dados estatisticamente representativos (NBR 9897), a partir dos dados de monitoramento da ETE H apresentados, foram calculados os valores médios de apresentação dos parâmetros para o mesmo período, apresentados no Quadro 28.

Quadro 42. Valores médios - ETE H

DBO (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)	Óleos e Graxas (mg/L)	pH	Temp. (°C)
Entrada	Saída	Eficiência	Entrada	Saída	Eficiência				
383,15	81,45	79%	10,5	7,3	31%	49,9	17,0	7,2	28,6

Fonte: Autor (2021).

Com relação aos valores médios (Quadro 42. Valores médios – ETE H), calculados a partir dos dados de monitoramento, em comparação aos dados de projeto (Quadro 12. Dados de projeto), apresentados no memorial descritivo da ETE H, pode ser observado que:

- Para DBO de entrada, obteve-se em desacordo com os dados de projeto;
- Para DBO de saída, obteve-se em desacordo com os dados de projeto;
- Para Fósforo Total de entrada, obteve-se em acordo com os dados de projeto;
- Para Fósforo Total de saída, obteve-se em desacordo com os dados de projeto;
- Para Nitrogênio Total de saída, obteve-se em desacordo com os dados de projeto;
- Para o parâmetro de pH, obteve-se em acordo com os dados de projeto;
- Para o parâmetro de Temperatura, obteve-se em acordo com os dados de projeto.

Sobre o parâmetro de Nitrogênio Amoniacal Total, o programa de monitoramento desta ETE não realiza a análise deste parâmetro na entrada da estação e, por isso, não foram obtidos valores para concentração de Nitrogênio Amoniacal Total na entrada da estação, e sua eficiência de remoção. Em resumo, o Quadro 43 apresenta um relatório do comparativo entre os dados de projeto, extraídos do Memorial Descritivo, e os valores médios dos dados de monitoramento.

Quadro 43. Comparativo - dados de projeto e monitoramento – ETE H

	DBO			Fósforo Total			Nitrogênio Total			pH	Temp. (°C)
	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência		
Dados de Projeto	320,0	20,0	94%	12,0	2,1	83%	138,0	16,0	88%	6-9	20-36
Dados de monitoram.	383,1	81,4	79%	10,5	7,3	31%	-	49,9	-	7,2	28,6
	EXCEDENTE	EXCEDENTE	✓	ACORDO	EXCEDENTE	✓	-	EXCEDENTE	-	ACORDO	ACORDO

Fonte: Autor (2021).

4.9.1 Parâmetros do efluente tratado – ETE H

Por trata-se de ETE com vazão de 0,5 L/s, e, abaixo de 1,5 L/s, conforme o Art. 5º, § 6º - Resolução CONSEMA nº 182/2021, os parâmetros de lançamento deverão atender exclusivamente à Resolução CONAMA nº 430/2011. Comparando os dados de monitoramento e os padrões de lançamento exigidos pela legislação, pode ser observado que:

- Para DBO de saída, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para eficiência mínima de remoção de DBO, obteve-se em acordo com a legislação;
- Para Nitrogênio Total de saída, obteve-se em desacordo com a legislação vigente;
- Para Óleos e Graxas de saída, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para o parâmetro de pH, obteve-se em acordo com a legislação vigente;
- Para o parâmetro de Temperatura, obteve-se em acordo com a legislação.

O valor médio de lançamento para o parâmetro de DBO foi de 81,45 mg/L e, portanto, em acordo com a Resolução CONAMA nº 430/2011 (Quadro 7).

Para o parâmetro de Fósforo Total, obteve-se o valor médio de 7,3 mg/L. Não há padrão de lançamento para este parâmetro na legislação ambiental vigente – CONAMA 430/2011, mas considerando a Lei Estadual nº 14.675, que estipula o limite de 4,0 mg/L para o lançamento de Fósforo Total, temos que a ETE H apresentou-se com concentração de lançamento excedente ao limite estabelecido e fora dos padrões aceitos.

Para o parâmetro de Nitrogênio Amoniacal Total, a ETE H apresentou valor médio de concentração de lançamento de 49,9 mg/L. Visto que, conforme a Resolução CONAMA nº 430/2011, o limite máximo de concentração permitido para o lançamento é de 20,0 mg/L, a ETE H não atende a legislação neste quesito. Para os demais parâmetros de lançamento, Óleos e Graxas, pH e Temperatura, os valores médios apresentaram-se em acordo com as legislações vigentes.

