



Centro Universitário de Brasília – UniCEUB
Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas –
FATECS

ANA LUIZA CORREIA DE GODOY

USO DO SENSOR DE ALTA QUALIDADE CONECTADO AO
MICROCONTROLADOR ARDUINO PARA ANÁLISE DE FLUIDO

BRASÍLIA
2019

ANA LUIZA CORREIA DE GODOY

**USO DO SENSOR DE ALTA QUALIDADE CONECTADO AO
MICROCONTROLADOR ARDUINO PARA ANÁLISE DE FLUIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à banca examinadora do curso de Engenharia da Computação da FATECS – Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas do Centro Universitário de Brasília como um dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia da Computação pelo UniCEUB – Centro Universitário de Brasília.

**BRASÍLIA
2019**

ANA LUIZA CORREIA DE GODOY

**USO DO SENSOR DE ALTA QUALIDADE CONECTADO AO
MICROCONTROLADOR ARDUINO PARA ANÁLISE DE FLUIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à banca examinadora do curso de Engenharia da Computação da FATECS – Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas do Centro Universitário de Brasília como um dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia da Computação pelo UniCEUB – Centro Universitário de Brasília.

BRASÍLIA, 02 DE DEZEMBRO DE 2019

Banca Examinadora

Prof^o Francisco Javier de Obaldía Díaz, M.Sc.
Orientador

Prof^o(a) Ivandro da Silva Ribeiro, M.Sc.
Examinador (a)

Prof^o(a) William Roberto Malvezzi, M.Sc.
Examinador (a)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço de corpo e alma à pessoa que sempre me apoia em minhas ideias e estudos, aquela que sempre esteve presente em todos os momentos bons e ruins da minha vida. À minha mãe, Eloiza Sales Correia, eu não seria nem metade do que sou hoje.

Aprecio também o apoio do meu pai, dos meus avós e do restante da família, incluindo as minhas cachorrinhas Lady Liz e Lassie, por me fazerem companhia a todos os momentos de estudo e dedicação à Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais (FATECS) em casa.

Agradeço ao Budismo, por me proporcionar coragem, determinação e fé durante o ciclo de vida que se passou e que ainda está para acontecer. Muitas coisas boas aconteceram no decorrer dos últimos semestres graças à recitação do Nam-myoho-renge-kyo, o princípio básico budista daqueles os quais fazem esforços em prol do bem para si e para outros.

Adicionalmente, dedico, também, meus agradecimentos aos meus professores, do ensino fundamental ao superior. Todos que dedicam suas vidas para formarem pessoas com seus conhecimentos, apesar de estarmos em um país onde a educação ainda não é uma prioridade, o quanto deveria ser. De minha parte, reconheço o cuidado e a orientação dos professores: Francisco Javier, William Malvezzi, Flávio Klein, André Moreira, Glauber Boff, Vera Lúcia, Cleids Lisbôa, Luís Cláudio, Júlio César e Luciano Duque.

Reconheço que meu desempenho nos estudos diversos teve influência na minha saúde física e psicológica. Igualmente agradeço aos profissionais do UniCEUB, o meu preparador físico professor de Educação Física, Ranon Tenório, merece reconhecimento por me incentivar e orientar nos exercícios de corrida.

Em especial, eu retribuo a dedicação e a paciência do professor Javier por me orientar no Trabalho de Conclusão de Curso, incentivando-me a desenvolver o presente tema e acompanhando o progresso físico e escrito do TCC.

Por fim, agradeço ao UniCEUB por oferecer a estrutura laboratorial de excelência para um curso de TI que requisita de muita tecnologia na sua área. Não poderia deixar de mencionar a monitoria, a qual eu atuei por dois anos e meio. Retribuo a confiança e a oportunidade de ingressar na equipe durante o período de abril/2015 a junho/2017, quando pude adquirir novos conhecimentos.

Obrigada por tudo.

RESUMO

A inspiração de produzir um trabalho de conclusão de curso sobre avaliar a qualidade da água, se originou da despreocupação com a situação do Lago Paranoá, situado em Brasília, capital do Brasil. Estudos científicos demonstram que o lago artificial é poluído todos os dias por esgotos e lixos descartados por frequentadores. Sobre isso, verifica-se a ausência de fiscalização sob a deposição de resíduos no lago, o que explica a má qualidade da água, que afeta a vida da fauna e da flora lacustre ambos aquáticos e até mesmo a condição de umidade de Brasília. A partir desses levantamentos, foram pesquisadas as fundamentações teóricas e propriedades imprescindíveis para demonstrar importância de o lago ser descontaminado por meio de abordagens químicas e elétricas, as quais serão utilizadas no modelo físico do projeto, o qual é o sensor de detecção da qualidade da água. Embora o projeto não injete nenhum componente químico na água para reverter a situação atual dela, o sensor indica ao usuário as condições de: pH, turbidez e temperatura, de modo a verificar automaticamente a verdadeira qualidade do fluido no momento de coleta. Com a transição simultânea dessas circunstâncias por meio do sinal de envio do GSM, o projeto, também, tem por objetivo a diminuição de custos para a montagem do sensor multifuncional em questão, com a finalidade de disponibilizar às comunidades carentes o mencionado equipamento, o qual possui um custo-benefício dispendioso no mercado, a fim de assegurar a testagem da água destinada para consumo próprio do organismo ou para terceiros.

Palavras-Chave: Lago Paranoá. Sensor. Medição. Qualidade.

ABSTRACT

The inspiration to produce a course work on water quality assessment came from the lack of concern with the situation of Lake Paranoá, located in Brasilia, the capital of Brazil. Scientific studies show that the artificial lake is polluted every day by sewers and garbage discarded by regulars. In this regard, there is the absence of supervision over the deposition of waste in the lake, which explains the poor quality of water, which affects the life of both aquatic fauna and lacustrine flora and even the humidity condition of Brasilia. From these surveys, we researched the theoretical foundations and essential properties to demonstrate the importance of the lake being decontaminated by chemical and electrical approaches, which will be used in the physical model of the project, which is the water quality detection sensor. Although the project does not inject any chemical into the water to refine its current situation, the sensor tells the user the conditions of: pH, turbidity and temperature to automatically check the true fluid quality at the time of collection. With the simultaneous transition of these circumstances through the GSM send signal, the project also aims to reduce costs for the assembly of the multifunctional sensor in question, in order to make the mentioned equipment available to the needy communities. has a cost-effective cost on the market to assure the testing of water intended for the organism's own consumption or for third parties.

Keywords: Lago Paranoá. Sensor. Measurement. Quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – CLH-1740	20
Figura 2 – PHH-81A	20
Figura 3 – CDS107.....	21
Figura 4 – Gráfico pH.....	24
Figura 5 – Teste de pH	25
Figura 6 – Representação Visual de Turbidez.....	26
Figura 7 – Representação Numérica de Turbidez	26
Figura 8 – Progressão da Barragem.....	34
Figura 9 – Lago Formado na Inauguração de Brasília	34
Figura 10 – Gráfico de Chuvas Mensais de Brasília	35
Figura 11 – Gráfico das Umidades Relativas de Brasília.....	35
Figura 12 – Arduino MEGA 2560 Rev 3	36
Figura 13 – PH Eletrodo e Módulo PH4502C.....	38
Figura 14 – Sensor de Turbidez.....	38
Figura 15 – Sensor de Temperatura para Água	39
Figura 16 – <i>Shield</i> GSM SIM900	40
Figura 17 – Display LCD 16x2 Backlight Azul.....	41
Figura 18 – <i>Buzzer</i> 5 volts	41
Figura 19 – Protoboard.....	42
Figura 20 – Jumpers Multicoloridos.....	42
Figura 21 – Potenciômetro 100K Ω	43
Figura 22 – Resistor de 220 Ω	43

Figura 23 – Ilustração explicativa do LED RGB	43
Figura 24 – Interface Arduino IDE	44
Figura 25 – Representação de Eutrofização Cultural	51
Figura 26 – Espumas Flagradas Próximas a Esgoto.....	52
Figura 27 – Reportagem dia 22/12/2017 “Multiplicam-se relatos de brasilienses que passam mal com a água do Lago”	54
Figura 28 – Reportagem 07/02/2019 “Acúmulo de lixo na orla do Lago Paranoá atrai ratos e escorpiões”	54
Figura 29 – Mapa de Balneabilidade com Legenda	56
Figura 30 – Pontos de Frequentações Populares	57
Figura 31 – Fluxograma do Sensor de Qualidade de Água.....	59
Figura 32 – Diagrama de Situação dos LEDs RGB	60
Figura 33 – Foto de Funcionamento dos LEDs RGB.....	61
Figura 34 – Exemplo de Mensuração no Display LCD	62
Figura 35 – Teste Finalizado com a Água da Pia.....	62
Figura 36 – Pontos Marcados de Coleta para o Projeto	63
Figura 37 – Garrafas Plásticas com Tampas Coloridas.....	64
Figura 38 – Tabela de Cores do Kit de pH para Aquário	65
Figura 39 – Circuito Desenhado	67
Figura 40 – Primeiro Teste Prático em Funcionamento	68
Figura 41 – Foto de Registro Ponte JK	77
Figura 42 – Foto de Registro Prainha/Pier 21	77
Figura 43 – Tubos de Ensaio com Testes Diluídos de pH	78
Figura 44 – Modelo Completo Finalizado.....	82

