



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL
UNIDADE ACADÊMICA CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA



LARISSA RODRIGUES DA SILVA

**ESTUDO DA IMPORTÂNCIA DA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO
(DBO) PARA O CONTROLE DE QUALIDADE DO TRATAMENTO DE EFLUENTES**

LARISSA RODRIGUES DA SILVA

**ESTUDO DA IMPORTÂNCIA DA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO
(DBO) PARA O CONTROLE DE QUALIDADE DE EFLUENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia
Química da Universidade Federal de
Alagoas como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia
Química.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Jose De Brito Silva

Maceió

2022

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

S586e Silva, Larissa Rodrigues da.
Estudo da importância da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) para o controle de qualidade do tratamento de efluentes / Larissa Rodrigues da Silva. – 2022.
33 f. : il. color.

Orientador: Jorge José de Brito Silva.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Química) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 30-33.

1. Águas residuárias. 2. Tratamento de efluentes. 3. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). I. Título.

CDU: 66.0: 628.3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL
UNIDADE ACADÊMICA CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA



LARISSA RODRIGUES DA SILVA

***ESTUDO DA IMPORTÂNCIA DA DEMANDA BIOQUÍMICA DE
OXIGÊNIO (DBO) PARA O CONTROLE DE QUALIDADE DE
EFLUENTES***

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



JORGE JOSE DE BRITO SILVA
Data: 07/11/2022 17:29:29-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Jorge Jose De Brito Silva

Documento assinado digitalmente



LIVIA MARIA DE OLIVEIRA RIBEIRO
Data: 04/11/2022 19:59:20-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Livia Maria de Oliveira Ribeiro

Prof. Dr. Renata Maria Rosas Garcia Almeida

Documento assinado digitalmente



RENATA MARIA ROSAS GARCIA ALMEIDA
Data: 07/11/2022 09:45:12-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

A minha mãe Yonara Lima, por nunca ter medido esforços para me proporcionar um ensino de qualidade durante todo meu período escolar.

As minhas irmãs Nathalia Rodrigues e Lara Lise, pelo companheirismo, ajuda e apoio em todos os momentos delicados da minha vida.

Ao meu Namorado, Gamaliel Tavares por ser meu porto seguro nos meus momentos de angústia, por sempre estar disposto a ouvir e me ajudar a superar todas as dificuldades.

Ao meu grupinho em especial Lara, Emanuel e JP, com quem convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formando, que ajudaram a manter a rotina que as vezes era árdua mais leve.

A todos da empresa análise ambiental, em especial Matheus Ribeiro e Victor Michael que foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa.

A todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para realização deste trabalho.

RESUMO

Com o crescimento das concentrações urbanas, principalmente no último século, e consequentemente com o aumento do volume de resíduo produzido fez com que grande parte dos corpos d'água receptora se tornasse poluídos e com baixos níveis de oxigênio dissolvido. A quantidade de matéria orgânica presente nos esgotos é medida indiretamente por meio da quantidade de oxigênio necessária para a sua degradação. Assim, quanto mais baixo o nível de oxigênio da água, maior a sua poluição.

Uma das variáveis mais utilizadas para determinar esse nível de oxigênio na água é a Demanda Bioquímica de Oxigênio, DBO. Esse parâmetro está relacionado, também, com a preservação da vida marinha nos corpos de água receptores desses efluentes. Mantendo um nível de DBO dentro do parâmetro regido pela legislação, faz manter a preservação do meio ambiente e todas as formas de vida aquática.

Diante do exposto, esse trabalho teve como objetivo estudar a importância de manter um efluente com um baixo valor de DBO, ou seja, um baixo grau de poluição, através de ensaios analíticos com efluentes de diversos setores, mostrando assim se os efluentes atendem as especificações do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Palavras-Chave: DBO, poluição, efluentes.

ABSTRACT

With the growth of urban concentrations, especially in the last century, and consequently with the increase in the volume of waste produced, most of the receiving water bodies became polluted and with low levels of dissolved oxygen. The amount of organic matter present in sewage is indirectly measured through the amount of oxygen needed for its degradation. Thus, the lower the oxygen level in the water, the greater its pollution.

One of the most used variables to determine this level of oxygen in water is the Biochemical oxygen Demand, BOD. This parameter is also related to the preservation of marine life in the water bodies that receive these effluents. Keeping a level of BOD within the parameter governed by legislation, it maintains the preservation of the environment and all forms of aquatic life.

Given the above, this work aimed to study the importance of maintaining an effluent with a low BOD value, that is, a low degree of pollution, through analytical tests with effluents from different sectors.

KEY- WORDS: BOD, POLLUTION, EFFLUENTS.

LISTA DE SIMBOLOS E ABREVIACOES

DBO	Demanda Biológica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ANA	Agência Nacional de guas
ODI	Oxigênio Dissolvido Imediato
ODP	Oxigênio Dissolvido Posterior
pH	Potencial Hidrogeniônico
ETE	Estaco de Tratamento de Efluentes
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente

Sumário

1.	Introdução	9
2.	Objetivos	11
2.1	Geral.....	11
2.2	Específicos.....	11
3.	Revisão bibliográfica.....	12
3.1	Efluentes	12
3.1.1	Tratamento de efluentes	14
3.1.2	Legislação de Tratamento de efluentes.....	15
3.1.3	Parâmetros para análise de efluentes	16
3.1.4	Parâmetros Físicos	17
3.2.1	Parâmetros Químicos.....	17
3.2.2	Características Biológicas	18
3.2	Demanda Bioquímica de oxigênio (DBO).....	19
4.	Metodologia	21
4.1	Levantamento de Dados	21
4.2	Coleta e Preservação da Amostra	21
4.3	Procedimento.....	21
4.3.1	Aparelhagem:	21
4.3.2	Reagentes:.....	22
4.4	Preparação da amostra	22
4.4.1	Método Direto.....	22
4.4.2	Método por diluição	23
4.4.3	Algumas considerações sobre o método da DBO5 por diluição:	23
4.5	Preparação da água de diluição.....	24
4.5.1	Preparação dos aparatos	25
4.5.2	Preparação dos aparatos	25
4.5.3	Preparação das amostras para serem analisadas	25
4.5.4	Determinação da OD após incubação.....	26
5.	Resultados.....	28
6.	Considerações finais.....	30
7.	Referências	31

1. Introdução

A água é o elemento fundamental para a manutenção da vida em geral, e esta necessidade reflete diretamente no seu grande consumo por parte do homem. Para Leme (2010), o aumento do consumo de água passa a ser preocupante, já que houve um crescimento populacional e consequentemente a intensificação das atividades agrícolas, pecuárias e do desenvolvimento industrial e agroindustrial. Esses fatores são as principais causas da geração e do lançamento de resíduos brutos (líquidos ou sólidos) nos solos, rios, lagos e mares, assim prejudicam a fauna, a flora e o equilíbrio dos ecossistemas em geral.

Águas residuárias é um termo genérico para despejos líquidos oriundos de diversas fontes, tais como esgotos domésticos, efluentes industriais e águas pluviais. Todas estas fontes, antes de serem lançadas nos corpos hídricos, devem passar por algum processo de tratamento de forma a não alterar a qualidade da água desses mananciais. De acordo com Metcalf & Eddy (2016), três tipos de sistemas de coletas de águas residuárias podem ser destacado:

- Coleta de esgotos sanitário (doméstico) ou efluente industrial;
- Esgoto misto (constituído por esgoto doméstico e industrial ou águas pluviais e esgotos);
- Coleta de águas pluviais e esgotos (sanitário e/ou industrial) na mesma rede.