Quadro 44. Comparativo - dados de monitoramento e legislação – ETE H

	DBO (mg/L)			Fósforo Total (mg/L)			Nitrogênio Total (mg/L)			Óleos e Graxas (mg/L)	pH	Temp. (°C)
	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência			
CONAMA 430/2011	-	120,0	60%	-	-	-	-	20,0	-	100,0	5-9	<40,0
Dados de monitoram.	383,1	81,4	79%	10,5	7,3	31%	-	49,9	-	17,0	7,2	28,6
	-	ACORDO	ACORDO	-	-	-	-	EXCEDENTE	-	ACORDO	ACORDO	ACORDO

Fonte: Autor (2021).

4.10 CAPACIDADE DE PROJETO

Para possibilitar a avaliação e comparação da capacidade de projeto de cada ETE em face o seu efetivo funcionamento, foram analisados os dados de monitoramento das ETE's e seus valores médios e, na sequência, comparados com o memorial descritivo de projeto de cada uma (Quadro 12. Dados de projeto de cada ETE).

A partir deste tipo de análise será possível verificar, por exemplo, se determinada ETE encontra-se operando além das capacidades para as quais foi projetada. O Quadro 45 apresenta o resumo dos valores médios de monitoramento que estão em acordo ou em desacordo com os dados de projeto utilizados para seu dimensionamento.

Quadro 45. Atendimento do Memorial Descritivo

ETE	DBO		Fósforo Total		Nitrogênio		pH	Temp. (°C)
	entrada	saída	entrada	saída	entrada	saída		
A								
B			-	-	-			
C					-			
D			-		-			
E			-	-	-	-		
F			-	-	-	-		
G					-			
H					-			

Fonte: Autor (2021).

Legenda: verde – atende; vermelho – não atende.

Com base na Quadro 45, é possível verificar que:

- 87,5% das ETE's estudadas têm a média de concentração de entrada (efluente bruto) em concordância com o valor de projeto para DBO.
- 25% das ETE's estudadas têm a média de concentração de lançamento efetivo em concordância com o valor de projeto para DBO.
- 100% das ETE's estudadas têm a média de concentração de entrada (efluente bruto) em concordância com o valor de projeto para Fósforo Total.
- 40% das ETE's estudadas têm a média de concentração de lançamento efetivo em concordância com o valor de projeto para Fósforo Total.
- 0% das ETE's estudadas têm a média de concentração de entrada (efluente bruto) em concordância com o valor de projeto para Nitrogênio Amoniacal Total.
- 16% das ETE's estudadas têm a média de concentração de lançamento efetivo em concordância com o valor de projeto para Nitrogênio Amoniacal Total.

- 100% das ETE's estudadas têm a média de lançamento efetivo em concordância com o valor de projeto para pH e Temperatura.

O Quadro 46 apresenta um relatório de todos os parâmetros e ETE's, identificando quais apresentam-se em acordo com os dados considerados para o projeto.

Quadro 46. Relatório - Conformidade dos dados de monitoramento e Memorial Descritivo

ETE's	DBO			Fósforo Total			Nitrogênio Total			pH	Temp. (°C)
	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência		
A	ACORDO	EXCEDENTE	√	ACORDO	EXCEDENTE	√	EXCEDENTE	EXCEDENTE	^	ACORDO	ACORDO
B	ACORDO	ACORDO	√	-	-	-	-	EXCEDENTE	-	ACORDO	-
C	ACORDO	EXCEDENTE	√	ACORDO	EXCEDENTE	√	-	ACORDO	-	ACORDO	ACORDO
D	ACORDO	ACORDO	^	-	ACORDO	-	-	EXCEDENTE	-	ACORDO	ACORDO
E	ACORDO	EXCEDENTE	√	-	-	-	-	-	-	ACORDO	ACORDO
F	ACORDO	EXCEDENTE	√	-	-	-	-	-	-	ACORDO	ACORDO
G	ACORDO	EXCEDENTE	√	ACORDO	EXCEDENTE	√	-	EXCEDENTE	-	ACORDO	ACORDO
H	EXCEDENTE	EXCEDENTE	√	ACORDO	EXCEDENTE	√	-	EXCEDENTE	-	ACORDO	ACORDO

Fonte: Autor (2021).

