

**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
Minas Gerais
Campus Bambuí

Tiago Lucas Ferreira

**ESTUDO DE CASO: automação da análise do tratamento de efluente da oficina
de locomotiva da VLI com uso de Arduino**

Bambuí

2022

Tiago Lucas Ferreira

**ESTUDO DE CASO: automação da análise do tratamento de efluente da oficina
de locomotiva da VLI com uso de Arduino**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre em
Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais (IFMG) – *Campus*
Bambuí.

Orientador: Prof. Dr. Neimar de Freitas Duarte
Coorientadora: Profa. Dra. Vivienne Denise
Falcão

Projeto Estruturante: Gestão de Águas,
Efluentes e Resíduos Sólidos.
Linha de pesquisa: Planejamento e Gestão
Ambiental



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Bambuí
Diretoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação
Seção de Pós-Graduação
Av. Professor Mário Werneck, 2590 - Bairro Buritis - CEP 30575-180 - Belo Horizonte - MG
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

PARECER Nº 17

FICHA DE APROVAÇÃO

Dissertação de Mestrado, intitulada **“ESTUDO DE CASO: AUTOMAÇÃO DA ANÁLISE DO TRATAMENTO DE EFLUENTE DA OFICINA DE LOCOMOTIVA DA VLI COM USO DE ARDUINO”**, de autoria do mestrando em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, **Tiago Lucas Ferreira**, sob a orientação dos professores **Dr. Neimar de Freitas Duarte (orientador)** e **Dra. Vivienne Denise Falcão (coorientadora)**, aprovado pela Banca Examinadora de Defesa, em 16/12/2022, com a média de **85,5 pontos**.

A análise das correções finais da dissertação sugeridas pela Banca Examinadora será feita pelo professor orientador.

Bambuí (MG), 16 de dezembro de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **Tiago Lucas Ferreira, Usuário Externo**, em 19/12/2022, às 08:53, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Neimar de Freitas Duarte, Professor**, em 19/12/2022, às 09:53, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Vivienne Denise Falcao, Professora**, em 19/12/2022, às 14:14, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Robert Fonseca Gontijo, Usuário Externo**, em 20/12/2022, às 19:10, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Carrasco Carpio, Professor**, em 03/01/2023, às 12:08, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **1410505** e o código CRC **37C05383**.

Criado por [ronaldo.barbosa](#), versão 2 por [ronaldo.barbosa](#) em 19/12/2022 08:26:37.

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

F383e Ferreira, Tiago Lucas.

Estudo de caso: automação da análise do tratamento de efluente da oficina de locomotiva da VLI com uso de Arduino. / Tiago Lucas Ferreira. – Bambuí, 2022.
157 f.: il.; color.

Orientador: Prof. Dr. Neimar de Freitas Duarte.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, 2022.

1. Tratamento de efluente oleoso. 2. Arduino. 3. Ensaios de pH e temperatura. I. Duarte, Neimar de Freitas. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 681.5

RESUMO

O presente trabalho aborda o tema planejamento e gestão de resíduos hídricos, apresentando etapas de tratamento do efluente, normas técnicas, diretrizes e ensaios físico-químicos que são realizados antes, durante e após o processo de tratamento do efluente oleoso. Os testes de pH, temperatura, turbidez e oxigênio dissolvidos são feitos diariamente na empresa Valor da Logística Integrada (VLI), na oficina de manutenção de locomotiva de Divinópolis – MG. O objetivo do trabalho é desenvolver um produto técnico para análise com Arduino e sensores, realizando ensaios de pH e temperatura, a fim de se obter qualidade e agilidade na leitura dos ensaios diários no tratamento do efluente oleoso. No desenvolvimento do projeto, foram realizados testes comparativos, utilizando um pHmetro de bancada e sensores de pH e temperatura desenvolvidos por meio da plataforma Arduino, obtendo-se uma precisão aproximada de 99% em comparação com o equipamento utilizado no laboratório da VLI e da UEMG em Divinópolis.

Palavras-chave: Tratamento de efluente oleoso. Arduino. Ensaios de pH e temperatura.

ABSTRACT

The present work addresses the theme of planning and management of water waste, presenting stages of effluent treatment, technical norms, guidelines and physical-chemical tests that are carried out before, during and after the treatment process of the oily effluent. The *pH*, temperature, turbidity and dissolved oxygen tests are carried out daily at Valor da Logística Integrada (VLI), at the locomotive maintenance workshop in Divinópolis – MG. The objective of the work is to develop a technical product for analysis with Arduino and sensors, performing pH and temperature tests, in order to obtain quality and agility in the reading of daily tests in the treatment of oily effluent. In the development of the project, comparative tests were carried out, using a bench pH meter and pH and temperature sensors developed through the Arduino platform, obtaining an approximate accuracy of 99% in comparison with the equipment used in the laboratory of VLI and UEMG in Divinópolis.

Keywords: Oily effluent treatment. Arduino. pH and temperature tests.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Etapas do processo produtivo de uma ETEO.....	28
Figura 2 - Microcontrolador ATMEGA328P-PU.....	30
Figura 3 - Diagrama de blocos de um sistema de automação.....	31
Figura 4 - Ilustração do protótipo.....	32
Figura 5 - Arduino R3.....	33
Figura 6 - Localização de Divinópolis – MG.....	34
Figura 7 - Localização da oficina de manutenção de locomotivas da VLI em Divinópolis – MG.....	35
Figura 8 - Fluxograma das etapas de tratamento de efluente oleoso.....	36
Figura 9 - Placa Arduino Uno R3.....	39
Figura 10 - Módulo sensor de pH BNC PH-4502C.....	41
Figura 11 - Dimensões da sonda de pH BNC PH-4502C.....	41
Figura 12 - Sensor de temperatura 10k.....	42
Figura 13 - Representação da montagem do Arduino e seus componentes.....	43
Figura 14 - Processo de tratamento do efluente oleoso da VLI Divinópolis – MG.....	46
Figura 15 – ETEO.....	51
Figura 16 – SAO – VLI, Divinópolis – MG.....	58
Figura 17 - pHmetro utilizado na medição de pH no Laboratório de Química da UEMG Divinópolis.....	59
Figura 18 - Amostra coletada na ETEO da VLI de Divinópolis – MG.....	59
Figura 19 - Amostra padrão de calibração de medida de pH 7.....	60
Figura 20 - Localização dos pontos de elevatórias industriais e sanitárias na VLI – Divinópolis – MG.....	61
Figura 21 - Elevatória preliminar R10.....	61
Figura 22 - Elevatória secundar R1.....	61
Figura 23 - Trajetória dos efluentes oleosos, passando pelos reservatórios e bombeados até a estação de tratamento de efluente na VLI – Divinópolis – MG.....	62
Figura 24 - Coleta do efluente bombeado das elevatórias para o gradeamento – VLI Divinópolis – MG.....	63
Figura 25 - Efluente oleoso coletado para análise – VLI Divinópolis – MG.....	64
Figura 26 - Arduino com os sensores de pH e temperatura – VLI Divinópolis – MG.....	64

Figura 27 - Equipamento de leitura de pH e temperatura e pHmetro do laboratório da VLI Divinópolis – MG.....	65
Figura 28 - Equipamento de leitura de pH e temperatura e pHmetro do laboratório da VLI Divinópolis – MG.....	66
Figura 29 - Salário de laboratorista químico nas principais cidades do Brasil.....	70
Quadro 1 - Planilha orçamentária dos componentes da automação com Arduino.....	68
Quadro 2 - Lista de componentes da automação com Arduino.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fatores históricos que influenciaram o aproveitamento da água no mundo e no Brasil.....	21
Tabela 2 - Demanda de água por finalidade no Brasil em 2018.....	23
Tabela 3 - Parâmetros de análises, segundo normativas federais e estaduais.....	37
Tabela 4 - Pontos de análises para o tratamento do efluente oleoso da VLI.....	37
Tabela 5 - Parâmetros de ensaios físico-químicos conforme as normas e referências técnicas.....	38
Tabela 6 - Ligação dos componentes da automação com Arduino.....	44
Tabela 7 - Estatística descritiva de pH na etapa de equalização dos cinco primeiros meses do ano de 2022.....	50
Tabela 8 - Estatística descritiva de pH na etapa de coagulação dos cinco primeiros meses do ano de 2022.....	51
Tabela 9 - Estatística descritiva de pH na etapa de floculação dos cinco primeiros meses do ano de 2022.....	51
Tabela 10 - Estatística descritiva de pH na etapa de sanitário dos cinco primeiros meses do ano de 2022.....	51
Tabela 11 - Estatística descritiva de pH na etapa de aeração dos cinco primeiros meses do ano de 2022.....	51
Tabela 12 - Estatística descritiva de pH na etapa de saída dos cinco primeiros meses do ano de 2022.....	52
Tabela 13 - Estatística descritiva de pH nas etapas de equalização, coagulação e floculação dos cinco primeiros meses do ano de 2022.....	52
Tabela 14 - Estatística descritiva de temperatura da etapa de equalização dos cinco primeiros meses do ano de 2022.....	53
Tabela 15 - Estatística descritiva de temperatura da etapa de coagulação dos cinco primeiros meses do ano de 2022.....	53
Tabela 16 - Estatística descritiva de temperatura da etapa de floculação dos cinco primeiros meses do ano de 2022.....	53

Tabela 17 - Estatística descritiva de temperatura da etapa de sanitário dos cinco primeiros meses do ano de 2022.....	54
Tabela 18 - Estatística descritiva de temperatura da etapa de aeração dos cinco primeiros meses do ano de 2022.....	54
Tabela 19 - Estatística descritiva de temperatura da etapa de saída dos cinco primeiros meses do ano de 2022.....	54
Tabela 20 - Estatística descritiva de temperatura da etapa de reúso dos cinco primeiros meses do ano de 2022.....	54
Tabela 21 - Estatística descritiva de turbidez dos cinco primeiros meses do ano de 2022.....	55
Tabela 22 - Estatística descritiva de turbidez dos cinco primeiros meses do ano de 2022.....	55
Tabela 23 - Estatística descritiva de turbidez dos cinco primeiros meses do ano de 2022.....	56
Tabela 24 - Estatística descritiva de oxigênio dissolvido dos cinco primeiros meses do ano de 2022.....	56
Tabela 25 - Estatística descritiva de oxigênio dissolvido dos cinco primeiros meses do ano de 2022.....	57
Tabela 26 - Estatística descritiva de oxigênio dissolvido dos cinco primeiros meses do ano de 2022.....	57
Tabela 27 - Estatística descritiva de oxigênio dissolvido dos cinco primeiros meses do ano de 2022.....	57
Tabela 28 - Comparação dos resultados da análise de pH de pHmetro com o sensor Arduino da mostra coletada no SAO.....	59
Tabela 29 - Resultados das análises de pH e temperatura realizadas no laboratório da VLI Divinópolis – MG.....	65
Tabela 30 - Resultados das análises de pH e temperatura realizadas nos laboratórios da VLI e da UEMG Divinópolis.....	67
Tabela 31 - Planilha orçamentária do pHmetro de bancada.....	70
Tabela 32 - Apresentação dos dados coletados de carga horária, tempo gasto de serviço e porcentagem de tempo gasto para realizar os ensaios.....	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C - Grau Celsius

µm - micron ou micrômetro

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA - Agência Nacional de Águas

Arsae-MG - Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais

CERH-MG - Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais

Conama - Conselho Nacional de Meio Ambiente

Copam - Conselho Estadual de Política Ambiental

ECP - Estado de Calamidade Pública

ETE - Estação de Tratamento de Esgoto

ETEO - Estação de Tratamento de Efluentes Oleosos

FCA - Ferrovia Centro-Atlântica

GND - ground (Terra)

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDE - *Integrated Development Environment* ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado

IoT - Internet das Coisas Industrial

km - quilômetros

km³ - quilômetros cúbicos

m² - metros quadrados

m³ - metros cúbicos

m³/s - metros cúbicos por segundo

mg/L - miligrama por litro

mL - mililitro

NBR - Norma Brasileira

NTU - Unidade Nefelométrica de Turbidez

pH - potencial hidrogênio

PICs - *Peripheral Interface Controller*

Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SAO - separador de água e óleo

SE - Situação de Emergência

UEMG - Universidade do Estado de Minas Gerais

VLI - Valor da Logística Integrada

VMP - volume médio permitido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	Justificativa e hipótese do estudo.....	16
2	OBJETIVO GERAL.....	19
2.1	Objetivos específicos.....	19
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	20
3.1	Crise hídrica.....	20
3.1.1	<i>Desenvolvimento sustentável no Brasil e a questão hídrica.....</i>	<i>22</i>
3.2	Tratamento de efluentes oleosos.....	23
3.2.1	<i>Normas e leis de mananciais, tratamento de efluentes e parâmetros de análises de pH e temperatura.....</i>	<i>25</i>
3.2.2	<i>Processo produtivo de uma ETEO.....</i>	<i>27</i>
3.3	Arduino no tratamento de efluentes.....	29
3.3.1	<i>Os sistemas de controle e automação.....</i>	<i>30</i>
3.3.2	<i>Monitoramento de temperatura em lançamento de efluentes utilizando o Arduino.....</i>	<i>31</i>
4	MATERIAL E MÉTODO.....	34
4.1	Local de realização da pesquisa.....	34
4.2	Análise dos processos de tratamento do efluente oleoso com foco nas possíveis automações.....	36
4.3	Análise de parâmetros físico-químicos da VLI.....	38
4.4	Automação de análises com Arduino.....	39
4.4.1	<i>Plataforma Arduino.....</i>	<i>39</i>
4.4.2	<i>Sensor de pH e temperatura.....</i>	<i>40</i>
4.4.3	<i>Montagem dos Arduino com os sensores.....</i>	<i>42</i>
4.4.4	<i>Arduino no tratamento de efluente oleoso.....</i>	<i>44</i>
4.4.5	<i>Planilha de levantamento de custos dos equipamentos utilizados.....</i>	<i>47</i>
5	RESULTADO E DISCUSSÃO.....	48
5.1	Análise do sistema de tratamento de efluente oleoso.....	48
5.2	Análise de parâmetros físico-químicos da VLI.....	50

5.3	Comparativo de dados coletados com Arduino e no laboratório.....	58
5.4	Estudo de viabilidade do Arduino.....	68
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	72
	REFERÊNCIAS.....	73
	ANEXO.....	79
	APÊNDICE A.....	146
	APÊNDICE B.....	149

1 INTRODUÇÃO

O aumento populacional e o crescimento acelerado das cidades têm contribuído para vários problemas ambientais, muitos dos quais acarretam risco à saúde e à própria vida humana, como a poluição dos recursos hídricos. A poluição das águas tem diferentes origens, como a erosão, que leva ao assoreamento e ao material particulado, e o despejo de esgoto sanitário e industrial, que acarreta contaminações por metais pesados, além de matéria orgânica e organismos patogênicos.

Contrapondo a esses problemas, existem legislação e ações socioeconômicas que têm como objetivo controlar os níveis crescentes de problemas de saúde pública, através do abastecimento de água potável e da coleta e disposição sanitária dos resíduos líquidos, sólidos e gasosos, evitando o descarte incorreto e indevido no meio ambiente (BRASIL, 2004).

Segundo o Art. 25 da Declaração Universal dos Direitos Humanos, “todo ser humano tem direito a um padrão de vida capaz de assegurar a si e à sua família saúde, bem-estar” (UNICEF, 1948, n.p.).

A água é a matéria mais importante, uma vez que os seres vivos precisam da sua existência para sobreviver. É sabido que o planeta Terra tem mais de 75% de água, sendo que, deste percentual, 97,5% são de água salgada e apenas 2,5%, de água doce. Deste total, a maior parte de água doce é de difícil acesso, segundo a Agência Nacional de Águas (ANA) (BRASIL, 2022).

A qualidade da água é essencial, uma vez que ela é utilizada ou consumida pelos seres vivos de várias maneiras diferentes. Seja usada pelos seres humanos, pelas plantas ou pelos peixes, a água é crucial para a sustentabilidade (SIGDEL, 2017). Por isso, as empresas e indústrias passaram legalmente a serem responsáveis pelos resíduos gerados por elas, tendo de realizar o tratamento ou terceirizá-lo. Segundo a Resolução nº 258 (BRASIL, 1999), o despejo inadequado de resíduos industriais e domésticos resulta em grave risco para a saúde pública. O tratamento é essencial para a manutenção da saúde da população, preservação do meio ambiente e manutenção dos centros urbanos.

Conforme a ANA (BRASIL, 2022), 9,6% da demanda de água nacional foram para a indústria, onde esta porcentagem equivale a aproximadamente 195,6 m³/s. Deste total, 90,5 m³/s voltam para corpos hídricos, correspondendo a uma enorme quantidade de efluentes industriais, e 105,1 m³/s são utilizados para consumo.

Outro tema que coloca em risco a qualidade das águas e a vida dos seres aquáticos é o descarte de efluentes oleosos nas fontes hídricas, pois estes apresentam composição complexa, podendo conter óleo (sintético, vegetal ou mineral), emulsificantes, ácidos graxos, bactericidas e inibidores de corrosão, entre outros compostos químicos (GRYTA; KARAKUSLKI; MORAWSKI, 2001).

Segundo o estudo de logística sobre os pontos de reservatórios de efluentes realizado dentro da oficina de manutenção de locomotivas da VLI em Divinópolis – MG, existem 18 elevatórias de efluente oleoso, em uma área de aproximadamente 120 mil m² (GOOGLE EARTH PRO, 2022), onde o resíduo líquido oleoso é bombeado para uma Estação de Tratamento de Efluentes Oleosos (ETEO), dentro da oficina.

Diante da evolução tecnológica, há ferramentas de automação, tais como a plataforma Arduino, a partir da qual o presente trabalho mostra soluções simples para automatização de processos de análise de efluentes, otimizando tempo do funcionário e custo de tratamento de efluente oleoso, podendo ser calibrada a adição de produtos químicos.

O Arduino foi desenvolvido por Massimo Banzi, na Itália, para demonstrar na prática a programação de computador e a aplicação em projetos de automação e robótica. Há um vasto modelo de placas da família do Arduino para atender e facilitar a utilização. A placa mais simples é Arduino Uno, utilizada para automação mais simples.

1.1 Justificativa e hipótese do estudo

A empresa Valor da Logística Integrada (VLI) é responsável pela logística do transporte ferroviário do Brasil, com mais de 7.900 quilômetros de linha férrea, interligando cidades do interior aos portos do país e tendo uma capacidade para atender às demandas com eficiência dos principais *players* do mercado (jogadores das grandes empresas) que movimentam a economia do país (VLI, 2022).

A Ferrovia Centro-Atlântica (FCA), uma das empresas gerenciadas pela VLI, atende o corredor Centro-Oeste, ligando a ferrovia de Araguari – MG a Cariacica – ES. O projeto realizou um levantamento dos efluentes líquidos industriais, analisando o pH (fator de potencial hidrogênio) e a temperatura de cada área da oficina de manutenção de locomotivas em Divinópolis – MG. Deste modo, foi possível avaliar os pontos nos quais existem os efluentes com a oscilação do pH, aplicando o sensor de pH controlado por Arduino, a fim de tratar este efluente no mesmo local. A empresa possui uma estação de tratamento deste efluente com

característica oleosa. O sistema de tratamento conta com 18 elevatórias de efluentes industriais e 12 elevatórias sanitárias, tratando um volume médio diário de 21 m³ (SILVA *et al.*, 2020).

No efluente industrial com a presença de óleos e graxas, a maior dificuldade do tratamento é encontrar os limites oficiais toleráveis, já que estes parâmetros não possuem categorias químicas definidas, mas têm milhares de compostos orgânicos com variáveis físicas, químicas e propriedades toxicológicas diferentes, sendo prejudiciais à saúde (BAUMGARTEN; POZZA, 2021).

O tratamento dos efluentes oleosos é um passo importante para que não haja o despejo do esgoto diretamente nos cursos hídricos, poluindo os mananciais, onde é coletada água para ser tratada e tornar-se potável. No tratamento do efluente gerado pela oficina de manutenção de locomotivas, parte da água é reutilizada, aproveitando a água na utilização em processos industriais, na lavagem de peças, pisos, vagões e rega jardim e na descarga de banheiros e outros fins, exceto no consumo humano e animal. Com a reutilização da água tratada, pode-se ter uma economia na água potável fornecida pela concessionária local e preservar o meio ambiente.

Hoje, as análises de laboratórios do processo da ETEO da empresa são realizadas manualmente. Os ensaios realizados no processo de tratamento consistem em manter uma variável controlada aos parâmetros das normas, igual, próxima ou constante ao seu *setpoint* (“ponto de ajuste”). Isso é feito manualmente pelo funcionário responsável pela ETEO, coletando o efluente oleoso, levando-o para o laboratório e realizando os ensaios necessários.

Os ensaios automatizados são aqueles em que não há ou é mínima a intervenção do operador e são tão precisos quanto a medição realizada na variável. Considera-se um processo monitorado quando há um acompanhamento das variáveis, atuando sempre para as devidas correções que se fizerem necessárias. Como auxílio ao controle, alarmes são instalados para sinalizarem aos operadores que determinada variável ultrapassou os limites de *setpoint* estabelecidos, podendo incluir um intertravamento e possibilitando sua atuação, desligando ou ligando algum equipamento para manter a segurança do processo. Automatizar um processo é integrar e coordenar todas as funções de medição, controle, alarme, intertravamento e monitoração.

Observada a necessidade da empresa em relação aos efluentes gerados nas áreas de oficina de manutenção de locomotivas e lavagem de vagões, o projeto pode melhorar o controle dos tanques de efluentes, aplicando a automação das análises físico-químicas, usando sensores controlados pelo Arduino. Desta forma, podem ser realizadas as leituras de pH e temperatura

em tempo real, devendo economizar tempo de coleta e análises de pH e temperatura de cada reservatório espalhado pela empresa e tendo a possibilidade de corrigir o pH do efluente antes que seja bombeado para o tanque de espera para o tratamento.

Automação nos ensaios de pH e temperatura não são algo novo. Com advento de vários equipamentos e instrumentações mais eficientes, em conjunto com leis ambientais mais rígidas, há uma necessidade atual de automatizar sistemas de saneamento, buscando eficiência e a possibilidade de monitorar remotamente, fazendo com que haja pouca ou nenhuma intervenção humana (SANTOS *et al.*, 2018).

Foram realizados estudos utilizando automação com a plataforma Arduino, nos quais ocorreram análises de pH e temperatura em tempo real com resultados positivos. Santos (2011) defendeu dissertação monitorando a qualidade da água subterrânea no município de Humaitá – AM e realizando leituras em tempo real com sensores acoplados ao Arduino. Rezwan *et al.* (2019) também abordam o monitoramento em tempo real. O sistema consiste no modelo base na plataforma IoT (Internet das Coisas Industrial) e usa sensores de temperatura, pH e turbidez para verificar a qualidade da água.

Santana, Maciel e Rodrigues (2014) descrevem que, para executar a análise ambiental em tempo real, torna-se necessário o uso de sensores controlados por meio de uma plataforma computacional, sendo possível analisar e interpretar dados de forma rápida e eficaz.

Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em *hardware* e *software*, usando uma linguagem de programação própria, similar à linguagem C, placas de 8 bits para produtos para aplicações de IoT, wearable, impressão 3D e ambientes incorporados (ARDUINO, 2020).

A plataforma IDE Arduino (*Integrated Development Environment* ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) é usada para comunicar com o Arduino e interagir com os sensores e atuadores, como o sensor de pH e temperatura que realiza leitura dos níveis da escala de pH e temperatura do líquido. A programação ocorre linha a linha, dando os comandos de acordo com a necessidade do funcionamento dos sensores. No final da programação, é utilizado o comando (*loop*) para que possa repetir a leitura da primeira linha até o final dos comandos.

Trabalhos de autores como Camelo, Freitas e Andrade (2017) comprovam a eficiência da automação e sua economia, apresentando testes com o pHmetro comercial e a sonda de pH com Arduino. Assim, foram obtidos resultados com erros relativos abaixo de 1%, tendo em vista o custo do sensor com a placa de Arduino nove vezes mais barato que o do pHmetro comercial.

2 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um sistema automatizado para controle de pH e temperatura do efluente com Arduino, utilizando tecnologia a favor do meio ambiente e tendo uma maior precisão no controle do tratamento de efluentes.

2.1 Objetivos específicos

- Estudar a aplicabilidade do Arduino para automação no controle de qualidade do efluente;
- Levantar as diferentes etapas do tratamento do efluente visando à melhoria e economia do processo;
- Verificar as possíveis etapas de operação com potencial para automatização;
- Aplicar os sensores com a programação no Arduino na realização dos ensaios do efluente líquido da empresa;
- Validar os resultados dos sensores da automatização com ensaios laboratoriais.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção, por meio da metodologia de revisão bibliográfica, buscou-se evidenciar conceitos relacionados à crise hídrica, ao tratamento de efluentes oleosos e à plataforma Arduino.

3.1 Crise hídrica

Nos últimos anos, o meio ambiente tem protagonizado discussões não só por parte dos governantes, mas também de organizações e entidades não governamentais, e todos têm compartilhado uma única opinião, que diz respeito ao fato de se unir forças com o intuito de torná-lo sustentável para as gerações vindouras (GHISLENI, 2006).

A água desempenha papel fundamental para sobrevivência de todos os seres vivos. Conforme Scheibe (2002), a água é o bem mais valioso do milênio. Segundo Viegas (2007), somente quando houve a redução dos recursos hídricos em localidades onde a água era vista com abundância é que a problemática se tornou digna de atenção.

De acordo com Rebouças (2003), o grande aumento da população urbana, por sua vez, ocasiona o consumo desenfreado dos recursos hídricos. Os indivíduos passam a sobreviver sem condições mínimas de saneamento básico e infraestrutura. Este modelo social e cultural consiste em um crescimento incorreto, sem planejamento.

Conforme Gonçalves (2007), estima-se que o volume de água na Terra, de 1,4 bilhão de km³, praticamente não se alterou nos 500 milhões de últimos anos. Porém os seres humanos geraram 90 bilhões de m³ de esgoto e consumiram algo em torno de 150 bilhões de m³ de água por ano (MARAFANTE; SILVA, 2006). Sendo assim, tais fatos irão, em curto prazo, ocasionar uma crise hídrica devido ao consumo excessivo dos recursos naturais. A Tabela 1 resume os fatores históricos que influenciaram o aproveitamento da água no mundo e no Brasil.

Tabela 1 - Fatores históricos que influenciaram o aproveitamento da água no mundo e no Brasil

Período	Países desenvolvidos	Brasil
1945-1960 Engenharia com pouca preocupação ambiental	– Utilizavam a água para abastecimentos, navegação, elétrica, entre outros; – Estavam preocupados com a qualidade das águas dos rios; – Possuíam medidas estruturais de controle das enchentes.	– Fez inventário dos recursos hídricos; – Iniciou-se empreendimentos hidrelétricos e projetos de grandes sistemas.
1960-1970 Início da pressão ambiental	– Iniciaram o controle de efluentes; – Criaram legislação para a qualidade da água nos rios.	– Início da construção dos grandes empreendimentos hidrelétricos; – Deterioração da qualidade da água de rios e lagos próximos aos centros urbanos.
1970-1980 Controle ambiental	– Contaminação de aquíferos; – Deterioração ambiental de grandes áreas metropolitanas; – Criação de legislação ambiental.	– Ênfase na construção de hidrelétricas e abastecimento de água.
1980-1990 Interações do ambiente global	– Descoberta dos impactos climáticos; – Surgimento da preocupação com as florestas e prevenção de desastres; – Atenção voltada para a poluição rural; – Início do controle de impactos da urbanização sobre o meio ambiente; – Percepção da contaminação dos aquíferos.	– Redução do investimento em hidrelétricas devido à crise fiscal e econômica; – Piora das condições urbanas, surgindo as grandes enchentes; – Fortes impactos da seca na região Nordeste; – Criação da legislação ambiental.
1990-2000 Desenvolvimento sustentável	– Surgimento das preocupações com o desenvolvimento sustentável; – Aumento do conhecimento em relação às reações ambientais e ações humanas; – Controle ambiental nas grandes metrópoles; – Pressão para controle da emissão de gases e preservação da camada de ozônio; – Controle da contaminação dos aquíferos.	– Criação da legislação de recursos hídricos; – Investimento no controle sanitário das grandes cidades; – Aumento do impacto das enchentes urbanas; – Criação dos programas para conservação dos biomas nacionais; – Início da privatização dos serviços de energia e saneamento.
2000 Ênfase na água	– Desenvolvimento da visão mundial da água; – Surgimento do conceito de uso integrado dos recursos hídricos; – Melhora na qualidade das águas rurais e urbanas; – Desenvolvimento do gerenciamento dos recursos hídricos dentro das bases sustentáveis.	– Avanço no desenvolvimento dos aspectos institucionais da água; – Privatização do setor energético e de saneamento; – Aumento de usinas térmicas para produção de energia; – Desenvolvimento de plano de drenagem urbana para as cidades.

Fonte: VIEGAS, 2007, p. 25.

Outro fator tão importante quanto o volume de água existente é a qualidade. Os estudos de Grassi (2001) evidenciaram estas questões, afirmando que em todo o planeta a qualidade da água vem se deteriorando, especialmente nos últimos 50 anos. Somente no Brasil, e em particular no meio rural, são adicionadas quantidades imensas de esgotos sem tratamentos nos rios.

3.1.1 Desenvolvimento sustentável no Brasil e a questão hídrica

A aprovação do Decreto nº 24.643, no dia 10 de julho de 1934, foi o grande marco legal no Brasil envolvendo os recursos hídricos, em que os interesses eram orientados para o aproveitamento energético e industrial das águas. Este Decreto, mais conhecido como Código das Águas, foi publicado em três volumes, nos quais estão distribuídas suas diretrizes: “Forças hidráulicas – regulamentação da indústria hidroelétrica”, “Água em geral e sua prioridade” e “Aproveitamento das águas”, afirmando que as águas eram públicas, comuns ou particulares (BRASIL, 1934).

O Brasil possui grande oferta hídrica. Cerca de 12% de toda a água disponível no mundo se concentra em nosso país, confrontando com uma má distribuição, já que 80% desta água encontram-se na região Norte, onde habitam apenas 5% da população, enquanto 45% da população brasileira vivem em regiões próximas ao Oceano Atlântico, possuindo 3% dos recursos hídricos disponíveis (BRASIL, 2019).

Conforme as situações provocadas ou os desastres, determinado local pode decretar Estado de Calamidade Pública (ECP) ou Situação de Emergência (SE). De 2013 a 2017, cerca de 48% dos municípios brasileiros decretaram ECP ou SE em função das cheias e por volta de 51%, em decorrência das estiagens ou secas (BRASIL, 2018; 2019).

De acordo com Cinco (2016), a frequente abundância das chuvas em determinadas regiões, entre as quais a Sudeste, camuflava a gestão dos recursos hídricos deficiente, que, de acordo com vários especialistas, é a principal causa da crise hídrica, somada a fatos como o aumento do consumo, a frequência e intensidade das chuvas, alterações na cobertura do solo e climáticas e o desmatamento, inclusive da mata ciliar.

Conforme o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), em 2010, apenas 59,4% da população brasileira possuíam um abastecimento de água adequado, enquanto 33,9% recebiam atendimento precário e 6,8% não possuíam nenhum tipo de atendimento (BRASIL, 2013).

De acordo com registros do Aquastat (FAO, 2021), em 2017, consumiu-se, no Brasil, por volta de 14.995 bilhões de m³ de água, sendo que este consumo divide-se em três principais categorias – indústria, agricultura e urbano –, subdividindo-se as quantidades de água em consumo, retorno e retirada. O retorno refere-se à quantidade de água descartada em corpos hídricos e a retirada trata-se da porção de água extraída para uso. A Tabela 2 apresenta a distribuição destas categorias no Brasil, em 2018.

Tabela 2 - Demanda de água por finalidade no Brasil em 2018

Setores	Retirada de água (m ³ /s)	Consumo de água (m ³ /s)	Retorno de água (m ³ /s)
Irrigação	1.019,9	728,1	291,8
Abastecimento urbano	500,6	100,1	400,5
Indústria	195,6	105,1	90,5
Abastecimento rural	33,8	27,1	6,8
Mineração	34,5	10,1	24,4
Termelétrica	92,5	2,9	89,8
Uso animal	170,8	128,0	42,8

Fonte: BRASIL, 2018.

De acordo com a ANA (BRASIL, 2018), há um aumento gradativo da demanda de água no Brasil, obtendo-se um acréscimo de 80% no total de água utilizada nas últimas décadas e prevendo um aumento de 26% até 2030.

3.2 Tratamento de efluentes oleosos

Nas indústrias no novo milênio, um dos maiores desafios consiste em conviver pacificamente com o meio ambiente em um período no qual existem a escassez de recursos hídricos e a geração contínua de uma grande quantidade de efluentes industriais e em que a conscientização das consequências do descarte no meio natural destes efluentes tem feito com que as empresas adotem políticas ambientais (AL-READHWAN; CRITTENDEN; LABABIDI, 2005). Em virtude disto, as organizações têm buscado cada vez mais soluções econômicas ecologicamente válidas para tratar seus efluentes, e, por provocarem fortes impactos ambientais, são rigorosamente controladas pelas legislações ambientais (SCHULZ, 2005).

Na sociedade moderna, o refino e a exploração de petróleo consistem uma das mais importantes atividades industriais, nas quais seus derivados são utilizados com várias

finalidades. No geral, as refinarias de petróleo são grandes consumidores de água, gerando, desta forma, grandes quantidades de efluentes. Utiliza-se a água para diversos fins, como água de processo, produção de vapor d'água, uso sanitário e doméstico e proteção contra incêndio. Mas a principal utilização da água é a refrigeração (DIEPOLDER, 1992).

Óleos são substâncias viscosas e líquidas que estão presentes no dia a dia das pessoas, podendo ser aplicados em finalidades industriais, como combustível ou lubrificante, na manutenção de peças mecânicas e até mesmo na culinária para preparo e consumo de alimentos. Os efluentes contaminados com óleos normalmente procedem de derivados de combustíveis fósseis, como diesel, óleo de baixo ponto de fluidez (BPF) e gasolina, entre outros (SANTOS, 2011).

Existem ainda águas contendo óleos oriundos de processos de lavagem de tanques, peças, pisos e processos de usinagem etc. Todos estes exemplos são gerados nas mais diversas atividades industriais, em empresas tais como as do setor alimentício e as indústrias automobilística, do setor ferroviário e do setor metalmeccânica (SANTOS, 2011).

Os efluentes oleosos apresentam composição complexa e podem conter óleo (sintético, vegetal ou mineral), emulsificantes, ácidos graxos, bactericidas e inibidores de corrosão, entre outros compostos químicos (GRYTA; KARAKUSLKI; MORAWSKI, 2001).

O óleo contido em solução aquosa apresenta-se sob três formas: disperso, livre e emulsificado. O óleo disperso, normalmente, apresenta diâmetro de gota entre 50 e 150 μm e pode ser removido por processos gravitacionais. O óleo livre trata-se das dispersões grosseiras, com gotas com diâmetro maior que 150 μm , podendo ser facilmente removido por processos gravitacionais convencionais, porém a eficiência da separação depende presença de agentes estabilizantes e da distribuição dos diâmetros das gotas. Já nos óleos emulsificados, o diâmetro das gotas é inferior a 50 μm , dificultando, assim, sua separação por meio dos processos gravitacionais (SILVA, 2010).

No decorrer dos anos, os efluentes líquidos oriundos da indústria têm sido um forte colaborador na degradação do meio ambiente. Os Estados Unidos foram o primeiro país a realizar um controle sobre este problema, implementando, em 1972, o programa *Clean Water Act* (Lei da Água Limpa) e regularizando um plano de controle da poluição em corpos hídricos. Mais tarde, em meados da década de 1970, o Brasil elaborou seu primeiro Decreto sobre os efluentes lançados em corpos hídricos (MIERZWA, 2002; SMITH, 2003).

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) é a entidade que, em nível federal, se responsabiliza pela regulamentação dos padrões e das condições de lançamento dos

efluentes. A Resolução nº 430, publicada em 13 de maio de 2011 e que está em vigor, regulamenta parâmetros e valores de vazão, temperatura, pH, compostos orgânicos e inorgânicos e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), entre outros (BRASIL, 2011).

O controle da temperatura na qual os efluentes são lançados em corpos hídricos possui grande relevância no meio aquático dos animais e na qualidade da água. Conforme a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), controlar o limite de temperatura da água consiste em uma das variáveis mais importantes no meio hídrico, pois pode afetar os metabolismos dos seres aquáticos e, em decorrência, o consumo de oxigênio e a sobrevivência e o desenvolvimento destes organismos.

3.2.1 Normas e leis de mananciais, tratamento de efluentes e parâmetros de análises de pH e temperatura

A Organização das Nações Unidas (ONU) publicou, em 1988, um relatório sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Nomeado de **Nosso futuro comum**, o documento

aborda que, há tempos anteriores, a humanidade questionava-se acerca das consequências dos mecanismos econômicos sobre os recursos naturais. Atualmente, essa preocupação se concentra em dois aspectos: a) em como os danos causados ao meio ambiente e os riscos à sua resiliência afetam e limitam a continuidade do atual modelo econômico e, para além da esfera econômica, afetam a capacidade de satisfação das necessidades básicas; e b) nas responsabilidades que cada nação, de acordo com suas características, possui em providenciar o uso sustentável dos recursos hídricos, assim como adaptá-lo ao processo de desenvolvimento, evitando, dessa forma, a maximização das variáveis que condicionam o risco da escassez (SILVA; HERREROS: BORGES, 2017, n.p.).

O Código das Águas (BRASIL, 1934) iniciou a intervenção do governo, e, aos poucos, as empresas foram nacionalizadas e estatizadas, pois, até a década de 1930, o saneamento era delegado às empresas estrangeiras, assim como uma série de outros serviços públicos.

Um dos principais aspectos que mostram que a água deve ser gerenciada é a criação da Lei Federal nº 9.433 (BRASIL, 1997), que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Segundo o Art. 1º da Lei, a água é um bem de domínio público; é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é para o consumo humano e a utilização pelos animais; a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; e a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a

participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. No Art. 5º, são dispostos os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos: os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; e a cobrança pelo uso de recursos hídricos (CUNHA *et al.*, 2011).

As normas e as leis a serem seguidas, deliberadas pelos órgãos ambientais, como o Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam) e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais (CERH-MG), tratam de padrões de corpos d'água, classificação de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelecem as condições e os padrões de lançamento de efluentes.

Classificação de corpos de água doce, para obter uma qualidade requerida para o seu uso desejado e relacionando os corpos de água em cinco classes de qualidade:

- Classe especial: águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, apenas com filtração e desinfecção, tendo um equilíbrio natural no meio aquático;
- Classe 1: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após um tratamento simplificado, com o objetivo de ter recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme a Resolução nº 274 (BRASIL, 2000), e ser utilizadas para irrigação de hortaliças que são consumidas cruas, frutas que se desenvolvam rentes ao solo, frutas que sejam ingeridas cruas sem remoção de película e com proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas;
- Classe 2: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, tendo uma proteção das comunidades aquáticas, devendo ser utilizada como recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução Conama nº 274, de 29 de novembro de 2000. Pode ser utilizada na irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, e na aquicultura e na atividade de pesca;
- Classe 3: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado, sendo utilizada para irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras e na pesca amadora, na recreação de contato secundário e na dessedentação de animais;
- Classe 4: águas que podem ser destinadas à navegação, à harmonia paisagística e aos usos menos exigentes.

Cada classe tem um padrão de qualidade da água para ser observada, podendo ser destinada, assim, aos tratamentos necessários para o consumo humano. Com os padrões de qualidade da água, também pode ser realizado o tratamento de efluentes conforme é desejável nas classes 2 e 1. Com isso, podem-se manter os mananciais com os parâmetros seguros para vida aquática, irrigação e campos de esporte e lazer.

Para o tratamento de esgoto, há uma norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Na realização do projeto da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), é seguida a NBR 12209 (ABNT, 2011), que aborda as condições para a elaboração de projeto hidráulico-sanitário de ETE, observada a regulamentação específica das entidades responsáveis pelo planejamento e desenvolvimento do sistema de esgoto sanitário.

No tratamento de efluente, devem ser seguidos, conforme a NBR 9800 (ABNT, 1987), os critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário, no qual são obtidos os parâmetros básicos de pH, temperatura, óleos e graxas, dentre outros resíduos.

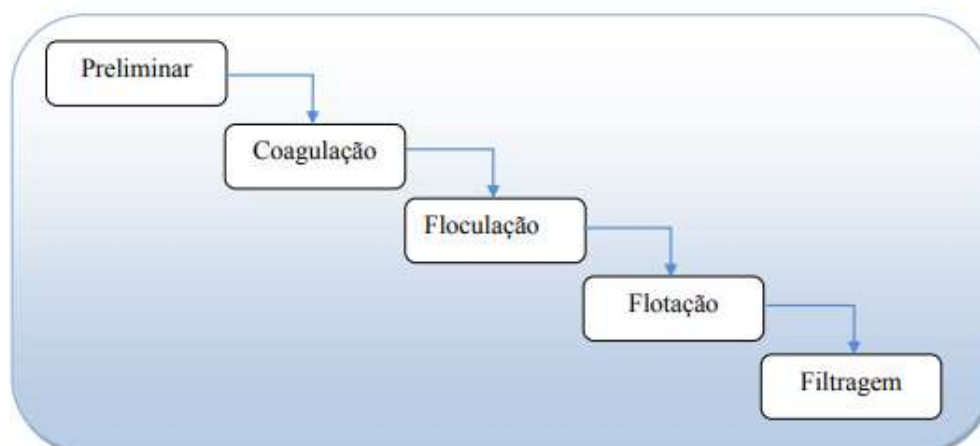
A NBR 14063 (ABNT, 1998) caracteriza-se por processos de remoção de óleos e graxas, de origem mineral, visando a fornecer subsídios à elaboração de projetos de tratamento de efluentes de mineração, atendendo aos padrões legais vigentes (máximo de 20 mg/L) e às condições de saúde ocupacional e segurança, operacionalidade, economicidade, abandono e minimização dos impactos ao meio ambiente.

3.2.2 Processo produtivo de uma ETEO

Conforme Franco *et al.* (2016), a legislação ambiental vigente determina que os efluentes contaminados com óleo devem ser tratados adequadamente antes de serem descartados. Buscando atender a essa norma, as organizações procuram implementar a ETEO em seus processos de produção.

A ETEO tem a finalidade de tratar a água contaminada com óleo nos processos industriais. O processo produtivo possui uma sequência de produção linear. Todas as etapas são fixas, e a parada de qualquer equipamento implica na paralisação da estação de tratamento (FRANCO *et al.*, 2016). Na ETEO, há cinco etapas do processo produtivo. A Figura 1 ilustra o fluxo e as etapas deste processo.

Figura 1 - Etapas do processo produtivo de uma ETEO



Fonte: FRANCO *et al.*, 2016.

No processo preliminar, é feita a separação física, passando o efluente por um gradeamento, no qual vai para um tanque que inicia o tratamento do resíduo líquido contaminado por óleo. É por meio do fator densidade que é viabilizado este processo, no qual acontece também a separação de sólidos que possuem grosseria granulométrica, ou seja, a sedimentação, ficando estes sólidos presos na rampa de sedimentação das graxas e dos óleos. A seguir, por meio de bombas pneumáticas, são removidos os óleos e as graxas, que são utilizados pelas organizações como produtos para coprocessamento em alto forno (BETINELI, 2011).

Mais adiante, o processo de coagulação realiza-se através da adição de produtos químicos que têm a função de reagrupar as micromoléculas de sólidos. Este processo acontece no tanque de coagulação. Nesta etapa, é realizada também a clarificação da água (BETINELI, 2011).

No processo de floculação, também ocorre a adição de produtos químicos, tendo o intuito de fazer as moléculas de sólidos formadas no processo anterior de coagulação flutuarem devido à alteração da densidade da água, formando, assim, moléculas com maiores dimensões para a etapa seguinte (BETINELI, 2011).

O objetivo do processo de flotação consiste em manter os sólidos que foram aglutinados na floculação por um maior intervalo de tempo possível suspenso no interior do tanque. Realiza-se este processo com o intuito de retirar os sólidos formados com o auxílio do raspador de sólidos. Logo após, estes sólidos são secados e direcionados para o depósito de resíduos sólidos. Por fim, a água é direcionada para o processo de filtragem (FRANCO *et al.*, 2016).

Na última etapa, ocorre o processo de filtragem, no qual é realizada a filtragem de microimpurezas da água. Primeiramente, este processo acontece em um tanque de areia, e, logo após, a água é direcionada para o tanque de carvão. No final do processo, esta água é encaminhada para os aspersores de vias e os reservatórios de água para aplicação industrial e os lavadores. Esta água é restrita para consumo humano, podendo ser utilizada em processos industriais ou descartada nos mananciais (FRANCO *et al.*, 2016).

3.3 Arduino no tratamento de efluentes

Basicamente, o Arduino consiste em uma placa com saídas e entradas predefinidas. Este dispositivo foi criado na Itália com o objetivo de melhorar a programação de microcontroladores, com baixo custo e uma linguagem de programação mais simples do que o Assembly empregada com os PICs (*Peripheral Interface Controller*). Os *softwares* de programação das plataformas Arduino são gratuitos, possuindo vários exemplos disponíveis para utilização, tanto na internet como no IDE. Existem diversos modelos de Arduino, com variação no tamanho da placa, nas saídas e entradas e nas memórias, entre outros (LIMA, 2018).

Conforme McRoberts (2010), o Arduino é um sistema que interage com seu ambiente por *softwares* incorporados a um dispositivo com objetivos definidos e por *hardware*. Tratando-se de projeto de código livre, pode ser “clonado” em *hardware* ou em *software*.

Assim como um CLP (Controlador Lógico Programável), a plataforma Arduino permite o controle de sistemas industriais, tendo como finalidade facilitar, em nível comercial, doméstico ou móvel, o controle e a automação destes ambientes (MCROBERTS, 2010).

Na utilização do Arduino, também podem ser conectadas outras placas que contêm outros dispositivos e que são facilmente conectadas a ele. Chamadas de *Shield* ou módulos, estas outras placas podem ser conectadas e fazer com que o Arduino funcione como módulos de rede *Wireless* ou *Ethernet* e como receptores GPS, entre outros (MCROBERTS, 2010).

Conforme Monk (2010), a placa do Arduino em si existe somente para realizar o suporte estrutural para o funcionamento do microcontrolador, possibilitando a comunicação de seus terminais com outros dispositivos, além de transmitir informações através de portas de acesso à placa.

Segundo Monk (2010), o microcontrolador é o coração do Arduino, devido ao fato de controlar todo o uso e funcionamento do dispositivo. É possível programá-lo de maneira a determinar todas as tensões de saída e entrada e a lógica dos sinais gerados em cada um dos

terminais, oportunizando o uso para quaisquer fins nos quais é aplicado. A Figura 2 mostra o microcontrolador de um Arduino.

Figura 2 - Microcontrolador ATMEGA328P-PU



Fonte: MONK, 2010.

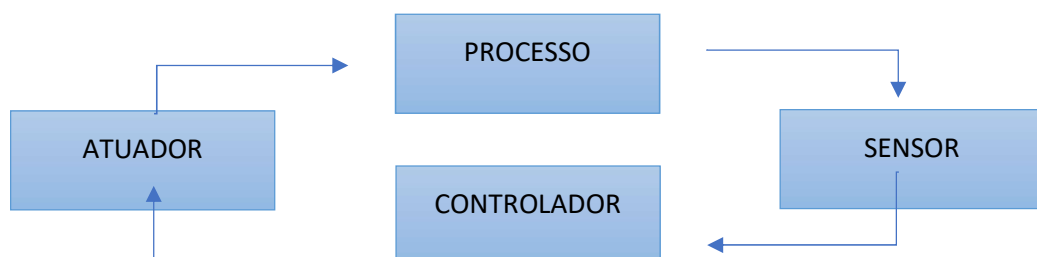
3.3.1 Os sistemas de controle e automação

Com o advento da Revolução Industrial, surgiram os sistemas de controle e automação. Ferreira (2001) caracteriza estes eventos como a mecanização da produção – anteriormente era a manufatura. Com a automação dos equipamentos, surgiu a necessidade de instrumentos de controle e medição que não eram possíveis serem realizados manualmente (VILLAÇA; SILVEIRA, 2009).

