

**CENTRO PAULA SOUZA
ETEC FERRÚCIO HUMBERTO GAZZETTA
DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS**

**HENRIQUE PASQUALIN ROXO AZEVEDO
NATAN FERNANDES SANTANA
REBECA MORETI SIMIAO**

**FISCAEFLU: SISTEMA PARA FISCALIZAÇÃO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS
TÊXTEIS**

**NOVA ODESSA
2024**

**HENRIQUE PASQUALIN ROXO AZEVEDO
NATAN FERNANDES SANTANA
REBECA MORETI SIMIAO**

**FISCAEFLU: SISTEMA PARA FISCALIZAÇÃO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS
TÊXTEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Desenvolvimento de Sistemas da ETEC Ferrúcio Humberto Gazzetta, orientado pela Gislaine Fernanda Giubbina Araujo e Lucas Serafim Parizotto como requisito para obtenção do título de técnico em Desenvolvimento de Sistemas.

**NOVA ODESSA
2024**

Dedico aos pais, pelo amor incondicional
e por serem nossa força e inspiração em
todos os momentos de nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

Em primeiríssimo lugar, a Deus, esteve conosco em todos os momentos difíceis, agradecemos por sua constante presença em nossas vidas, por nos fortalecer e guiar-nos, fornecendo sua paz mesmo que em momentos difíceis em nossas vidas.

Aos familiares e amigos, que não negaram esforços no desenvolvimento do nosso trabalho, foram vistos presentes em nossas vidas nos auxiliando nos momentos difíceis, contribuindo no nosso acesso aos estudos. Agradecemos a Tchurma, pelos excelentes integrantes que nos proporcionaram momentos incríveis dentro e fora do mundo acadêmico.

Aos professores e funcionários da gestão escolar pelo espaço proporcionado, o conhecimento que nos foi passado, queremos destacar os membros: Nathali, Bruna Cação, Camila, Célia, Simone, Samuel, Neto, Edivalter, Wagner, Renata, Grazi, Rose, Luis Fernando, Elaine Isa, Felipão, Vânia, Bruno (gráfica), Paulo, Vicente, Natália, Fernanda, Romão e o Bryan.

Aos nossos orientadores ou participantes direto para a realização do nosso projeto, Gislaine, que foi fundamental no desenvolvimento, nos auxiliando em todas as dúvidas no projeto, ajudou na confecção do mesmo e se prestou disponível para nossas necessidades. Também ao Lucas que além de professor foi amigo, esteve conosco em momentos de aprendizado e até mesmo em atividades do cotidiano. Ao Vitor Hugo que nos auxiliou na montagem do protótipo.

Ao Wilton, veio ao fim do primeiro ano como um professor alternativo, gostando de anime, diferente dos demais, coisa que nos causou estranheza de início, todavia ao longo desses 3 anos com ele que vimos a sua presença como algo ilustre, aprendemos a ser seres humanos melhores, profissionais melhores, mostrando a realidade do curso, mas ao mesmo tempo acompanhando o desenvolvimento individual dos alunos, ajudando cada um da forma que precisasse, a ser um bem-estar e permanência na vida acadêmica, muito mais que um professor foi um grande aliado que esteve conosco até fora da escola. Muito obrigado Wilton não temos palavras para descrever o quanto você é especial nas nossas vidas S2.

Aos momentos e viagens que passamos juntos entre amigos, criando memórias marcantes que vão ficar na mente por toda a eternidade. Pelos projetos advindos da instituição ao longo dos anos que tornaram nossa estadia por aqui muito mais

marcante e descontraída, são exemplos: ETECÃO, ETEC de portas abertas, festival de dança, interclasse, Inter ETEC, Semana Paulo Freire, dentre outros.

É que eu penso assim, eu tenho um filho criança, né. E ele vai crescer no mundo da tecnologia, é importante que ele saiba que o pai dele tenha diálogo com ele no futuro quando falamos das virtualidades. (CARRARA, Agostinho).

RESUMO

A falta de água potável e de saneamento básico são responsáveis por problemas crônicos em todo o mundo. De acordo com a Organização Mundial da Saúde - ONU, cerca de três a cada 10 pessoas não têm acesso à água potável disponível em casa e seis a cada 10 carecem de saneamento básico. Essas problemáticas são provenientes essencialmente de fontes poluidoras, comumente oriundo de atividades industriais. Para isso foi desenvolvida uma pesquisa com o objetivo de amenizar essa problemática, utilizando Arduino com um sistema centralizado para atuar na obtenção de dados a respeito do tratamento dos efluentes, ou água proveniente das atividades na indústria têxtil, dado que os problemas dessas indústrias são o alto consumo de água comparado a outros setores e o outro problema gerado são líquidos contaminados com corantes que não são tratados, desse modo gerando grandes problemas de saúde. A função do Arduino é, com o auxílio de sensores medir propriedades da água como corrente elétrica, pH, temperatura, turbidez, para avaliar sua adequação com a vigente lei CONAMA Nº 430/2011 essa estatutária estabelece que os efluentes de toda fonte poluidora só poderão ser lançados de modo direto nos corpos receptores após o tratamento adequado e sob condições dos padrões e exigências dispostos nessa resolução, assim exibindo essas informações através do sistema que uma vez realizada a análise será emitido um relatório destacando possíveis irregularidades no efluente tratado, sendo direcionado aos fiscais caso haja irregularidades será enviado posteriormente a autoridades competentes que tomaram as medidas cabíveis.

Palavras-chave: tratamento de efluentes; água; fiscalização.

ABSTRACT

The lack of potable water and basic sanitation is responsible for chronic problems worldwide. According to the World Health Organization - UN, three in every ten people do not have access to potable water available at home, and six in every ten about basic sanitation. These issues primarily stem from polluting sources, commonly originating from industrial activities. For this a reason, research was conducted to mitigate this problem using Arduino with a centralized system to collect data regarding the treatment of effluents, or water resulting from activities in the textile industry, given that the main issues in these industries are high water consumption compared to other sectors and the contaminated liquids with dyes that are not treated, leading to significant health problems. The function of the Arduino is, with the aid of sensors, to measure water properties such as electrical current, pH, temperature, and turbidity to assess its compliance with the current law CONAMA N° 430/2011. This regulation establishes that effluents from all polluting sources may only be discharged directly into receiving bodies after proper treatment and under the conditions of the standards and requirements set out in this resolution. The system will display this information, and once the analysis is completed, a report will be issued highlighting possible irregularities in the treated effluent. If irregularities are found, the report will be forwarded to inspectors and, subsequently, to the relevant authorities to take appropriate measures.

Keywords: effluent treatment; water; inspection.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1 - Brasil - Indicadores na projeção da população - Hipótese recomendada	14
Tabela 2 - Definição de poluição extraído de referências legais.....	16
Figura 1 - Tratamento de esgoto	18
Figura 2 - Tratamento de esgoto - Resíduos sólidos	20
Figura 3 - Exemplo de efluente industrial	23
Figura 4 - Etapas do tratamento do efluente	30
Figura 5 - Demostra tecnologia em diferes áreas.....	35
Figura 6 - Diagrama de Casos de Uso	43
Figura 7 - Diagrama de Classe	44
Figura 8 - Diagrama de Atividade.....	45
Figura 9 - Cronograma primeiro bimestre.....	46
Figura 10 - Cronograma segunda bimestre.....	47
Figura 11 - Cronograma terceiro bimestre.....	47
Figura 12 - Cronograma quarto bimestre	48
Figura 13 - Gráfico de leis no controle de efluentes	49
Figura 14 - Gráfico de aumento na fiscalização dos efluentes	50
Figura 15 - Gráfico de fiscalização mais rígida dos efluentes.....	50
Figura 16 - Gráfico do contentamento da eficácia do tratamento de efluentes	51
Figura 17 - Gráfico de convivência de problemas causados pelos resíduos	51
Figura 18 - Gráfico de contato com pessoas adoecidas por causa de efluentes	52
Figura 19 - Gráfico de problemas à saúde pública	52
Figura 20 - Gráfico de consciência sobre o tratamento de efluentes	53
Figura 21 - Resposta sobre tratamento de efluente	54
Figura 22 - Gráfico - Empresas que fazem descarte incorreto de efluentes	54
Figura 23 - Gráfico de viabilidade do projeto.....	55
Figura 24 - Tela de login	56
Figura 25 - Tela de cadastro	56
Figura 26 - Tela dos relatórios com filtro	57
Figura 27 - Apresentação dos dados (enxuta).....	57
Figura 28 - Configuração de parâmetros.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO	Demanda biológica de oxigênio
DQO	Demanda química de oxigênio
EBAC	Escola Britânica de Artes Criativas & Tecnologia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEMI	Inteligência de Mercado
MEC	Ministério da educação e Cultura
OMS	Organização Mundial da Saúde
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
POAs	Processos oxidativos avançados
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.
SAMAE	Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto
SANESUL	Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul.
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivo geral	12
1.2 Objetivo específico	13
1.3 Justificativa	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Poluição	14
2.1.1 Efluentes	17
2.1.2 Tipos de efluentes	20
2.2 Efluentes na indústria.....	22
2.2.1 Indústria alimentícia	23
2.2.2 Indústria farmacêutica.....	24
2.2.3 Indústria têxtil	25
2.3 Problemas ambientais	26
2.4 Tratamento.....	27
2.4.1 O tratamento de efluentes têxteis.....	27
2.4.2 Tratamentos mais utilizados	28
2.4.2.1 Biológicos	28
2.4.2.1.1 Tratamentos anaeróbios	29
2.4.2.1.2 Tratamentos aeróbios	29
2.4.2.2 Físico-químicos	30
2.4.2.2.1 Coagulação e Floculação.....	30
2.4.2.2.2 Processos Oxidativos Avançados (POAs)	31
2.4.2.2.3 Adsorção.....	31
2.4.2.3 Tratamento de Biodegradação	31
2.4.2.4 Tratamentos consorciados	32
2.5 Fiscalização e legislação	32
2.6 Tecnologia	34
2.6.1 Aplicação da tecnologia	35
2.6.2 Avanços da tecnologia	36
2.7 Linguagens de programação	36
2.7.1 Arduino	37
2.7.2 C#	38

3 METODOLOGIA	40
3.1 Pesquisa exploratória	40
3.1.1 Pesquisa de campo	40
3.2 Projeto	42
3.2.1 UML	42
3.2.2 Diagramas	42
3.2.2.1 Diagrama de Casos de Uso	42
3.2.2.2 Diagrama de Classe	44
3.2.2.3 Diagrama de Atividade	45
3.3 Cronograma	46
4 RESULTADOS	49
4.1 Resultados da pesquisa de campo	49
4.2 Projeto	55
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS	60

1 INTRODUÇÃO

Atualmente é de suma importância discutir sobre a poluição das águas. O aumento da densidade populacional implica em múltiplos problemas ambientais como alta taxa de extração de matéria prima, geração de resíduos, consumo de energia e emissão de gases poluentes na atmosfera (SAMOGIN, Maurício. 2009). É de conhecimento popular que com os avanços tecnológicos e a alta demanda do consumo global a poluição mundial aumenta, consequência do descarte inadequado de resíduos utilizados nas atividades industriais. Essa problemática só exalta a precariedade de recursos naturais, percas significativas na biodiversidade, a escassez e poluição das águas que por consequência influencia no aumento de casos de doenças como malária, esquistossomose, hepatite, cólera entre outras (Câmara dos Deputados. Diário da Câmara dos Deputados, Brasília, 15 maio 2006).

Por conseguinte, se tornou indispensável a adoção de medidas para contribuir na recuperação dos rios e lagos, para isso deu-se a necessidade de criar uma tecnologia que auxilia os fiscais na análise das propriedades do efluente tratado, águas advindas de atividades industriais e levam consigo poluentes, uma vez que esses testes são feitos em laboratórios demandam alto custo e levam muito tempo. O projeto consiste no uso de Arduino com um sistema integrado que, a partir de sensores avalia os componentes presentes nela e na presença de casual irregularidade com a lei o sistema emitirá um relatório com alertas às autoridades competentes.

Por existir uma grande variação nos tipos de poluentes despejados na água por cada nicho industrial, o sistema é focado apenas em empresas têxteis. Esse projeto visa facilitar a fiscalização nas empresas, com um ótimo custo-benefício e de forma mais ágil.

1.1 Objetivo geral

O objetivo geral contribuir com uma fiscalização intransigente sob os descartes dos líquidos com resquícios de processos industriais com foco na área têxtil para diminuir os malefícios que o descarte indevido pode causar na natureza e nas comunidades próximas.

1.2 Objetivo específico

- Analisar se o efluente está próprio para o descarte correto;
- Avisar os órgãos competentes se o descarte for indevido;
- Facilitar a fiscalização;
- Diminuir as fraudes em laudos.

1.3 Justificativa

O projeto associado com o descarte inapropriado de resíduos líquidos provenientes de indústrias têxteis viabilizou uma pesquisa correlacionado ao tema abordado.

O estudo acadêmico está vinculado com os autores, em virtude da presença de corpos d'água com altos índices de poluição, gerando diversos problemas como perca parcial da fauna e flora local, contaminação de alimentos e riscos à saúde devido a doenças.

O seu emprego irá auxiliar nas fiscalizações referentes ao descarte indevido de efluentes industriais, com intuito de ampliar a qualidade das águas, que retornam aos rios.

Os impactos ambientais provenientes dessas irregularidades no descarte dos efluentes estabelece prejuízos imprescindíveis à natureza, incluindo a degradação de ecossistemas aquáticos, a redução da biodiversidade, a contaminação do solo e da água, além de contribuir para a deterioração da qualidade de vida das comunidades locais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse capítulo encontra-se as pesquisas acadêmicas e artigos científicos utilizadas para montar o projeto com o objetivo de detalhar cada tópico pesquisado e validar os conceitos utilizados.

2.1 Poluição

A poluição está diretamente interligada com o aumento da densidade populacional, isso se dá uma vez em que a população passa a viver cada vez mais em cidades e essa aglomeração urbana é extremamente prejudicial ao meio ambiente, pois implica em problemas ambientais como excesso de extração de matéria prima, processos industriais nocivos ao meio ambiente, a geração de efluentes (sejam eles industriais ou domiciliares), geração de resíduos, consumo de energia e emissão de gases à atmosfera (SAMOGIN, Maurício. 2009).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, definiu uma estatística da densidade populacional nas próximas décadas, esses dados podem ser observados a seguir:

Tabela 1 - Brasil - Indicadores na projeção da população - Hipótese recomendada

Ano	POPULAÇÃO (em 01/07)		
	Total	Homens	Mulheres
2010	194.890.682	95.513.298	99.377.384
2015	203.475.683	99.581.002	103.894.681
2020	211.755.692	103.527.689	108.228.003
2025	219.029.093	106.981.304	112.047.789
2030	224.868.462	109.728.762	115.139.700
2035	229.173.685	111.724.392	117.449.293
2040	231.919.922	112.962.751	118.957.171
2045	233.149.625	113.474.061	119.675.564
2050	232.933.276	113.300.060	119.633.216
2055	231.300.323	112.456.873	118.843.450
2060	228.286.347	110.958.642	117.327.705

Fonte: IBGE. Indicadores implícitos na projeção - 2010-2050 – atualizado em 2020.