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1 – Itens Comprados para Montagem do Projeto Físico	22
Tabela 2 – Relação entre Temperatura e Oxigênio na Água.....	27
Tabela 3 – Status do Fluido em Relação à Quantidade de Oxigênio Dissolvido	28
Tabela 4 – Como Preservar Amostras de Parâmetros	31
Tabela 5 – Componentes Orgânicos Originais de Esgoto	47
Tabela 6 – Inserção de Componentes Inorgânicos no Tratamento de Esgoto.....	48
Tabela 7 – Dados Medidos pelo Projeto.....	75
Tabela 8 – Resultados do Laboratório 9407	78
Tabela 9 – Porcentagem de Erro	80
Gráfico 1 – Comparação de pH entre Projeto e Laboratório.....	79
Gráfico 2 – Comparação de Temperatura entre Projeto e Laboratório	80

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	24
Equação 2	24
Equação 3	26
Equação 4	80

Lista de Abreviaturas e Siglas

ANA	Agência Nacional das Águas
BTB	<i>BromoThymol Blue</i>
CAESB	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
CO ₂	Dióxido de Carbono
°C	graus Celsius
display	palavra em inglês para Mostrador
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
H ₃ O ⁺	íons hidrônio
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
m ³	metros cúbicos
mA	miliampères
mg/L	miligramas por litro
ml	mililitros
NaOH	Hidróxido de Sódio
UNT	Unidade Nefelométrica de Turbidez
O ₂	Oxigênio
OH ⁻	ânion de hidroxila
pH	Potencial de Hidrogênio
POPs	Poluentes Orgânicos Persistentes
PWM	Pulse Width Modulation
SIM	<i>Subscriber Identity Module</i>
RGB	abreviatura em inglês para as cores vermelho (Red), verde (Green) e azul (Blue)
SLU	Serviços de Limpeza Urbana
STD	Sólidos Totais Dissolvidos
TSS	sigla em inglês para Total de Sólidos em Suspensão
UASB	<i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket</i>
UNESCO	sigla em inglês para Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
USB	<i>Universal Serial Bus</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	APRESENTAÇÃO DO CONTEÚDO.....	13
1.2	OBJETIVO GERAL	14
1.2.1	<i>Objetivos específicos</i>	<i>14</i>
1.3	JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DO TRABALHO.....	15
1.4	ESCOPO DO TRABALHO	16
1.5	TRABALHOS CORRELATOS	16
1.6	RESULTADOS ESPERADOS	17
1.7	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2	BASE METODOLÓGICA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1	MODELOS SENSORIAIS NO MERCADO	19
2.2	AVALIAÇÕES LABORATORIAIS	21
2.3	DESPESAS.....	22
2.4	ATRIBUTOS PARA ANÁLISE.....	23
2.4.1	<i>pH.....</i>	<i>23</i>
2.4.2	<i>Turbidez</i>	<i>25</i>
2.4.3	<i>Temperatura.....</i>	<i>27</i>
2.5	COMPONENTES PARA INSPEÇÃO DA ANÁLISE	29
2.5.1	<i>Equipamentos para Coleta Segura</i>	<i>29</i>
2.5.1.1	<i>Luvas</i>	<i>29</i>
2.5.1.2	<i>Jalecos</i>	<i>30</i>
2.5.2	<i>Técnica de Coletar Amostras</i>	<i>30</i>
2.5.3	<i>Método Correto de Conservar Amostras.....</i>	<i>30</i>
2.6	LOCAL DE AVALIAÇÃO DA ÁGUA	33
2.6.1	<i>Origem do Lago Paranoá</i>	<i>33</i>
2.6.2	<i>Influência da Umidade do Ar em Brasília.....</i>	<i>34</i>
2.7	HARDWARE	36
2.7.1	<i>Arduino Mega Board.....</i>	<i>36</i>
2.7.2	<i>Sensores Característicos.....</i>	<i>37</i>
2.7.2.1	<i>Sensor de pH.....</i>	<i>37</i>
2.7.2.2	<i>Sensor de Turbidez</i>	<i>38</i>

2.7.2.3	<i>Sensor de Temperatura</i>	39
2.7.3	<i>Periféricos Correlativos</i>	40
2.7.3.1	<i>Shield GSM SIM900</i>	40
2.7.3.2	<i>Display LCD</i>	41
2.7.3.3	<i>Buzzer</i>	41
2.7.3.4	<i>Protoboard e Jumpers</i>	42
2.7.3.5	<i>Potenciômetro e Resistor</i>	42
2.7.3.6	<i>LED RGB</i>	43
2.8	SOFTWARE	44
2.8.1	<i>Arduino IDE</i>	44
2.9	ADVERSIDADES	45
2.10	FINALIDADE	45
3	APRESENTAÇÃO DO CONTEÚDO DO PROBLEMA	46
3.1	PROGRESSÃO DAS POLUIÇÕES LANÇADAS EM LAGO	46
3.1.1	<i>Esgoto</i>	47
3.1.2	<i>Lixo</i>	49
3.2	CONSEQUÊNCIAS DIRETAS AMBIENTAIS	50
3.2.1	<i>Eutrofização Cultural</i>	50
3.2.2	<i>Espumas</i>	51
3.2.3	<i>Desequilíbrio na Cadeia Alimentar</i>	52
3.3	CONSEQUÊNCIAS À SAÚDE HUMANA	53
3.4	SITUAÇÃO DO LAGO PARANOÁ	52
3.5	RELAÇÃO DE FREQUENTAÇÃO DOS HABITUADOS	52
4	MODELO PROPOSTO PARA O SENSOR DE QUALIDADE DE ÁGUA	58
4.1	ESQUEMA INTEGRAL DO TRABALHO	58
4.2	DESCRIÇÃO DOS ESTÁGIOS DE PROCESSAMENTO	60
4.3	ANÁLISE DE RESPOSTAS	63
4.3.1	<i>Respostas das Amostras</i>	63
4.3.2	<i>Respostas do Laboratório</i>	64
5	APLICAÇÃO PRÁTICA DO MODELO PROPOSTO	66
5.1	ÁREA DE APLICAÇÃO DO MODELO	66
5.2	DESCRIÇÃO DA EXECUÇÃO DO PROTÓTIPO	67

5.3	RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO PROJETO	75
5.3.1	<i>Respostas das Amostras.....</i>	75
5.3.2	<i>Respostas do Laboratório</i>	78
5.4	AVALIAÇÃO GLOBAL DO PROJETO PROPOSTO	82
6	CONCLUSÃO.....	84
6.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	85
	REFERÊNCIAS	86
	APÊNDICE A: Código de ativação do sensor pelo Arduino IDE e envio do relatório para o <i>smartphone</i>	91

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO CONTEÚDO

Durante a construção de Brasília, o clima preponderantemente seco do Centro-Oeste influenciou o Presidente da época, Juscelino Kubitschek, a construir um grande lago artificial a partir do projeto de Lúcio Costa, com a finalidade de melhorar a qualidade de umidade do ar, na capital brasileira e em suas proximidades. Com início das obras em 12 de setembro de 1959, houve um fechamento de barragem, resultando em um encontro das águas nascentes das corredeiras do Rio Paranoá. A primeira concepção desse lago para despejo de esgotos tratados tinha sido considerada aceitável, porém, como a população de Brasília vem progredindo em número demográfico, os interesses por lazer aumentaram, em conjunto com a quantidade de despejo sanitário, além da poluição gerada de resíduos por frequentadores (FONSECA, 2001).

Dos anos anteriores até hoje, a água do Lago Paranoá está com sua qualidade comprometida, graças à utilização indevida da orla por frequentadores e por ser um local de refúgio das latrinas, principalmente onde há ambientes de convivência próximos. De acordo com Junqueira (2016), a ausência de melhores políticas de apropriação favorece a colaboração entre público e privado. Com base nessa verificação, as pessoas interessadas dirigem-se à orla por causa do aproveitamento e da contemplação do final de semana, além do lazer transferir conforto e segurança, entretanto, a retirada do lixo próprio não é preocupação para a maioria dos frequentadores. Determinados tópicos de contaminação por resíduo serão discutidos no capítulo 3.

Além da análise de lazer opcional dos habituados contribuir com a poluição da água, os esgotos despejados diariamente em vários pontos do Lago Paranoá favorecem à escassez de plantas aquáticas típicas do Cerrado e arruinam a vida de peixes e outros animais os quais dependem da água para viver. Percebe-se dessa maneira a necessidade do compromisso de fiscalização superior sobre o lago, com suporte baseado em sensores de constatação da qualidade da água, visto que a avaliação do fluido, confirma a situação da orla, principalmente em pontos onde há intervenções não naturais no meio ambiente.

Na natureza, existem fontes naturais contaminantes como a poluição térmica, erupções vulcânicas ou poluição do ar por pólen e esporos (BIO-BRAS, 2011), porém, apenas

os poluentes não nativos serão argumentados em razão de seus impactos no ambiente e na saúde humana, por serem fatores recorrentes no lago de Brasília. Ademais, serão incrementadas exposições de áreas de frequência e algumas notícias em relação à circunstância da má qualidade da água.

Finalmente, o intuito de produzir este trabalho é uma oportunidade de manifestar um problema socioambiental e investigar um método realizável através do modelo funcional para medir propriedades da água a partir de acessórios sensoriais, com acoplamento em Arduino. Embora o projeto não seja especificamente voltado para o Lago Paranoá, apesar de sua água ser a amostra referencial, ele tem o intuito de validar esse trabalho final e seus tópicos, o qual ele inspira a arquitetura de um sensor mais barato, no sentido de possibilitar melhor acessibilidade aos lugares onde a água precisa ser testada, pois ela pode apresentar as fontes poluidoras não naturais e seus efeitos.

