



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - PPGESA

PLATAFORMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS NO MUNICÍPIO DE BELÉM/PA

DISCENTE: DANIELLE PINTO SARAIVA

ORIENTADOR PROF.DR NEYSON MARTINS MENDONÇA

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

BELÉM (2023)





UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E
AMBIENTAL
MESTRADO PROFISSIONAL

DANIELLE PINTO SARAIVA

**PLATAFORMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS
RESIDUÁRIAS NO MUNICÍPIO DE BELÉM/PA**

BELÉM
2023



DANIELLE PINTO SARAIVA

**PLATAFORMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS
RESIDUÁRIAS NO MUNICÍPIO DE BELÉM/PA**

Produto Bibliográfico apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental – PPGESA, do Campus de Belém, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientador(a): Dr. Neyson Martins Mendonça

BELÉM
2023



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

P659p Pinto Saraiva, Danielle.
PLATAFORMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE
DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS NO MUNICÍPIO DE BELÉM/PA /
Danielle Pinto Saraiva. — 2023.
65 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Neyson Martins Mendonça
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Sanitária e Ambiental, Belém, 2023.

1. Plataforma digital. 2. monitoramento ambiental. 3.
controle de dados. I. Título.

CDD 600



DANIELLE PINTO SARAIVA

PTT (PRODUTO BIBLIOGRÁFICO) APRESENTADO AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL – MESTRADO PROFISSIONAL (PPGESA/ITEC) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL.

Data da avaliação: 14/08/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Neyson Martins Mendonça, Dr. em Hidráulica e Saneamento
(PPGESA/ITEC/UFPA - Orientador)

Prof. José Galizia Tundisi Dr. Em Ciências Botânicas
(PPGRN-UFSCAR- Membro)

Prof. Augusto Cesar Fonseca Saraiva, Dr. em Engenharia Elétrica
(Environ – Membro)

BELÉM

2023



Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por permitir percorrer este caminho e chegar até esse momento de realização pessoal.

Agradeço a minha mãe Vera, irmã Ana Carolina e amiga Danielle Sousa, que me apoiaram e me ajudaram em todos os momentos que precisei dedicar horas a mais de trabalho e estudo para desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço ao meu esposo que esteve comigo em todos os momentos durante este percurso e não me deixou desistir, mesmo nos momentos difíceis.

Agradeço ao meu pai que me impulsiona e me apoia em meus projetos e me mostrou a área da ciência e tecnologia para que possamos mudar o mundo juntos.

Agradeço ao meu orientador Prof.Dr Neyson M. Mendonça, pois acreditou e aceitou a proposta deste projeto, permitindo assim a criação e a funcionabilidade desta plataforma.



Resumo

Grandes Cidades, como Belém do Pará, precisam de um controle efetivo para monitoramento de águas residuárias, pois estas podem comprometer a qualidade das águas urbanas uma vez que grande parte são descartadas em corpos hídricos superficiais e podem ser reutilizadas por parte da população ribeirinha. Nesse sentido utilizando os princípios da indústria 4.0 provendo sustentabilidade, redução de custos e responsabilidade social, este trabalho teve como objetivo desenvolver a plataforma E-Quality, que é uma ferramenta para controle de resultados analíticos conforme parâmetros pré-definidos para fins de monitoramento ambiental mais efetivo. A plataforma digital afluente dados existentes, filtra e gera gráficos para fins de avaliação otimizada, verifica séries temporais e elabora relatórios como de carga poluidora, com dados, gráficos e edição de texto para fim de apresentação em documento impresso. Neste trabalho foram utilizados dados de amostragem do ano de 2015 da Estação de tratamento Vila da Barca, disponibilizada pela UFPA – Universidade Federal do Estado do Pará, como forma de avaliar a aplicação da plataforma em dados reais, verificando analiticamente seus resultados para grau de eficiência de remoção pela estação, valor de emissão de carga poluidora por tonelada lançada no corpo receptor durante o ano e comparativos entre Nitrogênio Total e Amônia, DBO e DQO, DBO e Fósforo. Após a avaliação da série histórica dos dados armazenados, foi utilizado o ícone da plataforma chamado filtro de qualidade onde é informado os resultados que estão em desacordo com a norma CONAMA 430, e os que estão fora dos requisitos como, tempo de armazenagem da amostra ou valores que superam os resultados que são considerados a soma de vários fatores como no caso de nitrogênio total e amônia apontados pela plataforma através dados inseridos. Dos resultados existentes, foi possível observar a facilidade do monitoramento de dados que a plataforma pode controlar e gerir, reduzindo custos e promovendo maior segurança de dados, visto que tudo que é gerado e adicionado à plataforma estará armazenado em nuvem. A plataforma possibilita o controle de erros grosseiros que podem ser provenientes tanto de usuário quando de um procedimento de coleta e/ou análise pois avalia em tempo real todos os resultados como foi realizado através da avaliação dos dados existente da estação de tratamento Vila da Barca em Belém do Pará, concluindo assim ser uma ferramenta mais efetiva no monitoramento de águas residuárias.

Palavras chaves: Plataforma digital, monitoramento ambiental, controle de dados.



Abstract

Large cities, such as Belém in Pará, require effective control for the monitoring of wastewater, as it can compromise the quality of urban water. A significant portion of these wastewaters is discharged into surface water bodies and could potentially be reused by riverside communities. In this context, utilizing the principles of Industry 4.0 to promote sustainability, cost reduction, and social responsibility, this study aimed to develop the E-Quality platform. This platform serves as a tool for controlling analytical results according to predefined parameters, with the purpose of enhancing environmental monitoring. The digital platform collects existing data, filters and generates graphs for optimized evaluation, examines temporal series, and produces reports on pollutant loads. These reports include data, graphs, and text editing for presentation in printed documents. The study employed sampling data from the year 2015 collected at the Vila da Barca Treatment Plant, provided by UFPA - Federal University of the State of Pará. This real data was used to assess the platform's application, analytically verifying its results for efficiency in removal by the treatment plant, emission values of pollutant loads per ton discharged into the receiving water body throughout the year, and comparisons between Total Nitrogen and Ammonia, BOD and COD, BOD and Phosphorus. Following the evaluation of the stored historical data, the platform's quality filter was utilized. This feature identifies results that deviate from the CONAMA 430 standard and those that do not meet requirements, such as sample storage time or values that exceed predefined limits, as seen in the case of Total Nitrogen and Ammonia data input. From the existing results, it was evident that the platform facilitates data monitoring, control, and management, thereby reducing costs and enhancing data security. As everything generated and added to the platform is stored in the cloud, it provides control over gross errors that could originate from users or collection and analysis procedures. The real-time evaluation of all results, as exemplified by the analysis of data from the Vila da Barca Treatment Plant in Belém, demonstrates the platform's effectiveness in wastewater monitoring.

Keywords: Digital platform, environmental monitoring, data control

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1:Print retirado da plataforma de monitoramento ambiental	20
Figura 2:Apresentação do software na aba de “Cadastrar Ponto”: Inserir nome do ponto de coleta à Inserir localização geográfica (latitude e longitude).....	21
Figura 3:Apresentação da aba “Cadastrar Dados” no software.....	22
Figura 4: Visualização dos dados cadastrados: pontos cadastrados e as datas de suas coletas	22
Figura 5:Importação de planilha.....	23
Figura 6 : Visualização da aba de Valores Máximos Permitido conforme legislações escolhidas (CONAMA 430/201) na Plataforma.....	26
Figura 7: Seleção de dados para cálculo de carga poluidora.....	29
Figura 8: Print da plataforma da amostragem de Fluoreto	30
Figura 9: Print dos itens para edição do relatório.....	30
Figura 10: Print dos espaços a serem editados pelo usuário.....	31
Figura 11: Print dos espaços a serem editados pelo usuário na aba de relatório.....	32
Figura 12: Localização da Vila da Barca.....	33
Figura 13: Localização da Estação de Tratamento - Vila da Barca.....	35
Figura 14: Script da Carga Poluidora	37
Figura 15: Carga Poluidora Avaliação Geral	38
Figura 16: Carga Poluidora do Parâmetro Amônia	40
Figura 17: Carga Poluidora do Parâmetro Fósforo Total	41
Figura 18: Carga Poluidora do Parâmetro Sólidos Totai.....	42
Figura 19: Carga Poluidora do Parâmetro Sólidos Totais	43
Figura 20: Carga Poluidora do Parâmetro DQO	13
Figura 21: Carga Poluidora do Parâmetro DQO	14
Figura 22: Série histórica de demanda bioquímica de oxigênio (DBO).....	15
Figura 23: Série histórica de demanda química de oxigênio (DQO)	15
Figura 24: Série histórica de Alcalinidade Total	16
Figura 25: Série histórica de Amônia.....	17
Figura 26: Série histórica de Fósforo Total	17
Figura 27: Série histórica de pH.....	18



Figura 28: Série histórica de Sólidos Totais.....	18
Figura 29: Série histórica de Sulfato Total.....	19
Figura 30: Série histórica de Nitrogênio Total.....	19
Figura 31: Série histórica de Nitrogênio Amoniacal.....	20
Figura 32: Série histórica com parâmetros DBO e DQO.....	21
Figura 33: Aplicação do filtro de controle de qualidade DBO maior que DQO.....	21
Figura 34: Série histórica com parâmetros Nitrogênio Total e Nitrogênio Amoniacal.....	22
Figura 35: Série histórica com parâmetros Nitrogênio Total e Amônia.....	23
Figura 36: Eficiência de remoção do tratamento para o parâmetro DBO.....	24
Figura 37: Eficiência de remoção do tratamento para o parâmetro DQO.....	25
Figura 38: Pedido de registro junto ao INPE.....	26
Figura 39 :Dados do registro junto ao INPE.....	27



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Valores máximos permitidos que serão utilizados para comparação dos resultados analíticos obtidos.....	24
Tabela 2 Identificação Geográfica da ETE Vila da Barca.....	35



Lista de abreviaturas e siglas

ANA	Agência Nacional de Águas
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Regional do Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ET	Efluente Tratado
EB	Efluente Bruto
ETE	Estação de Tratamento de Efluente
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
NBR	Norma Brasileira
PPGESA	Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental
UFPA	Universidade Federal do Pará
VMP	Valores Máximo Permitidos
VB	Vila da Barca



Sumário

1.	INTRODUÇÃO	15
2.	OBJETIVOS	16
2.1	Geral.....	19
2.2	Específico.....	19
3.	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	16
3.1	Águas Residuais	16
3.2	Industria 4.0	17
3.3	Linguagem de programação da plataforma.....	18
3.3.1	JavaScript	18
3.3.2	Principais conceitos e funções.....	18
3.4	A Plataforma	17
3.4.1	Login.....	18
3.4.2	Cadastrar Ponto de Amostragem	188
3.4.3	Cadastramento de dados	189
3.4.4	Importação de dados	218
3.5	Valores de Máximos Permitidos conforme Conama.....	21
3.6	Série histórica de ETE.....	26
3.6.1	Série Histórica	188
3.7	Carga Poluidora.....	27
3.8	Informações rápidas georreferenciadas dos parâmetros	29
3.9	Relatório Técnico	30
3.10	Aplicação na Plataforma.....	32
3.10.1	Área de Estudo	188
3.10.1.1	Vila da Barca – Estação 06	32
3.10.1.2	A Estação de Tratamento Sanitário.....	33
3.10.1.3	Dados recebidos para Avaliação da funcionabilidade da plataforma	35



4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1	Ferramentas da Plataforma.....	36
4.1.1	Carga Poluidora.....	36
4.1.1.1	Amônia/ Nitrogênio Amoniacal/ Nitrogênio Total	38
4.1.1.2	Fósforo total	40
4.1.1.3	Sólidos Totais	41
4.1.1.4	Sulfato Total.....	42
4.1.1.5	Demanda Química de Oxigênio.....	43
4.1.1.6	Demanda Bioquímica de Oxigênio	13
4.1.2	Série histórica.....	14
4.1.3	Filtro de Qualidade.....	20
4.1.4	CQ de Tratamento.....	23
4.1.5	Direitos Autorais.....	25
5.	CONCLUSÃO.....	28
6.	REFERÊNCIAS	29

1. INTRODUÇÃO

O planeta é ocupado grande parte por água, no entanto apenas 2,7% é água doce, logo, o uso desse bem precisa ser pensado para que não prejudique nenhum dos diferentes usos que ela tem para a vida humana (ANA, 2021).

Em contrapartida o lançamento de efluentes, urbanos e industriais sem tratamento algum ou sua disposição de forma inadequada nos corpos d'água é motivo de grande preocupação, pois coloca em risco a saúde e bem-estar da população. Esse lançamento inadequado afeta também todo o ecossistema aquático ocasionando desequilíbrios, já que esses efluentes aumentam a concentração de matéria orgânica nos corpos d'água e diminuem os níveis de oxigênio dissolvido (EDOKPAYI et al., 2017).

Nesse âmbito, a Lei nº 11.445 de 2007, que estabelece a Política Nacional de Saneamento Básico, define saneamento básico como sendo o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais relacionadas aos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007).

Buscando uma forma de minimizar os impactos decorrentes das atividades econômicas, o Brasil estabeleceu uma legislação ambiental para controle no lançamento de águas que chamamos de águas residuais.

As águas residuárias podem comprometer a qualidade das águas urbanas, uma vez que grande parte são descartadas em corpos hídricos superficiais, e podem ser reutilizadas por parte da população ribeirinha. O controle e a rastreabilidade de dados para monitoramento da qualidade da água pode ser realizado de acordo com os princípios da indústria 4.0, provendo sustentabilidade, redução de custos e reponsabilidade social (PALMA et al., 2017), nesse sentido foi observado que o crescimento de grandes cidades como o município de Belém do Pará, onde sua população possui 1.499.641 (IBGE, 2020) de habitantes, resulta em controle desordenado em relação a condições ambientais voltados a poluição doméstica e industrial, podendo gerar doenças a população e contaminação em águas que rodeiam o município (Morais, Santos, 2019).

Lisboa (2020) informa que de acordo com dados divulgados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2016), no norte do Brasil, pouco mais de 18% das águas residuais são tratadas. Então, através desta informação avalia-se que a capacidade de autodepuração das águas superficiais pode ser uma das causas. Para tanto, uma plataforma digital direcionada a controle de dados de análises realizadas em águas residuárias, onde pode-

se controlar valores regidos por normas nacionais, o índice da qualidade da água, região a ser controlada levando em conta fatores sazonais, geológicos e compatível com demais sistemas operacionais, pode ser a resposta para o monitoramento mais efetivo nas águas residuárias do município de Belém/PA.

2.OBJETIVO

2.1 Geral:

O objetivo do presente estudo é desenvolver uma plataforma digital para controle de resultados analíticos de efluentes, conforme parâmetros pré-definidos para fins de monitoramento ambiental mais efetivo.

2.2 Específicos:

Objetivos específicos nesse estudo:

- Estruturar dados existentes de forma rápida através de *in-put* de resultados pretendidos para avaliação.
- Gerar gráficos com um grande número de informações dando celeridade aos processos avaliados;
- Selecionar séries temporais dos resultados a serem avaliados;
- Elaborar relatórios com dados, gráficos e edição de texto para fim de apresentação em documento impresso e/ou pdf;
- Emitir relatórios de Carga poluidora para efluentes;
- Filtrar erros grosseiros e comparações entre parâmetros de efluentes;
- Avaliar resultados em relação a legislação vigente para efluentes.

3.DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

3.1 Águas Residuais

Águas residuárias definida como aquelas que “são todas as águas descartadas que resultam da utilização para diversos processos, podendo ser águas residuais domésticas, águas residuais industriais, águas de infiltração e águas urbanas” (CETESB, 2021).

Entende-se por poluição da água a alteração de suas características por quaisquer ações ou interferências, sejam elas naturais ou antrópicas. Essas alterações podem produzir impactos estéticos, fisiológicos ou ecológicos (ARMAN et al., 2021).

As águas residuárias são uma combinação de efluentes domésticos, despejos industriais, efluentes de estabelecimentos comerciais e institucionais, águas pluviais e de drenagem urbana, assim como efluentes agropecuários (CORCORAN et al., 2010).

Quando as águas residuárias permanecem paradas e sem tratamento, a decomposição da matéria orgânica nela contida pode produzir gases com odores fétidos e pode desencadear à redução de oxigênio dissolvido que afetará a vida aquática; adicionalmente, as águas residuárias podem conter microrganismos patogênicos que causam riscos à saúde humana e dos animais (AHMED et al., 2021). Além dos efeitos da matéria orgânica e dos patógenos, e devido às preocupações ambientais, são cada vez mais comuns os estudos para analisar compostos orgânicos específicos nos corpos de água. Entre esses compostos estão inclusos os agrotóxicos, potencialmente prejudiciais para a flora e fauna naturais; trihalometanos e outros compostos clorados, que podem prejudicar a saúde humana; e compostos químicos de origem industrial, que podem danificar a ecologia natural (PEREIRA et al., 2021).

3.2 Indústria 4.0

O termo "revolução industrial" refere-se a mudanças nos sistemas tecnológicos, econômicos e sociais na indústria, especialmente mudanças no ambiente de trabalho, nas condições de vida social e na distribuição da riqueza econômica. A primeira revolução industrial ocorreu em 1784 com o primeiro *tear* motorizado, dando destaque a introdução da energia hidráulica e da energia a vapor. A segunda foi em 1870, quando uma linha de produção foi estabelecida no matadouro de Cincinnati: produção em massa de trabalho, usando eletricidade. Terceira, 1969: onde surge o primeiro controlador lógico programável (PLC), e a aplicação de sistemas eletrônicos e tecnologia da informação é combinada com automação de fabricação. A Quarta Revolução Industrial que está acontecendo hoje é baseada em Sistemas Ciber-Físicos (CPS) (FREIRE & MOREIRA, 2017).

Com a grande demanda de programas extensos de monitoramentos ambientais para novos empreendimentos industriais fez com que o conceito de indústria 4.0 fosse também utilizado em sistemas de gestão de banco de dados (softwares) com os mesmos objetivos dessa nova indústria, ou seja, agilizar o processo de monitoramento ambiental no processamento de dados e na análise crítica dos resultados.

Dentro dessas perspectivas, o desenvolvimento de um sistema de monitoramento alinhado ao conceito de cidades inteligentes converge com as tendências tecnológicas de mercado e de pesquisas aplicadas ao âmbito de qualidade das águas.

Este trabalho propõe a criação e a implementação de uma plataforma digital de monitoramento e controle de dados de análises realizadas em águas residuárias, que através da gestão da informação, e detecção de alterações nos níveis dos parâmetros monitorados, poderá indicar contaminação em um corpo d'água.