A partir do século XVIII com a chegada da revolução industrial a moradia em cidades foi facilitada, por conta da possibilidade de acesso aos produtos básicos para uma boa qualidade de vida, podendo ser descrita da seguinte forma:

“A Revolução Industrial representou a consolidação e a mundialização do capitalismo, sistema socioeconômico dominante hoje no espaço mundial. Sendo assim, o capitalismo que tem na indústria a sua atividade econômica de vanguarda, acarretou a urbanização, com grandes concentrações humanas nas cidades.” (SAMOGIN, Maurício. 2009, p. 3).

Diante o problema conseguinte ao aumento da densidade populacional torna-se necessário conhecer o conceito de poluição, que pode ter diversos significados variando de acordo com o ramo em que ele é estudado, seja ele na didática, no âmbito empresarial ou legislativo, também pode estender-se a outros setores.

De uma forma acadêmica a poluição pode ser definida a partir do conceito:

“Poluição é o nome dado a qualquer tipo de degradação do meio ambiente. Ela pode ocorrer pela ação direta ou indireta do homem, por meio da descarga de material ou energia sobre as águas, o solo e o ar, causando um desequilíbrio nocivo ao meio ambiente, ou ocorrer de forma natural, como, por exemplo, a liberação de enxofre pelos vulcões.” (Cunha; Nascimento; Miguel. 2012, p.56).

É possível percebê-la em outras áreas com definições equiparadas as outras, no âmbito empresarial uma possível definição:

“A poluição industrial caracteriza-se pela emissão de resíduos poluentes na natureza proveniente das atividades de uma empresa. Ou seja, os processos produtivos são os grandes responsáveis por lançar substâncias tóxicas no ar, na água, na floresta entre outros locais. Comumente, as empresas poluem o meio ambiente pela liberação de gases poluentes, geração de resíduos sólidos e lançamento de efluentes hídricos.” (Grupo Trial, publicado em 03 de agosto de 2021)

Na área legislativa a definição do conceito de poluição pode ter alguma discrepância. Assim são encontrados diferença no modo de vê-la variando até mesmo dentro de um mesmo estado como ocorre em São Paulo. Estas informações podem ser analisadas na Tabela 2:

Tabela 2 - Definição de poluição extraído de referências legais

Referência	Conceito
BRASIL, LEI FEDERAL n° 6,938, de 31 de agosto de 1981, Política Nacional do Meio Ambiente, Art. 3°, III.	<p>Poluição</p> <p>A degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:</p> <p>a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;</p> <p>b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;</p> <p>c) afetem desfavoravelmente a biota;</p> <p>d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;</p> <p>e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.</p>
SÃO PAULO, LEI ESTADUAL n° 9,509, de 20 de março de 1997, Política Estadual do Meio Ambiente, Art. 3°, III.	<p>Poluição</p> <p>A degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:</p> <p>a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;</p> <p>b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;</p> <p>c) afetem desfavoravelmente a biota;</p> <p>d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;</p> <p>e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;</p> <p>f) afetem desfavoravelmente a qualidade de vida.</p>
SÃO PAULO, LEI ESTADUAL n° 997, de 31 de maio de 1976, Art. 2°.	<p>Poluição</p> <p>A presença, o lançamento ou a liberação, nas águas, no ar ou no solo, de toda e qualquer forma de matéria ou energia, com intensidade, em quantidade, de concentração ou com características em desacordo com as que forem estabelecidas em decorrência desta Lei, ou que tornem ou possam tornar as águas, o ar ou o solo:</p> <p>I – impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde;</p> <p>II – inconvenientes ao bem estar público;</p> <p>III – danosos aos materiais, à fauna e à flora;</p> <p>IV – prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.</p>

Fonte: CERRARI NETO e FERREIRA, 2009.

Existem múltiplos tipos de poluição, sendo os mais conhecidos, a sonora, hídrica, visual, do solo e a atmosférica. A poluição sonora é produzida através de ruídos que prejudicam o cotidiano das pessoas como o som dos carros, das máquinas, entre outras formas. A visual é aquela que se evidencia a partir da alteração de uma paisagem pela intervenção de terceiros, seja pelo acúmulo de lixo, excesso de iluminação, ou até destroços de desastres naturais. Poluição hídrica ocorre por meio de poluentes despejados em corpos d'água. Do solo consiste em sua contaminação por meio do despejo de elementos químicos como acontece em agropecuária com o uso de agrotóxicos, no descarte irregular de resíduos no ambiente ou até mesmo a falta de saneamento básico em algumas regiões. Também existe a poluição atmosférica baseada na alteração da camada da atmosfera, podendo ser nociva aos humanos e meio ambiente, pode ocorrer de forma natural, como a emissão de CH₄ por alguns animais, atividades vulcânicas, ou até tempestades, mas também por atividades antrópicas, tais como o uso de veículos automotores e por conta dos processos industriais.

Esses tipos de poluentes causam danos aos seres humanos e ao meio ambiente, como no caso da poluição atmosférica. De acordo com a Organização Mundial da Saúde - OMS por conta da exposição a partículas finas em ar poluído, que penetram profundamente nos pulmões e sistema cardiovascular são causados acidentes vasculares cerebrais, doenças cardíacas, câncer de pulmão, doenças pulmonares obstrutivas crônicas e infecções respiratórias, incluindo pneumonia. A respeito da poluição hídrica existe problemas agravantes como a contaminação da fauna aquática, escassez de água potável para consumo seja ele para consumo humano ou pela necessidade do ambiente. Existe um estudo referente a essa carência da água podendo ser visto a seguir:

“Em todo o mundo, cerca de três em cada 10 pessoas (2,1 bilhões) não têm acesso a água potável e disponível em casa e seis em cada 10, ou 4,5 bilhões, carecem de saneamento seguro, de acordo relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF).” (CEE Fio Cruz. 18 de julho de 2017).

Esse tipo de problemática é agravante e obriga órgãos públicos a tomarem iniciativas como ocorre na educação, uma vez que o aprendizado sobre questões ambientais foi incluído no currículo escolar dos alunos no Brasil. Está disposto nos Parâmetros Curriculares Nacionais pelo Ministério da educação e Cultura - MEC a obrigatoriedade desse tipo de estudo.

2.1.1 Efluentes

A poluição em corpos d'água é um problema em nossa sociedade, uma vez que a água tem um valor intrínseco para a natureza (CONAMA, 17 março de 2005). O principal agente desse tipo de agressão ambiental são os efluentes. Provenientes de resíduos industriais e domésticos na forma de gases ou líquidos.

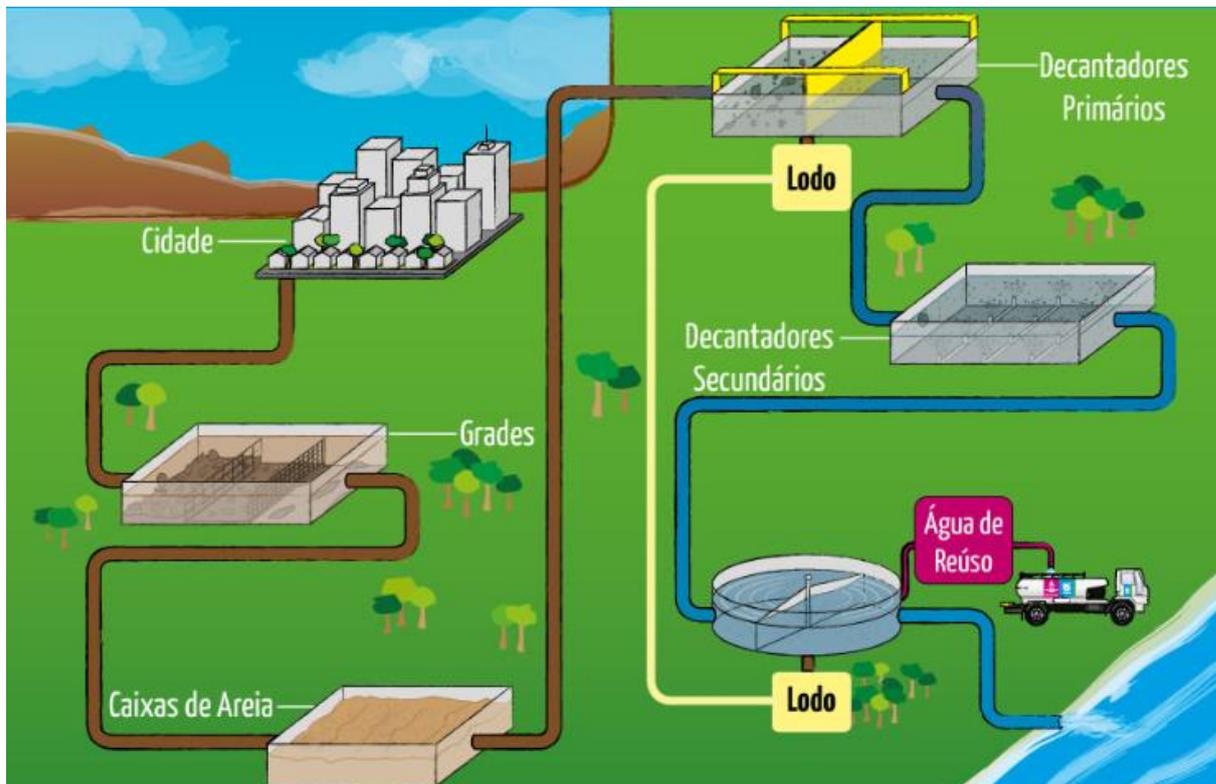
Para entender melhor o conceito de efluentes se dá necessário a seguinte definição “Efluente: é o termo usado para caracterizar os despejos líquidos provenientes de diversas atividades ou processos.” (CONAMA, FEV/2010 - p. 3).

A fim de minimizar os impactos ambientais causadas pela poluição se deu a necessidade do Estado de tomar uma iniciativa a respeito, para isso o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA criou métricas que definem obrigatoriedade do tratamento dos efluentes ante o despejo em corpos d'água receptores, segue um trecho da lei nº 430:

“Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis. O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento, mediante fundamentação técnica: Acrescentar outras condições e padrões para o lançamento de efluentes, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições do corpo receptor; ou exigir tecnologia ambientalmente adequada e economicamente viável para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo corpo receptor.” (CONAMA, 13 maio de 2011).

O tratamento desses poluentes pode ser feito de diversas maneiras, isso varia de acordo com os componentes presentes no resíduo líquido e em qual lei a empresa responsável por esse procedimento está inserida. Contudo existe um modelo que não varia nesses processos, ele é usado para esgotos domésticos ou industriais e segue os seguintes passos: gradeamento, desarenação, decantador primário, tanque de aeração e decantador secundário. (SABESP, 2022). Segue abaixo a imagem com o exemplo dessa rota no tratamento do esgoto:

Figura 1 - Tratamento de esgoto



Fonte: SABESP, 2022.

Gradeamento: Consiste no processo de retirar resíduos sólidos grandes como: papel higiênico, fio dental, metais, plásticos, entre outros materiais. Isso é feito a partir

de barras de metal que formam uma barreira e impede a passagem desses materiais maiores para a próxima etapa. (SABESP, 2022; SAMAE, 2019).

Desarenação: O fluido passa para a estação na qual removerá a areia e toda a matéria orgânica presente na superfície do efluente. (SANESUL, 2020).

Decantador primário: É onde ocorre a sedimentação de partículas mais pesadas para o fundo do tanque. (SABESP, 2022).

Tanque de aeração: Nessa etapa acontece a aeração do efluente, sua composição nesse momento é baseada em microrganismos e matéria orgânica, por serem aeróbicos com a presença do oxigênio esses microrganismos passam a se alimentar da matéria orgânica, esse processo diminui a carga poluidora do esgoto. (SABESP, 2022; SAMAE, 2019).

Decantador secundário: Os sólidos que permaneceram nesse fluido vão ao fundo do tanque e é extraída a parte superficial desse líquido que já está sem 90% das impurezas. A parte sólida é raspada e uma fração dela retorna ao tanque de aeração para o tratamento biológico. Essa água não está própria para consumo, denominadas como água de reuso, utilizada para lavar as ruas, regar plantas entre outras atividades. Outra metade retorna aos corpos d'água. (SABESP, ano).

Existe o processamento dos resíduos sólidos, consiste na redução da água presente nesse lodo, depois passa por biodigestores que microrganismos anaeróbicos consomem sua matéria orgânica, por fim esse material passa pela prensa que corta tortas de lodo, esse tipo de material é vendido como subproduto aos aterros sanitários. (SABESP, 2015).

Figura 2 - Tratamento de esgoto - Resíduos sólidos



Fonte: SABESP, 2015.

O nome desse subproduto é bio sólido e ele traz diversas vantagens ao meio ambiente de acordo com Jorge *et al* (1991) ele é comprovadamente um ótimo fornecedor de matéria orgânica, melhorando as propriedades físicas do solo.

2.1.2 Tipos de efluentes

Tipos de efluentes: efluente oleoso, efluente com elevada carga orgânica, inorgânica e metais pesados e contaminantes emergentes.

Os efluentes advêm do ramo industrial, para confecção de produtos para suprir necessidades humanas.

1. Efluentes oleosos:

São substâncias líquidas e viscosas, são restos de óleo usados que estão no cotidiano de muitas atividades profissionais como a agricultura, combustíveis, indústrias e outros setores. Os efluentes oleosos podem ser definidos em livres – quando não se misturam com a água e permanece sobre a superfície e emulsionados – quando ocorre a mistura entre a água e o óleo, e dificulta para sua identificação a olho nu.

Efluentes contaminados com óleo geralmente decorrem de processos que usam derivados de combustíveis fósseis como gasolina, diesel, óleo BPF (um óleo

combustível derivado de petróleo, de baixo ponto de fluidez), inúmeras vezes esses efluentes têm origem na culinária para o preparo de alimentos, nas indústrias como lubrificante ou manutenção de peças mecânicas ou para refrigeração. Há também águas oleosas provenientes de lavagem de pisos, tanques e peças, processo de usinagem e entre outras, todos esses exemplos citados têm origem de alguma atividade industrial de diversas áreas ou domiciliar.

2. Efluentes com levada carga orgânica e inorgânica:

Atualmente um dos principais poluentes de origem industrial são os compostos orgânicos e inorgânicos.

“Contaminação por compostos orgânicos: os compostos fenólicos representam um dos principais poluentes das águas residuárias de origem industrial. São provenientes de indústrias químicas e farmacêuticas e dos esgotos hospitalares que, mesmo em baixas concentrações, alteram a potabilidade da água e o sabor dos peixes contaminados. Outro importante resíduo contaminante são os detergentes para limpeza de equipamentos, utilizados por várias indústrias. Esses compostos afetam principalmente a fauna dos corpos receptores. Os vazamentos de oleodutos e tanques contendo produtos petrolíferos, ou seus derivados, são igualmente desastrosos ao Meio Ambiente.” (ARCHELA et al., 2010).