12 OBJETIVO GERAL

O objetivo principal de desenvolver esse projeto é montar um sensor de qualidade de água, com menor custo, de modo que ele mostre a situação do fluido na tela do circuito em tempo real, a partir das medições feitas pelos componentes conectados. Ademais, o dispositivo estruturado visa apresentar os dados necessários, podendo ser no próprio local ou posteriormente por coleta de amostra, para que o usuário possa apurar o estado da água na sua localização desejada. Estima-se, também, o uso do referido sensor para outras situações em que se façam necessários a verificação da qualidade de água em cidades ou até comunidades carentes, e dependendo da necessidade dos interessados. Dessa forma, o sensor capta a condição da água para verificar se ela está apta à utilização.

1.2.1 *Objetivos específicos*

- Coletar amostras em determinados pontos de referência do Lago Paranoá, principalmente em lugares de alta frequência; recordar os momentos e posições de água recolhida;
- Elaborar esquema de comparação de uso de produtos químicos em contraste com o dispositivo automático do Arduino;

- Levantar questões ambientais e composições químicas do meio ambiente envolvido no projeto;
- Implementar circuito de Arduino e periféricos na Protoboard, bem como testar evidências coletadas no dispositivo, comparando-as uma a uma;
- Expandir provas para levantamento de dados probabilísticos e testes de desempenho;
- Tornar o projeto universal por envolvimento de diversas áreas científicas, tecnológicas e sociais;
- Potencializar o protótipo desenvolvido em método ergonômico.

13 JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DO TRABALHO

A oportunidade de elaborar um projeto sobre um problema socioambiental foi a principal influência de gerar essa tese. Produzir um sensor de qualidade de água, com menores custos, proporciona a vantagem da disponibilização do produto com as mesmas funções de um mais sofisticado para aquelas comunidades que necessitam julgar a condição da água em suas regiões.

Água com má qualidade torna-a imprópria para o consumo para qualquer ser vivo, além de ser trabalhoso e custoso tratá-la. Segundo Teles e Costa (2007), um processo não natural de contaminação, também familiarizado por eutrofização dos rios, o qual é rico em nitrogênio e fósforo, traz consequência no crescimento da matéria orgânica e no amontoamento exagerado de fitoplâncton, o que resulta em foco de patologia de veiculação hídrica no volume de fluido.

A contaminação da água por descarte incorreto de lixo, denominada por ser uma fonte não pontual, possui uma difícil identificação de origem do ponto de lançamento. De acordo com a equipe eCycle (2019), os restos alimentares constituem uma poluição do tipo biológica. Ela consome oxigênio da água, por sua decomposição e causa, também, o mesmo fenômeno de eutrofização, bem como a morte de seres envolvidos. Já, o lixo sólido no fluido, é uma das razões a propiciar o dano ecológico, especialmente, a cadeia alimentar dos peixes, os quais confundem o resíduo com alimento e morrem por esse motivo.

Com um sensor adequado para detectar certas propriedades da água, onde o resultado do estado atual é revelado rapidamente em alguns segundos, sem a necessidade de ser utilizado qualquer reagente. Distintivamente de um sensor comum no mercado, o protótipo

modelado envia sinal do relatório coletado para o *smartphone*, contendo as informações colhidas pelos acessórios sensoriais do Arduino.

14 ESCOPO DO TRABALHO

O referido sensor capta a qualidade de água sem qualquer componente químico que possa contaminar o lençol freático, após o seu descarte. Em contrapartida, quando uma pessoa usa um kit de teste de pH, no aquário, por exemplo, o produto é composto por Hidróxido de Sódio (NaOH) e Azul de Bromotimol (BTB). Quando esse produto é descartado no meio ambiente, depois de consumido, ele altera a composição original da água por ser solúvel, devido à combinação de suas substâncias.

Inicialmente, o usuário colocará a parte sensível de um dos três sensores distintivos acoplados ao Arduino na água presente, onde mostrará em seu display LCD 16x2, o valor da mensuração em número com duas casas decimais. O cálculo avaliado pelo sensor específico estará dentro da escala oficial. Uma vez em que o componente sensorial está inserido no fluido, é possível visualizar a medição, depois, tira-se o que está submerso na água e coloca outro para visualizar no mini monitor os valores de pH, de turbidez e de temperatura respectivamente. Para cada periférico acionado, uma luz de LED, de cor diferente, acenderá. Com base nisso, haverá um alerta sonoro, o qual somente será executado quando qualquer uma das propriedades apresentar valor crítico.

Assim que o usuário terminar de operar o protótipo multifuncional, o *shield* GSM enviará um sinal composto por relatório de todas as medições integradas para o celular cadastrado, no caso, o de autoria pessoal.

15 TRABALHOS CORRELATOS

Em março de 2017, o doutorado de Mauro Roberto Felizzato (2017) tem uma defesa do curso de tecnologia ambiental e recursos hídricos sobre tratamento de esgotos usando reator UASB e microfiltração por membrana submersa. Embora o tema de seu trabalho seja distinto, a pesquisa da produção correlata emprega medidas estatísticas de pH, turbidez, temperatura e oxigenação. Ademais, há envolvimento de eletricidade para atestar que a poluição altera as características elétricas, especialmente por meio dessas membranas implementadas.

Marina Rolim Bilich (2007) produziu uma tese de mestrado sobre a relação entre apropriação de terras e como isso afeta a qualidade da água, sendo que a microbacia do ribeirão em Mestre d'Armas é a referência do TCC. Com o apoio da CAESB e suas informações oficiais, existem diversas análises de parâmetros, incluindo os específicos de origem humana. Aliás, sua defesa com esses dados possibilita avaliar sustentabilidade de usos dos recursos naturais para garantir o desenvolvimento sustentável do local.

Mesquita *et al.* (2014) e Ribeiro *et al.* (2001), ambos do UniCEUB, relatam as consequências da poluição no Lago Paranoá. O primeiro projeto, foi produzido por meio de interveio de notícias do jornal Metro Brasília, as quais contêm informações sobre um vazamento de óleo em outubro de 2013 e o uso jornalístico de relatar o impacto ambiental que afeta a vida dos habitantes. Já o segundo, estuda a taxa de fitoplâncton como indicador de poluição. Por fim, os dois trabalhos correlatos evidenciam tópicos associados à contaminação do fluido, os quais serão discutidos no desenvolvimento do TCC.

16 RESULTADOS ESPERADOS

Em decorrência do projeto arquitetado, espera-se a implementação do sensor no comércio junto com todas as funções propostas em um só material, de modo a facilitar a obtenção da síntese de condição atual e válida da qualidade do fluido.

As características de menor complexidade em montagem, autonomia e otimização de trabalho humanizado são um prognóstico de influenciar a aderência deste sensor em uma fiscalização de água, pois o seu menor custo e as funções de captar diversos dados são valores atrativos. Consequentemente, conseguir-se-á também manufaturar um modelo mais simples para as fábricas.

Espera-se, que a partir do microcontrolador Arduino, um resultado ágil e preciso para todos os elementos conectados, incluindo também a ação dos intervalos de sinais definidos na linguagem de programação. Com a utilização de cada sensor mergulhado na água, a expectativa é da consecução dos resultados próximos de equipamentos profissionais e coerentes para cada amostra d'água, além de apresentar o diferencial de relatório automático das medições. O tema remete à Revolução 4.0, uma expressão que descreve o momento de vivência atual a partir das tecnologias de automação e troca de dados presentes na contemporaneidade.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho de conclusão do presente curso está distribuído em 6 capítulos, e seus conteúdos estão ordenados da seguinte forma:

No capítulo 1, a introdução está presente de forma a expor os assuntos que serão discutidos em detalhes durante o desenvolvimento da defesa nos próximos tópicos, além de conceitos oficiais e intenções propostas, com a finalidade de ajudar o meio ambiente.

O capítulo 2 apresenta os referenciais e conceitos teóricos importantes de cada elemento a ser incluído no trabalho de conclusão de curso.

O capítulo 3, destaca os problemas por divisões e subdivisões específicas, de forma a complementarem detalhadamente como os recursos são necessários para investigação, como o lago é poluído de maneira interna e química, além de destacar modelos físicos de sensores existentes, testes feitos no laboratório do UniCEUB e a situação contemporânea de pontos relevantes do Lago Paranoá.

O capítulo 4, está localizada a discussão do modelo físico, composto por todos os materiais adquiridos, as descrições de etapas e análises consagradas de maneira a relatar todo o processo feito até conseguir o resultado esperado, além das respostas obtidas em cada momento.

O capítulo 5 caracteriza os resultados atingidos da parte anterior em escala completa e global. Por fim, a tese será concluída no último e sexto capítulo, onde as conclusões e possíveis trabalhos futuros estão situados.

Ao final do trabalho, as referências pesquisadas em ordem alfabética encontram-se depois da última página do capítulo 6. Em seguida, o apêndice com a programação completa está situado no encerramento, de forma a apresentar os códigos de linguagem empregados na parte física e funcional do trabalho de conclusão do curso.

2 BASE METODOLÓGICA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O conteúdo do estudo sobre a água é bastante estudado pelas áreas de exatas, humanas e biológicas, pelo fato de ser um elemento primordial à vida dos seres vivos do planeta Terra, uma vez que eles têm certa quantidade de composição em seus organismos e dependem de uma água com qualidade para se manterem vivos. Por parte das exatas, existem pesquisas que manuseiam de metodologias químicas, matemáticas e elétricas em conjunto para adquirir resultados e assim, investigar solução para tratar de alguma complicação presente.