3.3 Linguagem de programação da plataforma

Para o desenvolvimento da plataforma será utilizado a linguagem de programação JavaScript, a base dos bancos de dados será exportada a partir de uma planilha no formato "excel". Para elaboração de procedimentos e instruções técnicas será utilizado a base de dados no formato de PDF.

Com as últimas atualizações do JavaScript foi criada uma ferramenta denominada Node.js, que possibilita executar a linguagem no lado do servidor (server-side), viabilizando o desenvolvimento de aplicações web, aplicação de interfaces de desenvolvimento (API) e micro servidores (CHAUDHURI, et al., 2017).

3.3.1 JavaScript

A história do JavaScript é entrelaçada com o desenvolvimento da web moderna. No início da década de 1990, a web estava ganhando popularidade, mas os sites eram estáticos, com pouca ou nenhuma interatividade. A NCSA desenvolveu o Mosaic, um dos primeiros navegadores web. O Mosaic permitiu a exibição de imagens e textos formatados, mas a web carecia de capacidade de interação em tempo real.

Em 1995, Brendan Eich desenvolveu o que inicialmente foi chamado de "Mocha", que logo foi renomeado para "LiveScript" e, finalmente, "JavaScript" por razões de marketing e parceria com a Sun Microsystems (criadores da linguagem Java).

O JavaScript rapidamente se tornou a linguagem de script dominante para navegadores, permitindo interatividade e dinamismo em sites. Surgiram bibliotecas e frameworks populares, para simplificar o desenvolvimento. A introdução da técnica AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) permitiu que os aplicativos da web atualizassem partes específicas de uma página sem recarregar a página inteira. Isso deu origem à era da "Web 2.0", com aplicativos mais ricos e interativos.

Em 2009, o Node.js foi lançado por Ryan Dahl. Ele permitia que o JavaScript fosse executado no lado do servidor, abrindo caminho para o desenvolvimento de aplicativos em tempo real e escaláveis. Com a crescente demanda por aplicativos da web mais complexos, o sistema JavaScript expandiu-se para incluir ferramentas que aprimoraram o desenvolvimento,



modularização e manutenção de código. O JavaScript continua a ser uma das linguagens de programação mais populares e amplamente usadas. Novas edições são lançadas regularmente, introduzindo recursos e melhorias significativas na linguagem. (GRILLO & FORTES, 2008); (FLANAGAN,2012) e (SILVA,2020).

3.3.2 Principais conceitos e funções

A seguir, alguns conceitos e funções essenciais em JavaScript:

- **Linguagem em Script:** Um script, no contexto da programação de computadores, é um conjunto de instruções ou comandos que são escritos em uma linguagem de programação específica (como, por exemplo: JavaScript, Python e entre outras) para realizar uma tarefa ou um conjunto de tarefas. Scripts são usados para automatizar ações, manipular dados, interagir com sistemas e criar funcionalidades específicas em um software ou sistema;
- **Tipagem dinâmica:** JavaScript é uma linguagem de programação de tipagem dinâmica. Também conhecida como *Duck Typing*, que indica como os tipos de variáveis são definidos, o que significa que as variáveis podem mudar de tipo durante a execução do programa, logo o tipo é inferido a partir do valor atribuído à variável;
- **Funções de ordem superior:** JavaScript é uma linguagem de programação que possibilita a definição de funções de ordem superior. É uma função que pode receber uma ou mais funções como argumentos e/ou retornar uma função como saída. Com isso, gera-se as chamadas *function factories*, essas funções vêm de outras funções simples que são capazes de realizar operações mais complexas. Isso permite que se retire a lógica em funções reutilizáveis e significativas, melhorando a manutenção do código e facilitando a implementação de padrões de programação funcional.
- **Programação *Client-side* vs. *Server-side*:** A programação *client-side* refere-se às atividades de desenvolvimento que ocorrem no lado do cliente, ou seja, no navegador do usuário. A programação *server-side* ocorre no servidor que hospeda o aplicativo ou site. Juntas, são essenciais no desenvolvimento web. A programação *client-side* fornece uma experiência interativa ao usuário, enquanto a programação *server-side* lida com a lógica, processamento de dados e interações com bancos de dados.

Segundo GRILLO E FORTES, 2008, estes são apenas alguns dos conceitos e funções fundamentais em JavaScript. A linguagem é vasta e oferece uma variedade de recursos para desenvolver aplicações web dinâmicas e interativas.

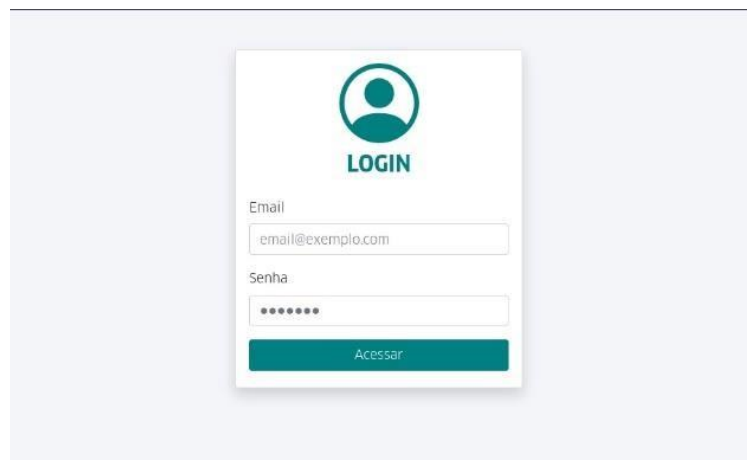
3.4 Plataforma de monitoramento

A plataforma de monitoramento é colaboração das teorias da Indústria 4.0 já mencionadas anteriormente e a linguagem de programação JavaScript para monitoramento ambiental de águas residuárias.

3.4.1 Login

Neste estudo a Plataforma irá ser administrada pelo usuário cadastrado.

Figura 1: Print retirado da plataforma de monitoramento ambiental



Fonte: Autor.

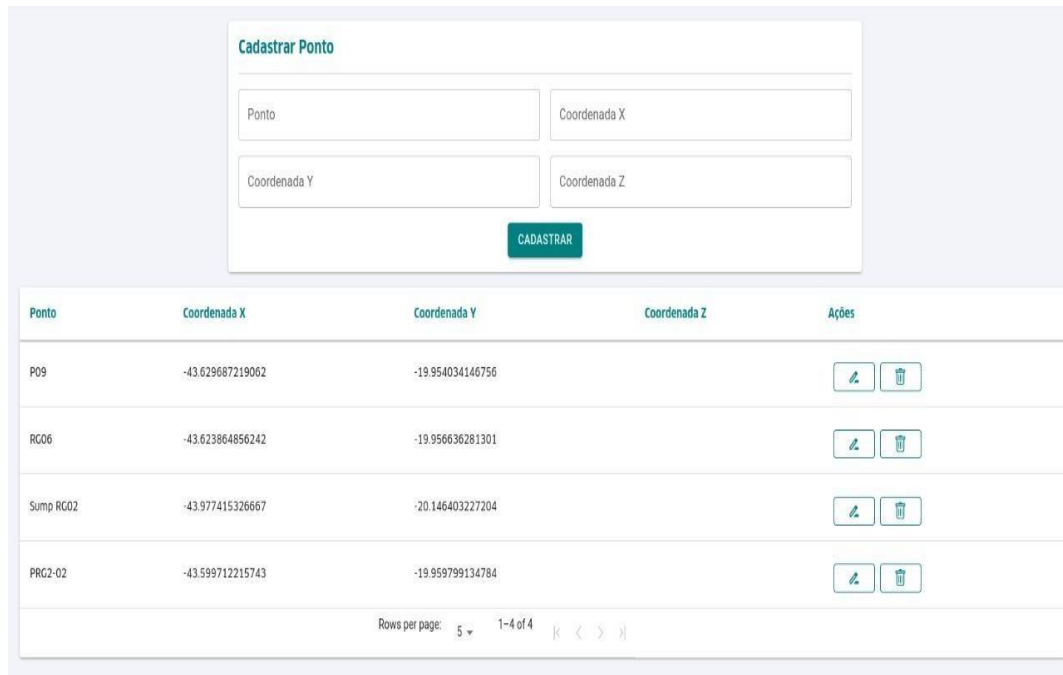
Para acesso o usuário deverá ser cadastrado através de um e-mail e senha para segurança dos dados a serem adicionados ou geridos. Cada modificação relatada ficará registrada com o nome do login utilizado.









A plataforma permite hierarquias para utilização com vários usuários, de acordo com a aplicação de cada tipo de empresa, sendo possível dividir as tarefas e controlar os tipos de informações que cada usuário poderá ler, alterar, salvar ou imprimir.

3.4.2 Cadastrar Ponto de Amostragem

Após o cadastramento e login do usuário, ele poderá cadastrar o ponto coletado bem como a amostra da água residual para verificação de localização geográfica da região. Esta informação é importante, pois será utilizada tanto na avaliação, controle e diagnóstico, quanto na inclusão de relatórios técnicos e gestão. As informações deste item que podem ser adicionadas conforme Figura 2.

Figura 2: Apresentação do software na aba de “Cadastrar Ponto”: Inserir nome do ponto de coleta à Inserir localização geográfica (latitude e longitude).



Ponto	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada Z	Ações
P09	-43.629687219002	-19.954034146756		 
RC06	-43.623864856242	-19.956636281301		 
Sump RC02	-43.977415326667	-20.146403227204		 
PRC2-02	-43.599712215743	-19.959799134784		 

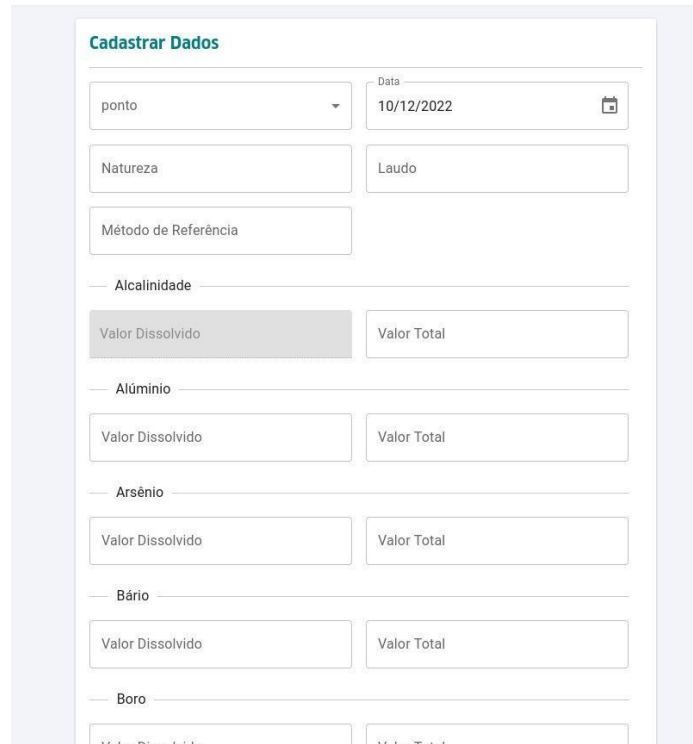
Fonte: Autor.

3.4.3 Cadastramento de Dados

Após o cadastramento do ponto de coleta para utilização da ferramenta deverão ser inseridos os dados conforme necessidade de monitoramento. Onde as informações que podem ser adicionadas nesse item são:

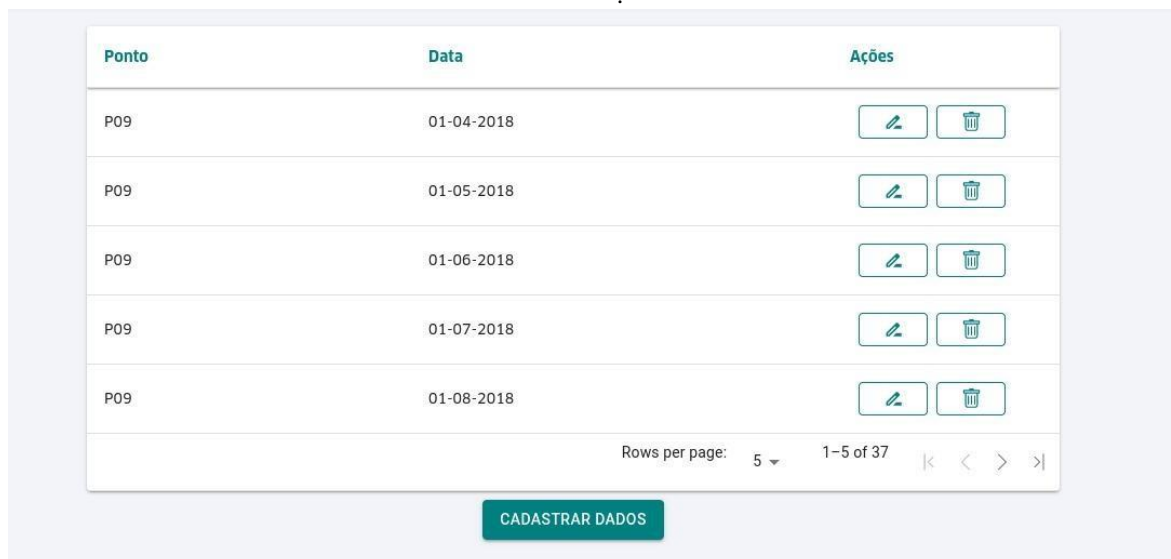
1. Selecionar o ponto de coleta
2. Inserir data de amostragem
3. Inserir natureza da amostra
4. Inserir nome do Laudo
5. Inserir Método de Referência
6. Selecionar Nome dos Parâmetros a serem avaliados











Figura 3: Apresentação da aba “Cadastrar Dados” no software




Fonte: Autor.

Figura 4: Visualização dos dados cadastrados: pontos cadastrados e as datas de suas coletas



Ponto	Data	Ações
P09	01-04-2018	 
P09	01-05-2018	 
P09	01-06-2018	 
P09	01-07-2018	 
P09	01-08-2018	 

Rows per page: 5 1-5 of 37 

CADASTRAR DADOS

Fonte: Autor.

3.4.4 Importação de Dados

Para adicionar resultados de parâmetros a serem avaliados conforme CONAMA 430/2011, além de poder serem feitos manualmente item por item, também poderá ser importadas planilhas completas para plataforma que conseguirá obter as informações destas planilhas para inserção de dados conforme Figura 5.

Figura 5: Importação de planilha

Importar Planilha

Seus dados podem ser salvos a partir de uma planilha, sendo que, as células que estiverem em "branco" considera-se como valor padrão zero após o salvamento no sistema.

Aquatec_dados_Jaquar_RG - Efluente.xls

mes	Condutividade Elétrica valor	Cor Verdadeira valor	Cromo dissolvido valor	Cromo total valor	Dbp	Ferro dissolvido valor	Ferro total valor	Fluoreto total valor	Fósforo Total valor	Magnésio dissolvido valor	Manganês dissolvido valor	Manganês Total valor	Mercurio dissolvido valor	Mercurio total valor	Níquel dissolvido valor	Níquel Total valor	Nitrito valor	Nitrato valor	Nitrogênio	N A
	0.2220	5.0000	0.0050	0.0050	0	0.0500	0.1600	1.4600	0.0300	3.6500	0.0820	0.1300	0.0002	0.0002	0.0050	0.0050	0.0500	0.2000	0	
	0.2880	5.0000	0.0050	0.0050	0	0.0500	0.1260	0.2890	0.0480	3.7600	0.0130	0.1380	0.0002	0.0002	0.0050	0.0050	0.0500	0.2000	0	
	0.3710	5.0000	0.0050	0.0140	0	0.0500	0.1680	0.0600	0.0200	3.7600	0.2870	0.3380	0.0002	0.0002	0.0050	0.0090	0.0500	0.2000	0	
	0.321	5	0.005	0.005	0	0.13	0.135	1.055	0.02	2.13	0.07	0.152	0.0002	0.0002	0.005	0.005	0.05	0.2	0	
	0.3300	11.1700	0.0050	0.0080	0	0.0500	0.4150	0.0650	0.0370	4.0500	0.0750	0.1330	0.0002	0.0002	0.0050	0.0050	0.0500	0.3950	0	
	0.433	5	0.005	0.005	0	0.05	0.05	0.05	0.02	4.28	0.023	0.066	0.0002	0.0002	0.005	0.005	0.05	0.2	0	
	0.37	5	0.005	0.005	0	0.05	0.056	0.05	0.02	3.48	0.035	0.079	0.0002	0.0004	0.005	0.005	0.05	0.2	0	
	0.448	5	0.005	0.005	0	0.05	1.187	0.061	0.031	13.398	0.064	0.109	0.0002	0.0002	0.005	0.005	0.05	0.65	0	
	0.51	5	0.005	0.005	0	0.05	0.29	0.05	0.02	9.24	0.136	0.138	0.0002	0.0002	0.005	0.005	0.05	0.339	0	

Fonte: Autor.

3.5 Valores de Máximos Permitidos conforme CONAMA

Para a avaliação dos resultados, será incorporado à plataforma o monitoramento de águas residuais conforme as diretrizes estabelecidas pelo CONAMA 430/2011, que estabelece normas e padrões para o controle da qualidade dessas águas que “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”. Para águas residuárias industriais será utilizado como base as informações conforme as condições e Padrões de lançamento de efluentes predispostos no CONAMA:

Art. 16. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedecem às condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis: I - Condições de lançamento de efluentes: a) pH entre 5 a 9; b) temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura; c) materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes; d) regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vez a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente; e) óleos e graxas: 1. Óleos minerais: até 20 mg/L; 2. óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L; f) ausência de materiais flutuantes; e g) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20°C): remoção mínima de 60% de DBO sendo que este limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

Tabela 1 Valores máximos permitidos que serão utilizados para comparação dos resultados analíticos obtidos.