“Contaminação por compostos inorgânicos: Os principais compostos inorgânicos que ameaçam a integridade dos recursos hídricos são basicamente os metais pesados, provenientes de indústrias químicas e farmacêuticas, de usinas siderúrgicas, indústrias de fertilizantes, além das atividades de mineração.” (ARCHELA et al., 2010).

a. Metais pesados:

São um grupo de elementos químicos relativamente com alta densidade e tóxicos em baixas doses, são efeitos nocivos em relação aos seres humanos tornam o conhecimento em relação a sua presença, identificação, quantificação e monitoramento de grande relevância principalmente nas áreas ambientais na água e no solo, e na saúde (medicamentos, alimentos, fluídos e tecidos biológicos). Nas cidades a contaminação acontece em consequência dos despejos industriais de efluentes líquidos nos rios, mares e solo, e o destino incorreto dos lixos domésticos e industriais.

“Os metais pesados são absorvidos com facilidade pelos organismos, se acumulam nos sedimentos e persistem na natureza. Alguns metais como chumbo, mercúrio e cádmio contaminam os seres vivos em decorrência de seu poder bioacumulativo, por meio da poluição do solo, água e do ar promovendo a magnificação trófica, contaminando toda cadeia alimentar. A presença desses metais está associada, além dos centros urbanos pelo acúmulo dos resíduos industriais, também, às áreas rurais, pelo fato de

muitos agrotóxicos conterem metais pesados em sua composição química.”
(POLLASTRI GIMENES?).

De acordo com POLLASTRI GIMENES conforme citado por (RATTNER, 2009):

“A indústria de mineração e de beneficiamento de minérios e as indústrias petroquímicas, entre outras, são responsáveis pelo despejo ou descarga de resíduos químicos letais (mercúrio, benzeno, enxofre etc.) nos solos e rios, causando impactos muitas vezes irreversíveis na saúde das populações residentes na região.”

3. Contaminantes emergentes:

Contaminantes emergentes é uma expressão em relação aos produtos tóxicos que não são removidos ou eliminados por processos de tratamento de água para o consumo dos seres humanos. Entre esses poluentes estão os hormônios endógenos, hormônios sintéticos, anticoncepcionais, fármacos de diversas composições, cafeína, sucralose, nanomateriais, bactericidas, inseticidas, algicidas, herbicidas, produtos de limpeza e de higiene pessoal, protetores solares, produtos de cloração e ozonização de águas, entre outros, totalizando mais de mil compostos. (Tordin, 2018)

2.2 Efluentes na indústria

Efluentes indústrias são dejetos líquidos provenientes das produções das empresas independente do ramo de atuação, esses dejetos podem ser como exemplo águas de refrigeração poluídas, águas fluviais poluídas e esgoto sanitários ou qualquer outro fluido conseguinte da produção.

Figura 3 - Exemplo de efluente industrial



Fonte: Transresind, 2021

O seu descarte indevido pode impactar negativamente no meio ambiente que foi realizado o despojamento desses resíduos, sendo esses problemas causados em corpos d'águas, no solo e no ar, também no meio social pois não impacta somente os rios, mas também lençóis freáticos e mananciais assim afetando os meios de abastecimento das cidades, podendo causar doenças na população ou perda da biodiversidade aquática, que servem para alimentação. No setor econômico causa alto ao governo e empresas, a fim de recuperar os corpos d'água afetados, além das multas geradas para empresa se cometerem crimes decorrentes desse mal descarte.

Como foi apontado temos a demonstração que as empresas usam recursos naturais para a produção de seus produtos assim podendo causar vários problemas com os recursos naturais contaminados após o uso dessas empresas como disse Dias na citação abaixo:

“As empresas são as principais responsáveis pelo esgotamento e pelas alterações ocorridas nos recursos naturais, de onde obtém os insumos que serão utilizados para obtenção de bens que serão consumidos pelas pessoas.” (DIAS, 2006, p. 44).

2.2.1 Indústria alimentícia

Por ser um ramo bem diversificado e cada segmento dessa indústria ser diferente entre si e com o que é produzido, a tecnologia utilizada, o tempo que é gasto na produção etc. Assim não tendo uma única forma de cuidar desses efluentes. O tratamento mais adequado está relacionado diretamente com o tipo de efluente que

será tratado, para isso é necessário uma pesquisa previa para assim ter as características desse efluente a partir disso podendo se elaborar o tratamento mais eficiente e eficaz.

Para exemplificar temos a indústria no ramo de laticínios que tem um alto gasto de água no processo, conseqüentemente gerando efluentes, a média é de 1 a 6 litros de efluentes gerados para cada 1 litro de leite que é produzido e uma complexidade nesse efluente como a quantidade de leite que pode estar diluído, proteínas, gorduras e outros nutrientes ou minerais que podem estar ali também temos a alta presença de agentes sanificantes utilizados no processo de higienização da indústria.

“Para cada litro de leite processado é produzido em torno de 1 a 6 litros de efluentes líquidos, gerando também resíduos sólidos e emissões atmosféricas, normalmente sem nenhuma fiscalização ou algum tratamento, causando grande impacto ao meio ambiente” (SILVA, 2013; MAGANHA, 2006).

No que se diz respeito na quantidade de efluentes gerados o ramo de laticínios representa uma grande parcela na economia brasileira, contudo muitas dessas empresas são de micro ou pequeno porte assim dificultando a implementação e manutenção de um sistema de tratamento para os efluentes gerados dessa produção e pessoal treinado para esse serviço, por isso o crescimento das exigências dos órgãos responsáveis pela fiscalização ambiental tem forte impacto no cumprimento das normas e diretrizes para o descarte desses efluentes.

“As empresas de laticínios movimentam milhões de dólares na indústria brasileira, todavia grande parte dessas empresas são de porte médio ou pequeno. Várias dessas empresas não realizam nenhum tratamento de seus efluentes, ocasionando um grande impacto negativo ao Meio Ambiente” (FONTENELLE, 2006).

2.2.2 Indústria farmacêutica

A indústria farmacêutica é a responsável pela produção de medicamentos para o tratamento, cura ou prevenção de doenças, vírus ou sintomas decorrentes desses problemas, as atividades desse setor englobam da produção até a comercialização do produto assim atuando em todas as etapas do produto.

O impacto no meio ambiente tanto nas águas como no solo tem chegado de diversas formas como por meio das excreções de fezes ou urinaria do ser humano ou dos animais, o descarte de medicamentos fora da validade em águas não tratadas ou

no tratamento de águas residuais, efluentes hospitalares ou até mesmo das próprias indústrias farmacêuticas.

Essa indústria tem uma forte importância na preservação do meio ambiente já que é uma grande geradora de resíduos sólidos, gasosos e líquidos, mas se observa que muitas dessas indústrias se importam apenas com as legislações ambientais se preocupando menos com a ética e consciência que poderia motivar ainda mais a redução dos impactos que esse meio pode gerar.

2.2.3 Indústria têxtil

Mesmo sendo um dos setores com grande valor para o Brasil com um desenvolvimento significativo de empregos como diz pesquisa do IEMI 2021 o setor têxtil emprega 1,36 milhões de profissionais envolvidos, todavia os problemas dessas indústrias são o alto consumo de água comparado aos outros setores e o outro problema gerado são os líquidos contaminados com corantes que se não tratados temos graves problemas de saúde.

Sabemos que muitas vezes as peças de roupas não têm a cor que o mercado precisa por isso temos os corantes e existem vários tipos de corantes têxteis e seu uso varia de acordo com a necessidade para a fabricação da peça. Para isso Guaratini e Zanoni (2000) classificam da seguinte forma:

1. Corantes solúveis em água:
 - a. Corantes ácidos: Possuem pelo menos um grupo sulfúrico (SO_3^-), e são usadas em fibras celulósicas.
 - b. Corantes branqueadores: Possuem grupos carboxílicos azometino ($\text{N}=\text{N}$) ou etilénicos ($\text{C}=\text{C}$) ligados à anéis aromáticos em sua composição.
 - c. Corantes diretos: São os corantes solúveis com mais de uma cadeia química azo, tendo sua interação com a fibra do tecido com base nas forças de Van der Waals.
2. Corantes insolúveis em água:
 - a. Corantes Azoicos: Como é insolúvel a fibra tem que ser embebida com um agente de acoplagem para a fixação do corante ocorrer, e contém um grupo azo ($\text{N}=\text{N}$) em sua estrutura no mínimo.
 - b. Corantes a Cuba: Para sua fixação ser feita usa-se ditonito em solução alcalina, ele apresenta mais de um anel aromático em sua composição.

- c. Corantes Dispersivos: Sua aplicação no tecido é feita com suspensão, esse tipo não apresenta grupo azo em suas composições químicas.
- d. Corantes de Enxofre: Apresenta em sua estrutura química polisulfetos (S_2).
- e. Corantes Pré-Metalizados: Trazem íons metálicos ligados em sua estrutura química.
- f. Corantes Reativos: Possuem grupos eletrofilicos reativos, assim forma ligações covalentes com os principais locais de ligação da fibra do tecido. Tem a função antraquinona e azo como grupo cromóforos.

Após apresentarmos os tipos de corantes presentes nesse mercado pode-se observar uma diversidade e assim tendo diferentes problemas causados, prova disso é a fala de alguns pesquisadores:

“Um dos problemas dos corantes azoicos é que a sua degradação quando feita incompleta pode ocasionar subprodutos altamente tóxicos ao ser humano e ao ambiente e organismos aquáticos.” (Almeida; Dilarri; Corso; 2016, p. 5).

Na fala eles só apontam os corantes azoicos, mas todos tem uma geração de componentes/subprodutos que podem afetar e muito o meio ambiente e, por consequência, a população se não houver o devido cuidado e descarte correto.

2.3 Problemas ambientais

É consenso de que as águas são indispensáveis para a sobrevivência, tanto ambiental quanto humana. O caso da contaminação dela em razão da ação humana, principalmente advindas de produções industriais no descarte de resíduos nos rios, ocasiona em danos ao ecossistema, sendo possível que haja a recuperação natural dos rios, porém esse processo demanda muitos anos, tornando necessário medidas para tal problemática.

Como dito, a saúde pública tem sequelas pela poluição dos rios e lagos, apresentando riscos de múltiplas doenças com ênfase no ataque gastrointestinal. (BRASIL. Ministério da Educação, 15 de agosto de 2024). São elas ocasionadas por bactérias, protozoários e até mesmo vírus que têm sua sobrevivência facilitada por conta desses locais insalubres.

Por resultante desses resíduos em corpos d'água surge uma constante chegada de protozoários como *Giardia lamblia* e *Cryptosporidium*, bactérias como *Escherichia coli*, *Salmonella*, e *Vibrio cholerae* (vetor da cólera) e, alguns vírus rotavirus e norovírus são exemplos. (BRASIL. Ministério da Educação, 15 de agosto de 2024).

Outro ponto importante de se destacar é a eutrofização nome dado ao processo de poluição de corpos d'água como rios e lagos, que implica na perda de animais e vegetais com alto impacto para ecossistemas aquáticos. (LANGANKE, Roberto).

No processo de eutrofização, a presença de matéria orgânica se torna muito mais presente, também existe muita aglomeração de algas na parte superior dos rios isso influencia negativamente na oxigenação da água, uma vez que grande parte dela vem do processo de fotossíntese das raízes dos vegetais. Esses eventos afetam majoritariamente os peixes, pela falta de oxigênio e as plantas também pelo oxigênio e falta de luz para exercer a fotossíntese. (LANGANKE, Roberto).

2.4 Tratamento

O tratamento de efluentes é uma função exigida por lei que consiste em uma série de processos para eliminar os contaminantes presentes em líquidos residuais antes de serem devolvidos à natureza ou reutilizados para fins não potáveis.

2.4.1 O tratamento de efluentes têxteis

A indústria têxtil, devido ao elevado consumo de água em suas etapas de fabricação e tratamento de tecidos, gera uma significativa quantidade de efluentes que contêm uma variedade de contaminantes, incluindo corantes e diferentes substâncias utilizadas ao longo do processo produtivo. Isso torna imprescindíveis tratamentos adequados e eficazes para os efluentes, visando cumprir as normativas sanitárias e assegurar a continuidade das operações industriais.

O tratamento de efluentes, semelhantemente a outros tipos de resíduos industriais, podendo utilizar uma variedade de métodos físicos, químicos e biológicos para eliminar poluentes e substâncias prejudiciais à saúde humana e a natureza.

“Os sistemas destinados ao tratamento de efluentes fundamentam-se na conversão dos poluentes, tanto dissolvidos quanto em suspensão, em gases inertes ou sólidos que possam ser sedimentados, facilitando a separação das fases sólidas e líquidas. Dessa forma, caso não ocorra a geração de gases

inertes ou de lodo estável, não podemos afirmar que o tratamento foi efetivo. A Lei de Lavoisier, sobre a conservação da matéria é perfeitamente aplicável, observando-se apenas que ao remover as substâncias ou materiais dissolvidos e em suspensão na água estes sejam transformados em materiais estáveis ambientalmente. É fundamental compreender o princípio de funcionamento de cada operação unitária utilizada, bem como a sequência de integração dessas operações, que determinam os processos de tratamento. "(Eng. Gandhi Giordano, 2004, p.6)

2.4.2 Tratamentos mais utilizados

Esse capítulo refere-se ao desenvolver de processos muito utilizados no tratamento de efluentes que é majoritariamente processos biológicos, realizados por microrganismos que podem ou não exigir alta demanda de oxigênio.

2.4.2.1 Biológicos

Dentre os diversos tratamentos disponíveis, os biológicos se destacam como opções superiores para a remoção de corantes sintéticos em efluentes, devido ao seu custo mais baixo, alta eficácia e menor geração de poluição secundária. Essencialmente, esses tratamentos utilizam o conceito de biorremediação, em que determinados microrganismos são capazes de converter substâncias químicas tóxicas em formas menos prejudiciais.

Os tratamentos biológicos destinados à descoloração e degradação de efluentes têxteis podem ocorrer em ambientes aeróbios ou anaeróbios, ou ainda em uma combinação dos dois, conforme o tipo de microrganismos utilizados.

Este possibilita o manejo de grandes quantidades de efluentes, convertendo compostos orgânicos prejudiciais em CO₂ e H₂O ou CH₄ e CO₂, com custos que são relativamente acessíveis. Ademais, os variados microrganismos presentes nas estações de tratamento podem não apenas descolorir corantes, mas também eliminar matéria orgânica e outros compostos difíceis de degradar.

Porém suas aplicações são na maioria das vezes restritas e limitada pela sensibilidade das variações diurnas. Estudos de biodegradabilidade indicam a possibilidade de redução da DQO e DBO dos efluentes por tratamentos biológicos (FURLAN, 2008).

2.4.2.1.1 Tratamentos anaeróbios

Esse processo consiste na adição de bactérias anaeróbias ao efluente para decompor os poluentes orgânicos. Durante essa etapa, as bactérias convertem os poluentes orgânicos em dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e outros compostos. O metano pode ser utilizado como fonte de energia.