A Engenharia da Computação integra os conteúdos de elétrica e de programação para criar projetos físicos autônomos, os quais dispensam uso de componentes químicos para a obtenção de mediadores biológicos. Apesar de não ser claro, as propriedades para análise de qualidade da água possuem cálculos e conduções elétricas em sua composição. Então, os sensores específicos de cada atributo, para análise, computam as condições do momento.

A elaboração de um sensor com múltiplas funções de detectar soluções por valores numéricos, permite verificar, se naquela região a água está alterada em comparação com índice oficial fornecido pela CAESB. Nessa base, é possível distinguir se o fluido está com características de poluição, um exemplo muito comum em cidades urbanas ou em comunidades sem tratamento nas estações.

Desse modo, o presente TCC estudado e desenvolvido devota-se a disponibilizar um modelo físico com menor custo a partir das compras individuais de componentes compatíveis com o microcontrolador Arduino. Ademais, haverá testes laboratoriais com as amostras coletadas de modo a comprovar e engrandecer a defesa do projeto.

2.1 MODELOS SENSORIAIS NO MERCADO

Na contemporaneidade, existem diversos protótipos com uma ou mais funções e preços variados, mas exorbitantes. A explicação para seu alto preço está no emprego de componentes químicos dentro dos sensores.

Os produtos selecionados do mercado são multifuncionais, com o objetivo de comparar seus preços exuberantes com o gasto para este projeto de TCC. Outrossim, a página do OMEGA na Internet, encontrada no link principal <https://br.omega.com/>, é referenciada nas compras desse tipo de sensor, visto que o modelo já está presente em território brasileiro e seu

preço final está em Real. Entretanto, a taxa de envio por encomenda é fixada em R\$ 96,00 para qualquer estado do país. Logo abaixo, estão alguns exemplares sem o somatório do frete em seus preços.

- CLH-1740: Com armazenamento de 15 leituras, não há influência de turbidez ou cor na análise. Os 100 tabletes de reagentes vindos de acessório exibem cloro, pH e temperatura da amostragem. Seu preço por unidade equivale a R\$ 1.890,00 no site.

Figura 1 – CLH-1740



Fonte: OMEGA a spectrus company

- PHH-126: O modelo portátil mede pH, ORP e condutividade. Os eletrodos podem ser manipulados pelo usuário, sendo que eles são recolhidos para dentro do cabo quando inutilizado, além de serem removíveis. Com o controle de apenas dois botões, seu preço é R\$ 3.305,00.

Figura 2 – PHH-81A



Fonte: OMEGA a spectrus company

-CDS107: O medidor verifica pH, ORP, condutividade, STD, salinidade e temperatura. Pelo fato de o produtor ter seis funções em um aparelho, além de um microcontrolador, esse possui recursos de compensação automática de temperatura e altitude, e seu preço total é R\$ 3.165,00.

Figura 3 – CDS107



Fonte: OMEGA a spectrus company

22 AVALIAÇÕES LABORATORIAIS

De modo a comprovar a autenticidade do projeto feito com Arduino e seus periféricos, houve a alternativa de realizar, em laboratório, análises e experimentos químicos. Com o auxílio do professor orientador, o UniCEUB concedeu acesso ao laboratório 9407 do bloco 9, a fim de engrandecer o conteúdo do TCC.

Os testes de laboratório incluem a metodologia: averiguação para investigação e comprovação dos resultados de medição do sensor multifuncional montado a partir do manuseio dos seguintes instrumentos: tubos de ensaio; termômetro e teste de pH para aquários, sendo que apenas o primeiro item é de propriedade da universidade, enquanto os outros foram adquiridos por conta própria.

Para todas as práticas realizadas, houve registro dos resultados por anotações e captura de fotos, quando as propriedades foram medidas com sucesso, além dos procedimentos também.

23 DESPESAS

Conforme mencionado anteriormente, os sensores multifuncionais apresentam valores altos no mercado, o que dificulta a sua compra de sua unidade pelo governo da região, principalmente, onde há poucas verbas para investir na fiscalização da qualidade da água.

Um dos intuits de investir nesse projeto é construir um sensor com várias aplicabilidades, de maneira a torná-lo menos custoso desde as compras de peças individuais até a sua montagem finalizada. Em busca alternativa por menores taxas de entrega e valor do produto, o site do Mercado Livre foi a melhor página da internet para comprar parte das peças. Não obstante, a loja física da Hu Infinito, a qual se localiza no endereço: SCLN 205 loja 21, dispôs de diversos produtos, o que resultou em comprar os itens sem pagar por transporte.

Cada item adquirido está presente na Tabela 1 abaixo, juntamente com os valores de frete, sendo que todas as mercadorias são originais e referenciais para a montagem do projeto completo.

Tabela 1 – Itens Comprados para Montagem do Projeto Físico

Item	Preço	Frete
Arduino MegaBoard ²	R\$ 119,77	–
Jumpers ²	R\$ 29,42	–
Protoboard ²	R\$ 20,98	–
<i>Shield</i> GSM SIM900 ¹	R\$ 129,00	–
<i>Buzzer</i> ²	R\$ 1,41	–
Sensor de pH ¹	R\$ 128,83	R\$ 23,90
Sensor de Temperatura ²	R\$ 16,54	–
Sensor de Turbidez ¹	R\$ 126,62	–
Potenciômetro 100K Ω ²	R\$ 1,60	–
4 Resistores 220 Ω ²	R\$ 0,16	–
3 LED RGB ²	R\$ 2,63	–
Display LCD 16x2 ²	R\$ 17,65	–
Total	R\$ 594,61	R\$ 23,90

Fonte: Autora

¹ Itens comprados no Mercado Livre

² Itens comprados na loja física Hu Infinito

O valor final conseqüentemente será a soma dos preços de cada produto mais a taxa de frete cobrada, o qual gerou um gasto total de R\$ 618,51 (seiscentos e dezoito reais e cinquenta e um centavos). Comparando este valor final com o exemplar de melhor custo-benefício do aparelho CLH-1740, esse protótipo custa aproximadamente 67,28% a menos que um sensor multifuncional de mercado.

24 ATRIBUTOS PARA ANÁLISE

Todas as propriedades, junto com seus sensores particulares, serão analisadas por meio de seu conceito explicativo, incluindo representação, importância e relevância para sua utilização de qualificação da água. Ademais, cada um dos tópicos está presente no desenvolvimento do trabalho físico.

Além do mais, os atributos fazem parte do parâmetro de qualidade da água do IQA, embora haja também outros critérios como coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio, fósforo e resíduo totais, de acordo com os dados oficiais do Portal da Qualidade das Águas (2004). Todavia, os atributos de pH, turbidez e temperatura serão meramente os relevantes porque suas medições são feitas por instrumentos acessíveis ao mercado e são compatíveis com programação em Arduino.

2.4.1 pH

A definição de pH para Telles e Costa (2007 apud SOUZA, Amarílio 1986, p. 295) é pormenorizada da seguinte maneira:

Em química, escala numérica que dá a medida quantitativa da acidez ou basicidade (alcalinidade) de uma solução líquida. É representado em uma escala de zero a 14 com o valor 7 representando o estado neutro, o valor zero o mais ácido e o valor 14 o mais alcalino. “A concentração de íon-hidrogênio é um importante parâmetro tanto das águas naturais como das águas servidas, pois a existência de grande parte da vida biológica só é possível dentro dos estreitos limites da variação desse parâmetro. Águas servidas com concentração adversa de íon-hidrogênio são difíceis de tratar por meios biológicos e, se não houver modificação de pH antes do lançamento em águas naturais, os efluentes certamente alterarão essas águas naturais.”

Apoiado pela definição descrita acima, o potencial de hidrogênio, em nomenclatura química, é representado por taxas de H_3O^+ e OH^- na solução aquosa da água. Caso o fluido

apresente um pH ácido, então há concentração maior de cátions H_3O^+ , e o mesmo ocorre para quando há maior número de OH^- , resultando em solução alcalina. Já em condição de equilíbrio entre os dois, o pH é neutro (FOGAÇA, 2019).

Com base na descrição sobre o potencial de hidrogênio, o cálculo para determinar o resultado por número inteiro é pela equação:

$$pH = -\log_{10} [H^+] \quad (\text{Equação 1})$$

Sendo que o valor de H^+ é dado por mol/L em logaritmo negativo e na base de 10. Por citação de caso análogo, se a concentração seja 0,0000001 mol/L, converte-se para 10^{-7} mol/L e logo a operação de exemplo é feita da seguinte maneira:

$$\begin{aligned} pH &= -\log [H^+] \\ pH &= -\log [10^{-7}] \\ pH &= -(-7) \\ pH &= 7 \end{aligned} \quad (\text{Equação 2})$$

Em mercados ordinários, existe um exemplar bastante comum para medir o valor do pH dos aquários, o qual dá o resultado em cores respectivas ao número calculado. Logo abaixo, a Figura 4 representa imagem da mercadoria comprada para manejá-la no laboratório da Faculdade de Ciências da Educação e Saúde (FACES), a fim de obter o resultado pela interpretação de cores do gráfico colorido do próprio teste, o qual acompanha o produto.