Com base no Quadro 46 é possível verificar a relação, por parâmetros, das ETE's que apresentam eficiência de remoção em acordo com o apresentado no Memorial Descritivo:

- Para DBO, apenas 12% das ETE's estudadas apresentam eficiência de remoção satisfatória e em acordo com o apresentado nos dados de projeto, enquanto 88% das ETE's operam com eficiência de remoção de DBO abaixo do declarado no Memorial de Projeto.
- Para Fósforo Total, 100% das ETE's estudadas apresentam eficiência de remoção insatisfatória e em desacordo ao apresentado nos dados de projeto.
- Para Nitrogênio Amoniacal Total os dados de monitoramento não foram suficientes para concluir quantas atendem ou não à eficiência de remoção apresentada no Memorial Descritivo, uma vez que, os órgãos ambientais licenciadores não costumam cobrar o monitoramento deste parâmetro para a entrada do sistema, não sendo possível concluir a eficiência de remoção apenas com os dados de lançamento.

4.11 ATENDIMENTO AOS PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Para possibilitar a avaliação do atendimento das ETE's estudadas aos padrões de lançamentos de efluentes estabelecidos pelas legislações vigentes supracitadas, foi necessário um estudo de análise e comparação, confrontando os valores médios de concentração para os parâmetros de qualidade dos efluentes com os padrões estabelecidos pela legislação.

Para facilitar a visualização e compreensão da análise, é apresentado o Quadro 46, de resumo com os parâmetros atendidos ou não pela legislação.

Quadro 47. Resumo - Atendimento aos padrões de lançamento de efluentes

ETE	DBO		Fósforo Total		Nitrogênio	Óleos e Graxas	pH	Temp. (°C)
	Lançamento	Eficiência	Lançamento	Eficiência	Lançamento			
A	OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK
B	OK	OK				OK	OK	OK
C	OK	OK			OK	OK	OK	OK
D	OK	OK	OK			OK	OK	OK
E	OK	OK				OK	OK	OK
F	OK	OK				OK	OK	OK
G	OK	OK				OK	OK	OK
H	OK	OK				OK	OK	OK

Fonte: Autor (2021).

Legenda: verde – atende; vermelho – não atende.

Com base no Quadro 30, é possível verificar que:

- 100% das ETE's estudadas atenderam os padrões de lançamento para o parâmetro de DBO.
- 25% das ETE's estudadas atenderam os padrões de lançamento para o parâmetro de Fósforo Total.
- 25% das ETE's estudadas atenderam os padrões de lançamento para o parâmetro de Nitrogênio Amoniacal Total.
- 100% da ETE's estudadas atenderam os padrões de lançamento para os parâmetros de Óleos e Graxas, pH e Temperatura.

O Quadro 48 apresenta um relatório de todos os parâmetros e ETE's estudadas, identificando quais apresentam lançamento em acordo ou não com as legislações pertinentes.

Quadro 48. Relatório - Conformidade dos dados de monitoramento e legislação

ETE's	DBO			Fósforo Total			Nitrogênio Total			Óleos e Graxas (mg/L)	pH	Temp. (°C)
	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência	entrada	saída	eficiência			
A	-	ACORDO	ACORDO	-	-	-	-	ACORDO	-	ACORDO	ACORDO	ACORDO
B	-	ACORDO	ACORDO	-	-	-	-	EXCEDENTE	-	ACORDO	ACORDO	ACORDO
C	-	ACORDO	ACORDO	-	-	-	-	ACORDO	-	ACORDO	ACORDO	ACORDO
D	-	ACORDO	ACORDO	-	-	-	-	EXCEDENTE	-	ACORDO	ACORDO	ACORDO
E	-	ACORDO	ACORDO	-	-	-	-	EXCEDENTE	-	ACORDO	ACORDO	ACORDO
F	-	ACORDO	ACORDO	-	-	-	-	EXCEDENTE	-	ACORDO	ACORDO	ACORDO
G	-	ACORDO	ACORDO	-	-	-	-	EXCEDENTE	-	ACORDO	ACORDO	ACORDO
H	-	ACORDO	ACORDO	-	-	-	-	EXCEDENTE	-	ACORDO	ACORDO	ACORDO

Fonte: Autor (2021).