Conforme Dorf e Bishop (2001), a finalidade dos sistemas de controle e automação é otimizar a produção. Existem diversos parâmetros que podem ser otimizados, dentre os quais podemos citar maior qualidade, menor custo, maior quantidade e menor tempo. Esta otimização realiza-se por meio de sistemas interligados que possuem capacidade de atuar em curto período, aplicando as informações coletadas no meio em que atuam (SILVEIRA; SANTOS, 2009).

A Figura 3 apresenta um diagrama de blocos de sistema de automação. Qualquer que seja, o sistema de automação deve ter em sua composição estes elementos básicos.

Figura 3 - Diagrama de blocos de um sistema de automação



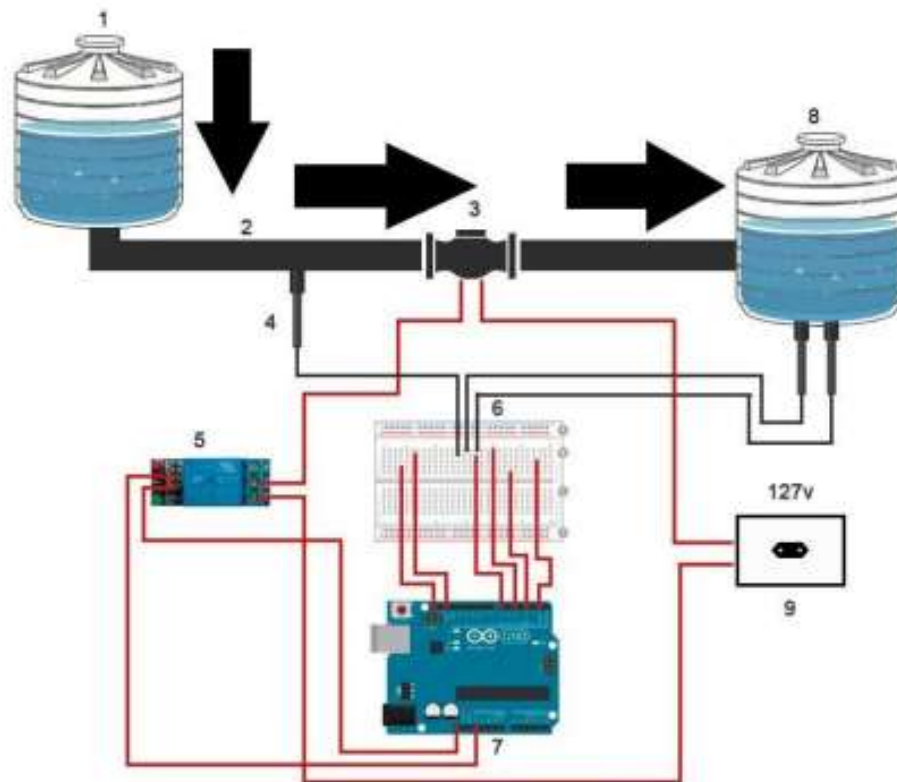
Fonte: SILVEIRA; SANTOS, 2009.

De acordo com Silveira e Santos (2009), no sistema de automação, há o processo que cria a programação, o sensor, que é um instrumento sensível ao fenômeno físico. Já o controlador consiste no cérebro do sistema de controle e o atuador é o dispositivo empregado para ser acionado e exercer determinada ação.

3.3.2 Monitoramento de temperatura em lançamento de efluentes utilizando o Arduino

Martins (2021) elaborou uma pesquisa experimental, tratando-se de um projeto de automação para um sistema de lançamento de efluentes em corpos hídricos. Neste projeto, os dados secundários da pesquisa são oriundos da legislação ambiental. São dados primários da pesquisa: temperatura do líquido, tempo de resposta do sensor e tempo de abertura e fechamento da válvula. Nesta pesquisa, buscou-se ainda elaborar um sistema para controlar a temperatura de lançamento de efluentes dos corpos hídricos, conforme ilustra a Figura 4.

Figura 4 - Ilustração do protótipo



Fonte: MARTINS, 2021.

Segundo o autor, os componentes do protótipo ilustrados na Figura 4 são:

- 1 – Recipiente de entrada;
- 2 – Tubulação;
- 3 – Válvula solenóide;
- 4 – Sensor de temperatura;
- 5 – Relé;
- 6 – Protoboard;
- 7 – Arduino;
- 8 – Recipiente de saída;
- 9 – Rede elétrica.

Conforme Martins (2021), o monitoramento de dados e as informações realizam-se por meio do microprocessador Arduino, modelo Uno R3, ilustrado na Figura 5.

Figura 5 - Arduino R3



Fonte: ELETROGATE, 2020.

Com o intuito programar o microprocessador Arduino R3 para salvar e monitorar os dados do processo, implementou-se o código de processo na plataforma. Para a implementação do código, é necessário inserir algumas bibliotecas, com o objetivo de auxiliar as tarefas programadas, além da determinação das variáveis globais e da estruturação de parâmetros relevantes.

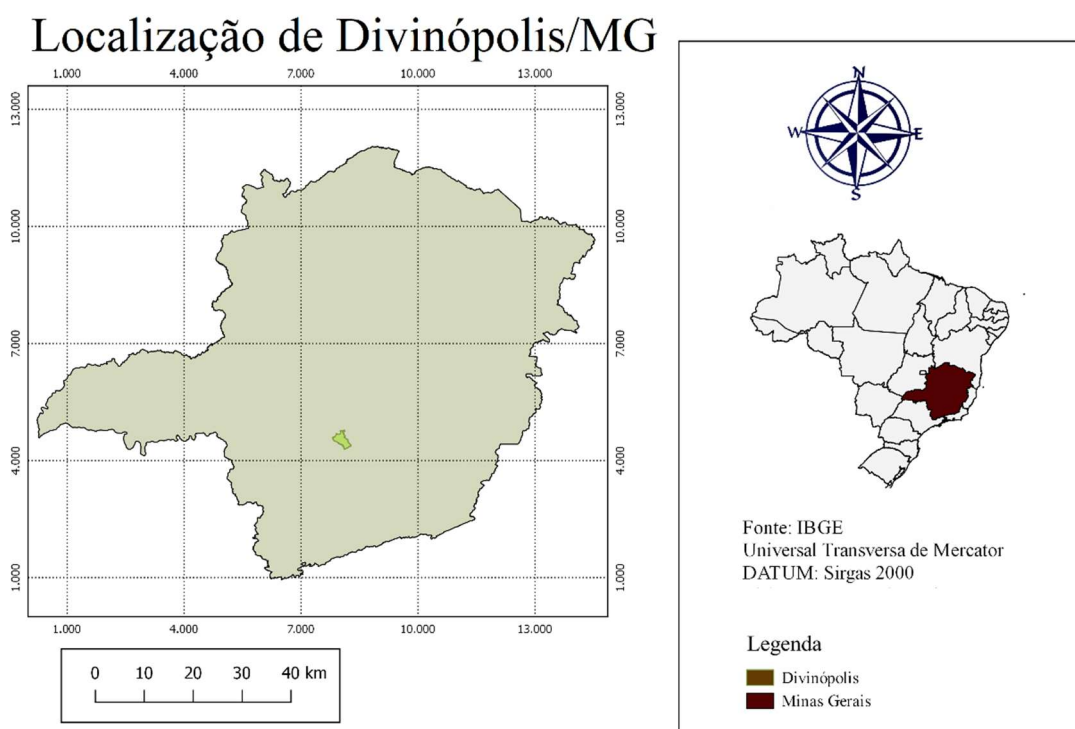
O Arduino opera de acordo com duas funções de implementação do *software*: *Setup* e *Loop*. A função *Setup* diz respeito à configuração do programa, informando ao microprocessador parâmetros de inicializar determinadas funções e parâmetros de interesse. Já o *Loop* corresponde à função reversiva, possuindo a finalidade de reiniciar o processo quando a execução do programa termina conforme o tempo programado (DIAS, 2014).

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Local de realização da pesquisa

O objeto da pesquisa foi o tratamento de efluente da VLI oficina mecânica de locomotivas localizada em Divinópolis, na mesorregião do Centro-Oeste de Minas Gerais, como é apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Localização de Divinópolis – MG



Fonte: IBGE, 2022.

Segundo o Censo realizado em 2010, a população de Divinópolis até então era de 213.016 habitantes. Em estimativa para o ano de 2021, a população é de 242.505 habitantes. Ainda em 2010, a cidade apresentava uma densidade demográfica de 300,82 habitantes por quilômetro quadrado (hab./km²). Além disso, o município é banhado pelas bacias dos rios Pará e Itapecerica, sendo que este último e seus afluentes, em sua extensão, passam pela sede da cidade (IBGE, 2022).

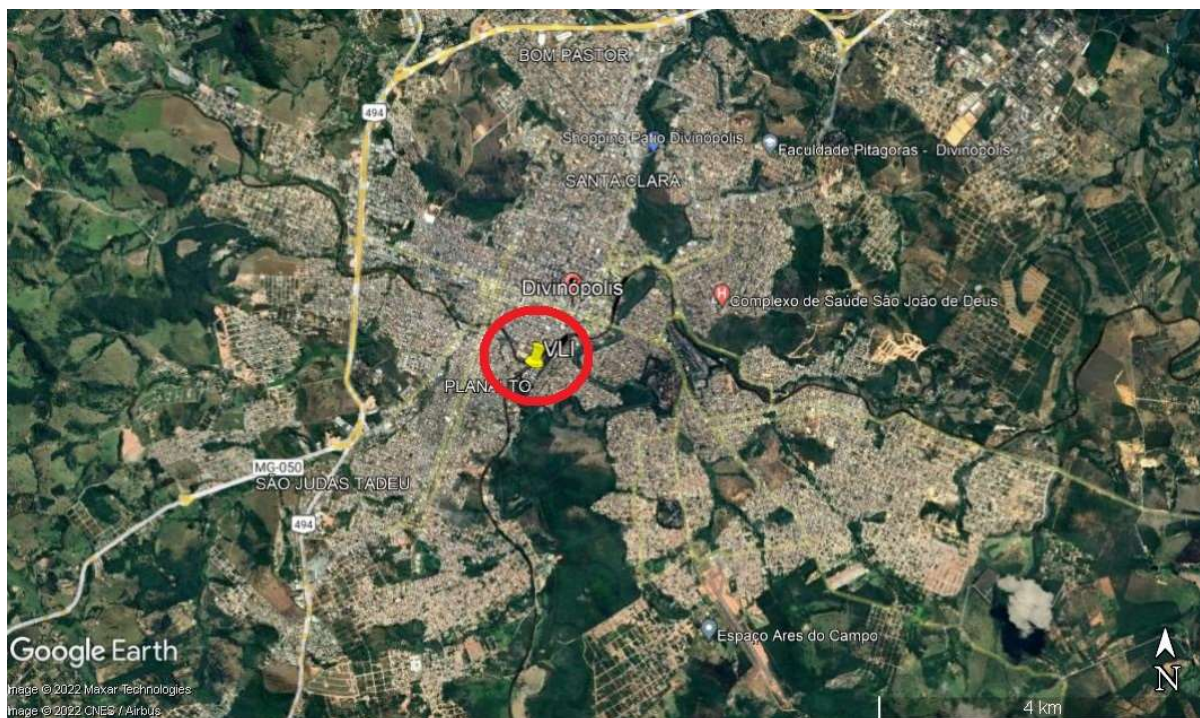
De acordo com a Prefeitura de Divinópolis, dados de 2010 apontam que cerca de 90,1% da população é atendida com esgotamento sanitário adequado, mas que 83,7% do

volume de esgoto captado não são tratados, 14,21% recebem algum tratamento individual e apenas 2,09% recebem tratamento na ETE do rio Pará (ANA, 2017).

A empresa VLI teve sua transição para gerenciar a oficina de manutenção em Divinópolis em 2010, sendo originalmente uma subsidiária integral da Vale S.A., entrando no lugar da antiga FCA. Com uma malha ferroviária de aproximadamente 8.000 km, a VLI está presente em 250 municípios, 10 Estados e no Distrito Federal. Para poder atender a todo este percurso, a empresa tem 800 locomotivas e 24 mil vagões (VLI, 2022).

Segundo reportagem da empresa de logística e armazenagem Servcargo (2017), a oficina de manutenção de locomotivas em Divinópolis – MG (Figura 7) é considerada a maior da América Latina – sua unidade é de aproximadamente 55 mil m². Nesta oficina é gerado efluente industrial da lavagem dos vagões, locomotivas e peças, produzindo um volume médio de 608 m³ por mês, que é tratado no próprio local da oficina da VLI. Deste valor tratado, são reutilizados 155 m³ mensais, de acordo com dados repassados pela VLI e demonstrados no Anexo.

Figura 7 - Localização da oficina de manutenção de locomotivas da VLI em Divinópolis – MG



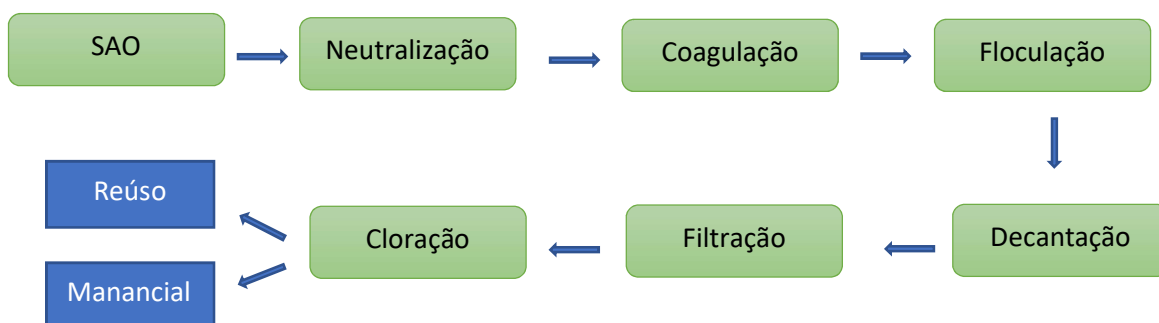
Fonte: GOOGLE EARTH PRO, 2022.

O município de Divinópolis – MG cresceu em torno da oficina de manutenção de locomotivas, na avenida Coronel Júlio Ribeiro Gontijo, no bairro Esplanada, próximo ao rio Itapecerica, onde é lançado o efluente tratado da VLI.

4.2 Análise dos processos de tratamento do efluente oleoso com foco nas possíveis automações

No tratamento de efluente da VLI em Divinópolis – MG, o efluente é armazenado em reservatórios em cada setor da empresa: oficinas, desgaseificação de vagões, lavador de locomotivas, lavador de peças, posto de abastecimento, laboratório e ETE. Do reservatório, os efluentes são bombeados para o tanque pulmão industrial, dando assim início ao tratamento do efluente, passando pelo separador de água e óleo (SAO) e pela neutralização, coagulação, floculação, decantação, filtração e cloração, conforme demonstra a Figura 8.

Figura 8 - Fluxograma das etapas de tratamento de efluente oleoso



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

No processo de coagulação e floculação são realizadas as análises de pH e temperatura, podendo assim ser realizada a correção do pH, uma vez que os parâmetros necessários para o tratamento ideal são próximos do pH 7 (ARSAE-MG, 2012).

Tendo como parâmetros também algumas legislações brasileiras de órgãos ambientais a serem seguidas, com o objetivo de analisar o efluente oleoso, a VLI realiza ensaios de pH, temperatura, turbidez e oxigênio dissolvido. Na Tabela 3, podem ser observados os parâmetros das normativas utilizadas em Minas Gerais.

Tabela 3 - Parâmetros de análises, segundo normativas federais e estaduais

Esfera		Federal	Minas	Minas	ABNT
Norma		Resolução Conama nº 430/2012 Art. 16 Padrões de lançamento de efluente em corpos receptores	Deliberação Copam/CERH MG nº 1/2008 Art. 29 Padrões de lançamento (in)direto de efluente industrial em corpo hídrico Classe II	Resolução Arsae-MG nº 015 01/2012 – NT 187/4 Padrões de lançamento de efluente industrial em rede de esgoto da concessionária Copasa	NBR 9800/1987 Critérios para lançamento de efluentes industriais em sistema coletor de esgoto
Parâmetro	Unid.	VMP	VMP	VMP	VMP
pH		5-9	6-9	6-10	6-10
Temperatura	°C	< 40	< 40	< 40	< 40
Turbidez	UNT	-	< 100	-	-
Oxigênio dissolvido	mg/L	-	< 6	-	-

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Observando os ensaios realizados diariamente pela VLI (Tabela 4), podem ser consideradas algumas análises que são efetivas em todas as etapas: equalização, coagulação, floculação, sanitário, aeração, saída e reúso. São ensaios básicos utilizados no tratamento de efluente oleoso: pH, temperatura, turbidez e oxigênio dissolvido.

Tabela 4 - Pontos de análises para o tratamento do efluente oleoso da VLI

DESCRIÇÃO	ANÁLISES			
Equalização	pH	Temperatura	-	-
Coagulação	pH	Temperatura	-	-
Floculação	pH	Temperatura	Turbidez	Oxigênio dissolvido
Sanitário	pH	Temperatura	-	-
Aeração	pH	Temperatura	Oxigênio dissolvido	-
Saída	pH	Temperatura	Turbidez	Oxigênio dissolvido
Reúso	pH	Temperatura	Turbidez	Oxigênio dissolvido

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tendo em vista os ensaios básicos no processo de tratamento de efluente oleoso, o foco da dissertação desta dissertação foi a automatização da análise de pH e temperatura, utilizando a plataforma Arduino com o propósito de se obter resultados em tempo real, podendo ler os dados gerados no *display* ou no computador e interligados no Arduino.

4.3 Análise de parâmetros físico-químicos da VLI

Na realização dos ensaios de laboratório, foram levadas em consideração normas e diretrizes para os testes de pH, temperatura, turbidez e oxigênio dissolvido, que são feitos diariamente na empresa VLI. Os dados coletados nos meses de janeiro até maio de 2022, nos tanques de equalização, coagulação, floculação, sanitário, aeração, saída e reuso, seguindo os normativos são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Parâmetros de ensaios físico-químicos conforme as normas e referências técnicas

Item	Ensaio	Faixa de leitura	Unid.	Volume mínimo	Materiais	Norma e/ou referência técnica
1	pH	0 ~ 14	-	200 mL	Béquer pHmetro	NBR 9898/1987 NBR 9251/1986
2	Temperatura	0 ~ 40	°C	-	Béquer Termômetro de mercúrio	SMWW (2017) 23ª edição, Método 2550 B
3	Turbidez	0,1 ~ 199,9	NTU	200 mL	Tubo vidro incolor Turbidímetro	NBR 9898/1987 Manual de análise de água – Embrapa
4	Oxigênio dissolvido	0 ~ 20	mg/L	150 mL	Béquer Oxímetro	NBR 9898/1987 Manual de análise de água – Embrapa

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

No equipamento de leitura de pH, a unidade de medida gerada pelo eletrodo submerso é em milivolts e, assim, ele é transformado no valor da escala de pH (0 a 14). O oxigênio dissolvido utiliza dois eletrodos metálicos mergulhados em um eletrólito contendo uma membrana que impede a passagem de água e sólidos dissolvidos, sendo que o oxigênio no eletrólito entra em reação. A intensidade da corrente elétrica gerada é proporcional à concentração de oxigênio dissolvido dentro da membrana (PARRON, 2011).

A turbidez na água é causada por materiais em suspensão, tais como argila, silte, matéria orgânica e inorgânica. O equipamento utilizado para o ensaio consiste em uma fonte de

luz (filamento de tungstênio), que atravessa a amostra, um detector fotoelétrico capaz de medir a luz. A luz dispersada, quando passa através da água, é medida em Unidade Nefelométrica de Turbidez (NTU) (PARRON, 2011).

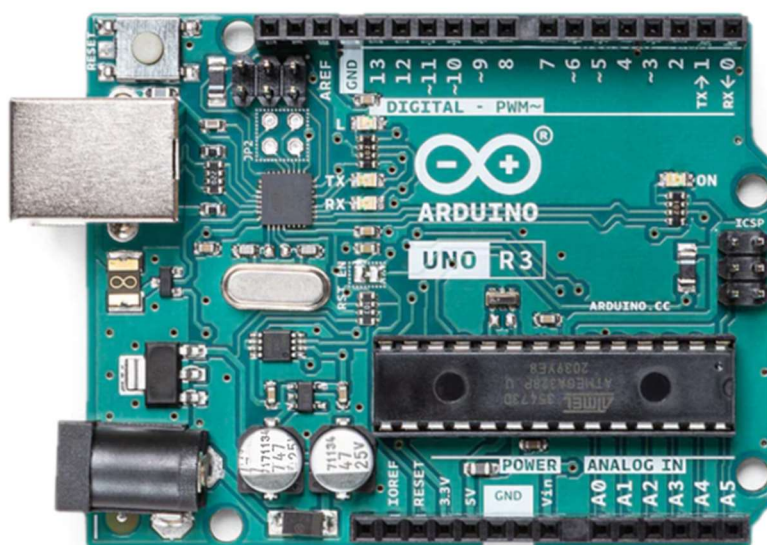
Os resultados encontrados nos tanques supracitados, passaram por análises estatísticas descritivas, observando os valores máximos e mínimos, média, mediana, desvio padrão e variância. Foi utilizado o *software*, Excel da Microsoft de planilhas eletrônicas sendo capaz de programar e geral cálculos estatísticos, facilitando obter os resultados facilmente, (MICROSOFT, 2022).

4.4 Automação de análises com Arduino

4.4.1 Plataforma Arduino

Segundo o site oficial, “Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em *hardware* e *software* fáceis de usar” (ARDUINO, 2022, n.p., grifos do autor) e criada pelo professor Massimo Banzi, na Itália, para ilustrar a programação de computador e ser aplicada em projetos de automação e robótica. A plataforma pode encontrar o *software* de programação, a IDE do Arduino, e as placas que serão programadas para serem usadas nos projetos, como o Arduino Uno, que é a placa mais simples da família dos Arduinos (Figura 9).

Figura 9 - Placa Arduino Uno R3



Fonte: ARDUINO, 2022.

As ferramentas são de código aberto, ou seja, qualquer pessoa pode replicá-las ou contribuir para melhorar seu desempenho. Com isso, é liberada a construção de diversas placas similares, tendo observação somente em relação ao nome Arduino, à logo e a algumas informações que são propriedade da empresa Arduino. No presente trabalho, foi utilizada uma linha de placas com a mesma finalidade do Arduino, as placas BlackBoard da RoboCore, que fabrica, no Brasil, placas de alta qualidade, com um ótimo custo-benefício.

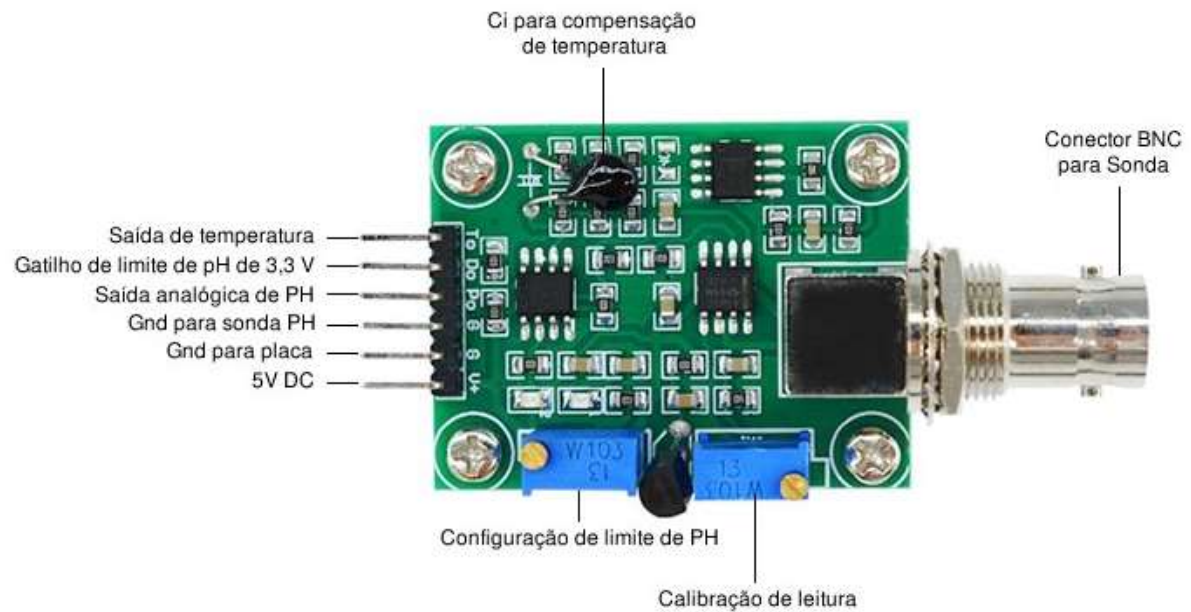
4.4.2 Sensor de pH e temperatura

No presente trabalho foram utilizados o sensor de PH – 4502C e o sensor temperatura 10k ntc 3435, programados nas placas Arduino, nas quais se pode observar a leitura das análises em tempo real sem precisar se deslocar para o laboratório para realizar os ensaios de pH e temperatura.

A sonda de pH Arduino é um sensor simples e prático, desenvolvido especialmente para trabalhar em conjunto com microcontroladores. De maneira simplificada, o pH é potencial hidrogeniônico (qualidade de prótons H^+), podendo apresentar uma solução líquida ácida, neutra ou básica.

Os componentes são formados por uma sonda pH e um módulo eletrônico, que são interligados com o Arduino. Assim, a sonda pode ficar submersa no recipiente com água/esgoto, permanecendo somente com o cabo anexado no módulo sensor de pH, conforme mostram as Figuras 10 e 11.

Figura 10 - Módulo sensor de pH BNC PH-4502C



Fonte: USINAINFO (2022).

Figura 11 - Dimensões da sonda de pH BNC PH-4502C



Fonte: USINAINFO, 2022.

Na ficha técnica da sonda de pH podem ser observadas as características e especificações do produto, conforme a loja Usinainfo (2022, n.p.), especializada em componentes de eletrônica e robótica:

- Modelo: PH-4502C;
- Tensão de aquecimento: $5 \pm 0.2V$ (AC/DC);
- Corrente de trabalho: 5-10mA;
- Faixa de temperatura: 0-60°C;

- Tempo de resposta: 5S;
- Tempo de sedimentação: 60S;
- Componente potência: 0,5 W;
- Saída: analógica;
- Faixa de medição: 0,00 ~ 14,00 pH;
- Zero pontos: 7 $\pm$ 0.5ph;
- Erro alcalino: 0.2pH;
- Resistência interna: <250MOhm;
- Blocos de terminais: Plug BNC.

O sensor de temperatura 10k, mostrado na Figura 12, tem uma faixa de medição – 20 °C a 115 °C, podendo ser ligado em vários modelos de microcontroladores, como Arduino, Raspberry Pi, PIC etc. Este sensor pode trabalhar com *time* de 2 segundos, AC 1800V, 1mA e dissipação típica constante de 5mW/°C (ELETROGATE, 2022).

Figura 12 - Sensor de temperatura 10k



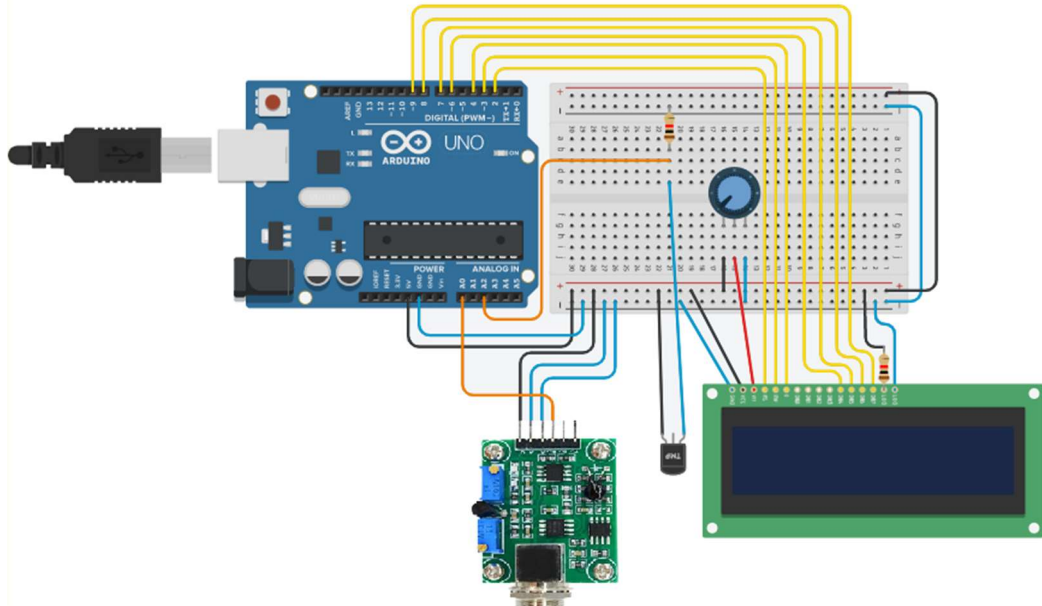
Fonte: ELETROGATE, 2022.

4.4.3 Montagem dos Arduino com os sensores

Na montagem da placa Arduino com os sensores de pH, temperatura e os componentes eletrônicos (Figura 13), são ligados os pinos de acordo com cada elemento, conforme é apresentado na Tabela 6. Os *jumpers* (cabos) são separados em cores, seguindo padrões da elétrica. O *jumper* preto é a fase, na qual se alimentam os sensores e o *display* com a corrente necessária. O *jumper* azul é a neutro e, nas placas elétricas, pode ser visto como GND (ground – Terra). O *jumper* laranja são as ligações dos pontos analógicos, nos quais pode ser

controlada a frequência de 0 a 1024. No *jumper* amarelo, são ligados os pontos digitais, com a função de ter um comando de 0 ao 1 (abre e fecha). Há também o *jumper* vermelho, que passa pelo potenciômetro e manda para o *display*, controlando a luz deste.

Figura 13 - Representação da montagem do Arduino e seus componentes



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tabela 6 - Ligação dos componentes da automação com Arduino

Ligação do sensor de pH		
Pino no Arduino	Função sensor	Obs. Ligação
5V	V+	
GND	G	
GND	G	
A0	Po	
Ligação do sensor de temperatura		
Pino no Arduino	Função sensor	Obs. Ligação
5V	Ponta 1	
A2	Ponta 2	Resistor de 10k no A2 p/ GND
Ligação LCD 16x2		
Pino no Arduino	Função LCD	Pino LCD
GND	Vss	1
Vcc 5V	Vdd	2
Pino central potenciômetro	V0	3
Pino 2	RS	4
Pino 3	RW	5
Pino 4	E	6
Não conectado	D0	7
Não conectado	D1	8
Não conectado	D2	9
Não conectado	D3	10
Pino 6	D4	11
Pino 7	D5	12
Pino 8	D6	13
Pino 9	D7	14
Vcc 5V c/ resistor 10k	A	15
GND	K	16

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

De acordo com a Tabela 6, a montagem da placa Arduino com os sensores de temperatura e pH deve estar conforme os pinos citados na programação da plataforma. Assim, deve ser carregada a programação da plataforma Arduino (Apêndice) para a placa Arduino, podendo ser realizados os ensaios de pH e temperatura.

4.4.4 Arduino no tratamento de efluente oleoso

Na oficina de manutenção de locomotivas da VLI em Divinópolis – MG, o efluente é gerado na lavagem de peças, vagões, locomotivas, pisos e locais onde há descartes de substâncias líquidas. O efluente criado pela ação de limpeza de veículos ferroviários pode conter quantidades consideráveis de óleos e graxas, surfactantes, substâncias orgânicas e sólidos suspensos, sendo encaminhado para as elevatórias dos setores e, posteriormente, para a ETEO (VLI, 2022), conforme está representado na Figura 14.

As coletas realizadas nas elevatórias de cada setor foram encaminhadas ao laboratório da VLI para que fossem feitas as análises com o Arduino e o pHmetro da empresa, realizando-se, assim, o mapeamento dos setores da oficina de locomotiva, observando as variações do pH no efluente gerado, podendo-se, assim, monitorar a maior divergência do resultado de pH, seguindo os parâmetros da Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH-MG nº 01 (MINAS GERAIS, 2008), como referência do processo de tratamento de efluente oleoso.

A automação das análises de temperatura e pH é aplicada no setor com maior variação no pH, podendo monitorar em tempo real a elevatória e realizar o controle do pH antes de ir para a estação de tratamento de efluente. Com o controle do pH das elevatórias, podem ser realizados o acionamento das bombas e a abertura dos registros, sendo possível ser misturado um efluente com pH baixo e um pH alto, de modo a chegar à faixa média de pH 7, promovendo a maior eficácia no tratamento – recomenda-se um pH entre 6,0 e 8,0 (SÃO PAULO, 1999). Desta forma, há uma economia com os produtos químicos utilizados para a correção do pH.

ONÇO HÍDRICO - UNIDADE DIVINÓPOLIS / SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTE INDUSTRIAL E SANITÁRIO (E



Com o mapeamento, foi realizado um estudo de viabilidade, que buscou identificar pontos com maiores diferenças e que vão precisar de uma correção no pH, tendo como parâmetro, também, o volume de efluente gerado diariamente. O projeto técnico feito com o Arduino realiza as análises de temperatura e pH *in loco*, sem a necessidade de levar as amostras para o laboratório. Qualquer que seja a alteração do pH e temperatura, podem ser tomadas medidas de correção imediatamente.

Para automação, usando os sensores controlados pelo Arduino, foi coletada uma amostra no tanque pulmão da oficina de manutenção de locomotivas na VLI, em um galão de 20 litros de efluente oleoso, levado para a UEMG Campus Divinópolis, o qual foram feitas as análises no início do experimento e 24 horas depois que foi feita a submersão dos sensores. Pode-se assim confrontar as leituras de pH e temperatura feitas com o Arduino e com o pHmetro de bancada.

4.4.5 Planilha de levantamento de custos dos equipamentos utilizados

No estudo de viabilidade foi realizada uma cotação de valores de mercado, usando a plataforma Google para obter o custo de cada componente utilizado na montagem do Arduino e seus sensores de pH e temperatura. Em uma planilha (quadros 1 e 2) foram colocados a descrição de cada peça e sua imagem, nome da loja, quantidade, preço unitário, preço médio e valor total da média (MATTOS, 2006). Também foi feita uma planilha com os preços encontrados no mercado do pHmetro, usando os menores preços encontrados.

Foi feita uma simulação de tempo e valores a serem economizados com os funcionários responsáveis pelo laboratório. Usando como referência o salário de laboratorista, fornecido no site Salário (2022), foi calculado o tempo gasto pelo funcionário coletar a amostra, levar para o laboratório e fazer análise. Assim pode-se estimar o tempo que pode pagar o investimento de automatização das análises de pH e temperatura com Arduino.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho foi dividido em etapas: análise das etapas do sistema de tratamento para possíveis automação, programação na plataforma do Arduino, testes em laboratório com o Arduino termômetro e pHmetro, análise de efluente gerado das 18 elevatórias e avaliação financeira de automação do sistema na VLI em Divinópolis – MG.

5.1 Análise do sistema de tratamento de efluente oleoso

A ETEO da oficina de manutenção de locomotiva da VLI de Divinópolis segue os normativos do Copam, tendo um conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessário ao atendimento dos usos importantes e à integridade ecológica, atuais ou futuros (COPAM, 2008).

O tratamento do efluente oleoso, mostrando na Figura 15, é subdividido nas seguintes etapas:

- SAO: é a primeira fase do tratamento;
- Neutralização: nesta etapa, é neutralizado o efluente com a correção do pH, usando ácido clorídrico;
- Coagulação: nesta fase, são adicionados o hidróxido de sódio para controlar o pH e o policloreto de alumínio para coagular. Assim, as partículas de sujeira ficam eletricamente desestabilizadas e mais fáceis de agregar;
- Floculação: após a coagulação, há uma mistura lenta da água, que serve para provocar a formação de flocos com as partículas;
- Decantação: neste ponto, a água passa pelas placas de decantação para separar os flocos de sujeira formados na etapa anterior;
- Filtração: a água atravessa uma câmara de filtração, responsável por reter a sujeira que restou da fase de decantação;
- Cloração: no final, é adicionado o cloro para anular a atividade de microrganismos patogênicos e bactérias.

Figura 15 - ETEO



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

No processo de tratamento de efluente oleoso, é necessário que ocorra o controle do pH: o índice pH refere-se à água básica (maior que 7) e à água ácida (menor que 7) – o neutro é 7. Para a melhor eficácia no tratamento, recomenda-se um pH entre 6,0 e 8,0 (SABESP,1999).

Para o controle da qualidade da água, é usada aferição do potencial hidrogênio. De acordo com o resultado, estima-se o quanto de hidróxido de sódio deve ser aplicado para a neutralização do pH, chegando o mais próximo do pH 7. Corrigindo-se o pH, é adicionado o policloreto de alumínio para que as partículas sólidas fiquem eletricamente desestabilizadas e mais fáceis de agregar, e, então, passa-se para o processo de floculação.

Após todo o tratamento, o efluente deve atender a condições de lançamento da Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH-MG nº 01 (MINAS GERAIS, 2008), Art. 29, Inciso 4: o pH deve estar entre 6,0 e 9,0, a temperatura inferior a 40 °C e superior a 3 °C e outros parâmetros que devem ser vistos na complementação da Lei nº 9.433 (BRASIL, 1997).

Observando o controle diário do laboratorista da VLI, com as análises que devem ser feitas (Anexo), o presente trabalho procurou melhorar a eficiência das análises de pH e temperatura no tratamento de efluente oleoso, utilizando automação com Arduino e sensores para, assim, obter resultados em tempo real, otimizando o tempo do técnico de laboratório.

5.2 Análise de parâmetros físico-químicos da VLI

No estudo das planilhas de análises diárias do efluente gerado na oficina de manutenção de locomotivas da VLI em Divinópolis – MG, pode-se observar que as medidas do pH as temperaturas são realizados em todo o processo de tratamento do efluente e os ensaios de turbidez e oxigênio dissolvido ocorrem em algumas fases do tratamento.

Com os dados sobre o processo de tratamento de efluente oleoso repassados pela VLI e observando a média, a mediana, o desvio padrão, a variância e o valor máximo e mínimo, foi realizada análise estatística descritiva, mostrada a seguir (Tabelas 7 a 13), trabalhando com a média em que a soma dos dados é dividida pelo número de dados, a mediana é o valor do meio dos resultados das análises, a variância é uma medida que se observa a distância, mostrada do valor central (médio), e o desvio padrão resume-se em uma medida do nível de dispersão, sendo indicado como uniforme e estando em um conjunto de dados (YAMAMOTO; AKAMINE, 2013). No Anexo, são apresentados dados de pH no tanque equalização, coagulação, floculação, sanitário, aeração, saída e reuso.

Tabela 7 - Estatística descritiva de pH na etapa de equalização dos cinco primeiros meses do ano de 2022

Equalização						
	Média	Mediana	Desvio padrão	Variância	Valor máximo	Valor mínimo
Janeiro	7,198	7,250	0,240	0,057	7,510	6,750
Fevereiro	7,789	7,780	0,461	0,212	8,510	6,980
Março	8,059	8,155	0,402	0,162	8,700	7,330
Abril	8,278	8,150	0,415	0,172	9,250	7,700
Mai	8,330	8,300	0,475	0,225	9,400	7,740

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tabela 8 - Estatística descritiva de pH na etapa de coagulação dos cinco primeiros meses do ano de 2022

Coagulação						
	Média	Mediana	Desvio padrão	Variância	Valor máximo	Valor mínimo
Janeiro	6,587	6,580	0,240	0,058	6,960	6,210
Fevereiro	6,963	6,940	0,371	0,137	7,630	6,400
Março	6,981	7,000	0,356	0,126	7,510	6,280
Abril	7,061	7,080	0,222	0,049	7,540	6,680
Maior	7,010	7,165	0,371	0,138	7,430	6,300

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tabela 9 - Estatística descritiva de pH na etapa de floculação dos cinco primeiros meses do ano de 2022

Floculação						
	Média	Mediana	Desvio padrão	Variância	Valor máximo	Valor mínimo
Janeiro	6,756	6,737	0,105	0,011	6,910	6,530
Fevereiro	7,103	7,100	0,335	0,112	7,710	6,670
Março	7,127	7,150	0,308	0,095	7,640	6,630
Abril	7,232	7,240	0,173	0,030	7,590	6,950
Maior	7,238	7,240	0,557	0,311	8,810	6,620

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tabela 10 - Estatística descritiva de pH na etapa de sanitário dos cinco primeiros meses do ano de 2022

Sanitário						
	Média	Mediana	Desvio padrão	Variância	Valor máximo	Valor mínimo
Janeiro	7,641	7,640	0,286	0,082	8,100	7,190
Fevereiro	7,954	7,900	0,332	0,111	8,550	7,180
Março	8,317	8,410	0,348	0,121	8,910	7,560
Abril	8,322	8,310	0,257	0,066	8,730	7,960
Maior	8,446	8,420	0,305	0,093	8,900	8,010

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tabela 11 - Estatística descritiva de pH na etapa de aeração dos cinco primeiros meses do ano de 2022

Aeração						
	Média	Mediana	Desvio padrão	Variância	Valor máximo	Valor mínimo
Janeiro	7,241	7,300	0,183	0,033	7,500	6,900
Fevereiro	7,366	7,390	0,284	0,080	7,810	6,900
Março	7,578	7,600	0,178	0,032	7,900	7,200
Abril	7,519	7,505	0,227	0,052	8,200	7,140
Maior	6,923	6,840	0,326	0,106	7,540	6,400

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tabela 12 - Estatística descritiva de pH na etapa de saída dos cinco primeiros meses do ano de 2022

Saída						
	Média	Mediana	Desvio padrão	Variância	Valor máximo	Valor mínimo
Janeiro	7,330	7,400	0,198	0,039	7,650	7,030
Fevereiro	7,398	7,350	0,273	0,074	7,910	7,040
Março	7,659	7,600	0,379	0,144	8,700	7,100
Abril	7,554	7,550	0,148	0,022	7,790	7,260
Maior	7,014	7,010	0,319	0,102	7,640	6,420

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tabela 13 - Estatística descritiva de pH nas etapas de equalização, coagulação e floculação dos cinco primeiros meses do ano de 2022

Reúso						
	Média	Mediana	Desvio padrão	Variância	Valor máximo	Valor mínimo
Janeiro	7,391	7,430	0,456	0,208	8,100	6,690
Fevereiro	7,412	7,420	0,308	0,095	7,950	6,930
Março	7,617	7,600	0,390	0,152	8,430	7,000
Abril	7,692	7,700	0,209	0,044	8,200	7,310
Maior	7,376	7,450	0,453	0,205	7,950	6,300

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Observando as Tabelas 7 a 13, nota-se que os efluentes oleosos passam no processo de tratamento com valores de pH dentro da faixa de 6 – 8, conforme é solicitado pela Sabesp (1999) para o tratamento de efluente. No tanque de equalização, onde ocorre o início do tratamento do efluente industrial, percebe-se o local de maior desvio padrão, tornado um ponto crítico e no qual pode ser aplicada a automatização do sensor de pH e serem feitas as leituras em tempo real (CAMELO; FREITAS; ANDRADE, 2017).

Nas Tabelas 14 a 20, são apresentados dados de temperatura no tanque equalização, coagulação, floculação, sanitário, aeração, saída e reuso.

Tabela 14 - Estatística descritiva de temperatura da etapa de equalização dos cinco primeiros meses do ano de 2022

Equalização						
	Média (°C)	Mediana (°C)	Desvio padrão	Variância	Valor máximo (°C)	Valor mínimo (°C)
Janeiro	26,056	26,100	1,291	1,668	27,500	24,100
Fevereiro	26,462	26,400	0,849	0,721	28,900	25,000
Março	27,360	27,300	0,927	0,860	29,200	26,000
Abril	26,427	26,500	0,868	0,754	27,900	24,500
Maior	22,477	22,100	2,233	4,987	25,400	20,000

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tabela 15 - Estatística descritiva de temperatura da etapa de coagulação dos cinco primeiros meses do ano de 2022

Coagulação						
	Média (°C)	Mediana (°C)	Desvio padrão	Variância	Valor máximo (°C)	Valor mínimo (°C)
Janeiro	26,156	26,000	1,047	1,095	27,400	24,600
Fevereiro	26,329	26,500	0,610	0,372	27,300	25,000
Março	27,287	27,200	0,967	0,936	29,000	25,800
Abril	26,293	26,300	0,940	0,884	28,000	24,300
Maior	22,577	21,600	2,078	4,319	25,900	19,900

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tabela 16 - Estatística descritiva de temperatura da etapa de floculação dos cinco primeiros meses do ano de 2022

Floculação						
	Média (°C)	Mediana (°C)	Desvio padrão	Variância	Valor máximo (°C)	Valor mínimo (°C)
Janeiro	26,020	26,300	1,325	1,755	27,500	24,000
Fevereiro	26,157	26,100	0,663	0,440	27,200	24,900
Março	27,133	27,100	0,899	0,808	28,500	25,800
Abril	26,067	26,100	0,974	0,950	27,900	24,100
Maior	22,308	21,900	1,999	3,997	25,100	20,000

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tabela 17 - Estatística descritiva de temperatura da etapa de sanitário dos cinco primeiros meses do ano de 2022

Sanitário						
	Média (°C)	Mediana (°C)	Desvio padrão	Variância	Valor máximo (°C)	Valor mínimo (°C)
Janeiro	26,667	26,400	1,815	3,295	29,000	23,900
Fevereiro	26,643	26,700	0,980	0,960	28,600	24,700
Março	27,800	27,800	1,011	1,023	29,500	25,800
Abril	27,073	26,900	0,917	0,841	28,400	24,600
Maior	23,643	23,350	2,248	5,053	27,500	20,700

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tabela 18 - Estatística descritiva de temperatura da etapa de aeração dos cinco primeiros meses do ano de 2022

Aeração						
	Média (°C)	Mediana (°C)	Desvio padrão	Variância	Valor máximo (°C)	Valor mínimo (°C)
Janeiro	26,244	26,200	1,470	2,160	28,100	24,000
Fevereiro	26,329	26,600	0,724	0,524	27,600	25,000
Março	26,965	26,900	0,731	0,534	28,500	25,800
Abril	26,094	25,950	0,776	0,602	27,300	24,600
Maior	22,571	22,400	2,016	4,064	25,200	20,000

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tabela 19 - Estatística descritiva de temperatura da etapa de saída dos cinco primeiros meses do ano de 2022

Saída						
	Média (°C)	Mediana (°C)	Desvio padrão	Variância	Valor máximo (°C)	Valor mínimo (°C)
Janeiro	26,722	26,200	1,753	3,074	29,700	24,000
Fevereiro	26,505	26,600	0,828	0,685	27,800	24,800
Março	27,288	27,200	0,988	0,976	29,200	25,800
Abril	26,638	26,450	0,872	0,761	28,300	25,100
Maior	23,150	23,150	2,186	4,777	26,000	20,000

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tabela 20 - Estatística descritiva de temperatura da etapa de reúso dos cinco primeiros meses do ano de 2022

Reúso						
	Média (°C)	Mediana (°C)	Desvio padrão	Variância	Valor máximo (°C)	Valor mínimo (°C)
Janeiro	26,989	26,800	2,028	4,114	29,800	24,100
Fevereiro	26,748	26,700	1,494	2,231	30,100	23,300
Março	27,693	27,900	1,701	2,892	31,500	25,100
Abril	27,207	27,300	1,034	1,069	28,600	25,200
Maior	24,071	24,600	1,914	3,664	27,300	20,700

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Na estatística descritiva realizada através dos dados da temperatura, nota-se que o mês que teve maior variância foi maio, uma vez que é uma época em que as temperaturas estão caindo e ainda há dias quentes e frios. O ponto em que não vimos esta diferença de temperatura, como nos outros pontos, é no reúso, porque se trata de um reservatório e não está em agitação como os demais. Ele demonstra uma variação maior no mês de janeiro, devido às chuvas que caem diretamente no seu reservatório. Por conta da baixa variação e do instrumento que possui uma boa precisão, visto que quanto maior o número de amostras, maior o tempo análises, a automatização realiza mais análises em menos tempo, (SCHRODER, 2017).