Figura 4 – Teste de pH

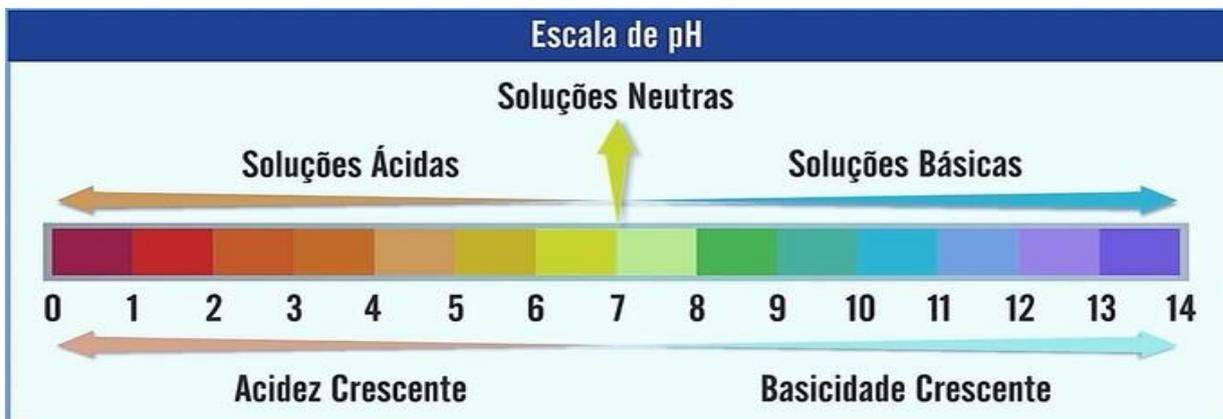


Fonte: Autora

Já a Figura 5 ilustra, por gráfico desenhado, a paleta de escala com a mesma coloração para determinar o valor final da solução quando é misturado um kit para testar o pH de um aquário com animais. Além disso, esse exemplar pode representar toda e qualquer solução

de potencial de hidrogênio, tanto na interpretação de seu valor, quanto pela sua cor distinta produzida pelos reagentes químicos caracterizados na seção 1.4.

Figura 5 – Gráfico pH



Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/o-que-e-ph/>

2.4.2 Turbidez

A turbidez indica a transparência óptica da água por avaliação de penetração da luz, de tal maneira que o ideal é apresentar baixa presença de substâncias coloidais em suspensão, pois as características físicas do fluido com esgoto evidenciam maior turbidez.

Segundo o Manual de Controle da Qualidade da Água da FUNASA (2014, p. 21, grifo nosso), a definição da propriedade é descrita na seguinte maneira:

A turbidez pode ser definida como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através do líquido. A alteração à penetração da luz na água decorre na suspensão, sendo expressa por meio de unidades de turbidez (também denominadas unidades de Jackson ou nefelométricas). A turbidez dos corpos d'água é particularmente alta em regiões com solos erosivos, onde a precipitação pluviométrica pode carrear partículas de argila, silte, areia, fragmentos de rocha e óxidos metálicos do solo. [...] Ao contrário da cor, que é causada por substâncias dissolvidas, a turbidez é provocada por partículas em suspensão, sendo, portanto, reduzida por sedimentação. Em lagos e represas, onde a velocidade de escoamento da água é menor, a turbidez pode ser bastante baixa. Além da ocorrência de origem natural, a turbidez da água pode, também, ser causada por lançamentos de esgotos domésticos ou industriais. A turbidez natural das águas está, geralmente, compreendida na faixa de 3 a 500 unidades fins de potabilidade; a turbidez deve ser inferior a 1 unidade. Tal restrição fundamenta-se na influência da turbidez nos processos usuais de desinfecção, atuando como escudo aos micro-organismos patogênicos, minimizando a ação do desinfetante.

Com o fundamento oficial descrito, é imprescindível evidenciar a diferença entre sólidos suspensos e turbidez. Apesar de ambos os conceitos servirem para indicar a primeira

impressão da água por interveio visual, o TSS intervém na passagem de luz, enquanto a turbidez interpela a claridade do fluido, de modo a apresentar uma abordagem abundante, pelo fato de distinguir a quantidade de luz desprendida em uma coluna de água.

O cálculo para obtenção de valor do parâmetro de turbidez em UNT é dado assim, de acordo a Digital Water (2019):

$$\text{UNT} = \frac{A \times (B+C)}{C} \quad (\text{Equação 3})$$

Legenda:

UNT → Unidade de Turbidez Nefelométrica;

A → turbidez da amostra diluída;

B → volume da diluição (ml);

C → volume da amostra tomado para a diluição.

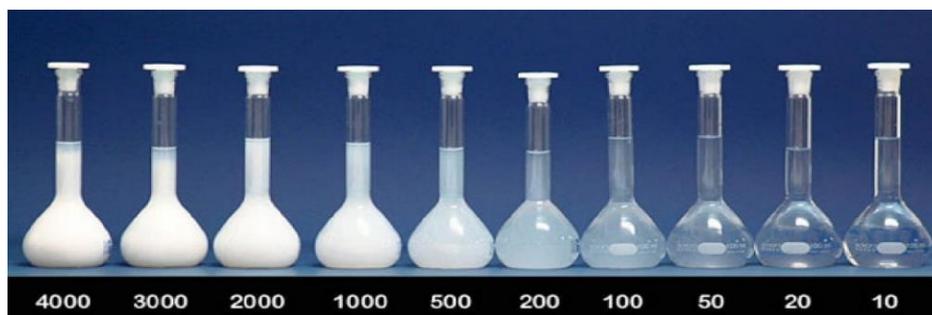
A Figura 6, abaixo, mostra o exemplo entre uma água limpa de cor transparente em um recipiente, a qual apresenta baixa turbidez pela fácil passagem de luz no conteúdo cristalino, enquanto há acréscimo de aspecto opaco e escuro nas águas apresentadas que evidenciam maior turbidez. Na Figura 7, há representação por escala de UNT, a fim de apresentar visualmente o valor de medida em comparação com a amostra.

Figura 6 – Representação Visual de Turbidez



Disponível em: <https://www.viridis.net.au/single-post/2017/10/04/What-is-Turbidity>

Figura 7 – Representação Numérica de Turbidez



Disponível em: https://www.isanorcal.org/download/tech2007_presentations/turbidity.pdf

2.4.3 Temperatura

A propriedade chamada temperatura é essencial para determinar a energia interna cinética das partículas, especialmente o comportamento dos seres vivos localizados naquele espaço, além de suas reações metabólicas e bioquímicas.

De forma a empregar a temperatura como calibrador, incluindo outros fatores como latitude, vento, umidade do ar, e entre outros, o Manual de Controle da Qualidade da Água da FUNASA (2014, p. 20, grifo nosso) denomina seu conceito assim:

A temperatura expressa a energia cinética das moléculas de um corpo, sendo seu gradiente o fenômeno responsável pela transferência de calor em um meio. A alteração da temperatura da água pode ser causada por fontes naturais (principalmente energia solar) ou antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas). A temperatura exerce influência marcante na velocidade das reações químicas, nas atividades metabólicas dos organismos e na solubilidade de substâncias. Os ambientes aquáticos brasileiros apresentam, em geral, temperaturas na faixa de 20°C a 30°C. Entretanto, em regiões mais frias, como no sul do país, a temperatura da água em períodos de inverno pode baixar a valores entre 5°C e 15°C, atingindo, em alguns casos, até o ponto de congelamento. Em relação às águas para consumo humano, temperaturas elevadas aumentam as perspectivas de rejeição ao uso. [...]

A partir da definição explícita, a medida de temperatura por instrumento de termômetro define a solubilidade de oxigênio dissolvido na água, a qual indica também se há alterações por parte de fonte estrangeira se contrastar com uma referência de ambiente natural. Não obstante, é pertinente que quanto mais quente for o ecossistema aquático, menos O₂ existirá. A Tabela 2 a seguir mostra essa relação.

Tabela 2 – Relação de Temperatura e Oxigênio na Água

Temperatura (°C)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)
0	10,2
5	8,9
10	7,9
15	7,1
20	6,4
25	5,9

30

5,3

Fonte: (CHARBONNEAU, 1979, p. 120)

A oxigenação, ou também conhecida como oxigênio dissolvido, situa-se em ecossistema aquático a partir do contato gasoso do O₂ com a água, porém, a maioria do oxigênio tem origem na fotossíntese dos fitoplânctons naturais, de tal modo que ocorre troca de CO₂ por O₂, naturalmente igual como as árvores concebem. Entretanto, uma alteração indesejável ou oscilação dissemelhante na água por inserção de substâncias ocasiona em mortalidade de peixes e disfunção de bactérias degradantes de matéria orgânica e do tipo nitrificante (FIORUCCI; FILHO, 2005).

Em conformidade com a relação entre temperatura e oxigênio dissolvido, a medição da oxigenação indica o estado de saúde do fluido e assim, pode ser detectada se a água está poluída ou apresenta outras adversidades. A Tabela 3 abaixo apresenta a mensuração oficial interpretada por diversos textos descritivos sobre a situação da água em relação ao oxigênio dissolvido, sendo que cada nomenclatura condiz com a situação real da quantidade do elemento para cada volume em mg/L. Sendo assim, quanto maior a concentração de oxigênio dissolvido na água, melhor a qualidade até um certo limite, ou seja, é preciso ter equilíbrio para a natureza funcionar bem.