Parâmetros inorgânicos	Valores máximos
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro Total (não se aplica em águas salinas)	5,0 mg/L B
Cádmio Total	0,2 mg/L Cd
Chumbo Total	0,5 mg/L Pb
Cianeto Total	1,0 mg/L CN
Cianeto Livre	0,2 mg/L CN
Cobre Dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo Hexavalente	0,1 mg/L Cr+6

Parâmetros inorgânicos	Valores máximos
Cromo Trivalente	1,0 mg/L Cr+3
Estanho Total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto Total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercúrio dissolvido	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn

Para águas residuárias domésticas serão utilizados valores de referência do CONAMA 430/2015 art. 21:

Das Condições e Padrões para Efluentes de Sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários:

Art. 21. Para o lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários deverão ser obedecidas as seguintes condições e padrões específicos:

I - Condições de lançamento de efluentes:

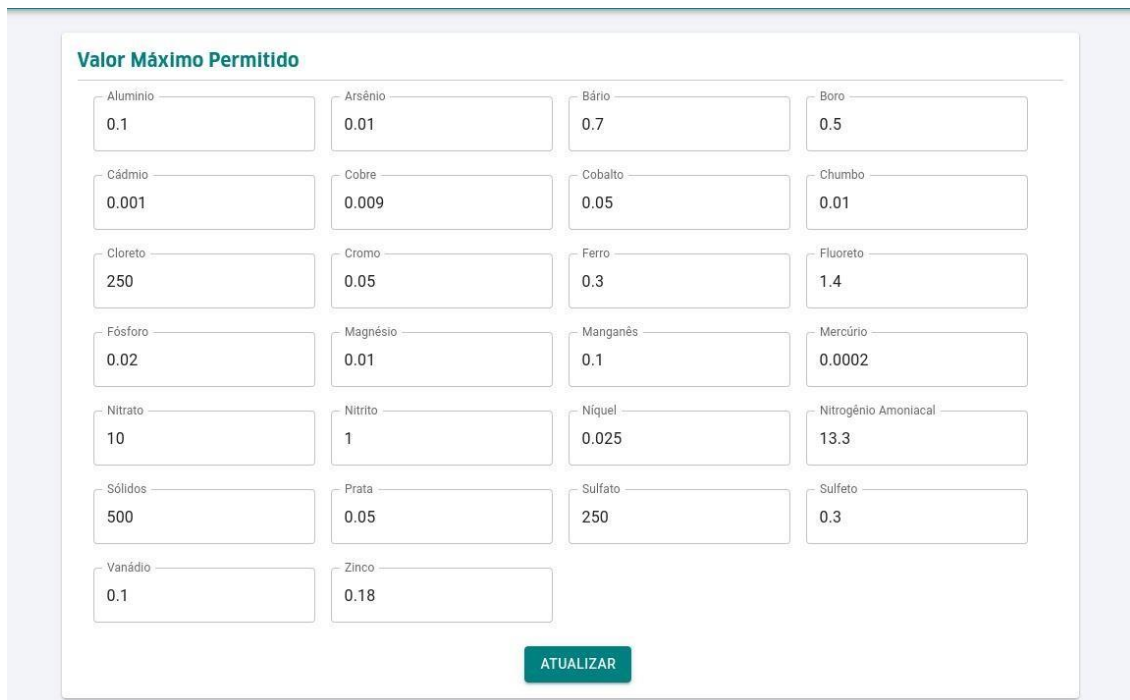
- a) pH entre 5 e 9;
- b) temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;
- c) materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
- d) Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO 5 dias, 20°C: máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.
- e) substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas) até 100

mg/L; e

f) ausência de materiais flutuantes.

Abaixo está o exemplo de como será visualizado os valores máximos definidos conforme CONAMA 430/2011 na plataforma:

Figura 6 : Visualização da aba de Valores Máximos Permitido conforme legislações escolhidas (CONAMA 430/201) na Plataforma



Valor Máximo Permitido			
Alumínio	Arsênio	Bário	Boro
0.1	0.01	0.7	0.5
Cádmio	Cobre	Cobalto	Chumbo
0.001	0.009	0.05	0.01
Cloreto	Cromo	Ferro	Fluoreto
250	0.05	0.3	1.4
Fósforo	Magnésio	Manganês	Mercurio
0.02	0.01	0.1	0.0002
Nitrato	Nitrito	Níquel	Nitrogênio Amoniacal
10	1	0.025	13.3
Sólidos	Prata	Sulfato	Sulfeto
500	0.05	250	0.3
Vanádio	Zinco		
0.1	0.18		

ATUALIZAR

Fonte: Autor.

Os valores estabelecidos conforme a legislação é apenas uma condição permitida, contudo para utilização em empresas, ou mesmo órgãos de controle podem ser definidos valores específicos de acordo com a necessidade, pois os valores citados não são a única regra de controle legal para água residuária, por conseguinte isso traz uma flexibilidade de aplicação ampla dependendo de cada situação.

3.6 Série histórica de ETE

Os dados de séries históricas de estações de tratamento são valiosos para vários propósitos importantes. Eles fornecem uma visão detalhada do desempenho de uma ETE ao longo do tempo, ajudando a entender como a ETE está operando, a eficácia do processo de tratamento e quais são as condições que afetam a qualidade do efluente tratado.

Através de uma série de estatísticas é possível medir o comportamento de um fenômeno em termos das suas características qualitativas ou quantitativas. Em uma série histórica verifica-se: tempo (cronologia), espaço (lugar) e espécies (fenômenos). (TRIOLA, 1999).

Segundo DE PAULA, 2013, os principais benefícios de acompanhamento dos dados da estação são:

- **Monitoramento e controle do Processo:** Dados série histórica permitem monitorar como os parâmetros na ETE mudam ao longo do tempo. Isso ajuda os operadores a identificarem tendências, mudanças sazonais e desvios operacionais para que possam ajustar os processos para manter a eficiência do processamento;
- **Avaliação de eficiência:** Usando dados históricos, a eficiência de processamento durante um período pode ser avaliada. Isso inclui a capacidade da ETE de remover poluentes, reduzir a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), remover nutrientes, eliminar microrganismos patogênicos e entre outros. A análise desses dados pode revelar se o ETE está sendo eficaz;
- **Conformidade regulamentar:** As estações de tratamento de águas residuais devem cumprir os regulamentos ambientais relativos à qualidade do efluente descarregado. Os dados históricos permitem rastrear o cumprimento dessas regulamentações ao longo do tempo e provar a conformidade quando necessário;
- **Otimização e Melhoria:** Ao analisar as tendências ao longo dos anos, os engenheiros e operadores da ETE podem identificar áreas de melhoria e oportunidades de otimização nos processos de tratamento. Isso pode levar a ajustes nos processos, adoção de tecnologias mais eficientes e melhorias gerais na operação. Além disso, identifica padrões de desgaste em equipamentos e componentes da ETE, permitindo um planejamento mais eficiente da manutenção preventiva.

3.7 Carga Poluidora

Quando se fala de recursos hídricos é necessário pensar sobre a quantidade de poluentes que atingem os corpos d'água, prejudicando seu uso. Definimos poluição em termos de concentração de poluentes (em mg/L, por exemplo), que é o que determina se haverá efeitos ambientais significativos. No entanto, a carga poluidora é um fluxo (em g/dia, por exemplo). Os esgotos domésticos constituem um fluxo, uma carga poluidora que irá chegar a um corpo de água (SHALTAMI et al., 2020; WILHELM, 2009).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, Art.2º, VII, carga poluidora é a quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo.

Diversas estações de tratamento de esgoto (ETE) doméstico vem recebendo efluentes de origem industrial (externo), seja pela contaminação das redes de esgotos por descargas indevidas de origem industrial ou por qualquer outra forma.

Mesmo sendo possível receber este tipo de efluente e tratá-lo, é de extrema importância conhecer, perfeitamente, o volume e a composição da contaminação do efluente industrial recebido, antes que o mesmo seja enviado para ETE, pois, o impacto deste efluente na planta de tratamento pode afetar a performance ou causar problemas agudos ou crônicos nas unidades de tratamento (físico-químicas e biológica) (VON SPERLING, 2005).

Para compreender melhor este tipo de problema, algumas etapas que devem ser cumpridas antes do efluente industrial ser enviado a ETE:

- Correta caracterização qualitativa-quantitativa dos efluentes doméstico e industrial. Aqui cabe destacar que, embora os efluentes domésticos possuam propriedades características típicas, elas podem variar em diferentes locais, devido à diferentes hábitos alimentares e as diferentes condições socioeconômicas da população. Com relação à contaminação industrial, deve-se, também, conhecer a mesma com bastante detalhes, inclusive, com relação ao regime de descartes que podem ocorrer em horários de pico da ETE, afetando o funcionamento da planta (MAJUMDER et al., 2019).
- Os parâmetros tradicionais de caracterização dos esgotos domésticos e industriais que devem ser analisados em uma planta, são: Vazão, $DBO_{5,20}$, DQO, Nitrogênio, Fósforo, pH, Sólidos e Temperatura. Além disso, no caso do efluente industrial, deve-se analisar, se possível, sua composição, para ver se há presença de substâncias complexas (em alguns casos, tóxicas) que podem interferir nas operações das unidades instaladas a jusante, como veremos a seguir (MUNOZZ, 2000; SAINI et al., 2020).

De posse destes valores, calcula-se então, a carga poluidora do efluente doméstico e industrial, assim como a soma de ambas que são enviadas à ETE. Estas cargas são expressas, normalmente, em termos de $DBO_{5,20}$ e DQO.

Na plataforma é possível verificar os parâmetros avaliados anualmente para emissão de relatório de carga poluidora para monitoramento ambiental no lançamento de efluentes, visto que a plataforma recebe os dados e realiza o cálculo automaticamente para obtenção de valores de carga poluidora do parâmetro. Abaixo exemplo de planilha selecionada para verificação de carga poluidora.

Figura 7: Seleção de dados para cálculo de carga poluidora

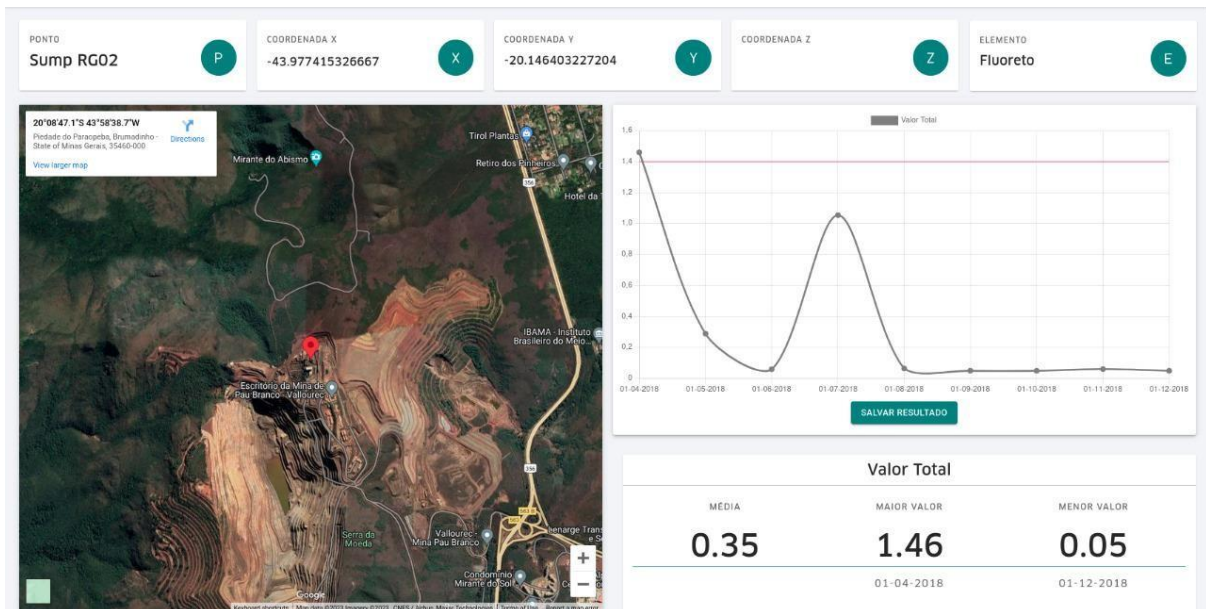
1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
2	Parâmetro	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Vazão	Concentração média	Carga poluidora	Unidade
3	Alumínio Valor Dissolvido	0.01	0.01	0.01	0.042	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	6	0.01356	0.00033	ton/anc
4	Alumínio Valor Total	0.082	0.029	0.079	0.102	0.166	0.019	0.034	0.399	0.061	6	0.10789	0.00024	ton/anc
5	Valor Dissolvido	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.008	0.012	6	0.00378	0.00001	ton/anc
6	Valor Total	0.011	0.002	0.002	0.004	0.029	0.011	0.049	0.077	0.058	6	0.02700	0.00006	ton/anc
7	Bário Valor Dissolvido	0.017	0.039	0.113	0.077	0.042	0.05	0.048	0.04	0.032	6	0.05089	0.00111	ton/anc
8	Bário Valor Total	0.02	0.04	0.121	0.084	0.049	0.072	0.049	0.038	0.034	6	0.05633	0.00012	ton/anc
9	Boro Valor Dissolvido	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	6	0.05000	0.00011	ton/anc
10	Boro Valor Total	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	6	0.05000	0.00011	ton/anc
11	Cádmio Valor Dissolvido	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	6	0.00100	0.00000	ton/anc
12	Cádmio Valor Total	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	6	0.00100	0.00000	ton/anc
13	Chumbo Valor Dissolvido	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	6	0.00200	0.00000	ton/anc
14	Chumbo Valor Total	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	6	0.00200	0.00000	ton/anc
15	Cloreto Valor Total	2	56.98	54.98	3.204	3.395	1	17.348	4.869	3.465	6	16.36011	0.03583	ton/anc
16	Cromo Valor Dissolvido	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	6	0.00500	0.00001	ton/anc
17	Cromo Valor Total	0.005	0.005	0.014	0.005	0.008	0.005	0.005	0.005	0.005	6	0.00633	0.00001	ton/anc
18	Condutividade Elétrica Valor	0.222	0.288	0.371	0.321	0.33	0.433	0.37	0.448	0.51	6	0.36589	0.00080	ton/anc
19	DBO Valor	0.4	0.7	0.3	0.6	0.1	0.6	0.8	0.2	0.4	6	0.45556	0.00100	ton/anc
20	Ferro Valor Dissolvido	0.05	0.05	0.05	0.13	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	6	0.05889	0.00013	ton/anc
21	Ferro Valor Total	0.16	0.126	0.168	0.135	0.415	0.05	0.056	1.187	0.29	6	0.28744	0.00063	ton/anc
22	Fluoreto Valor Total	1.46	0.289	0.06	1.055	0.065	0.05	0.05	0.061	0.05	6	0.34889	0.00076	ton/anc
23	Fósforo Valor Total	0.03	0.048	0.02	0.02	0.037	0.02	0.02	0.031	0.02	6	0.02733	0.00006	ton/anc
24	Fósforo Valor Dissolvido	0.03	0.048	0.02	0.02	0.037	0.02	0.02	0.031	0.02	6	0.02733	0.00006	ton/anc
25	Manganês Valor Dissolvido	0.082	0.013	0.287	0.07	0.075	0.023	0.035	0.064	0.136	6	0.08722	0.00019	ton/anc
26	Manganês Valor Total	0.13	0.138	0.338	0.152	0.133	0.066	0.079	0.109	0.138	6	0.14256	0.00031	ton/anc
27	Mercurio Valor Dissolvido	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	6	0.00020	0.00000	ton/anc
28	Mercurio Valor Total	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	6	0.00020	0.00000	ton/anc
29	Nitrato Valor	0.2	0.2	0.2	0.2	0.395	0.2	0.2	0.65	0.339	6	0.28711	0.00063	ton/anc
30	Nitrato Valor Dissolvido	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	6	0.05000	0.00011	ton/anc
31	Níquel Valor Dissolvido	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	6	0.00500	0.00001	ton/anc
32	Níquel Valor Total	0.005	0.005	0.009	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	6	0.00544	0.00001	ton/anc
33	Sólidos Valor Total	137	222	248	269	237	294	216	334	273	6	247.77778	0.54263	ton/anc
34	Prata Valor Dissolvido	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	6	0.01000	0.00002	ton/anc
35	Prata Valor Total	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	6	0.01000	0.00002	ton/anc
36	Potássio Valor Dissolvido	0.2	1.82	1.37	1	2.07	1.88	1.96	3.509	2.26	6	1.78544	0.00391	ton/anc
37	Sódio Valor Dissolvido	3.08	13.96	3.14	4.1	4.66	6.61	16.99	25.564	11.51	6	9.95711	0.02181	ton/anc
38	Sulfeto Valor Total	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	6	0.00200	0.00000	ton/anc
39	Zinco Valor Dissolvido	0.006	0.002	0.002	0.032	0.002	0.002	0.013	0.002	0.003	6	0.00711	0.00002	ton/anc
40	Zinco Valor Total	0.009	0.021	0.005	0.036	0.017	0.002	0.02	0.004	0.009	6	0.01367	0.00003	ton/anc

Fonte: Autor.

3.8 Informações georreferenciadas dos parâmetros

Dependendo da aplicação, a Plataforma permitiu a visualização célere do processo de coleta, análise de campo e análises laboratoriais, isso contribuiu para o caso de controle ambiental ou de processo, visto que se necessário o usuário será capaz de solicitar a reamostragem se houver necessidade de nova verificação para confirmação da informação, evitando custos e erros analíticos.

Figura 8: Print da plataforma da amostragem de Fluoreto



Fonte: Autor.

Na Figura 8, como exemplo a amostra “Sump RG02”, do resultado de Fluoreto, onde podemos identificar o local de coleta, bem como suas coordenadas e os valores do período que foi realizado as análises.

3.9 Relatório Técnico

Como forma de registro, tanto para controle de órgãos estatutário, quanto para gestão interna desses dados, a Plataforma permite uma otimização de acordo com a padronização de fonte, itens a serem inseridos, logomarca, inserção de mapas, gráficos de séries históricas, carga poluidora, tendências e padronização adequada do relatório.

O usuário deverá ir ao ícone “criar relatório”, para editar as informações necessárias para emissão. Nesta sessão a plataforma mostrará os itens correspondentes que aparecerão no relatório.

Figura 9: Print dos itens para edição do relatório



Nos espaços em branco de cada Item o usuário poderá definir o nome que irá na capa, data, local de origem, bem como a introdução definida conforme necessidade do editor.