São poucas as cidades que se preocupam com a destinação final dos efluentes gerados pela população. O mesmo ocorre com empresas que expandem sua produção, gerando mais efluentes e resíduos. Para as indústrias, as exigências em relação ao tratamento de efluentes são muito mais rigorosas, uma vez que os órgãos ambientais federais, estaduais e municipais acabam fiscalizando mais instituições privadas. Contudo, ainda assim essa cobrança continua sendo muito aquém do que deveria ser na realidade, e muitas indústrias permanecem operando e emitindo agentes poluidores no meio ambiente (ALBERGUINI, 2005)

Segundo Braile (1979), para os países em desenvolvimento, a proteção do meio ambiente contra agentes poluidores de origem industrial é um problema muito complexo. A poluição está diretamente associada à elevação do padrão de vida da população.

De acordo com SPERLING (1996), a qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros que traduzem as suas principais características químicas, físicas e biológicas. Os padrões de qualidade são embasados por um suporte legal e, devem ser

cumpridos, por força da legislação, pelas entidades envolvidas com a água a ser utilizada. A disposição de um efluente fora dos padrões legais pode causar prejuízos ao corpo d'água, ocasionando a poluição do mesmo.

A DBO_5 é convencionalmente usada, pois considera a medida após 5 dias de incubação a 20°C, associada à fração biodegradável dos componentes orgânicos carbonáceos. Nesta análise é considerado o metabolismo dos microrganismos heterotróficos onde os compostos orgânicos biodegradáveis são transformados em produtos finais estáveis ou mineralizados, tais como: água, gás carbônico, entre outros. Assim, neste processo, há consumo de oxigênio da água e liberação da energia contida nas ligações químicas das moléculas decompostas (CETESB, 2008).

Os maiores aumentos em termos de DBO_5 , em um corpo de água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir a completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática (CETESB, 2008).

A DBO_5 é uma medida da poluição orgânica, simbolizando apenas a quantidade de oxigênio consumido para mineralizar a matéria orgânica, não indicando a presença de outros compostos orgânicos não degradados nas condições de teste e não identificando ou quantificando efeitos tóxicos ou materiais que possam inibir a atividade microbiana durante o teste (MCNEELY et al., 1979).

A DBO , estudada nesse trabalho, é um parâmetro importante para conhecer o grau poluidor de uma água residuária e retrata a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar, através de processos bioquímicos, a matéria orgânica carbonácea (SPERLING, 1996).

2. Objetivos

2.1 Geral

Esse trabalho teve como objetivo geral determinar a carga orgânica em efluentes oriundos de diversos setores (doméstico e de uma Estação de tratamento de efluentes), e com isso verificou se o efluente apresenta um baixo valor de DBO.

2.2 Específicos

- Realizou-se ensaios analíticos com efluentes de diversos setores;
- Verificou-se a eficiência de remoção da DBO;

3. Revisão bibliográfica

3.1 Efluentes

São denominados como efluentes resíduos produzidos tanto pelas indústrias quanto pelo ser humano em seu ambiente doméstico, e que são descartados no meio ambiente sobre a forma de líquido ou de gases.

As indústrias são uma das grandes produtoras de efluentes, já que a água é usada em várias etapas dos processos de fabricação. Utiliza-se o recurso, por exemplo, para a própria fabricação de produtos, lavagem e retenção de materiais, tratamentos químicos, biológicos, entre outros. A água residual desses processos compõe os efluentes industriais que podem estar contaminados e necessitam de tratamento.

Com o desenvolvimento e o crescimento da população, cada vez mais está acontecendo aglomerações, que com o passar do tempo origina-se em poluição e contaminação tanto do solo e do ar, como também dos recursos hídricos pelo lançamento de seus próprios efluentes (LEME, 2008). O lançamento de esgotos sem tratamento em corpos d'água pode causar diversos danos, inicialmente ao corpo hídrico, como por exemplo, a variação de cor, forte odor, turbidez, nutrientes entre outros (JORDÃO; PESSÔA, 2014).

Segundo Von Sperling (2005) destaca que alguns efeitos relacionados ao lançamento de efluentes sanitários sem o devido tratamento podem ocasionar a mortandade de peixes, crescimento excessivo de algas, poluição da água subterrânea, doenças de veiculação hídrica, maus odores, toxicidade a plantas entre outros.

Diferentemente dos resíduos sólidos, os efluentes são aqueles que se encontram dissolvidos em meio aquoso, podendo ser gerados em residências ou indústrias. A preocupação ambiental se dá especialmente sobre os efluentes industriais, pois as fábricas são grandes consumidoras de água em seus processos. A excessiva quantidade de água necessária em suas operações produz um grande volume de efluentes.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), pode-se observar quais os ramos industriais mais demandam recursos hídricos: alimentos, bebidas, papel, celulose e produtos de papel, metalurgia, produtos químicos e biocombustíveis são responsáveis por 85% da retirada de água. São, também, responsáveis por 90% do consumo do recurso pela indústria da transformação. (USO DA ÁGUA NA INDÚSTRIA, 2017).

O grande volume de efluentes gerados pelo setor industrial não é o maior problema envolvendo as águas residuais. Os efluentes podem conter metais pesados, como cádmio,

cromo, manganês e níquel. (VGR, 2018)

Essas águas residuais contaminadas, quando despejadas no meio ambiente sem tratamento, são extremamente nocivas à natureza e à saúde do homem. Facilmente, os efluentes contaminados que atingem os solos, os lençóis freáticos, reservatórios e rios, podendo comprometer a qualidade da água que abastece as cidades. (VGR, 2018)

As geradoras de efluentes industriais nem sempre se ocupam do gerenciamento das águas residuais, terceirizando o serviço para as tratadoras. Entre os motivos para a transferência do manejo está no rigor ambiental que precisa ser seguido para o tratamento de efluentes. (VGR, 2021)

Para tratar o efluente de forma eficaz e atender a legislação, dentre elas, destaca-se a resolução nº430/2011 (Conselho Nacional do Meio Ambiente), que estabelece as condições e parâmetros de lançamento de efluentes, nesse sentido, é necessário conhecer o processo de geração e a composição dos efluentes. Pois, após o processo de análise de todas as características, verifica-se as alternativas de tratamento, para então, definir qual o tipo de tratamento indicado para o efluente estudado. (CONAMA, RESOLUÇÃO Nº 357)

Para realizar o tratamento dos efluentes, é necessário saber suas características baseado na descrição dos materiais empregados nas etapas do processo produtivo, com isso avalia-se a presença de substâncias orgânicas e inorgânicas, metais pesados, hidrocarbonetos, corantes, detergentes, etc. (COLONESE, NATALIA)

Dessa forma, consegue-se definir quais indicadores devem ser utilizados, afim de quantificar as substâncias presentes no efluente, também são medidos parâmetros como pH, temperatura, cor, turbidez, alcalinidade, oxigênio dissolvido e vazão. Indicadores globais como quantidade de matéria orgânica, óleos e graxas, toxicidade e sólidos devem ser avaliados através de determinados métodos. Alguns dos mais conhecidos para identificar a matéria orgânica presente no efluente são **DQO** – Demanda Química de Oxigênio e **DBO** – Demanda Bioquímica de Oxigênio. (QUALIDADE DA ÁGUA, 2015)

Ademais, ressalta-se que o processo de verificação de DBO é realizado de forma cautelosa, pois o resultado somente poderá ser observado após o período de 05 dias. Além disso, o parâmetro fornecido será apenas a parte correspondente a fração biodegradável dos compostos orgânicos. Apesar desse fator temporário, é de suma importância a sua realização para o efetivo controle da matéria orgânica para o controle das estações.