As definições de situação pertencem ao vocabulário próprio para oxigênio: anóxica é a ausência de O₂; hipóxica é o predomínio de baixas concentrações de O₂; eutrófica significa excesso de nutrientes na água com escassez de O₂, conforme demonstra a Tabela 3, a seguir:

Tabela 3 – Status do Fluido em Relação à Quantidade de Oxigênio Dissolvido

Oxigênio Dissolvido (mg/L)	Situação em 25 °C
0 – 0,5	Anóxica
0,5 – 2	Hipóxica
2 – 3	Prejudicial
5 – 10	Saudável
10 ou +	Eutrófica

Fonte: (GRIFO NOSSO, 2019)

25 COMPONENTES PARA INSPEÇÃO DA ANÁLISE

Os materiais necessários na elaboração deste projeto incluem desde produtos comprados via internet, até produtos comuns encontrados em mercados ordinários. Com a intenção de manter a plenitude da medição da água do Lago Paranoá, a coleta foi realizada em garrafas limpas nunca usadas, juntamente com luvas de borracha, enquanto no laboratório utilizaram-se outras vestimentas em conjunto com as luvas. Sobre isso, é importante mencionar que houve consulta prévia sobre como se uniformizar pelo manual da FUNASA e qual a técnica correta de coletar e preservar amostras, baseado no livro “Monitoramento de Recursos Hídricos em Áreas Urbanas” de Finotti *et al.* (2009), de modo a preservar a composição do fluido manteve-se preservada.

Os tópicos a seguir priorizam, inicialmente, o método correto de manipular água retirada da sua origem. Posteriormente no tópico 2.7, há destaque na parte de hardware, onde os produtos adquiridos para a montagem física do trabalho são explicados detalhadamente tanto na sua utilidade quanto na sua composição.

2.5.1 Equipamentos para Coleta Segura

Preliminarmente, a partir da página 78, há citação de equipamentos de segurança a serem utilizados na hora da coleta de uma porção de água, de modo a preservar sua integridade e a saúde da pessoa. Contudo, os materiais para este projeto incluem meramente luvas e jaleco, visto que a complexidade de coleta para o TCC é reduzida, se comparada às de empresas profissionais qualificadas, as quais empregam protetores auriculares e respiradores, por exemplo.

2.5.1.1 Luvas

De acordo com as normas da FUNASA (2014, p. 78), o tipo de luva manuseada é primordial na hora da coleta ou do experimento em laboratório, pois ela deve ser impenetrável ao reagente químico, dado que o objetivo do equipamento é preservar a situação real. Para a água, as luvas de borracha, nitrílica ou neoprene são adequadas por serem impermeáveis a

solventes orgânicos, enquanto que látex, por exemplo, é indicado a produtos sólidos sem solvente orgânico.

2.5.1.2 Jalecos

Apesar das instruções designar em preferencialmente o avental no título, foi considerável vestir um jaleco de propriedades semelhantes ao que exige o manual. A FUNASA (2014, p. 78) o descreve como vestimenta de manga e comprimento longos para proteger contra contato físico. O material deve ser 100% de algodão e depois de usado, é preciso lavá-lo bem.

2.5.2 Técnica de Coletar Amostras

Com os apetrechos necessários citados na seção anterior, a coleta de água é feita a partir de um recipiente limpo, o qual se refere às garrinhas diferenciadas pela cor de tampa. De acordo com a descrição dos autores Finotti *et al.* (2009, p. 144), o tipo de coleta é simples, de forma que foi realizada em um horário singular naquele ponto particular. O motivo para isso é porque as idas ao Lago Paranoá a diversos pontos são distantes e apenas um frasco de água de cada lugar escolhido é conveniente para satisfazer a demanda dos objetivos do TCC.

O desempenho da amostragem manual foi executado ainda segundo a mesma fonte de dados passada. Antes de preencher completamente a garrafa e levá-la para análise, é significativo banhar o frasco sem a tampa três vezes para finalmente afundar a pequena garrafa na água por uns 15 a 30 cm de profundidade.

2.5.3 Método Correto de Conservar Amostras

Por último, antes de lidar com a parte prática do projeto, é imprescindível a maneira certa de guardar as águas até a hora de usá-las. No entanto, as amostras foram medidas imediatamente após sua coleta em casa, pois o sensor multifuncional precisou permanecer imóvel para evitar saída de fios ou componentes na matriz de contato.

Posto a isso, conforme Finotti *et al.* (2009, p. 147), existe um quadro formulado por Standard Methods (2005), o qual mostra o tipo de frasco, a quantidade mínima em ml e a preservação adequada para cada parâmetro. Como há três propriedades a serem medidas na tabela, foi fácil acompanhar a tática de cada parâmetro, porque as garrafas apresentam volume

de 100 ml quando estão cheias, o suficiente para a mensuração de todas as propriedades. A Tabela 4 replicada do livro (2009, p. 147, apud Standard Methods of Waste and Wastewater, 2005) mostra as mesmas informações de todos os atributos possíveis, mas apenas os parâmetros citados na seção 2.4 estão em negrito para destacar entre diversas propriedades as condições certas de preservação.

Tabela 4 – Como Preservar Amostras de Parâmetros

Parâmetro	Tipo de Frasco	Quantidade mínima de amostra (ml)	Preservação
Acidez	Plástico ou vidro	100	Refrigeração
Alcalinidade	Plástico ou vidro	200	Refrigeração
Cloreto	Plástico ou vidro	50	Não declarado
Cianeto	Plástico ou vidro	1000	Adicionar NaOH até pH > 12 e refrigerar no escuro
Condutividade	Plástico ou vidro	500	Refrigeração
Cor	Plástico ou vidro	500	Refrigeração
Demanda biológica de oxigênio	Plástico ou vidro	1000	Refrigeração
Demanda química de oxigênio	Plástico ou vidro	100	Adicionar ácido sulfúrico até pH < 2 e refrigerar
Dureza	Plástico ou vidro	100	Adicionar ácido nítrico ou sulfúrico até pH < 2
Fenol	Plástico ou vidro	500	Adicionar ácido sulfúrico até pH < 2 e refrigerar
Fluoreto	Plástico ou vidro	100	Não requerida
Fósforo total	Plástico ou vidro	100	Adicionar ácido sulfúrico até pH < 2 e refrigerar
Metais	Plástico ou vidro	1000	Adicionar ácido nítrico até pH < 2 e refrigerar
Nitrato	Plástico ou vidro	100	Analisar rapidamente e refrigerar
Nitrito	Plástico ou vidro	100	Analisar rapidamente e refrigerar
Nitrogênio total	Plástico ou vidro	500	Adicionar ácido sulfúrico até pH < 2 e refrigerar ou analisar rapidamente
Nitrogênio amoniacal	Plástico ou vidro	500	Analisar rapidamente ou adicionar ácido

			sulfúrico até pH < 2 e refrigerar
Óleos e graxas	Vidro, boca larga calibrado	1000	Adicionar ácido clorídrico e ácido sulfúrico até pH < 2 e refrigerar
Oxig. dissolvido	Vidro, frasco	300	Titulação deve ser realizada após acidificação
pH	Plástico ou vidro	50	Analisar imediatamente
Sólidos	Plástico ou vidro	200	Refrigeração
Sulfato	Plástico ou vidro	100	Refrigeração
Sulfeto	Plástico ou vidro	100	Adicionar 4 gotas de acetato de zinco 2 N/100 ml e por hidróxido de sódio até pH > 9
Surfactantes aniônicos	Plástico ou vidro	250	Refrigerar
Temperatura	Plástico ou vidro	–	Analisar imediatamente
Turbidez	Plástico ou vidro	100	Refrigeração
Coliformes totais e fecais	Vidro borossilicato	200	Refrigeração

Fonte: (FINOTTI *et al.*, 2009, p. 147, apud STANDARD METHODS, 2005, grifo nosso)

26 LOCAL DE AVALIAÇÃO DA ÁGUA

De maneira a examinar a importância do Lago Paranoá não apenas como uma construção de solução a aumentar umidade, haverá abordagem de valor histórico sobre como a ideia do lago artificial surgiu. Assim, este fato valorizará mais o significado de preservar a sua qualidade. Em seguida, o próximo tópico tem esclarecimento sobre a relevância da umidade do ar e a razão de preservar a integridade da água para seu melhor aproveitamento.

2.6.1 *Origem do Lago Paranoá*

Historicamente, antes da construção do lago artificial ser concretizada, longe dos bairros residenciais de Brasília, a ideia de arquitetar algo deste tipo, teve origem no ano 1885, quando o paisagista exclusivo do Império de D. Pedro II, conhecido como Auguste François Marie Glaziou, formulou obra de tamanho extenso no plano central do Brasil. Segundo o próprio Instituto Histórico e Geográfico do Distrito Federal (2017), a construção de um lago versátil, dentro de uma área de 14.400 km que seria a capital federal brasileira, ficou sob supervisão de Glaziou entre julho de 1894 a dezembro de 1895. A descrição sobre o local mais adequado para o lago, de acordo com o próprio paisagista botânico, seria entre os chapadões Gama e Paranoá devido às condições geográficas favoráveis e o resultado agradável a partir do represamento.

O abastecimento do lago tem origem das águas represadas do Rio Paranoá desde 12 de setembro de 1959, quando a barragem foi construída para acumular água dos afluentes: Ribeirão do Torto, Ribeirão do Gama, Ribeirão Riacho Fundo e Ribeirão Bananal. Desde a fundação, os relatos do historiador Jarbas Silva Marques afirmam que o volume total crescia dois centímetros por dia até o lago ficar cheio na abertura da capital ao mundo (RODRIGUES, 2019). As Figuras 8 e 9 mostram fotos de comprovação histórica da construção da barragem e a primeira foto do lago quando foi formado, respectivamente.