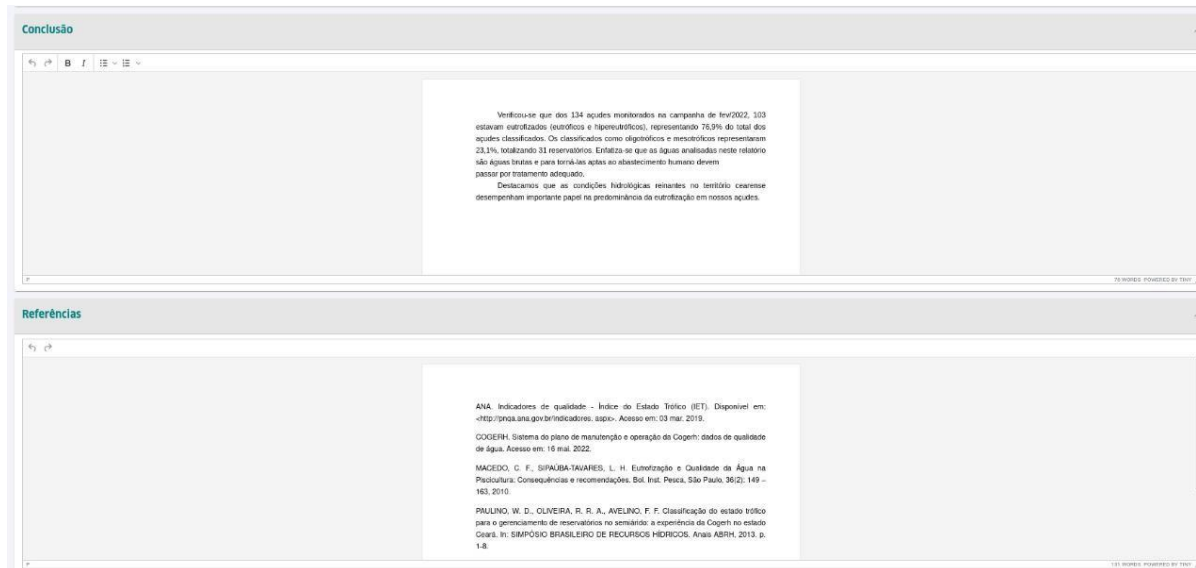
Figura 10: Print dos espaços a serem editados pelo usuário



Fonte: Autor

A metodologia utilizada na amostragem poderá ser customizada pelo usuário e no item resultados poderão ser inserido os gráficos, imagens, local de amostragem que foram criados na plataforma de forma simples, ágil e com uma formatação única. A conclusão e referências poderão ser definidas para que possa completar os itens que tem opção de edição. A figura abaixo um print de como será visualizado pelo usuário para que possa editar conforme cada necessidade.

Figura 11: Print dos espaços a serem editados pelo usuário na aba de relatório



Fonte: Autor.

Os itens a serem editados na plataforma foram definidos para que tenha os dados básicos de um relatório técnico, e que o editor não tenha dificuldade para anexar os dados, pois normalmente quando relatórios são emitidos com grande quantidade de dados podem perder a formatação e ser despercebido pelo emissor.

A ferramenta deverá facilitar a emissão de relatórios bem como inserção dos dados produzidos dentro da própria plataforma.

3.10 Aplicação na Plataforma

3.10.1 Área de Estudo

3.10.1.1 Vila da Barca – Estação 06

A Vila da Barca é uma das comunidades mais antigas de Belém, localizada no Bairro do Telégrafo, mais ao centro da cidade, surgiu a quase 100 anos, seu nome surgiu pelas famílias de pescadores e ribeirinhos que utilizavam barcas para se locomover na região, visto que a área é banhada pela Baía do Guajará.

Figura 12: Localização da Vila da Barca



Fonte: O Liberal, 2021.

A Vila, é considerada uma das maiores comunidades de palafita da América latina, tornando essa estrutura utilizada um desafio para modernização local, apesar de haver casas de alvenaria, ainda existem muitas casas feitas com estivas de madeira com pontes e estacas no terreno alagado que seguram essas estruturas improvisadas e também se tornam os corredores por onde a população trafega.

Apesar da falta de infraestrutura local, violência, poluição e ameaça de remoção pelo poder público, os moradores locais continuamente lutam pela permanência local, para preservação de sua identidade e história.

3.10.1.2 Estação de Tratamento Sanitário

Existem inúmeras tentativas de melhoria para o bem da comunidade, sendo uma delas a instalação da estação de tratamento de esgoto (ETE) que foi construída na década de 90 e estava desativada desde setembro de 2015, por questões de furto de maquinários importantes para o funcionamento dela.

Atualmente a estação de tratamento de esgoto (ETE) da Vila da Barca foi reativada, e está sendo uma obra importante para a melhoria da qualidade de vida e do meio ambiente na região. A ETE está beneficiando cerca de 15 mil moradores da Vila da Barca e do entorno, que sofrem com a falta de saneamento básico e a poluição do rio Guamá. A ETE está tratando o esgoto



coletado por uma rede de 12 km de extensão, que está foi implantada junto com a obra. Sendo assim o esgoto tratado será devolvido ao rio com padrões adequados de qualidade, conforme a legislação ambiental.

A ETE da Vila da Barca faz parte do Programa Saneamento da Amazônia (Sanear Amazônia), que visa ampliar a cobertura de saneamento básico em áreas de vulnerabilidade social na região Norte do país.

A ETE irá tratar e destinar corretamente os efluentes domésticos gerados pela população, que atualmente são lançados diretamente no rio Guamá, causando poluição e mau cheiro, com o intuito de evitar a contaminação do meio ambiente e a proliferação de doenças. A estação também irá favorecer o crescimento socioeconômico da área, produzindo empregos, renda e oportunidades para moradores.

A estação irá aerar o esgoto para estimular a decomposição de matéria orgânica por microrganismos, utilizando dois tipos de tratamento, sendo que no tratamento preliminar, o material orgânico passa por gradeamento, caixa de areia e caixa de gordura e após isso inicia o tratamento biológico, através de um reator compacto, reduzindo a carga orgânica e os sólidos em suspensão do esgoto, antes de devolvê-lo ao rio. (Andrea Cunha – COSANPA). A ETE também conta com um sistema de desinfecção por cloro, que elimina os micro-organismos patogênicos que podem causar doenças.

A estação de tratamento sanitário Vila da Barca Belém é um exemplo de como a engenharia sanitária pode promover a saúde, a dignidade e o bem-estar das pessoas.

Figura 13: Localização da Estação de Tratamento - Vila da Barca

BASE DE DADOS DE PLANEJAMENTO E OPERAÇÃO DAS ETE'S DE ESGOTO SANITÁRIO NA RMB-SES(D)-ETE V.BARCA (ETE 06)	
	INFORMAÇÕES BÁSICAS: - Vazão e População: 14.24 L/s e 8.200 hab - Município: Belém - Localização georreferenciada: long.: 48.491708; lat.: 1.428259° - Sistema de tratamento de esgoto: Descentralizado - Tratamento preliminar: GM/PRC/DHCD/IMQP - Processo de tratamento: UASB + BAS - Tratamento do lodo: LSC + HQ - Tratamento do biogás: NTU
	TRATAMENTO PRELIMINAR: Produção de sólidos grosseiros (kg/d): 8,970±0,408 Produção de areia (kg/d): 37,884±1,722 Produção de espuma (kg/d): 0,31521±0,01433
	BALANÇO DE CARGA ORGÂNICA - UASB: Carga DQO afluente (kgDQO/d): 3.319,70 Carga DQO efluente (kgDQO/d): 1.161,9±166 Carga DQO removida (kgDQO/d): 2.157,8±166 Carga DQO convertida em lodo (kgDQO-lodo/d): 459,6±35,4 Carga DQO convertida em CH4 (kgDQO-CH4/d): 1.426,7±148,8
	PRODUÇÃO E HIZIENIZAÇÃO DE LODO - UASB: Produção de lodo (kgSST/d): 76,8 ± 25,6 Volume de lodo (m ³ /d): 1,644 ± 0,377 Massa de lodo desaguada (kg/d): 68,2 ± 24,3 Produção de torta (kgSST/d): 341,1 ± 121,6 Quantidade de PQ para caleação (Q _{ca}): 20,47 ± 7,30 Quantidade de PQ aplicada (Q _{ca}): 25,58 ± 9,12 Quantidade de biossólido produzido (Q _{bi}): 366,7 ± 130,7
	POTENCIAL DE GEE E EMISSÃO DE MENTANO - UASB: Produção normalizada de metano (Nm ³ /d): 40,33 ± 17,31 Taxa de emissão de metano (CO ₂ equivalente): 264,8 ± 112,3 Produção normalizada de biogás (Nm ³ /d): 58,7 ± 24,9 Energia química disponível (kWh/d): 399,1 ± 169,2

Fonte: Dados de Monitoramento da ETE Vila – UFPA.

3.10.1.3 Dados recebidos para Avaliação da funcionalidade da plataforma

Os dados analisados e inseridos na plataforma são provenientes de amostragens realizadas durante o ano de 2015, este material disponibilizado está em formatado excel xlsx, com o título de Dados_de_Monitoramento_ETE_Vila da Barca, disponibilizada pela UFPA – Universidade Federal do Estado do Pará – a partir destes, foram avaliados na plataforma os parâmetros: alcalinidade total, amônia, fósforo total, nitrogênio amoniacal, pH, sólidos totais, sulfato total, nitrogênio total, demanda química de oxigênio e demanda bioquímica oxigênio.

Tabela 2 Identificação Geográfica da ETE Vila da Barca

Identificação do Ponto	Local do ponto	Coordenadas Geográficas	
		Latitude	Longitude
ETE 06	Esgoto Sanitário na RMB - SES D - ETE V. BARCA	48.491.708	1.428.259

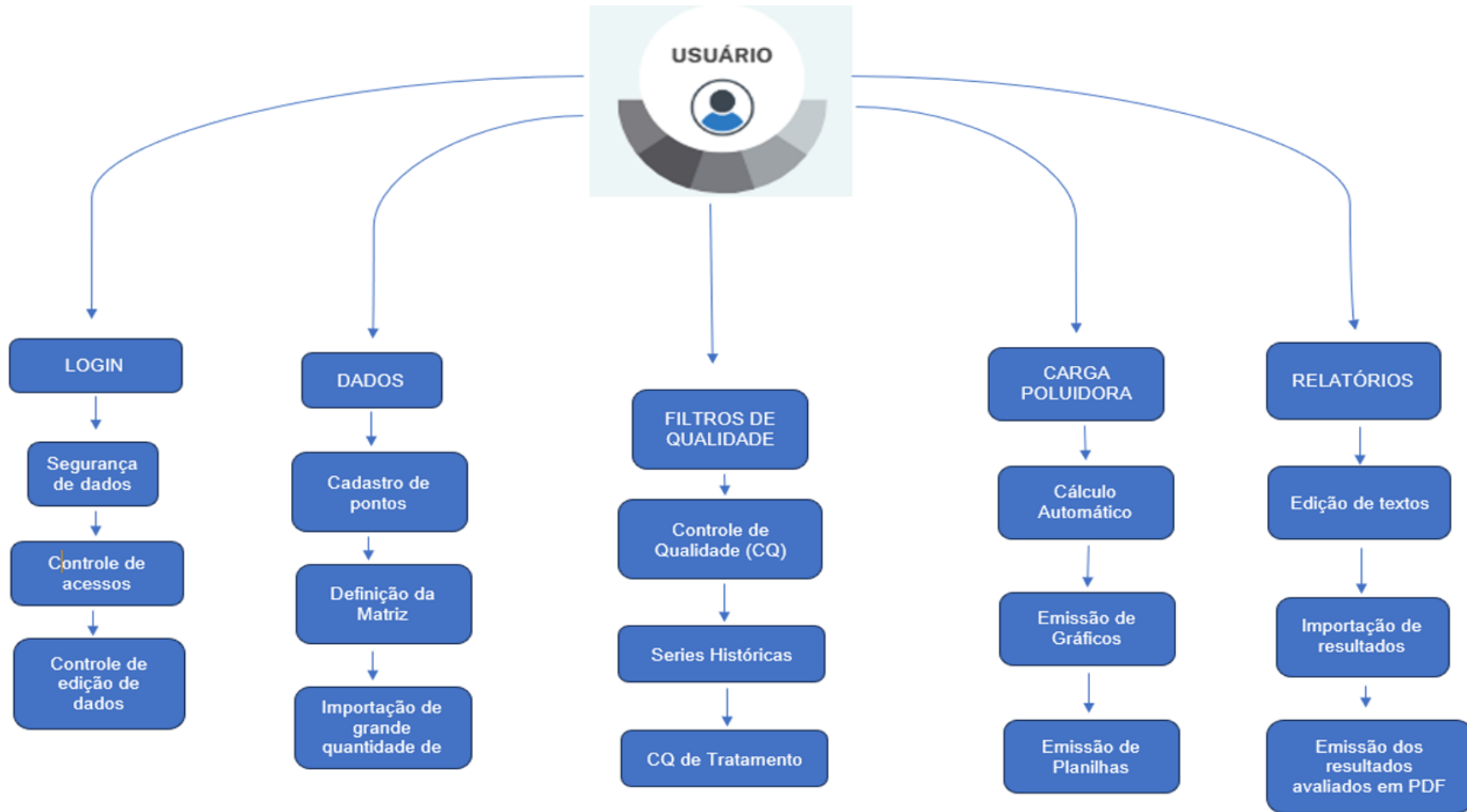
Abaixo está exposto o fluxograma dos ícones que a plataforma tem como ferramenta em sua interface nos quais os dados da Estação de Tratamento foram trabalhadas para emitir



relatório de carga poluidora e verificação de erros grosseiros e fora do limite de detecção conforme a legislação CONAMA 430/2011 art.21.



Fluxograma geral dos Ícones da Plataforma



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ferramentas da Plataforma

4.1.1 Carga Poluidora

O cálculo de carga poluidora é visto como uma ferramenta para gerenciamento ambiental, e na plataforma será realizado através da estimativa do fluxo de poluente lançado da fonte emissora pelo cálculo indireto pré-definido pelo CONAMA 357/2005 visto que este é utilizado como requisito para reportar via relatório aos órgãos ambientais competentes a declaração de carga poluidora. O gerenciamento desses valores ajudará a visualizar a valores médios mensais de cada parâmetro, para verificação dos valores lançados pós-tratamento.

Para o cálculo usaremos a avaliação dos parâmetros Amônia, Fósforo total, Nitrogênio Amoniacal, Sólidos totais, Sulfato total, Nitrogênio total, Demanda Química de Oxigênio e Demanda Bioquímica de Oxigênio.

Cálculo:

$$Carga \left(\frac{Kg}{d} \right) = \frac{\text{concentração} \left(\frac{g}{m^3} \right) \times \text{vazão} \left(\frac{m^3}{d} \right)}{1.000 \left(\frac{g}{kg} \right)} \quad (1)$$

Onde:

Carga: será o poluente lançado no corpo receptor por tratamento;

Vazão média: é vazão média da estação de tratamento;

Concentração média: é o resultado médio do parâmetro avaliado.

Abaixo está a apresentação de como a plataforma processa os dados e emite os resultados, utilizando o cálculo acima apresentado.

Figura 14: Script da Carga Poluidora

```
function getAllValuesPerMonth(array) {
  var resultadoFinal = []

  var somaPorMes = array.reduce((soma, item) => {
    var partesData = item.data.split("-");
    var mes = new Date(partesData[2], partesData[1] - 1, partesData[0]).toLocaleString('default', { month: 'long' });
    soma[mes] = (soma[mes] || 0) + item.valor;
    return soma;
  }, {});

  var mesesOrdenados = Object.keys(somaPorMes).sort((a, b) => {
    return new Date(a) - new Date(b);
  });

  mesesOrdenados.forEach(function (mes) {
    var soma = somaPorMes[mes];
    resultadoFinal.push({ [mes]: soma });
  });

  return resultadoFinal
}

if (dados) {
  vazao = dados[0]['vazaoValor'];
  dados.forEach(value => {
    if (value[parametro] !== 0) {
      arrayParametro.push({ data: value.data.slice(8, 10) + "-" + value.data.slice(5, 7) + "-" + value.data.slice(0, 4), valor: value[parametro] });
    }
  });

  var valorFinal = getAllValuesPerMonth(arrayParametro)

  arrayDates = valorFinal.map(item => {
    return Object.keys(item)[0];
  });

  valoresArray = valorFinal.map(item => {
    return item[Object.keys(item)[0]];
  });

  let mediaValor = (valoresArray.map(Number).reduce((a, b) => a + b, 0) / valoresArray.length).toFixed(3)

  cargaPoluidora = (vazao * mediaValor) * 365 * Math.pow(10, -6);
}
```

Fonte: Autor.

E para o usuário, na plataforma será visualizado os resultados avaliados durante o ano, e se o utilizador passar o cursor do mouse em cada coluna poderá ser visualizado o valor médio de cada parâmetro analisado na Estação da Vila da Barca.

Figura 15: Carga Poluidora Avaliação Geral



Fonte: Autor.

Além dos dados anuais e gerais dos parâmetros, a plataforma analisa os dados individuais de cada parâmetro, conforme importância ressaltada nos tópicos a seguir.

4.1.1.1 Amônia/ Nitrogênio Amoniacal/ Nitrogênio Total

O valor de Amônia e/ou do Nitrogênio Amoniacal é um parâmetro importante para avaliar o impacto ambiental de uma atividade que possa produzir essa substância. Como a amônia pode ser encontrada de três formas: líquida, sólida e gasosa, sua formação pode ser nociva a saúde humana, e avaliar valores deste composto para avaliação técnica da concentração

pode ajudar na identificação de efluentes que podem estar tendo influências indiretas de efluentes industriais e ou recendo valores muito maiores do que a estação possa tratar. Alguns processos biológicos, e a excreção de animais também podem gerar amônia.

A amônia em alta concentração pode afetar o pH do efluente e tanto pH como temperatura podem alterar a nocividade dela, a amônia pode afetar a qualidade de vida aquática ao ser lançada diretamente em corpo hídricos sem a devida avaliação bem como danos respiratórios se a forma gasosa estiver presente no meio ambiente.

No tratamento de águas residuais, em processos convencionais como é realizado na Vila da Barca, a remoção de nitrogênio amoniacal/amônia é executada a partir da introdução de uma etapa aeróbica no sistema, ou seja, processo de nitrificação biológica onde há a oxidação de Nitrogênio amoniacal que conseqüentemente é convertido em nitrato, a partir da presença de oxigênio.

Nitrogênio total, é a soma das formas de nitrogênio presentes nos efluentes, como amônia, nitrito, nitrato e nitrogênio orgânico, após a avaliação da concentração desse deste parâmetro no efluente, pode-se definir qual melhor tratamento para ele, e/ou definição de uma investigação maior de qual dessas formas está alterando o valor do parâmetro. Em alta concentração pode ser tóxico, causar eutrofização da água e liberação de gás carbônico ou metano.