Em resumo, o tratamento biológico anaeróbio consiste na utilização dos compostos tóxicos de interesse como substrato para o crescimento e a manutenção de microrganismos.

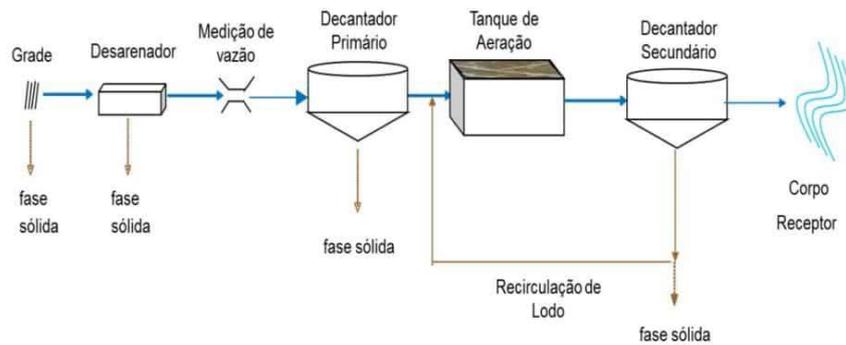
Na prática, considera-se que isto é muito complicado, principalmente em função da diversidade, concentração e composição de espécies químicas presentes em cada efluente

2.4.2.1.2 Tratamentos aeróbios

O tratamento aeróbico é o mais utilizado pela maior parte das indústrias para degradação das matérias orgânicas dos efluentes, principalmente na indústria têxtil.

Segundo Nunes (2019) o tratamento é constituído por um tanque de aeração em que o afluente é misturado com o lodo ativado por microrganismos (bactérias, fungos e protozoários), agitado e aerado, ocorrendo a oxidação da matéria orgânica para, em sequência, passarem por sedimentação em decantadores e serem novamente separados. A maior parte do lodo (biomassa) é recirculada de volta para o tanque de aeração, e os microrganismos continuam no meio por um longo tempo, e a menor parte é retirada para tratamento específico.

Figura 4 - Etapas do tratamento do efluente



Fonte: IERVOLINO, Luiz Fernando, 2019.

Esse tipo de tratamento é extremamente eficiente na remoção de matéria orgânica. No entanto, a eficiência na remoção de cor varia apenas de 10% a 30%, principalmente devido à adsorção do corante à biomassa (KUNZ et al., 2002).

2.4.2.2 Físico-químicos

Os tratamentos Físico-químicos são indispensáveis já que alguns metais e bactérias são resistentes aos tratamentos biológicos. A coagulação e floculação são processos de natureza físico-química que têm uma ampla aplicação nas indústrias para o tratamento de efluentes têxteis. Esses métodos se destacam pela eficácia na eliminação de sólidos suspensos, fósforo, e na diminuição da demanda química de oxigênio (DQO) e da coloração do efluente. Além disso, a adsorção tem sido objeto de numerosas pesquisas, sendo conhecida por sua alta eficiência na remoção de corantes têxteis, assim como os processos oxidativos avançados (POAs).

2.4.2.2.1 Coagulação e Floculação

No processo de coagulação decorre com a adição de um coagulante químico que retira as cargas eletrostáticas negativas de misturas heterógenas, diminuindo o seu potencial repulsivo e os aglutinando. A floculação ocorre em sequência, com uso ou não de um floculante fazendo com que as partículas se organizem em flóculos de maior dimensão e densidade, podendo ser retirados posteriormente por filtração e/ou através de decantação. Para que haja um resultado satisfatório do processo de coagulação devem ser levados em consideração alguns fatores como pH,

concentração do coagulante, agitação e o tempo de sedimentação. As indústrias têxteis empregam frequentemente a coagulação/floculação como tratamento primário precedendo tratamento biológico a fim de reduzir a carga de poluentes inorgânicos, cor, metais pesados e matéria orgânica não biodegradável do afluente da unidade de tratamento biológico. Esse processo leva a uma redução de custos, pois permite projetar uma unidade de tratamento biológico com menor capacidade volumétrica (NUNES, 2019). Este método, consiste apenas uma transferência de fase dos poluentes, que antes se encontravam na forma líquida, passando para a forma sólida, resultando numa alta produção de lodo.

2.4.2.2.2 Processos Oxidativos Avançados (POAs)

De acordo com Nunes (2019) os processos oxidativos avançados podem ser utilizados no tratamento da água contendo corantes, pois possuem uma elevada capacidade para degradar, seja parcialmente ou totalmente, essas moléculas que não são completamente degradadas em sistemas biológicos de tratamento. Embora existam diferentes sistemas de reação para os processos oxidativos avançados, todos eles são caracterizados pela produção de radicais hidroxila (-OH), o qual é capaz de mineralizar praticamente qualquer molécula orgânica, produzindo CO₂, H₂O e íons inorgânicos não tóxicos ou com baixa potencialidade toxicológica).

2.4.2.2.3 Adsorção

A adsorção é uma técnica utilizada de tratamento físico-química na onde um material adsorvente retira as moléculas específicas (adsorbato) de um líquido. Essa remoção de moléculas específicas é por interações variadas, podendo ser interações físicas ou químicas específicas.

“é necessário estudar o composto contaminante presente no efluente, bem como o material adsorvente utilizado, para conseguir obter máxima eficiência da técnica. Quando feita corretamente, a adsorção se torna uma das melhores opções para se tratar efluentes têxteis a nível industrial” (Nunes Geovana, 2019, p.39).

2.4.2.3 Tratamento de Biodegradação

A biodegradação se refere ao processo em que um micro-organismo presente no ambiente é capaz de transformar uma molécula química complexa em uma

molécula mais simples. Essas moléculas são utilizadas por esses micro-organismos como fonte de carbono, com o objetivo de obter energia necessária para seu crescimento e manutenção de seu metabolismo.

A degradação bacteriana envolve uma etapa enzimática onde ocorre a clivagem das ligações azo a partir de uma enzima azoredutase e um doador de elétron. Os produtos resultantes, como por exemplo, algumas aminas aromáticas podem ser degradadas pelas enzimas hidroxilase e oxigenase, produzidas por essas bactérias. Contudo, muitos outros subprodutos da descoloração das soluções, tais como amino benzeno sulfônicos ou ácidos naftilaminos sulfônicos são recalcitrantes ao ataque bacteriano, uma vez que os grupos sulfonilos correspondem a um elemento estrutural xenobiótico, onde sua porção aniônica fortemente carregada impede a penetração do composto através da membrana das bactérias. Assim a aplicação de bactérias no tratamento de azo corantes torna-se um pouco restrita (TAN et al., 2016)

2.4.2.4 Tratamentos consorciados

Os tratamentos baseados nos radicais hidroxila (-OH) é uma tecnologia poderosa, para tratar águas residuais contendo compostos orgânicos recalcitrantes. Uma vez que esse radical reage de forma não seletiva com o poluente, que é oxidado, gerando CO₂ e íons orgânicos. Mas apesar do alto desempenho desses tratamentos, sua eficiência é baixa quando há no meio altas concentrações de matéria orgânica. Outro fator é o custo energético do tratamento, em comparação com os tratamentos biológicos. Para superar esses problemas uma alternativa bastante estudada é a utilização dos tratamentos oxidativos avançados como um pré-tratamento ou pós-tratamento. Como pré-tratamento ele seria útil para aumentar a biodegradabilidade dos poluentes. E como pós-tratamento, eles poderiam oxidar completamente a matéria orgânica residual oriunda do final do tratamento biológico (Almeida Érica, Dilarri Guilherme, Corso Carlos et al.?)

2.5 Fiscalização e legislação

Conhecida como lei das águas, a lei Nº 9.433 de 1997 – Políticas nacional dos recursos hídricos (PNRH) determina que toda água encontrada em território brasileiro seja em reservatórios subterrâneos ou em mananciais superficiais, é um bem público e deve ser preservado para os múltiplos usos das águas (CONAMA. Nº 357, DE 17

DE MARÇO DE 2005), o principal objetivo da criação da PNRH é determinar que a água é um bem público de direito de todos, limitado e com valor econômico, portanto é essencial garantir a para a atual e futuras gerações com utilização consciente, integral e responsável.

Com a criação da lei Nº 9.433 se originou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos que contém o principal objetivo ter a função de realizar a administração dos recursos hídricos de uma forma democrática, recíproca e adequadamente coordenar a gestão integrada das águas intermediar os conflitos relacionados aos recursos hídricos, organizar, controlar a utilização, recuperar corpos d'águas e cumprir-se a cobrança pelo seu uso.

Com a resolução CONAMA Nº 430/2011 sobre as exigências, padrões, critérios, e diretrizes para a gestão do lançamento de efluentes em corpos de águas receptores e altera a Resolução Nº 357 de 2005, a estatutária estabelece que os efluentes de toda fonte poluidora só poderão ser lançados de modo direto nos corpos receptores após o tratamento adequado e sob condições dos padrões e exigências dispostos nessa resolução e em outras normas aplicáveis como a Lei Federal Nº 6.938/81, estabelece sobre a Política Nacional do Meio Ambiente que tem como objetivo a conservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental e o esclarecimento às autoridades.

Para as empresas, isso significa que a água decorrente dos seus processos deverá passar por tratamento antes de ser devolvida aos corpos d' água esse tratamento é importante para eliminar ou neutralizar substâncias que possam alterar as características dos corpos hídricos e do mesmo modo, entre todas as legislações e decretos ambientais que cada Estado pode ter, a empresa geradora dos efluentes deve sempre considerar a legislação mais restritiva entre as esferas estadual, municipal e federal, visto que sempre maior àquela que visa a plena proteção ao meio ambiente.

De acordo com Franco e Billota (2014, p.4), conforme citado por (BRAILE e CAVALCANTI, 1993; GOHARY et al, 1995; BURTON et al, 2002; METCALF e EDDY, 2003; KLEMES, 2012)

“Em muitos casos, o tratamento do efluente ocorre na própria indústria, em estações de tratamento projetadas para remover os contaminantes diversos que excedem os limites máximos estabelecidos na legislação brasileira, para o lançamento em corpos d'água, ou que ultrapassem os limites determinados pelas companhias de saneamento para descarte do efluente nas redes

coletoras de esgoto do município. As alternativas de tratamento mais utilizadas são: processos físicos (gradeamento, sedimentação, flotação, medição de vazão), processos químicos (coagulação seguida de floculação, oxidação química, precipitação química) e processos biológicos (reatores biológicos, filtros biológicos e lagoas de estabilização – aeróbios ou anaeróbios)”.

No entanto mesmo com essa série de leis que resguardam o meio ambiente e determina punições e multas para as empresas que cometem esses crimes ambientais, os danos ambientais decorrentes dessas ações tem aumentado consideravelmente pois se percebe a falta de fiscalização das autoridades competentes e responsáveis, e, como resultado desse descaso, os efluentes na maioria das vezes são despejados de forma inadequada, irresponsável e clandestina em galerias pluviais privados ou publicas contaminando uma grande área ambiental trazendo consequências e danos irreversíveis ao meio ambiente, E, estas leis surgem como uma solução para defender o próprio ser humano, pois essa destruição feita em determinado momento passou a refletir diretamente na qualidade de vida da população, já que é aparente a fragilidade do meio ambiente.

2.6 Tecnologia

Para início vamos saber de onde vem a palavra tecnologia e saber seu significado, ela tem uma origem grega com o “tekne” que é arte ou ofício e “logos” com o significado de conjunto de saberes.

Ela é uma ferramenta que é formada e evoluída a partir de estudos de técnicas para aperfeiçoamento de métodos, pesquisas, na fiscalização, com objetivo de otimizar as tarefas, potencializar e agilizar processos industriais e economizar recursos.

Hoje em dia a tecnologia tem o objetivo de gerar uma melhor qualidade de vida ela influencia diretamente na vida da população e um dos aspectos é na comunicação que atualmente podemos ter contato com diversas culturas, visões de mundo e conhecimentos diversos de qualquer lugar que esteja conectado a uma rede assim gerando mais conhecimentos com essa troca de informações com diferentes pessoas.

Com isso pode se observar que a tecnologia tem muitas aplicações em diferentes ambientes desde os mais comuns para a população até os mais complexos e utilizados para desenvolver novos conhecimentos ou produtos.

2.6.2 Avanços da tecnologia

Pode se observar que os avanços da tecnologia sempre caminham na visão de deixar a vida menos complicada e diminuindo problemas, e um dos maiores avanços atuais foi a automação e a chegada das inteligências artificiais trouxe isso novamente, mas como disse Bill Gates a automação vai auxiliar aumentando a produção como pode se observar na citação abaixo:

"A primeira regra de qualquer tecnologia utilizada nos negócios é que a automação aplicada a uma operação eficiente aumenta a eficiência. A segunda é que a automação aplicada a uma operação ineficiente aumenta a ineficiência." (GATES, 1995, p.176)

O mundo está em constante evolução logo a tecnologia também está assim cada vez temos mais melhorias e avanços nas coisas já conhecidas ou novas criações para facilitar ou agilizar alguma etapa ou serviço que for necessário e possível fazer de uma forma mais rápida assim cumprindo com seu papel de gerar uma melhor qualidade de vida.

2.7 Linguagens de programação

Como esperado elas se diferem das linguagens naturais que usamos no cotidiano, uma vez que são utilizadas para fazer a comunicação entre humanos e máquinas através de um conjunto de regras léxicas, sintáticas e semânticas para solucionar problemas de forma informatizada. Essa tarefa é realizada a partir de programas que consistem em um conjunto de instruções e ordens a fim de desempenhar uma determinada função. Essas linguagens podem possuir um uso específico ou uma aplicação mais ampla, variando de entre uma ou outra. (EBAC, 2023). Por isso deve ser bem determinado o problema a ser solucionado para uso de linguagem mais adequada.

A partir das primeiras máquinas programáveis, mais de 9000 linguagens foram criadas (EBAC, 2023). Isso se deve porque diferente dos humanos as máquinas não têm o poder de interpretar adaptações, para isso são criadas várias linguagens de

programação, cada uma com sua finalidade e métricas pré-definidas a fim de estabelecer uma comunicação que possa ser entendida pela máquina para diferentes funções. (ALURA, 2023).

Existem dois tipos de linguagens a de baixo e de alto nível, a primeira se destaca principalmente em desempenho uma vez que sua sintaxe se aproxima da linguagem da máquina constituinte dos códigos binários (0, 1) que alertam para a máquina sinais de baixa ou alta voltagem, assim é feita a captação da tarefa a ser exercida por ela. (ALURA, 2023; EBAC, 2023).

Linguagens de alto nível são aquelas facilmente interpretadas por seres humanos, porém isso há um custo na performance do sistema uma vez que a máquina tem o dever de traduzir para a linguagem da máquina através de compiladores ou tradutores.