A exposição descrita tem como fundamento fortalecer a importância memorável do Lago Paranoá a ser feita, a qual ainda é pouco significativa para a população local, de tal forma que o lago é consulado como uma construção comum. No site de Monografias Brasil Escola (2019), as palavras dos autores Funari e Pelegrini na página online (2009, grifo nosso) fazem concordância com a alegação, de tal maneira, a vincular a sociologia com o assunto, “[...] Já o

patrimônio coletivo discorre a ideia de que devido a multiplicidade de pontos de vista, ou seja, o que é patrimônio para uns, não é para outros, que os interesses sociais entre os governantes e a sociedade muitas vezes não coincidem, [...]”.

Figura 8 – Progressão da Barragem



Fonte: (RODRIGUES, 2019)

Figura 9 – Lago Formado na Inauguração de Brasília



Fonte: (RODRIGUES, 2019)

2.6.2 Influência da Umidade do Ar em Brasília

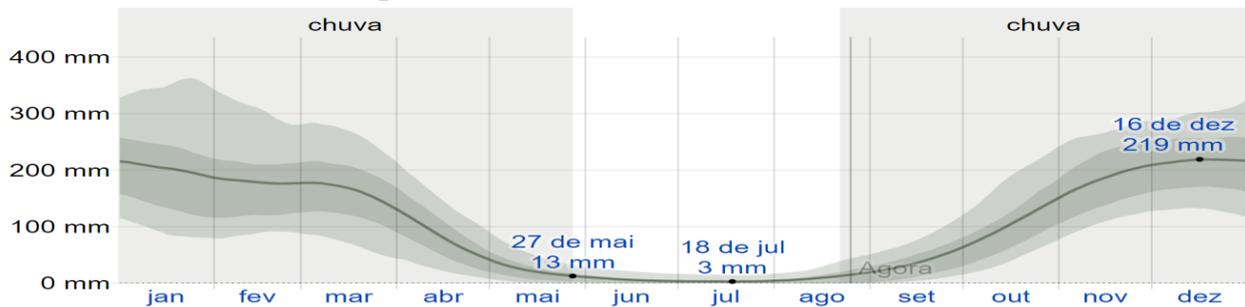
A água em geral é um elemento indispensável na vida de todos e pode ser encontrada em várias formas na biossistema, tanto que a sua escassez é uma preocupação em quaisquer dos seus estados físicos. Com suporte nisso, a umidade, ou seja, a forma gasosa com

que o Lago Paranoá contribui com a evaporação da sua água, é significativa para a respiração salubre.

A respeito disso, a influência da umidade está relacionada também com a amplitude térmica do local, ou a variedade entre a maior e menor temperatura do dia. Em locais naturalmente secos, esta diferença é alta, se considerarmos onde há mar ou oceano, visto que a baixa umidade não conserva a temperatura e assim, a sensação é de desconforto por causa do ressecamento das vias respiratórias e das complicações de alergia, entretanto, a umidade muito alta pode provocar proliferação de mofo, fungos e bactérias (THERMOMATIC, 2019).

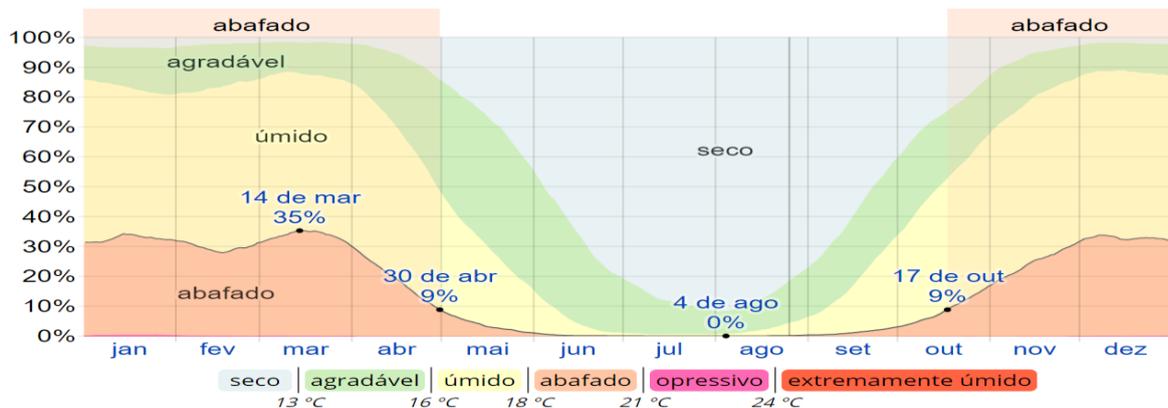
A princípio, o motivo de investimento sobre um lago artificial na capital do país foi principalmente, como consequência do clima seco. Apesar da região do Distrito Federal apresentar chuvas anuais, a qualidade de vida dos habitantes seria insatisfatória por causa do amplo período de seca. As Figuras abaixo mostram dados oficiais do Weather Spark (2019) da precipitação das chuvas anuais junto com as umidades relativas dos meses em Brasília, sendo que o período mais seco é predominantemente de junho até agosto.

Figura 10 – Gráfico de Chuvas Mensais de Brasília



Fonte: (WEATHER SPARK, 2019)

Figura 11 – Gráfico das Umidades Relativas de Brasília



Fonte: (WEATHER SPARK, 2019)

A partir desses gráficos ilustrativos, o Lago Paranoá auxilia no equilíbrio de umidade para amenizar os efeitos negativos de seca, evita a atenuação da porcentagem relativa, sendo que o ideal é entre 40% a 70% para o ser humano, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (PENA, 2019).

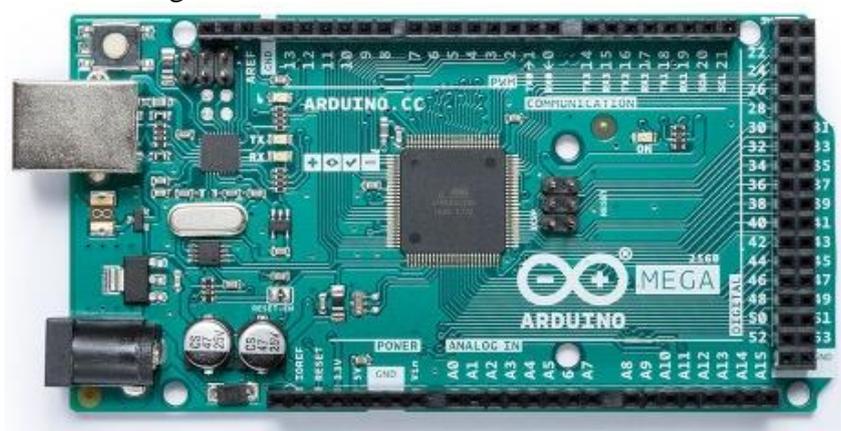
27 HARDWARE

Com as amostras coletadas, os componentes comprados serão interligados no microcontrolador Arduino e eles mostrarão os resultados de cada propriedade a partir de seus sensores individuais. Por conseguinte, logo abaixo estão listados os produtos para melhor entendimento da sua função no projeto.

2.7.1 *Arduino Mega Board*

Durante o progresso do projeto, o amplo número dos sensores individuais, os quais medem as propriedades listadas para qualificarem o estado da água, requereu mais entradas para cada pino do microcontrolador. Assim, diferentemente da maioria dos trabalhos de conclusão de curso, o microcontrolador Arduino MEGA 2560 é uma expansão do Arduino Uno, em questão de tamanho de memória e número de pinos. A Figura 12 exibe visualmente o modelo com seus segmentos.

Figura 12 – Arduino MEGA 2560 Rev 3



Fonte: (ARDUINO, 2019)

Apesar de ser parecido com o Arduino Uno na aparência e na sua funcionalidade, esse hardware possibilita maior recurso por ter mais entradas analógicas e saídas. No total, há 54 pinos de entradas e saídas do tipo digital, onde 15 são destinados a saídas PWM. Ademais, o microcontrolador dispõe de 16 portas analógicas e 4 portas de comunicação serial, mas com entrada externa idêntico ao Arduino Uno. A alimentação em corrente elétrica é dada por cabo USB conectado em uma fonte externa de valores de 7 a 12 volts, juntamente com os resistores RN2A e RN2D de 22Ω para limitarem descargas elétricas e com o fusível resetável de 500mA para impedir falha ou queima da porta USB (SOUZA, Fábio, 2014).

As características de estender a mesma aplicabilidade de um Arduino comum são fundamentais para o protótipo de sensor multifuncional, além de apresentar boa velocidade de resposta e ser um referencial para outros grandes projetos como automação residencial ou impressoras tridimensionais.

No site oficial, seu preço é \$30,80 (trinta dólares e oitenta *cents*) sem a taxa calculada de frete (ARDUINO, 2019). Contudo, para evitar possível atraso ou não recebimento da mercadoria por transporte internacional, a opção de comprar o Arduino MEGA em território nacional foi mais favorável.

2.7.2 Sensores Característicos

As propriedades para análise de pH, turbidez e temperatura são calculadas de forma específica a partir de sensores particulares acoplados no Arduino, os quais são encontrados para venda no mercado. Desse modo, esse é o principal motivo de escolha neste projeto, pois os sensores específicos têm natureza à prova d'água e todos eles são acessíveis a quem precisar de produzir um trabalho no microcontrolador.