3.1.1 Tratamento de efluentes

Um sistema de tratamento de efluentes é constituído por uma série de etapas e processos, os quais são empregados para a remoção de substâncias indesejáveis da água ou para sua transformação em outra forma que seja aceitável pela legislação ambiental, os principais processos de tratamento são reunidos em um grupo distinto, sendo eles os processos físicos, químicos e biológicos (PROJETO MUNICIPIO VERDE, 2012).

De acordo com Nunes (2008), as estações de tratamentos de efluentes tradicionais costumam ser divididas em quatro etapas:

a) Tratamento preliminar: ocorre retenção de material grosseiro, flutuantes e material mineral sedimentável. Utiliza-se para isto grades, desarenadores (caixa de areia), caixas de retenção de óleo e gordura e peneiras.

b) Tratamento primário: consiste na remoção de matéria orgânica em suspensão. Os processos ocorrem através de decantação primária, precipitação química, flotação e neutralização.

c) Tratamento secundário: separação da matéria orgânica dissolvida e em suspensão. Os procedimentos mais conhecidos nesta etapa são os processos de lagoas de estabilização, lodo ativado, sistemas anaeróbios com alta eficiência de remoção do carbono orgânico, filtros biológicos, lagoas aeradas e precipitação química.

d) Tratamento terciário: é aplicado quando se pretende obter um efluente de alta qualidade, ou a remoção de outras substâncias contidas nas águas residuárias. Pode ocorrer através de adsorção de carvão ativo, osmose inversa, eletrodialise, troca iônica, filtros de areia, remoção de nutrientes, oxidação química e remoção de organismos patogênicos. O tratamento terciário é bastante raro no Brasil.

Cada etapa do tratamento visa à remoção de algum constituinte do esgoto, para que o mesmo atinja os padrões de lançamento, podendo ser destinado para um recurso hídrico. (Costa, 2007). Na tabela 01 pode-se verificar a estimativa da eficiência dos níveis de tratamento em uma ETE.

Tabela 01. Estimativa da eficiência esperada nos níveis de tratamento

Tipo de tratamento	Matéria orgânica (% de remoção DBO)	Sólidos em suspensão(% de remoção SS)	Bactérias (% de remoção)
Preliminar	5-10	5-20	10-20
Primário	25-50	40-70	25-75
Secundário	80-95	65-95	70-90
Terciário	40-99	80-99	Até 99,99

Fonte: Costa (2007)

A decisão quanto ao processo a ser adotado para o tratamento das fases líquidas e sólidas deve ser derivada fundamentalmente de um balanceamento entre critérios técnicos e econômicos, a DBO constitui-se em um parâmetro na composição dos índices de qualidade das águas (Muller,2002).

3.1.2 Legislação de Tratamento de efluentes

Na legislação ambiental, há normas relacionadas ao tratamento de efluentes, que são os resíduos em forma líquida. Existe uma exigência sobre o manejo dos efluentes, uma vez que, eles podem por em risco o meio ambiente e a saúde humana. Desse modo, as empresas que se responsabilizam por esses resíduos precisam estar atentas para aplicar as normas ambientais devidas.

As tratadoras que se responsabilizam por esses resíduos precisam ser vigilantes no cumprimento das leis ambientais. Em primeiro lugar, necessitam conhecer as diretrizes sobre o manejo de efluentes. O órgão que estabelece esses procedimentos é o Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. O conselho estabeleceu, por meio da Resolução n ° 357, de 17 de março de 2005, condições e padrões de referência para os efluentes. Sendo assim, qualquer água residual que estiver fora dessas especificações não poderá ser lançada direta ou indiretamente no meio ambiente (Política Nacional de Recursos Hídricos, 1989).

Além de conhecer os padrões do CONAMA para efluentes também é dever da tratadora portar o licenciamento ambiental. Essa documentação é essencial, pois é a garantia de que a tratadora atua sem gerar impactos ambientais. Para conquistar o licenciamento ambiental a tratadora deve comprovar que as características do empreendimento estão em conformidade com a legislação. Deve garantir, também, que trabalha com procedimentos corretos para tratar os

efluentes.

As tecnologias de tratamento de efluentes são fundamentais, mas o cumprimento das leis ambientais também é essencial para a credibilidade de uma empresa. As tratadoras que funcionam ilegalmente estão sujeitas a sanções, incluindo as punições da Lei de Crimes Ambientais. Criada em 1998, a lei prevê advertências, multas, embargos, paralisação temporária ou definitiva de organizações ecologicamente incorretas.

Além das referidas legislações mencionadas, destaca-se o regulamento nº 9433/1997, que representa um marco muito importante no tocante a política nacional de recursos hídricos, pois ressalta em seus artigos a base necessária para o tratamento devido desse meio, de modo a produzir resultados satisfatórios e preservar o meio ambiente.

Diante disso, é necessário ser cauteloso quanto ao manejo de resíduos, pois há leis ambientais específicas para o tratamento de efluentes. O setor industrial, é um grande gerador de águas residuais, devido a isso cabe às empresas responsabilidade quanto às normas pertinentes ao tratamento de efluentes. As águas residuais podem ser manejadas com rigor pelas tratadoras, garantindo que a natureza e os indivíduos fiquem preservados de riscos.

3.1.3 Parâmetros para análise de efluentes

Conforme resolução do CONAMA nº 357, são estabelecidos valores padrões máximos para qualidade da água doce de classe 1, dentre eles tem-se que a Demanda Bioquímica de Oxigênio em 05 dias a 20°C deve conter até 3mg/L O₂. O estabelecimento de um limite funciona como um parâmetro de suma importância para estabelecer um nível de qualidade da respectiva amostra analisada.

Além disso, é possível que estados adotem padrões de lançamento para DBO, isso possibilita uma análise minuciosa, considerando os aspectos físicos, químicos e biológicos da amostra, a fim de possibilitar um resultado que permita uma melhor resposta para o teste realizado.

Ressalta-se que é possível haver variação em relação ao valor referente a matéria orgânica e o resultado obtido no laboratório, esse fato dá-se em virtude das condições ambientais, como explica (Sperling 2005).

Porém, existem parâmetros que devem ser atendidos para que o lançamento dos efluentes seja efetuado e a evidência de que estes parâmetros são realmente atendidos é obtida através de análises.

Von Sperling (2005) define as características do efluente como sendo características físicas,

químicas e biológicas, onde as mesmas possuem parâmetros de qualidade e estão descritas nas subseções abaixo.

3.1.4 Parâmetros Físicos

Segundo Metcalf & Eddy (2003), a característica física mais importante dos efluentes é o teor de sólidos totais, que é composto de matéria flutuante, materiais sedimentáveis, matéria coloidal e matéria em solução.