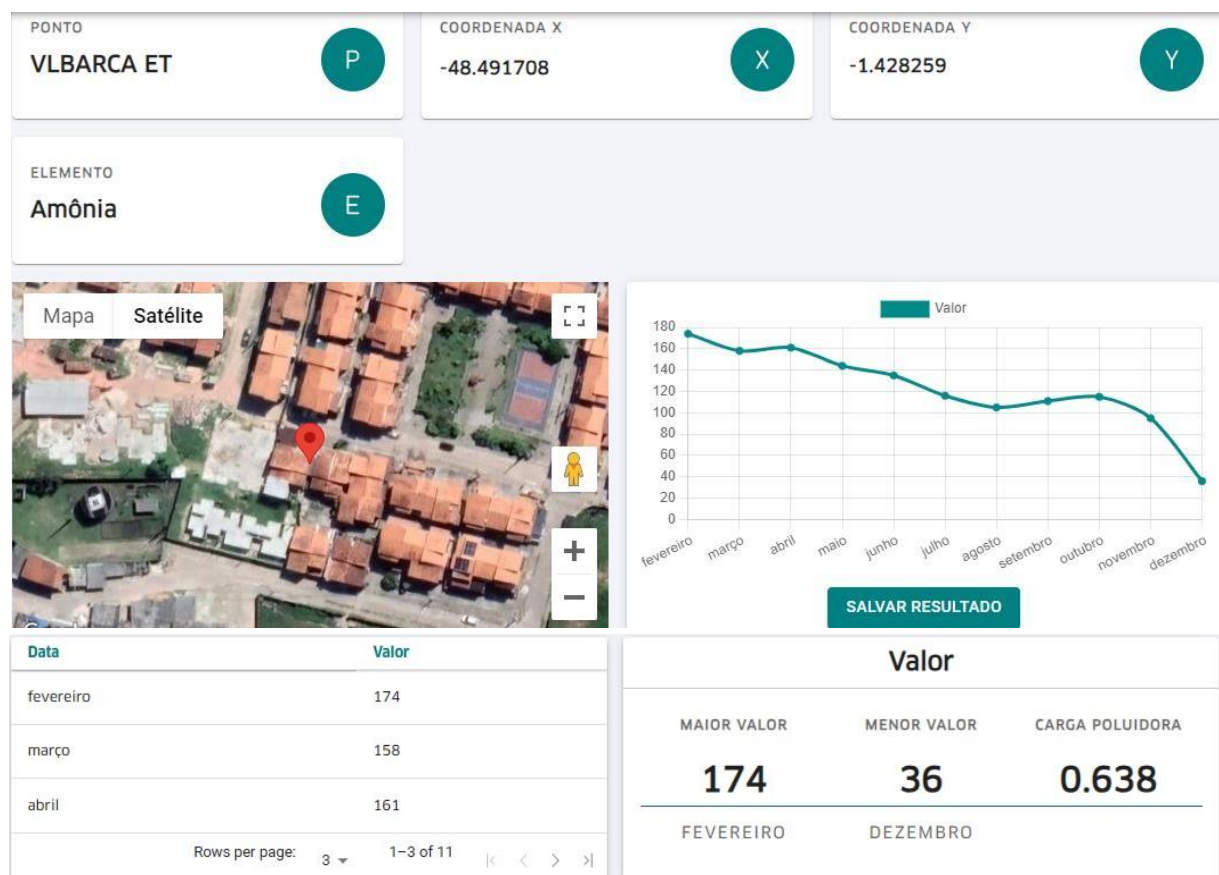
O nitrogênio é um macronutriente e suas formas encontradas no efluentes domésticos tem influência orgânica pelo recebimento de fontes poluidora, como restos de alimentos, fezes e urina. O excesso desse nutriente lançado em corpos aquáticos, alimenta descontroladamente algas e plantas aquáticas causando a eutrofização, e conseqüentemente o consumo de oxigênio dissolvido. (KIPERSTOK, Asher et al., 2019).

A plataforma calcula a carga poluidora a partir da estimativa de concentração média, a partir da entrada e saída do efluente na estação de tratamento, medindo a eficiência do tratamento durante o ano. Esse valor é expresso em quilogramas ou toneladas por ano de produção.

Os valores dos parâmetros destacados para carga poluidora são um indicador útil para planejar e implementar ações de gestão ambiental, como o monitoramento, fiscalização, licenciamento, educação e a mitigação dos impactos causados pela amônia. Esses valores também podem servir como base para o estabelecimento de padrões, normas e limites legais para a emissão ou descarte destes no meio ambiente. (PIVELI ET AL. 2009)

É observado abaixo, os resultados de Amônia e seu comportamento durante o ano, salvando o gráfico e os resultados da carga poluidora anual é possível identificar que não houve comprometimento e impacto causados por esse parâmetro e pode-se verificar que houve uma queda de emissão deste podendo levantar hipóteses do porquê houve uma redução na geração deste composto, e compreender se houve alguma intervenção na estação dentro do processo de tratamento.

Figura 16: Carga Poluidora do Parâmetro Amônia



Fonte: Autor.

4.1.1.2 Fósforo total

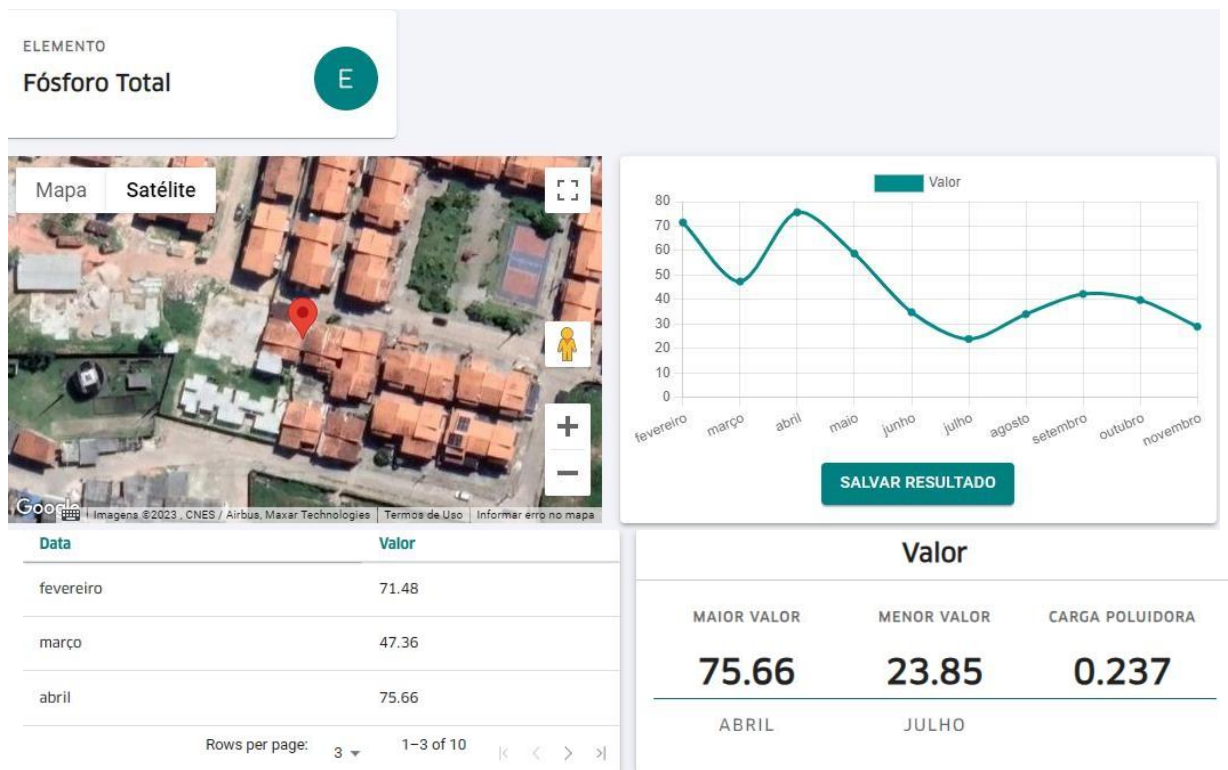
O Fósforo total é a medida da quantidade do fósforo em todas as formas, podendo ser encontrado como orgânico e inorgânico, este parâmetro é muito importante pois por se tratar de um nutriente em abundância, sua concentração elevada despejada após tratamento pode prejudicar a vida dos organismos aquáticos e causar eutrofização da água, pela redução de oxigênio dissolvido.

Segundo KIPERSTOK, Asher et al., 2019, o fósforo é um macronutriente que em efluente doméstico é predominantemente de origem inorgânica por exemplo: polifosfato

presente em agentes de limpeza e detergentes. Este controle é importante para evitar poluição das fontes de água e qualidade ambiental.

A apresentação dos resultados auferidos na plataforma para o fósforo na estação de tratamento Vila da Barca, foi observado que os meses de fevereiro e abril tiveram grande quantidade de emissão do parâmetro, mesmo assim durante o ano houve redução nos resultados apresentados e a média anual respeita o valor de carga permitida para lançamento durante o ano, não havendo necessidade de atenção na estação de tratamento mas apontando necessidade de estudo para entender os picos de geração de fósforo total pós tratamento.

Figura 17: Carga Poluidora do Parâmetro Fósforo Total



Fonte: Autor.

4.1.1.3 Sólidos Totais

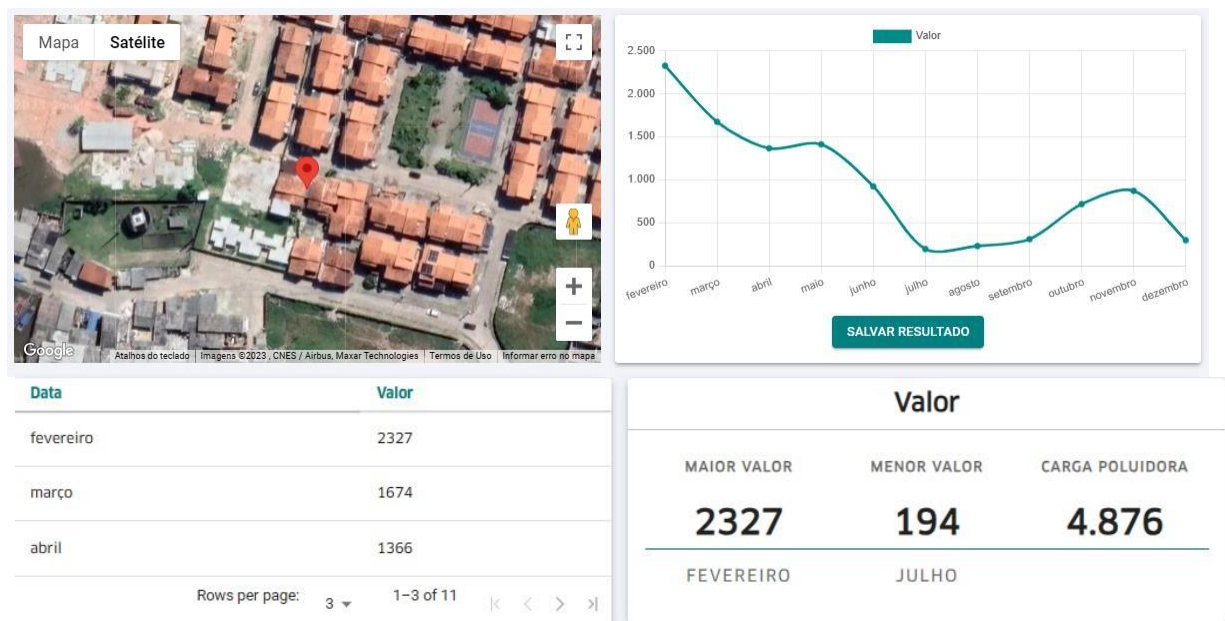
Os sólidos totais são quantidade de material que pode estar dissolvido ou suspenso em água residual, essa medida é a soma dos Sólidos Totais Suspensos, Sólidos Totais dissolvidos, Sólidos fixos e Voláteis, depende da técnica que será empregada para essa verificação. (Pivelli, 2006).

Em uma estação de tratamento é muito importante controlar esse parâmetro pois serve de apoio na verificação da eficiência da estação, bem como existe valor máximo permitido para

o lançamento do efluente, para que não haja poluição dos corpos hídricos por sedimentos provenientes de estações domésticas e industriais, causando impacto ambiental pelo acúmulo de nutrientes de matéria orgânica ou inorgânica, interferindo na turbidez, cor e condutividade da água após esselamento (PIVELLI, 2006).

É observado no gráfico uma significativa queda nos resultados de sólidos até omês de julho. Em outubro houve uma leve elevação e em dezembro voltou aos padrões dos meses de julho a setembro. Portanto, aufere-se uma significativa remoção de sólidos durante o tratamento da estação.

Figura 18: Carga Poluidora do Parâmetro Sólidos Totai



Fonte: Autor.

4.1.1.4 Sulfato Total

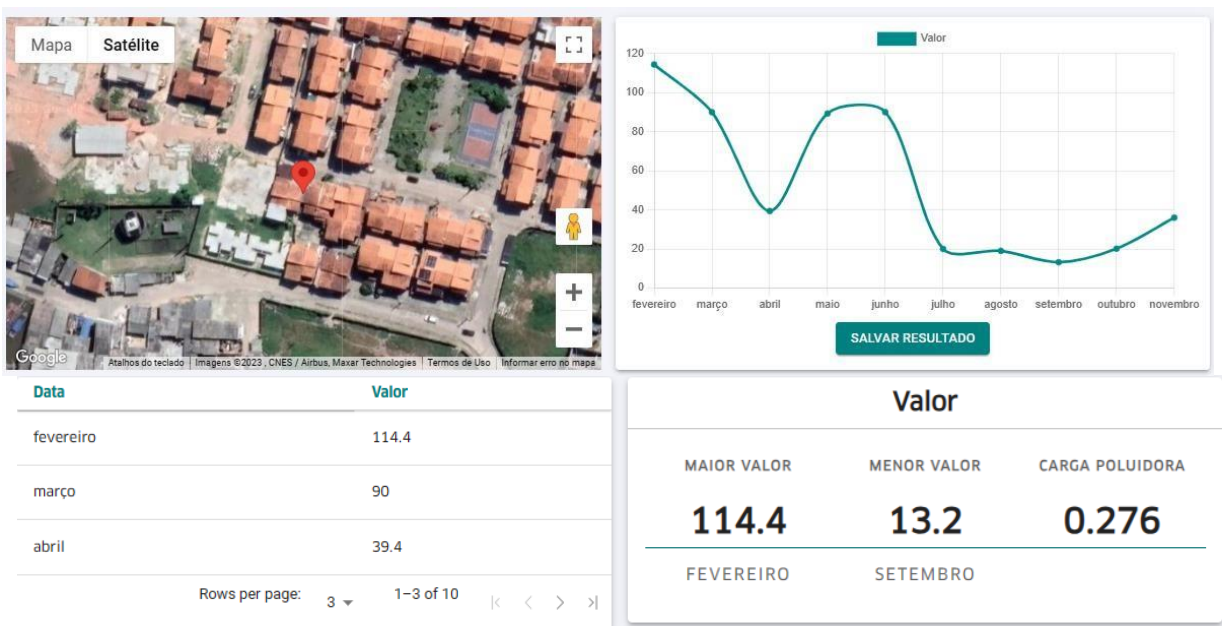
O sulfato é um ânion formado pela oxidação do enxofre, podendo ser tornar Sulfeto e Sulfito que são formações mais nocivas, estas podem estar presente em diversas fontes, como fertilizantes, detergentes, combustíveis fósseis e resíduos orgânicos. (CETESB, 2021)

Avaliar a concentração deste parâmetro em água residuárias, é uma forma demonitorar tanto a eficiência de uma estação de tratamento que pode utilizar deste tipode processo para ajudar no tratamento do efluente, como avaliar o lançamento após tratamento. A alta concentração do sulfato pode contaminar corpos hídricos mudandosuas características naturais como o equilíbrio químico da água, mal cheiro, toxicidade

aos organismos, tem efeito laxativos se for ingerido e pode corroer tubulações trazendo prejuízos econômicos.

Observou-se no gráfico de série histórica do sulfato uma queda dos resultados do começo do ano – fevereiro a abril – entretanto no mês de maio houve um pico semelhante aos resultados de março. Depois disso, no mês de julho houve uma queda abrupta e continua até novembro.

Figura 19: Carga Poluidora do Parâmetro Sólidos Totais



Fonte: Autor.

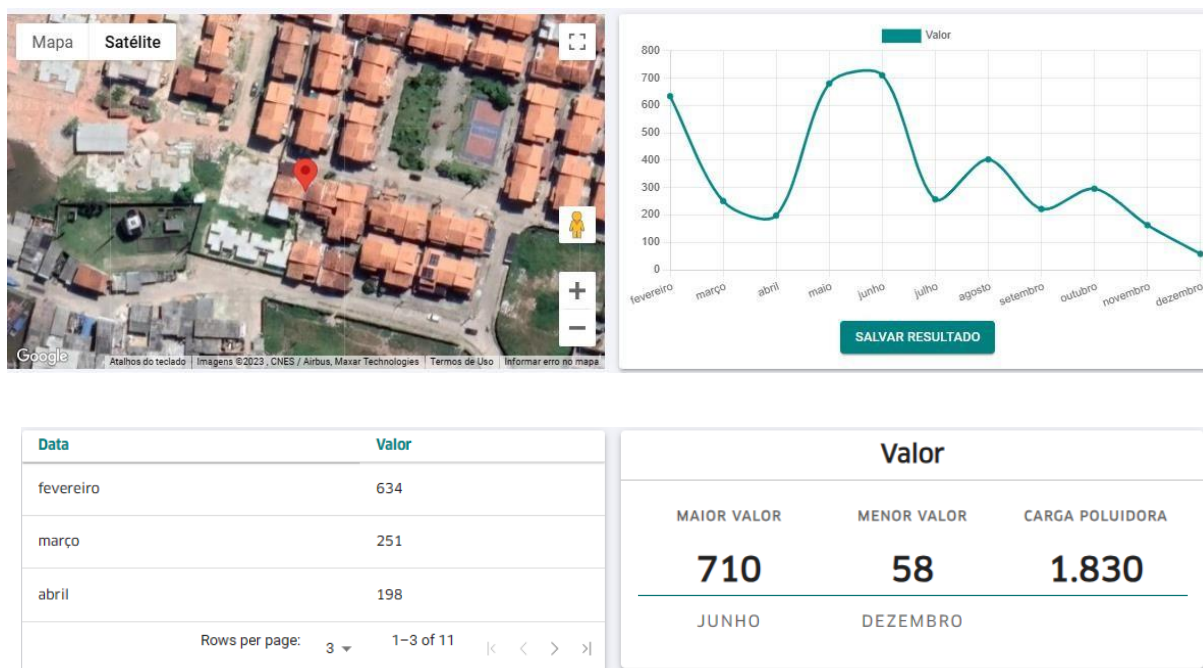
4.1.1.5 Demanda Química de Oxigênio

A Demanda Química de Oxigênio é um indicador que pode avaliar o grau de poluição nas águas residuais, ele se baseia na verificação de matéria orgânica em termos de oxigênio consumido, podendo ela ser biodegradável ou não, e em meio ácido com ação de um agente químico oxidante forte.