Os ensaios de turbidez e oxigênio dissolvido são realizados no tanque de floculação, saída e reúso. No tanque aeração ocorre, além das medidas de pH e temperatura, o ensaio de oxigênio dissolvido. As Tabelas 21 a 23 apresentam o estudo estatístico descritivo da turbidez do efluente oleoso.

Tabela 21 - Estatística descritiva de turbidez dos cinco primeiros meses do ano de 2022

Floculação						
	Média (UNT)	Mediana (UNT)	Desvio padrão	Variância	Valor máximo (UNT)	Valor mínimo (UNT)
Janeiro	11,759	9,500	6,368	40,556	26,300	5,140
Fevereiro	14,003	11,800	8,336	69,493	43,000	4,750
Março	13,333	6,870	14,783	218,526	56,200	1,390
Abril	15,492	10,685	13,266	175,978	46,000	2,470
Maior	34,003	19,100	32,498	1056,095	99,900	4,330

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tabela 22 - Estatística descritiva de turbidez dos cinco primeiros meses do ano de 2022

Saída						
	Média (UNT)	Mediana (UNT)	Desvio padrão	Variância	Valor máximo (UNT)	Valor mínimo (UNT)
Janeiro	26,227	22,700	12,828	164,565	55,300	9,840
Fevereiro	36,075	32,600	18,634	347,220	84,500	13,700
Março	38,753	38,100	19,052	362,984	87,200	15,200
Abril	46,860	39,550	22,172	491,612	90,500	7,260
Maió	29,886	30,450	18,927	358,218	69,000	4,250

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tabela 23 - Estatística descritiva de turbidez dos cinco primeiros meses do ano de 2022

Reúso						
	Média (UNT)	Mediana (UNT)	Desvio padrão	Variância	Valor máximo (UNT)	Valor mínimo (UNT)
Janeiro	13,229	13,100	4,521	20,440	22,100	6,730
Fevereiro	10,815	10,800	3,119	9,729	16,200	2,020
Março	14,858	13,100	6,402	40,987	29,100	7,500
Abril	12,481	11,700	4,786	22,905	24,900	5,920
Maió	13,841	13,450	4,236	17,947	22,200	6,780

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Nas Tabelas 24 a 27, são mostrados dados de oxigênio dissolvido no tanque de floculação, aeração, saída e reúso.

Tabela 24 - Estatística descritiva de oxigênio dissolvido dos cinco primeiros meses do ano de 2022

Floculação						
	Média (mg/L)	Mediana (mg/L)	Desvio padrão	Variância	Valor máximo (mg/L)	Valor mínimo (mg/L)
Janeiro	1,140	1,165	0,348	0,121	1,730	0,440
Fevereiro	1,332	1,255	0,322	0,104	1,970	0,690
Março	-	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-	-
Maió	-	-	-	-	-	-

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tabela 25 - Estatística descritiva de oxigênio dissolvido dos cinco primeiros meses do ano de 2022

Aeração						
	Média (mg/L)	Mediana (mg/L)	Desvio padrão	Variância	Valor máximo (mg/L)	Valor mínimo (mg/L)
Janeiro	1,628	1,860	0,416	0,173	1,990	0,730
Fevereiro	5,086	2,100	9,875	97,511	40,500	1,200
Março	4,336	2,190	6,572	43,185	24,100	1,200
Abril	1,835	1,970	0,491	0,241	2,580	1,120
Maió	2,738	1,620	4,105	16,850	16,900	0,960

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tabela 26 - Estatística descritiva de oxigênio dissolvido dos cinco primeiros meses do ano de 2022

Saída						
	Média (mg/L)	Mediana (mg/L)	Desvio padrão	Variância	Valor máximo (mg/L)	Valor mínimo (mg/L)
Janeiro	1,359	1,330	0,341	0,117	1,840	0,860
Fevereiro	1,714	1,820	0,511	0,261	2,600	0,510
Março	1,760	1,760	-	-	1,760	1,760
Abril	-	-	-	-	-	-
Maió	-	-	-	-	-	-

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tabela 27 - Estatística descritiva de oxigênio dissolvido dos cinco primeiros meses do ano de 2022

Reúso						
	Média (mg/L)	Mediana (mg/L)	Desvio padrão	Variância	Valor máximo (mg/L)	Valor mínimo (mg/L)
Janeiro	1,398	1,640	0,530	0,281	1,900	0,640
Fevereiro	1,479	1,485	0,460	0,212	2,200	0,560
Março	0,590	0,590	-	-	0,590	0,590
Abril	-	-	-	-	-	-
Maió	1,220	1,220	-	-	1,220	1,220

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Nos dados da estatística descritiva dos ensaios de turbidez e oxigênio dissolvido observa-se que a variância na turbidez é alta, mas os valores estão dentro da Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH-MG nº 01 (MINAS GERAIS, 2008). Possivelmente, o parâmetro de turbidez devido à variação seja mais complexo de se automatizar. Os ensaios de oxigênio dissolvido não são realizados com frequência na VLI, como os ensaios de pH, temperatura e turbidez.

5.3 Comparativo de dados coletados com Arduino e no laboratório

Na primeira etapa de coleta de dados, foi coletada amostra na VLI, no SAO (Figura 16). Os testes foram feitos no Laboratório de Química da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) Unidade Divinópolis, utilizando o pHmetro (Figura 17) e o sensor de pH controlado por Arduino, usando como material de medida efluente coletado na oficina de manutenção de locomotiva em Divinópolis – MG (Figura 18) e reagente de calibração de pH (Figura 19).

Foram realizados os testes preliminares no Laboratório de Química da UEMG Divinópolis (Tabela 28), em amostra coletada no SAO, obtendo-se resultado de variação nos testes com pHmetro e Arduino menor que 0,5%. Diante deste resultado, foi coletado efluente industrial para análise de seis das 18 elevatórias existentes na oficina de manutenção de locomotivas da VLI em Divinópolis – MG (Figura 20), podendo, assim, serem catalogados os pontos de variação do pH e da temperatura.

Figura 16 – SAO – VLI, Divinópolis – MG



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Figura 17 - pHmetro utilizado na medição de pH no Laboratório de Química da UEMG Divinópolis



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Figura 18 - Amostra coletada na ETEO da VLI de Divinópolis – MG



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Figura 19 - Amostra padrão de calibração de medida de pH 7



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Os resultados encontrados têm um desvio de menos 0,5% do pHmetro com o sensor de pH controlado por Arduino, como pode ser observado na Tabela 28. Camelo, Freitas e Andrade (2017) publicou artigo demonstrando a calibração do Arduino e pHmetro, obtendo um resultado de 1% de variação.

Tabela 28 - Comparação dos resultados da análise de pH de pHmetro com o sensor Arduino da mostra coletada no SAO

	pHmetro	Sensor Arduino	% de aproximação
Solução pH 7	7,00	6,99	99,85
Efluente oleoso	8,50	8,53	99,64
Água com detergente	7,17	7,15	99,72

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Figura 20 - Localização dos pontos de elevatórias industriais e sanitárias na VLI – Divinópolis – MG



Fonte: GOOGLE EARTH PRO, 2022.

A trajetória dos efluentes oleosos até a ETEO é mostrada na Figura 23. Há elevatórias com efluente gerado na oficina e no setor de lavagem de locomotiva e vagões, visto que existem elevatórias preliminares e secundares (Figuras 21 e 22), uma vez que as elevatórias recebem os efluentes de outras elevatórias e outros setores.

Figura 21 - Elevatória preliminar R10



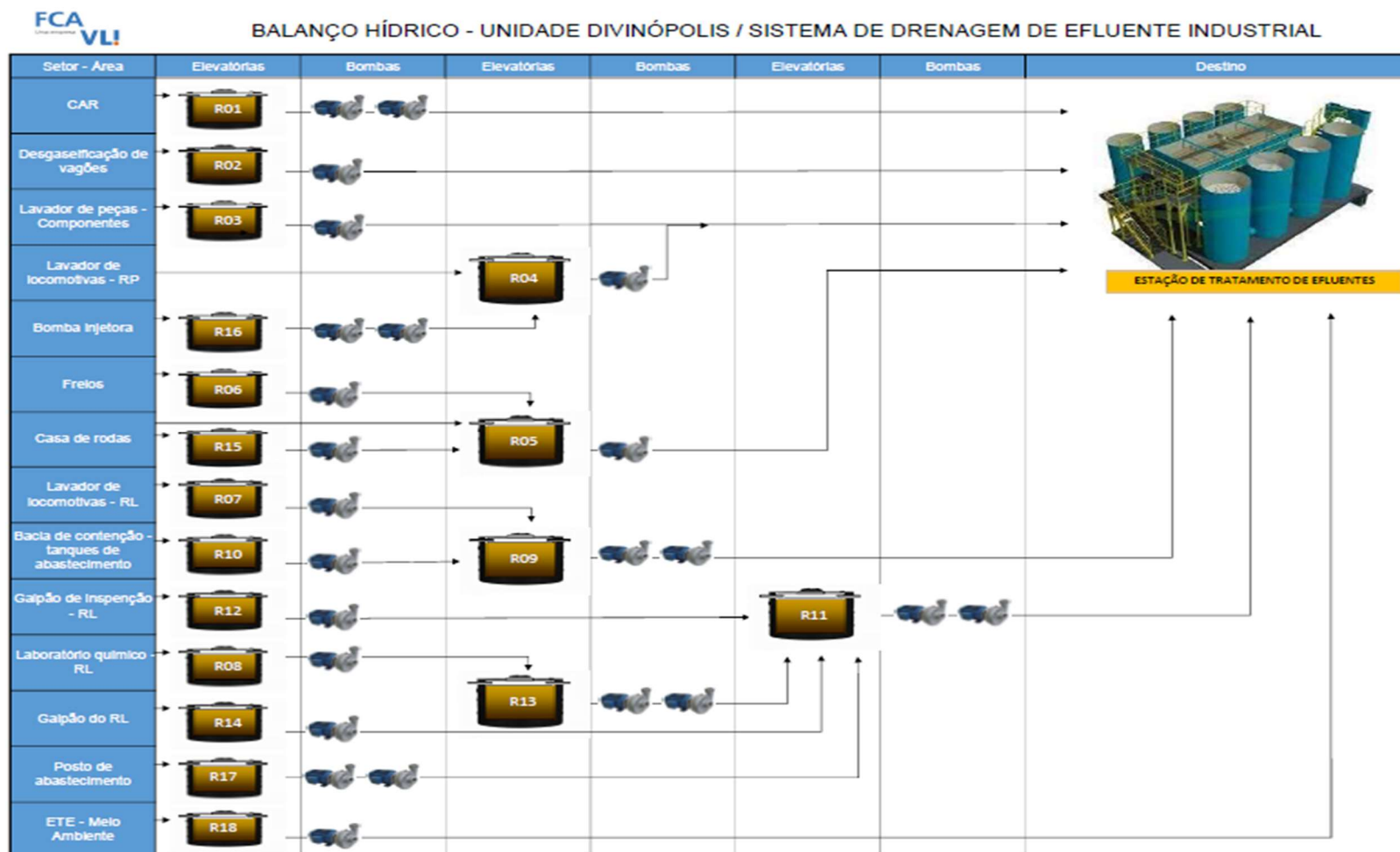
Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Figura 22 - Elevatória secundar R1



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Figura 23 - Trajetória dos efluentes oleosos, passando pelos reservatórios e bombeados até a estação de tratamento de efluente na VLI – Divinópolis – MG



Fonte: VLI, 2022.

Na Figura 23, a letra “R” é a nomenclatura dada para os reservatórios/elevatórias. As elevatórias R04, R05, R09 e R11 são provenientes das elevatórias R16, R06, R15, R07, R10, R12, R08, R13, R14 e R17. Também há reservatórios que bombeiam os efluentes diretamente para a estação de tratamento, como R01, R02, R03 e R18. Com o estudo do processo de distribuição, o efluente é encaminhado para um reservatório e, quando alcança o seu limite de capacidade de armazenamento, é bombeado para o tanque pulmão, no qual se inicia o tratamento.

Para realizar as análises do efluente nesta etapa, foram coletadas amostras nos reservatórios R02, R03, R04, R05, R09 e R11, usando béquers sendo as mesmas encaminhadas para o laboratório da VLI, onde foram medidos os dados de pH e temperatura, por um pHmetro e com aparelho Arduino (Figuras 26 e 27). As características do efluente industrial contêm presença de óleo, graxa e produtos químicos provenientes da lavagem dos vagões, como pode ser visto nas Figuras 24 e 25. Deste modo, os resultados estão descritos na Tabela 29.

Figura 24 - Coleta do efluente bombeado das elevatórias para o gradeamento – VLI Divinópolis – MG



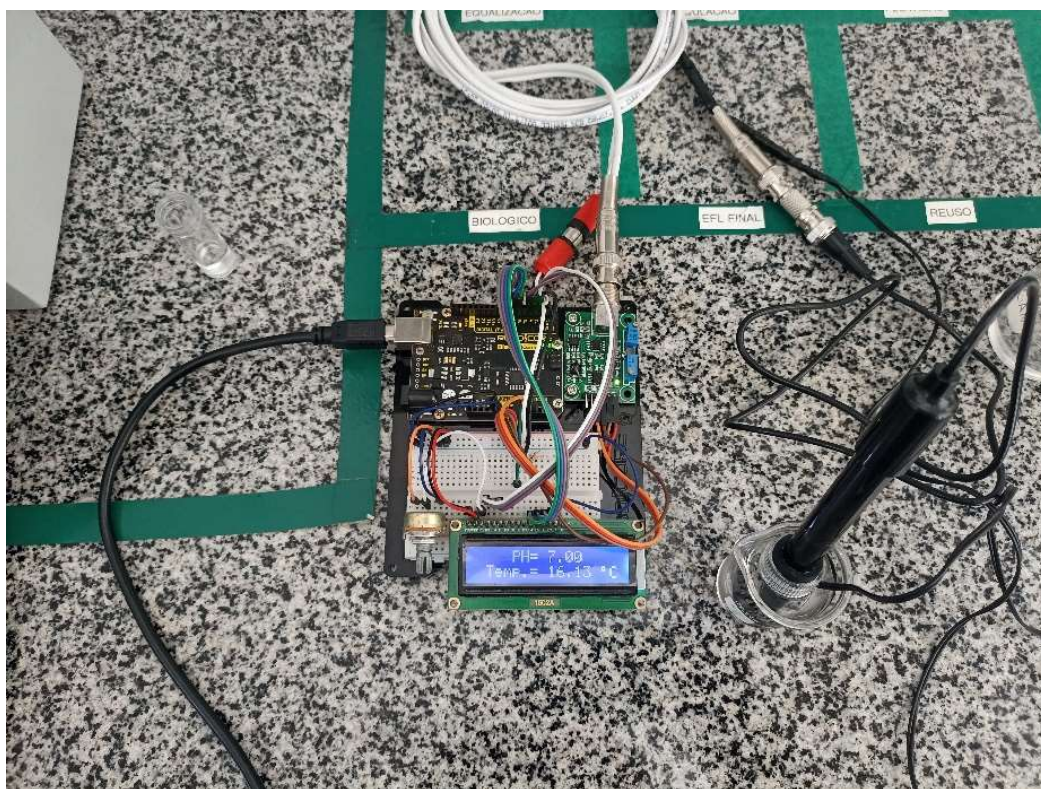
Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Figura 25 - Efluente oleoso coletado para análise – VLI Divinópolis – MG



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Figura 26 - Arduino com os sensores de pH e temperatura – VLI Divinópolis – MG



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Figura 27 - Equipamento de leitura de pH e temperatura e pHmetro do laboratório da VLI Divinópolis – MG



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tabela 29 - Resultados das análises de pH e temperatura realizadas no laboratório da VLI Divinópolis – MG

	Sensor Arduino		pHmetro		% de aproximação	
	pH	Temp. (°C)	pH	Temp. (°C)	pH	Temp.
Calibração	6,97	16,92	7,00	17,00	99,57%	99,53%
*R02	7,90	22,17	8,15	23,20	96,93%	95,56%
*R03	9,85	23,76	10,13	23,70	97,24%	99,75%
*R04	11,72	23,14	12,10	24,00	96,86%	96,42%
*R05	10,07	23,05	10,33	23,90	97,48%	96,44%
*R09	10,11	22,35	9,85	23,50	97,42%	95,11%
*R11	10,09	22,96	9,98	24,20	98,91%	94,88%

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

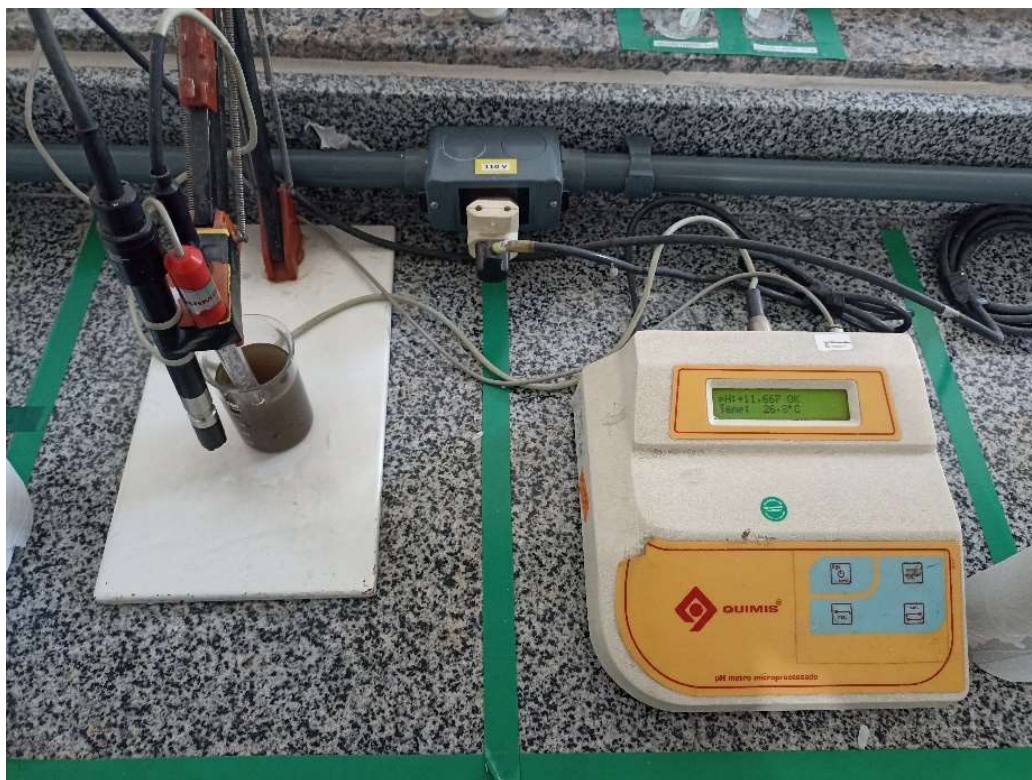
Obs.: *R = Identificação das elevatórias, onde foram coletadas as amostras.

Como pode ser observado na Tabela 29, houve uma variação média nos testes com Arduino e pHmetro (2,23% pH e 3,19% temperatura), tendo um nível de confiança maior do que 95%, valor usado em estudos estatísticos, uma vez que o sensor acoplado no Arduino faz a leitura a cada 5 segundos e pega uma variação em tempo real do efluente.

Com base nos resultados, poderá ser automatizada a análise de pH e temperatura instalando placas Arduino com sensores nos pontos do tratamento de efluente para que passa ser realizada a leitura de pH e temperatura diariamente, como já é feito manualmente pelos funcionários da VLI, introduzindo o sensor com Arduino e mantendo o histórico de cada ponto, bem como melhorando a eficiência com ensaios em tempo real como é defendido por Mcroberts (2010) a automação com Arduino.

Na etapa final dos testes com o Arduino, foram realizados ensaios com efluente oleoso coletado na oficina de manutenção de locomotiva da VLI, onde foram coletados 20 litros de efluente gerado no setor de lavagem de peças e componentes, obtendo-se um pH de 11,67 e uma temperatura de 26,8 °C (Figura 28) e duas amostra no tanque de equalização e tanque de saída, conforme ensaio realizado no laboratório da VLI. A amostra coletada foi levada para o laboratório da UEMG Divinópolis, onde ocorreram os testes finais.

Figura 28 - Equipamento de leitura de pH e temperatura da VLI Divinópolis – MG



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Os procedimentos para automação da leitura de pH e temperatura foram iniciados no dia 4 de novembro de 2022, no laboratório de química da UEMG Campus Divinópolis, quando os sensores controlados pelo Arduino foram submersos no efluente oleoso, sendo realizados ensaios comparativos utilizando pHmetro e o Arduino, dando início aos testes. Observando os resultados gerados após 24 horas, a calibração do Arduino com os sensores e as leituras dos sensores deram uma diferença com o resultado do pHmetro (Tabela 30).

Tabela 30 - Resultados das análises de pH e temperatura realizadas nos laboratórios da VLI e da UEMG Divinópolis

Descrição – data	pHmetro da VLI		pHmetro da UEMG		Arduino		% de aproximação	
	pH	Temp. (°C)	pH	Temp. (°C)	pH	Temp. (°C)	pH (%)	Temp. (%)
Amostra setor de lavagem de peças	11,67	26,8	12,09	29,0	11,42	28,8	96,13%	96,88%
Amostra do tanque de equalização	7,20	25,6	7,34	25,4	7,29	25,1	99,73%	98,43%
Amostra do tanque de saída	6,53	25,3	6,72	25,0	6,63	24,8	99,92%	98,61%
Calibração Tampão 7 – 4/11	X	X	6,93	21,5	6,99	21,6	99,14%	99,54%
Amostra inicial – 4/11	X	X	9,94	20,3	10,04	20,3	99,0%	100%
Amostra 24 horas após o início – 5/11	X	X	9,83	21,1	6,61	21,6	67,24%	97,69%

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Conforme pode ver visto na Tabela 30, o Arduino calibrado, depois de realizada a leitura inicial, tem uma precisão 99%. Conforme os resultados encontrados por Silva (2018), o Arduino pode ter uma precisão de 1%, comparado com o pHmetro de bancada. Após serem realizados os ensaios no outro dia, foi constatado que a leitura do pH feita pelo Arduino é de 6,61, que está divergente com o resultado do pHmetro de bancada do laboratório da UEMG, com pH de 9,83.

Pôde-se observar que o sensor de pH que estava submerso no efluente oleoso se encontrava sujo, com o óleo obstruindo a leitura do sensor, composto por eletrodos no seu interior, fazendo a medida em milivolts e transformando o valor da escala de 0 a 14 pH.

5.4 Estudo de viabilidade do Arduino

Automação utilizado o Arduino é uma escolha, devido ao custo da placa de Arduino com sensor de pH com um valor em média R\$382,00, sendo mais viável financeiramente do que um pHmetro industrial que se encontra mercado, valor em média R\$1668,00. Segundo Camelo Freitas e Andrade (2017), o Arduino ficou em torno de R\$272,00 e o pHmetro de bancada o simples de R\$2500,00.

Para realizar a automação com Arduino, foram comprados os equipamentos separadamente para que pudessem ser montados conforme a necessidade da empresa. Nos Quadros 1 e 2, são mostrados a lista de material e o orçamento de cada componente no dia 20 de outubro de 2022.

Quadro 1 - Planilha orçamentária dos componentes da automação com Arduino

Objeto: Materiais que compõem a automação de análise de pH e temperatura com Arduino							
			Lojas especializadas em elétrica e robótica				Preço médio (R\$)
			Eletrogate	RoboCore	Usinainfo	Mercado Livre	
Item	Descrição	Unid.	Preço (R\$)	Preço (R\$)	Preço (R\$)	Preço (R\$)	
1	Placa Arduino Uno R3	Unid.	129,90	129,00	128,16	109,99	124,26
2	Sensor de pH - PH-4502C	Unid.	-	-	245,96	154,28	200,12
3	Sensor de temperatura 10k	Unid.	18,90	16,90	15,96	12,00	15,94
4	Cabos Jumper	Unid.	0,32	0,25	0,25	0,34	0,29
5	Protoboard 400 pontos	Unid.	14,90	12,50	17,01	14,31	14,62
6	Display LCD 16x2	Unid.	26,90	20,90	23,66	26,99	24,61
7	Potenciômetro 10k	Unid.	2,90	2,30	2,95	2,56	2,68
8	Resistor 10k	Unid.	0,20	-	0,15	0,22	0,19
Soma							382,71

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Quadro 2 - Lista de componentes da automação com Arduino

Materiais que compõem a automatização do Arduino		
Item	Descrição	Figura
1	Placa Arduino Uno R3	
2	Sensor de pH - PH-4502C	
3	Sensor de temperatura 10k	
4	Cabos Jumper	
5	Protoboard 400 pontos	
6	Display LCD 16x2	
7	Potenciômetro 10k	
8	Resistor 10k	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Com os materiais supracitados na Tabela 6, é possível montar um equipamento para realizar as análises de pH e temperatura. O valor encontrado do pHmetro de bancada no mercado é 70% maior que o Arduino, e ambos têm o mesmo grau

de confiabilidade e precisão dos testes em laboratório. Conforme é apresentado por Silva *et al.* (2018), automação com Arduino é 85% mais barato que o pHmetro de bancada.

Tendo como comparativo orçamentário do pHmetro de bancada (Tabela 31) com o Arduino, observa-se que o investimento para a montagem do projeto com Arduino é bem mais viável do que adquirir um pHmetro de bancada, podendo ser transportado o Arduino até o local de coleta e realizar as análises *in loco*, usando uma bateria de 9V, simples e de fácil acesso.

Tabela 31 - Planilha orçamentária do pHmetro de bancada

	Magazine Luiza	Sinergia Científica	Glasslab	Netlab	Valor médio
pHmetro de bancada	R\$ 999,00	R\$ 1.527,75	R\$ 1.736,30	R\$ 2.412,15	R\$ 1.668,80

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Como pode ser observado, o orçamento realizado no dia 14 de novembro de 2022 (Tabela 31) demonstra que é possível obter quatro sensores com Arduino com valor médio do pHmetro de bancada. O projeto apresentado de análise com Arduino pode ter a mesma eficiência e precisão do pHmetro de bancada, tendo os mesmos cuidados com a limpeza e a calibração de ambos.

Diante do estudo realizado em campo, em cada ida e volta aos pontos de coleta do efluente oleoso, são gastos, em média, 30 minutos. Considerando o tempo que o laboratorista gasta para realizar o ensaio (15 minutos), temos um tempo total de 45 minutos. Foi tomado como referência o salário do laboratorista químico, que ganha em média R\$ 2.092,39 mensais, segundo o site pesquisado em julho de 2022 (Figura 29).

Figura 29 - Salário de laboratorista químico nas principais cidades do Brasil

Cidade	Jornada	Piso Salarial	Média Salarial	Teto Salarial	Salário/Hora	Total
São Paulo, SP	43	2.831,18	2.971,77	4.491,04	13,98	530
Rio de Janeiro, RJ	41	2.343,70	2.460,09	3.717,76	12,11	464
Curitiba, PR	42	2.378,44	2.496,56	3.772,87	11,89	272
Belo Horizonte, MG	42	1.993,39	2.092,39	3.162,08	9,85	246
Quatá, SP	44	1.215,41	1.275,77	1.927,98	5,80	169

Para ver a pesquisa salarial completa para o cargo em cada uma das cidades da tabela, clique nos links das localidades da lista. Para ver o salário em outras cidades além dessas utilize a [Busca Salarial](#).

Fonte: [SALÁRIO, 2022](#).

De forma demonstrativa, a Tabela 32 apresenta o tempo que o laboratorista gasta para realizar os ensaios.

Tabela 32 - Apresentação dos dados coletados de carga horária, tempo gasto de serviço e porcentagem de tempo gasto para realizar os ensaios

	Carga horária de trabalho por dia (h)	Tempo de realização de ensaio (h)	Nº de elevatórias	Tempo total gasto para realização do ensaio (h)	% do tempo para realizar os ensaios
Laboratorista	8,4	0,75	6	4,5	53,57

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Pode-se observar que, nos ensaios realizados diariamente, são gastos mais de 50% do tempo do laboratorista, tendo um custo semanal de R\$ 221,63. Com o projeto de automação das análises de pH e temperatura utilizando os sensores Arduino, em duas semanas, se paga a aplicação do Arduino, e o laboratorista poderá realizar outros trabalhos da sua competência (BRANCO, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após os estudos realizados e analisando-se os resultados encontrados no presente trabalho, é possível observar os seguintes dados: a eficiência dos sensores de pH e da temperatura controlada pelo Arduino foi de 1% de diferença, comparado o equipamento de laboratório, o pHmetro de bancada, utilizado pela VLI e na UEMG Divinópolis nos testes de pH e temperatura, trabalhando com o Arduino de forma que fossem aplicados os sensores nas amostras, obtendo os resultados em tempo real *in loco*.

Diante dos resultados, o objetivo de automatizar os ensaios de pH e temperatura em tempo real foram cumpridos, de forma que é possível fazer os ensaios sem precisar de transportar a amostra para o laboratório, somente levando-se o Arduino e os sensores no local onde é coletado o efluente oleoso e fazendo-se a análise. O projeto pode ser aplicado em todos os tipos de efluentes, de forma que possibilite uma correção do pH do líquido que esteja fora dos parâmetros da Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH-MG nº 01 (MINAS GERAIS, 2008), evitando uma contaminação nos mananciais e um aumento da mortalidade dos seres vivos que consomem a água dos rios.

Durante o trabalho, houve um contratempo: onde o ensaio realizado com sensores submersos durante horas, não foi possível realizar a leitura de pH e temperatura, uma vez que o sensor de pH com um valor acessível no mercado, submerso no efluente oleoso por 24 horas, não conseguiu fazer as leituras de pH, visto que o sensor de pH ficou impregnado de óleo.

Como sugestão para futuros trabalhos a serem realizados em relação à automação, é importante produzir um braço robótico que possa tirar o sensor da solução neutra, mergulhá-lo no efluente oleoso e guardá-lo novamente na solução neutra, após passar por uma lavagem. Uma outra sugestão é utilizar um sensor de pH próprio para efluente oleoso, não deixando que ele suje o equipamento.

O projeto pode facilitar as análises e gerar uma economia de equipamento e tempo dos funcionários da VLI, visto que a utilização dos sensores controlados pelo Arduino tem uma economia de quatro vezes diante do pHmetro de bancada usado em laboratório, sendo que ambos têm a mesma eficiência e qualidade na análise de pH e temperatura. O trabalho apresenta o passo a passo da montagem dos sensores com o Arduino, tendo uma programação que pode ser copiada para a plataforma e carregada para a placa Arduino, sendo possível, assim, ocorrerem as análises, conforme foi apresentado nesta dissertação.

REFERÊNCIAS

- AL-READHWAN, Suad A.; CRITTENDEN, Barry D.; LABABIDI, Haitam M. S. Wastewater minimization under uncertain operational conditions. **Computer and Chemical Engineering**, Amsterdã, n. 29, p. 1.009-1.021, 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0098135404003266>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ARDUINO. 2022. Disponível em: <https://www.arduino.cc/>. Acesso em: 20 set. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9251. Água - Determinação do pH - Método eletrométrico - Método de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9800. Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário - Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9898. Preservação e técnicas de amostragem de afluentes líquidos e corpos receptores – Propriedades**. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12209. Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 14063. Óleos e graxas - Processos de tratamento em efluentes de mineração**. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.
- BAUMGARTEN, Maria da Graça Zepka; POZZA, Simone Andréa. **Qualidade de águas**: descrição de parâmetros referidos na legislação ambiental. 2. ed. rev. ampl. Rio Grande: Ed. da FURG, 2021.
- BETINELI, Ezequiel. **Avaliação da estação de tratamento de efluentes (ETE) de uma empresa de processamento de subprodutos da indústria de carnes**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia e Arquitetura – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2011.
- BRANCO, Nathiella Waldrigues. **Implantação da automação em uma estação de tratamento de efluente para a indústria alimentícia**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Mecatrônica) – Departamento Acadêmico de Metal-Química – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde – Funasa. **Manual de saneamento**. 3. ed. v. III. Brasília: 2004.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Plano Nacional de Saneamento Básico – Plansab**. Brasília, 2013. Disponível em:

www.cecol.fsp.usp.br/dcms/uploads/arquivos/1446465969_Brasil-PlanoNacionalDeSaneamentoBásico-2013.pdf. Acesso em: 21 maio 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas – ANA. **Água no mundo**. 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/textos-das-paginas-do-portal/agua-no-mundo/agua-no-mundo>. Acesso em: 2 maio 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas – ANA. **Quantidade de água**. 2022. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>. Acesso em: 2 maio 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas – ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018**: informe anual. Brasília: ANA, 2018. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/portal/publicacao/Conjuntura2018.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. **Resolução nº 258, de 26 de agosto de 1999**. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0258-260899.PDF>. Acesso em: 21 nov. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. **Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000**. Disponível em: pnqa.ana.gov.br/Publicacao/Resolucao_Conama_274_Balneabilidade.pdf Acesso em: 22 nov. 2022.

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

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934**. Decreta o Código de Águas. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643compilado.htm. Acesso em: 21 nov. 2022.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui 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. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: 21 nov. 2022.

CAMELO, Lucas Fernandes; FREITAS, Filipe Rafael de; ANDRADE, Valcimar Silva. Desenvolvimento e calibração de sensor de medida de pH com plataforma Arduino para emprego em estação de tratamento de esgoto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 8, 2017, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: 2017.

CINCO, Renato. Notas da Presidência da Comissão Especial sobre o Colapso Hídrico. In: **Crise hídrica em debate: reflexões a partir do seminário internacional 2015**. Câmara Municipal do Rio de Janeiro. Comissão Especial sobre o Colapso Hídrico. Rio de Janeiro: Editora NPC, 2016. Disponível em: https://issuu.com/lissandro/docs/livro_colapsohidrico_final_com_capa. Acesso em: 23 maio 2022.

CUNHA, Ananda Helena Nunes *et al.* Reúso de água no Brasil: a importância da reutilização de água no país. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 1-24, 2011.

DIAS, Lucas da Silva. **Desenvolvimento de um sistema de medição de vazão com o uso de eletrônica microprocessador**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica) – Centro de Tecnologia e Urbanismo – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

DIEPOLDER, R. Is zero discharge realistic? **Hydrocarbon Processing**, Estados Unidos, v. 71, n. 10, p. 129-131, 1992.

DORF, Richard C.; BISHOP, Robert H. **Sistemas de controle modernos**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

ELETROGATE. 2022. Disponível em: www.eletrogate.com. Acesso em: 14 abr. 2022.

FERREIRA, Ed Wilson Tavares. **Segurança de redes de computadores em ambiente industrial**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2001.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Aquastat**. FAO's Information System on Water and Agriculture. 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/land-water/en/>. Acesso em: 22 abr. 2022.

FRANCO, Luciano José Vieira *et al.* Estação de Tratamento de Efluentes Oleosos: um estudo de caso para melhoria do processo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 34, João Pessoa, 2016. **Anais...** João Pessoa: 2016.

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA – Unicef. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. Adotada e proclamada pela Assembleia Geral das Nações Unidas (resolução 217 A III) em 10 de dezembro de 1948. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/declaracao-universal-dos-direitos-humanos#:~:text=Todo%20ser%20humano%20tem%20direito%20a%20um%20padr%C3%A3o%20de%20vida,casos%20de%20perda%20dos%20meios>. Acesso em: 13 abr. 2022.

GHISLENI, Maria Salete Dalla Vecchia. **Água, fonte de vida**. Lajeado: Centro Universitário Univates, 2006.

GONÇALVES, José Alberto. **Meio ambiente – A vida em jogo**. São Paulo: Editora Salesiana: 2007. Série Radar.

GOOGLE EARTH PRO. **Mapa geográfico**. 2022.

GRASSI, Marco Tadeu. As águas do planeta Terra. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, edição especial, maio 2001.

GRYTA, M.; KARAKUSLKI, K.; MORAWSKI, A. W. Purification of oily wastewater by hibrid UF/MD. **Water Research**, [Bethesda](#), v. 35, n. 15, 2001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11561628/>. Acesso em: 23 abr. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2022. Disponível em: www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/divinopolis.html. Acesso em: 5 out 2022.

LIMA, Ellen Lima de. **Módulo de sensores para monitoramento da qualidade da água com transmissão sem fio utilizando plataforma de prototipagem**. 2018. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2018.

MARAFANTE, Luciano José; SILVA, João Roberto de. **Ecologia e desequilíbrios ambientais**. Ribeirão Preto: Maxicolor Gráfica, 2006.

MARTINS, Clever Hipolito. **Controle automático e monitoramento de temperatura em lançamento de efluentes utilizando a plataforma Arduino**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2021.

MCROBERTS, Michael. **Beggining Arduino**. Nova Iorque: Apress, 2010.

MIERZWA, José Carlos. **O uso racional e reuso como ferramentas para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria: estado de caso da Kodak Brasileira**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

MINAS GERAIS. Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais – ARSAE-MG. **Resolução Arsa-MG 015, de 24 de janeiro de 2012 – NT 187/4**. Lançamento de efluentes líquidos não domésticos no Sistema de Esgotamento Sanitário da Copasa. Disponível em: arsae.mg.gov.br/images/documentos/resolucao_015_2012_homologacaonorma_tec_pre_cend.pdf. Acesso em: 23 out. 2022.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental – Copam. **Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH-MG nº 01, de 5 de maio de 2008**. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>. Acesso em: 31 mar. 2020.

MONK, Simon. **30 Arduino projetcts for the evil genius**. Nova Iorque: McGraw-Hill, 2010.

PARRON, Lucilia Maria. **Manual de procedimentos de amostragem e analise físico-química de água**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. Proteção dos recursos hídricos. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, n. 32, p. 33-67, out./dez. 2003.

REZWAN, Sifat *et al.* A minimalist model of IoT based sensor system for sewage treatment plant monitoring. In: **2019 IEEE 10TH ANNUAL INFORMATION TECHNOLOGY, ELECTRONICS AND MOBILE COMMUNICATION CONFERENCE (IEMCON)**, p. 939-945, 2019. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8936182>. Acesso em: 21 nov. 2022.

SALÁRIO. 2022. Disponível em: www.salario.com.br. Acesso em: 16 abr. 2022.

SANTANA, Leandro C.; MACIEL, Alexandre M. A.; RODRIGUES, Rodrigo L. Avaliação do perfil de uso no ambiente moodle utilizando técnicas de mineração de dados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 15, Manaus, 2014. **Anais...** Manaus: 2014, p. 269-277. Disponível em: ojs.sector3.com.br/index.php/sbie/article/view/2953/function.error-log. Acesso em: 20 set. 2022.

SANTOS, Genildo Nonato. **Caracterização do Registrador Multipropósito Modular para Monitoramento Remoto**. 2011. Dissertação (Mestrado Profissional em Física) – Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: http://cbpfindex.cbpf.br/publication_pdfs/Tese%20final%20MP%20-%20Genildo%20Nonato.2017_06_01_15_39_54.pdf. Acesso em: 23 out. 2022.

SANTOS, Monique Virões Barbosa dos *et al.* Desenvolvimento de sistema automático de análise de pH e temperatura da água para aquicultura. In: **COMPUTER ON THE BEACH**, 9, 2018, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: 2018, p. 325-333. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/340006356_Desenvolvimento_de_Sistema_Automatizado_de_Analise_de_pH_e_Temperatura_da_Agua_para_Aquicultura. Acesso em: 20 set. 2022.

SÃO PAULO. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp. 1999. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=4>. Acesso em: 27 set. 2022.

SCHEIBE, Virgínia Amaral da Cunha. O regime constitucional das águas. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, n. 25, p. 217-218, jan./mar. 2002.

SCHRODER, Cláudia Hoffmann Kowalski. **Análise instrumental aplicada à farmácia**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017.

SCHULZ, Cintia Kuhn. **Tratamento de efluentes oleosos utilizando processos de separação por membranas**. 2005. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Química) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <https://www.livrosgratis.com.br/ler-livro-online-72632/tratamento-de-efluentes-oleosos-utilizando-processos-de-separacao-por-membrana>. Acesso em: 18 nov. 2022.

SERVCARGO. Logística e armazenagem. 2017. Disponível em: www.servcarga.com.br. Acesso em: 5 out 2022.

SIGDEL, Bishal. **Water quality measuring station**. 2017. Bacharelado em Engenharia. Helsinki Metropolia University of Applied Sciences, Helsinque, 2017. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/84797393.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.

SILVA, Demerson Fernandes *et al.* Otimização e conservação dos recursos hídricos por meio de práticas de reúso de águas residuárias em oficina de manutenção de locomotivas. In: **Gestão de resíduos sólidos**. Belo Horizonte: Poisson, 2020. v. 1. Disponível em: https://www.poisson.com.br/livros/residuos/volume1/gestao_residuos_solidos_vol01.pdf. Acesso em: 20 set. 2022.

SILVA, Janaelson Abilio da. **Utilização de argilas organofílicas nacionais em sistemas de separações emulsão óleo/água**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química – Centro de Ciências e Tecnologia – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

SILVA, Mayane Bento Silva; HERREROS, Mário Miguel Amin Garcia; BORGES, Fabricio Quadros Borges. Gestão integrada dos recursos hídricos como política de gerenciamento das águas no Brasil. **Revista de Administração da UFSM**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 101-115, 2017.

SILVEIRA, Paulo Rogério; SANTOS, Winderson Eugenio dos. **Automação e controle discreto**. São Paulo: Érica/Saraiva, 2009.

SMITH, Tyson. The clean water act turns 30: celebrating its past, predicting its future. **Environmental Law**, Estados Unidos, v. 22, n. 1, p. 167, 2003.

SMWW. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22. ed. Washington (DC): 2017.

USINAINFO. 2022. Disponível em: www.usinainfo.com.br. Acesso em: 23 maio 2022.

VALOR DA LOGÍSTICA INTEGRADA – VLI. 2022. Disponível em: <https://www.vli-logistica.com.br/> Acesso em: 20 set. 2022.

VIEGAS, Eduardo Coral. **Gestão dos recursos hídricos: uma análise a partir dos princípios ambientais**. 2007. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2007.

VILLAÇA, Marco Valério Miorim; SILVEIRA, Jony Laureano. Uma breve história do controle automático. **Revista Ilha Digital**, Florianópolis, v. 4, p. 312, 2013.

YAMAMOTO, Roberto Katsuhiko; AKAMINE, Carlos Takeo. **Estudo dirigido: estatística descritiva**. 3. ed. São Paulo: Érica, 2013.

ANEXO

PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS;

Os ensaios realizados pela VLI Divinópolis, tem o propósito de controlar os tanques de tratamento de efluente oleoso de modo que possa estar dentro dos parâmetros físicos químicos, conforme as normas, leis e diretrizes que regem o tratamento efluente industrial. As análises feitas pela empresa, demonstram os meses de janeiro a maio de 2022, sendo observados os resultados dos tanques de equalização, coagulação, floculação, sanitário, aeração, saída e reuso. Na sequência são demonstrados os resultados.



PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

 PONTO: **EQUALIZAÇÃO**

 MÊS: **janeiro**

 ANO: **2022**

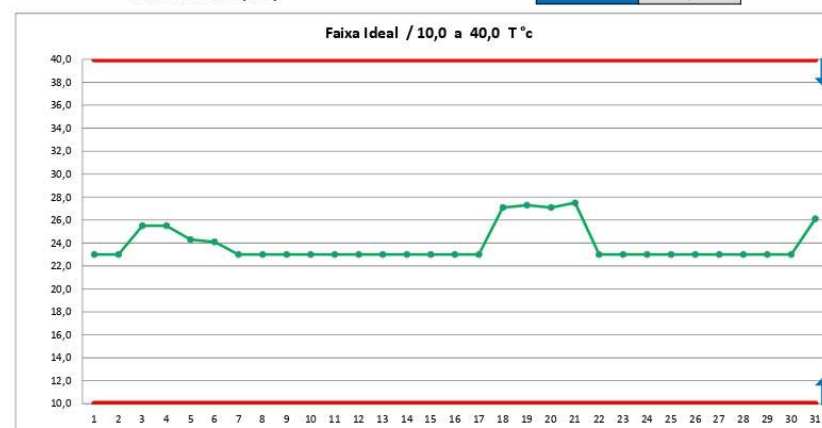
Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01 SAB	02 DOM	03 SEG	04 TER	05 QUA	06 QUI	07 SEX	08 SÁB	09 DOM	10 SEG	11 TER	12 QUA	13 QUI	14 SEX	15 SÁB	16 DOM	17 SEG	18 TER	19 QUA	20 QUI	21 SEX	22 SÁB	23 DOM	24 SEG	25 TER	26 QUA	27 QUI	28 SEX	29 SÁB	30 DOM	31 SEG
TURNO: 07:00 às 17:00																																	
pH	n.a.	7 a 9	x	x	7,19	7,07	7,25	7,29	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	6,75	6,95	7,35	7,42	x	x	x	x	x	x	x	x	x	7,51
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Temp.	°c	10 a 40	x	x	25,5	25,5	24,30	24,10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	27,10	27,30	27,10	27,50	x	x	x	x	x	x	x	x	x	26,10
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
V. inicial	m³	25 a 50	14003,0	14003,0	14038,0	14082,0	14126,0	14222,0	14318,0	14409,0	14498,0	14590,0	14666,0	14762,0	14857,0	14887,0	14915,0	14915,0	14915,0	14953,0	14987,0	15020,0	15052,0	15052,0	15052,0	15052,0	15112,0	15137,0	15164,0	15190,0	15210,0	15210,0	15210,0
V. final			14003,0	14038,0	14082,0	14126,0	14222,0	14318,0	14409,0	14498,0	14590,0	14666,0	14762,0	14857,0	14887,0	14915,0	14915,0	14953,0	14987,0	15020,0	15052,0	15052,0	15052,0	15052,0	15112,0	15137,0	15164,0	15190,0	15210,0	15210,0	15210,0	15244,0	
Total de efluente industrial			0,0	35,0	44,0	44,0	96,0	96,0	91,0	89,0	92,0	76,0	96,0	95,0	30,0	28,0	0,0	0,0	38,0	34,0	33,0	32,0	0,0	0,0	60,0	25,0	27,0	26,0	20,0	0,0	0,0	34,0	
Técnico responsável				Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Wallisson	Wallisson	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Wallisson	Sérgio						Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Rafael	Rafael	Rafael	Rafael	Rafael		Sérgio	

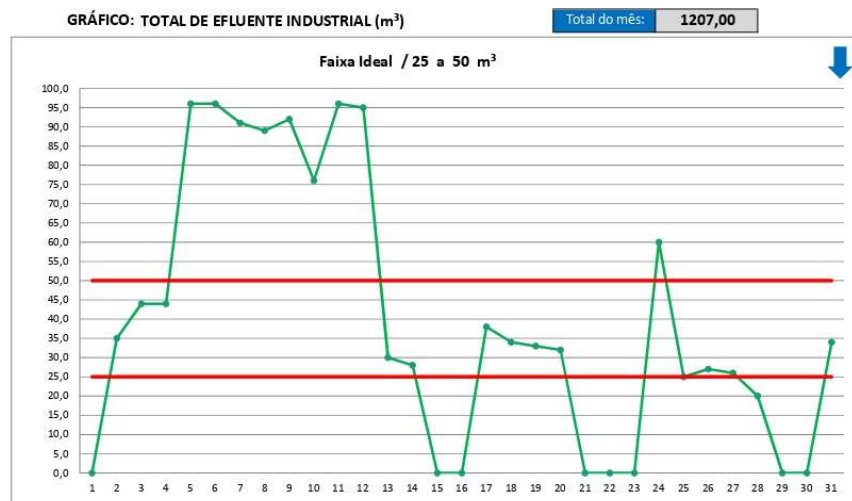
GRÁFICO:

POTENCIAL DE HIDRÓGENIO (pH)

 Média mensal: **7,78**


GRÁFICO: TEMPERATURA (T °C)

 Média mensal: **23,81**






PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: COAGULAÇÃO MÊS: janeiro ANO: 2022

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			SAB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG

TURNO: 07:00 às 17:00

pH	n.a.	6 a 8	x	x	6,42	6,58	6,96	6,83	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	6,21	6,41	6,44	6,65	x	x	x	x	x	x	x	x	6,78
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Temp.	°c	10 a 40	x	x	25,6	25,5	25,00	24,60	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	27,10	27,20	27,00	27,40	x	x	x	x	x	x	x	x	26,00
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Técnico responsável				Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio				Sérgio	Sérgio	Wallisson	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Rafael	Rafael	Rafael	Rafael	Rafael		Sérgio

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: 6,88

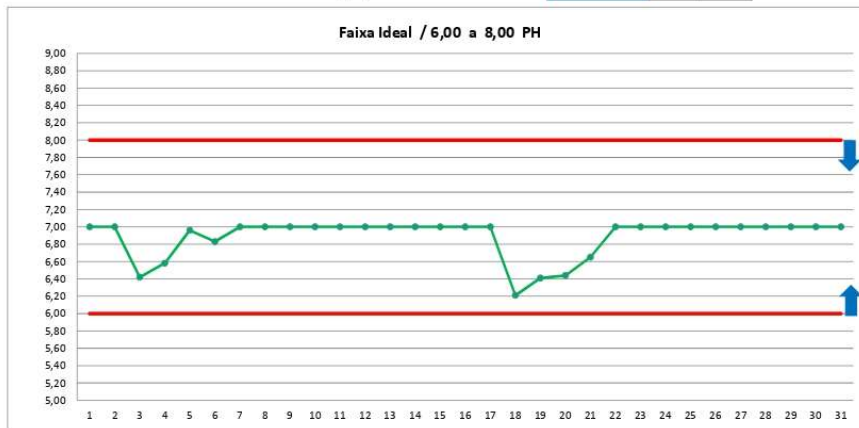
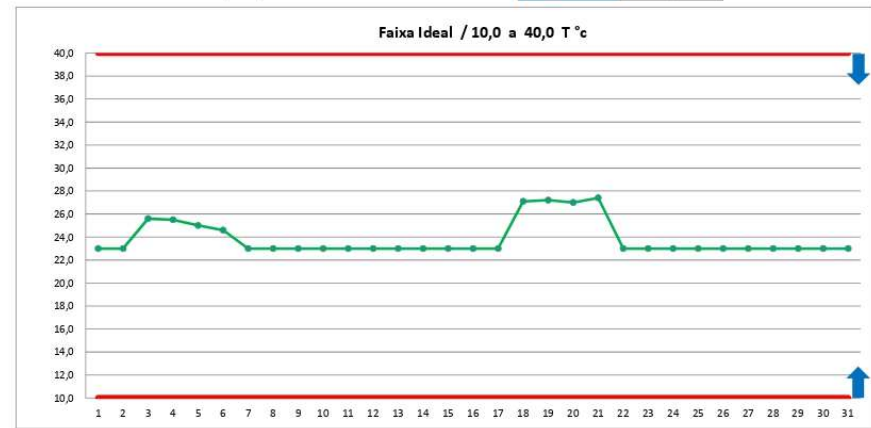


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 23,85





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: FLOCULAÇÃO MÊS: janeiro ANO: 2022

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01 SAB	02 DOM	03 SEG	04 TER	05 QUA	06 QUI	07 SEX	08 SÁB	09 DOM	10 SEG	11 TER	12 QUA	13 QUI	14 SEX	15 SÁB	16 DOM	17 SEG	18 TER	19 QUA	20 QUI	21 SEX	22 SÁB	23 DOM	24 SEG	25 TER	26 QUA	27 QUI	28 SEX	29 SÁB	30 DOM	31 SEG
TURNO: 07:00 às 17:00																																	
pH	n.a.	6 a 8	x	x	6,72	6,70	6,81	6,91	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	6,53	6,73	6,73	6,74	6,83	x	x	x	x	x	x	x	x	x	6,86
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Temp.	°c	10 a 40	x	x	25,4	25,3	24,00	24,00	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	26,8	27,3	27,30	26,80	27,50	x	x	x	x	x	x	x	x	x	25,80
			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Turbidez	NTU	0 a 100	x	x	9,0	6,6	16,30	26,30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	5,1	9,50	9,50	16,50	11,70	x	x	x	x	x	x	x	x	x	7,09
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
O. D.	mg/L	1 a 3	x	x	1,35	1,36	1,15	1,18	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,35	0,93	0,93	0,44	0,98	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,73
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Técnico responsável				Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio						Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Rafael	Rafael	Rafael	Rafael	Rafael		Sérgio	

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDRÓGENIO (pH)

Média mensal: 6,92

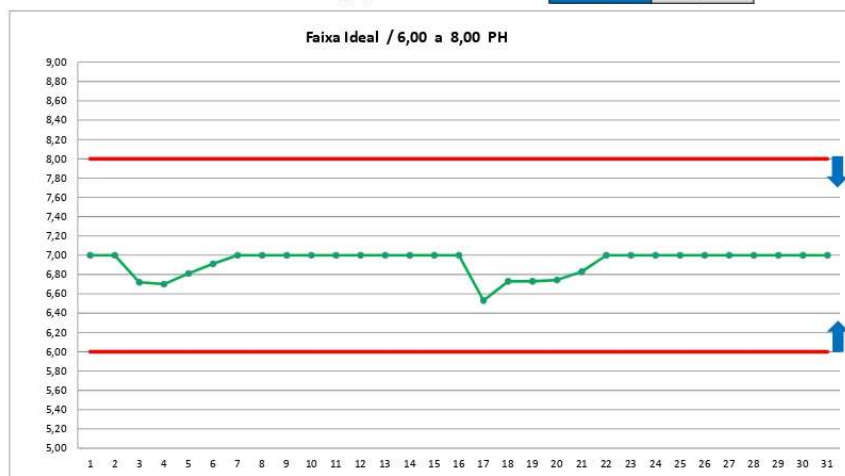
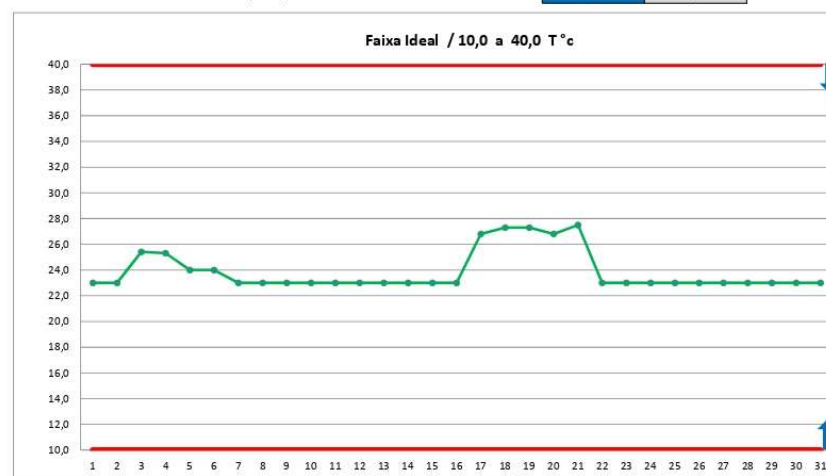


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 23,91





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: **SANITÁRIO** MÊS: **janeiro** ANO: **2022**

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			SAB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG
TURNO: 07:00 às 17:00																																	
pH	n.a.	6 a 8	x	x	7,62	8,10	7,19	7,25	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	7,87	7,57	7,76	7,64	x	x	x	x	x	x	x	x	x	7,77
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Temp.	°c	15 a 30	x	x	26,2	26,4	24,20	23,90	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	27,4	29,00	28,3	28,5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	26,10
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Total de efluente sanitário			0,0	37,0	21,0	13,0	42,0	41,0	0,0	0,0	0,0	-16,0	-1,0	65,0	24,0	39,0	0,0	0,0	30,0	11,0	28,0	27,0	0,0	73,0	0,0	-6,0	11,0	7,0	8,0	2,0	0,0	0,0	0,0
Técnico responsável				Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio											Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Rafael	Rafael	Rafael	Rafael	Rafael		Sérgio	

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: **7,17**

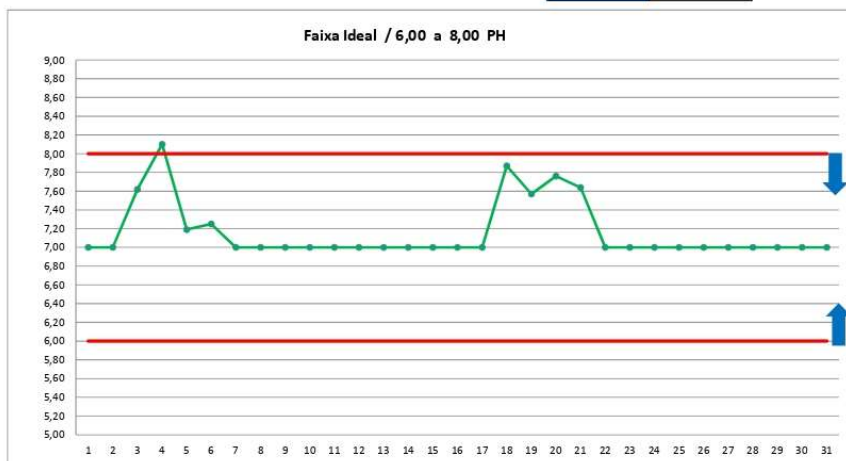


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: **24,00**

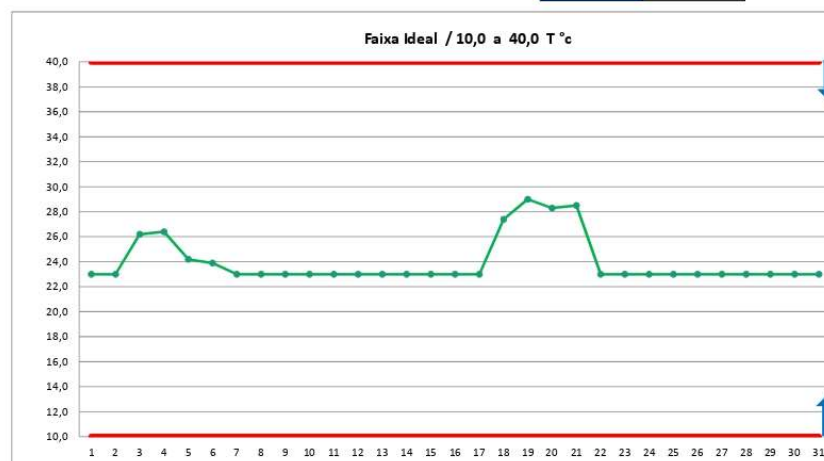
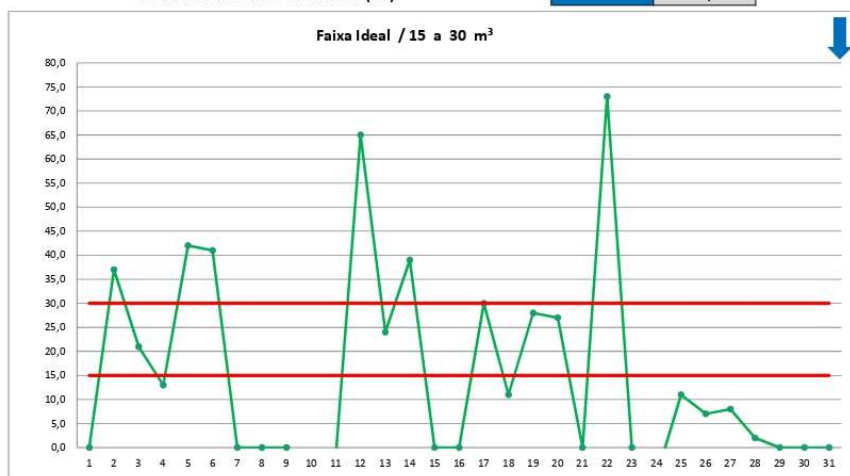


GRÁFICO: TOTAL DE EFLUENTE SANITÁRIO (m³)

Total do mês: 456,00





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: AERAÇÃO MÊS: janeiro ANO: 2022

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			SAB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG
TURNO: 07:00 às 17:00																																	
pH	n.a.	6 a 8	x	x	7,30	7,19	6,90	7,05	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	7,30	7,42	7,20	7,31	x	x	x	x	x	x	x	x	x	7,50
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Temp.	°c	10 a 40	x	x	25,5	25,5	24,00	24,50	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	27,3	28,10	27,3	27,8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	26,2
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
O. D.	mg/L	1 a 3	x	x	1,76	1,87	1,29	1,86	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,73	1,86	1,99	1,37	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,92
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Vol. Lodo	ml/L	200 a 450	x	x	160	x	120	120	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	120	1	120	220	x	x	x	x	x	x	x	x	x	100
Técnico responsável				Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio					Sérgio								Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Rafael	Rafael	Rafael	Rafael	Rafael			Sérgio

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: 7,06



GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 23,87

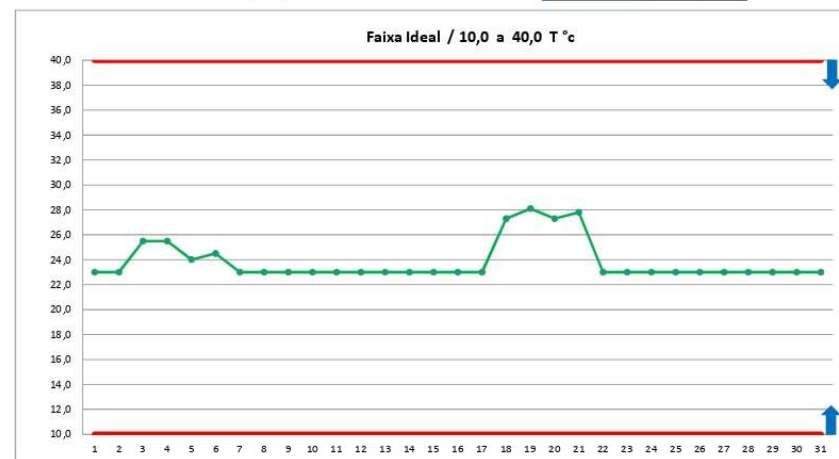


GRÁFICO: OXIGÊNIO DISSOLVIDO (O. D.)

Média mensal: 1,89

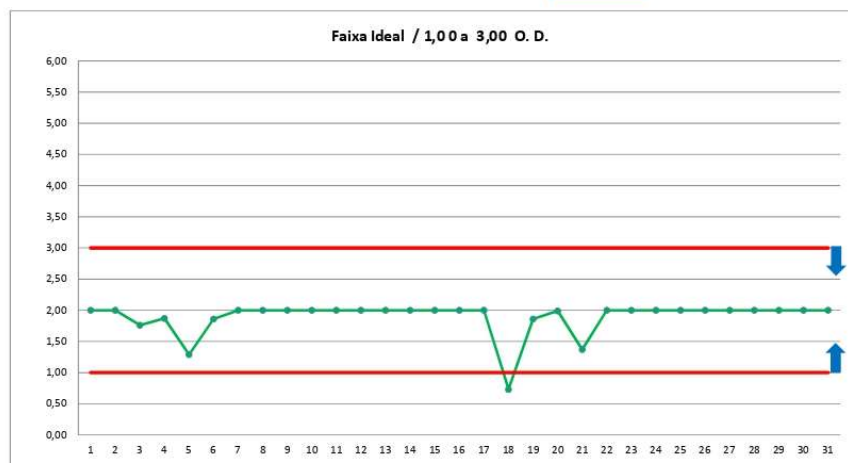
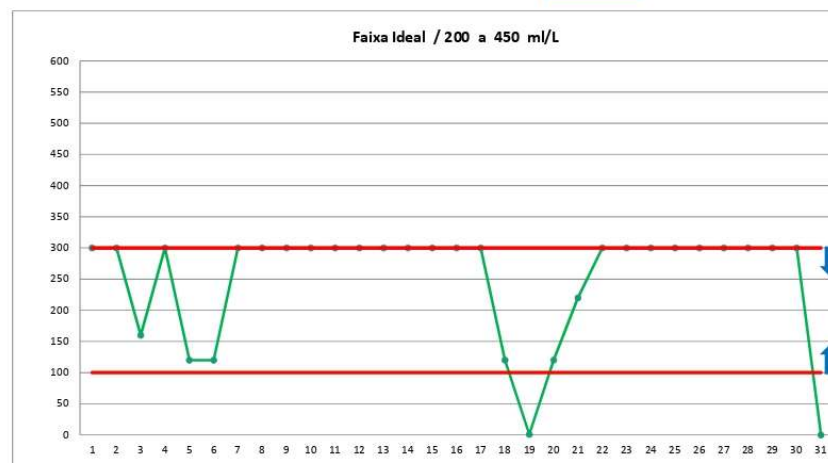


GRÁFICO: VOLUME DE LODO (ml/L)

Média mensal: 258,70





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: SAÍDA MÊS: janeiro ANO: 2022

Parâmetro	unid.	VMP	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			SAB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG
TURNO: 07:00 às 17:00																																	
pH	n.a.	5 a 9	x	x	7,43	7,17	7,03	7,09	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	7,47	7,40	7,33	7,40	x	x	x	x	x	x	x	x	x	7,65
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Média de pH				7,43	7,17	7,03	7,09													7,47	7,40	7,33	7,40										7,65
Temp.	°c	10 a 40	x	x	25,9	26,1	25,00	24,00	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	27,7	29,70	27,80	28,1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	26,2
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Média de T °C				25,9	26,1	25,0	24,0													27,7	29,7	27,8	28,1										26,2
Turbidez	NTU	0 a 100	x	x	29,5	22,7	21,90	31,90	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	20,3	9,84	27,90	55,3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	16,7
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Média de NTU				29,5	22,7	21,9	31,9													20,3	9,8	27,9	55,3										16,7
O. D.	mg/L	1 a 5	x	x	1,68	1,84	1,29	1,33	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,94	0,86	1,46	1,14	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,69
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Média de O.D.				1,68	1,84	1,29	1,33													0,94	0,86	1,46	1,14									1,69	
V. Inicial	m³	40 a 80	22123,0	22123,0	22195,0	22260,0	22317,0	22455,0	22592,0	22683,0	22772,0	22864,0	22924,0	23019,0	23179,0	23233,0	23300,0	23300,0	23300,0	23368,0	23413,0	23474,0	23533,0	23533,0	23606,0	23606,0	23660,0	23696,0	23730,0	23764,0	23786,0	23786,0	23786,0
V. final			22123,0	22195,0	22260,0	22317,0	22455,0	22592,0	22683,0	22772,0	22864,0	22924,0	23019,0	23179,0	23233,0	23300,0	23300,0	23300,0	23368,0	23413,0	23474,0	23533,0	23533,0	23606,0	23606,0	23660,0	23696,0	23730,0	23764,0	23786,0	23786,0	23786,0	23820,0
Total de efluente tratado			0,0	72,0	65,0	57,0	138,0	137,0	91,0	89,0	92,0	60,0	95,0	160,0	54,0	67,0	0,0	0,0	68,0	45,0	61,0	59,0	0,0	73,0	0,0	54,0	36,0	34,0	34,0	22,0	0,0	0,0	34,0
Técnico responsável					Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio					Sérgio	Sérgio	Sérgio					Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Rafael	Rafael	Rafael	Rafael	Rafael		Sérgio	

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: 7,08

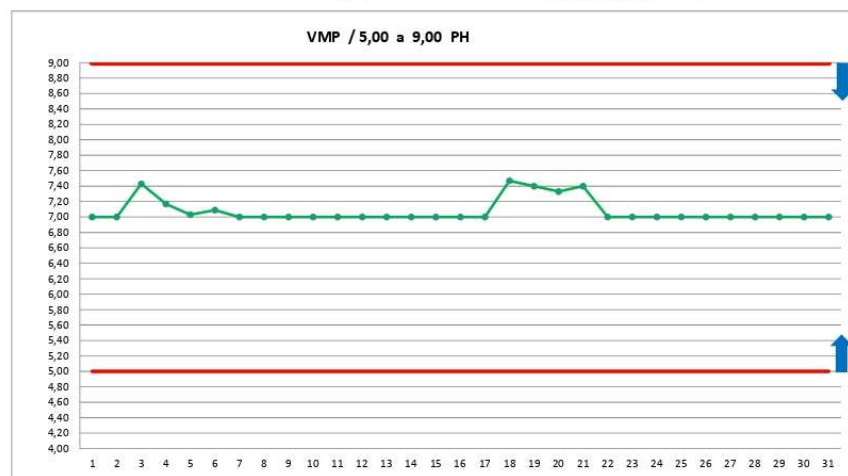


GRÁFICO: TEMPERATURA (T °C)

Média mensal: 24,01

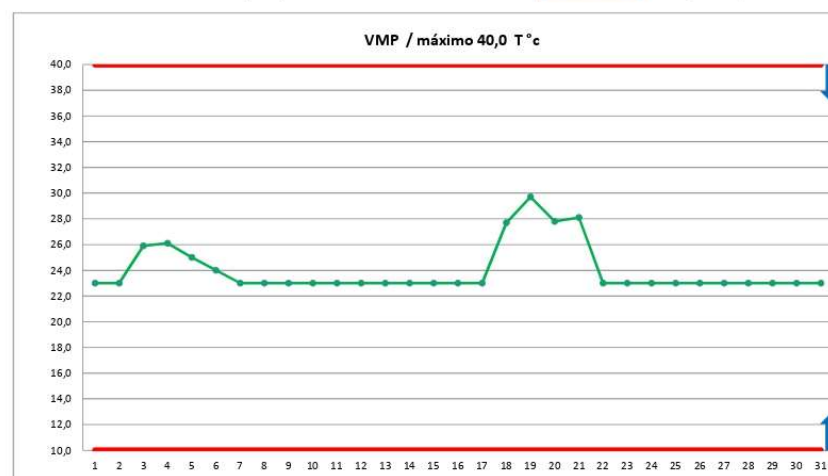


GRÁFICO: TURBIDEZ (NTU)

Média mensal: 21,98

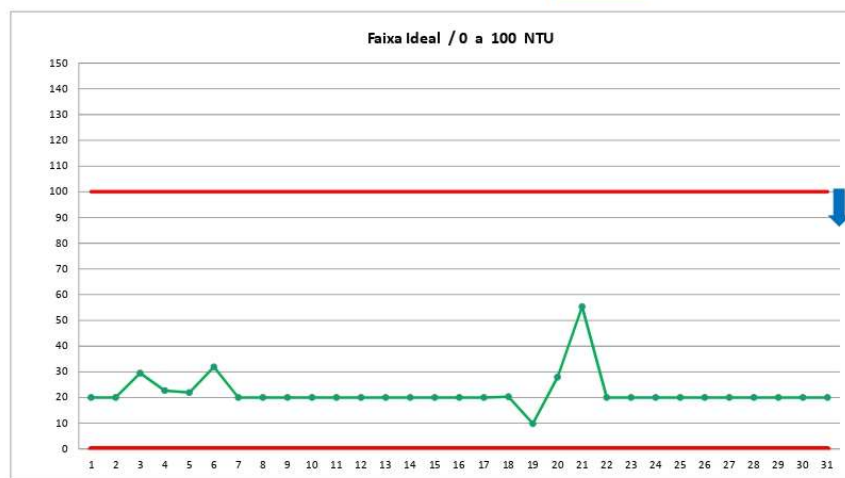


GRÁFICO: OXIGÊNIO DISSOLVIDO (O. D.)

Média mensal: 2,55

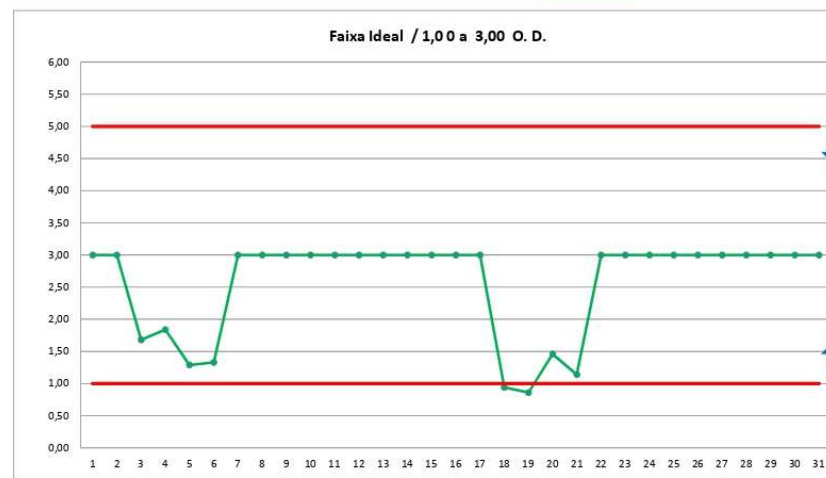
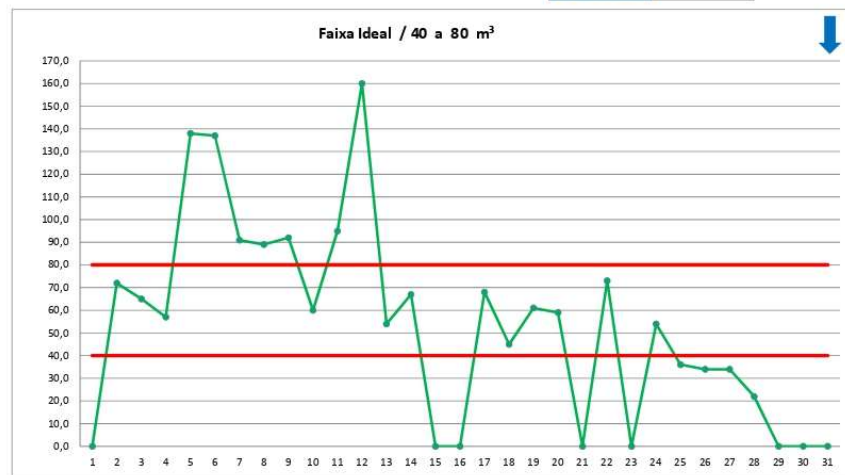


GRÁFICO: TOTAL DE EFLUENTE TRATADO (m³)

Total do mês: 1663,00





PONTO: REUSO

MÊS: janeiro

ANO: 2022

PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

Parâmetro	unid.	VMP	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			SAB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG
TURNO: 07:00 às 17:00																																	
pH	n.a.	5 a 9	x	x	7,66	6,96	6,69	6,96	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	7,43	7,85	7,36	7,51	x	x	x	x	x	x	x	x	x	8,10
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Temp.	°c	10 a 40	x	x	26,2	26,8	24,90	24,10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	28,2	29,80	29,0	28,7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	25,20
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Turbidez	NTU	0 a 100	x	x	22,1	16,2	15,20	14,20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	11,9	13,10	8,43	11,20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	6,73
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
O. D.	mg/L	1 a 5	x	x	1,64	1,75	1,76	1,90	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,75	1,63	0,71	0,64	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,80
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cloro livre	ppm	0,5 a 2	x	x	0,48	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	0,15	1,17	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,24
V. inicial	m³	0 a 40	5715,9	5715,9	5724,6	5734,3	5743,2	5755,1	5763,2	5770,2	5779,2	5786,2	5792,9	5792,9	5792,9	5792,9	5792,9	5792,9	5792,9	5795,9	5800,1	5807,0	5815,6	5836,2	5836,2	5836,2	5844,8	5854,3	5861,7	5870,2	5880,0	5880,0	5880,0
V. final			5715,9	5724,6	5734,3	5743,2	5755,1	5763,2	5770,2	5779,2	5786,2	5792,9	5792,9	5792,9	5792,9	5792,9	5792,9	5795,9	5800,1	5807,0	5815,6	5836,2	5836,2	5836,2	5844,8	5854,3	5861,7	5870,2	5880,0	5880,0	5880,0	5889,5	
Total de efluente tratado			0,0	8,7	9,7	8,9	11,9	8,1	7,0	9,0	7,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	4,2	6,9	8,6	20,6	0,0	0,0	0,0	8,6	9,5	7,4	8,5	9,8	0,0	0,0
Técnico responsável				Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio												Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Rafael	Rafael	Rafael	Rafael	Rafael		Sérgio	

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: 7,08

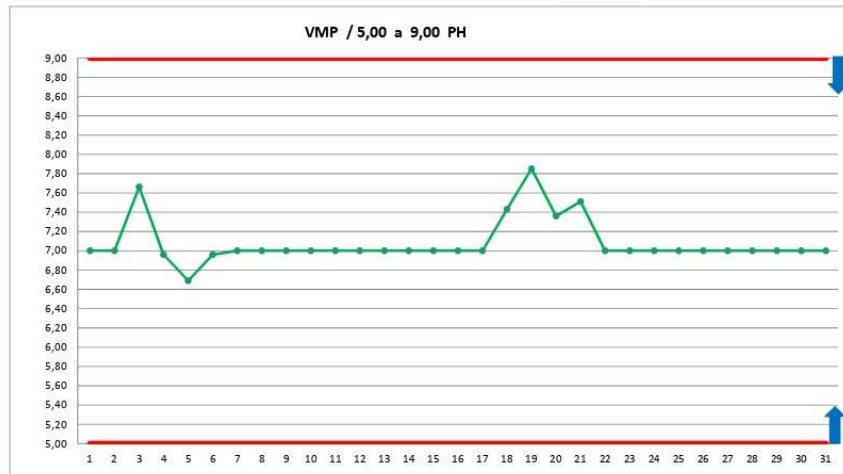


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 24,12

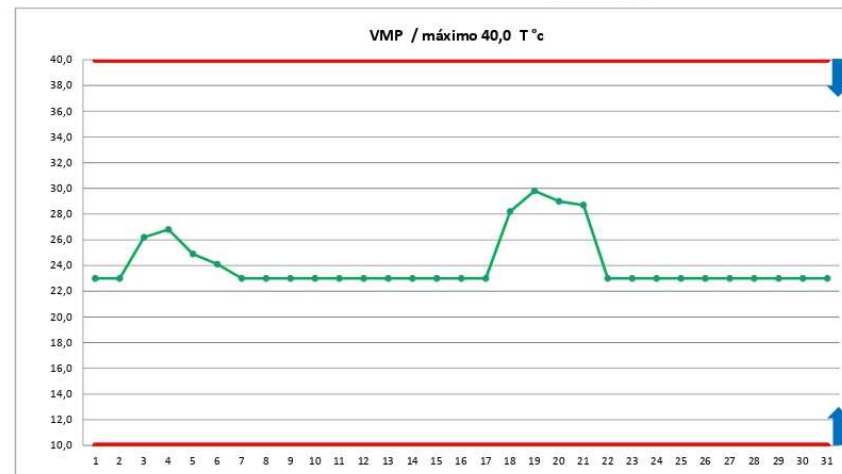


GRÁFICO: TURBIDEZ (NTU)

Média mensal: 18,41

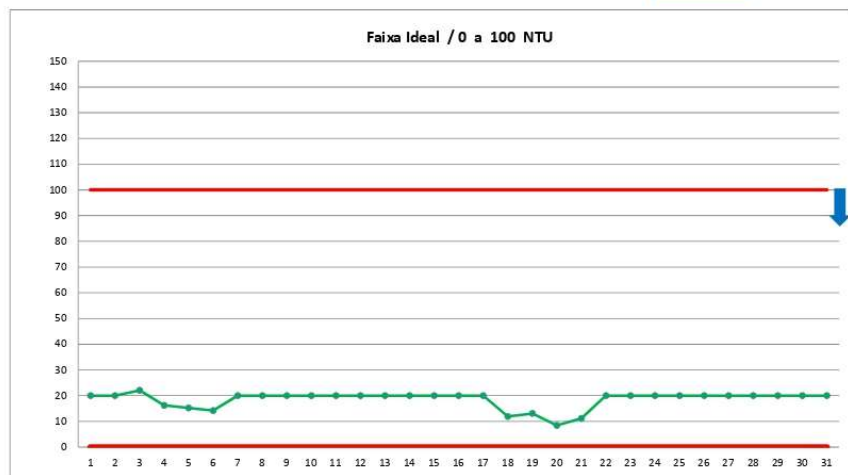


GRÁFICO: OXIGÊNIO DISSOLVIDO (O. D.)

Média mensal: 2,56

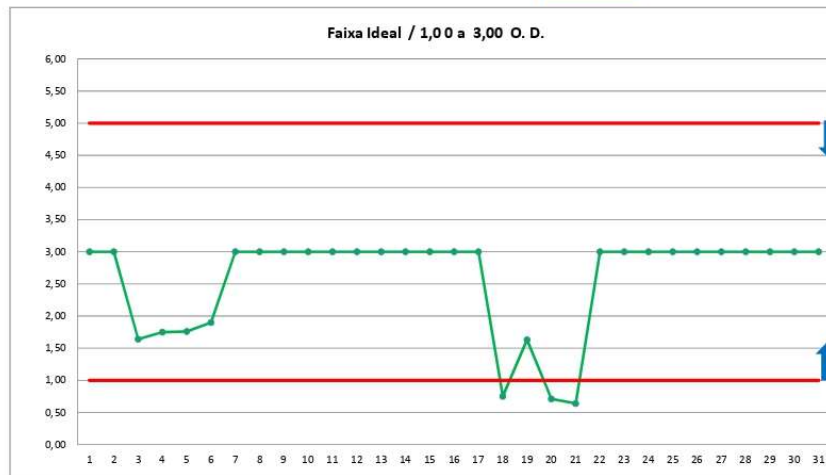


GRÁFICO: CLORO LIVRE (CL2)

Média mensal: 0,93

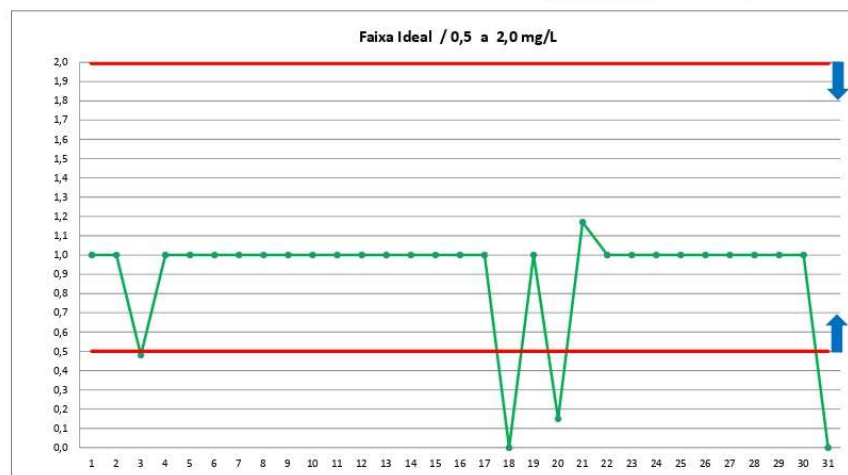
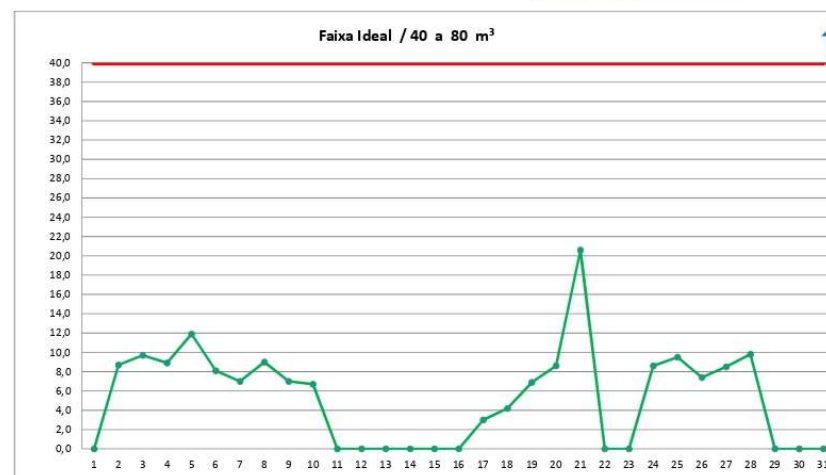


GRÁFICO: TOTAL DE REUTILIZAÇÃO (m³)

Total do mês: 164,10



PONTO: **EQUALIZAÇÃO**MÊS: **fevereiro**ANO: **2022**

PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	#REF!	#REF!	#REF!

TURNO: 07:00 às 17:00

pH	n.a.	7 a 9	7,45	7,57	7,34	7,35	x	x	6,98	7,21	7,90	7,88	7,50	8,0	8,2	7,15	7,78	8,51	8,25	8,45	x	8,50	7,84	7,65	8,36	7,78	x						
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
Temp.	°c	10 a 40	26,9	27,2	26,9	27,0	x	x	25,9	26,60	25,00	27,6	25,7	25,3	25,6	26,4	26,5	26,3	26,1	26,30	x	26,00	26,10	26,40	27,0	28,9	x						
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
V. inicial	m³	25 a 50	15244,0	15272,0	15302,0	15334,0	15366,0	15366,0	15366,0	15410,0	15457,0	15501,0	15548,0	15580,0	15615,0	15651,0	15681,0	15713,0	15750,0	15786,0	15814,0	15814,0	15846,0	15876,0	15907,0	15942,0	15976,0	16006,0					
			15272,0	15302,0	15334,0	15366,0	15366,0	15366,0	15410,0	15457,0	15501,0	15548,0	15580,0	15615,0	15651,0	15681,0	15713,0	15750,0	15786,0	15814,0	15814,0	15846,0	15876,0	15907,0	15942,0	15976,0	16006,0						
Total de efluente industrial			28,0	30,0	32,0	32,0	0,0	0,0	44,0	47,0	44,0	47,0	32,0	35,0	36,0	30,0	32,0	37,0	36,0	28,0	0,0	32,0	30,0	31,0	35,0	34,0	30,0						
Técnico responsável			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Wallisson	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio		Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio							

GRÁFICO:

POTENCIAL DE HIDRÓGENIO (pH)

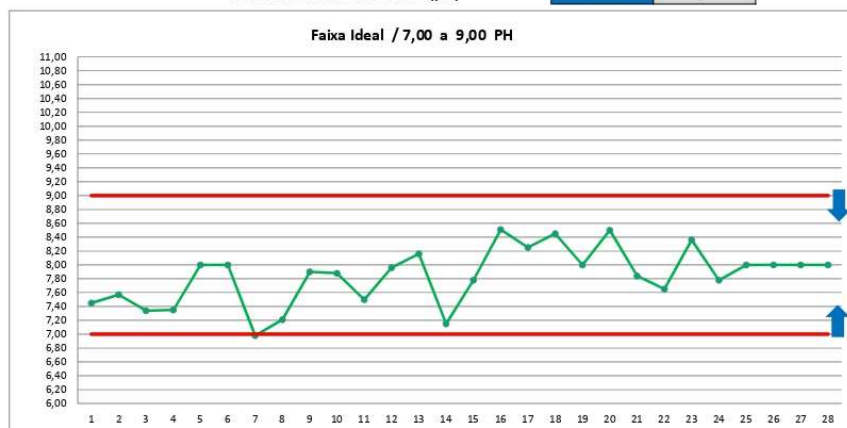
Média mensal: **7,84**

GRÁFICO: TEMPERATURA (T °C)

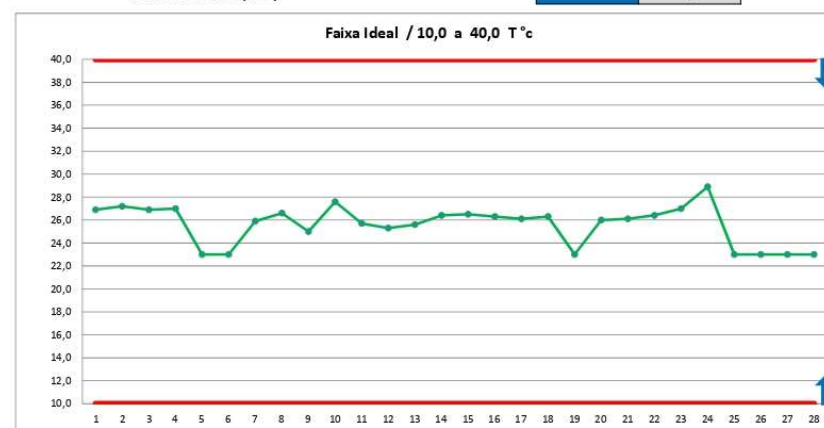
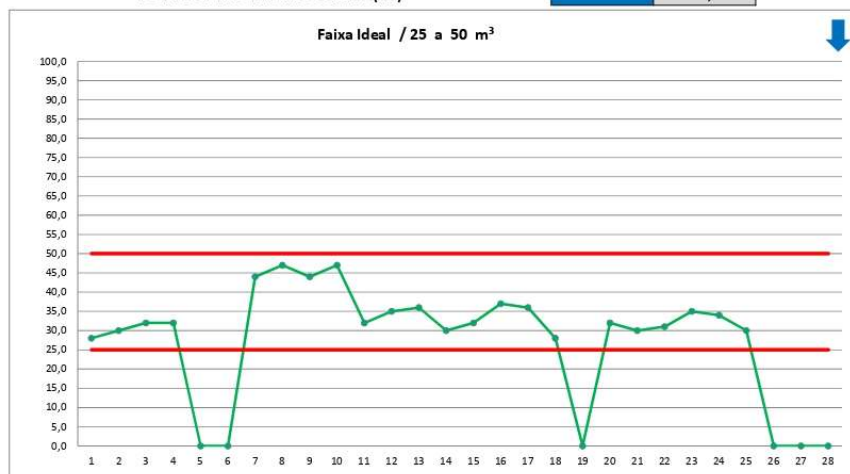
Média mensal: **25,60**

GRÁFICO: TOTAL DE EFLUENTE INDUSTRIAL (m³)

Total do mês: 762,00





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: **COAGULAÇÃO** MÊS: **fevereiro** ANO: **2022**

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	#REF!	#REF!	#REF!

TURNO: 07:00 às 17:00

pH	n.a.	6 a 8	6,92	7,04	6,84	6,94	x	x	6,42	6,40	6,41	6,61	6,65	7,2	7,3	6,75	6,8	7,2	7,19	7,63	x	7,46	7,40	6,56	7,39	7,18	x						
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
Temp.	°c	10 a 40	27,00	27,30	26,9	27,0	x	x	26,0	26,50	25,00	25,7	25,7	25,5	25,9	26,6	26,6	26,5	25,8	26,20	x	26,50	26,00	26,20	26,7	27,3	x						
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
Técnico responsável			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Wallisson	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio		Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio							

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: **6,97**

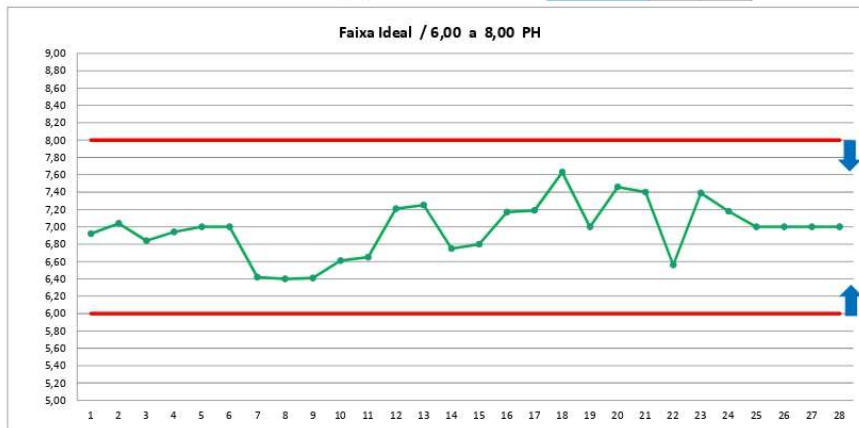
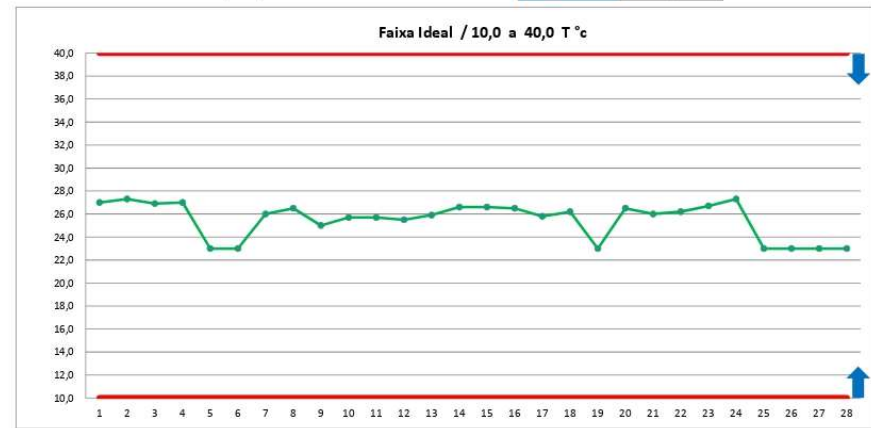


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: **25,50**





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: FLOCULAÇÃO MÊS: fevereiro ANO: 2022

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	#REF!	#REF!	#REF!
TURNO: 07:00 às 17:00																																	
pH	n.a.	6 a 8	6,91	7,10	7,03	7,15	x	x	6,70	6,67	6,69	6,68	6,74	7,4	7,5	6,91	7,0	7,2	7,30	7,60	x	7,71	7,49	6,74	7,37	7,27	x						
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
Temp.	°c	10 a 40	26,70	27,10	26,8	27,0	x	x	25,7	26,40	24,90	25,3	25,7	25,5	25,6	26,6	26,4	26,2	25,7	25,9	x	25,60	25,80	26,10	27,1	27,2	x						
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
Turbidez	NTU	0 a 100	12,60	18,00	43,0	19,2	x	x	7,6	12,90	18,30	11,8	9,8	8,5	15,2	8,8	11,7	9,1	4,8	11,00	x	26,70	13,40	15,80	8,4	7,6	x						
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
O. D.	mg/L	1 a 3	0,69	1,36	1,26	1,16	x	x	1,10	1,73	1,59	1,35	1,80	1,2	1,1	1,20	1,3	1,1	0,95	x	x	1,45	1,97	1,67	x	x	x						
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
Técnico responsável			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Wallisson	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio		Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio						

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDRÓGENIO (pH)

Média mensal: 7,08

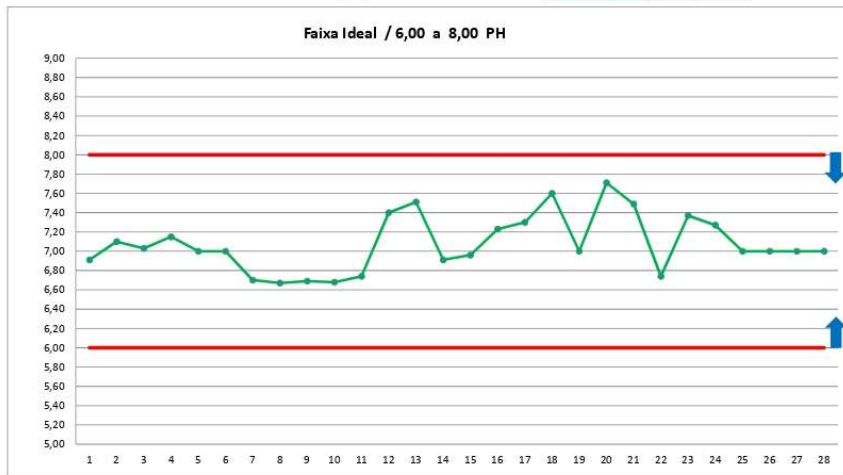


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 25,37

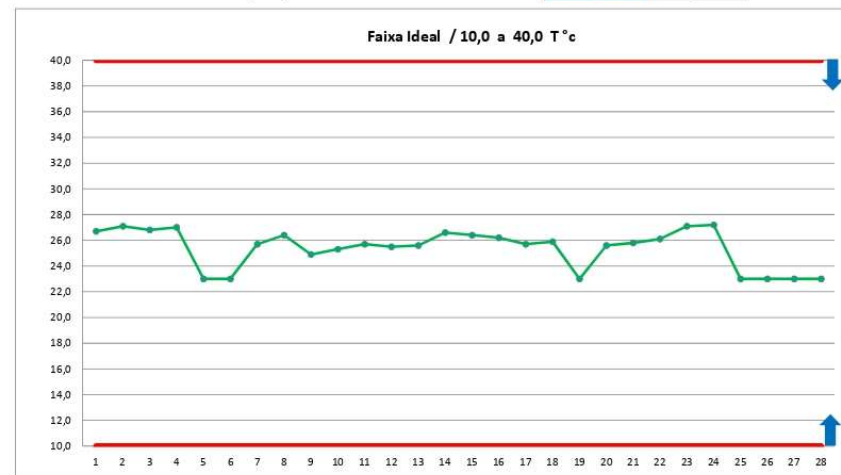


GRÁFICO: TURBIDEZ (NTU)

Média mensal: 15,50

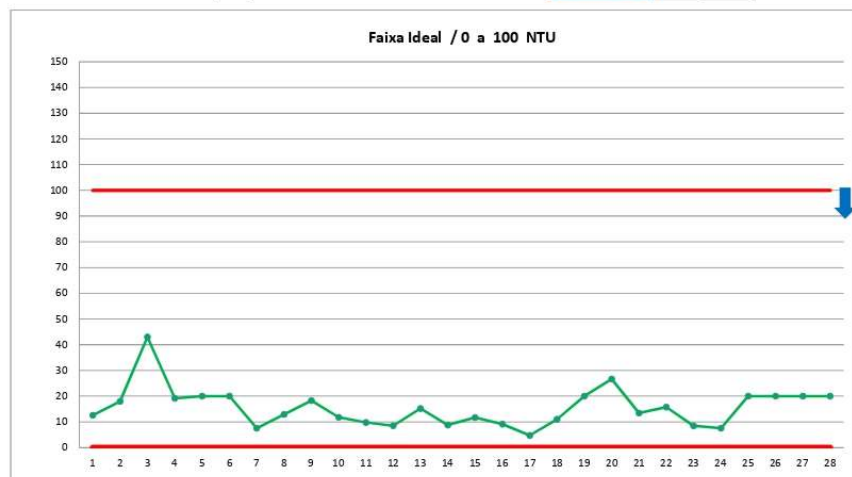
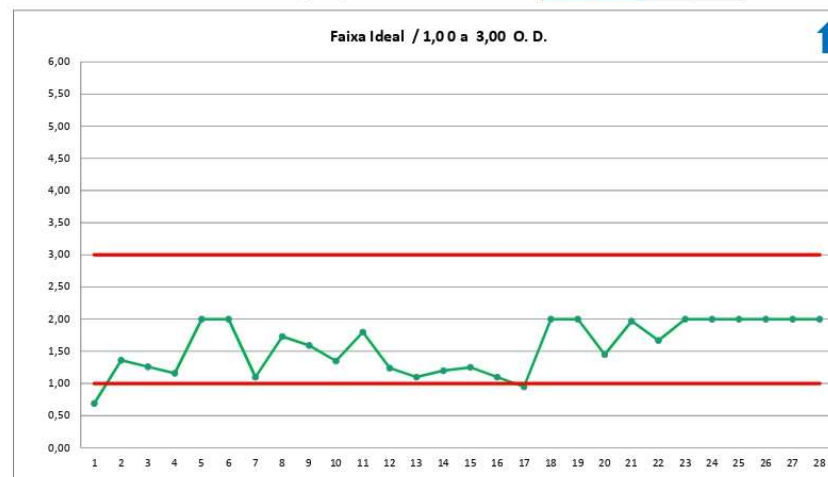


GRÁFICO: OXIGÊNIO DISSOLVIDO (O. D.)