Para Costa (2007) essas características são relativas aos sólidos presentes no efluente, geralmente são tidas como características de menor importância, já que envolvem aspectos de ordem estética e subjetiva. Para os parâmetros físicos temos:

- Temperatura: É um parametro bastante importante do ponto de vista biologico, uma vez que a temperatura pode alterar a concentração de oxigênio dissolvido e interferir na velocidade de degradação dos compostos. Já no fisico-químico podeinterferir na formação de flocos (etapa de coagulação-floculação)
- Turbidez: É uma característica da água causada pela presença de materias em suspensão, com variações de tamanho das partículas. A presença dessas partículas conferem uma cor nebulosa no efluente. (Richter, 2007)
- Cor: De acordo com Mota (2003) e Costa (2007), a cor resulta da existência, na água, de substâncias em solução, podendo ser causada por ferro ou manganês, pela decomposição da matéria orgânica, pelas algas ou pela introdução do efluente.
- pH: Tem grande interferência nas águas residuais, sendo bastante necessário para poder determinar as formas de tratamento, pois irá auxiliar na remoção de certos poluentes que se complexam e assim precipitam, conforme a faixa de pH.

3.2.1 Parâmetros Químicos

As análises químicas da água ou de efluentes, determinam mais precisamente as características da amostra, revelando de forma mais exata as suas propriedades. As análises químicas são realizadas seguindo métodos padronizados e adequados, podendo ser utilizadas para avaliar o grau de poluição de um meio.(Richter, 2007).

Abaixo estão cada um dos parâmetros químicos que são utilizados para análise de tratamento dos efluentes.

- Dureza: É uma característica conferida à água pela presença de alguns íons
- metálicos, especialmente de Cálcio e Magnésio.,
- Óleos e graxas: Essas substâncias são oriundas de cozinhas, restaurantes, postos de lavagem e lubrificação de veículos, garagens e também de efluentes industriais, em grande concentração esses materiais podem causar entupimento das redes de esgoto.
- Sólidos suspensos totais: São os sólidos que permanecem como resíduos após amostra ser exposta a determinada temperatura.
- DBO: É a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica biologicamente. Esse parâmetro é importantíssimo na medição de poluição e material orgânico.
- DQO: É a demanda de oxigênio necessária para oxidar quimicamente a matéria orgânica, na DQO também é oxidada a matéria orgânica não biodegradável e alguns compostos inorgânicos.

3.2.2 Características Biológicas

No tratamento biológico aeróbio, os microrganismos, mediante processos oxidativos, degradam as substâncias orgânicas, que são assimiladas como "alimento" e fonte de energia, sendo que nesse processo ocorre a utilização de O₂ para que ocorra a biodegradação. Dentre os processos aeróbios o processo de lodo ativado é o mais aplicado e também o de maior eficiência, o termo lodo ativado designa a massa microbiana floculante que se forma quando esgotos e outros efluentes biodegradáveis são submetidos à aeração (BARCELLO; CARVALHO, 2012).

Nos processos anaeróbios de tratamento de efluentes são empregados microrganismos que degradam a matéria orgânica presente no efluente, na ausência de oxigênio molecular, tendo como resultado final a produção de metano e dióxido de carbono, deixando na solução aquosa subprodutos como amônia, sulfetos e fosfatos. O processo de digestão é desenvolvido por uma sequência de ações realizadas por uma gama muito grande e variável de bactérias, tendo-se então uma cadeia sucessiva de reações bioquímicas, onde inicialmente acontece a hidrólise ou quebra das moléculas de proteínas, lipídios e carboidratos até a formação dos produtos finais, sendo esses essencialmente o gás metano e dióxido de carbono (FERNANDES, 2012).

De acordo com Costa (2007), as características biológicas referem-se a parte viva do efluente analisado através da microbiologia, revelando a presença dos reinos animal, vegetal e protista. Os parâmetros estabelecidos pelas análises biológicas visam principalmente o controle

da transmissão de doenças.

3.2 Demanda Bioquímica de oxigênio (DBO)

O despejo de esgoto bruto no corpo receptor gera o aumento da matéria orgânica, que em grandes quantidades, ultrapassam a capacidade de autodepuração dos corpos aquáticos, degradando o ecossistema. A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), é a quantidade necessária de oxigênio para estabilizar biologicamente a matéria orgânica presente no afluente (TARDIVO, 2009; JORDÃO & PESSOA, 2011).

Os valores de DBO presentes nos esgotos domésticos variam conforme as características da população local, como o consumo per capita de água, as condições socioeconômicas da comunidade, seus hábitos de higiene e alimentícios e condições climatológicas, pois temperaturas elevadas geram maior consumo de água interferindo na DBO do efluente (JORDÃO & PESSOA, 2011; VON SPERLING, 2014; FREITAS, 2019).

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio utilizada pelos microrganismos para estabilizar a matéria orgânica biodegradável. (SENAI-RS, 1991 p. 10). A DBO₅ é um dos parâmetros mais importantes para caracterizar um efluente e o tipo de tratamento mais adequado para o mesmo, pois mede a poluição orgânica do efluente.

Segundo Cavalcanti (2016) para a medição da DBO₅ a técnica mais utilizada é adicionar pequenas quantidades de um efluente industrial em um determinado volume de água saturada em oxigênio, deixando-o em um frasco fechado em uma incubadora a 20°C, ao longo de 5 (cinco) dias e após esse processo é realizada a medição

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é uma análise empírica, na qual procedimentos padronizados de laboratório são adotados a fim de determinar o oxigênio gasto na biodegradação de poluentes orgânicos e inorgânicos (sulfetos e íons ferrosos) das águas residuárias, efluentes, rios e lagoas.

Esta análise pode medir também o oxigênio das formas reduzidas do nitrogênio (Demanda Nitrogenada) a menos que esta oxidação seja evitada por uso de um inibidor. Para que ocorra a oxidação biológica (Biodegradação) dos compostos orgânicos existentes nas amostras, é necessária a presença de microrganismos. Estes microrganismos (principalmente bactérias) causam uma oxidação bioquímica quando decompõem a matéria orgânica, que é usada como alimento para produção de energia, e consomem o oxigênio dissolvido na água para a respiração.

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é utilizada para determinar o nível de poluição

das águas. Consideram-se poluídas as águas que apresentam uma baixa concentração de oxigênio dissolvido, portanto, com alta DBO, já que essa substância é utilizada na decomposição de compostos orgânicos (DIAS, 2021). As águas não poluídas ou limpas, por sua vez, têm elevadas concentrações de oxigênio dissolvido, baixa DBO, beirando o ponto de saturação (DIAS, 2021).

Em Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), a DBO é um parâmetro utilizado para verificar a eficiência na decomposição de matéria orgânica, pois, se a DBO está elevada, quer dizer que a matéria orgânica está sendo consumida. De acordo com a legislação, a DBO máxima no esgoto deve ser de 60 mg.L^{-1} (DIAS, 2021).

Assim, de uma forma geral, a demanda bioquímica de oxigênio atua como um indicador de poluição das águas. Quanto maior a quantidade de efluentes lançados em um curso de água, maior será a quantidade de matéria orgânica, o que favorecerá um grande consumo de gás oxigênio (O_2) por parte dos microrganismos, elevando a DBO e prejudicando os seres vivos aeróbios. Isso porque, ao elevar a DBO, os seres vivos anaeróbios passam a realizar a reação de oxidação dos compostos orgânicos, o que leva à produção de substâncias de odor desagradável, como o ácido sulfídrico (H_2S) (DIAS, 2021).