Por se tratar de uma análise rápida e conveniente (dura em média 2 horas), é um dos parâmetros que mais se utiliza para avaliar eficiência do tratamento de efluentes e comparar com outros parâmetros, além de ser um dado importante para o cálculo de carga poluidora, pois permite estimar a carga orgânica que será lançada no corpo receptor.

No gráfico de DQO durante o ano de 2015, nota-se 3 ciclos, esses ciclos diminuem durante o ano. No ciclo de porte maior obteve seu pico localizado no mês de junho, o de porte intermediário no mês de agosto, enquanto o de pequeno corte em outubro.

Figura 20: Carga Poluidora do Parâmetro DQO



Fonte: Autor.

4.1.1.6 Demanda Bioquímica de Oxigênio

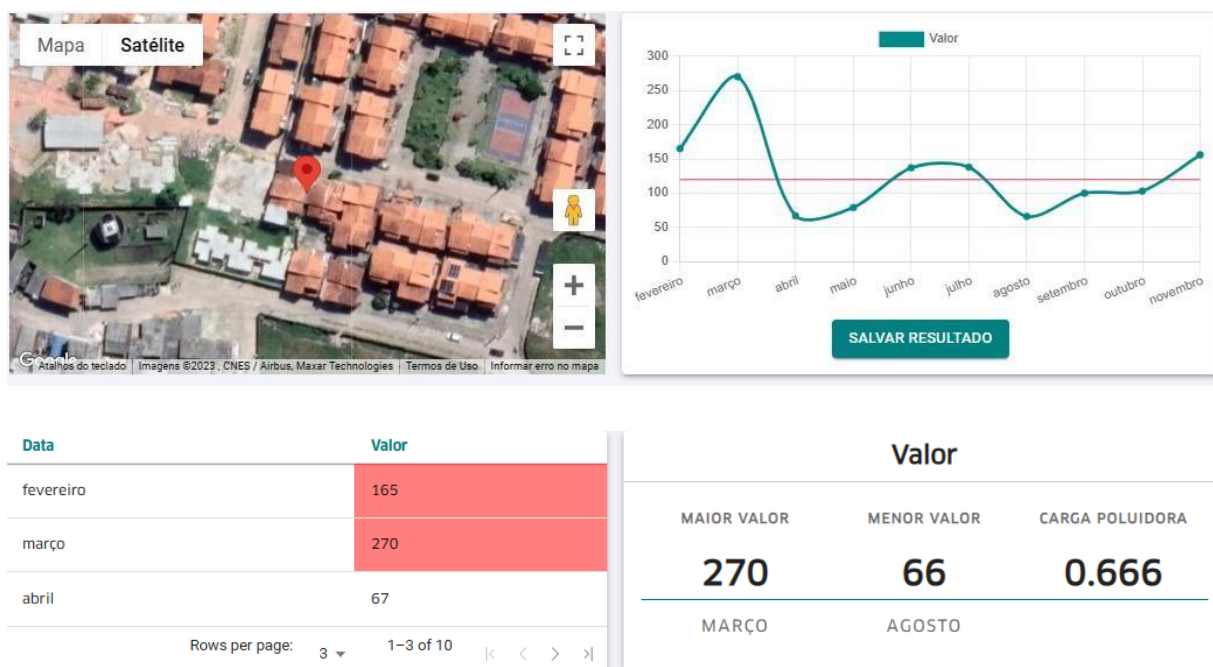
A demanda bioquímica de oxigênio é um parâmetro utilizado para avaliar a quantidade de oxigênio consumida pelos microrganismos durante a decomposição da matéria orgânica presente na água. A realização do ensaio deste parâmetro geralmente é em torno de 5 a 7 dias de incubação.

A DBO é um indicador importante para avaliar a qualidade da água e a eficiência dos processos de tratamento de águas residuais. Nesse contexto, o CONAMA desenvolveu diretrizes e padrões de qualidade da água para corpos d'água e efluentes tratados. Esses padrões são projetados para garantir que a descarga de águas residuais em corpos d'água não afete negativamente o ambiente aquático e a saúde pública. O CONAMA define o limite máximo de DBO permitido em águas residuais antes de serem lançadas no meio ambiente e limites mínimos de remoção durante o tratamento. Esses limites são determinados de acordo com as

características do corpo receptor e as características da estação de tratamento de esgoto. O controle de DBO é uma parte importante do processo de licenciamento ambiental para estações de tratamento de águas residuais e indústrias que descartam corpos receptores.

E no ícone da carga poluidora, é possível avaliar valores de parâmetros individuais e na mesma barra de pesquisa, visualizamos os valores que ultrapassaram o limite estipulado pela norma e as variações durante o ano como está expresso no print abaixo. A estação Vila da Barca, fevereiro, março, grande quantidade de DBO expresso e em junho e julho, apesar de não ter sido tão expressivo quanto os meses mencionados anteriormente, eles também ficaram fora do valor máximo permitido para lançamento no corpo receptor.

Figura 21: Carga Poluidora do Parâmetro DQO



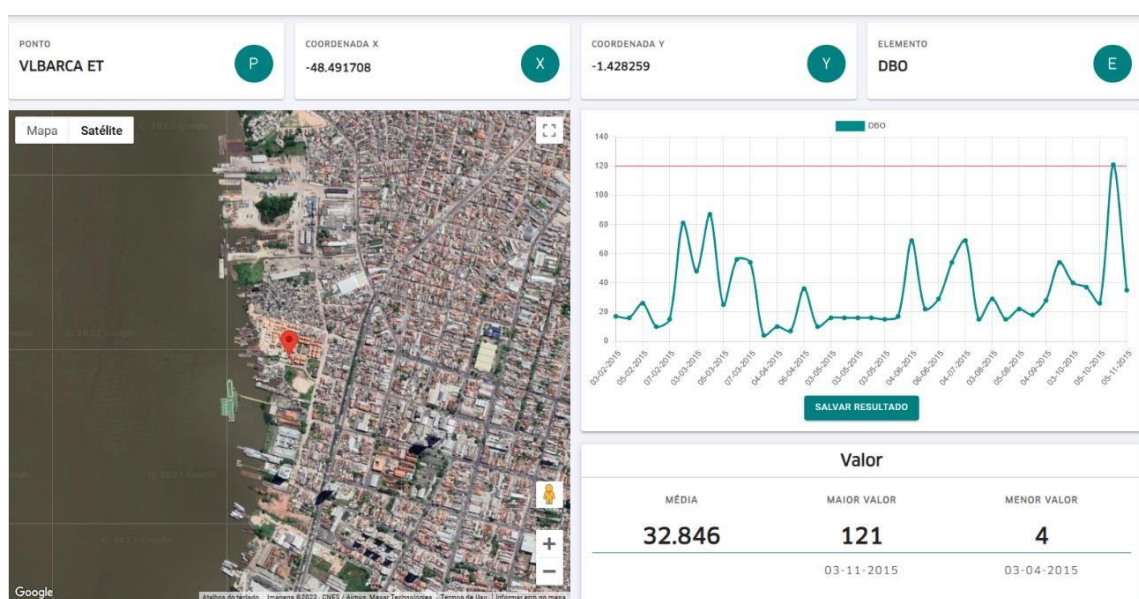
Fonte: Autor.

4.1.2 *Série histórica*

O monitoramento é um dos instrumentos de gestão ambiental mais eficientes para o gerenciamento integrado e preditivo, o efetivo gerenciamento implica na constante avaliação da quantidade e qualidade d'água, concomitantemente. Além disso, observa-se o comportamento das atividades antropogênicas em relação ao tempo e fatores climáticos ocorridos. (TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2011).

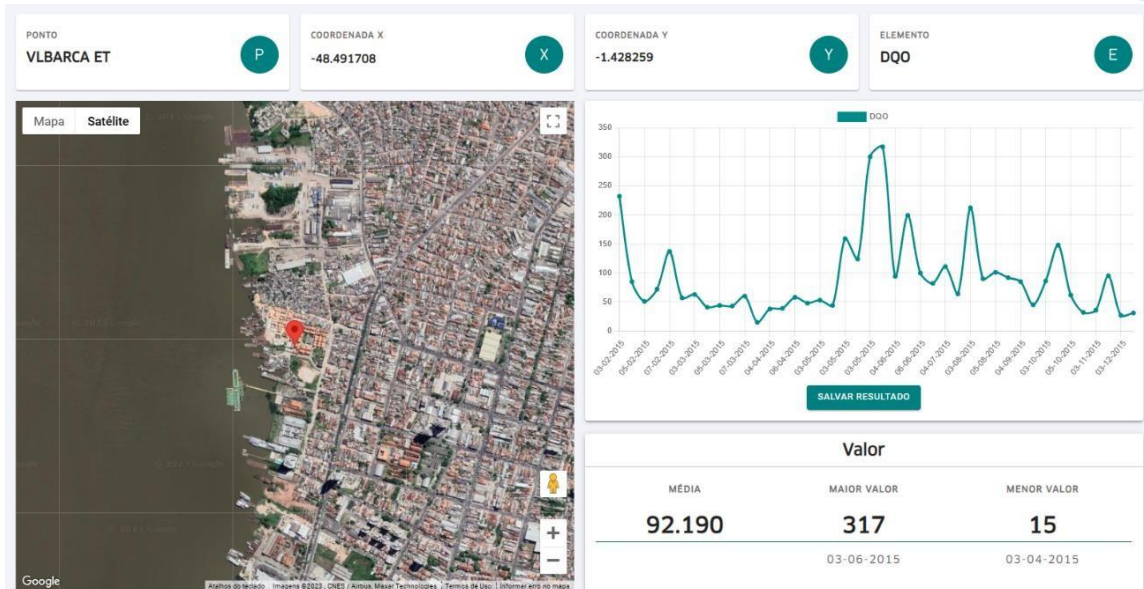
A partir dos dados inseridos na plataforma realizou-se a série histórica dos parâmetros: alcalinidade total, amônia, fósforo total, nitrogênio amoniacal, pH, sólidos totais, sulfato, nitrogênio total, DBO e DQO. Alguns parâmetros como por exemplo: pH, nitrogênio amoniacal e DBO apresentam valores máximo permitidos (VMP) esses valores de referência estão apresentados no gráfico pela linha vermelha, ressaltando que esses valores são somente atribuídos para a saída do tratamento. Os resultados apresentados são oriundos do monitoramento dos meses de 2015 da estação de tratamento.

Figura 22: Série histórica de demanda bioquímica de oxigênio (DBO)



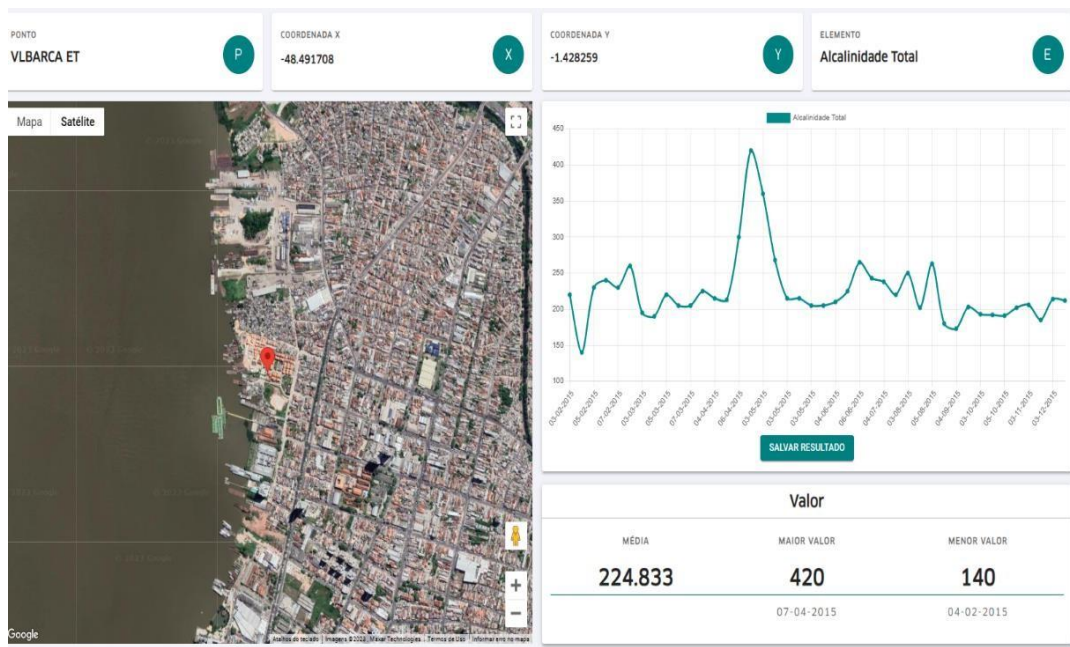
Fonte: Autor.

Figura 23: Série histórica de demanda química de oxigênio (DQO)



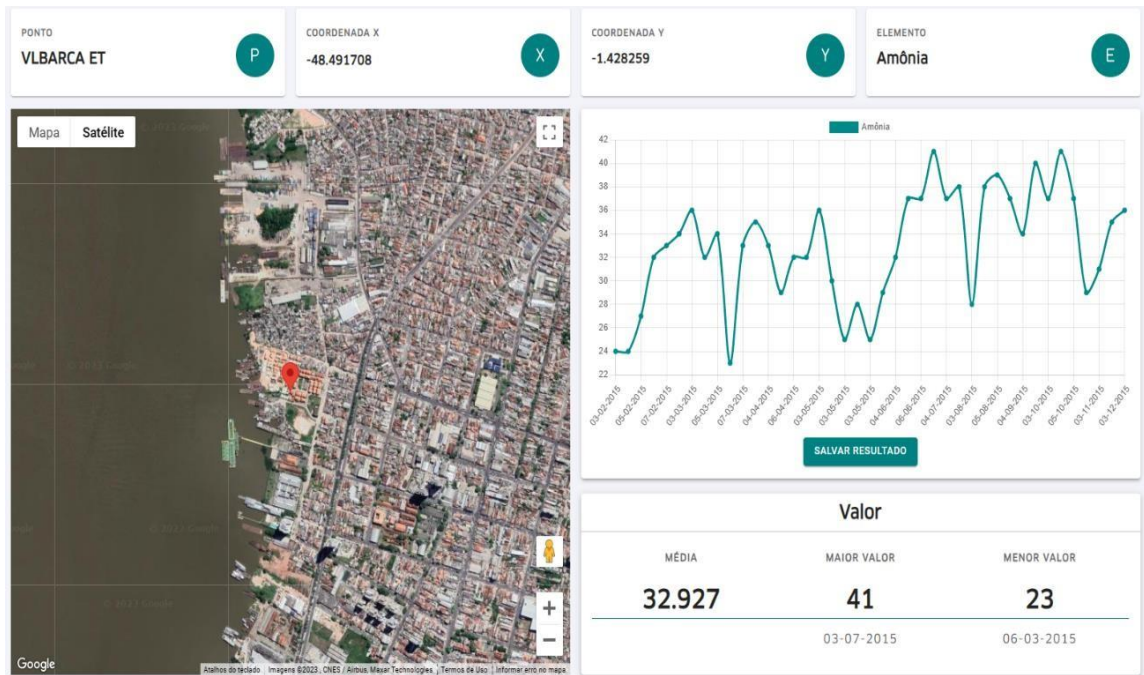
Fonte: Autor.

Figura 24: Série histórica de Alcalinidade Total



Fonte: Autor.

Figura 25: Série histórica de Amônia



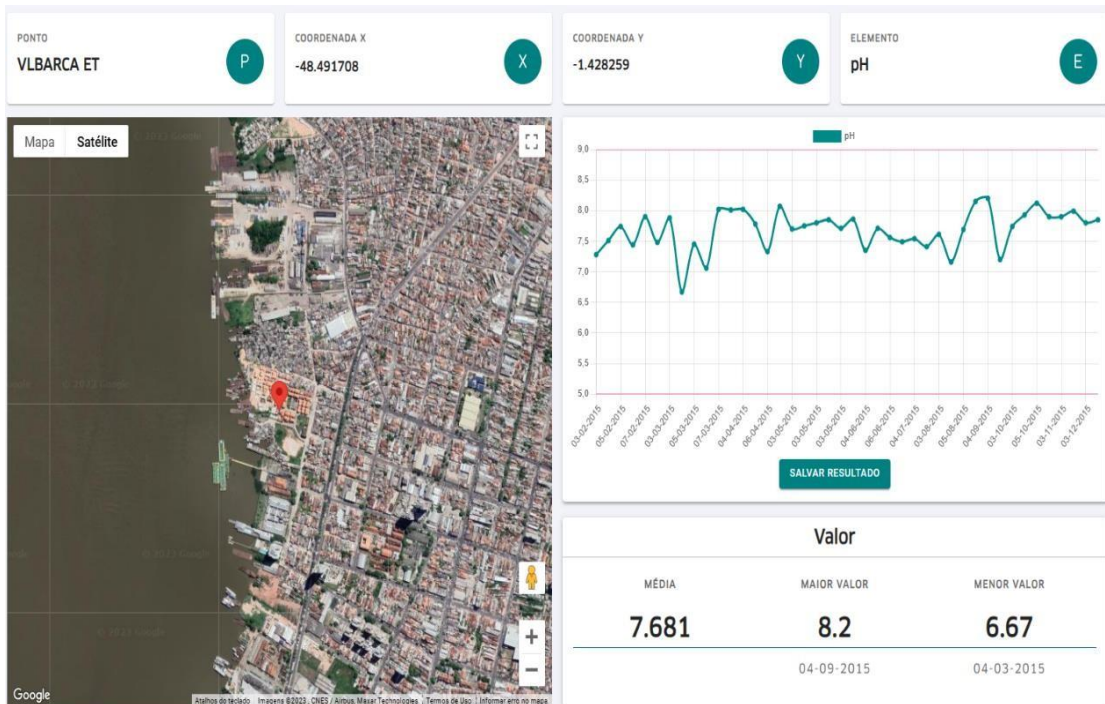
Fonte: Autor.