Com base no Quadro 48 é possível verificar a relação, por parâmetros, das ETE's que apresentam lançamento em acordo com os padrões estabelecidos pelas legislações ambientais vigentes:

- Para DBO, 100% das ETE's estudadas apresentaram percentual médio de eficiência de remoção em acordo com as legislações ambientais vigentes, com índice superior ao mínimo exigido por lei;
- Para Fósforo Total, não há na legislação ambiental atualmente vigente exigências para a concentração máxima ou eficiência de remoção mínima exigida para o lançamento em questão;

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação da eficiência das Estações de Tratamento de Efluentes (ETE's) em relação à remoção de nutrientes e também no atendimento aos padrões de lançamento de efluentes, através de análises físico-químicas e análise dos dados de monitoramento em comparação às legislações ambientais vigentes respectivamente, indicou que parte das estações não atendem satisfatoriamente aos padrões de lançamentos de efluentes e nem à capacidade de projeto.

Apesar de que os parâmetros avaliados, durante o tratamento apresentarem redução significativa de nutrientes indicadores de matéria orgânica, ainda apresentam médias de eficiência de remoção efetiva muito abaixo do apresentado nos dados de projeto das ETE's.

Para DBO, os Memoriais Descritivos das ETE's apresentam uma eficiência de remoção de, em média, 95%, embora na realidade, as médias de eficiência de remoção efetiva verificadas são em torno de 79%. Já para Fósforo Total, cujo os Memoriais Descritivos apresentam uma eficiência de remoção de, em média, 80%, na prática apresentaram dados de eficiência de remoção de aproximadamente 39%.

Com base nas constatações apresentadas, de comparação dos dados de monitoramento com os dados de projeto apresentados no Memorial Descritivo das ETE's, verificou-se que, para o período de estudo, a operação das respectivas estações não atendem a capacidade de projeto, apresentando resultados de eficiência inferiores aos projetados e concentração de lançamento, na maior parte dos casos, superiores aos projetados.

Após submeter os dados de monitoramento à critérios de validação e verificar que boa parte não os atendeu, constatou-se a má qualidade dos mesmos. Isto posto, pode ser devido, não somente às propriedades físico-químicas do efluente, mas também ao devido emprego das diretrizes e normas para os procedimentos de amostragem.

Com relação ao atendimento aos padrões de lançamento de efluentes, apesar de 100% das ETE's atenderem às legislações ambientais vigentes no que se refere ao parâmetro de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), com concentração de lançamento e eficiência de remoção em acordo com o estabelecido, considerando os parâmetros de Fósforo Total e Nitrogênio Amoniacal Total nenhuma das ETE's apresentou resultados satisfatórios de eficiência de remoção e concentração de lançamento.

Apesar de os parâmetros avaliados apresentarem redução significativa de concentração no efluente tratado em relação ao esgoto bruto, os valores de concentração para lançamento de parte dos parâmetros ainda não atendem aos padrões estabelecidos pela legislação, não podendo

ser lançados em corpos hídricos e, comprovando assim, que a eficiência de parte das ETE's não é satisfatória, devendo ser submetida a novas adequações e monitoramento constante.

Enquanto que, a qualidade do efluente tratado, na saída da ETE, é influenciado pela eficiência do seu tratamento e operação da ETE, a qualidade do esgoto bruto afluente, na entrada da ETE, está mais ligado à qualidade do esgoto em si e também aos métodos utilizados na coleta, manejo, armazenamento e transporte da amostra.

Para que se tenha uma boa avaliação de eficiência das Estações de Tratamento de Efluentes, os dados de monitoramento utilizados para pesquisa devem ser 100% validados, seguindo às normas e diretrizes de procedimento padrão para amostragem, armazenamento e transporte da amostra, pois isto é indispensável para a confiabilidade dos dados a serem obtidos pela análise laboratorial.

Por fim, destaca-se a incompatibilidade encontrada entre os dados de projeto apresentados no Memorial Descritivo das ETE's e os dados revelados pelo monitoramento das mesmas, os quais elucidam que algumas ETE's encontram-se operando subdimensionadas.

5.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos de pesquisa futuros, sugere-se que, diferente do presente trabalho, onde a análise foi feita com base nos dados de monitoramento das ETE's, mas que seja realizado a coleta das amostras para análises laboratoriais independentemente dos programas de monitoramento com coletas de rotina já empregadas e, a partir da obtenção dos laudos com os resultados das análises, confrontá-las com as análises recebidas do monitoramento realizado pelo responsável técnico.