Como o teste da demanda bioquímica é um processo biológico, é extremamente importante que as condições ambientais sejam adequadas para os organismos vivos.

Os itens de maior importância são:

1. A amostra deve estar isenta de substâncias tóxicas;
2. O meio deve possuir substâncias nutrientes que os microrganismos necessitam para o seu crescimento (Fósforo, Magnésio, Cálcio, Ferro, Enxofre);
3. pH constante na faixa de 6,5-7,5;
4. Temperatura padrão, $20 \pm 1^\circ\text{C}$
5. Presença de suficiente população de microrganismos.

Embora este teste seja muito criticado, principalmente porque as condições ambientais de laboratório não reproduzem as condições dos corpos d'água (temperatura, luz solar, população biológica e movimento das águas) é ainda parâmetro significativo para avaliação da carga orgânica, lançada aos corpos d'água.

4. Metodologia

4.1 Levantamento de Dados

O trabalho foi realizado na empresa Análise Ambiental, a qual está localizada no loteamento Canto do Mainá, Rua R, lote 14, Cidade Universitária, Maceió-AL. A empresa realiza as operações das estações de tratamento de água e esgoto; o assessoramento ambiental durante inspeções e avaliações de órgãos fiscalizadores; pareceres técnicos; consultorias ambientais; serviços de limpeza com carro a vácuo; diagnóstico e adequação/ regularização do serviço de tratamento de água residuais; desenvolvimento de projeto e implantação de Estações de Tratamento de Esgoto- ETE; serviço de manutenção preventiva elétrica e hidráulica e mecânica dos componentes das estações; análise laboratorial de água e esgoto.

Para realizar a determinação da DBO dos efluentes, foram estudadas 2 amostras uma de esgoto sanitário e a segunda de uma estação de tratamento de efluentes a fim de serem comparadas e analisadas quanto ao grau de oxigenação e sua influência no corpo de água.

4.2 Coleta e Preservação da Amostra

As amostras devem ser coletadas em frascos de plástico ou vidro rigorosamente limpos e isentos de matéria orgânica. A análise foi realizada de maneira imediata quando não é possível realizar a análise, a amostra deve ser estocada na geladeira a 4°C, porém o teste deve ser feito não mais que 7 dias depois da amostragem. Isto porque, as amostras para análise de DBO₅ podem sofrer significativa degradação durante o manuseio e estocagem, resultando em uma baixa estimativa do valor da DBO₅.

4.3 Procedimento

4.3.1 Aparentagem:

- Garrafão de 20 litros para água de diluição;
- Incubadora com controle termostático de temperatura, isentada luz.;
- Tubos de borracha látex;
- Torneiras de teflon com tubos de vidro;
- Difusor, ou ar comprimido;
- pHmetro;
- Bécker de 100mL;
- Bureta;
- Proveta;
- Erlenmeyer;
- Pipetas graduadas;
- Pipetas volumétricas;
- Frasco de DBO₅;
- Balões volumétricos.

4.3.2 Reagentes:

Utilizou-se água desmineralizada, a água deve conter menos que 0,01mg/L de cobre e ser isenta de amônia, cloro, cloramina, álcalis, matéria orgânica ou ácidos. Antes do uso deve-se saturar a água com bomba de vácuo por 30 minutos e adicionar 1mL de cada solução nutriente por litro de água.

O pH da água de diluição pode variar entre 6,5 a 7,5 para não afetar a ação dos microrganismos. O tampão de fosfato mantém o pH estável durante todo o período do teste. Água de Diluição: saturou-se com ar comprimido a água desmineralizada de maneira a obter elevado teor de oxigênio.

- Solução tampão de fosfato;
- Solução de sulfato de Magnésio 22,5g/L;
- Solução de Cloreto de Ferro III;
- Solução de Cloreto de Cálcio;
- Solução de Hidróxido de Sódio 1N;
- Solução de Ácido Sulfúrico 1N;
- Solução de Sulfato Manganoso;
- Solução Alcalina de Iodeto de Azida;
- Solução Indicadora de Amido;
- Solução estoque de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 1N;
- Solução padrão de Tiosulfato de Sódio 0,025 N;
- Solução de H_2SO_4 1 + 9;
- Ácido sulfúrico concentrado P.A;
- Solução de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,025N.

4.4 Preparação da amostra

4.4.1 Método Direto

Para cada litro de água desmineralizada saturada, adicionar 1mL das seguintes soluções:

- Solução tampão de fosfato;
- Solução de cloreto de ferro III;
- Solução de sulfato demagnésio;
- Solução de cloreto de cálcio.

Não foi necessário diluir as amostras em que a DBO_5 não excede 7mg/L , mas deve-se aerar estas amostras para tornar a concentração de OD próximo à saturação, na faixa de 7 a 8, no início do teste, muita água dos rios efluentes tratado encontra-se nesta categoria. Para isso deve-se ajustar temperatura da amostra para cerca de 20°C e aerar com difusor de ar para aumentar a concentração de oxigênio e/ou diminuir o conteúdo de outros gases da amostra. Dois ou mais frascos de DBO_5 são cheios com a amostra aerada; pelo menos em um é analisado o OD imediato e, os outros frascos incubados por 5 dias $20^\circ\text{C} \pm 1,0$. Após 5 dias, o OD restante é determinado e a DBO_5 é dada pela diferença entre ODI e ODP.

Este é o melhor método para determinação da DBO_5 posto que a natureza da amostra não é alterada e a análise se processa em condições bastante próximas aos ambientes. Mas poucas são as amostras que podem ser analisadas por este método devido a maioria dos despejos possuírem baixa concentração de OD e/ou elevado consumo de oxigênio.

4.4.2 Método por diluição

Encheu-se e tampou-se dois frascos de DBO_5 com água de diluição, evitando bolhas de ar no interior dos frascos. A água de diluição não deve estar inoculada, um dos frascos é incubado e o outro foi usado para a determinação do ODI, o delta OD ($ODI - ODP$) é usado para comprovar a qualidade da água de diluição. Este delta OD não deve ser maior que $0,2\text{mg/L}$ e de preferência deve ser $0,1\text{mg/L}$.

Colocou-se as alíquotas em duplicatas da amostra nos frascos de DBO_5 e completou-se o volume com água de diluição, em seguida e homogeneizou-se os frascos. Incubou-se a 20°C , um dos frascos que continha a amostra diluída, juntamente com o frasco da água de diluição, estes frascos foram selados pela adição diária de água desmineralizada até à “boca” dos frascos de DBO_5 .

Determinou-se o oxigênio dissolvido imediato (ODI) nas réplicas das diluições feitas, após 5 dias, feito isso, determinou-se o oxigênio dissolvido posterior nos frascos que foram incubados.

4.4.3 Algumas considerações sobre o método da DBO_5 por diluição:

Como são vários os fatores que influenciam na DBO_5 , deve-se fazer várias diluições da amostra a fim de se garantir um resultado final da análise. Quando a amostra é desconhecida, o valor da DQO fornece uma estimativa das alíquotas a serem tomadas porque existe a seguinte relação teórica:

$$DBO_5 = DQO/2$$

O analista tem a responsabilidade de decidir quais diluições deverão ser feitas para a determinação da DBO₅, usualmente é melhor tomar três diluições diferentes. Quando a concentração da amostra é aproximadamente conhecida com certa segurança, duas diluições são suficientes.