Média mensal: 1,57





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: **SANITÁRIO** MÊS: **fevereiro** ANO: **2022**

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	#REF!	#REF!	#REF!

TURNO: 07:00 às 17:00

pH	n.a.	6 a 8	7,64	8,07	7,84	7,93	x	x	7,86	7,9	7,85	7,80	7,60	7,2	7,8	7,61	7,8	8,4	8,47	7,90	x	8,55	8,23	8,40	8,01	8,21	x						
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
Temp.	°c	15 a 30	28,6	27,5	27,3	27,7	x	x	25,8	27,2	24,7	26,2	26,2	24,7	25,9	27,6	26,7	26,8	26,0	26,2	x	26,0	26,6	27,0	27,8	27,0	x						
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
Total de efluente sanitário			13,0	9,0	7,0	12,0	0,0	0,0	18,0	32,0	32,0	15,0	7,0	18,0	18,0	4,0	6,0	27,0	10,0	19,0	0,0	16,0	10,0	15,0	11,0	0,0	9,0						
Técnico responsável			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Wallisson	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio		Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio						

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: **7,72**

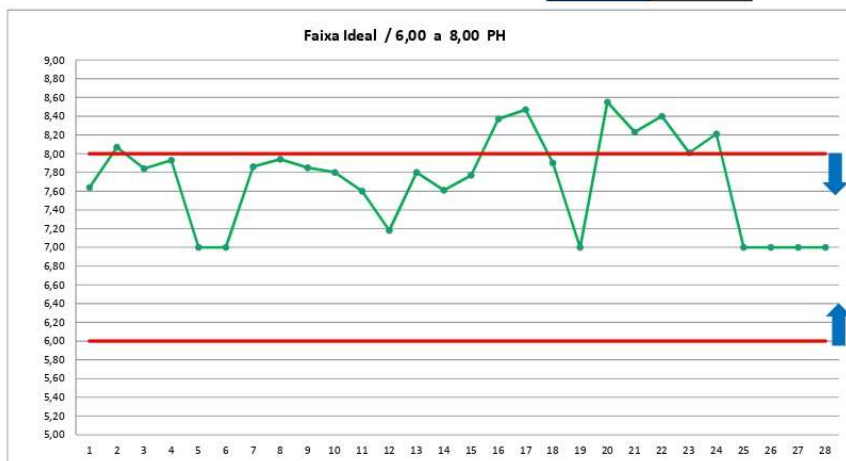


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: **25,73**

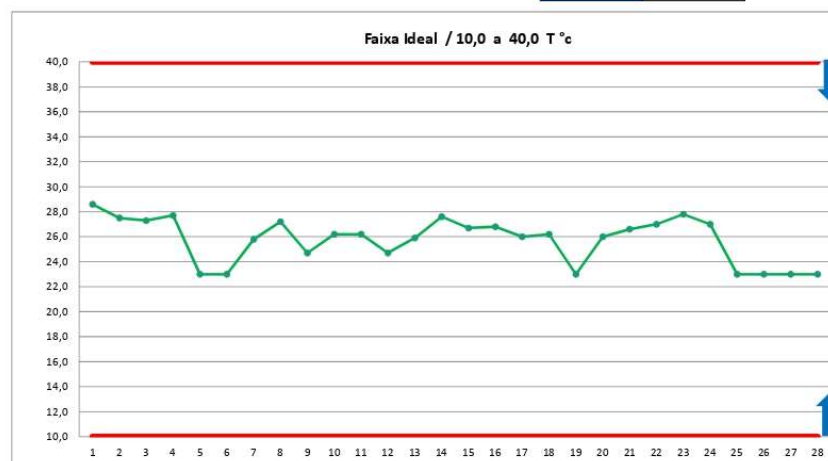
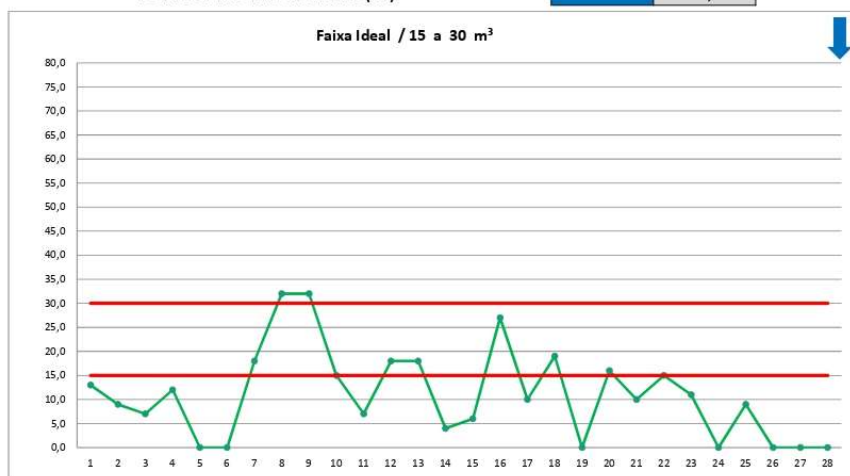


GRÁFICO: TOTAL DE EFLUENTE SANITÁRIO (m³)

Total do mês: 308,00





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: AERAÇÃO MÊS: fevereiro ANO: 2022

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	#REF!	#REF!	#REF!
pH	n.a.	6 a 8	7,18	7,39	7,00	7,39	x	x	6,98	7,13	6,90	6,92	7,30	7,5	7,4	7,16	7,3	7,7	7,54	7,76	x	7,41	7,81	7,57	7,69	7,74	x						
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
Temp.	°c	10 a 40	27,6	26,8	26,8	26,7	x	x	25,8	26,60	25,0	25,8	25,6	25,2	25,2	26,6	26,2	26,1	26,1	26,0	x	26,6	26,6	27,2	27,0	27,4	x						
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
O. D.	mg/L	1 a 3	1,48	1,53	1,83	1,20	x	x	40,50	27,80	2,22	2,65	2,10	1,8	2,0	2,01	2,1	1,9	2,51	2,10	x	2,30	2,21	2,10	1,96	2,49	x						
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
Vol. Lodo	ml/L	200 a 450	100	150	160	200	x	x	160	170	180	210	190	200	190	180	160	120	160	170	x	180	200	190	180	180	x						
Técnico responsável			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Wallison	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio		Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio						

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: 7,27

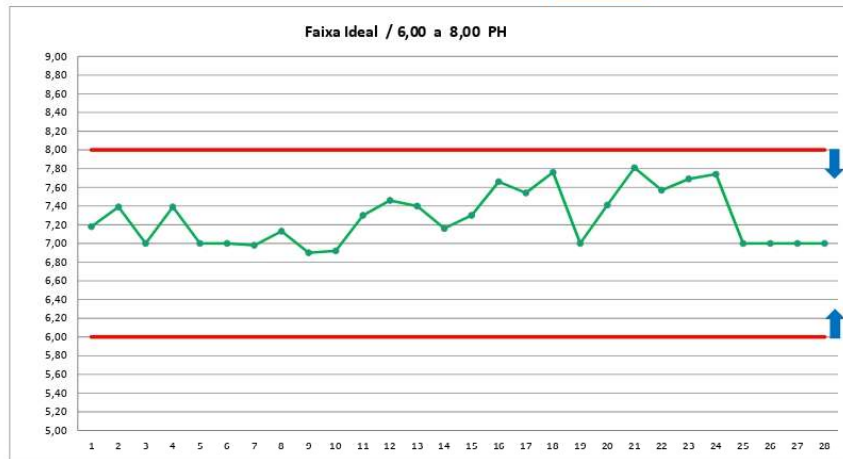


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 25,50

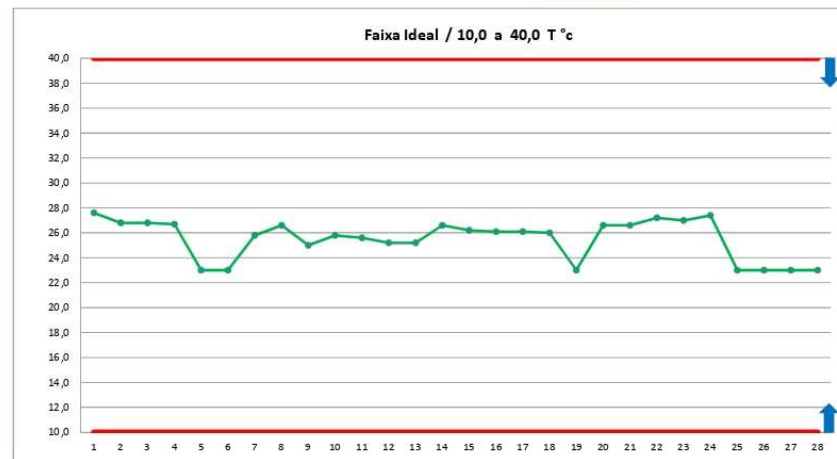


GRÁFICO: OXIGÊNIO DISSOLVIDO (O. D.)

Média mensal: 4,31

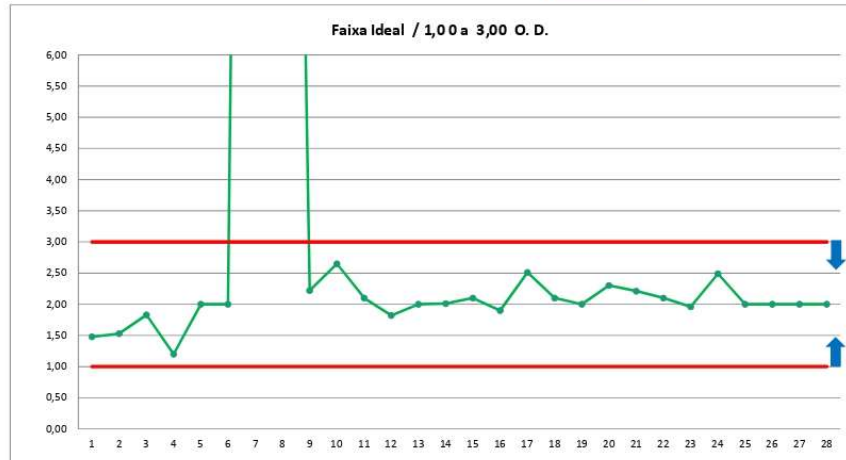
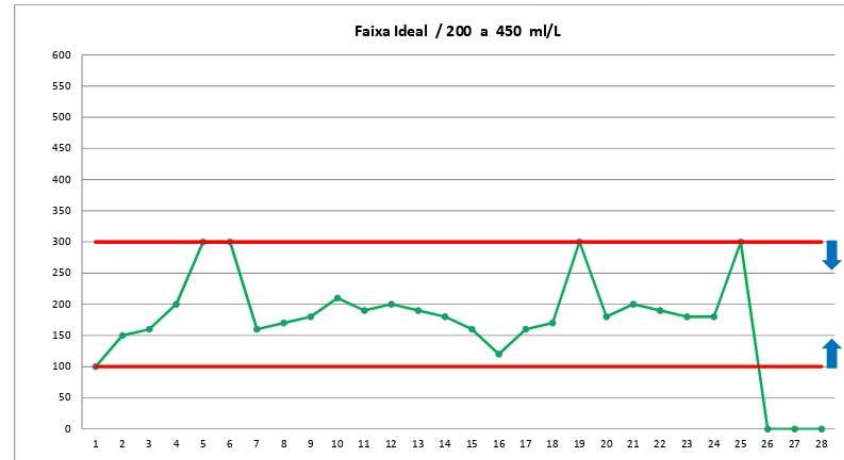


GRÁFICO: VOLUME DE LODO (ml/L)

Média mensal: 172,50





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: SAÍDA MÊS: fevereiro ANO: 2022

Parâmetro	unid.	VMP	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	#REF!	#REF!	#REF!
pH	n.a.	5 a 9	7,24	7,47	7,04	7,44	x	x	7,05	7,19	7,08	7,07	7,40	7,2	7,3	7,35	7,3	7,3	7,50	7,75	x	7,56	7,91	7,57	7,84	7,86							
Média de pH			7,24	7,47	7,04	7,44			7,05	7,19	7,08	7,07	7,40	7,17	7,25	7,35	7,28	7,33	7,50	7,75		7,56	7,91	7,57	7,84	7,86							
Temp.	°C	10 a 40	27,30	27,20	26,8	27,0	x	x	25,8	27,20	24,80	26,5	26,1	25,3	24,9	27,8	26,8	26,6	26,3	26,0	x	26,20	26,2	27,2	27,0	27,6	x						
Média de T °C			27,3	27,2	26,8	27,0			25,8	27,2	24,8	26,5	26,1	25,3	24,9	27,8	26,8	26,6	26,3	26,0		26,2	26,2	27,2	27,0	27,6							
Turbidez	NTU	0 a 100	36,10	18,00	50,0	33,7	x	x	40,2	27,80	39,70	24,3	13,7	25,0	31,5	84,5	14,6		20,0	43,0	x	51,20	77,5	26,5	30,0	34,2	x						
Média de NTU			36,1	18,0	50,0	33,7			40,2	27,8	39,7	24,3	13,7	25,0	31,5	84,5	14,6		20,0	43,0		51,2	77,5	26,5	30,0	34,2							
O. D.	mg/L	1 a 5	1,59	1,27	1,15	0,51	x	x	1,59	2,04	1,75	2,31	2,60	1,9	2,1	1,21	1,9	1,8	1,28	2,38	x	2,02	1,25	1,93	x	x	x						
Média de O.D.			1,59	1,27	1,15	0,51			1,59	2,04	1,75	2,31	2,60	1,91	2,10	1,21	1,85	1,82	1,28	2,38		2,02	1,25	1,93									
V. Inicial	m³	40 a 80	23820,0	23861,0	23900,0	23939,0	23983,0	23983,0	24045,0	24124,0	24200,0	24262,0	24301,0	24354,0	24408,0	24442,0	24480,0	24544,0	24590,0	24637,0	24637,0	24685,0	24725,0	24771,0	24817,0	24851,0	24890,0						
V. final			23861,0	23900,0	23939,0	23983,0	23983,0	24045,0	24124,0	24200,0	24262,0	24301,0	24354,0	24408,0	24442,0	24480,0	24544,0	24590,0	24637,0	24637,0	24685,0	24725,0	24771,0	24817,0	24851,0	24890,0							
Total de efluente tratado			41,0	39,0	39,0	44,0	0,0	0,0	62,0	79,0	76,0	62,0	39,0	53,0	54,0	34,0	38,0	64,0	46,0	47,0	0,0	48,0	40,0	46,0	46,0	34,0	39,0						
Técnico responsável			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Wallisson	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio		Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio							

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: 7,30

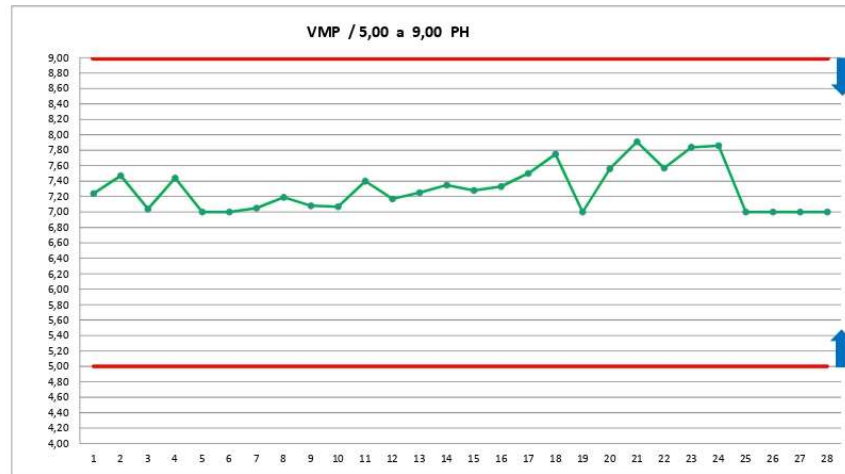


GRÁFICO: TEMPERATURA (T °C)

Média mensal: 25,63

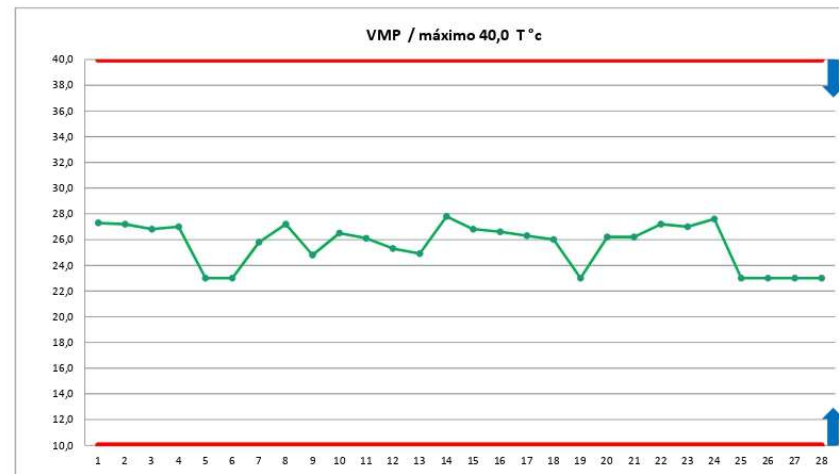


GRÁFICO: TURBIDEZ (NTU)

Média mensal: 31,48

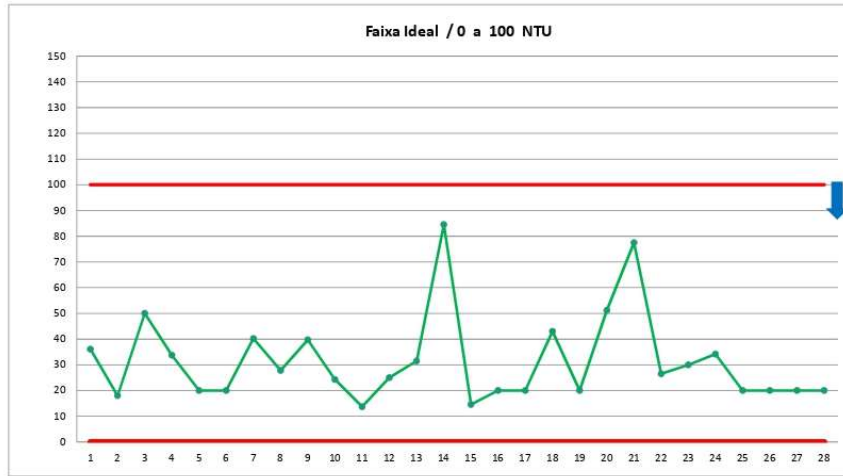


GRÁFICO: OXIGÊNIO DISSOLVIDO (O. D.)

Média mensal: 2,13

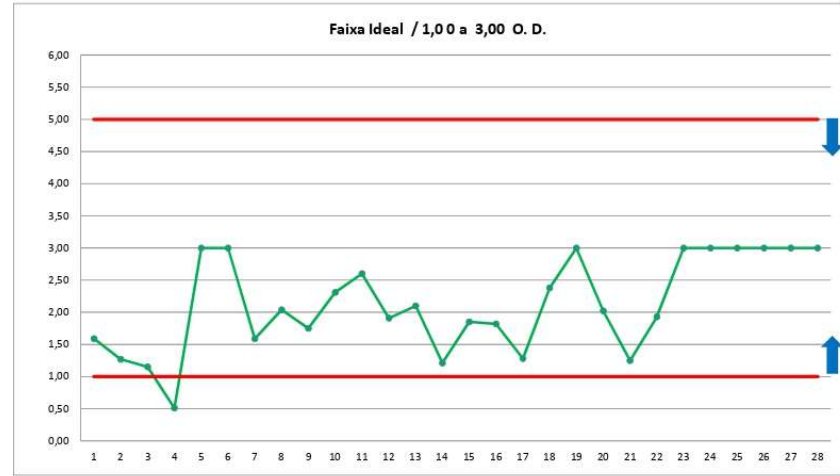
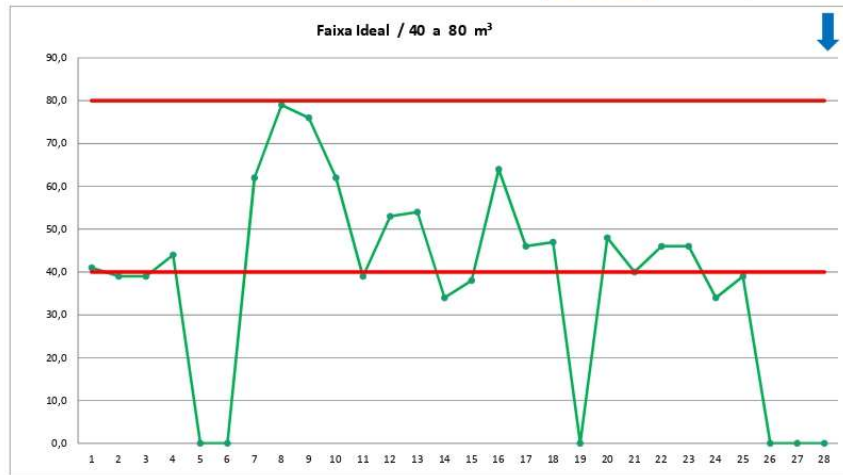


GRÁFICO: TOTAL DE EFLUENTE TRATADO (m³)

Total do mês: 1070,00





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: REUSO MÊS: fevereiro ANO: 2022

Parâmetro	unid.	VMP	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	#REF!	#REF!	#REF!
pH	n.a.	5 a 9	7,20	7,56	6,93	7,47	x	x	6,98	7,22	7,42	7,09	7,50	7,3	7,3	7,07	7,1	7,19	7,60	7,75	x	7,63	7,85	7,80	7,95	7,78	x						
Temp.	°C	10 a 40	28,0	27,6	26,3	27,6	x	x	25,5	27,40	23,3	26,8	26,0	24,5	25,7	28,8	27,1	26,4	26,5	25,5	x	26,0	26,7	28,1	27,80	30,1	x						
Turbidez	NTU	0 a 100	10,50	9,78	12,5	14,1	x	x	15,2	9,56	10,70	7,9	9,1	10,8	9,3	11,0	8,8	2,02	11,70	14,5	x	16,20	7,09	11,80	13,0	11,60	x						
O. D.	mg/L	1 a 5	1,05	0,56	1,27	0,63	x	x	1,28	2,09	1,97	1,47	1,86	1,6	1,9	1,25	2,2	1,70	1,12	1,25	x	1,15	1,50	1,81	1,96	x	x						
Cloro livre	ppm	0,5 a 2	0,14	0,80	0,79	x	x	x	x	0,69	0,51	0,19	0,20	x	x	x	0,29	0,10	2,00	1,40	x	x	0,10	0,09		x	x						
V. Inicial	m³	0 a 40	5889,5	5895,0	5905,9	5916,4	5920,4	5920,4	5920,4	5927,5	5932,5	5935,6	5941,9	5946,0	5946,9	5946,9	5952,0	5963,8	5970,3	5975,6	5979,5	5979,5	5982,4	5989,7	5996,4	5999,9	6004,0	6014,0					
V. final			5895,0	5905,9	5916,4	5920,4	5920,4	5927,5	5932,5	5935,6	5941,9	5946,0	5946,9	5946,9	5952,0	5963,8	5970,3	5975,6	5979,5	5979,5	5982,4	5989,7	5996,4	5999,9	6004,0	6014,0							
Total de efluente tratado			5,5	10,9	10,5	4,0	0,0	0,0	7,1	5,0	3,1	6,3	4,1	0,9	0,0	5,1	11,8	6,5	5,3	3,9	0,0	2,9	7,3	6,7	3,5	4,1	10,0						
Técnico responsável			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio		Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio						

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: 7,31

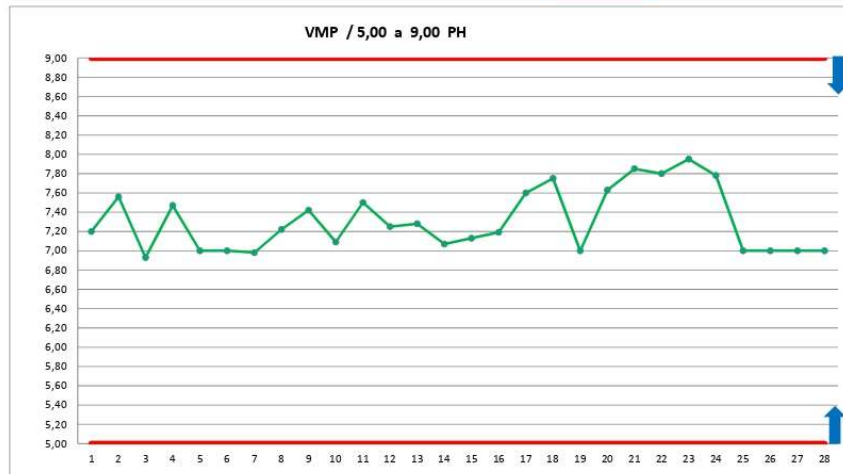


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 25,81

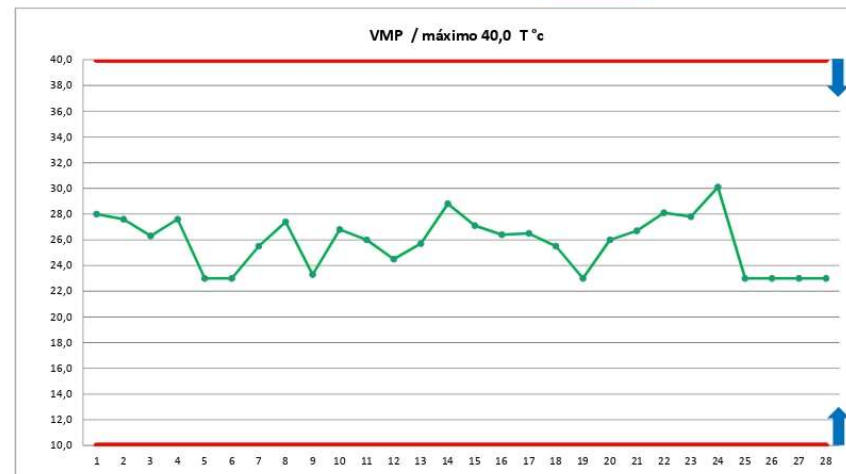


GRÁFICO: TURBIDEZ (NTU)

Média mensal: 13,11

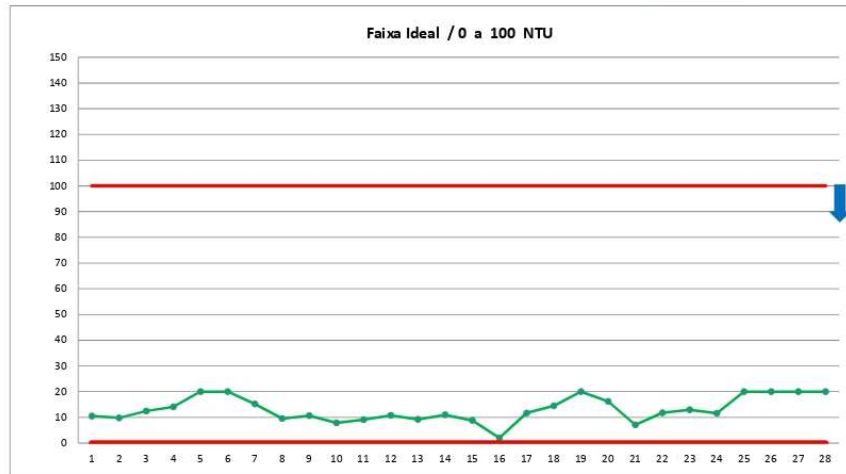


GRÁFICO: OXIGÊNIO DISSOLVIDO (O. D.)

Média mensal: 1,91

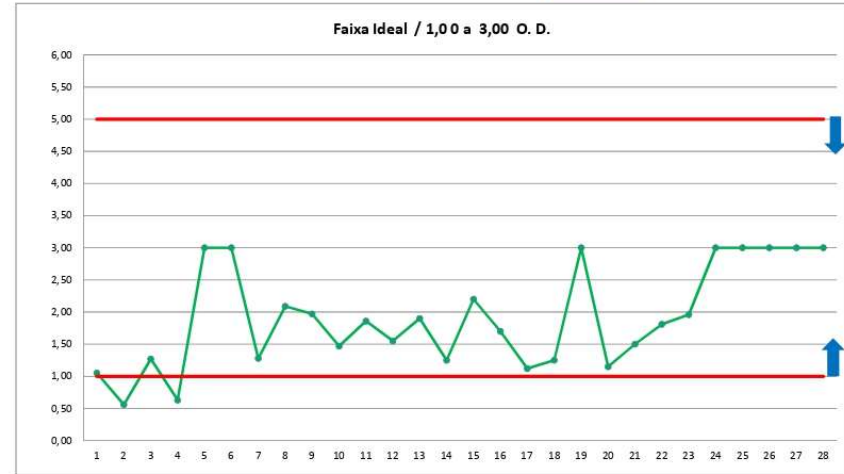


GRÁFICO: CLORO LIVRE (CL2)

Média mensal: 0,65

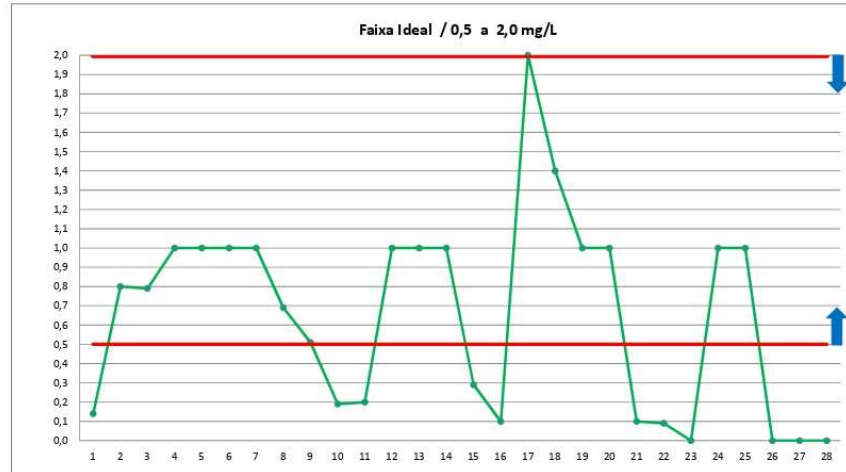
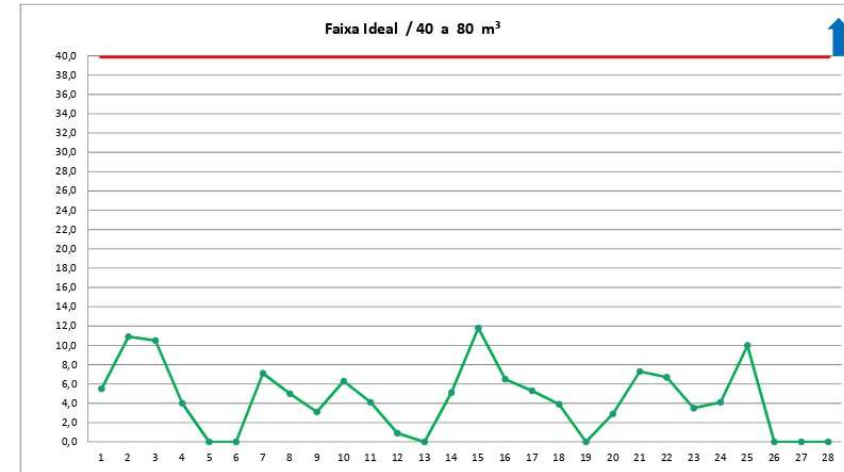


GRÁFICO: TOTAL DE REUTILIZAÇÃO (m³)

Total do mês: 124,50





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: **EQUALIZAÇÃO** MÊS: **Março** ANO: **2022**

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI
TURNO: 07:00 às 17:00																																	
pH	n.a.	7 a 9	8,23	7,56	7,33	7,70	x	x	7,70	8,58	8,15	x	x	x	x	8,70	7,91	7,80	8,,36	x	x	x	x	x	8,25	8,33	x	x	x	8,16	x	8,43	
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Temp.	°c	10 a 40	26,0	28,4	27,2	26,5	x	x	27,3	27,40	26,70	x	x	x	x	26,3	27,3	28,4	29,2	x	x	x	x	x	26,4	27,0	x	x	x	28,2	x	28,10	
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
V. inicial	m³	25 a 50	16006,0	16032,0	16063,0	16094,0	16120,0	16120,0	16120,0	16144,0	16171,0	16202,0	16224,0	16241,0	16241,0	16241,0	16255,0	16275,0	16301,0	16326,0	16331,0	16331,0	16331,0	16331,0	16342,0	16342,0	16365,0	16387,0	16387,0	16387,0	16406,0	16406,0	16429,0
V. final			16032,0	16063,0	16094,0	16120,0	16120,0	16144,0	16171,0	16202,0	16224,0	16241,0	16241,0	16241,0	16255,0	16275,0	16301,0	16326,0	16331,0	16331,0	16331,0	16342,0	16342,0	16365,0	16387,0	16387,0	16387,0	16406,0	16406,0	16429,0	16450,0		
Total de efluente industrial			26,0	31,0	31,0	26,0	0,0	0,0	24,0	27,0	31,0	22,0	17,0	0,0	0,0	14,0	20,0	26,0	25,0	5,0	0,0	0,0	11,0	0,0	23,0	22,0	0,0	0,0	0,0	19,0	0,0	23,0	21,0
Técnico responsável			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio		Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	

GRÁFICO:

POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: **8,03**

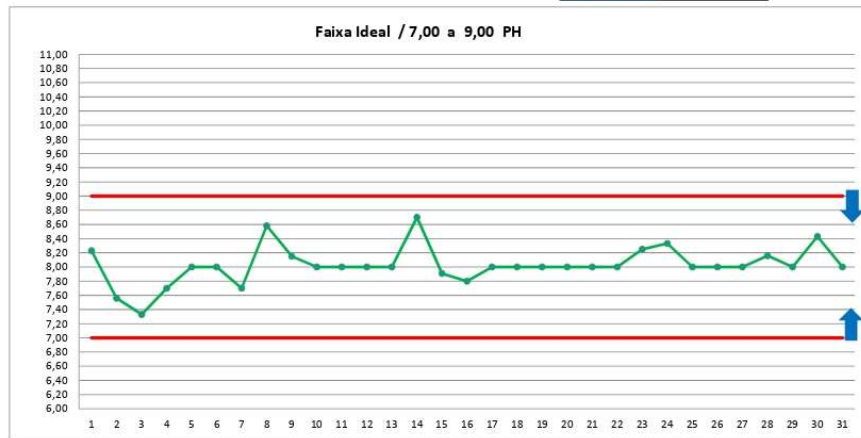
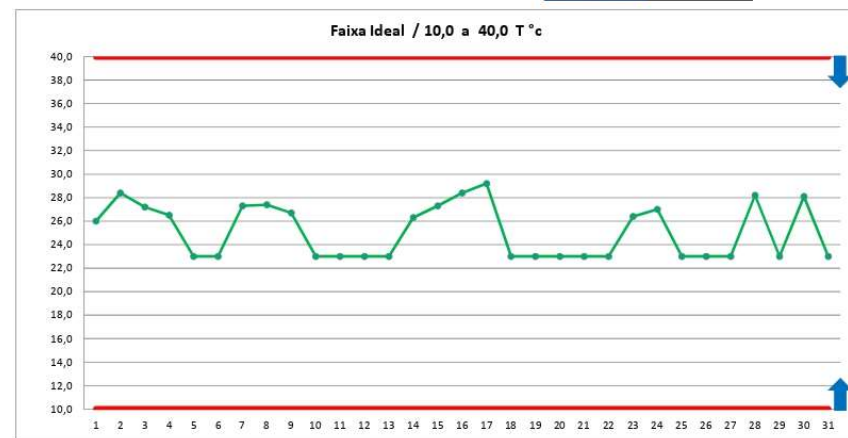
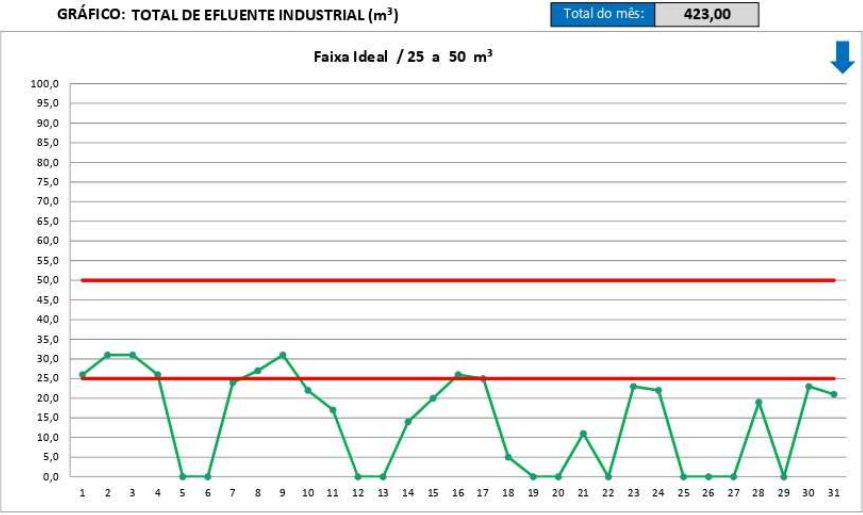


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: **25,18**







PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: COAGULAÇÃO MÊS: Março ANO: 2022

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI

TURNO: 07:00 às 17:00

pH	n.a.	6 a 8	7,00	6,50	6,28	7,07	x	x	6,90	7,18	7,32	x	x	x	x	7,51	7,3	6,8	6,70	x	x	x	x	x	7,38	6,60	x	x	x	7,23	x	6,94	
Temp.	°c	10 a 40	25,80	28,30	27,2	26,4	x	x	27,3	27,40	26,80	x	x	x	x	26,4	27,2	28,4	29,0	x	x	x	x	x	26,00	26,90	x	x	x	28,70	x	27,50	
Técnico responsável			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: 6,99

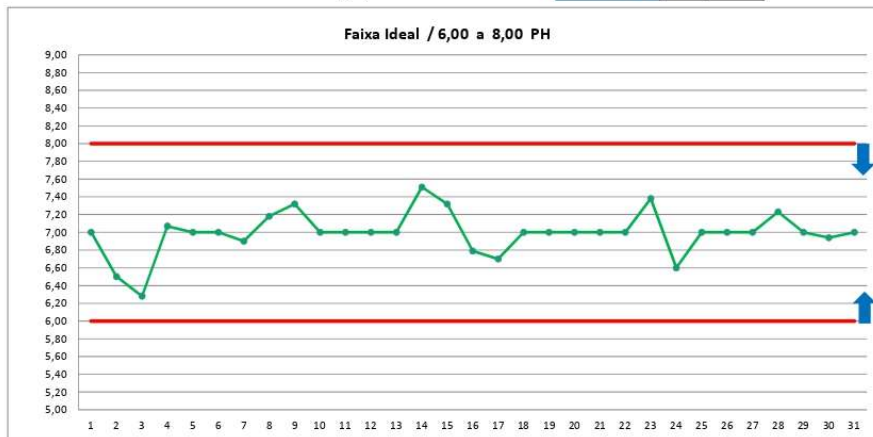
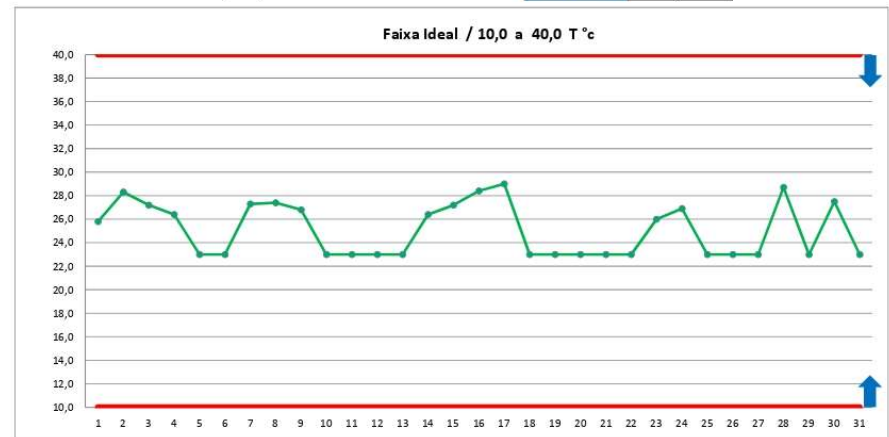


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 25,14





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: FLOCULAÇÃO MÊS: Março ANO: 2022

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI

TURNO: 07:00 às 17:00

pH	n.a.	6 a 8	6,90	6,75	6,70	7,15	x	x	7,18	7,20	7,45	x	x	x	x	7,51	7,4	7,1	7,01	x	x	x	x	x	7,64	6,63	x	x	x	7,35	x	6,96		
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Temp.	°c	10 a 40	25,80	28,10	26,7	26,2	x	x	27,8	27,10	26,80	x	x	x	x	26,4	27,1	28,2	28,5	x	x	x	x	x	26,00	26,60	x	x	x	28,50	x	27,20		
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Turbidez	NTU	0 a 100	12,00	3,76	29,0	5,8	x	x	7,9	5,10	6,56	x	x	x	x	56,2	31,9	1,4	3,2	x	x	x	x	x	6,87	6,52	x	x	x	12,50	x	11,30		
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
O. D.	mg/L	1 a 3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Técnico responsável			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio					Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: 7,06

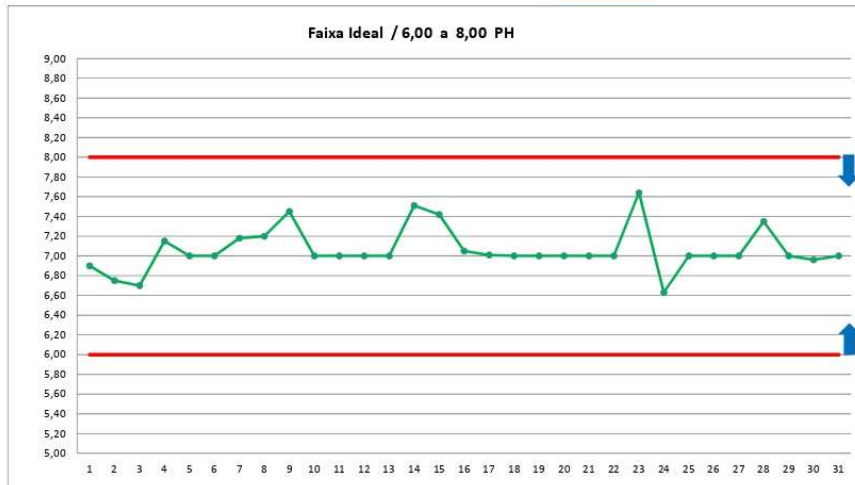


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 25,07

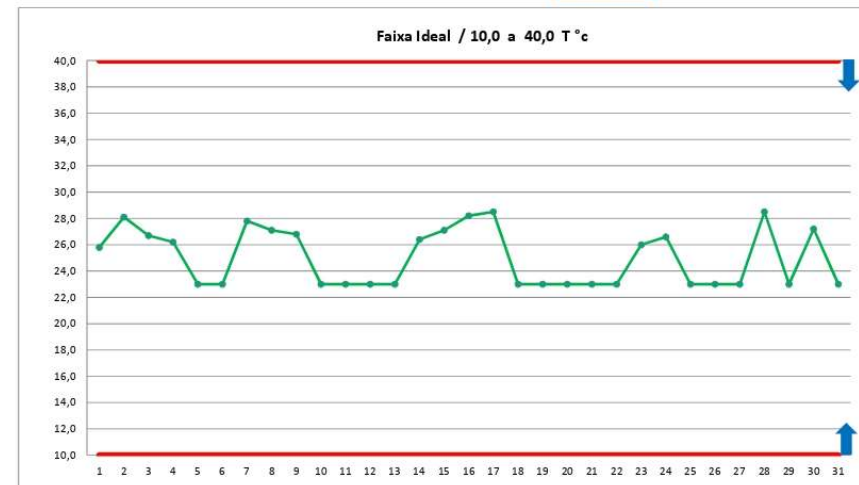


GRÁFICO: TURBIDEZ (NTU)

Média mensal: 16,67

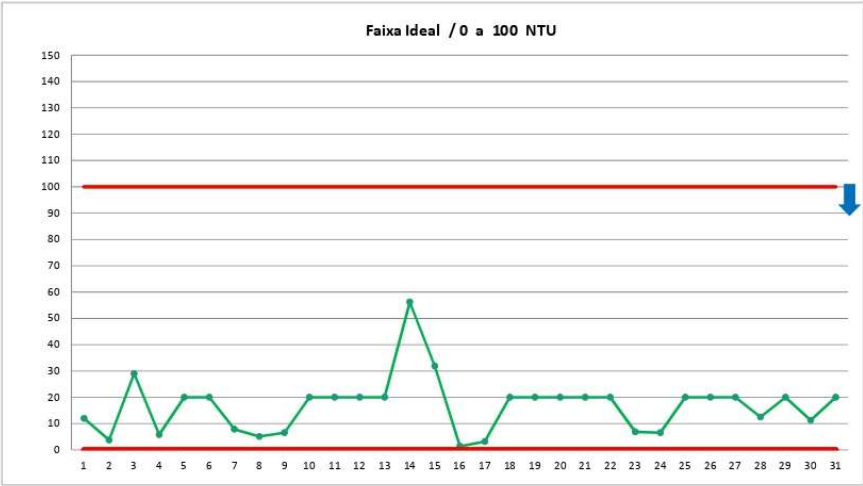
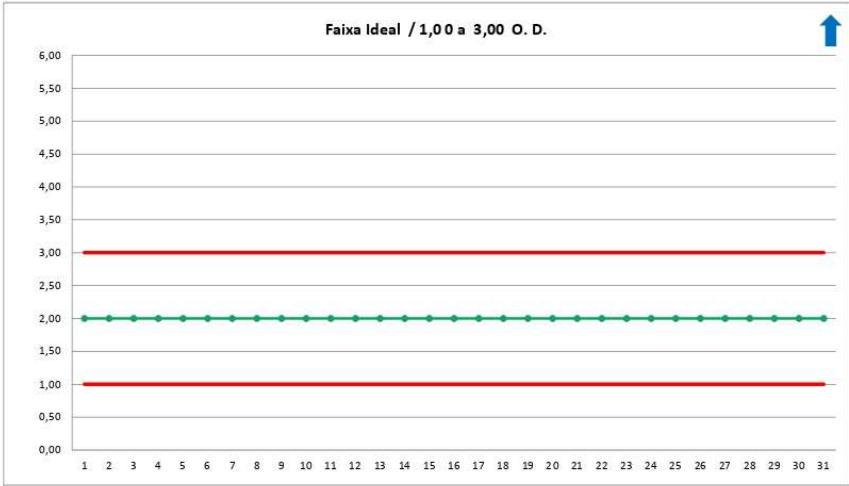


GRÁFICO: OXIGÊNIO DISSOLVIDO (O. D.)