2.7.1 Arduino

Teve seu início no *Interaction Design Institute* na cidade de Ivrea na Itália, em 2005. O professor Massimo Banzi buscava uma maneira simples e barata de trabalhar tecnologia com seus alunos de design. Juntou-se com um visitante da Universidade de Malmö, David Cuartielles, para desenvolver uma placa fosse custo-benefício e fácil utilização, uma vez que no mercado elas eram caras e difíceis de utilizar. Cuartielles desenhou a placa e David Mellis, aluno de Massino, programou o software para executar a placa. Por Massino contratou um engenheiro chamado Gianluca Martino que auxiliou no projeto e concordou em produzir uma tiragem de duzentas placas. (MARTIN, Evans; JOSHUA, Noble; JORDAN, Hochenbaum, Novatec, 2013).

O Arduino é uma placa de prototipagem, ele possui um sistema de controle de entrada (IN) e saída de dados (OUT). Possui um cristal oscilador de 16 Mhz, regulador de tensão de 5 V, botão de reset, um campo para alimentação, pinos para conexão e LEDs para melhor verificação do seu funcionamento. Ao estar conectada com o computador a porta USB fornece uma alimentação de 5 V, agora quando a tensão de alimentação está desconectada pode variar de 7 a 12 V, por conta do regulador presente na placa. (RODRIGUES, Lucas; SARTORI, Eliseu; GOUVEIA, Bruno, 2012).

Existem várias formas de fazer a conexão do Arduino com uma máquina, podendo ser elas através de Bluetooth, wireless, USB, infravermelho, entre outras. A partir dessas conexões são dadas informações ou instruções a ele, elas são

traduzidas em uma linguagem própria do Arduino chamada *Wiring*, que é baseada nas linguagens C/ C++. (RODRIGUES, Lucas; SARTORI, Eliseu; GOUVEIA, Bruno, 2012).

2.7.2 C#

A linguagem foi criada em meados de 1999 com a arquitetura do .NET da Microsoft. Houve a participação de vários desenvolvedores mútuos para desenvolver o C Sharp do zero, porém o principal protagonista foi Anders Hejlsberg, ele além do C# trabalhou na criação de outras linguagens como Turbo Pascal e Delphi. (Coodesh, 2024; Devmedia, 2018).

Foi baseada em outras linguagens como C e Java, melhorando suas propriedades mais avançadas e adicionando recursos. Outra vantagem é a facilitação de recursos e conceitos que eram mais complexos no C++. (COODESH, 2024; DEVMEDIA, 2018).

O C# possui algumas características que ajudam no aprendizado dessa linguagem até para pessoas não atuantes da área, de acordo com a ALURA de 2022 são eles:

Programação Orientada a Objeto: Isso possibilita criação de classes, interfaces e objetos, além de conceitos como abstração, encapsulamento, herança e polimorfismo.

1. Fortemente tipada: Isso significa que é necessário declarar o tipo de uma variável em sua criação e após isso durante a execução do código não é permitido trocar esse tipo em momento algum.
2. Garbage collector: Ao executar o código existem partes que não estão sendo usadas em determinados momentos da aplicação, porém isso consome memória, garbage collector consiste limpar a memória da máquina esses blocos de código que estão em desuso.
3. Tratamento de exceções: A possibilidade de tratar ou capturar exceções que acontecem durante a execução da aplicação.
4. Interoperabilidade: Isso permite a conexão com aplicações usadas em outras linguagens, isso se dá pelo fato de possuir o recurso CLR que permite o consumo de bibliotecas externas.

O início nessa linguagem é facilitado para quem está bem fundamentado em linguagens como Java e C++. Sua aplicação é recomendada para desenvolvedores Back-end, todavia pode ser usada também para quem atua no desenvolvimento web, mobile, IoT - *Internet of Things* (COODESH, 2024).

3 METODOLOGIA

O capítulo a seguir refere-se ao desenvolvimento do projeto que contou com muita pesquisa em artigos científicos, livros, trabalhos acadêmicos, para compreender a ideia central e encontrar a melhor forma de auxiliar a fiscalização do tratamento dos efluentes na indústria têxtil. Para uma validação dos dados e confirmar uma viabilidade do projeto, foi realizada uma pesquisa de campo quantitativa na comunidade local. Por fim foram realizados diagramas UML (*Unified Modeling Language*), como casos de uso, atividade e de classe.

3.1 Pesquisa exploratória

A problemática da escassez de água e altos níveis de poluição advindos de indústrias, criou-se a necessidade de ampliar conhecimentos em livros, artigos científicos, trabalhos acadêmicos em prol de amenizar as causas desses problemas. Também foi necessário utilizar métricas de pesquisa popular, conhecidas como qualitativa e quantitativa, todavia não se deu a necessidade da utilização do modelo de pesquisa qualitativa no atual projeto.

3.1.1 Pesquisa de campo

Com o intuito de obter respostas para dar início ao projeto foi criado um formulário, aberto ao público na data de 09/06/2024 e fechado em 23/06/2024, a qual teve por resultado 85 respostas realizadas pela comunidade local, contendo 10 questões objetivas, todas a respeito dos efluentes, seu tratamento, e consequências da ineficácia desse processo.

Como primeira questão foi perguntado se os participantes tinham o conhecimento de leis que controlavam o descarte de resíduos líquidos industriais de forma direta aos rios, com o intuito de entender quanto a parcela da sociedade entendia a respeito dos deveres da indústria em relação as águas.

Para a segunda perguntou-se da necessidade de uma maior fiscalização dos efluentes que retornam aos rios, com a intenção de compreender a necessidade de ampliar métodos de avaliação de forma mais ágil e sem perca na eficiência.

Na terceira “Você gostaria que houvesse uma fiscalização de forma mais rígida sobre essas empresas?”, na intenção de entender como a comunidade enxerga as

penalidades a respeito de descumprimento legal do descarte de efluentes e, por consequência se há uma necessidade em avanços nas maneiras de fiscalizar esse processo.

Para compreender o quanto as pessoas se sentiriam seguras com um tratamento mais eficaz nas empresas foi feita a quarta pergunta: “Você se sentiria mais confortável se existisse um tratamento mais eficaz das empresas para esses resíduos?”.

A poluição dos rios pode causar problemas como mal cheiro, perda na biodiversidade entre outros problemas, para entender como isso afeta a vida dos participantes foi perguntado na quinta questão se eles observavam ou conviviam com pessoas prejudicadas com o mal descarte desses efluentes.

Outro problema deixado pela poluição dos rios são os riscos a problemas de saúde deixando pessoas que moram próximas a esses locais insalubres sujeitas a doenças como esquistossomose, amebíase, leptospirose, dentre muitas outras. Por isso a sexta pergunta foi questionando o contato com pessoas que adoeceram pelo contato dessas águas ou pela alimentação de animais que viviam nesses locais, para compreender como a saúde da população é afetada pela poluição das águas.

A sétima pergunta para entender se as pessoas sabem que a saúde pública é afetada pela poluição dos rios e lagos foi questionado sobre o conhecimento a respeito do quanto a saúde dos moradores desses locais insalubres é afetada.

No desenvolvimento do projeto foi notório uma confusão popular sobre o tratamento de águas e efluentes que consistem em processos distintos e um não anula o outro quando se trata de efluentes industriais. Por isso foi realizada a oitava pergunta “Você sabe como é feito o tratamento desses resíduos líquidos industriais?”.

Para provar a necessidade de facilitar o processo de fiscalização do tratamento desses efluentes foi feita a nona pergunta “Conhece alguma empresa que faz o descarte incorreto desses resíduos?”.

Por fim a décima questão foi se o participante acreditava que um projeto que facilite o processo de fiscalização desses resíduos era importante, para garantir que medidas devem ser tomadas para uma maior qualidade das águas dos rios e lagos melhorando assim a saúde ambiental e consequentemente pública.

3.2 Projeto

No projeto foi utilizado a linguagem UML (*Unified Modeling Language*), e a partir dos seus conceitos foi possível a criação dos seguintes diagramas: Diagrama de Casos de Uso, o qual serve para descrever de forma gráfica e facilitar a comunicação, Diagrama de Classe que representa as classes do projeto, Diagrama de Atividade que caracteriza as ações dentro de um fluxograma.

3.2.1 UML

UML é um acrônimo para (*Unified Modeling Language*), em tradução (Linguagem de Modelagem Unificada). Sua função é, através de diagramas criar um modelo que mostre um sistema complexo de forma simples e visual. Essa linguagem é muito utilizada por programadores para que haja um bom entendimento do sistema antes de começar a codificar e auxilia na ligação cliente desenvolvedor a fim do sistema possuir todas as requisições feitas.

3.2.2 Diagramas

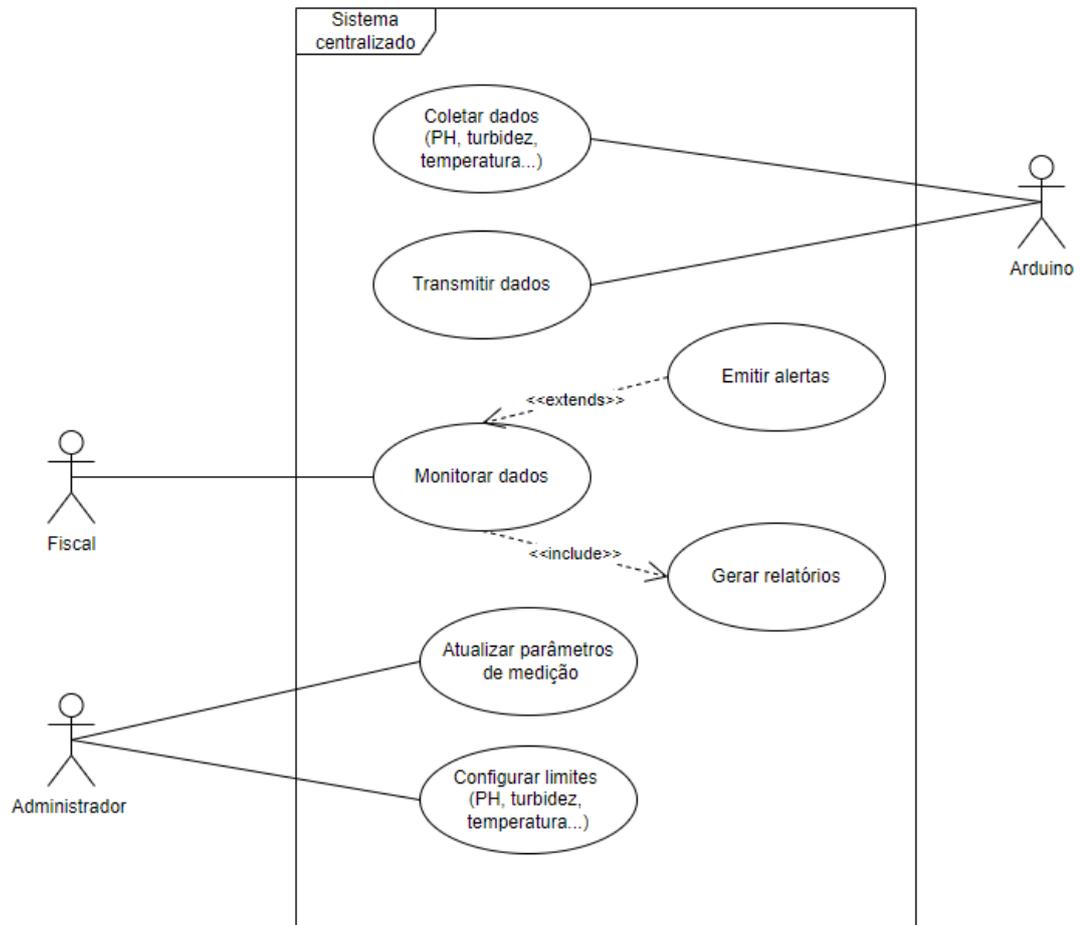
Diagrama são versões gráficas de um projeto complexo para demonstrar de forma simples, explicativa e ilustrada como ele irá ficar antes de chegar na etapa de desenvolvimento, isso garante que tenha atingido todos os pré-requisitos.

Os diagramas são formados por palavras-chave ou conceitos. São ligados por símbolos a fim de representar as dependências, associações ou heranças.

3.2.2.1 Diagrama de Casos de Uso

Diagrama de Casos de Uso são excelentes exemplificadores de interação entre ator e sistema, representado de forma gráfica por meio de desenhos e ligações por setas. Ele é usado exclusivamente para descrever como o sistema é utilizado pelos atores, isto é, não há dentro desse tipo de diagrama funcionalidades internas do sistema.

Figura 6 - Diagrama de Casos de Uso



Fonte: autoria própria, 2024.

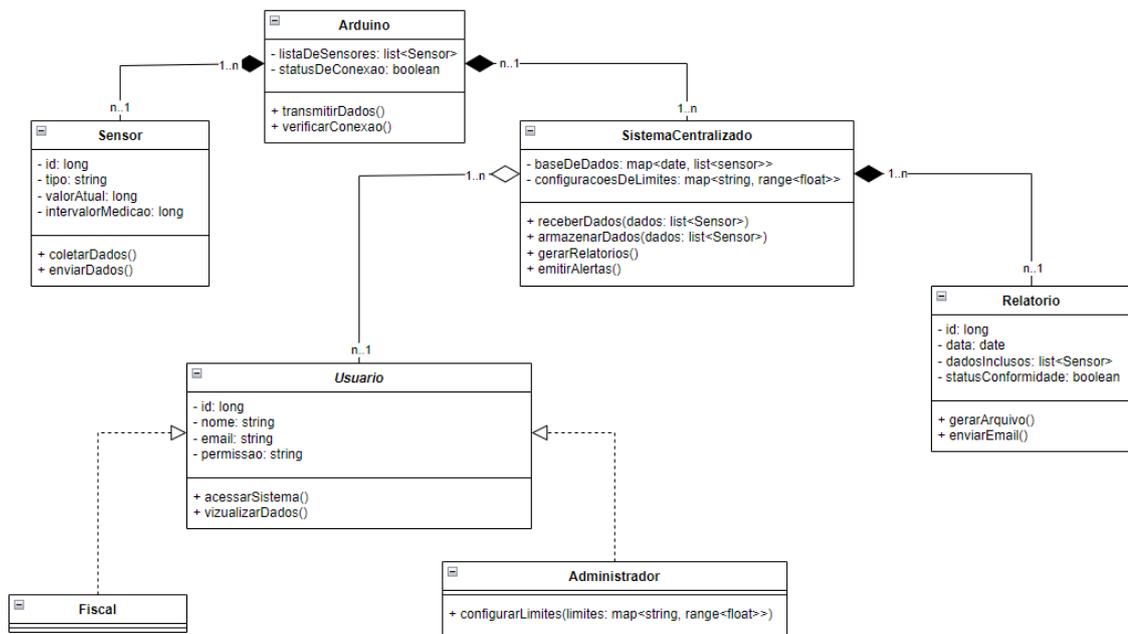
A aplicação prática representada por esse diagrama consiste na coleta de informações e transmissão de dados ambas as ações realizadas pelo Arduino. Dentro do sistema centralizado existirá duas possibilidades de usuários, sendo eles os fiscais ou os administradores, sendo eles responsáveis por configurar parâmetros dentro do servidor.