Quando amostras desconhecidas são analisadas, várias diluições deveram ser feitas a fim de cobrir uma ampla faixa de DBO₅. É usual estimar uma DBO₅ para a amostra desconhecida e fazer diluições iguais, abaixo e acima deste valor estimado, assim a faixa compreendida compensa alguns erros prováveis da estimativa original.

Para as amostras que exijam alíquotas menores que 1,0mL, diluições devem ser feitas, demodo que as quantidades adicionadas para os frascos de DBO₅, possam ser medidas sem os erros ocasionados pela pipetagem de pequenos volumes.

Tabela 02: Volumes de todos os frascos devem ser conhecidos para permitir o cálculo da DBO₅.

mL	faixa de DBO₅	mL	faixa de DBO₅
0,02	30000 - 105000	5,0	120 - 420
0,05	12000 - 42000	10,0	60 - 210
0,10	6000 - 21000	20,0	30 - 105
0,20	3000 - 10500	50,0	12 - 42
0,50	1200 - 4200	100,0	6 - 21
1,00	400 - 2100	300,0	0 - 7
2,00	300 - 1050		

4.5 Preparação da água de diluição

- Lavou-se o barrilete de 30 L com água corrente e detergente. Em seguida, ambientou-se com água destilada.
- O volume de água de diluição é calculado previamente com base no número de amostras e
- transferiu-se o volume determinado de água desmineralizada para o barrilete.
- Adicionou-se para cada litro de água desmineralizada, 1 mL das seguintes soluções: solução tampão de fosfato, solução de sulfato de magnésio (MgSO₄), solução de cloreto de cálcio (CaCl₂) e solução de cloreto de ferro (FeCl₃).
- Deixou-se a água aerando com o auxílio da bomba de aeração por pelo menos 30 minutos

antes do preenchimento dos frascos com as diluições.

4.5.1 Preparação dos aparatos

- Utilizou-se três frascos de diluição para cada amostra a ser analisada, onde um foi utilizado para titulação imediata (para determinação inicial de OD) e os outros dois, foram usados para as diluições que ficaram incubadas por 5 dias a 20°C. Adicionou-se mais dois frascos para o branco imediato e final.
- Preencheu-se a ficha de DBO com as devidas informações: nome da estação, TAG do frasco, volume do frasco e volume das diluições que foram usadas. (Para análise feita em esgoto, usa-se o histórico de análises como base para determinação da alíquota, caso não se tenha registro, usa-se de três a cinco diluições na amostra até que em alguma dessas, reste aproximadamente 1 mg de OD no final da incubação). Transferiu-se o volume determinado de água desmineralizada para o barrilete.
- Adicionou-se para cada litro de água desmineralizada, 1 mL das seguintes soluções: solução tampão de fosfato, solução de sulfato de magnésio ($MgSO_4$), solução de cloreto de cálcio ($CaCl_2$) e solução de cloreto de ferro ($FeCl_3$).
- Deixou-se a água aerando com o auxílio da bomba de aeração por pelo menos 30 minutos antes do preenchimento dos frascos com as diluições.

4.5.2 Preparação dos aparatos

- Utilizou-se três frascos de diluição para cada amostra a ser analisada, onde um foi utilizado para titulação imediata (para determinação inicial de OD) e os outros dois, foram usados para as diluições que ficaram incubadas por 5 dias a 20°C. Adicione mais dois frascos para o branco imediato e final.
- Preencheu-se a ficha de DBO com as devidas informações: nome da estação, TAG do frasco, volume do frasco e volume das diluições que foram usadas. (Para análise feita em esgoto, usa-se o histórico de análises como base para determinação da alíquota, caso não se tenha registro, usa-se de três a cinco diluições na amostra até que em alguma dessas, reste aproximadamente 1 mg de OD no final da incubação).

4.5.3 Preparação das amostras para serem analisadas

- Deixou-se previamente as amostras descongelando em temperatura ambiente
- Utilizou-se um frasco de 100 mL para armazenar a amostra antes da transferência das diluições.

- Mediu-se o pH da amostra e certificou-se que está na faixa de 6,5 e 7,5. Caso contrário, é necessário reajustar o pH utilizando as soluções de ácido sulfúrico ou hidróxido de sódio 1 molar.
- Verificou-se também se existe a presença de cloro residual livre. Uma vez que o cloro pode proporcionar interferência na análise, é necessário dissipá-lo com uma solução de Na_2SO_3
- Após o ajuste de pH e do cloro residual, transferiu-se as alíquotas determinadas para os frascos de diluição com uma pipeta graduada. Para amostras de efluentes de entrada, realizou-se uma prévia diluição após o reajuste do pH, de 10 mL para um balão de 100 mL e completando-se com água desmineralizada. Posteriormente, transferiu-se a alíquota para o frasco de DBO, aumentando-se o volume em 10x, levou-se em conta que a diluição foi feita de 1:10, mantendo assim o mesmo volume.
- Em seguida, adicionou-se a alíquota da amostra para o frasco, onde encheu-se 2/3 do volume do frasco com a água de diluição já previamente preparada e adicionou-se (se necessário) o inibidor de nitrificação.
- Após a adição do inibidor de nitrificação, completou-se o volume do frasco com água de diluição até o gargalo e fechou-se com a rolha os frascos que deverão ser incubados, deixando uma leve camada de água na abertura, para evitar a entrada de oxigênio.

Preparação da amostra para titulação e da OD inicial

Adicionou-se 2mL de Iodeto de Azida, em seguida acrescentou-se 2mL de solução de sulfatomanganoso, repetindo o mesmo processo de precipitação de adição do item anterior. Feito isso, homogeneizou-se bem a amostra e deixou-se o precipitado decantar, quando o precipitado houver assentado, introduziu-se 2mL de ácido sulfúrico P.A. utilizando ainda a mesma técnica, logo após agitar bem até que todo precipitado seja inteiramente dissolvido.

O branco foi preparado de maneira semelhante à amostra, apenas invertendo-se a sequência de adição do sulfato manganoso e o ácido sulfúrico concentrado. P.A. Lavou-se o gargalo do frasco com água deionizada;

Retirou-se a tampa e drenou-se todo conteúdo para um erlenmeyer de 500 mL ou tomar uma alíquota menor, posteriormente titulou-se com tiosulfato de sódio 0,025N, até um amarelo claro. Adicionou-se 1mL de indicador de amido e continuou-se a titulação até aviragem do indicador de azul para incolor; feito isso, anotou-se os volumes das titulações.

4.5.4 Determinação da OD após incubação

- Após os 5 dias de incubação, retirou-se as amostras da incubadora e determinou-se oOD

final. Após o consumo do oxigênio dissolvido feito pelo microrganismo presente na amostra. Adicionou-se 2 mL de solução de sulfato manganoso (MnSO_4) e 2 mL de solução alcalina de iodeto de azida, formando um complexo de cor terra.

- Fechou-se os frascos e homogenizou-se a amostra e em seguida esperou-se decantar.
- Após decantar, adicionou-se 2 mL de ácido sulfúrico P.A. (decapante industrial) para acidificar o meio, fechou-se novamente os frascos e homogeneizou-se a amostra
- Transferiu-se com auxílio de uma proveta, 100 mL da amostra para um Erlenmeyer de 250 mL para a titulação. Adicionou-se 1 mL de indicador de amido.
- Titulou-se a amostra já com o indicador, com a solução de tiosulfato de Sódio 0,025N e anotou-se o volume gasto para o branco final e para a amostra.