Média mensal: 2,00





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: **SANITÁRIO** MÊS: **Março** ANO: **2022**

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI

TURNO: 07:00 às 17:00

pH	n.a.	6 a 8	8,68	8,47	8,43	7,76	x	x	8,20	8,5	7,56	x	x	x	x	8,05	8,2	8,6	8,91	x	x	x	x	x	8,17	8,41	x	x	x	8,32	x	8,47	
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Temp.	°c	15 a 30	25,8	28,9	27,3	27,3	x	x	27,8	28,3	26,8	x	x	x	x	26,8	28,1	28,9	28,9	x	x	x	x	x	27,0	28,2	x	x	x	29,5	x	27,40	
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Total de efluente sanitário			8,0	5,0	1,0	2,0	0,0	0,0	6,0	23,0	6,0	3,0	0,0	0,0	0,0	15,0	6,0	5,0	4,0	12,0	0,0	0,0	12,0	12,0	9,0	13,0	18,0	0,0	0,0	15,0	23,0	12,0	10,0
Técnico responsável			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio				Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio				Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: **7,66**

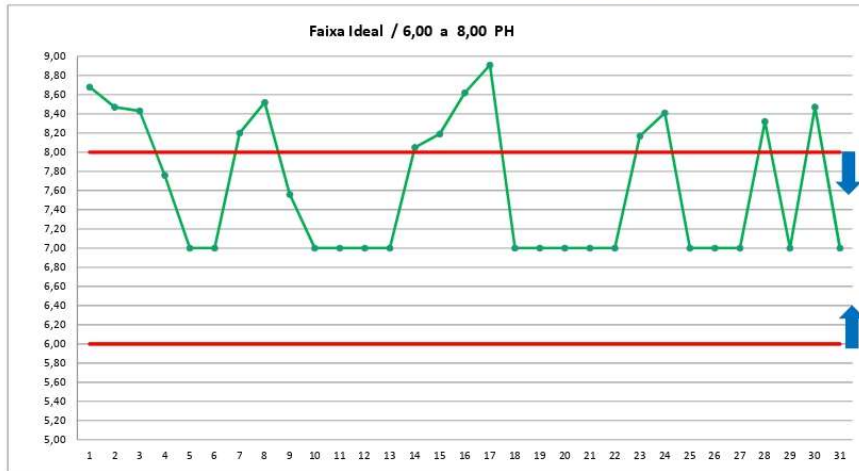
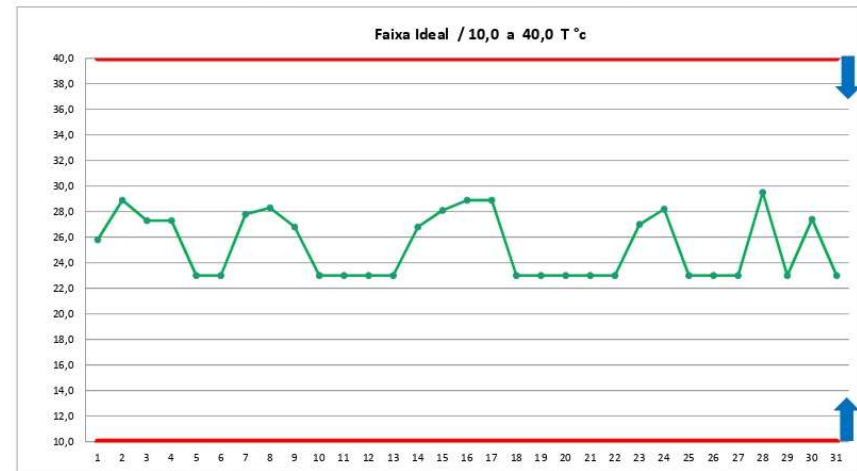
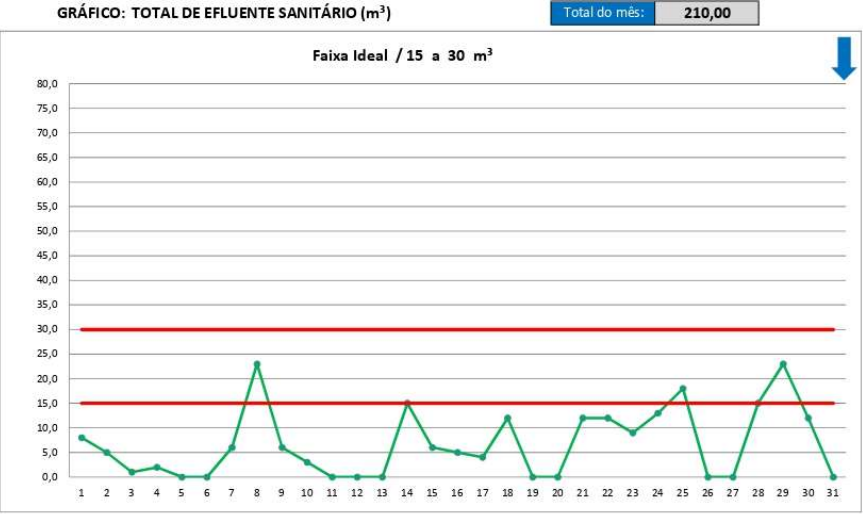


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: **25,40**







PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: AERAÇÃO MÊS: Março ANO: 2022

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI
TURNO: 07:00 às 17:00																																	
pH	n.a.	6 a 8	7,60	7,47	7,75	7,65	x	x	7,90	7,58	7,56	x	x	x	x	7,38	7,6	7,8	7,64	x	x	x	x	7,71	7,40	7,51	7,36	x	x	7,71	x	7,20	
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Temp.	°c	10 a 40	25,8	28,0	26,9	26,4	x	x	27,1	27,10	26,8	x	x	x	x	26,7	27,0	28,0	28,5	x	x	x	x	26,7	25,9	26,1	26,8	x	x	27,4	x	27,2	
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
O. D.	mg/L	1 a 3	24,10	2,48	2,37	2,27	x	x	2,25	2,48	2,19	x	x	x	x	19,10	1,2	2,9	2,15	x	x	x	x	1,76	2,11	1,52	1,50	x	x	1,71	x	1,67	
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Vol. Lodo	ml/L	200 a 450	220	160	150	130			120	200	160	x	x	x	x	180	180	180	180	x	x	x	x	170	170	100	210	x	x	150	x	140	
Técnico responsável			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: 7,33

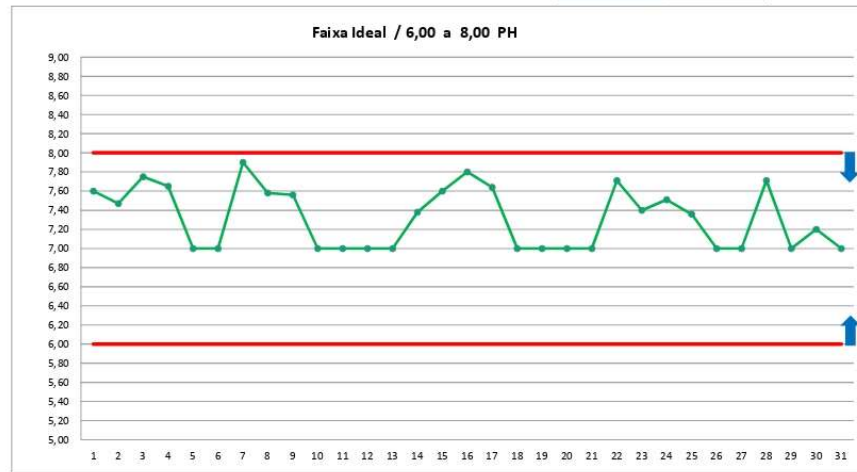


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 25,25

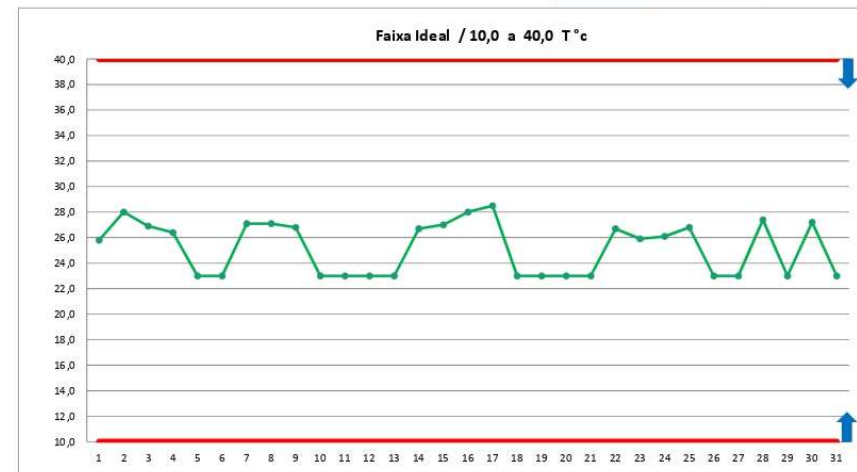


GRÁFICO: OXIGÊNIO DISSOLVIDO (O. D.)

Média mensal: 3,32

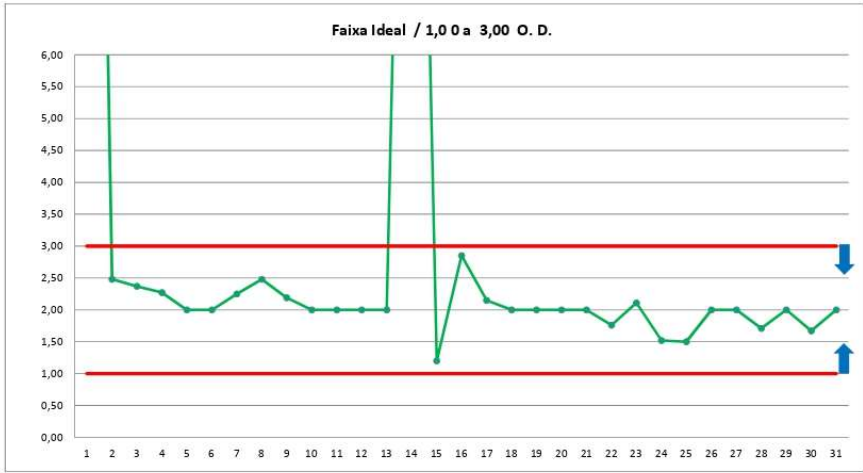
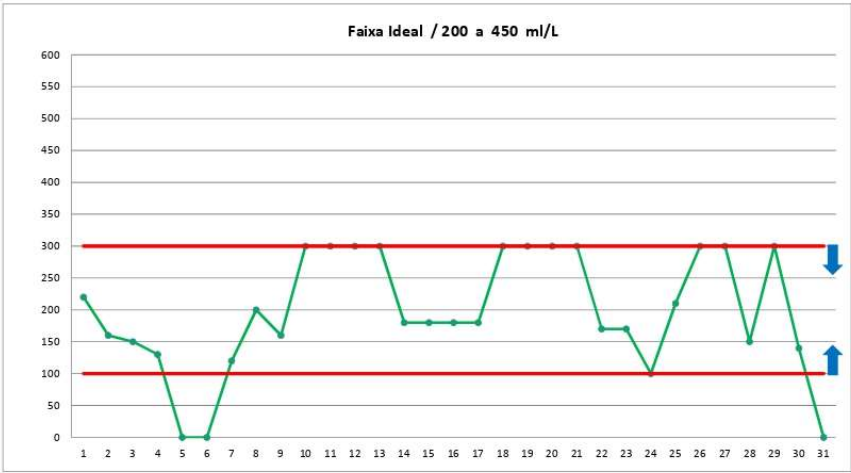


GRÁFICO: VOLUME DE LODO (ml/L)

Média mensal: 203,33





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: SAÍDA MÊS: Março ANO: 2022

Parâmetro	unid.	VMP	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI
pH	n.a.	5 a 9	7,60	7,48	7,90	7,82	x	x	8,10	8,70	7,61	x	x	x	x	7,60	7,6	7,9	7,71	x	x	x	x	7,57	7,13	7,31	7,10	x	x	7,34	x	7,57	
Média de pH			7,60	7,48	7,90	7,82			8,10	8,70	7,61					7,60	7,59	7,90	7,71					7,57	7,13	7,31	7,10			7,34		7,57	
Temp.	°c	10 a 40	25,80	28,40	26,6	26,1	x	x	28,1	28,00	27,40	x	x	x	x	26,7	28,1	28,5	29,2	x	x	x	x	26,8	25,9	26,5	27,2	x	x	27,0	x	27,6	
Média de T °C			25,8	28,4	26,6	26,1			28,1	28,0	27,4					26,7	28,1	28,5	29,2					26,8	25,9	26,5	27,2			27,0		27,6	
Turbidez	NTU	0 a 100	24,10	24,90	68,0	33,4	x	x	87,2	38,70	39,30	x	x	x	x	19,1	15,2	62,8	42,2	x	x	x	x	20,8	31,0	25,0	38,1	x	x	45,0	x	44,0	
Média de NTU			24,1	24,9	68,0	33,4				38,7	39,3					19,1	15,2	62,8	42,2					20,8	31,0	25,0	38,1			45,0		44,0	
O. D.	mg/L	1 a 5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,76	x	x	x	x	x	x	x	x	
Média de O.D.																							1,76										
V. inicial	m³	40 a 80	24890,0	24924,0	24960,0	24992,0	25020,0	25020,0	25020,0	25050,0	25100,0	25137,0	25162,0	25179,0	25179,0	25179,0	25208,0	25234,0	25265,0	25294,0	25311,0	25311,0	25311,0	25334,0	25346,0	25378,0	25413,0	25431,0	25431,0	25465,0	25488,0	25523,0	
V. final			24924,0	24960,0	24992,0	25020,0	25020,0	25020,0	25050,0	25100,0	25137,0	25162,0	25179,0	25179,0	25179,0	25208,0	25234,0	25265,0	25294,0	25311,0	25311,0	25311,0	25334,0	25346,0	25378,0	25413,0	25431,0	25431,0	25465,0	25488,0	25523,0	25554,0	
Total de efluente tratado			34,0	36,0	32,0	28,0	0,0	0,0	30,0	50,0	37,0	25,0	17,0	0,0	0,0	29,0	26,0	31,0	29,0	17,0	0,0	0,0	23,0	12,0	32,0	35,0	18,0	0,0	0,0	34,0	23,0	35,0	31,0
Técnico responsável			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio				Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	Walisson	

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: 7,37

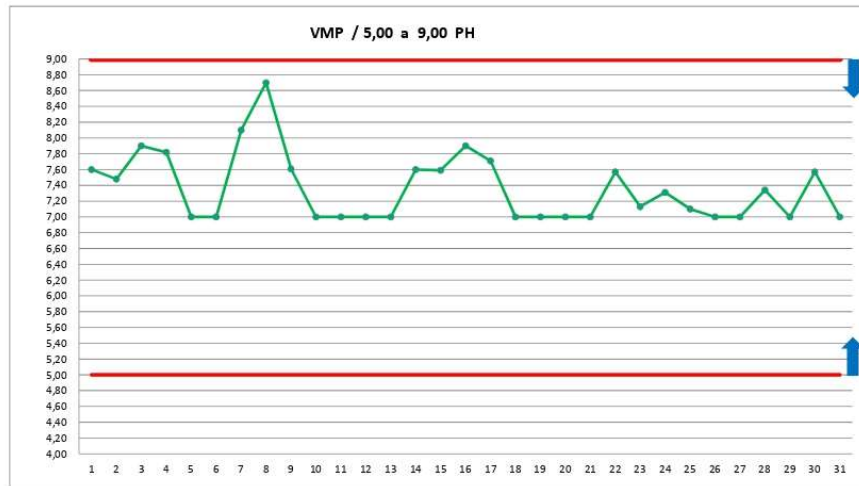


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 25,43

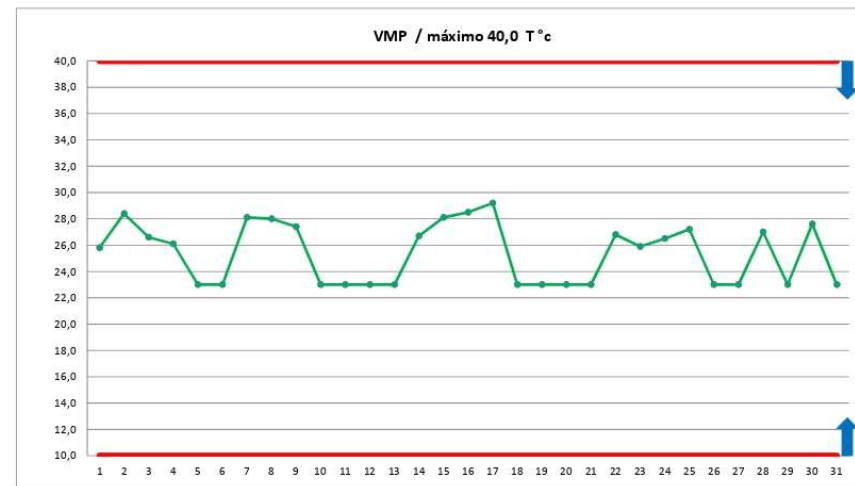


GRÁFICO: TURBIDEZ (NTU)

Média mensal: 28,39

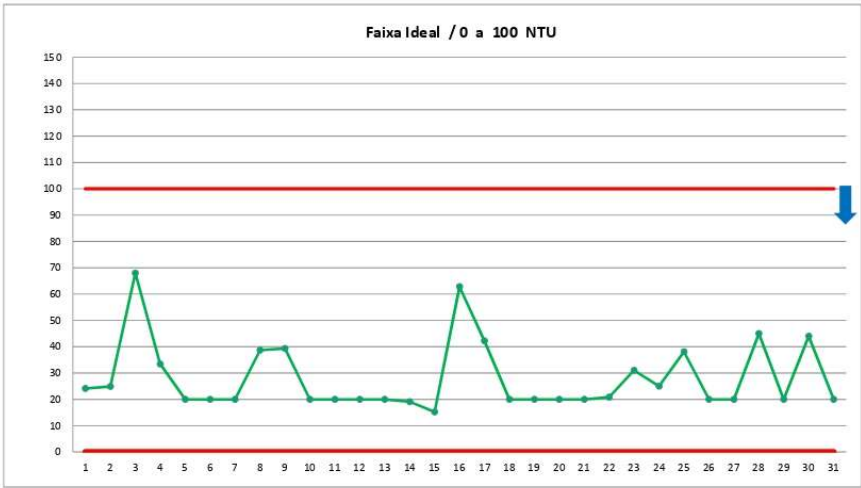


GRÁFICO: OXIGÊNIO DISSOLVIDO (O. D.)

Média mensal: 2,96



GRÁFICO: TOTAL DE EFLUENTE TRATADO (m³)

Total do mês: 633,00





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: REUSO MÊS: Março ANO: 2022

Parâmetro	unid.	VMP	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI
TURNO: 07:00 às 17:00																																	
pH	n.a.	5 a 9	7,52	7,26	7,90	7,80			8,43	7,70	7,89	x	x	x	x	7,80	7,6	8,10	7,60	x	x	x	x	x	7,07	7,33	x	x	x	7,29	x	7,00	
			x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Temp.	°c	10 a 40	26,3	29,2	26,5	25,8			28,5	27,90	28,0	x	x	x	x	25,1	28,9	29,2	31,5	x	x	x	x	x	26,5	26,4	x	x	x	28,9	x	26,70	
			x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Turbidez	NTU	0 a 100	19,60	12,00	14,9	11,2			7,5	9,06	13,10	x	x	x	x	14,1	11,2	11,50	13,10	x	x	x	x	x	8,51	23,60	x	x	x	29,10	x	24,40	
			x		x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
O. D.	mg/L	1 a 5	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,59	x	x	x	x	x	x	x	
			x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Cloro livre	ppm	0,5 a 2	x	0,19					x			x	x	x	x			1,70	2,00	x	x	x	x	x	1,81	0,59	0,61	x	x	0,20	x	0,22	
V. inicial	m³	0 a 40	6014,0	6034,8	6039,0	6047,1	6050,1	6050,1	6050,1	6056,0	6067,4	6073,1	6078,5	6081,7	6081,7	6081,7	6088,2	6096,4	6103,8	6111,0	6114,7	6114,7	6114,7	6126,5	6131,7	6137,4	6146,5	6154,8	6154,8	6154,8	6181,7	6187,5	6192,0
V. final			6034,8	6039,0	6047,1	6050,1	6050,1	6050,1	6056,0	6067,4	6073,1	6078,5	6081,7	6081,7	6088,2	6096,4	6103,8	6111,0	6114,7	6114,7	6126,5	6131,7	6137,4	6146,5	6154,8	6154,8	6154,8	6181,7	6187,5	6192,0	6199,8		
Total de efluente tratado			20,8	4,2	8,1	3,0	0,0	0,0	5,9	11,4	5,7	5,4	3,2	0,0	0,0	0,0	6,5	8,2	7,4	7,2	3,7	0,0	0,0	11,8	5,2	5,7	9,1	8,3	0,0	0,0	26,9	5,8	4,5
Técnico responsável			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio		Wallisson	Wallisson	Wallisson	Wallisson	Wallisson	Wallisson	Wallisson	Wallisson	Wallisson	Wallisson	

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: 7,31

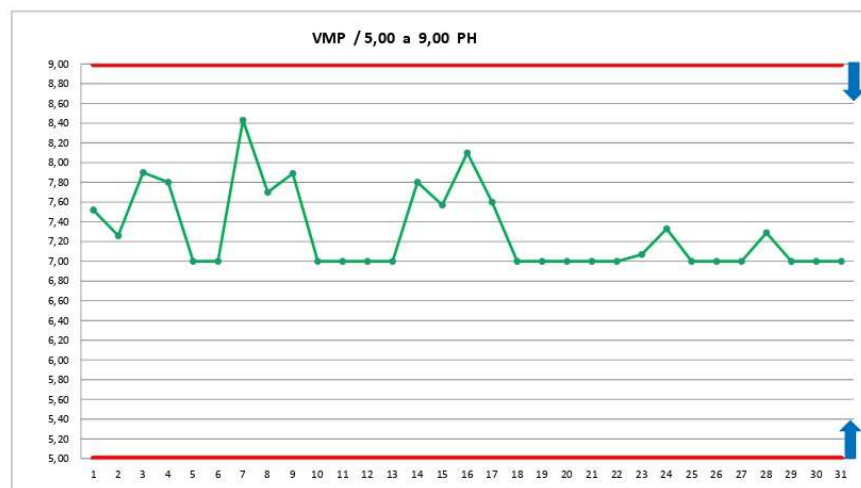


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 25,35

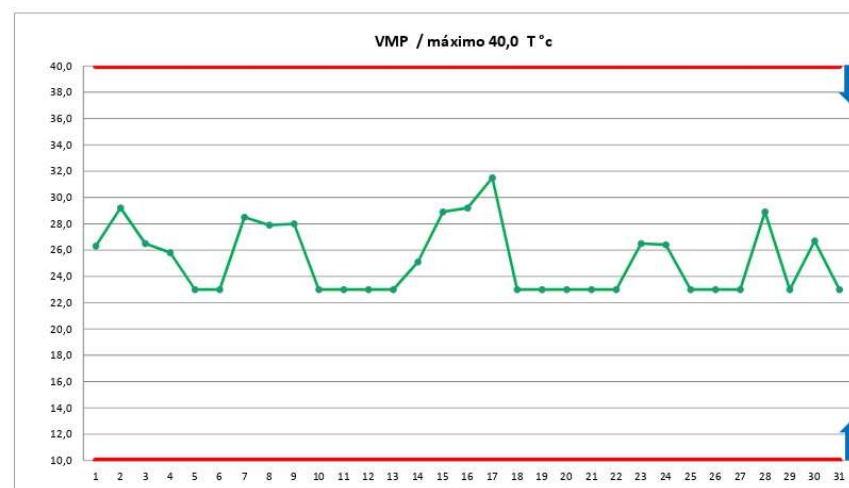


GRÁFICO: TURBIDEZ (NTU)

Média mensal: 17,43

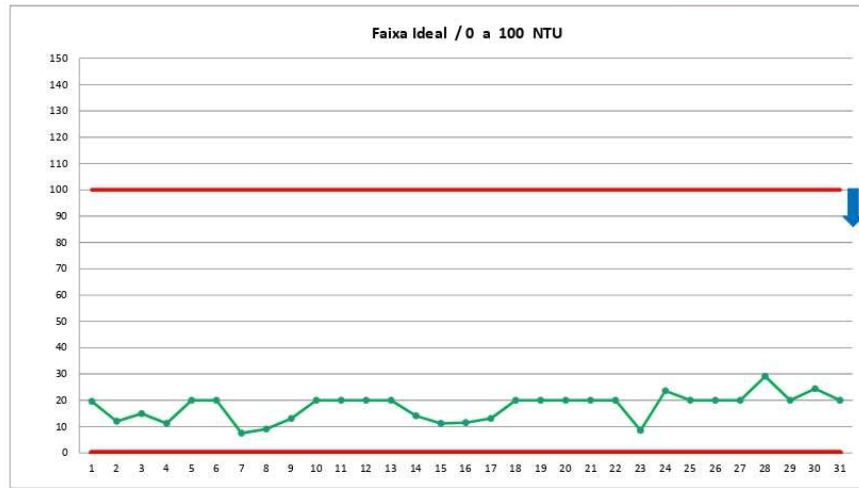


GRÁFICO: OXIGÊNIO DISSOLVIDO (O. D.)

Média mensal: 2,92

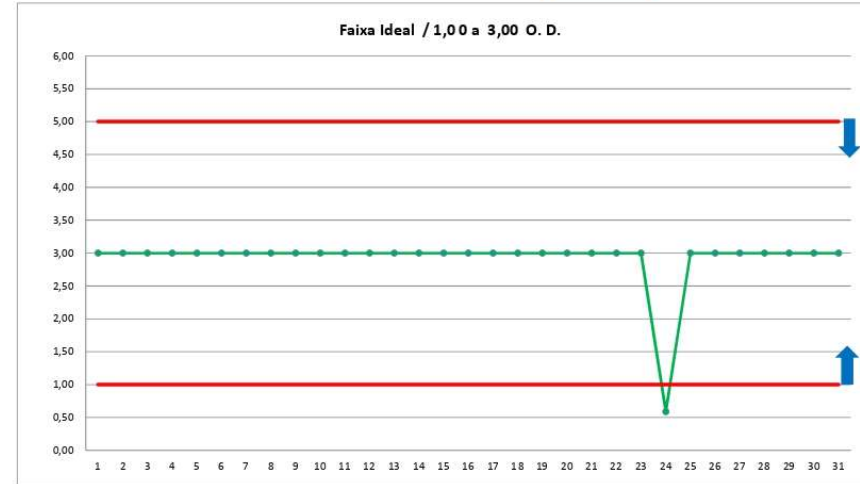


GRÁFICO: CLORO LIVRE (CL2)

Média mensal: 0,71

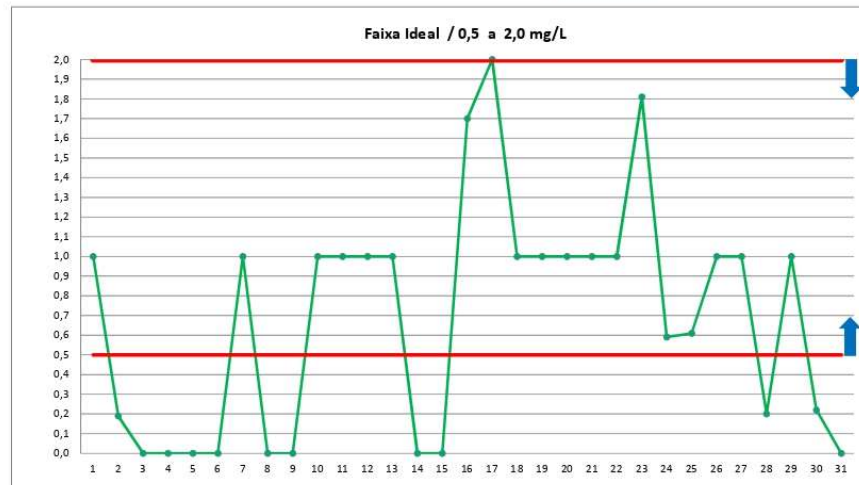
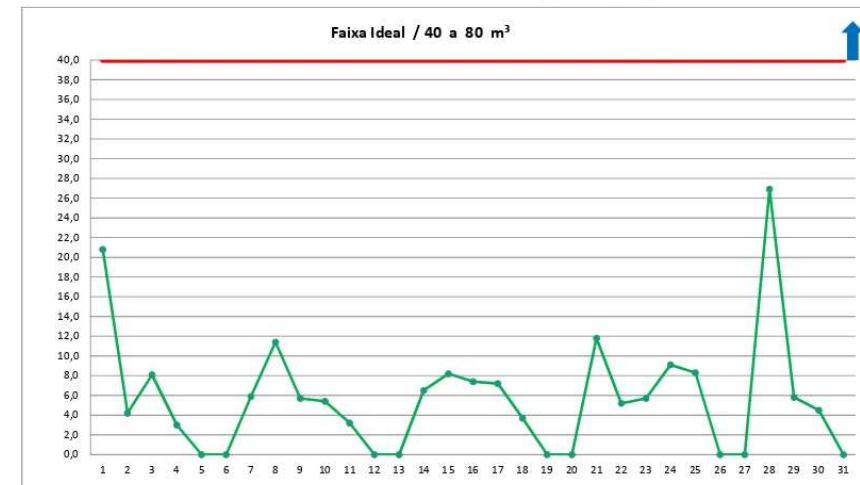


GRÁFICO: TOTAL DE REUTILIZAÇÃO (m³)

Total do mês: 178,00





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: **EQUALIZAÇÃO** MÊS: **Abril** ANO: **2022**

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
			SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	
TURNO: 07:00 às 17:00																																		
pH	n.a.	7 a 9	x	x	x	x	8,05	7,80	8,15	8,10	x	x	8,25	8,0	x	7,70	x	x	x	8,60	8,25	8,15	x	x	x	x	8,70	7,95	8,76	9,25	8,51			
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Temp.	°c	10 a 40	x	x	x	x	27,40	26,80	27,9	26,90	x	x	26,8	26,5	x	27,0	x	x	x	25,40	27,10	25,50	x	x	x	x	24,5	25,8	26,1	26,4	26,3			
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
V. inicial	m³	25 a 50	16450,0	16469,0	16469,0	16469,0	16469,0	16495,0	16521,0	16547,0	16563,0	16563,0	16594,0	16628,0	16659,0	16694,0	16694,0	16694,0	16694,0	16694,0	16694,0	16706,0	16728,0	16728,0	16728,0	16728,0	16728,0	16741,0	16763,0	16784,0	16804,0	16820,0		
			16469,0	16469,0	16469,0	16469,0	16495,0	16521,0	16547,0	16563,0	16563,0	16594,0	16628,0	16659,0	16694,0	16694,0	16694,0	16694,0	16694,0	16694,0	16694,0	16706,0	16728,0	16728,0	16728,0	16728,0	16728,0	16741,0	16763,0	16784,0	16804,0	16820,0		
Total de efluente industrial			19,0	0,0	0,0	0,0	26,0	26,0	26,0	16,0	0,0	0,0	31,0	34,0	31,0	35,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	22,0	21,0	20,0	16,0			
Técnico responsável			Walisson			Walisson	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio		Sérgio				Sérgio	Sérgio	Sérgio		Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			

GRÁFICO:

POTENCIAL DE HIDRÓGENIO (pH)

Média mensal: **8,14**

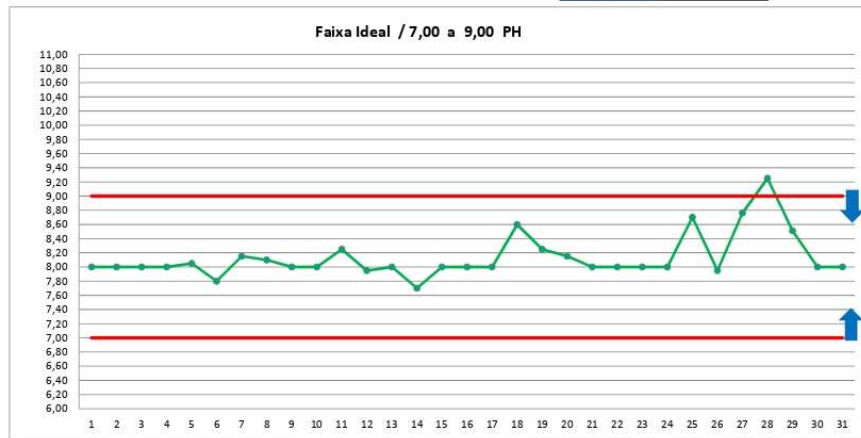


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: **24,71**

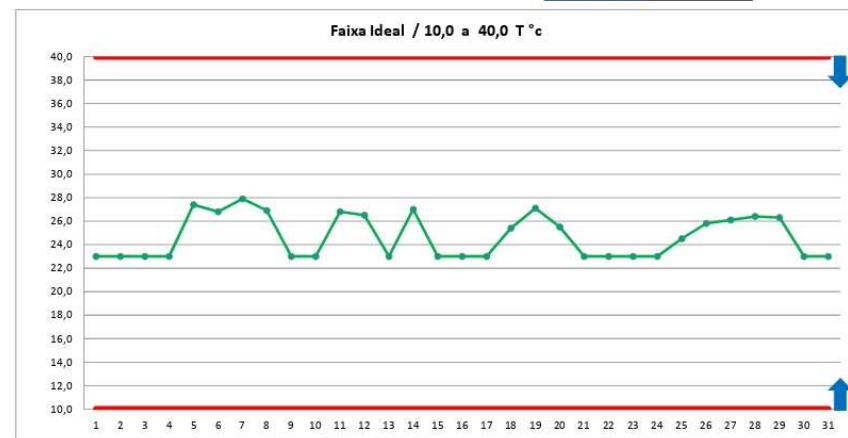
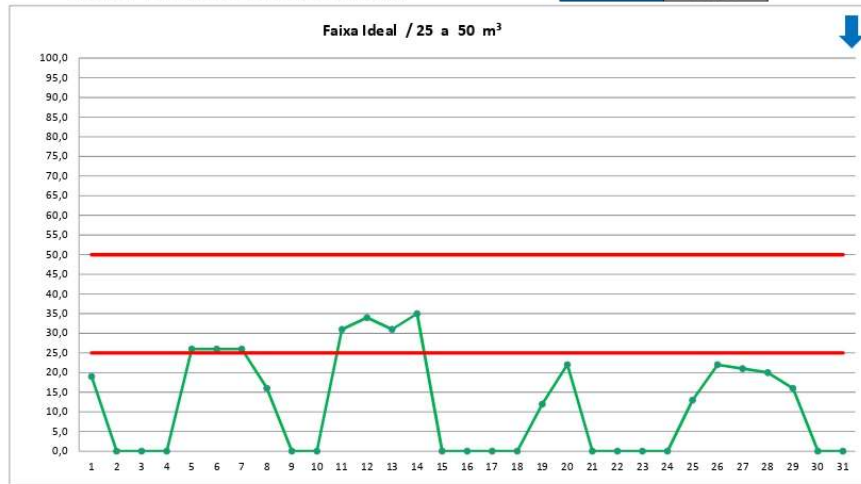


GRÁFICO: TOTAL DE EFLUENTE INDUSTRIAL (m³)

Total do mês: 370,00





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: COAGULAÇÃO MÊS: Abril ANO: 2022

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM

TURNO: 07:00 às 17:00

pH	n.a.	6 a 8	x	x	x	x	7,01	6,68	7,20	7,07	x	x	7,03	7,2	x	7,16	x	x	x	7,15	6,75	7,25	x	x	x	x	7,13	7,54	6,91	7,08	6,75		
Temp.	°c	10 a 40	x	x	x	x	27,30	26,90	28,0	27,00	x	x	26,8	26,4	x	27,0	x	x	x	25,30	26,20	25,20	x	x	x	x	24,30	25,60	25,90	26,30	26,2		
Técnico responsável			Walisson			Walisson	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio				Sérgio	Sérgio	Sérgio		Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio		

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: 7,03

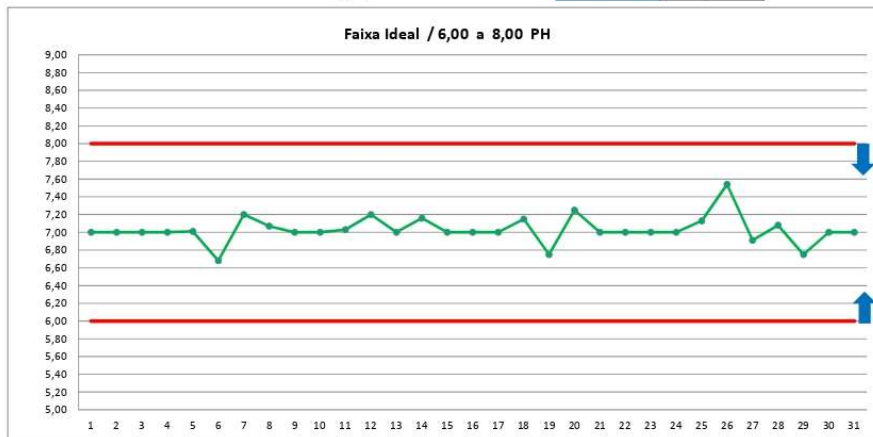
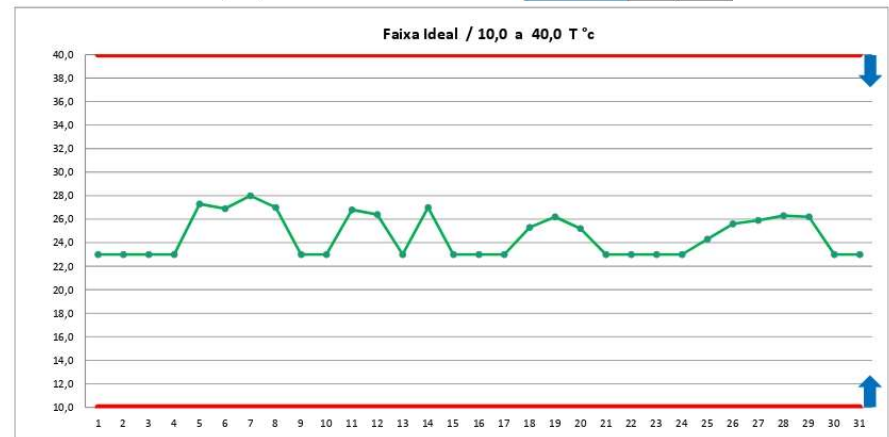


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 24,65





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: FLOCULAÇÃO MÊS: Abril ANO: 2022

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM

TURNO: 07:00 às 17:00

pH	n.a.	6 a 8	x	x	x	x	7,24	6,95	7,43	7,29	x	x	7,25	7,3	x	7,09	x	x	x	7,19	7,01	7,41	x	x	x	x	7,12	7,59	7,20	7,34	7,05		
Temp.	°c	10 a 40	x	x	x	x	27,10	26,60	27,9	26,70	x	x	26,6	26,2	x	26,6	x	x	x	25,4	24,5	25,2	x	x	x	x	24,10	26,10	25,80	26,10	26,1		
Turbidez	NTU	0 a 100	x	x	x	x	20,40	4,98	38,1	8,48	x	x	2,5	11,9	x	4,4	x	x	x	4,97	20,50	4,00	x	x	x	x	9,47	x	20,00	46,00	21,2		
O. D.	mg/L	1 a 3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Técnico responsável			Walisson			Walisson	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio				Sérgio	Sérgio	Sérgio		Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio		

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDRÓGENIO (pH)

Média mensal: 7,12

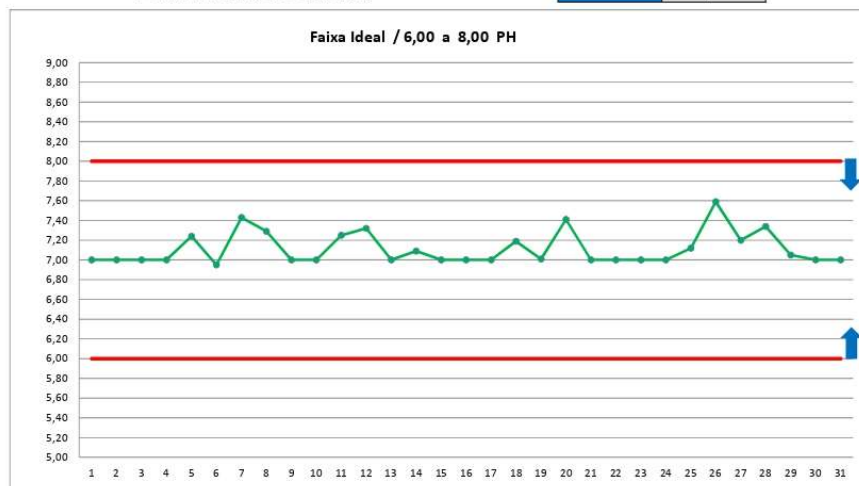


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 24,53

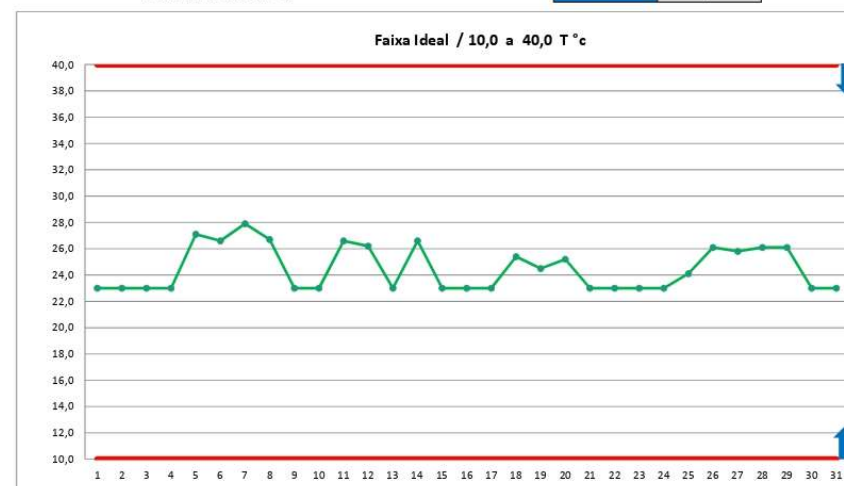


GRÁFICO: TURBIDEZ (NTU)

Média mensal: 17,90

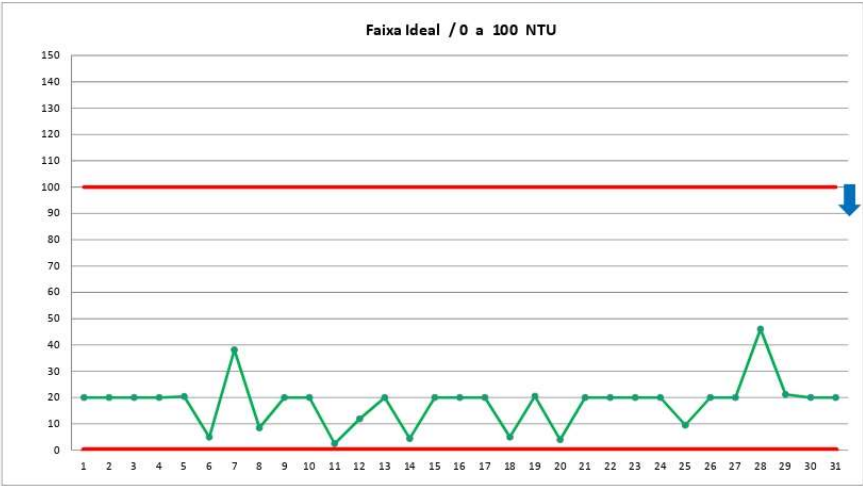
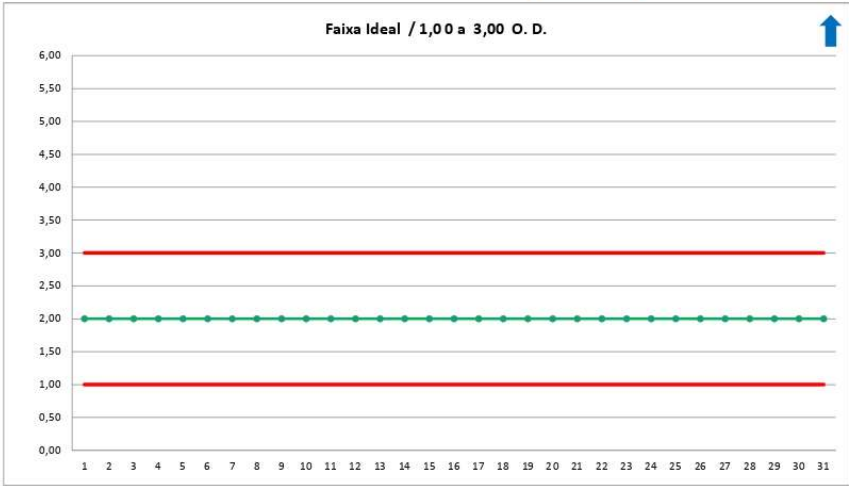


GRÁFICO: OXIGÊNIO DISSOLVIDO (O. D.)