Figura 26: Série histórica de Fósforo Total



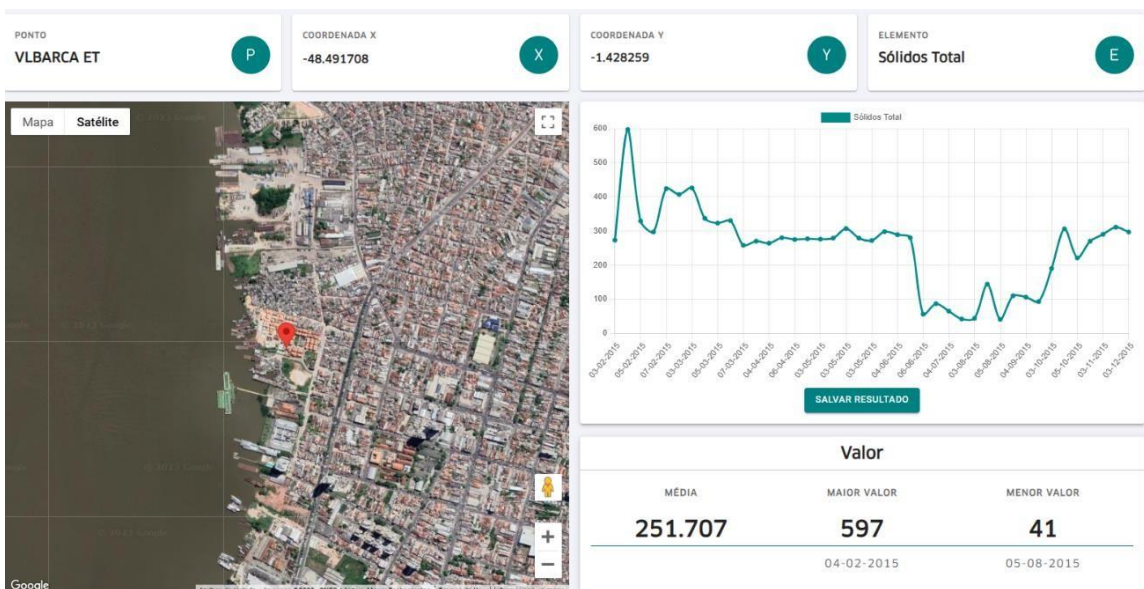
Fonte: Autor.

Figura 27: Série histórica de pH



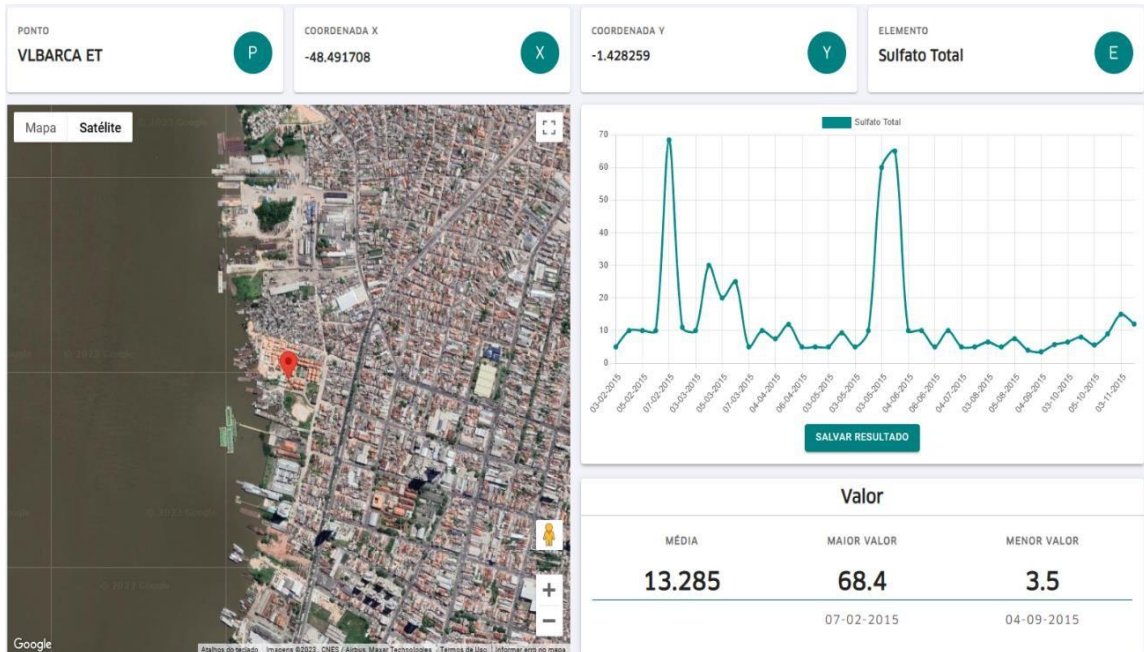
Fonte: Autor.

Figura 28: Série histórica de Sólidos Totais



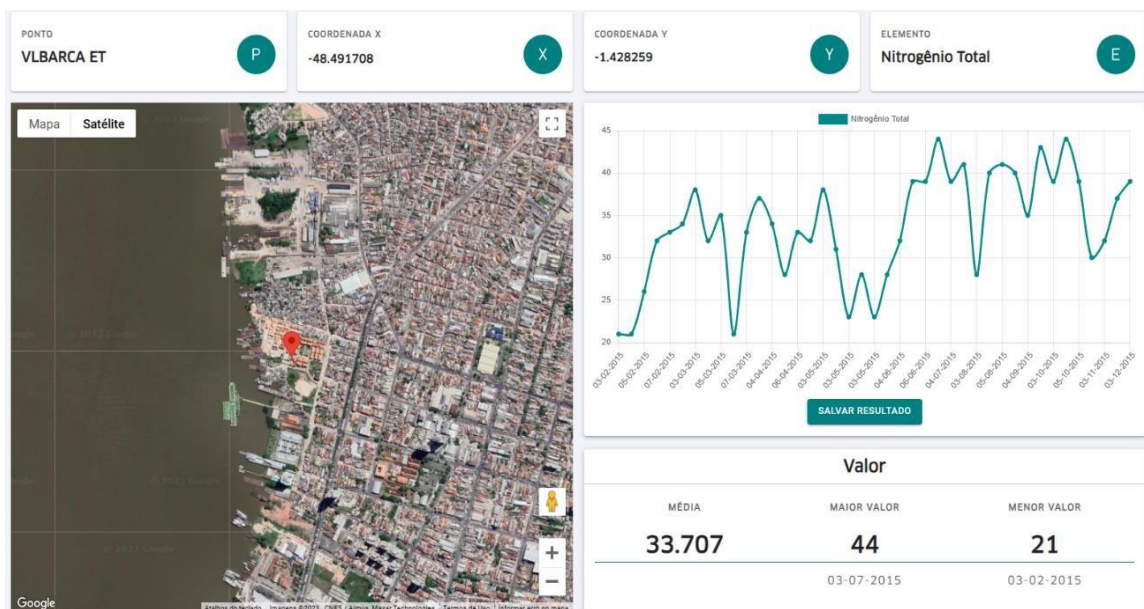
Fonte: Autor

Figura 29: Série histórica de Sulfato Total



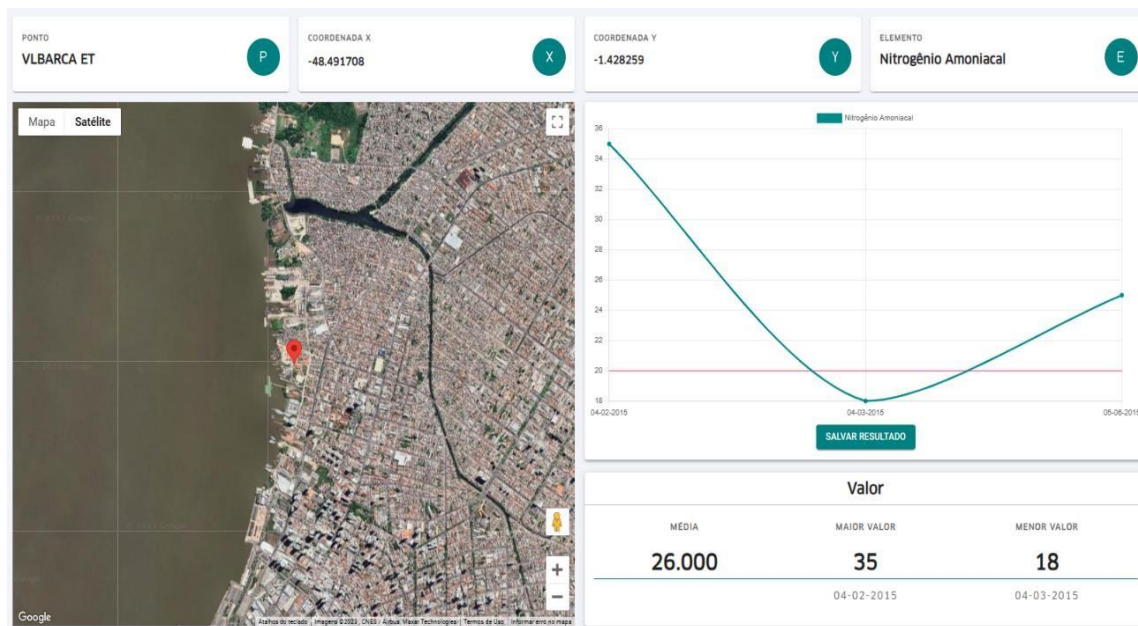
Fonte: Autor.

Figura 30: Série histórica de Nitrogênio Total



Fonte: Autor.

Figura 31: Série histórica de Nitrogênio Amoniacal



Fonte: Autor.

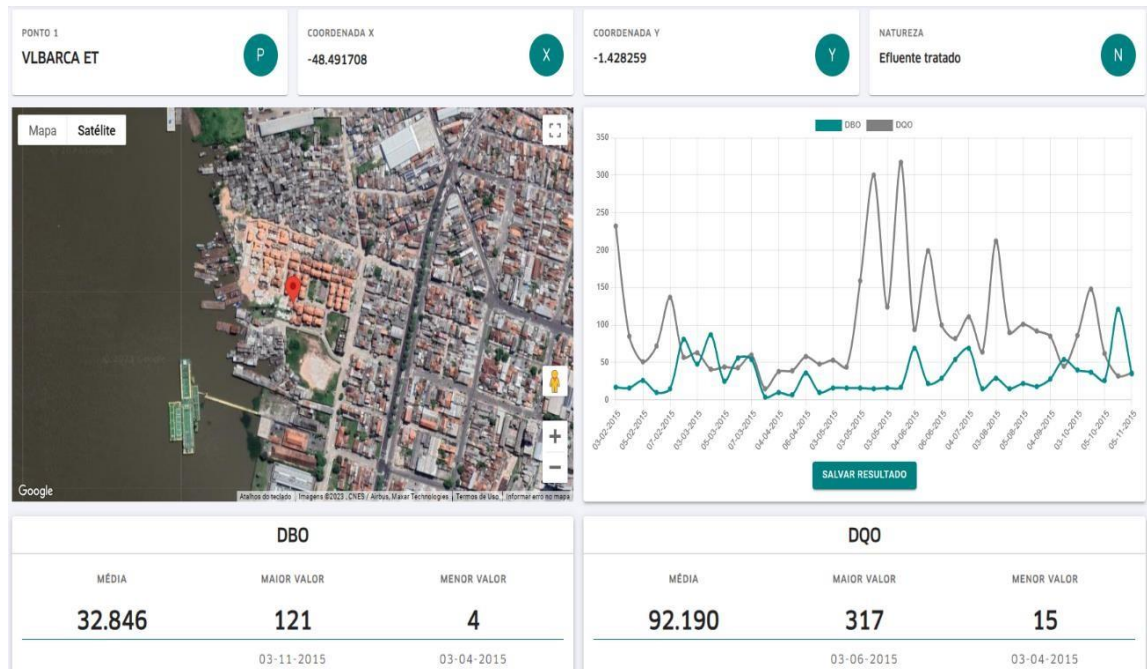
Dentre os parâmetros que possuem VMP somente nitrogênio amoniacal e DBO apresentam valores acima dos padrões estabelecidos pelo CONAMA 430.

4.1.3 Filtro de Qualidade

O Filtro de qualidade é um controle automatizado das informações inseridas, que independente da avaliação técnica que normalmente é realizada, tanto na gestão como no controle de tratamento para descarte ou reutilização das águas residuárias, ao passar a informação pelo filtro da plataforma são indicados todos os erros grosseiros de resultados reportados oriundos de ensaio de campo ou laboratorial. Como por exemplo, comparação de dados coletados e analisados, prazos de análise, incoerência dos resultados a partir do limite de quantificação e incerteza, associação de parâmetros físico-químicos e valores com provável erro de digitação ou colocados de forma errônea.

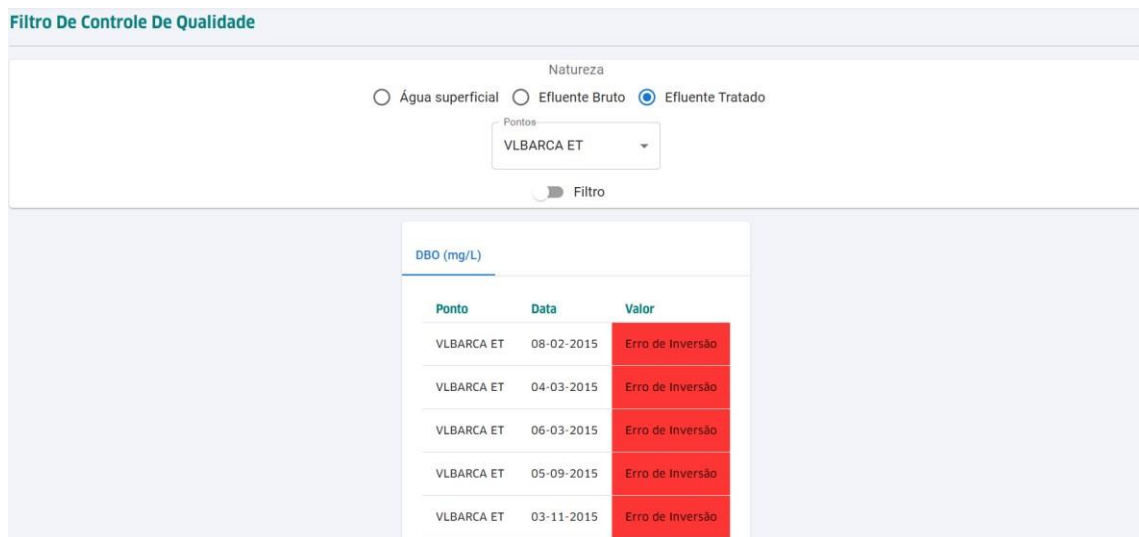
Na plataforma podemos verificar a relação DBO e DQO a partir dos dados da série histórica do ano de 2015. Na figura abaixo, podemos verificar que na maioria dos resultados o parâmetro DQO encontrou-se superior do que DBO, exceto em 5 casos apresentados no filtro de controle de qualidade da plataforma, na Figura 32.

Figura 32: Série histórica com parâmetros DBO e DQO



Fonte: Autor.

Figura 33: Aplicação do filtro de controle de qualidade DBO maior que DQO



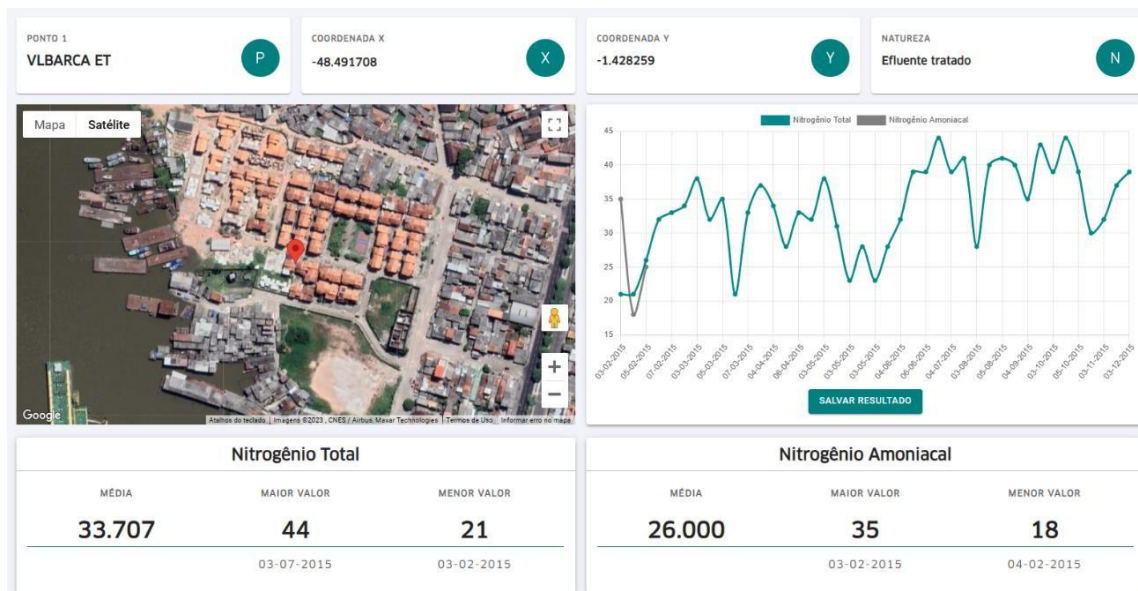
Fonte: Autor.

A razão pela qual a DQO é sempre maior que a DBO está relacionada à presença de matéria orgânica não biodegradável na amostra. A DQO mede tanto a matéria orgânica biodegradável quanto a não biodegradável, enquanto a DBO mede apenas a matéria orgânica biodegradável. A matéria orgânica não biodegradável não pode ser

decomposta pelos microrganismos durante o período de incubação utilizado na análise de DBO, mas ainda contribui para a demanda total de oxigênio medida pela DQO (MORAES,2022).

Sobre os parâmetros nitrogênio total, nitrogênio amoniacal e amônia, esses parâmetros possuem relação simétrica, onde nitrogênio total é a forma global de nitrogênio (Gomes et al. 2000). Na figura abaixo podemos verificar a relação dos parâmetros, nitrogênio total e nitrogênio amoniacal, ao longo da série histórica. O parâmetro nitrogênio amoniacal mesmo apresentando poucos valores, apresentou certa inconsistência dos resultados, prioritariamente no primeiro dado da série histórica, no qual apresentou resultados de nitrogênio amoniacal acima do de nitrogênio total. Na figura abaixo a série histórica dos parâmetros juntos, mais adiante podemos verificar a ferramenta filtro de controle de qualidade, alertando sobre o resultado inconsistentes visto que o nitrogênio amoniacal está maior que o nitrogênio total (Figura 34).