5. Resultados

Foram realizados 2 ensaios, uma para coleta de um efluente de esgoto sanitário (ES) e o segundo ensaio para uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE). Nessa primeira etapa foi-se anotado os volumes gastos na titulação imediata e titulação após a incubação de 5 dias, com posse desses valores foi possível montar as tabelas 03 e 04, onde a tabela 02 mostra os volumes gastos na entrada e saída para o ES, já a tabela 04 mostra os volumes utilizados para ETE.

Tabela 03: Dados de Entrada e Saída para o Efluente de Esgoto Sanitário

Dados na Entrada			Dados na Saída		
	1º Diluição	2º Diluição		1º Diluição	2º Diluição
Tag do frasco	-	-	Tag do frasco	-	-
Volume do frasco (mL)	300	300	Volume do frasco (mL)	300	300
Volume da amostra (mL)	1	2	Volume da amostra (mL)	5	8
Tiosulfato no branco imediato (mL)	4,1	4,1	Tiosulfato no branco imediato (mL)	4,1	4,1
Tiosulfato no branco final (mL)	3,7	3,7	Tiosulfato no branco final (mL)	3,7	3,7
Tiosulfato gasto imediato	4,1	4,1	Tiosulfato gasto imediato	4,1	4,1
pH após ajuste	7,11	7,11	pH após ajuste	7,14	7,14
Tiosulfato gasto após a incubação(mL)	3,6	3,4	Tiosulfato gasto após a incubação (mL)	3,2	2,4
Fator de correção do Tiosulfato	1	1	Fator de correção do Tiosulfato	1	1
			Temperatura da Coleta (°C)	29,7	29,7

Fonte: (autor, 2022)

Tabela 04: Dados de Entrada e Saída para a Estação de Tratamento de Efluente.

Dados na Entrada			Dados na Saída		
	1º Diluição	2º Diluição		1º Diluição	2º Diluição
Tag do frasco	-	-	Tag do frasco	-	-
Volume do frasco (mL)	300	300	Volume do frasco (mL)	300	300
Volume da amostra (mL)	1	2	Volume da amostra (mL)	5	8
Tiosulfato no branco imediato (mL)	3,8	3,8	Tiosulfato no branco imediato (mL)	3,8	3,8
Tiosulfato no branco final (mL)	3,6	3,6	Tiosulfato no branco final (mL)	3,6	3,6
Tiosulfato gasto imediato	3,9	3,9	Tiosulfato gasto imediato	3,8	3,8
pH após ajuste	7,01	7,01	pH após ajuste	7,78	7,78
Tiosulfato gasto após a incubação(mL)	3,4	3	Tiosulfato gasto após a incubação (mL)	3,6	3,5
Fator de correção do Tiosulfato	1	1	Fator de correção do Tiosulfato	1	1
			Temperatura da Coleta (°C)	30,1	30,1

Fonte: (autor,2022)

Com posse dos valores obtidos nas tabelas 03 e 04 e com o auxílio do excel foi possível montar as tabelas auxiliares 05 e 06 onde elas mostram o valor da DBO na entrada/saída e a eficiência de remoção para cada ensaio.

Tabela 05: Valor de DBO e Eficiência de Remoção para o ES

Dados na Entrada			Dados na Saída		
	1ª Diluição	2ª Diluição		1ª Diluição	2ª Diluição
Fator de diluição	300	150	Fator de diluição	60	37,5
ODI	8,2	8,2	ODI	8,2	8,2
ODF	7,2	6,8	ODF	6,4	4,8
OD Consumido	1	1,4	OD Consumido	1,8	3,4
% de redução	12,195122	17,0731707	% de redução	21,95121951	41,463415
DBO	300	210	DBO	108	127,5
Fator de correção	1		Fator de correção	1	
DBO média	255		DBO média	117,75	
			Eficiência do processo	54%	

Fonte: (autor, 2022)

Tabela 06: Valor de DBO e Eficiência de Remoção para a ETE

Dados na Entrada			Dados na Saída		
	1ª Diluição	2ª Diluição		1ª Diluição	2ª Diluição
Fator de diluição	300	150	Fator de diluição	60	37,5
ODI	7,8	7,8	ODI	7,6	7,6
ODF	6,8	6	ODF	7,2	7
OD Consumido	1	1,8	OD Consumido	0,4	0,6
% de redução	12,8205128	23,0769231	% de redução	5,263157895	7,8947368
DBO	300	270	DBO	24	22,5
Fator de correção	1		Fator de correção	1	
DBO média	285		DBO média	23,25	
			Eficiência do processo	92%	

Fonte: (autor, 2022)

Ao analisar as tabelas 05 e 06 podemos verificar que o efluente oriundo de um ES (Tabela 05) possui um valor elevado de DBO na entrada e saída e com isso apresenta uma eficiência de remoção baixa de 54%, isso acontece devido á falta de um tratamento adequado a esse efluente, sendo assim esse valor de eficiência não atende as especificações exigidas pelo CONAMA na resolução nº 357 onde diz que a DBO₅ deve possuir uma remoção mínima de 60%. Com isso, se faz necessário realizar um tratamento mais eficaz para que esse efluente seja lançado em algum recurso hídrico, sem prejudicar a vida marinha.

Já analisando o efluente proveniente de uma ETE (Tabela 06) verificamos que esse efluente obteve uma capacidade de eficiência de 92% um valor satisfatório que atendem as especificações exigidas na resolução do CONAMA, esse valor de remoção alta deve-se ao tratamento pelo qual esse efluente passa, onde busca a remoção máxima da matéria orgânica

6. Considerações finais

Ao fim deste trabalho pode-se inferir que, comparado com os resultados obtidos ao fim das análises o sistema de tratamento da ETE obteve uma capacidade satisfatória na absorção do efluente, isso dá-se devido á redução de carga de matéria orgânica biodegradável presente no efluente tratado.

Esse resultado aponta conformidade com os padrões estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio ambiente (CONAMA) que diz na resolução nº 357, de 17 de março de 2005, condições e padrões de referência para os efluentes onde preconiza o limite de até 60mg/L para o lançamento de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários, ou seja, eficiência de remoção mínima de 60% para a demanda bioquímica de oxigênio.

Essa alta eficiência da estação de tratamento está relacionada as diversas etapas que o efluente passa: tratamento físico e químico (preliminar, primário, secundário e terciário) em cada uma delas visando a máxima remoção de matérias orgânica.

Já o efluente oriundo de esgoto sanitário apresenta uma eficiência menor, pois seu efluente não passa pelos mesmos tratatamento quando comparado ao de uma ETE, o tratamento pelo qual esse efluente passa é mais simples e com isso ele não atende as especificações exigidas pelo CONAMA.

Diante do exposto, se faz necessário realizar um tratamento adequado ao efluente, entre os benefícios podemos listar: benefícios ambientais manter viva a diversidade da vida marinha e a prevenção de danos de alto impacto no ecossistema.

7. Referências

A Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

ALBERGUINI, Leny B. A.; Silva, Luís C.; REZENDE, Maria O. O. . Tratamento de resíduos químicos: guia prático para a solução dos resíduos químicos em instituições de ensino superior. São Carlos: RiMa, 2005.