REFERÊNCIAS

- PHILIPPI Jr, Arlindo. **Saneamento, saúde e meio ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri – SP: Manole, 2005.
- BORGES, M., GALBIATTI, J., & FERRAUDO, A. (2003). **Qualidade Hídrica e Eficiência de Interceptores de Esgotos em Cursos d'Água Urbanos da Bacia Hidrográfica do Córrego Jaboticabal**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 161- 171.
- NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. 1. ed. São Paulo (SP): E. Blücher, 2003. 505 p. ISBN 8521203144.
- Organização Mundial de Saúde - OMS. **UNICEF - Progresso on Sanitation and Drinking – Water 2013 UPDATE**. Disponível em: Acesso em: 24 jul. 2013.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Atlas de Saneamento 2011**. Rio de Janeiro, 2011.
- CARVALHO, Anésio. R. **Princípios Básicos do Saneamento do Meio**. 10. Ed. Editora SENAC. São Paulo, 2003.
- MOTA, S. (2008) **Gestão ambiental de recursos hídricos**. 3.ed. Rio de Janeiro: ABES.344 p.
- SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná). **Operação de Estação de Tratamento de Esgoto, Tratamento biológico anaeróbico; Manual de Treinamento**. Curitiba, 2005.
- SAMPAIO, A. O.; GONÇALVES, M. C. **Custos operacionais de estações de tratamento de esgoto por lodos ativados: estudo de caso ETE-Barueri**. In: 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro. 1999. p. 702-709.
- PIVELI, R. P. **Tratamento de Esgotos Sanitários**. Universidade Federal de Alagoas. 2006. Disponível em: <<http://www.ctec.ufal.br/professor/elca/APOSTILA%20-%20TRATAMENTO%20DE%20ESGOTOS.pdf>>. Acesso em: 25 Abr 2018.
- SPERLING, M.V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/Universidade Federal de Minas Gerais. 2005. p 243.

Von Sperling, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3 ed. Editora UFMG, 2014. 472p.

CONAMA – **Conselho Nacional de Meio Ambiente**. Decreto N° 430, 2011.

NUNES, José. A. **Tratamento físico-químico de águas residuárias industriais**. 6 ed. Editora ABES, 315p. 2012.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB.

Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguassuperficiais/aguasinteriores/variaveis/aguas/variaveis_quimicas/demanda_quimica_d_e_oxigenio.pdf>.

Acessado em: 10 set. 2013.

FIORUCCI, Antônio. R.; FILHO, Edeimar. B. **A Importância do Oxigênio Dissolvido em Ecossistemas Aquáticos**. Química e Saúde. 2005.

ESTEVES, Francisco. A. **Fundamentos de limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro-RJ: Ed Interciência, FINEP. 1998.

MACEDO, Jorge. A. B. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas**. 2ª ed., CRQ/MG, 2001.

VYMAZAL, Jan. **Removal of phosphorus in constructed wetlands with horizontal sub-surface flow in the Czech Republic**. Water, Air and Soil Pollution: Focus, v.4, n.2-3, p.657-670. 2004.

VASCONCELLOS, Fernanda. C. S. **Análise Microbiológica de Barras de Cereais e Cereais Matinais, comercializados na cidade de Pelotas RS**. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS, 2006.

CASCAIS, Bruna. F. A. **Monitoramento de Efluente e Comparação das Eficiências das Estações de Tratamento de Esgoto da Grande Florianópolis**. Florianópolis, 2008.

GOMES, Polini. R. **Bactérias termotolerantes como indicador de poluição do arroio da Praia do Rincão, litoral sul de Santa Catarina**. Universidade do Extremo Sul Catarinense. Santa Catarina, 2012.

MIERZWA, José. C.; HESPANHOL, I. **Água na Indústria uso racional e reuso**. Editora: Oficina de textos. 1. Ed. 2005.

ITB - **Instituto Trata Brasil**. Disponível em: Acesso em: 20 de abril de 2018.

NBR 9648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

NBR 9897: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

NBR 9898: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

IMA/SC – **Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina**. Enunciado nº 01, agosto de 2018.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: Blücher, 1991.

DI BERNARDO, L.; DI BERNARDO, A. e CENTURIONE FILHO, P. L. **Ensaio de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estação de tratamento de água**. São Carlos: Rima, 2002.