Figura 34: Série histórica com parâmetros Nitrogênio Total e Nitrogênio Amoniacal

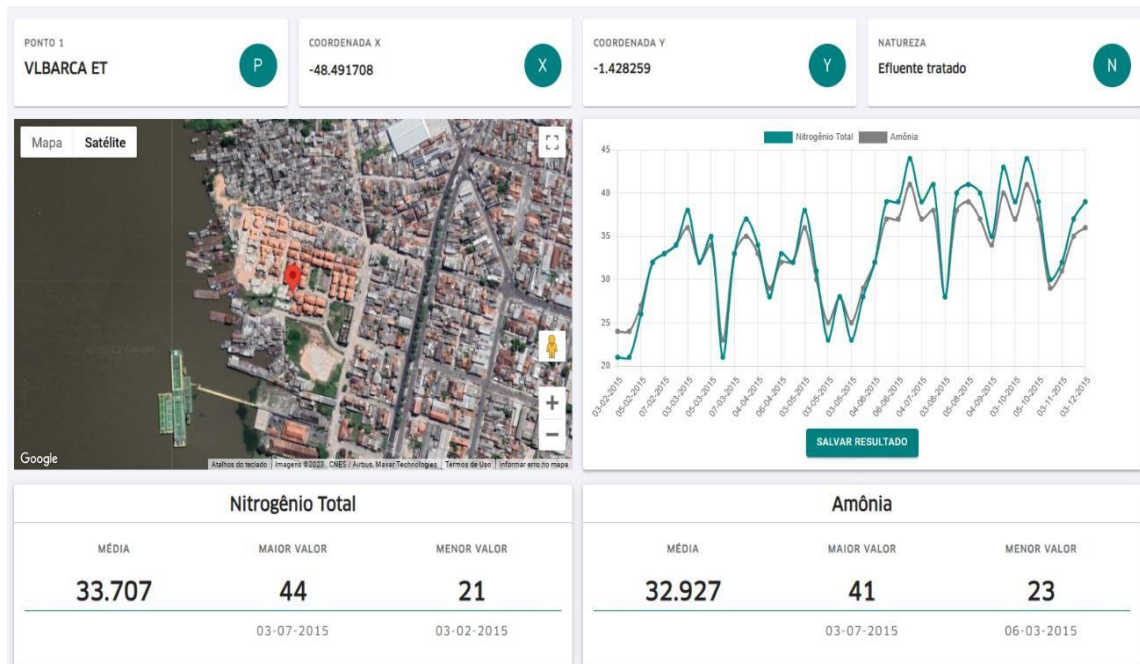


Fonte: Autor.

Na figura abaixo verificamos o comportamento dos parâmetros nitrogênio total e amônia durante o ano. A partir dos resultados podemos aferir que a maior parte do nitrogênio total está em forma de amônia. Além disso, uma contradição dos resultados visto que no mês de fevereiro os valores de amônia são superiores ao de

nitrogênio total, na figura 35 apresenta-se o filtro de controle de qualidade mostrado tal incongruência.

Figura 35: Série histórica com parâmetros Nitrogênio Total e Amônia



Fonte: Autor.

4.1.4 CQ de Tratamento

A avaliação da eficiência de uma estação de tratamento envolve vários aspectos. Na plataforma optou-se pela verificação da eficiência global do processo por remoção de contaminantes. Esse controle de eficiência fundamenta-se na redução percentual de diferentes contaminantes em comparação com as concentrações iniciais. A eficiência global do processo na remoção de contaminantes é uma métrica crucial para avaliar a performance de uma estação de tratamento. Essa métrica permite entender o quão eficaz é o processo de tratamento em reduzir as concentrações de contaminantes presentes na água bruta, resultando em água tratada de qualidade. A redução percentual de um contaminante é calculada usando a fórmula:

$$RP = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

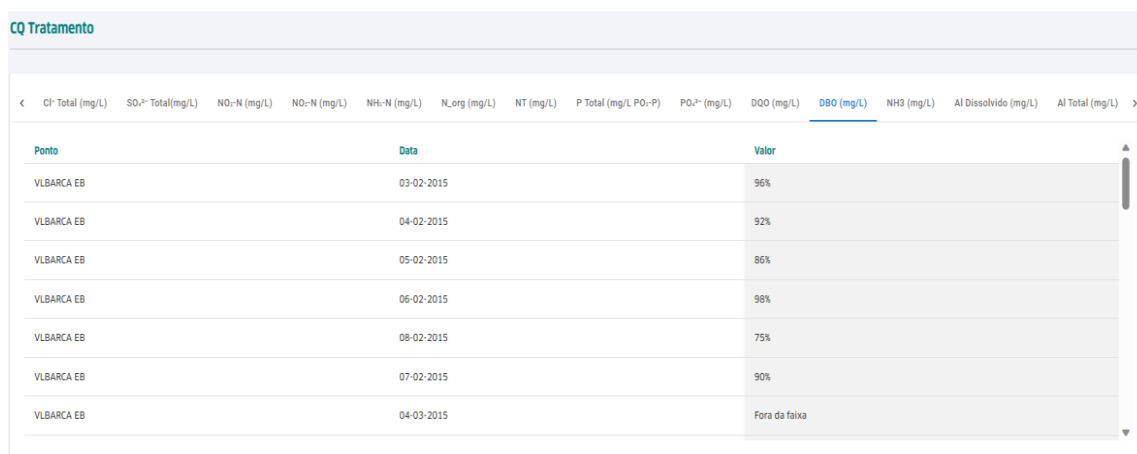
Ci é a concentração inicial do parâmetro na água bruta;

Cf é a concentração final do parâmetro na água tratada;

A redução percentual significa que a concentração do contaminante foi eliminada no processo de tratamento. Ou seja, quanto maior a redução percentual, mais eficiente é o processo de tratamento em remover o contaminante. Ressaltando que a meta é sempre atingir concentrações dentro dos padrões de qualidade estabelecidos.

A partir dos resultados dos parâmetros DBO e DQO podemos aferir a eficiência de remoção da matéria orgânica, a relação dos pontos de entrada e saída mensura o desempenho geral da ETE. Na plataforma na ferramenta CQ de tratamento, a partir dos dados inseridos, calcula-se a eficiência de remoção. Na legislação vigente, CONAMA 430/2011, somente para o parâmetro DBO determina-se uma remoção mínima de 60%, segundo a figura a seguir somente no mês de março de 2015 a eficiência encontrou-se abaixo dos 60% acordado da resolução em vigor. A média de remoção durante o ano para DBO foi de 91%.

Figura 36: Eficiência de remoção do tratamento para o parâmetro DBO



Ponto	Data	Valor
VLBARCA EB	03-02-2015	96%
VLBARCA EB	04-02-2015	92%
VLBARCA EB	05-02-2015	86%
VLBARCA EB	06-02-2015	98%
VLBARCA EB	08-02-2015	75%
VLBARCA EB	07-02-2015	90%
VLBARCA EB	04-03-2015	Fora da faixa

Fonte: Autor.

Para o parâmetro DQO, que não apresenta um percentual mínimo de remoção, verificou-se uma média de 61% de eficiência de remoção. Na figura 37, estão apresentadas parte dos resultados de eficiência de remoção de matéria orgânica na estação.

Figura 37: Eficiência de remoção do tratamento para o parâmetro DQO

CQ Tratamento		
< Cl- Total (mg/L) SO ₄ ²⁻ Total(mg/L) NO ₃ -N (mg/L) NO ₂ -N (mg/L) NH ₄ -N (mg/L) N _{org} (mg/L) NT (mg/L) P Total (mg/L PO ₄ -P) PO ₄ ³⁻ (mg/L) DQO (mg/L) DBO (mg/L) NH ₃ (mg/L) Al Dissolvido (mg/L) Al Total (mg/L) >		
Ponto	Data	Valor
VLBARCA EB	03-02-2015	17%
VLBARCA EB	04-02-2015	30%
VLBARCA EB	05-02-2015	12%
VLBARCA EB	06-02-2015	76%
VLBARCA EB	07-02-2015	12%
VLBARCA EB	08-02-2015	43%
VLBARCA EB	03-03-2015	36%

Fonte: Autor.

4.1.5 *Direitos Autorais*

O Direito Autorais de um produto significa ter o direito de impedir terceiros de produzir, usar, colocar à venda, vender ou importar, sem o consentimento do seu titular, o produto patenteado, ou seja, endossa o domínio sobre o produto. O INPI (Instituto Nacional da Propriedade industrial) concede certos direitos de propriedade intelectual, dentre eles, o registro de software. (INPI,2023).

Os direitos sobre o produto estão fundamentados na Lei 9.279/96 – Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. O pedido de registro de programa de computador (RPC) estão apresentadas nas figuras abaixo juntamente com o campo de atuação, linguagem e tipagem de programa.



Figura 38: Pedido de registro junto ao INPE



Pedido de Registro de Programa de Computador - RPC

Número do Processo: 512023002307-8

Dados do Titular

Titular 3 de 4

Nome ou Razão Social: DANIELLE PINTO SARAIVA

Tipo de Pessoa: Pessoa Física

CPF/CNPJ: 37362838816

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Físico, químico, meteorologista, geólogo, oceanógrafo e afins

Endereço: R. Cel. Joviniano Brandão, 173 - apto 64

Cidade: São Paulo

Estado: SP

CEP: 03127-175

País: BRASIL

Telefone:

Fax:

Fonte: Protocolo INPI

Figura 39 :Dados do registro junto ao INPE

Dados do Programa

Data de Publicação: 25/07/2023

Data de Criação: 25/07/2023

- § 2º do art. 2º da Lei 9.609/98: "Fica assegurada a tutela dos direitos relativos a programa de computador pelo prazo de cinquenta anos contados a partir de 1º de janeiro do ano subsequente ao da sua publicação ou, na ausência desta, da sua criação"

Título: E-Quality

Algoritmo hash: SHA-512 - Secure Hash Algorithm

Resumo digital hash: 9b1c64f37c55ba0a43873b0d1a5ac543acec1f9047835a0c62b73e46b4f37ddc13codb6abade0935c8f773346557a3796051e3b089edfc8c8bdd4b96814ba36f

§1º e Incisos VI e VII do §2º do Art. 2º da Instrução Normativa: O titular é o responsável único pela transformação, em resumo digital hash, dos trechos do programa de computador e demais dados considerados suficientes para identificação e caracterização, que serão motivo do registro. O titular terá a inteira responsabilidade pela guarda da informação sigilosa definida no inciso III, § 1º, art. 3º da Lei 9.609 de 19 de fevereiro de 1998.

Linguagem: JAVA SCRIPT

PETICIONAMENTO ELETRÔNICO Esta solicitação foi enviada pelo sistema Petição Eletrônica em 07/08/2023 às 16:15, Petição 870230069595

Petição 870230069595, de 07/08/2023, pág. 3/9

Fonte: Protocolo INPE.



5. CONCLUSÃO

A implementação de uma plataforma digital ambiental oferece diversos benefícios à sociedade e ao meio ambiente, tornando-se uma ferramenta valiosa para o armazenamento de dados, avaliação preliminar de gestores e facilitador para o envio da carga poluidora anual em órgãos fiscalizadores ambientais. A plataforma elenca acesso à informação de forma facilitada, ou seja, disponibiliza e armazena uma ampla gama de informações de dados, além de segurança na proteção deles.

A utilização da E-Quality, nos dados de monitoramento da Vila Barca é a confirmação de que ela é uma ferramenta que produzirá informações e relatórios evidenciando a qualidade dos resultados e controle de lançamentos de efluentes pós-tratamento no meio ambiente.

Dos dados avaliados, foi possível visualizar através de gráficos os parâmetros fora dos seus Valores Máximo Permitidos pela legislação cadastrada na plataforma. No CQ de Tratamento visualizar o percentual de eficiência e além disso, foi possível identificar valores de efluente tratado, maior que do que as águas residuais brutas.

Em posse das avaliações na plataforma foi possível entender melhor o comportamento da estação possibilitando tomada de decisão em relação aos resultados obtidos, bem como a relação de parâmetros que a plataforma realiza corrobora com um estudo mais profundo podendo verificar a eficiência da estação em relação aos efluentes tratados.

As diversas possibilidades para controle ambiental que a plataforma oferece alcança os objetivos deste trabalho, além de proteger os dados e as edições realizadas pois eles são armazenados em nuvem.



6.REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA PARA A INDÚSTRIA 4.0. Agenda brasileira para a indústria 4.0. AIRES, R. W. A; FREIRE, P. S & MOREIRA, F, K. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil / Agência Nacional de Águas, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. - Brasília: ANA, SPR, 2005.

AHMED, J.; THAKUR, A.; GOYAL, A. Chapter 1: Industrial Wastewater and Its Toxic Effects. in Biological Treatment of Industrial Wastewater. The Royal Society of Chemistry. p. 1-14, 2021.

ARMAN, A. Z; SALMIATI, S.; ARIS, A.; SALIM, M. R.; NAZIFA, T. H.; MUHAMAD, M.S.; MARPONGAHTUN, M. A Review on Emerging Pollutants in the Water Environment: Existences, Health Effects and Treatment Processes. Water. ed. 13 (22),p. 3258, 2021.

BRASIL. Lei 9.279/96 – Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Acesso: 10/08/2023. Disponível em link: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19279.htm

BRASIL. Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União nº 53, Brasília, DF, 18 de março, p. 58-63, 2005.

CETESB (Companhia de Tecnologia Ambiental do estado de São Paulo). Guianacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidas. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão [et al.]. São Paulo: CETESB; Brasília; ANA, 2011.

CETESB. (2008b) - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Variáveis de Qualidade das Águas. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/contaminantes/amonia/>. Acesso:08/08/2023.



CHAUDHURI, A.; VEKRIS, P.; GOLDMAN, S.; ROCH, M.; LEVI, G. Fast and Precise Type Checking for JavaScript. Proc. ACM Program. Lang. OOPSLA. v. 1, n.º 48, 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA) – RESOLUÇÃO Nº 430, 2011.

PAULA, R. L. (2013). Metodologia para avaliação de desempenho operacional de estações de tratamento de esgotos, utilizando métodos multiobjetivo e indicadores.

Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação PTARH.DM-151/2013, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 262p.

DOWNING, D.; CLARK, J. Estatística Aplicada. São Paulo: Editora Saraiva, 2000.

FLANAGAN, David. JavaScript: o guia definitivo. Bookman Editora, 2012.

GOMES, M. A. F.; SOUZA, M. D. de; BOEIRA, R. C.; TOLEDO, L. G. de. Nutrientes vegetais no meio ambiente: ciclos biogeoquímicos, fertilizantes e corretivos. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 50 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 18).

GRILLO, Felipe Del Nero; FORTES, Renata Pontin de Matos. Aprendendo Javascript. São Carlos. 2008.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2020.

INPI. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Manual Básico para Proteção por Patentes de Invenções, Modelos de Utilidade e Certificados de Adição. Ano: 2021. Acesso: 10/08/2023. Disponível em link: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/tutorial-de-deposito>

JOSHUA N. EDOKPAYI, JOHN O. ODIYO AND OLATUNDE S. DUROWOJU. Impact of Wastewater on Surface Water Quality in Developing Countries: A Case Study of South Africa. Tutu, H (ed.). Water Quality, IntechOpen, London. cap. 18, p. 401-416, 2017.

Kiperstok, A., Chernicharo, C. A. D. L., de Souza, C. L., Andreoli, C. V., Wolff, D. B., Brandt, E. M. F. & Leite, V. D. Caracterização, tratamento e gerenciamento de subprodutos de correntes de esgotos segregadas e não segregadas em empreendimentos habitacionais. (2019).

LISBÔA, E. G., LOBO, M. A. A., TOURINHO, H. L. Z., BELLO, L. A. L., & BORGES, F. Q. (2020). Aplicação de um modelo Multicriterial para auxiliar a seleção de tecnologias de



tratamento de águas residuais em zonas urbanas. *Brazilian Journal of Development*, 6(4), p. 20739-20768, 2020.

MAJUMDER, S.; MUSTAFA, R.; POORNESH, P.; REETHUPOORNA, M. B. A Review on Working, Treatment and Performance Evaluation of Sewage Treatment Plant. *A Review on Working, Treatment and Performance Evaluation of Sewage Treatment Plant*. v. 9, p. 41-49, 2019.

METCALF & EDDY, "Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse". 3rd ed, McGraw - Hill Book Company .New York, 1994.

Moraes, Alessandra Stephany Bezerra de. *Correlação entre os três métodos de quantificação de matéria orgânica: demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio e carbono orgânico total, para análise de biofertilizantes derivada da biodigestão anaeróbica* / Alessandra Stephany Bezerra de Moraes. – 2022

MORAIS, N. W. S.; SANTOS, A. B. Análise dos padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos e de reuso de águas residuárias de diversos estados do Brasil. *Revista DAE*, p. 67, 40, 2019.

MUNOZ, HORACIO, MEJIA, GLORIA, CHAVERRA, MARLENE, & VASQUEZ, ESMERALDA (2000). An approach to the estimation of the DBO and the DQO of residual waters by means of the measure of the total organic carbon. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (N20), 20-28.

PALMA J, BUENO U, STOROLLI W, SCHIAVUZZO P, CESAR F, MAKIYA I. Os princípios da Indústria 4.0 e os impactos na sustentabilidade da cadeia de valor empresarial. In: 6th International Workshop—Advances in Cleaner Production. 24th to 26th May. p. 1-8. São Paulo. Brasil; 2017.

PEREIRA, C. P.; GOLDENSTEIN, J. P. N.; BASSIN, J. P. Chapter 1: Industrial Wastewater Contaminants and Their Hazardous Impacts. *Biosorption for Wastewater Contaminants*. 2021.

PIVELI, R. P., CHERNICHARO, C. A. D. L., MENDONÇA, N. M., ANDRADE NETO, C. O. D., VOLSCHAN JUNIOR, I., ALMEIDA, P. G. S. D., & SANTOS, M. D. L. F. D. Nitrificação em reatores aeróbios com biomassa aderida. *Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção*. (2009).



PIVELI, Roque Passos e KATO, Mario Takayuki. Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos. São Paulo: ABES. Acesso em: 11 ago. 2023., 2006.

SILVA, Maurício Samy. JavaScript-Guia do Programador: Guia completo das funcionalidades de linguagem JavaScript. Novatec Editora, 2020.

TRIOLA, M. Introdução à estatística, 7a ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999, 410 p. TUNDISI, José Galizia; MATSUMURA-TUNDISI, Takako. **Recursos hídricos noséculo XXI**. Oficina de Textos, 2011.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.3°. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, v. I -, 2005.