ATADEMO, Robert. Como funciona o tratamento de efluentes industriais. Tera, 27 de Junho de 2021. Disponível em: < <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/bid/338190/Como-funciona-o-tratamento-de-efluentes-industriais> > Acesso em: 05 de Setembro de 2022.

BAIRD, RODGER; EATON, ANDREW; RICE, EUGENE; Standard Methods - for the Examination of Water and Wastewater- 23ª edição.

BARCELLOS, Camila Hunbner, CARVALHO, Antonio R. P. Tratamento biológico de Efluentes. Disponível em: < https://kurita.com.br/adm/download/tratamento_biologico_de_efluentes.pdf > Acesso em: 01 de Novembro de 2022.

Braga, B.; Em: Introdução a Engenharia Ambiental: o desafio do sistema sustentável. 2ª edição, Prentice Hall, São Paulo, 2005.

BRAILE, Pedro M.; CAVALCANTI, José E. W. A. .Manual de tratamento de águas residuárias industriais. São Paulo: CETESB, 1979.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL.

COLONESE, Natalia. O que são efluentes e por que é essencial tratá-los? Disponível em: <https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/quimica-alimentos/efluentes-o-que-sao-como-tratar/?gclid=EAJaIQobChMIwPbmwtmc5gIVCgeRCh0yxwIAEAAAYAiAAEgJJUvD_BwE>. Acesso em 01 de Novembro de 2022.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). RESOLUÇÃO No 357.

COSTA, Regina Helena Pacca Guimarães; TELLES, Dirceu D Alkmin: Reúso da água: conceitos, teorias e práticas. São Paulo: Blucher, 2007.

DIAS, D. L. Demanda Bioquímica de Oxigênio. Brasil Escola. Disponível em. Acesso em 21 de abril de 2022.

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 17 de março de 2005.

EFLUENTES: TIPOS, CLASSIFICAÇÕES E QUAL TRATAMENTO ADEQUADO?, VGR, Manaus, 28 de agosto de 2021. Disponível em: < Efluentes: tipos, classificações e qual tratamento adequado? | VG Resíduos (vgresiduos.com.br)> Acesso em 02 de Novembro de 2022.

FERNANDES, Carlos. Digestão Anaeróbia. Disponível em:

<<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/DigeAnae.html> > Acesso em 27 de Outubro de 2022

Fernando. Fasciculo. Disponível em :

<http://www.leb.esalq.usp.br/leb/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%2010%20->

FREITAS, T. J. C. de O. Influência do consumo per capita e da concentração de DBO nos custos de ETE em municípios de pequeno. Artigo Científico (graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil. Natal/RN, 2019.

https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/MODELAGEM_DE_OXIG%C3%8ANIO DISSOLVIDO NO C%C3%93RREGO SALOBINHA MONTES CLAROS DE GOI%C3%8

Efluentes o que são e Como tratar. Fluxo Consultoria. Disponível em:

<https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/efluentes-o-que-sao-como-tratar/> Acesso 21 de Abril de 2022.

JORDÃO, E.P.; PESSOA, C.A. Tratamento de esgotos domésticos, 6. Edição, Rio de Janeiro: ABES, 2011;

JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. Tratamento de esgotos domésticos. 7. ed. Rio de Janeiro; 2014.

LEME, Edson J. de A. Manual Pratico de Tratamento de Águas residuárias. 1. ed. São Carlos: Edufscar, 2010.

LEME, Edson José de Arruda. Manual prático de tratamento de águas residuárias. São Carlos, SP: EdUFSCar, 2008.

McNEELY. R.N., NEIMANIS, V.P., DWYER. L. Water Quality Sourcebook. A Guide to Water Quality Parameters. Ottawa: Environment Canada, 1979. 90 p.

METCALF & EDDY. Tratamento de efluentes e recuperação de recursos. 5 ed. Tradução de Ivanildo Hespanhol e José Carlos Mierzwa. Porto Alegre: AMGH, 2016.

METCALF & EDDY. Wastewater engineering: treatment and reuse. 4. Ed. Boston:McGraw-

Hill, 2003

Modelagem de oxigênio dissolvido no córrego de Montes Claros. Disponível em :

MOTA, Suetonio. Introdução a engenharia ambiental. Rio de Janeiro: ABES, 2003.

NUNES, J.A. Tratamento Físico-Químico de Águas Residuárias Industriais.5. ed. Sergipe: Editora Info Graphics gráfica & Editora Ltda, 2008.

PIVELI, Roque Passos. Curso “Qualidade das águas e poluição: Aspectos Físico-Químicos.

http://www.leb.esalq.usp.br/leb/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%2010%20-%20Oxigenio%20Dissolvido%20e%20Materia_Organica.pdf Acesso 10 de Junho de 2022.

Piveli,R.P, Kato, M.T., Qualidade das águas e poluição: aspectos físicos-químicos.ABES.São Paulo, 2006.

POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997).Institui Principais parâmetros de análise de efluentes. Disponível em: <https://ambientesst.com.br/principais-parametros-de-analise-de-efluentes/> Acesso em 21 de Abril de 2022.

PROJETO MUNICÍPIO VERDE. Conceitos Fundamentais e Principais Soluções no Tratamento de Esgoto. Disponível em: Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo (infraestruturameioambiente.sp.gov.br). Acesso em 28 de Outubro de 2022.

QUALIDADE DA ÁGUA, São Paulo, 22 de Setembro de 2015. Disponível em: < Qualidade da Água - Parâmetros e Padrões | Portal Tratamento de Água (tratamentodeagua.com.br) > Acesso em 02 de Novembro de 2022

RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 3 n.1 Jan/Mar 1998, 111-132.

Relatório de qualidade das águas superficiais do estado de São Paulo. Apêndice A. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2008. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes-relatorios>. Acesso em 06 de Agosto de 2021

RICHTER, Carlos A., NETTO, José M. A. .Tratamento de água : tecnologia atualizada. São paulo: Edgard Blucher, 2007

Saiba quais normas pertinentes ao tratamento de efluentes. VGR, Manaus, 02 de out de 2018. Disponível em: <https://www.vgresiduos.com.br/blog/saiba-quais-as-normas-pertinentes-ao-tratamento-de-efluentes/> Acesso em: 21 de Abril de 2022.

TARDIVO, M. Considerações sobre o monitoramento e controle dos parâmetros físicos, químicos e biológicos de estações de tratamento de esgoto e proposta para sistema integrado de gestão com enfoque ambiental, controle de qualidade, segurança e saúde. Tese (Doutorado)

– Universidade de São Paulo. Instituto de Química São Carlos. São Carlos/SP, 2009.

Tratamento Biológico de efluentes. Disponível em:

<http://www.kurita.com.br/adm/download/Tratamento_Biologico_de_Efluentes.pdf>. Acesso em: 28 de Outubro de 2022.

USO DA ÁGUA, Neo Mondo, 18 de Setembro de 2017. Disponível em: <USO DA ÁGUA NA INDÚSTRIA - Portal Neo Mondo> Acesso em 02 de Novembro de 2022.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte, Editora UFMG, v.1, 4 ed. 2014.

VON SPERLING, M.; Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Princípios básicos do tratamento de esgotos, v. 02. Minas Gerais: ABES. 1996.

VON SPERLING, Marcos. 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.