O fiscal tem o poder de visualizar os dados captados pelo Arduino de uma forma visual, obrigatoriamente o sistema emitirá relatórios ao fiscal, diferente dos alertas que só são gerados quando há alguma irregularidade na avaliação do efluente tratado.

3.2.2.2 Diagrama de Classe

São os Diagramas de Classe muito úteis nos estágios de design no sistema. São indispensáveis na etapa de desenvolvimento para compreender os requisitos do sistema, mostrar partes específicas do sistema, interfaces com usuário, implementações lógicas, assim por diante. Ele descreve exatamente como o sistema funciona, relacionamento entre componentes do sistema e planeja implementar tais componentes.

Figura 7 - Diagrama de Classe



Fonte: autoria própria, 2024.

No diagrama está representado a função e os atributos de cada parte do sistema (entidades). Começando pelo Arduino, ele permite a validação da conexão com os sensores junto com uma lista deles, isso para verificar a conexão e transmitir dados.

Os sensores por sua vez dependem do Arduino podendo ter um ou mais sensores para um único Arduino. Ele é capaz de guardar o tipo de avaliação, valor representado e o intervalo de medição. Por fim, após a coleta de dados eles são transmitidos ao Arduino.

O sistema centralizado tem papel fundamental na funcionalidade do projeto, todavia depende do Arduino para atuar. Nele possui a base de dados e a possibilidade

de configurações de limites (funcionalidade exercida especialmente pelos administradores). No sistema centralizado é possível receber e armazenar dados e diante disso gerar relatórios com a possibilidade da emissão de alertas.

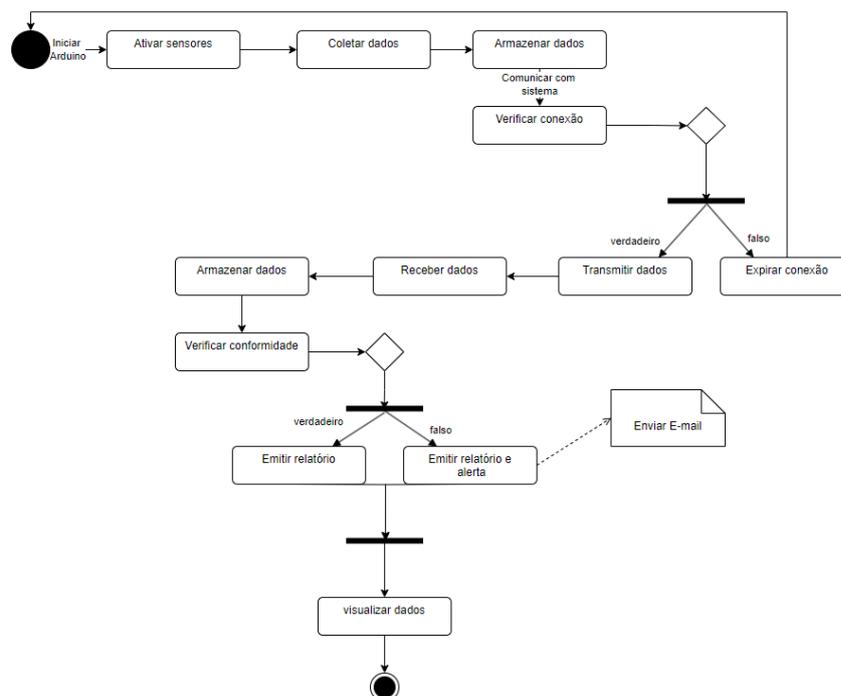
Relatório é a parte responsável para a avaliação do fiscal para validar a eficácia do tratamento do efluente industrial têxtil. Ele depende do sistema centralizado. Nele são resgatadas informações como data, os dados da análise e status de conformidade. Também pode gerar um arquivo PDF e enviar e-mails para autoridades competentes no caso de irregularidade com a lei.

Por fim, usuário, são duas as possibilidades nesse sistema, administrador e fiscal, ambos possuem os mesmos poderes de acesso dentro do sistema a respeito das informações, entretanto os administradores se diferem pela capacidade de configurar parâmetros dentro do sistema centralizado.

3.2.2.3 Diagrama de Atividade

Diagrama de Atividade define o comportamento do sistema com as sequências de ações em um processo. São semelhantes à fluxogramas, no entanto, Diagramas de Atividades também podem mostrar fluxos paralelos ou simultâneos e alternativos.

Figura 8 - Diagrama de Atividade



Fonte: autoria própria, 2024.

O diagrama segue um fluxo onde o ponto de partida é o início do Arduino, ativando sensores, coletando dados e os armazenando. Após isso, para que a comunicação com o sistema centralizado seja executada com sucesso é validado a conexão, se não for realizada com êxito volta ao nó inicial, caso contrário o Arduino é permitido a enviar dados, no qual o sistema centralizado os recebe, os armazena e verifica a conformidade, ambas as opções são emitidas relatórios, mas caso haja alguma irregularidade é enviado um e-mail de alerta às autoridades competentes. Ao final, o usuário pode visualizar as informações.

3.3 Cronograma

Figura 9 - Cronograma primeiro bimestre

Atividades	Fevereiro					Março					Abril				
	Semanas					Semanas					Semanas				
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
Apresentação de tema															
Definição do tema															
Fichamento															
Referencial Teórico															
Elaboração da capa do caderno															
Elaboração da folha de rosto															
Pesquisa de campo															
Sumário															
Introdução															
Construção dos diagramas															
Desenvolvimento															
Conclusão															
Progamação com Arduino															
Progamação do sistema															
Teste															

Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 10 - Cronograma segunda bimestre

Atividades	Maio					Junho				
	Semanas					Semanas				
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
Apresentação de tema										
Definição do tema										
Fichamento										
Referencial Teórico										
Elaboração da capa do caderno										
Elaboração da folha de rosto										
Pesquisa de campo										
Sumário										
Introdução										
Construção dos diagramas										
Desenvolvimento										
Conclusão										
Progamação com Arduino										
Progamação do sistema										
Teste										

Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 11 - Cronograma terceiro bimestre

Atividades	Meses														
	Julho					Agosto					Setembro				
	Semanas					Semanas					Semanas				
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
Apresentação de tema															
Definição do tema															
Fichamento															
Referencial Teórico															
Elaboração da capa do caderno															
Elaboração da folha de rosto															
Pesquisa de campo															
Sumário															
Introdução															
Construção dos diagramas															
Desenvolvimento															
Conclusão															
Progamação com Arduino															
Progamação do sistema															
Teste															

Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 12 - Cronograma quarto bimestre

Atividades	Meses									
	Outubro					Novembro				
	Semanas					Semanas				
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
Apresentação de tema										
Definição do tema										
Fichamento										
Referencial Teórico										
Elaboração da capa do caderno										
Elaboração da folha de rosto										
Pesquisa de campo										
Sumário										
Introdução										
Construção dos diagramas										
Desenvolvimento										
Conclusão										
Programação com Arduino										
Programação do sistema										
Teste										

Fonte: Autoria própria, 2024.

4 RESULTADOS

Esse capítulo apresenta os resultados obtidos da pesquisa de campo e, fragmentos da aplicação do sistema.

4.1 Resultados da pesquisa de campo

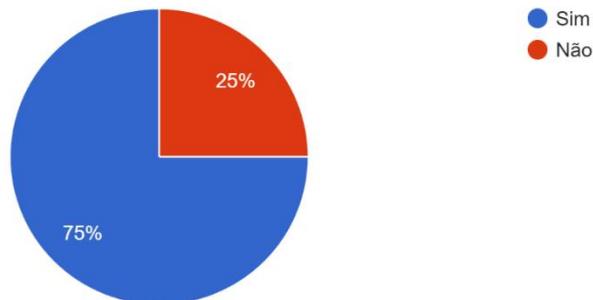
A fim de um maior embasamento do projeto foi realizada uma pesquisa de campo, na qual foram lançadas perguntas, em sua maioria de múltipla escolha, para o público, com o intuito de desvendar seus conhecimentos sobre o tema de resíduos líquidos e, disseminar as melhorias dadas à saúde pública por meio de um projeto que ajude a fiscalizar o tratamento de resíduos líquidos nas indústrias.

Primeiramente foi perguntado sobre a consciência da população em relação às leis no controle do despejo de efluentes em corpos d'água que em suma maioria foi respondido de forma afirmativa. Observe a Figura 13 abaixo:

Figura 13 - Gráfico de leis no controle de efluentes

1 - Sabia que existem leis para o controle da poluição desses resíduos que retornam?

84 respostas



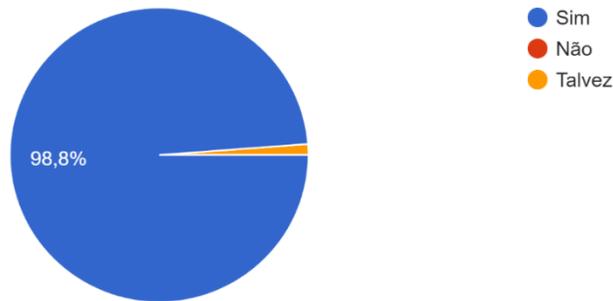
Fonte: autoria própria, 2024.

Para correlacionar a ideia do projeto com a necessidade da sociedade em relação ao tema foram questionados a necessidade de uma maior fiscalização e de uma forma mais rígida, com grande parte dos votos concordantes. Representado na Figura 14 e Figura 15.

Figura 14 - Gráfico de aumento na fiscalização dos efluentes

2 - Você julga necessário uma maior fiscalização dos resíduos líquidos (efluente) que voltam para os rios, lagos entre outros?

84 respostas

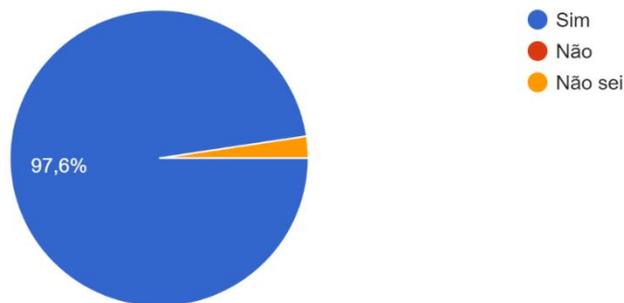


Fonte: autoria própria, 2024.

Figura 15 - Gráfico de fiscalização mais rígida dos efluentes

3 - Você gostaria que houvesse uma fiscalização de forma mais rígida sobre essas empresas?

84 respostas



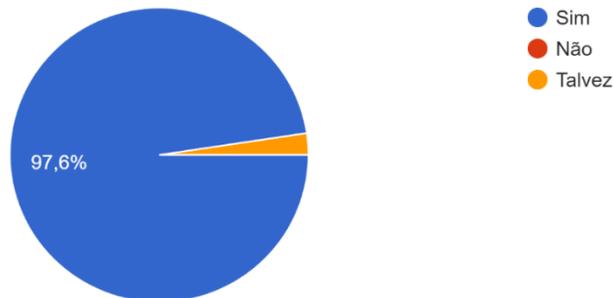
Fonte: autoria própria, 2024.

Em análise foi questionado sobre como a pessoa se sentiria ao ter a garantia de um tratamento de efluentes industriais de forma eficiente. Com as seguintes respostas:

Figura 16 - Gráfico do contentamento da eficácia do tratamento de efluentes

4 - Você se sentiria mais confortável se existisse um tratamento mais eficaz das empresas para esses resíduos?

84 respostas



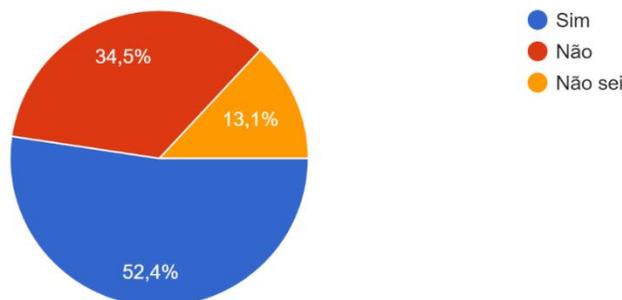
Fonte: autoria própria, 2024.

Para avaliar os impactos desse tipo de poluição na vida das pessoas foi analisado a observação ou convívio delas com esse grande problema ambiental. Em respostas a população ficou dividida onde aproximadamente metade dos votos foram afirmativos, parte não soube responder ao certo e o restante negativo. Como mostra a Figura 17:

Figura 17 - Gráfico de convivência de problemas causados pelos resíduos

5 - Observa ou convive com os problemas gerados pelo mal descarte desses resíduos?

84 respostas



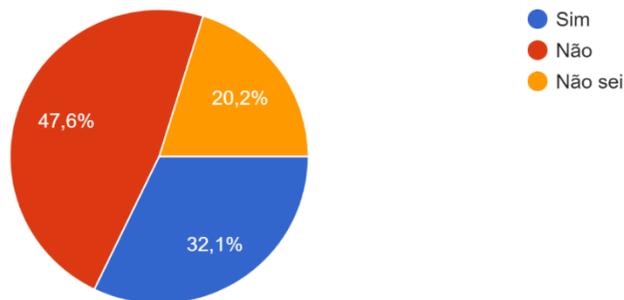
Fonte: autoria própria, 2024.

Como é notório a poluição dos rios, lagos corpos d'água no geral, gera diversos colaterais para a saúde na fauna flora e até humana que dependem da água, por isso perguntou-se ao público se houve um contato direto com vítimas desse problema

ambiental, nesse caso, pessoas que adquiriram doenças por contato com esse meio. Observe as respostas na Figura 18:

Figura 18 - Gráfico de contato com pessoas adoecidas por causa de efluentes

6 - Você já teve contato com alguma pessoa que adoeceu por conta de contato com águas contaminadas ou se alimentou de animais que habitavam nesses locais poluídos por resíduos?
84 respostas



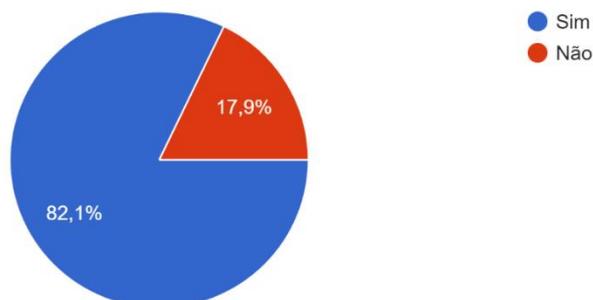
Fonte: autoria própria, 2024.

Com isso é possível avaliar que mesmo que as pessoas tenham uma consciência desse grave problema ambiental, muitos não tiveram contato com pessoas que adoeceram devido aos contaminantes presentes nessa água.

Mesmo com essas respostas em sua maioria negativas a população tem a consciência que o descarte inadequado de efluentes em rios ou lagos pode sim afetar a saúde pública. Isso pode ser analisado na Figura 19:

Figura 19 - Gráfico de problemas à saúde pública

7 - Tem conhecimento que águas contaminadas afetam a saúde dos moradores da região?
84 respostas



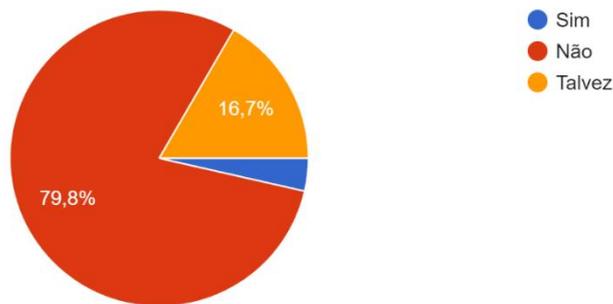
Fonte: autoria própria, 2024.