Média mensal: 2,00





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: **SANITÁRIO** MÊS: **Abril** ANO: **2022**

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM

TURNO: 07:00 às 17:00

pH	n.a.	6 a 8	x	x	x	x	7,97	8,01	8,61	8,5	x	x	8,04	8,3	x	8,31	x	x	x	7,96	8,20	8,73	x	x	x	x	8,20	8,39	8,66	8,55	8,42		
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Temp.	°c	15 a 30	x	x	x	x	28,20	27,10	28,4	27,7	x	x	27,9	27,0	x	26,9	x	x	x	26,5	26,7	26,6	x	x	x	x	24,6	26,9	26,9	26,8	27,9		
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Total de efluente sanitário			10,0	0,0	0,0	26,0	0,0	4,0	14,0	3,0	0,0	0,0	8,0	12,0	11,0	7,0	0,0	0,0	0,0	36,0	17,0	5,0	0,0	14,0	0,0	0,0	10,0	6,0	9,0	7,0	11,0		
Técnico responsável			Walisson			Walisson	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio				Sérgio	Sérgio	Sérgio						Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio		

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: **7,66**

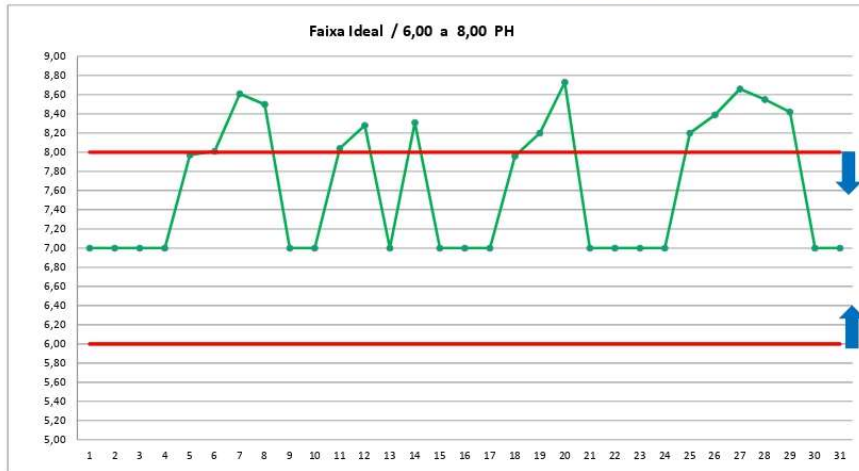
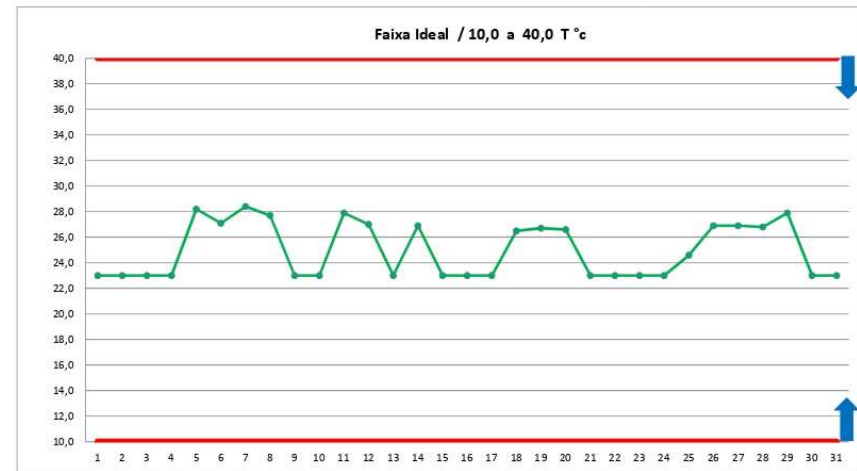
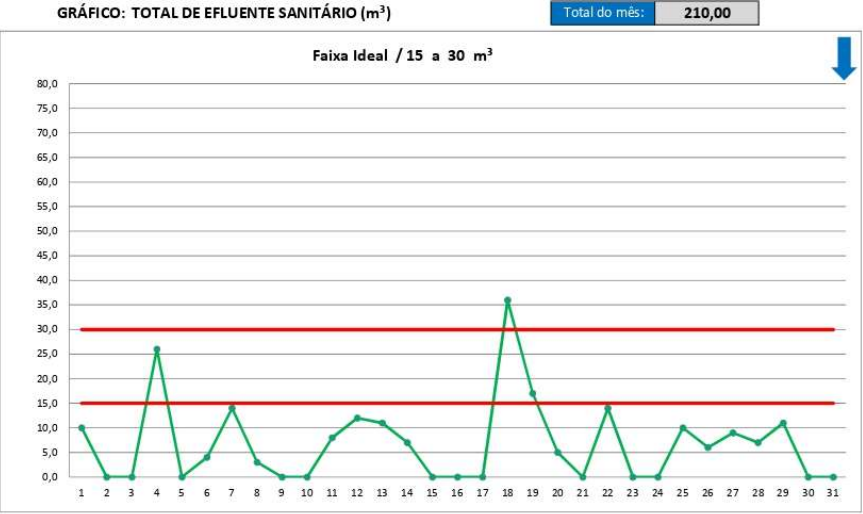


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: **25,04**







PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: AERAÇÃO MÊS: Abril ANO: 2022

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM

TURNO: 07:00 às 17:00

pH	n.a.	6 a 8	x	x	x	7,61	7,14	7,20	7,54	7,47	x	x	7,41	7,6	x	7,69	x	x	x	7,52	7,47	7,46	x	x	x	x	8,20	7,53	7,47	7,49	7,55		
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Temp.	°c	10 a 40	x	x	x	27,1	27,30	26,50	27,1	26,60	x	x	26,7	26,2	x	26,6	x	x	x	25,4	25,4	25,4	x	x	x	x	24,6	25,7	25,5	25,7	25,7		
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
O. D.	mg/L	1 a 3	x	x	x	1,47	2,13	1,89	1,39	2,20	x	x	2,47	1,1	x	1,27	x	x	x	1,25	2,42	1,25	x	x	x	x	1,64	2,11	2,05	2,58	2,12		
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Vol. Lodo	ml/L	200 a 450	x	x	x	190	160	180	200	200	x	x	200	200	x	160	x	x	x	200	200	200	x	x	x	x	130	120	240	240	220		
Técnico responsável			Walisson				Walisson	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio				Sérgio	Sérgio	Sérgio				Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio		

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDRÓGENIO (pH)

Média mensal: 7,28

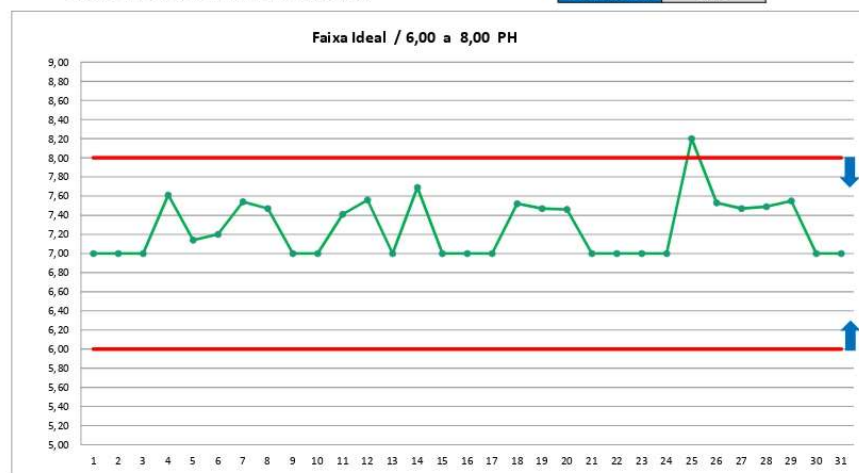


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 24,65

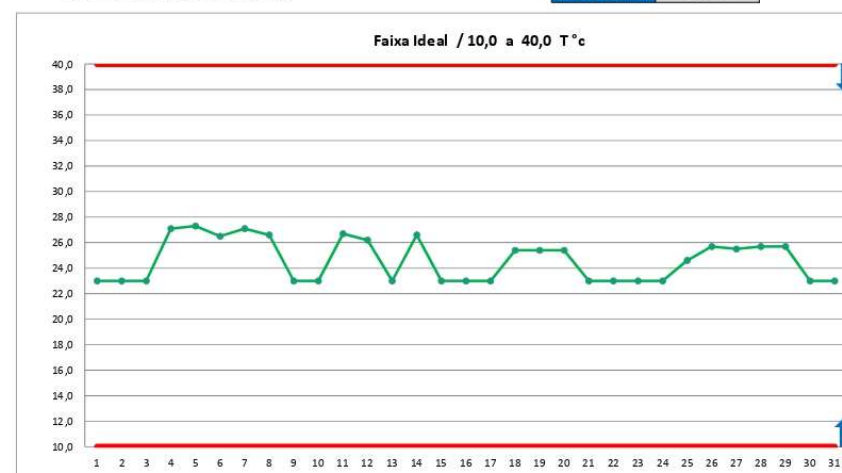


GRÁFICO: OXIGÊNIO DISSOLVIDO (O. D.)

Média mensal: 1,91

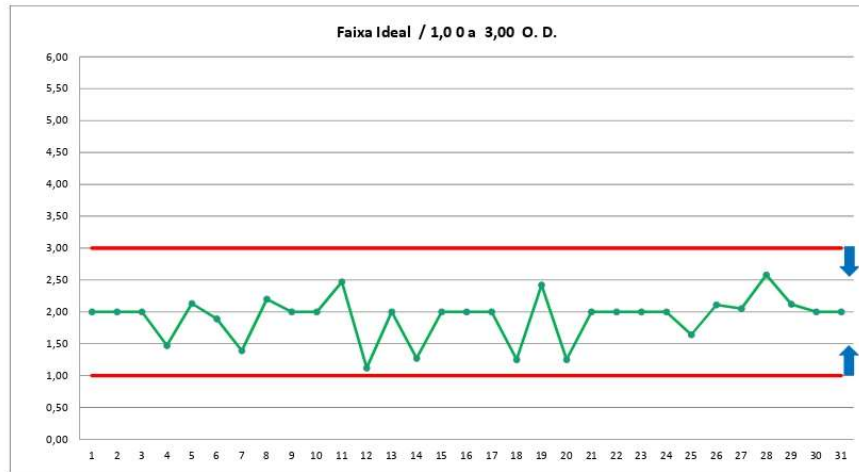
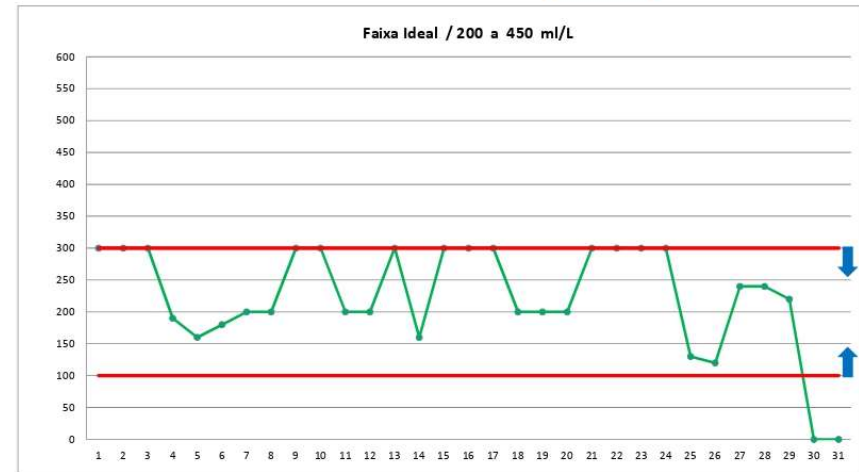


GRÁFICO: VOLUME DE LODO (ml/L)

Média mensal: 231,33





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: SAÍDA MÊS: Abril ANO: 2022

Parâmetro	unid.	VMP	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM
pH	n.a.	5 a 9	x	x	x	7,35	7,26	7,35	7,75	7,53	x	x	7,51	7,6	x	7,75	x	x	x	7,56	7,54	7,56	x	x	x	x	7,50	7,53	7,61	7,79	7,66		
Média de pH						7,35	7,26	7,35	7,75	7,53			7,51	7,62		7,75				7,56	7,54	7,56					7,50	7,53	7,61	7,79	7,66		
Temp.	°c	10 a 40	x	x	x	27,6	27,70	27,20	28,3	27,40	x	x	27,3	26,5	x	26,4	x	x	x	25,8	26,3	25,7	x	x	x	x	25,1	25,70	26,20	26,6	26,4		
Média de T °C						27,6	27,7	27,2	28,3	27,4			27,3	26,5		26,4				25,8	26,3	25,7					25,1	25,7	26,2	26,6	26,4		
Turbidez	NTU	0 a 100	x	x	x	34,7	7,26	71,40	61,7	60,00	x	x	40,1	43,9	x	32,4	x	x	x	83,4	27,2	90,5	x	x	x	x	35,6	57,20	38,90	26,5	39,0		
Média de NTU						34,7	7,3	71,4	61,7	60,0			40,1	43,9		32,4				83,4	27,2	90,5					35,6	57,2	38,9	26,5	39,0		
O. D.	mg/L	1 a 5	x	x	x	x	xx	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Média de O.D.							xx																										
V. inicial	m³	40 a 80	25594,0	25583,0	25583,0	25583,0	25609,0	25635,0	25665,0	25705,0	25724,0	25724,0	25724,0	25763,0	25809,0	25851,0	25893,0	25893,0	25893,0	25929,0	25958,0	25985,0	25985,0	25999,0	25999,0	25999,0	26022,0	26050,0	26080,0	26107,0	26134,0		
V. final			25583,0	25583,0	25583,0	25609,0	25635,0	25665,0	25705,0	25724,0	25724,0	25724,0	25763,0	25809,0	25851,0	25893,0	25893,0	25893,0	25929,0	25958,0	25985,0	25985,0	25999,0	25999,0	25999,0	26022,0	26050,0	26080,0	26107,0	26134,0			
Total de efluente tratado			29,0	0,0	0,0	26,0	26,0	30,0	40,0	19,0	0,0	0,0	39,0	46,0	42,0	42,0	0,0	0,0	0,0	36,0	29,0	27,0	0,0	14,0	0,0	0,0	23,0	28,0	30,0	27,0	27,0		
Técnico responsável			Wallisson			Wallisson	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio				Sérgio	Sérgio	Sérgio					Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio		

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: 7,30

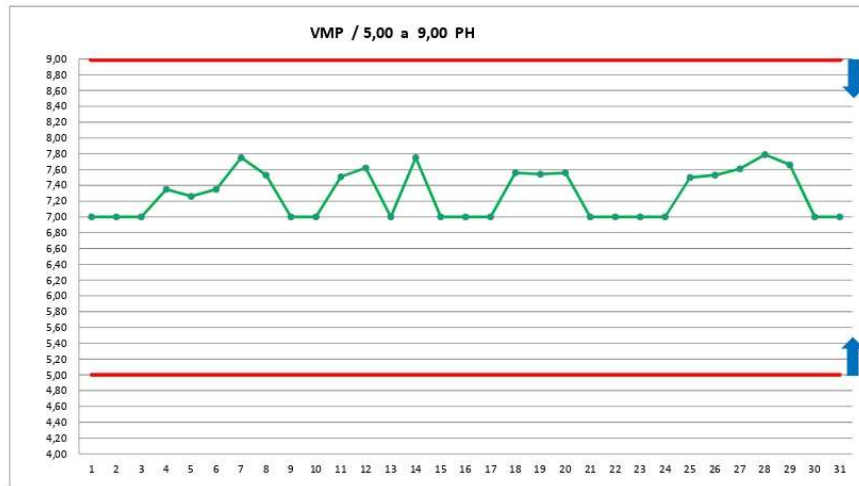


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 24,94

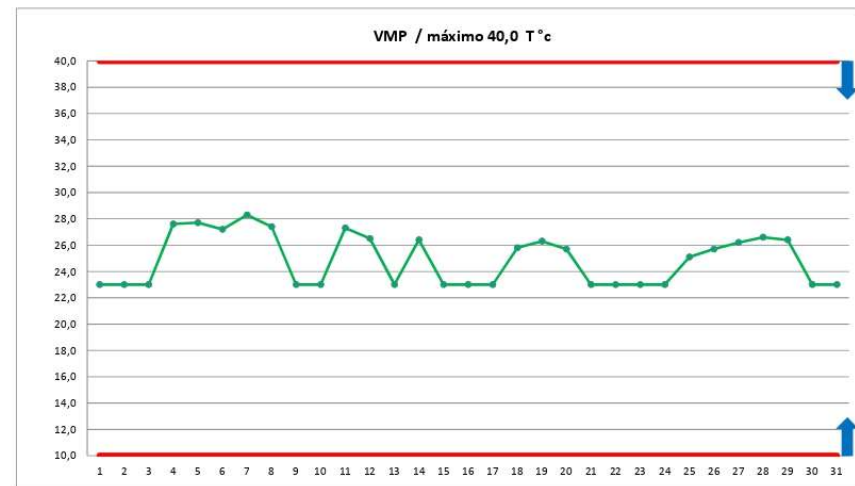


GRÁFICO: TURBIDEZ (NTU)

Média mensal: 34,33

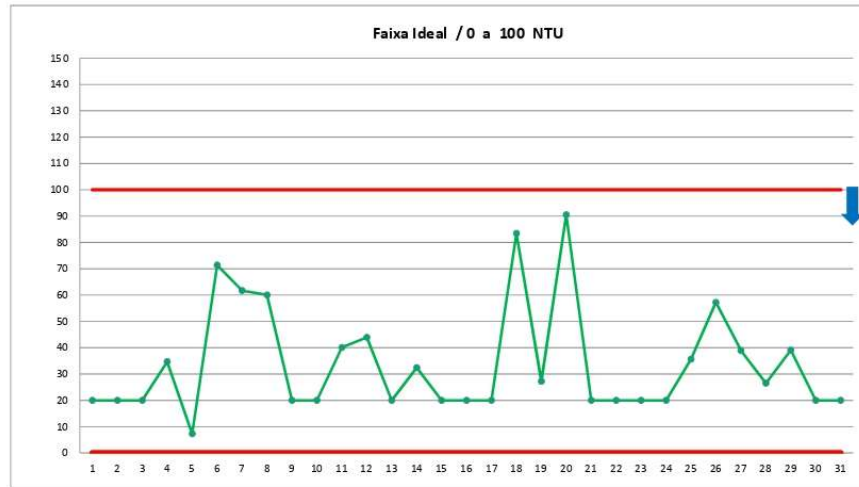


GRÁFICO: OXIGÊNIO DISSOLVIDO (O. D.)

Média mensal: 3,00

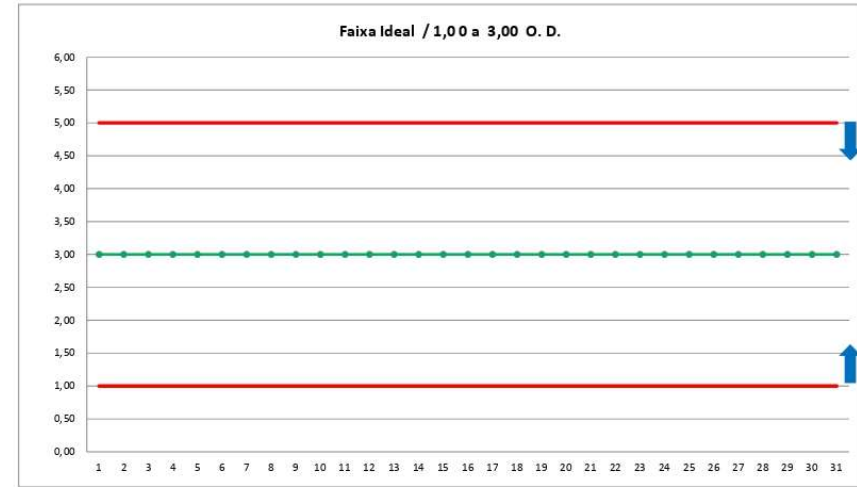
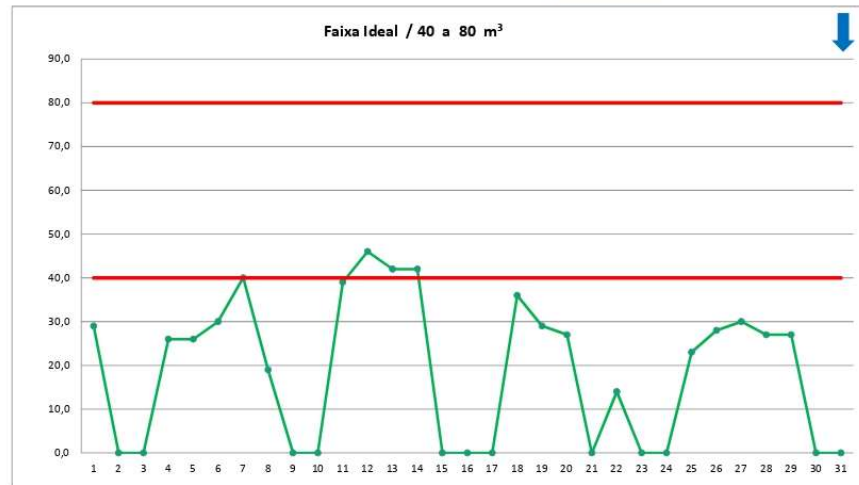


GRÁFICO: TOTAL DE EFLUENTE TRATADO (m³)

Total do mês: 580,00





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: REUSO MÊS: Abril ANO: 2022

Parâmetro	unid.	VMP	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
			SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	
TURNO: 07:00 às 17:00																																		
pH	n.a.	5 a 9	x	x	x	x	7,31	7,45	8,20	7,50	x	x	7,55	7,7	x	7,71	x	x	x	7,90	7,70	7,65	x	x	x	x	7,65	7,70	7,72	7,90	7,75			
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Temp.	°c	10 a 40	x	x	x	x	28,40	28,00	28,3	28,20	x	x	27,8	26,4	x	26,0	x	x	x	26,3	26,6	26,3	x	x	x	x	25,2	27,0	27,3	28,6	27,7			
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Turbidez	NTU	0 a 100	x	x	x	x	24,90	11,10	9,8	12,50	x	x	14,5	8,8	x	13,1	x	x	x	14,9	8,7	8,0	x	x	x	x	19,80	12,40	5,92	11,10	11,70			
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
O. D.	mg/L	1 a 5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Cloro livre	ppm	0,5 a 2	x	x	x	0,22	0,27	0,13	0,20	0,20			0,20	0,20	x		x	x	x	0,05			x	x	x	x			0,13	0,23				
V. inicial	m³	0 a 40	6199,8	6202,3	6202,3	6202,3	6208,7	6212,9	6218,2	6224,1	6227,1	6227,1	6232,7	6240,5	6249,1	6253,3	6253,3	6253,3	6253,3	6261,2	6264,9	6274,8	6274,8	6281,7	6281,7	6281,7	6293,9	6300,1	6305,9	6312,5	6317,9			
6202,3			6202,3	6202,3	6208,7	6212,9	6218,2	6224,1	6227,1	6227,1	6232,7	6240,5	6249,1	6253,3	6253,3	6253,3	6261,2	6264,9	6274,8	6281,7	6281,7	6281,7	6293,9	6300,1	6305,9	6312,5	6317,9							
Total de efluente tratado			2,5	0,0	0,0	6,4	4,2	5,3	5,9	3,0	0,0	0,0	5,6	7,8	8,6	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	3,7	9,9	0,0	6,9	0,0	0,0	12,2	6,2	5,8	6,6	5,4		
Técnico responsável			Walisson			Walisson	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio				Sérgio	Sérgio	Sérgio		Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: 7,35

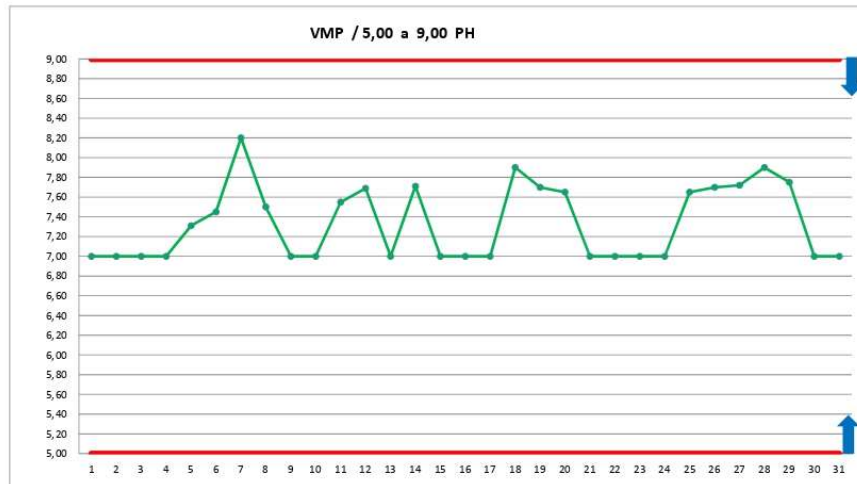
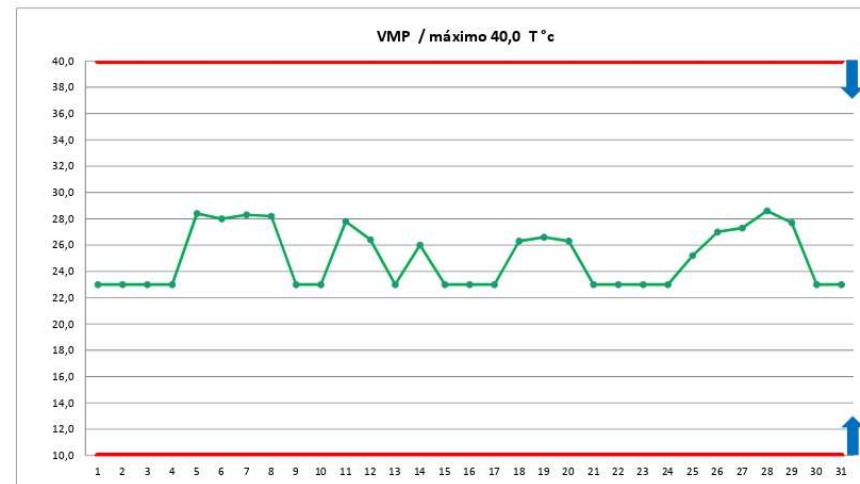


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 25,10





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: REUSO MÊS: Abril ANO: 2022

Parâmetro	unid.	VMP	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
			SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	
TURNO: 07:00 às 17:00																																		
pH	n.a.	5 a 9	x	x	x	x	7,31	7,45	8,20	7,50	x	x	7,55	7,7	x	7,71	x	x	x	7,90	7,70	7,65	x	x	x	x	7,65	7,70	7,72	7,90	7,75			
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Temp.	°c	10 a 40	x	x	x	x	28,40	28,00	28,3	28,20	x	x	27,8	26,4	x	26,0	x	x	x	26,3	26,6	26,3	x	x	x	x	25,2	27,0	27,3	28,6	27,7			
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Turbidez	NTU	0 a 100	x	x	x	x	24,90	11,10	9,8	12,50	x	x	14,5	8,8	x	13,1	x	x	x	14,9	8,7	8,0	x	x	x	x	19,80	12,40	5,92	11,10	11,70			
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
O. D.	mg/L	1 a 5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Cloro livre	ppm	0,5 a 2	x	x	x	0,22	0,27	0,13	0,20	0,20			0,20	0,20	x		x	x	x	0,05			x	x	x	x			0,13	0,23				
V. inicial	m³	0 a 40	6199,8	6202,3	6202,3	6202,3	6208,7	6212,9	6218,2	6224,1	6227,1	6227,1	6232,7	6240,5	6249,1	6253,3	6253,3	6253,3	6253,3	6261,2	6264,9	6274,8	6274,8	6281,7	6281,7	6281,7	6293,9	6300,1	6305,9	6312,5	6317,9			
6202,3			6202,3	6202,3	6208,7	6212,9	6218,2	6224,1	6227,1	6227,1	6232,7	6240,5	6249,1	6253,3	6253,3	6253,3	6261,2	6264,9	6274,8	6274,8	6281,7	6281,7	6281,7	6293,9	6300,1	6305,9	6312,5	6317,9						
Tótal de efluente tratado			2,5	0,0	0,0	6,4	4,2	5,3	5,9	3,0	0,0	0,0	5,6	7,8	8,6	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	3,7	9,9	0,0	6,9	0,0	0,0	12,2	6,2	5,8	6,6	5,4		
Técnico responsável			Walisson			Walisson	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio				Sérgio	Sérgio	Sérgio		Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: 7,35

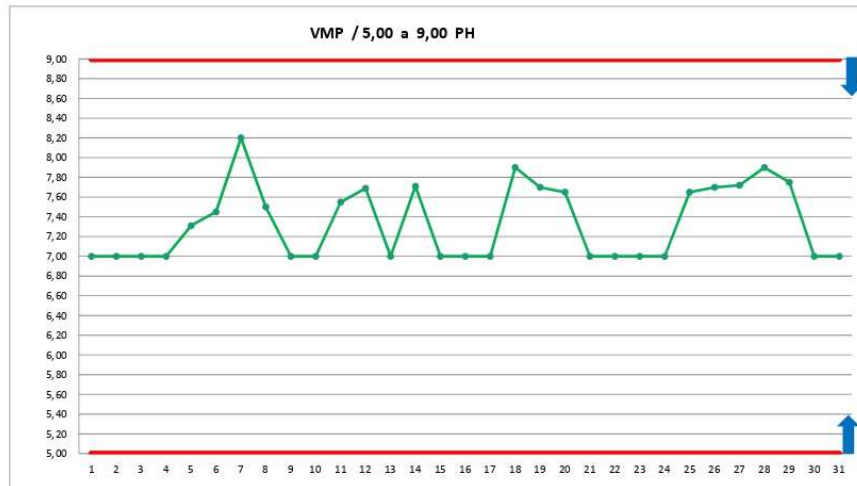


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 25,10

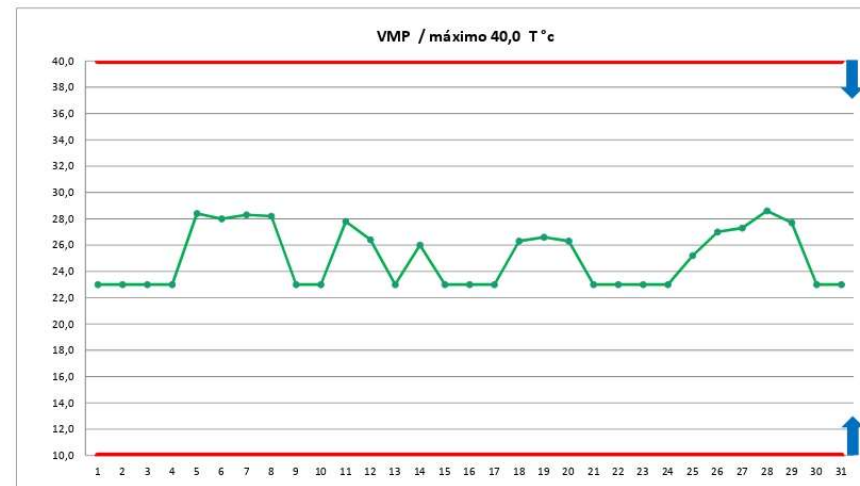


GRÁFICO: TURBIDEZ (NTU)

Média mensal: 16,24

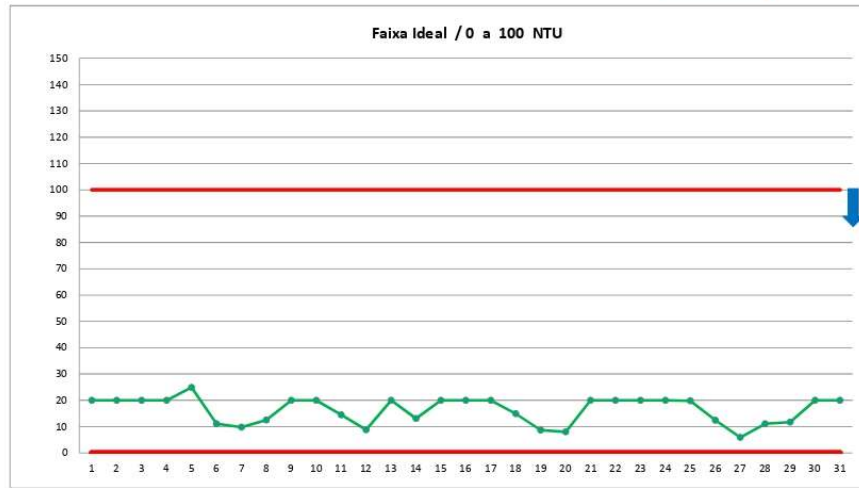


GRÁFICO: OXIGÊNIO DISSOLVIDO (O. D.)

Média mensal: 3,00

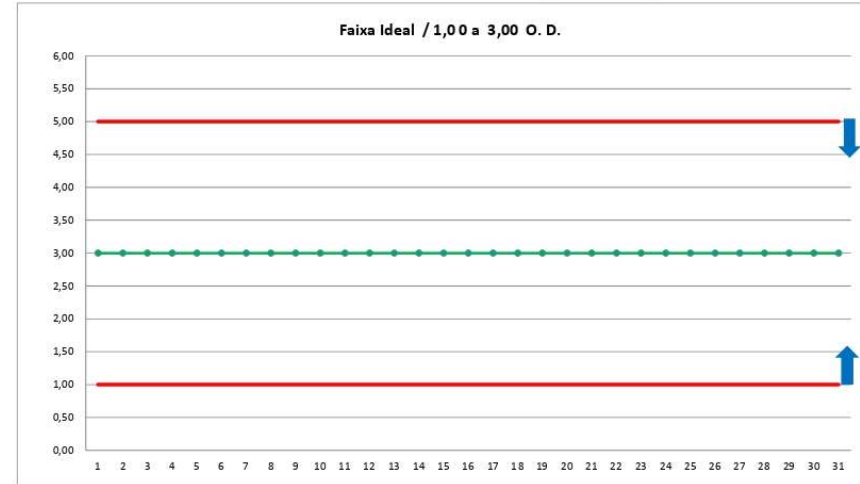


GRÁFICO: CLORO LIVRE (CL2)

Média mensal: 0,43

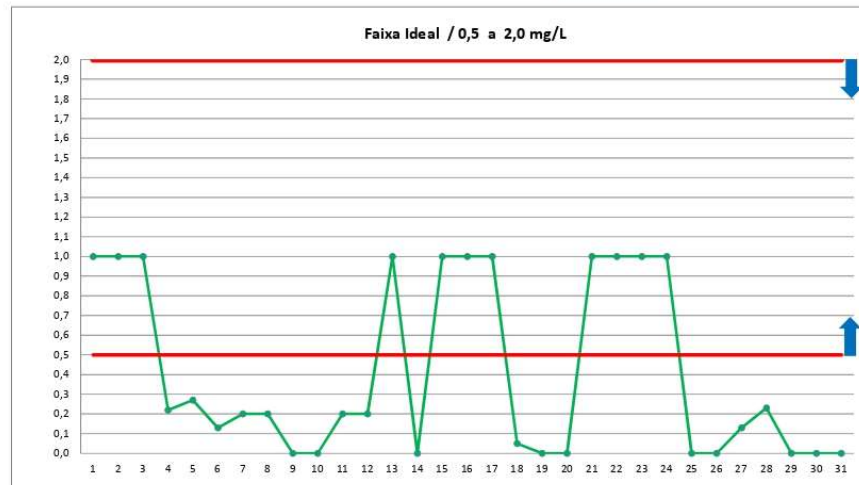
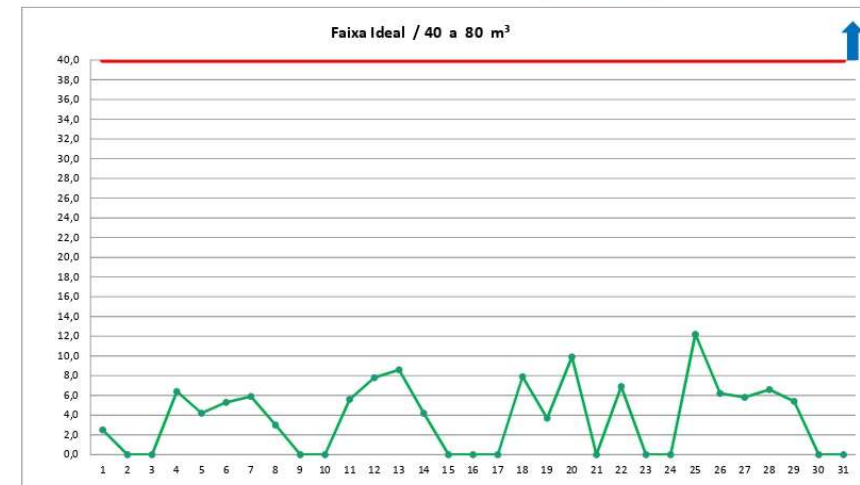


GRÁFICO: TOTAL DE REUTILIZAÇÃO (m³)

Total do mês: 118,10





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: **EQUALIZAÇÃO** MÊS: **MAIO** ANO: **2022**

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
			DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	
TURNO: 07:00 às 17:00																																		
pH	n.a.	7 a 9	x	8,84	x	7,85	x	x	x	x	8,44	x	x	x	8,3	x	x	7,85	8,35	7,74	9,40	x	x	x	8,25	8,15	8,87	x	7,95	x	x	8,30	x	
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Temp.	°c	10 a 40	x	25,4	x	25,3	x	x	x	x	24,70	x	x	x	25,3	x	x	23,9	23,1	22,10	20,10	x	x	x	20,0	20,0	20,6	x	20,1	x	x	21,60	x	
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
V. inicial	m³	25 a 50	16820,0	16820,0	16838,0	16838,0	16858,0	16858,0	16858,0	16858,0	16858,0	16878,0	16900,0	16900,0	16900,0	16920,0	16920,0	16920,0	16942,0	16964,0	16981,0	17001,0	17001,0	17001,0	17001,0	17001,0	17027,0	17046,0	17062,0	17062,0	17078,0	17078,0	17078,0	17100,0
V. final			16820,0	16838,0	16838,0	16858,0	16858,0	16858,0	16858,0	16878,0	16900,0	16900,0	16900,0	16920,0	16920,0	16920,0	16942,0	16964,0	16981,0	17001,0	17001,0	17001,0	17001,0	17027,0	17046,0	17062,0	17062,0	17078,0	17078,0	17078,0	17100,0	17122,0		
Total de efluente industrial			0,0	18,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	22,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	22,0	22,0	17,0	20,0	0,0	0,0	0,0	26,0	19,0	16,0	0,0	16,0	0,0	0,0	22,0	22,0	
Técnico responsável				Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio				Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio

GRÁFICO:

POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: **8,14**

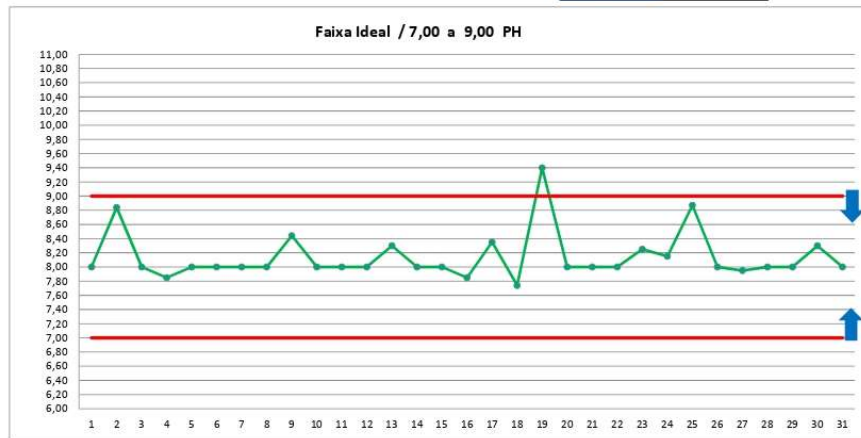
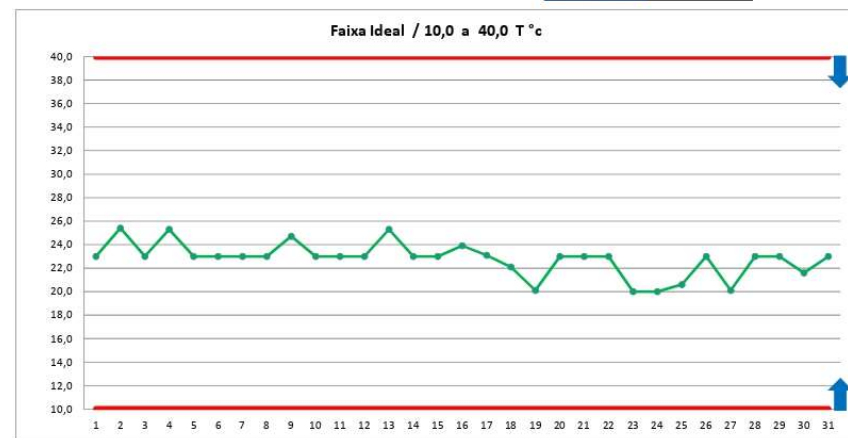
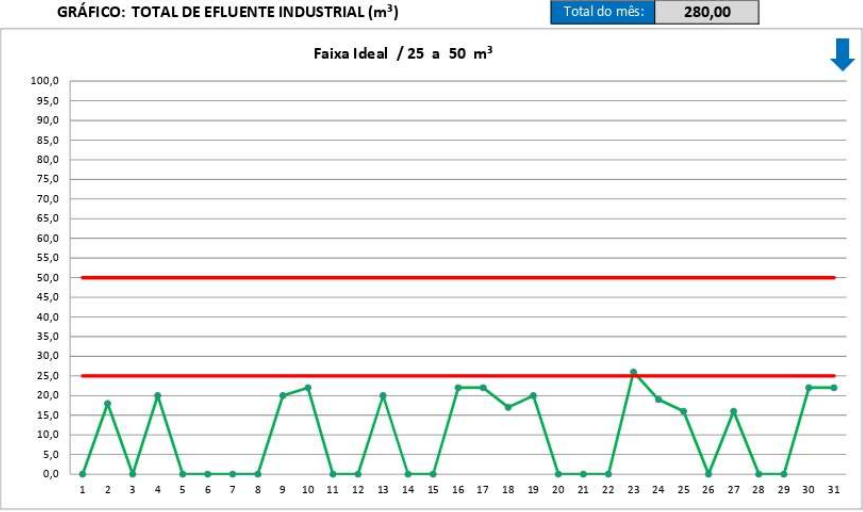


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: **22,77**







PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: COAGULAÇÃO MÊS: MAIO ANO: 2022

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER

TURNO: 07:00 às 17:00

pH	n.a.	6 a 8	x	7,17	x	6,58	x	x	x	x	7,02	x	x	x	7,2	x	x	7,3	6,44	6,30	7,25	x	x	x	7,03	6,78	7,21	x	7,40	x	x	7,43	x
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Temp.	°c	10 a 40	x	25,10	x	25,2	x	x	x	x	24,40	x	x	x	25,9	x	x	23,9	22,9	20,90	19,90	x	x	x	21,30	20,80	20,40	x	21,20	x	x	21,60	x
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Técnico responsável				Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: 7,00

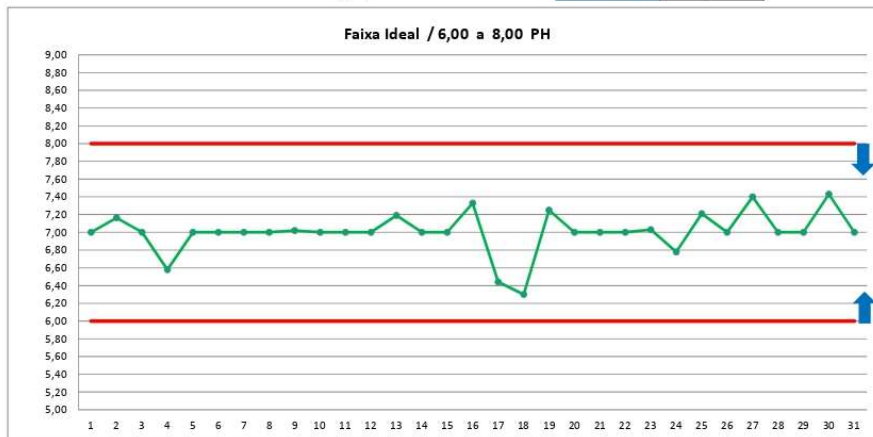
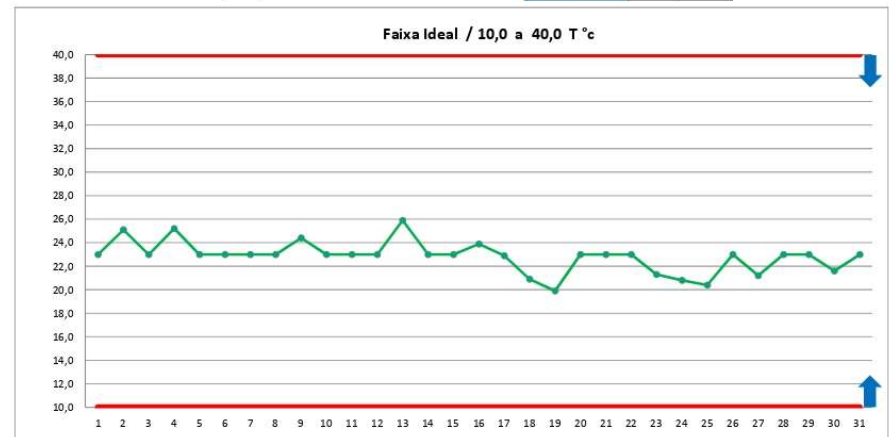


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 22,82





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: FLOCULAÇÃO MÊS: MAIO ANO: 2022

Parâmetro	unid.	Faixa Ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER
TURNO: 07:00 às 17:00																																	
pH	n.a.	6 a 8	x	7,31	x	6,62	x	x	x	x	7,24	x	x	x	7,3	x	x	7,5	6,70	6,71	8,81	x	x	x	7,30	6,81	7,22	x	7,15	x	x	7,46	x
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Temp.	°c	10 a 40	x	24,50	x	25,1	x	x	x	x	24,40	x	x	x	24,9	x	x	23,7	22,9	20,0	20,00	x	x	x	20,40	20,80	20,50	x	20,90	x	x	21,90	x
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Turbidez	NTU	0 a 100	x	14,90	x	4,3	x	x	x	x	36,00	x	x	x	x	x	x	77,7	7,1	7,24	16,90	x	x	x	11,10	36,50	75,10	x	21,30	x	x	99,90	x
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
O. D.	mg/L	1 a 3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Técnico responsável				Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: 7,10

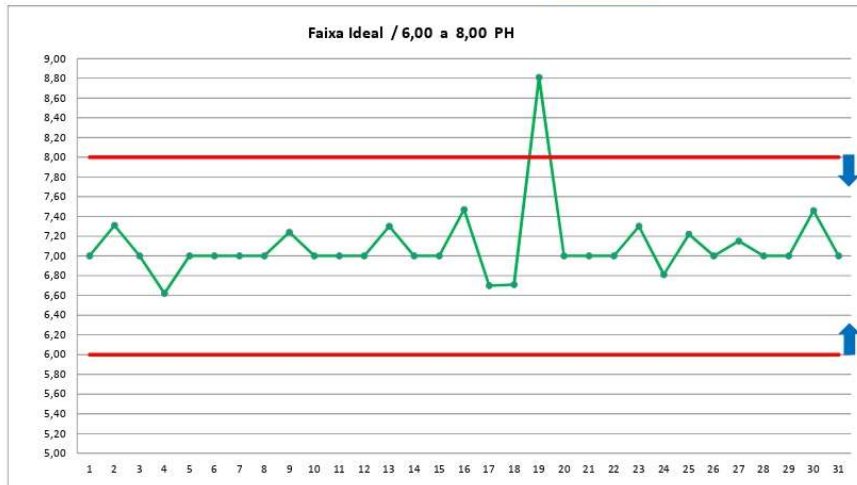


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 22,70

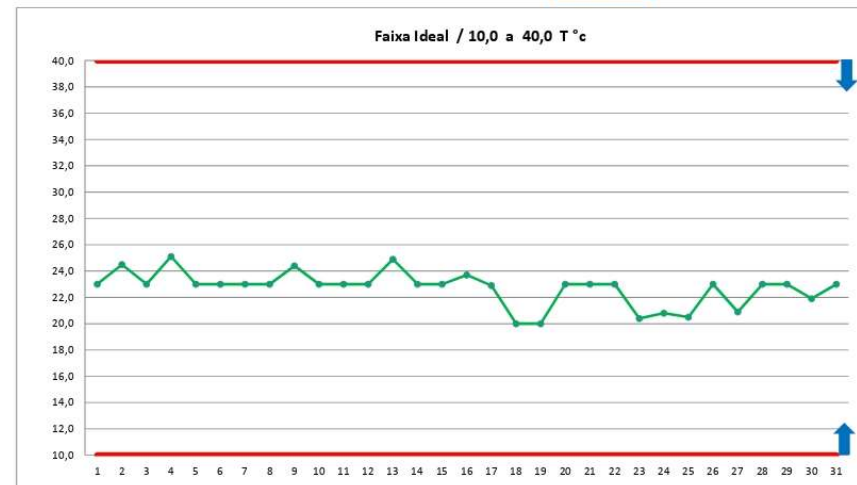


GRÁFICO: TURBIDEZ (NTU)

Média mensal: 25,60

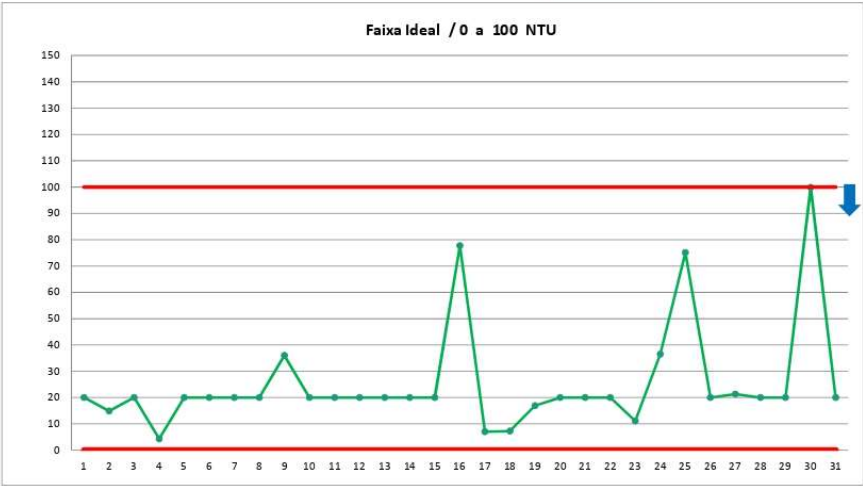
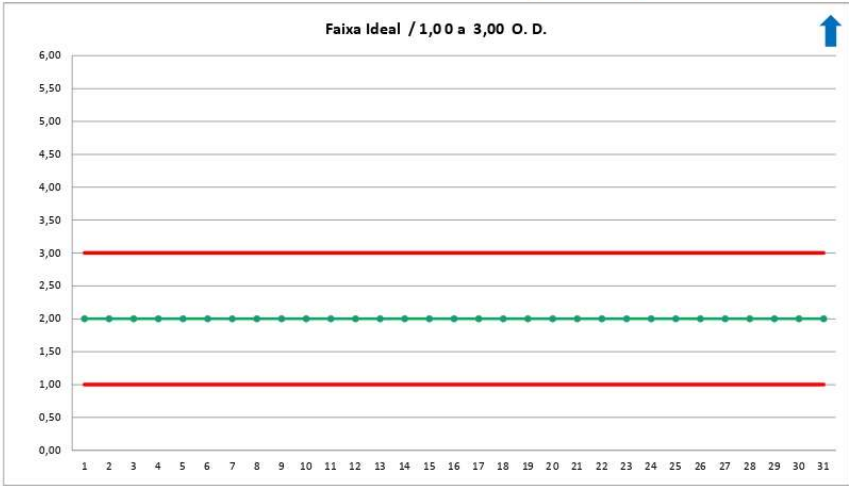


GRÁFICO: OXIGÊNIO DISSOLVIDO (O. D.)