A fim de avaliar como as pessoas veem o tratamento de resíduos líquidos foi realizada uma pergunta dissertativa, onde o entrevistado poderia escolher em responder ou não observe a Figura 20:

Figura 20 - Gráfico de consciência sobre o tratamento de efluentes

8 - Você sabe como é feito o tratamento desses resíduos líquidos industriais?

84 respostas



Fonte: autoria própria, 2024.

Com base nas respostas foi possível perceber uma confusão por parte dos participantes em relação ao tratamento de resíduos líquidos, relacionando-o com o tratamento de água, já que ambos são amplamente distintos.

Esse tipo de tratamento é realizado para retirar grande parte dos resíduos prejudiciais desse efluente para poder retornar aos rios. Nesse processo são removidos os resíduos sólidos, como plástico, brinquedos, papel higiênico etc. Tratamento biológico onde os microrganismos presentes no próprio efluente consomem a matéria orgânica advinda dele. Por fim o tratamento físico-químico, esse varia de acordo com os resíduos deixados pela indústria, cada ramo tem seu objetivo no mercado e utilizam diferentes químicos a fim de produzirem sua matéria final para comercializá-la posteriormente. Vale lembrar que esse processo se restringe a deixar a água apta para retornar aos rios, não deve haver o consumo desse tipo de líquido uma vez que ela agora deve passar por um tratamento de água, esse sim habilita-a para o consumo.

Ao fim do tratamento são analisados em laboratório diversos parâmetros como, matéria orgânica e inorgânica presente nesse efluente tratado, níveis de pH, temperatura, corrente elétrica e surfactantes, são eles aquele tipo de matéria que parte não se mistura com água, como óleos ou sabão por exemplo.

Em respostas a que mais se aproximou foi a seguinte:

Figura 21 - Resposta sobre tratamento de efluente

Pelo que eu sei a estação de tratamento de esgoto é responsável por tratar a água antes de liberá-la nos corpos d'água, além da estação de tratamento de água tratá-la antes de liberar essa água para o uso, inclusive analisando a presença de químicos e o nível do PH da água, mesmo não havendo no processo de tratamento de água uma etapa onde se separam os resíduos químicos industriais, é imaginável que poderia ser adicionada uma destilação fracionada ou algum outro tipo de método para se separar a água dos químicos uma vez que a estação percebesse a contaminação.

Fonte: Autoria própria, 2024.

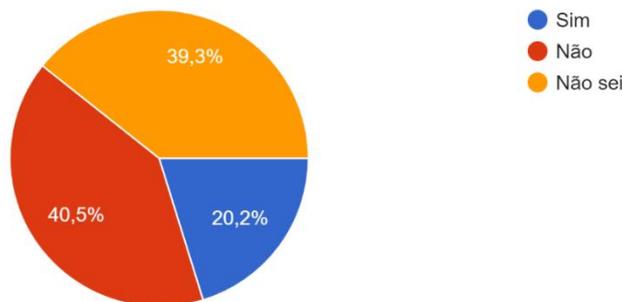
Todavia houve respostas que até se aproximaram um pouco da forma na qual o tratamento ocorre, porém se precipitaram em alguma parte, ou colocaram algo que não fosse pertinente a esse tipo de tratamento, observados em respostas como tornar a água consumível, confundir as etapas do tratamento de efluente com o de água, no qual o de resíduos líquidos é constituído apenas pelas etapas de gradeamento, desarenação e decantação diferente do tratamento de água sendo baseado em coagulação e floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação.

A maioria dos entrevistados quando perguntados sobre conhecer empresa que faz esse descarte incorreto de resíduos líquidos foi que não. De acordo com a Figura 22:

Figura 22 - Gráfico - Empresas que fazem descarte incorreto de efluentes

10 - Conhece alguma empresa que faz o descarte incorreto desses resíduos?

84 respostas



Fonte: autoria própria, 2024.

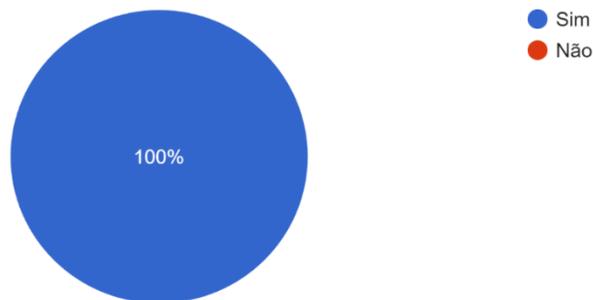
Por fim validamos a utilidade de um projeto que auxiliasse na fiscalização do tratamento desses resíduos, o que geraria maior confiabilidade na água despejada

nos rios e lagos pelas empresas após o uso delas para meios industriais, o que gerou uma resposta afirmativa unânime. Observe a Figura 23:

Figura 23 - Gráfico de viabilidade do projeto

11 - Você acredita que um projeto que facilite a fiscalização da qualidade desses resíduos líquidos é importante?

84 respostas



Fonte: autoria própria, 2024.

Com isso fica evidente como uma maior facilidade na fiscalização do tratamento de resíduos líquidos industriais auxiliaria a combater problemas ambientais gerados por um mal descarte desses efluentes, também deixaria as pessoas mais seguras em relação a isso, o que comprova que um projeto para ajudar os fiscais a garantir a qualidade desse tratamento nas indústrias seria imprescindível.

4.2 Projeto

O projeto dispõe de um sistema centralizado que coleta as informações do Arduino e com essas informações armazenadas, torna-se possível a emissão de relatórios a respeito da eficiência do tratamento e caso haja alguma irregularidade concordando com a lei CONAMA, são expedidos alertas às autoridades competentes.

Figura 24 - Tela de login

FISCAEFLU

Email:
Insira seu email

Senha:
Insira sua senha

[Criar conta](#)

Entrar

Fonte: MARRONI, Miguel; 2024.

A primeira visão do usuário é uma tela de login que, de acordo com o e-mail previamente cadastrado, define se o usuário é um administrador ou fiscal.

Nessa etapa São distribuídos os cargos dos usuários dentro do sistema e possibilidade de criar conta, representado pela Figura 25:

Figura 25 - Tela de cadastro

FISCAEFLU

Cadastro

Nome completo:
Insira seu nome completo

Telefone:
Insira seu telefone

CPF:
Insira seu cpf

Senha:
Insira sua senha

Email:
Insira seu email

Confirmar senha:
Insira sua senha

[Já tem uma conta? Faça o login](#)

Registrar

Fonte: MARRONI, Miguel; 2024.

Parte do sistema, responsável em solicitar dados cadastrais aos usuários, com o intuito de criar *logins* sem que haja pessoas com mais de um cadastro. Também há uma opção de fazer o login de forma direta, caso ele tenha se cadastrado previamente.

Figura 26 - Tela dos relatórios com filtro

Data	PH	Temperatura	Turbidez	Condutividade	Conformidade

Fonte MARRONI, Miguel; 2024.

Figura 27 - Apresentação dos dados (enxuta)

DADOS

PH: '5.6
 Temperatura: 24 C
 Turbidez: 4.2 NTU
 Condutivity: 1.8

[Exportar relatório](#)

Fonte: MARRONI, Miguel; 2024.

Existe no sistema uma tela com gráficos grandes apresentando os dados armazenados, previamente coletados pelos sensores do Arduino, o que se difere deste representado na Figura 27, mostrando apenas os valores recolhidos.

Nessa parte do sistema que existe a possibilidade da emissão do relatório com as informações relatadas. Ele segue o seguinte fluxo, como ilustrado na Figura 26, são filtradas as datas das amostras das análises dos efluentes tratados, após isso são mostrados os dados com a opção de exportá-los no formato PDF.

Figura 28 - Configuração de parâmetros

FISCAEFLU		Parâmetros	
PH			
Insira o limite mínimo		Insira o limite máximo	
Teperatura			
Insira o limite mínimo		Insira o limite máximo	
Turbidez			
Insira o limite mínimo		Insira o limite máximo	
Condutividade			
Insira o limite mínimo		Insira o limite máximo	

Fonte: MARRONI, Miguel; 2024.

Os administradores são usuários especiais que são definidos pelos desenvolvedores, a partir deles que são gerados esse cargo especial. A exceção que o difere em funcionalidades é a possibilidade de configurar os parâmetros de medição, ou os limites permitidos por lei para garantir a eficiência do tratamento do efluente.

A Figura 28 é uma representação gráfica da tela de configuração dos parâmetros para apresentar a função dos administradores dentro do sistema.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fim de amenizar os problemas ambientais provenientes do descarte inadequado de efluentes têxteis em rios, ou lagos, foi desenvolvida uma pesquisa que integra Arduino com um sistema centralizado que coleta informações sobre a água tratada e, com base nos dados obtidos verifica sua adequação com a lei vigente no CONAMA, por fim é emitido um relatório e caso haja alguma irregularidade elas são reportadas aos órgãos competentes.

Sua aplicação tem grande relevância no controle ambiental das águas, minimizando falhas na fiscalização, utilizando de uma tecnologia para facilitar e agilizar esse processo de forma automática com análises periódicas dificultando que haja erros. Isso diminui consideravelmente os níveis de poluentes têxteis advindos das indústrias, trazendo benefícios à ecologia e problemas sociais como a falta de água potável.

O vigente projeto encontra-se em fase de desenvolvimento, apresentando resultados positivos na eficiência da análise do efluente tratado com gráficos ilustrativos, elaborando relatórios com ênfase em irregularidades e alertas às autoridades competentes. Todavia existe a carência de mais sensores garantindo maior precisão e eficácia do tratamento.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, M. R. M. P. DE; NOVAES, A. C.; GUARINO, A. W. S. **REMOÇÃO DE METAIS PESADOS DE EFLUENTES INDUSTRIAIS POR ALUMINOSSILICATOS**. QUIMICA NOVA, V. 25, N. 6B, P. 1145–1154, 2002.

AS FIBRAS: O QUE SÃO E QUE TIPOS EXISTEM. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.FIBRENAMICS.COM/INTELLIGENCE/REPORTS/AS-FIBRAS-O-QUE-SAO-E-QUE-TIPOS-EXISTEM](https://www.fibrenamics.com/intelligence/reports/as-fibras-o-que-sao-e-que-tipos-existem)>. ACESSO EM: 22 ABR. 2024.

C# E ORIENTAÇÃO A OBJETOS. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.ALURA.COM.BR/APOSTILA-CSHARP-ORIENTACAO-OBJETOS?SRSLTID=AFMBOOQONSOTL9BSA-T0E9XQXIT0YGW2TYVGVFPU-HkSv5ZW05P3AEAD](https://www.alura.com.br/apostila-csharp-orientacao-objetos?srsltid=AFMBOOQONSOTL9BSA-T0E9XQXIT0YGW2TYVGVFPU-HkSv5ZW05P3AEAD)>. ACESSO EM: 25 MAI. 2024.

CARTAXO, A. DA S. B. ET AL. **CONTAMINANTES EMERGENTES PRESENTES EM ÁGUAS DESTINADAS AO CONSUMO HUMANO: OCORRÊNCIA, IMPLICAÇÕES E TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO**. BRAZILIAN JOURNAL OF DEVELOPMENT, V. 6, N. 8, P. 61814–61827, 2020.

COMUNICAÇÃO. CONHEÇA OS PRINCIPAIS MÉTODOS PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTES. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://INFO.OPERSAN.COM.BR/TRATAMENTOS-DE-EFLUENTES-E-OS-PRINCIPAIS-METODOS-UTILIZADOS](https://info.opersan.com.br/tratamentos-de-efluentes-e-os-principais-metodos-utilizados)>. ACESSO EM: 22 MAI. 2024.

COODESH, E. **O QUE É C SHARP?** DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://COODESH.COM/BLOG/DICIONARIO/O-QUE-E-C-SHARP/](https://coodesh.com/blog/dicionario/o-que-e-c-sharp/)>. ACESSO EM: 04 JUN. 2024.

DA INDUSTRIA TÊXTIL, M. D. E. T. D. E. E. PAULO OZERIDE DA SILVA. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://REPOSITORIO.UFMG.BR/BITSTREAM/1843/BUBD-A2CJNF/1/TCC___PAULO_OZERIDE_SILVA.PDF](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-A2CJNF/1/TCC___PAULO_OZERIDE_SILVA.PDF)>. ACESSO EM: 06 JUN. 2024.

DE ALMEIDA, É. J. R.; DILARRI, G.; CORSO, C. R. A INDÚSTRIA TÊXTIL NO BRASIL: **UMA REVISÃO DOS SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS E POSSÍVEIS TRATAMENTOS PARA OS SEUS EFLUENTES**. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://CONEXAOAGUA.MPF.MP.BR/ARQUIVOS/ARTIGOS-CIENTIFICOS/2016/01-A-INDUSTRIA-TEXTIL-NO-BRASIL-UMA-REVISAO-DOS-SEUS-IMPACTOS-AMBIENTAIS-E-POSSIVEIS-TRATAMENTOS-PARA-OS-SEUS-EFLUENTES.PDF](https://conexaoagua.mpf.mp.br/arquivos/artigos-cientificos/2016/01-A-INDUSTRIA-TEXTIL-NO-BRASIL-UMA-REVISAO-DOS-SEUS-IMPACTOS-AMBIENTAIS-E-POSSIVEIS-TRATAMENTOS-PARA-OS-SEUS-EFLUENTES.PDF)>. ACESSO EM: 19 MAI. 2024.

DE OLIVEIRA, T. **C# ORIENTADO A OBJETOS: INTRODUÇÃO**. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.DEVMEDIA.COM.BR/CSHARP-ORIENTADO-A-OBJETOS-INTRODUCAO/29539](https://www.devmedia.com.br/csharp-orientado-a-objetos-introducao/29539)>. ACESSO EM: 25 MAI. 2024.

DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://CONAMA.MMA.GOV.BR/INDEX.PHP?OPTION=COM_SISCONAMA&TASK=DOCUMENTO.DOWNLOAD&ID=18082#:~:TEXT=V%20-](https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=documento.download&id=18082#:~:TEXT=V%20-)>

%20EFLUENTE%3A%20É%20O%20TERMO,DE%20DIVERSAS%20ATIVIDADES%20OU%20PROCE
SSOS.>. ACESSO EM: 14 MAI. 2024.

DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://REPOSITORIO.UFMG.BR/HANDLE/1843/BUBD-A2CJNF](https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-A2CJNF)>. ACESSO EM:
15 MAI. 2024.

DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://REPOSITORIO.UFRN.BR/HANDLE/123456789/15866](https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/15866)>. ACESSO EM: 25
MAI. 2024.

DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://TRATAMENTODEAGUA.COM.BR/ARTIGO/EFLUENTES-INDUSTRIAIS-
IMPACTOS-SUPERBAC/](https://tratamentodeagua.com.br/artigo/efluentes-industriais-impactos-superbac/)>. ACESSO EM: 22 MAI. 2024C.

DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://TRATAMENTODEAGUA.COM.BR/ARTIGO/SISTEMA-LODOS-ATIVADOS/](https://tratamentodeagua.com.br/artigo/sistema-lodos-ativados/)>.
ACESSO EM: 06 JUN. 2024.

DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.AL/REPOSITORIO/LEGISLACAO/DECRETO/1976/DECRETO-8468-
08.09.1976.HTML](https://www.al/repositorio/legislacao/decreto/1976/decreto-8468-08.09.1976.html)>. ACESSO EM: 11 MAI. 2024.

DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.AL/REPOSITORIO/LEGISLACAO/LEI/1976/ORIGINAL-LEI-997-
31.05.1976.HTML](https://www.al/repositorio/legislacao/lei/1976/original-lei-997-31.05.1976.html)>. ACESSO EM: 11 MAI. 2024B.

DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.AL/REPOSITORIO/LEGISLACAO/LEI/2021/LEI-17383-
05.07.2021.HTML](https://www.al/repositorio/legislacao/lei/2021/lei-17383-05.07.2021.html)>. ACESSO EM: 1 ABR. 2024.

DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.CISAM-SUL.SC.GOV.BR/NOTICIAS-R/RISCO-DE-CONTAMINACAO-
DA-AGUA-CONSUMIDA-PELA-POPULACAO](https://www.cisam-sul.sc.gov.br/noticias-r/risco-de-contaminacao-da-agua-consumida-pela-populacao)>. ACESSO EM: 25 ABR. 2024.

DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.JUSBRASIL.COM.BR/LEGISLACAO/95020/LEI-DE-SANEAMENTO-
BASICO-LEI-11445-07](https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/95020/lei-de-saneamento-basico-lei-11445-07)>. ACESSO EM: 25 ABR. 2024.

DISPONÍVEL EM:
<[HTTPS://WWW2.UFRB.EDU.BR/PETSOCIOAMBIENTAIS/IMAGES/POLUIÇÃO_ATMOSFÉRICA.PDF](https://www2.ufrb.edu.br/petsocioambientais/images/polui%C3%A7%C3%A3o_atmosf%C3%A9rica.pdf)>.
ACESSO EM: 11 MAIO. 2024C.

EBAC, E. O QUE É UMA LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO? DISPONÍVEL EM:
<[HTTPS://EBACONLINE.COM.BR/BLOG/LINGUAGEM-DE-PROGRAMACAO](https://ebaconline.com.br/blog/linguagem-de-programacao)>. ACESSO EM: 25 MAI. 2024.

EFLUENTES DAS INDÚSTRIAS GALVÂNICAS. DISPONÍVEL EM:
<[HTTPS://TRANSRESIND.COM.BR/EFLUENTES-DAS-INDUSTRIAS-GALVANICAS/](https://transresind.com.br/efluentes-das-industrias-galvanicas/)>. ACESSO EM: 15 MAI.
2024.

ELFUENTES OLEOSOS: ENTENDA OS IMPACTOS NO MEIO AMBIENTE. DISPONÍVEL EM:
<[HTTPS://MRSOLUCOESAMBIENTAIS.COM.BR/EFLUENTES-OLEOSOS/](https://mrsolucoesambientais.com.br/efluentes-oleosos/)>. ACESSO EM: 22 MAI. 2024.

EMPRESA DE COLETA DE EFLUENTES OLEOSOS NO ESPÍRITO SANTO. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.ILHAAMBIENTAL.COM.BR/COLETA-DE-EFLUENTES-OLEOSOS/](https://www.ilhaambiental.com.br/coleta-de-efluentes-oleosos/)>. ACESSO EM: 22 MAI. 2024.

ESGOTO. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.SAMAECAXIAS.COM.BR/PAGINA/INDEX/10043](https://www.samaecaxias.com.br/pagina/index/10043)>. ACESSO EM: 05 JUN. 2024.

EUTROFIZAÇÃO - CONSERVAÇÃO PARA ENSINO MÉDIO. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://ECOLOGIA.IB.USP.BR/LEPAC/CONSERVACAO/ENSINO/DES_EUTRO.HTM](https://ecologia.ib.usp.br/lepac/conservacao/ensino/des_eutro.htm)>. ACESSO EM: 05 JUN. 2024.

EVANS, M.; NOBLE, J.; HOCHENBAUM, J. **ARDUINO EM AÇÃO.** [S.L.] NOVATEC EDITORA, 2013. FLORISA. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://FLORISA.IND.BR/FIBRAS-TEXTEIS.PHP](https://florisa.ind.br/fibras-texteis.php)>. ACESSO EM: 19 ABR. 2024.

GIORDANO, G.; SC, D. **TRATAMENTO E CONTROLE DE EFLUENTES INDUSTRIAIS.** DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.DRSOLUTION.COM.BR/WP-CONTENT/UPLOADS/SITES/1838/2023/12/TRATAMENTO-CONTROLE-EFLUENTES-INDUSTRIAIS-1.PDF](https://www.drsoption.com.br/wp-content/uploads/sites/1838/2023/12/tratamento-controle-efluentes-industriais-1.pdf)>. ACESSO EM: 19 MAI. 2024.

GRUPO OPERSAN. **AS PRINCIPAIS LEIS AMBIENTAIS RELACIONADAS AO TRATAMENTO DE EFLUENTES.** DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://INFO.OPERSAN.COM.BR/LEIS-AMBIENTAIS-PARA-TRATAMENTO-DE-EFLUENTES](https://info.opersan.com.br/leis-ambientais-para-tratamento-de-efluentes)>. ACESSO EM: 11 ABR. 2024.

GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B. **CORANTES TÊXTEIS.** QUIMICA NOVA, V. 23, N. 1, P. 71–78, 2000.

KUNZ, A. ET AL. **NOVAS TENDÊNCIAS NO TRATAMENTO DE EFLUENTES TÊXTEIS.** QUIMICA NOVA, V. 25, N. 1, P. 78–82, 2002.

L11445COMPILADO. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.PLANALTO.GOV.BR/CCIVIL_03/_ATO2007-2010/2007/LEI/L11445COMPILADO.HTM](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/L11445compilado.htm)>. ACESSO EM: 11 ABR. 2024.

L14026. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.PLANALTO.GOV.BR/CCIVIL_03/_ATO2019-2022/2020/LEI/L14026.HTM](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm)>. ACESSO EM: 11 ABR. 2024.

L6938. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.PLANALTO.GOV.BR/CCIVIL_03/LEIS/L6938.HTM](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm)>. ACESSO EM: 25 MAI. 2024.

LANG, M. **FIBRA TÊXTIL – CO, CL, WO, SK, CV, PAC, PUE, PES, PA, PP, PUR, PET.** DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://ESTAMPAWEB.COM/FIBRA-TEXTIL-CO-CL-WO-SK-CV-PAC-PUE-PES-PA-PP-PUR-PET/](https://estampaweb.com/fibra-textil-co-cl-wo-sk-cv-pac-pue-pes-pa-pp-pur-pet/)>. ACESSO EM: 19 JUN. 2024.

LEGISWEB. **RESOLUÇÃO CONAMA NO 430 DE 13/05/2011 - FEDERAL - LEGISWEB.** DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.LEGISWEB.COM.BR/LEGISLACAO/?ID=114770](https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114770)>. ACESSO EM: 14 MAI. 2024.

LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO: GUIA PARA DEVS INICIANTES. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.ALURA.COM.BR/ARTIGOS/LINGUAGEM-PROGRAMACAO?SRSLTID=AFMB0OOC-CBS87YDW8-CLQLGJPFJJSNK92WWD4EXSRAUJA65CQHXX7X5B](https://www.alura.com.br/artigos/linguagem-programacao?srsltid=AFMB0OOC-CBS87YDW8-CLQLGJPFJJSNK92WWD4EXSRAUJA65CQHXX7X5B)>. ACESSO EM: 05 JUN. 2024.

LORENA, S. **CORANTES.** DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.INFOESCOLA.COM/COMPOSTOS-QUIMICOS/CORANTES/](https://www.infoescola.com/compostos-quimicos/corantes/)>. ACESSO EM: 19 JUN. 2024.

MAIO, 1. **NOVE EM CADA DEZ PESSOAS EM TODO O MUNDO RESPIRAM AR POLUÍDO.** DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.PAHO.ORG/PT/NOTICIAS/1-5-2018-NOVE-EM-CADA-DEZ-PESSOAS-EM-TODO-MUNDO-RESPIRAM-AR-POLUIDO](https://www.paho.org/pt/noticias/1-5-2018-nove-em-cada-dez-pessoas-em-todo-mundo-respiram-ar-poluido)>. ACESSO EM: 11 MAI. 2024.

MONTAGNER, C. C.; VIDAL, C.; ACAYABA, R. **CONTAMINANTES EMERGENTES EM MATRIZES AQUÁTICAS DO BRASIL: CENÁRIO ATUAL E ASPECTOS ANALÍTICOS, ECOTOXICOLÓGICOS E REGULATÓRIOS.** QUIMICA NOVA, v. 40, n. 9, p. 1094–1110, 2017.

MORAES, D. S. DE L.; JORDÃO, B. Q. **DEGRADAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E SEUS EFEITOS SOBRE A SAÚDE HUMANA.** REVISTA DE SAUDE PUBLICA, v. 36, n. 3, p. 370–374, 2002.

O PROCESSO DE TRATAMENTO. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.SABESP.COM.BR/O-QUE-FAZEMOS/SOLUCOES-PARA-ESGOTOS/TRATAMENTO-ESGOTOS/O-PROCESSO-TRATAMENTO](https://www.sabesp.com.br/o-que-fazemos/solucoes-para-esgotos/tratamento-esgotos/o-processo-tratamento)>. ACESSO EM: 25 ABR. 2024.

OMS: 2,1 BILHÕES DE PESSOAS NÃO TÊM ÁGUA POTÁVEL EM CASA E MAIS DO DOBRO NÃO DISPÕEM DE SANEAMENTO SEGURO. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://CEE.FIOCRUZ.BR/?Q=OMS-2-1-BILHOES-DE-PESSOAS-NAO-TEM-AGUA-POTAVEL-EM-CASA-E-MAIS-DO-DOBRO-NAO-DISPOEM-DE-SANEAMENTO-SEGURO](https://cee.fiocruz.br/?q=oms-2-1-bilhoes-de-pessoas-nao-tem-agua-potavel-em-casa-e-mais-do-dobro-nao-dispoem-de-saneamento-seguro)>. ACESSO EM: 11 MAI. 2024.

OS METAIS PESADOS/HEAVY METALS. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.UFSM.BR/LABORATORIOS/LAQIA/METAIS-PESADOS-HEAVY-METALS](https://www.ufsm.br/laboratorios/laqia/metais-pesados-heavy-metals)>. ACESSO EM: 22 MAI. 2024.

PASCHOAL, F. M. M.; TREMILIOSI-FILHO, G. **APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DE ELETROFLOCULAÇÃO NA RECUPERAÇÃO DO CORANTE ÍNDIGO BLUE A PARTIR DE EFLUENTES INDUSTRIAIS.** QUIMICA NOVA, v. 28, n. 5, p. 766–772, 2005.

POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.GOV.BR/ANA/PT-BR/ASSUNTOS/GESTAO-DAS-AGUAS/POLITICA-NACIONAL-DE-RECURSOS-HIDRICOS](https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos)>. ACESSO EM: 11 ABR. 2024.

POLUIÇÃO É RISCO PARA SAÚDE: SAIBA AS PRINCIPAIS DOENÇAS RELACIONADAS AO AMBIENTE POLUÍDO. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.GOV.BR/EBSERH/PT-BR/HOSPITAIS-UNIVERSITARIOS/REGIAO-SUL/HE-UFPEL/COMUNICACAO/NOTICIAS/POLUICAO-E-RISCO-PARA-SAUDE-SAIBA-AS-PRINCIPAIS-DOENCAS-RELACIONADAS-AO-AMBIENTE-POLUIDO](https://www.gov.br/ebserh/pt-br/hospitais-universitarios/regiao-sul/he-ufpel/comunicacao/noticias/poluicao-e-risco-para-saude-saiba-as-principais-doencas-relacionadas-ao-ambiente-poluido)>. ACESSO EM: 16 AGO. 2024.

RESIDÊNCIA EM TIC VAI CAPACITAR MAIS 15 MIL PROFISSIONAIS EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.GOV.BR/MCTI/PT-BR/ACOMPANHE-O-MCTI/NOTICIAS/2023/05/RESIDENCIA-EM-TIC-VAI-CAPACITAR-MAIS-15-MIL-PROFISSIONAIS-EM-TECNOLOGIA-DA-INFORMACAO-E-COMUNICACAO](https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2023/05/residencia-em-tic-vai-capacitar-mais-15-mil-profissionais-em-tecnologia-da-informacao-e-comunicacao)>. ACESSO EM: 15 MAI. 2024.

RODRIGUES, LUCAS; SARTORI, ELISEU; GOUVEIA, BRUNO. **INTRODUÇÃO AO ARDUINO.** MATO GROSSO DO SUL: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL, 2012.

SAIBA MAIS SOBRE O NOVO MARCO LEGAL DO SANEAMENTO BÁSICO. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.GOV.BR/ECONOMIA/PT-BR/ASSUNTOS/NOTICIAS/2022/SETEMBRO/NOVO-MARCO-LEGAL-DO-SANEAMENTO-BASICO](https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2022/setembro/novo-marco-legal-do-saneamento-basico)>. ACESSO EM: 11 ABR. 2024.

SAMOGIN, MAURÍCIO. **CRESCIMENTO POPULACIONAL X AQUECIMENTO GLOBAL.** TRABALHO ACADÊMICO, 2009, SANTOS.

TRATAMENTO BIOLÓGICO AERÓBIO E ANAERÓBIO DE EFLUENTES. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.TERAAMBIENTAL.COM.BR/BLOG-DA-TERA-AMBIENTAL/TRATAMENTO-BIOLOGICO-AEROBIO-E-ANAEROBIO-DE-EFLUENTES](https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/tratamento-biologico-aerobio-e-anaerobio-de-efluentes)>. ACESSO EM: 12 JUN. 2024.

VISTA DO CORANTES TÊXTEIS: UMA REVISÃO. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW2.IFRN.EDU.BR/OJS/INDEX.PHP/HOLOS/ARTICLE/VIEW/1239/729](https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/holos/article/view/1239/729)>. ACESSO EM: 19 JUN. 2024.

VISTA DO POLUIÇÃO AMBIENTAL, UM PROBLEMA DE URBANIZAÇÃO E CRESCIMENTO DESORDENADO DAS CIDADES. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.E-PUBLICACOES.UERJ.BR/SUSTINERE/ARTICLE/VIEW/17325/12855](https://www.e-publicacoes.uerj.br/sustinere/article/view/17325/12855)>. ACESSO EM: 25 ABR. 2024.