Média mensal: 2,00





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: **SANITÁRIO** MÊS: **MAIO** ANO: **2022**

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER

TURNO: 07:00 às 17:00

pH	n.a.	6 a 8	x	8,15	x	8,09	8,15	x	x	x	8,01	x	x	x	8,3	x	x	8,5	8,72	8,39	8,81	x	x	x	8,21	8,67	8,85	x _y	8,90	x	x	8,55	x
Temp.	°c	15 a 30	x	27,5	x	26,4	25,50	x	x	x	25,5	x	x	x	26,0	x	x	24,5	23,4	21,3	20,70	x	x	x	21,8	22,4	21,7	x	21,0	x	x	23,30	x
Total de efluente sanitário			0,0	13,0	12,0	6,0	15,0	10,0	0,0	0,0	9,0	12,0	13,0	12,0	6,0	0,0	0,0	19,0	15,0	9,0	9,0	11,0	0,0	0,0	6,0	11,0	13,0	18,0	13,0	0,0	0,0	29,0	9,0
Técnico responsável				Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: **7,67**

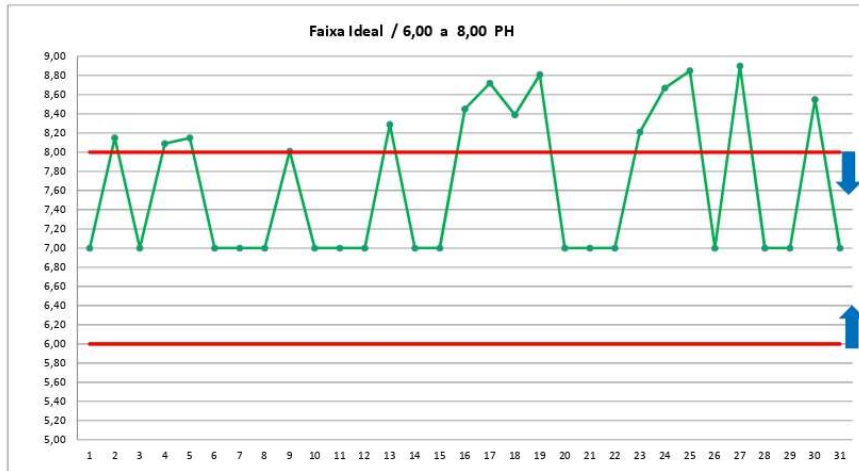


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: **23,30**

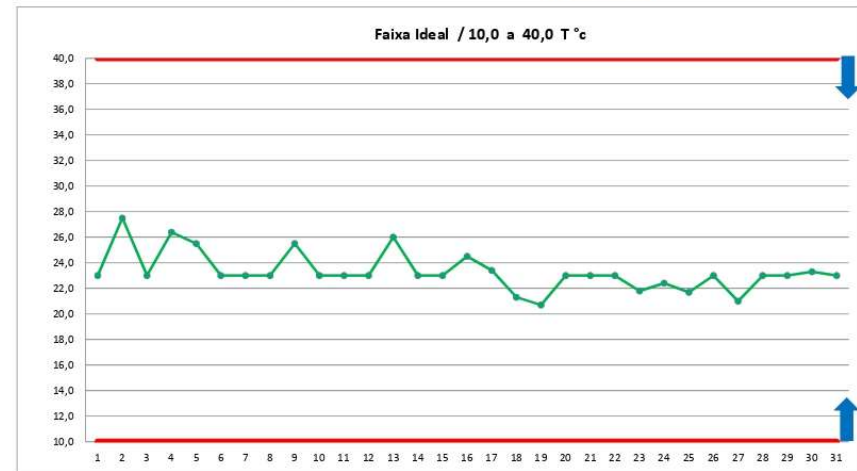
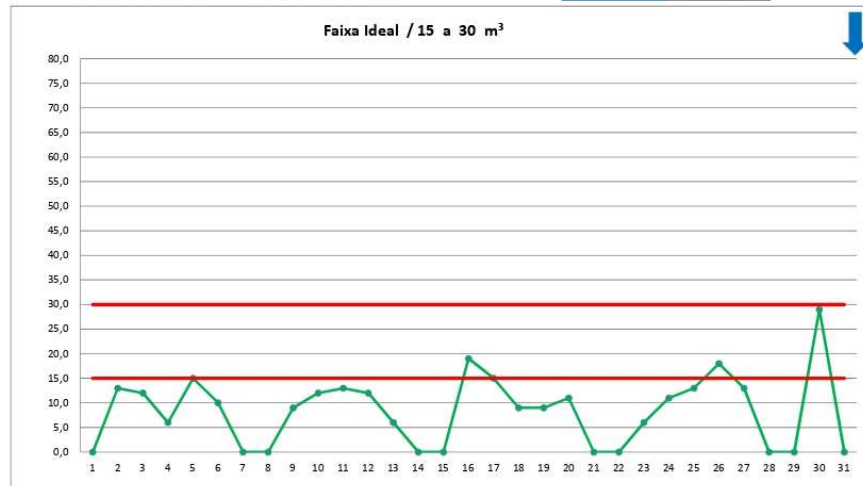


GRÁFICO: TOTAL DE EFLUENTE SANITÁRIO (m³)

Total do mês: 261,00





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: AERAÇÃO MÊS: MAIO ANO: 2022

Parâmetro	unid.	Faixa ideal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER

TURNO: 07:00 às 17:00

pH	n.a.	6 a 8	x	7,54	x	6,64	6,80	x	x	x	6,87	x	x	x	6,7	x	x	7,2	7,18	7,38	7,23	x	x	x	6,90	6,61	6,70	x	6,81	x	x	6,40	x
Temp.	°c	10 a 40	x	25,2	x	25,1	25,20	x	x	x	24,3	x	x	x	24,5	x	x	23,3	22,7	20,4	20,00	x	x	x	20,1	22,1	20,4	x	21,3	x	x	21,4	x
O. D.	mg/L	1 a 3	x	2,32	x	2,11	2,20	x	x	x	1,12	x	x	x	2,4	x	x	16,9	0,96	1,27	1,09	x	x	x	1,39	1,35	1,50	x	1,96	x	x	1,74	x
Vol. Lodo	ml/L	200 a 450	x	200	x	200	200	x	x	x	200	x	x	x	200	x	x	150	150	240	240	x	x	x	230	200	230	x	240	x	x	250	x
Técnico responsável			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio					Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: 6,96

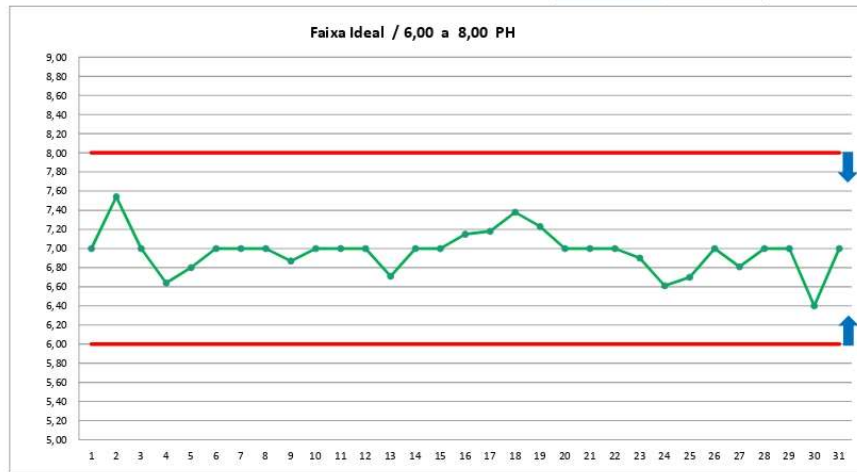


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 22,80

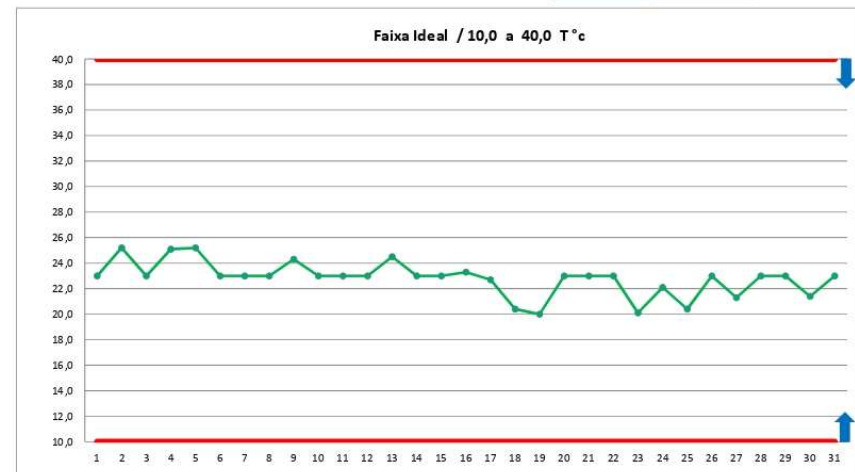


GRÁFICO: OXIGÊNIO DISSOLVIDO (O. D.)

Média mensal: 2,34

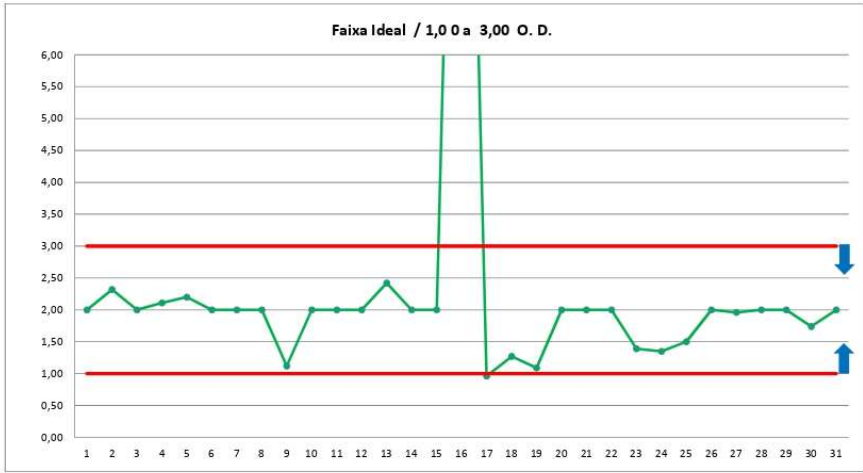
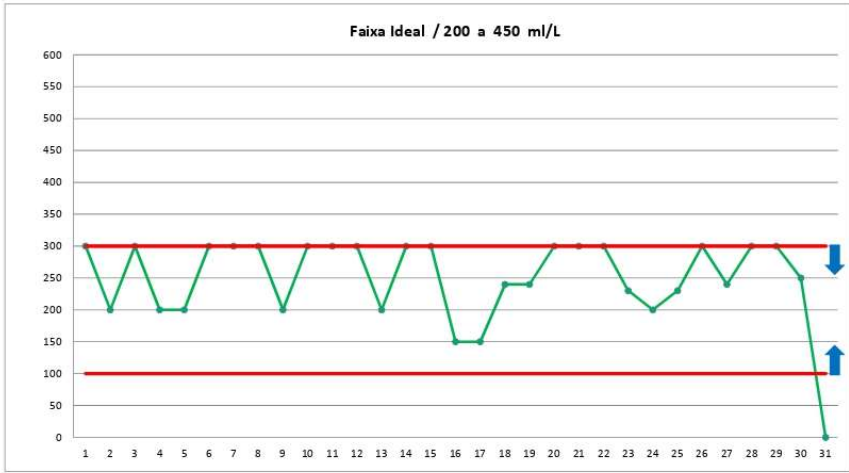


GRÁFICO: VOLUME DE LODO (ml/L)

Média mensal: 257,67





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: SAÍDA MÊS: MAIO ANO: 2022

Parâmetro	unid.	VMP	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
			DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	
TURNO: 07:00 às 17:00																																		
pH	n.a.	5 a 9	x	7,64	x	6,42	6,90	x	x	x	7,18	x	x	x	7,0	x	x	7,2	7,14	7,38	7,23	x	x	x	7,05	6,75	6,96	x	6,76	x	x	6,61	x	
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Média de pH			7,64		6,42	6,90				7,18				6,97			7,20	7,14	7,38	7,23				7,05	6,75	6,96		6,76			6,61			
Temp.	°c	10 a 40	x	26,0	x	25,6	25,40	x	x	x	24,70	x	x	x	25,9	x	x	23,6	23,0	20,4	20,00	x	x	x	22,1	23,1	21,1	x	20,0		x	x	23,2	x
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Média de T °C					25,6	25,4				24,7				25,9			23,6	23,0	20,4	20,0				22,1	23,1	21,1		20,0			23,2			
Turbidez	NTU	0 a 100	x	55,80	x	32,2	15,20	x	x	x	5,86	x	x	x	11,1	x	x	35,6	69,0	28,7	51,10	x	x	x	26,6	32,3	32,6	x	18,1	x	x	4,3	x	
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Média de NTU			55,8		32,2	15,2				5,9				11,1			35,6	69,0	28,7	51,1				26,6	32,3	32,6		18,1			4,3			
O. D.	mg/L	1 a 5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Média de O.D.																																		
V. inicial	m³	40 a 80	26134,0	26134,0	26165,0	26177,0	26203,0	26218,0	26228,0	26228,0	26257,0	26291,0	26304,0	26316,0	26342,0	26342,0	26383,0	26420,0	26446,0	26475,0	26486,0	26486,0	26486,0	26486,0	26518,0	26548,0	26577,0	26595,0	26624,0	26624,0	26624,0	26675,0		
V. final			26134,0	26165,0	26177,0	26203,0	26218,0	26228,0	26228,0	26257,0	26291,0	26304,0	26316,0	26342,0	26342,0	26383,0	26420,0	26446,0	26475,0	26486,0	26486,0	26486,0	26518,0	26548,0	26577,0	26595,0	26624,0	26624,0	26624,0	26675,0	26706,0			
Total de efluente tratado			0,0	31,0	12,0	26,0	15,0	10,0	0,0	0,0	29,0	34,0	13,0	12,0	26,0	0,0	0,0	41,0	37,0	26,0	29,0	11,0	0,0	0,0	32,0	30,0	29,0	18,0	29,0	0,0	0,0	51,0	31,0	
Técnico responsável				Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: 7,01

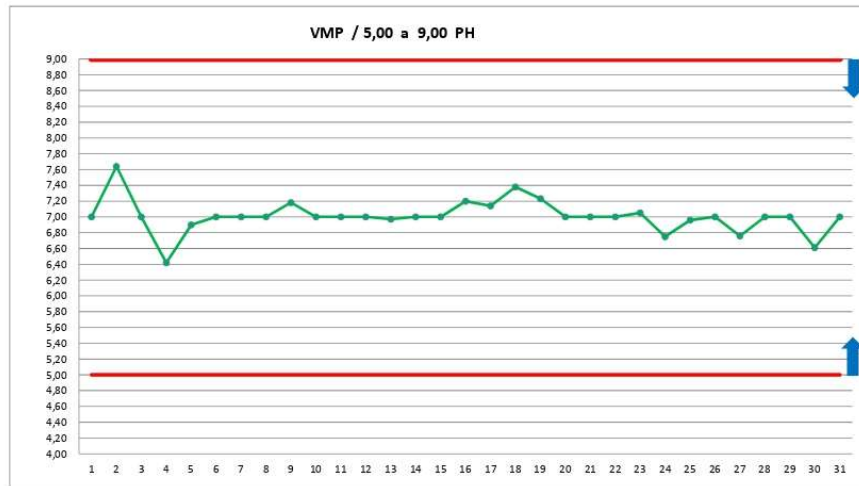


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 22,97

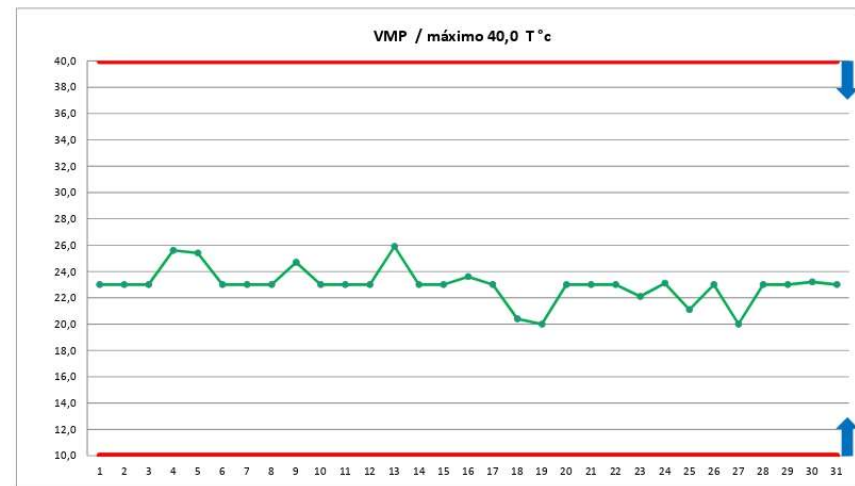


GRÁFICO: TURBIDEZ (NTU)

Média mensal: 24,61

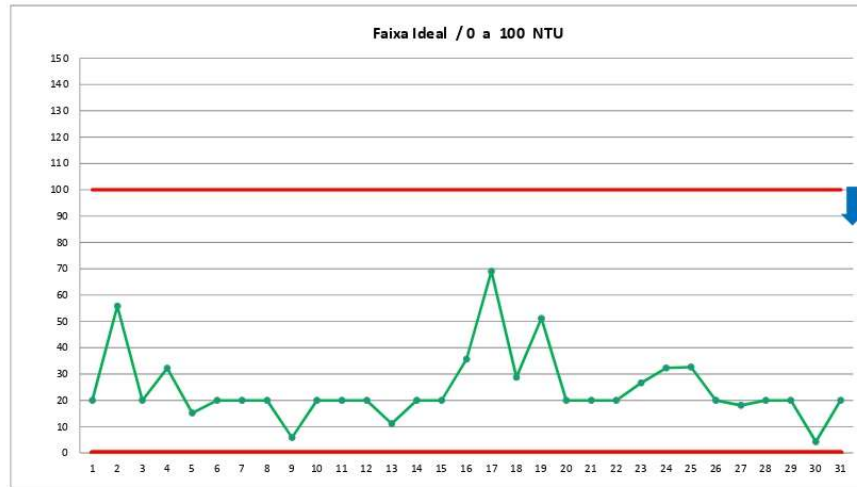


GRÁFICO: OXIGÊNIO DISSOLVIDO (O. D.)

Média mensal: 3,00

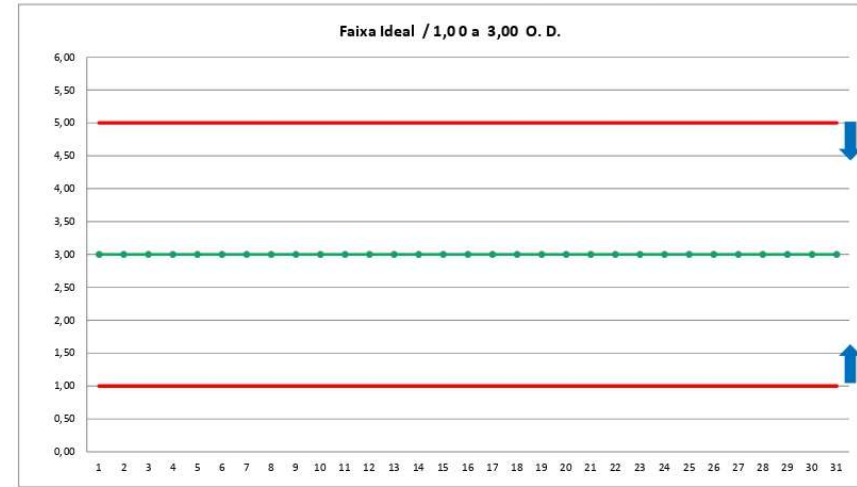
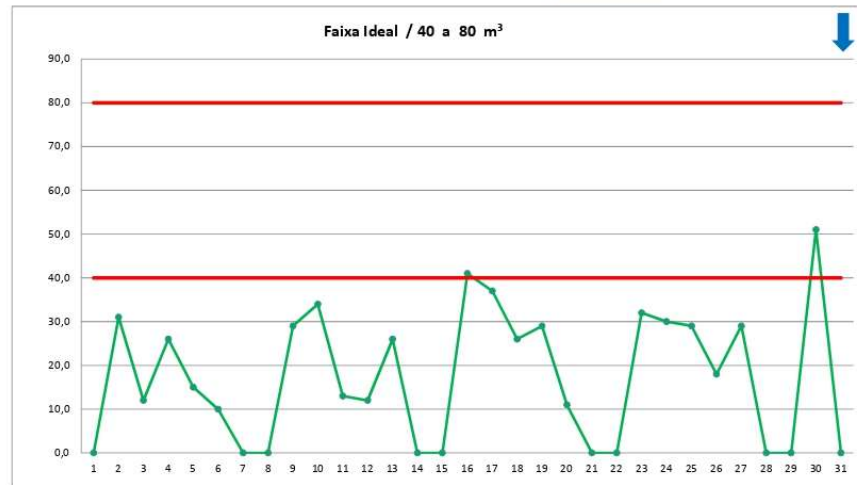


GRÁFICO: TOTAL DE EFLUENTE TRATADO (m³)

Total do mês: 541,00





PLANILHA DE ANÁLISES DIÁRIAS

PONTO: REUSO MÊS: MAIO ANO: 2022

Parâmetro	unid.	VMP	01 DOM	02 SEG	03 TER	04 QUA	05 QUI	06 SEX	07 SÁB	08 DOM	09 SEG	10 TER	11 QUA	12 QUI	13 SEX	14 SÁB	15 DOM	16 SEG	17 TER	18 QUA	19 QUI	20 SEX	21 SÁB	22 DOM	23 SEG	24 TER	25 QUA	26 QUI	27 SEX	28 SÁB	29 DOM	30 SEG	31 TER
TURNO: 07:00 às 17:00																																	
pH	n.a.	5 a 9	x	7,71	x	6,30	7,95	x	x	x	7,45	x	x	x	7,0	x	x	7,74	7,19	7,85	7,45	x	x	x	7,25	6,85	7,50	x	7,80	x	x	7,25	x
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Temp.	°c	10 a 40	x	27,3	x	25,0	24,50	x	x	x	25,3	x	x	x	24,9	x	x	24,7	23,9	21,4	20,70	x	x	x	23,6	25,5	22,9	x	21,3	x	x	26,00	x
			x	x	x	x	z	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x
Turbidez	NTU	0 a 100	x	14,60	x	6,8	13,20	x	x	x	12,00	x	x	x	22,2	x	x	16,60	17,60	13,7	12,90	x	x	x	10,80	17,50	6,99	x	17,30	x	x	11,60	x
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
O. D.	mg/L	1 a 5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,22	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cloro livre	ppm	0,5 a 2	x		x	0,68	0,79	x	x	x		x	x	0,43	0,43			1,22	0,16	x	0,23				1,20	0,40	0,20	x	1,01	x	x	0,85	x
V. inicial	m³	0 a 40	6317,9	6317,9	6325,8	6328,4	6336,7	6344,9	6348,8	6348,8	6348,8	6354,3	6363,4	6374,0	6387,8	6396,8	6396,8	6396,8	6405,3	6412,1	6418,3	6429,4	6438,1	6438,1	6438,1	6452,5	6458,9	6471,6	6487,8	6498,1	6498,1	6498,1	6508,7
V. final			6317,9	6325,8	6328,4	6336,7	6344,9	6348,8	6348,8	6354,3	6363,4	6374,0	6387,8	6396,8	6396,8	6396,8	6405,3	6412,1	6418,3	6429,4	6438,1	6438,1	6438,1	6452,5	6458,9	6471,6	6487,8	6498,1	6498,1	6498,1	6508,7	6519,4	
Total de efluente tratado			0,0	7,9	2,6	8,3	8,2	3,9	0,0	0,0	5,5	9,1	10,6	13,8	9,0	0,0	0,0	8,5	6,8	6,2	11,1	8,7	0,0	0,0	14,4	6,4	12,7	16,2	10,3	0,0	0,0	10,6	10,7
Técnico responsável			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio	Sérgio			Sérgio		

GRÁFICO: POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH)

Média mensal: 7,18

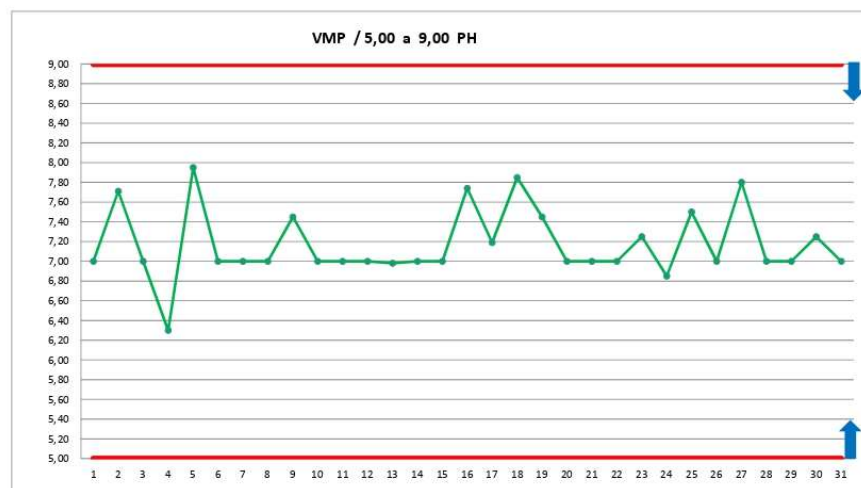


GRÁFICO: TEMPERATURA (T°C)

Média mensal: 23,50

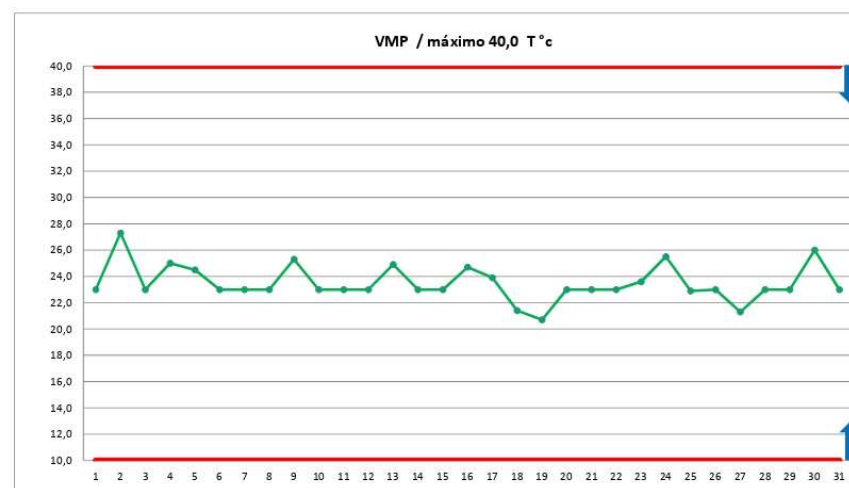


GRÁFICO: TURBIDEZ (NTU)

Média mensal: 17,13

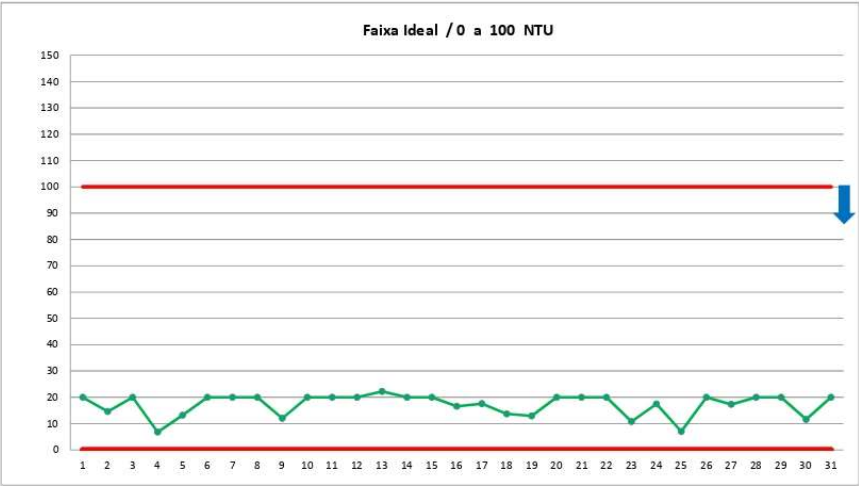


GRÁFICO: OXIGÊNIO DISSOLVIDO (O. D.)

Média mensal: 2,94



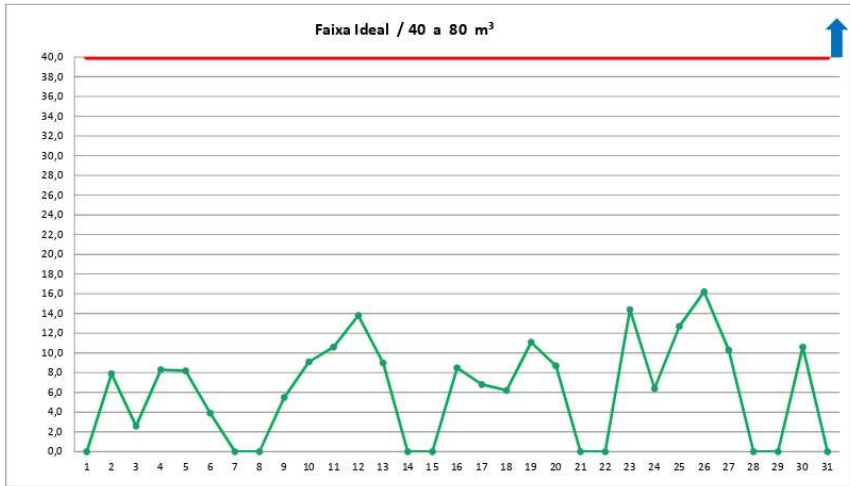
GRÁFICO: CLORO LIVRE (CL2)

Média mensal: 0,62



GRÁFICO: TOTAL DE REUTILIZAÇÃO (m³)

Total do mês: 190,80



APÊNDICE A

PROGRAMAÇÃO NA PLATAFORMA DO ARDUINO

Para realizar os comandos da automação, foi desenvolvida uma programação em linguagem C, na plataforma do Arduino. A programação foi realizada linha a linha, dando os comandos de acordo com a necessidade do funcionamento dos sensores de pH e temperatura, utilizando fórmulas matemáticas. No final do esboço é utilizado o comando (loop) para que possa repetir a leitura da primeira linha até o final dos comandos (programação do Arduino).

Programação do Arduino para execução das análises da temperatura e pH, com as informações de cada comando por linha, sendo autoexplicativo.

```
//
```

```
#include <Thermistor.h> //Inclusão da biblioteca sensor de temperatura.
```

```
#include <LiquidCrystal.h> //Inclusão da biblioteca do display de cristal líquido.
```

```
LiquidCrystal lcd(2,3,4,6,7,8,9); // inicializar a biblioteca com os números dos pinos de interface.
```

```
Thermistor temp(2); //Variável do tipo thermistor, indicando o pino analógico (A2) em que o termistor está conectado.
```

```
float valorSensor; //Criar variável do tipo float: armazena números com ponto flutuante (reais) com precisão simples.
```

```
float tensaoSaida; //Criar variável do tipo float: armazena números com ponto flutuante (reais) com precisão simples.
```

```
float temperaturaC; //Criar variável do tipo float: armazena números com ponto flutuante (reais) com precisão simples.
```

```
int pHSense = A0; //Criar variável do tipo inteiro que recebe o valor do pino A0.
```

```
int samples = 10; //Criar variável do tipo inteiro que recebe o valor do pino 10.
```

```
float adc_resolution = 1024.0; //Criar variável do tipo float: armazena números com ponto flutuante (reais) com precisão simples e determina a resolução da leitura.
```

void setup() //É uma função que é executada apenas quando começa o programa e serve para configurar os pinos da placa e começar a comunicação serial com um computador.

```
{
```

Serial.begin(9600); //inicializar a serial. A função Serial. begin() precisa de um parâmetro relacionado com a taxa de transmissão 9600 neste caso.

delay(1000); //aguarda de 1 segundo para estabelecer a comunicação.

lcd.begin(16,2); //Define o número de colunas e linhas do LCD.

Serial.begin(9600); //Inicializar a séria. A função Serial. begin() precisa de um parâmetro relacionado com a taxa de transmissão 9600 neste caso.

delay(100); // Aguarda 0,1 segundo.

Serial.println(pHSense); //Escreve o valor do pHSense na porta serial.

```
}
```

float ph (float voltage) // Leitura e tratamento dos dados para cálculo de pH.

```
{
```

return 7 + ((2.5 - voltage) / 0.18); // Retornar o valor do pH.

```
}
```

void loop() //É uma função que executa os comandos que são colocados nela infinitamente.

```
{
```

float temperature = temp.getTemp(); //Variável do tipo float que recebe o valor de temperatura calculado pela biblioteca.

int measurings=0; //Atribuir o valor de zero a variável measurings.

```
{
```

measurings += analogRead(pHSense); //Operação para obter valor do pH.

delay(10); //Aguarda 10 milissegundos

```

}

float voltage = 5 / adc_resolution * measurings; //Operação que trata o sinal de
entrada e retorna o valor do PH.

Serial.print("\n\n leitura PH: "); //Escrever na porta serial.

Serial.print(ph(voltage)); //Escrever o valor do Ph na porta serial.

Serial.print("\t temperatura: °C "); //Escrever na porta serial.

Serial.print(temperature); //Escrever o valor da temperatura na porta serial.

digitalWrite (11,HIGH); //Determina o valor do pino 11 em alto "1".

lcd.clear(); //Limpa a tela do lcd.

lcd.begin(16,2); //Imprime no lcd.

lcd.setCursor(4,0); //Posiciona o cursor na coluna 4, linha 0 do LCD.

lcd.print("PH= "); //Imprime no lcd.

lcd.print(ph(voltage)); //Imprimir no lcd.

lcd.setCursor(1,1); //Posiciona o cursor na coluna 1, linha 1.

lcd.print("Temp.= "); //Imprime no lcd

lcd.print(temperature); //Imprimir no lcd a temperatura medida.

lcd.print(" "); //Imprime espaço no lcd.

lcd.write(B11011111); //Mostra o simbolo do grau formado pelo array.

lcd.print("C"); //Imprimir no lcd.

delay(7000); //Aguarda 7 segundos.

}

```

APÊNDICE B

PRODUTO TECNICO TECNOLOGICO

A programação demonstrada no apêndice A, foi registrado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, expediu o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de 30/11/2022, em conformidade com o §2º, art. 2º da Lei 9.609, de 19 de fevereiro de 1998.

Para a realização do certificado, é gerado um resumo digital hash: 390956ad2820870ded9bc48f5a1fc807865f9ff15d2614af6ac4ebee6e8545054613bdeed6383757ca6d28d5864c4f981788bd164a31d96daa7a15da7d3dc4bb da programação do supracitada, o qual é encaminhando para o INPI.

No formulário de descrição do produto técnico / tecnológico, tem o objetivo de classificar o projeto desenvolvido no mestrado profissional de forma que se encaixe nos quesitos da Capes.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
 CAMPUS BAMBUÍ
NÚCLEO DE CONTROLE E REGISTRO ACADÊMICO DA PÓS-GRADUAÇÃO
 FAZENDA VARGINHA – KM 05 – ROD. BAMBUÍ/ MEDEIROS – CAIXA POSTAL: 05 BAMBUÍ-MG CEP 38900-000

ANEXO III – DAS NORMAS DE DEFESA – RESOLUÇÃO 02, DE 23/05/2022

Formulário de descrição do(s) Produto(s) Técnico(s)/Tecnológico(s)

Cada PTT produzido pelo discente deverá ser acompanhado de uma ficha técnica de descrição do PTT, conforme apresentado abaixo. Cada formulário dos PTT's devem ser enviados para o e-mail mestrado.sustentabilidade@ifmg.edu.br.

Título do Produto Técnico/Tecnológico:
--

Programação na plataforma Arduino, para realização de ensaios com sensor de pH e temperatura
--

Nome do(s) autor(es) e participação no PPG (docente, discente, egresso, colaborador externo)
--

Tiago Lucas Ferreira

Orientador(a):

Neimar de Freitas Duarte

Coorientador(a) (se houver):

Vivienne Denise Falcão

Classificação quanto ao subtipo do PTT (segundo Capes)*
() Carta, mapa ou similar
() Curso de Formação Profissional
() Empresa ou Organização Social Inovadora
() Manual/Protocolo/Procedimento Operacional Padrão (POP)
() Material Didático
() Patente depositada, concedida ou licenciada
() Produto Bibliográfico Técnico/tecnológico
() Processo/Tecnologia e Produto/Material não patenteável
(X) Software ou Aplicativo
() Tecnologia Social

*Essa seleção de PTT's poderá sofrer mudanças de acordo com os critérios de seleção pontuados pela Capes na Área de Avaliação.

1. APRESENTAÇÃO

O produto tecnológico elaborado junto com a dissertação do mestrado profissional sustentabilidade e tecnologia ambiental, foi realizado Registro de Programação de Computador, processo nº: BR512022002810-7, programação na plataforma Arduino, para realização de ensaios com sensor de pH e temperatura. Pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial

A programação de *software*, encontrada em apêndice da dissertação, foi desenvolvida na plataforma Arduino, usando a linguagem C++, o qual é de código aberto e fácil acesso, pelo o link: <https://www.arduino.cc/>, criado pelo professor Massimo Banzi na Itália, para ilustrar a programação de computador e ser aplicada em projetos de automação e robótica.

A finalidade da programação do software é desenvolvida para controlar os sensores com Arduino, sendo equipamento com a viabilidade de quatro vezes mais barata que o pHmetro de bancada, tendo uma precisão mais que 99%, podendo ser utilizado *in loco* e realizar a leitura em tempo real.

2. OBJETIVO(S)

Objetivo da Pesquisa

- ☐ Experimental
- ☒ Solução de um problema previamente identificado
- ☐ Sem foco de aplicação inicialmente definido

Demanda

- ☒ Espontânea
- ☐ Contratada
- ☐ Por concorrência

3. CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO TÉCNICO/TECNOLÓGICO (PTT)

Inserir brevemente, explicações acerca dos elementos informativos abaixo:

3.1 Complexidade, vantagens, limitações e nível de complexidade (alta, média, baixa)

Complexidade, limitação e nível de complexidade: média, tem que ter uma noção de computação.

Vantagem: alta, uma vez que tem uma precisão de 99% e ser economicamente mais viável.

3.2 A qual linha de pesquisa do MPSTA o produto atende?

Planejamento e gestão de recursos hídricos.

3.3 Qual o projeto de pesquisa o ptt pode ser vinculado?

Tecnologia ambiental.

3.4 Qual o caráter inovador?

- ☐ **Alto** - Desenvolvimento com base em conhecimento inédito
- ☒ **Médio** - Combinação de conhecimentos pré-estabelecidos
- ☐ **Baixo** - Adaptação de conhecimento existente
- ☐ Sem inovação aparente

3.5 Para qual público-alvo (situação) ele é indicado? o que ele visa oferecer a este público?

O público indicado são indústrias, empresas e instituições de ensino, que tem um tratamento de efluente e precisão de realizar análises de pH e temperatura, podendo realizar os ensaios *in loco*, com a confiabilidade de 99% e baixo custo.

3.6 Abrangência territorial

Podendo abranger campo nacional e internacional, uma vez que a dissertação está disponível na biblioteca virtual do IFMG, onde está o passo a passo da montagem dos sensores com Arduino e a programação do *software*.

3.7 Quando/onde ele poderá ou deverá ser utilizado? Caracterize se seu uso será potencial ou imediato/real.

Ele deverá ser carregado na plataforma Arduino para que possa realizar análises de água e efluentes. Com característica de uso imediato.

4. IMPACTO

4.1 Qual a área impactada pela produção?

- ☒ (X) Ambiental
- ☐ () Social
- ☐ () Econômica
- ☐ () Saúde
- ☐ () Ensino
- ☐ () Cultural
- ☐ () Científica
- ☐ () Aprendizagem

4.2 Qual o setor da sociedade beneficiado pelo impacto? (escolha uma das opções abaixo)

- ☐ () Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura
- ☐ () Indústrias de transformação
- ☒ (X) Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação
- ☐ () Construção
- ☐ () Comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas

- ☐ Transporte, armazenamento e correio
- ☐ Alojamento e alimentação
- ☐ Informação e comunicação
- ☐ Atividade financeiras, de seguros e serviços relacionados
- ☐ Atividades imobiliárias
- ☐ Atividades profissionais, científicas e técnicas
- ☐ Atividades administrativas e serviços complementares
- ☐ Administração pública, defesa e seguridade social
- ☐ Educação
- ☐ Saúde humana e serviços sociais
- ☐ Artes, cultura, esporte e recreação
- ☐ Outras atividades de serviços
- ☐ Serviços domésticos
- ☐ Organismos internacionais e outras instituições extraterritoriais
- ☐ Indústrias extrativas
- ☐ Eletricidade e gás

4.3 Qual o tipo de impacto?

- ☒ Real
- ☐ Potencial

Apresente justificativas para sua indicação.

O produto tecnológico tem um impacto real, uma vez que possibilita realizar ensaios em amostras, de forma que irá tomar decisões antes do descarte no curso d'água e é economicamente mais barato que o pHmetro de bancada.

4.4 Qual o nível do impacto (alto, médio, baixo)?

- ☒ Alto
- ☐ Médio
- ☐ Baixo

4.5 Descrição do impacto (justificar a escolha da área mais impactada)

O produto tecnológico, tem um impacto direto e real na análise de pH e temperatura, uma vez que as leituras encontradas no Arduino, ira demonstra os resultados da análise do efluente, assim poderá ser tomado as medidas para a correção do pH e temperatura conforme os parâmetros do Copam/CERH-MG nº 01/2008.

4.6 Qual o estágio da tecnologia

- () Piloto/protótipo
 (X) Finalizado/implantado
 () Em teste

5. Informe se possui registro

- () ISBN:
 () INPI:
 () DOI:
 (X) Outro: INPI: processo nº: BR512022002810-7

Observação: Para a familiarização com os conceitos de aplicabilidade, complexidade e caráter inovador, você deverá consultar o documento oferecido pela Capes e que se encontra disponível no link abaixo:

<https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/10062019-producao-tecnica-pdf>

<https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/2020-01-03-relatorio-gt-impacto-e-relevancia-economica-e-social-pdf>

<https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/2020-01-03-relatorio-gt-inovacao-e-transferencia-de-conhecimento-pdf>

*Setores da sociedade definidas na lista CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas) - Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura; Indústrias Extrativas; Indústrias de Transformação; Eletricidade e Gás; Água, Esgoto, Atividades de Gestão de Resíduos e Descontaminação; Construção; Comércio, Reparação de Veículos Automotores e Motocicletas; Transporte, Armazenagem e Correio; Alojamento e Alimentação; Informação e Comunicação; Atividades Financeiras, de Seguros e Serviços Relacionados; Atividades Imobiliárias; Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas; Atividades

Administrativas e Serviços Complementares; Administração Pública, Defesa e Segurança Social; Educação; Saúde Humana e Serviços Sociais; Artes, Cultura, Esporte e Recreação; Outras Atividades de Serviços; Serviços Domésticos; e Organismos Internacionais e Outras Instituições Extraterritoriais.

6. PRODUTO TÉCNICO/TECNOLÓGICO

Após a descrição da ficha técnica do PTT, inclua em seguida o mesmo, acompanhado da documentação que comprova a sua existência (*prints* das telas, documento de submissão da patente, *link* de acesso, etc), parcerias, instituições financiadoras, divulgação na mídia, etc.

Em: ____/____/____

Mestrando: _____

Prof. Orientador: _____



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DA ECONOMIA

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS DE CIRCUITOS INTEGRADOS

Certificado de Registro de Programa de Computador

Processo Nº: **BR512022002810-7**

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial expede o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de 05/10/2022, em conformidade com o §2º, art. 2º da Lei 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998.

Título: Programação na plataforma Arduino, para realização de ensaios com sensor de pH e temperatura

Data de publicação: 05/10/2022

Data de criação: 09/09/2022

Titular(es): TIAGO LUCAS FERREIRA

Autor(es): TIAGO LUCAS FERREIRA

Linguagem: C++

Campo de aplicação: FQ-16; IN-02; MT-04

Tipo de programa: AT-01; LG-01; TI-03

Algoritmo hash: SHA-512

Resumo digital hash:

f400cb9971cc69c011cea844bf0d918db6b84e2d5bc081d68585ccf73ab1d976df102c2f4ed6346d40110dc6bbbfbf9d1f9c9b0d4c1562d401dbf07d23066826

Derivação autorizada: Sim, Biblioteca Arduino - <https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/>

Expedido em: 18/10/2022

Aprovado por:

Carlos Alexandre Fernandes Silva

Chefe da DIPTO