Todos os equipamentos elencados a seguir, têm a mesma aparência daqueles comprados na loja ou na internet, mas as descrições foram retiradas de sites com melhores informações sobre cada um.

2.7.2.1 Sensor de pH

A indicação da quantidade de prótons de íons de hidrogênio para avaliar a conjuntura de acidez na água é realizada por dois equipamentos em conjunto, sendo eles o

sensor de potencial hidrogeniônico de Módulo PH4502C em conjunto com o PH Eletrodo, o qual permite a verificação do nível atual do pH por dois eletrodos de sonda: um de referência (prata ou cloreto de prata) e outro sensível ao íon de hidrogênio, ou H⁺. Já o modelo eletrônico apontado acomoda o sinal para o microcontrolador empregado no protótipo (SARAVATI, 2019). A Figura 13 expõe os componentes citados e utilizados.

Figura 13 – PH Eletrodo e Módulo PH4502C



Fonte: (SARAVATI, 2019)

2.7.2.2 Sensor de Turbidez

O detector de turbidez da água para microcontrolador emite luz infravermelha para identificar pequenas partículas suspensas no fluido a partir da mensuração da taxa de dispersão e da transmissão de luz. A proporção de TSS revela se a turbidez está alta, com muitos sólidos suspensos no total, ou se está baixa, com visão mais translúcida da água (USINAINFO, 2019b). A Figura 14 revela o sensor que faz medição a partir do toque direto.

Figura 14 – Sensor de Turbidez



Fonte: (USINAINFO, 2019b)

2.7.2.3 Sensor de Temperatura

O sensor de temperatura à prova d'água empregado é do modelo DS18B20, o qual pode medir a agitação das partículas no estado líquido entre -55 °C a 125 °C pela sua ponta de aço inoxidável. Existem 3 pinos para interligar o modelo no protótipo de sensor funcional, sendo que o fio amarelo é orientado a dados, o vermelho para alimentação e o preto para saída, além da faixa de tensão ser entre 3 a 5,5 volts. A Figura 15 manifesta visualmente o exemplar utilizado no Arduino do TCC (THOMSEN, 2015).

Figura 15 – Sensor de Temperatura para Água



Fonte: (THOMSEN, 2015)

À vista de todas as características manifestadas, todos os sensores podem ser conectados e programados no microcontrolador Arduino ou de outro modelo como o Raspberry Pi, tornando os componentes universais para a construção de projetos envoltivos de sensores. Entretanto, o sensor de temperatura requer bibliotecas específicas para funcionar no programa de *software* determinado, e assim, esse assunto será discutido no tópico 5.2 do trabalho.

2.7.3 Periféricos Correlativos

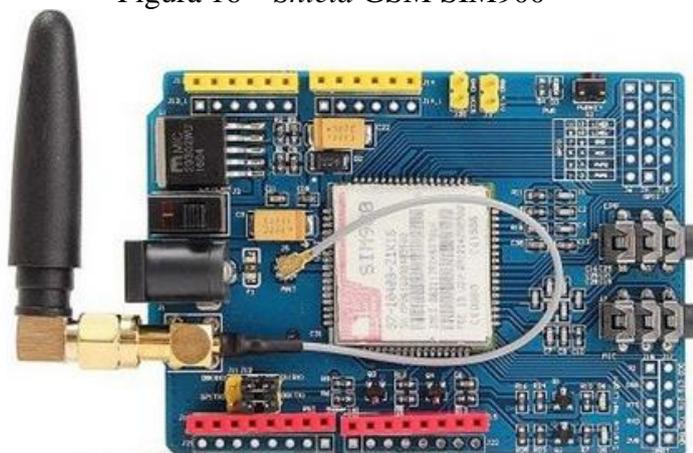
De maneira a conectar os sinais elétricos de sensores no Arduino, todos os itens convergentes retratados compõem o sensor multifuncional por intermédio de mensagens visuais, alertas e envio de relatório por conexão sem fio. Sem os acessórios, não há concessão de resultado para o circuito ou para o usuário. Portanto, eles são fundamentais na montagem do projeto versátil, de modo a obter respostas similares a um sensor oficial encontrado no mercado.

2.7.3.1 Shield GSM SIM900

O *shield* GSM SIM900, é um componente harmonizável com Arduino para oferecer conexão do microcontrolador com outro receptor de dados, o qual foi desenvolvido para comunicações móveis. Assim como um celular, ele envia mensagens via Serviço de Mensagens Curtas. O encaminhamento de comunicado do *shield* é por transmissão e recepção assíncrona rápida e de longa distância, sendo possível a troca de informações com plataforma de prototipagem, ou no caso de uma residência automática (RS ROBÓTICA, 2019).

A partir de um slot compatível na parte inferior do componente, segundo o próprio site da RS Robótica (2019), é possível informar ao Arduino por um cartão SIM, a ser equipado. Além disso, o *shield* GSM possui um microfone e um reproduzidor de áudio junto com uma antena de transferência de dados. A Figura 16 ilustra o modelo físico empregado no projeto.

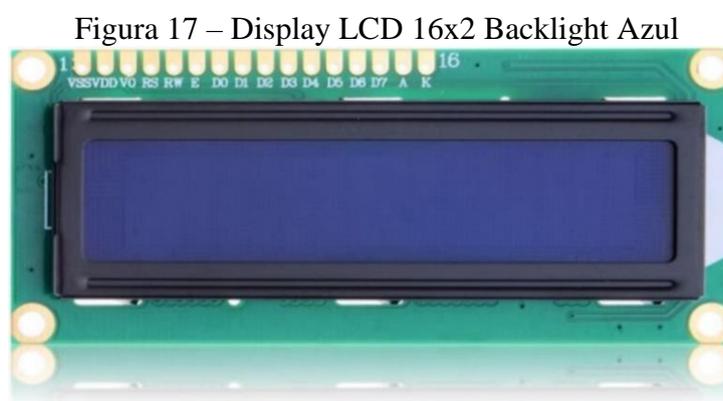
Figura 16 – *Shield* GSM SIM900



Fonte: (RS ROBÓTICA, 2019)

2.7.3.2 Display LCD

O componente de interface de comunicação feito por tela de cristal líquido possui 16 colunas e 2 linhas de escrita branca em fundo azul. Ademais, o dispositivo possui no total 16 pinos com funções diferentes de leitura, incluindo os pinos 1 e 2 para saída e alimentação de 5 volts respectivamente, já os pinos 15 e 16 são retro iluminação, os quais ficam na parte de trás do LCD. Por fim, os outros 12 pinos são destinados a conexões básicas programadas de acordo com o Arduino. A Figura 17 mostra o mesmo exemplar do TCC de tela azul (PUHLMANN, 2015).



Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/display-lcd-16x2-backlight-azul/>

2.7.3.3 Buzzer

O pequeno item da composição do projeto se refere a um alarme sonoro projetado para disparar o som de acordo com a programação do aplicativo do Arduino. É possível também sincronizar as notas musicais dependendo da ordem das frequências, bastando colocar as polaridades de modo correto para o componente soltar um ruído constante. A Figura 18 manifesta a ilustração do *buzzer*.

Figura 18 – *Buzzer* 5 volts

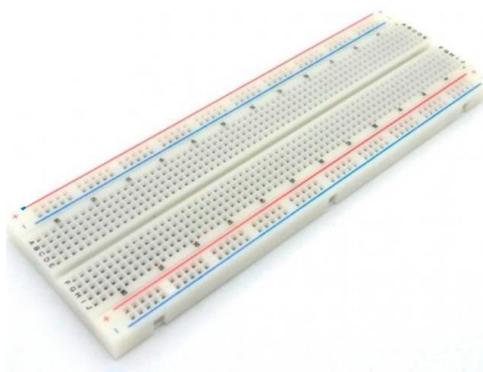


Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/buzzer-ativo-5v/>

2.7.3.4 Protoboard e Jumpers

O equipamento se refere a uma matriz de contatos reutilizável para fazer contato elétrico de circuitos. A placa de ensaio escolhida para o projeto possui 830 pontos no total, o bastante para conectar os jumpers, aqueles cabos coloridos revestidos de um bloco isolante de plástico que são adequados para conectar cada componente relativo ao Arduino (SÍLÍCIO, 2019). A Figura 19 ilustra o mesmo modelo de protoboard usada, enquanto a Figura 20, ilustra os exemplares de jumpers.

Figura 19 – Protoboard



Fonte: (SÍLÍCIO, 2019)

Figura 20 – Jumpers Multicoloridos



Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/jumpers-macho-macho-x40-unidades/>

2.7.3.5 Potenciômetro e Resistor

Ambos os referentes componentes têm função de resistência elétrica no circuito. Durante a implementação de cada dispositivo, foram consideradas as características principais que definem o comportamento de um potenciômetro e de um resistor diante de suas

interligações. O potenciômetro é um resistor ajustável com três terminais divisores de tensão e o modelo utilizado foi de $100\text{K}\Omega$, ideal para regular o contraste de luminosidade do display LCD. Os resistores no caso são padrões para diminuir a corrente elétrica antes de passar pelo equipamento, ou pelos LED RGB no projeto. As Figuras 21 e 22 mostram os mesmos itens do protótipo.

Figura 21 – Potenciômetro $100\text{K}\Omega$



Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/potenciometro-linear-100k/>

Figura 22 – Resistor de 220Ω

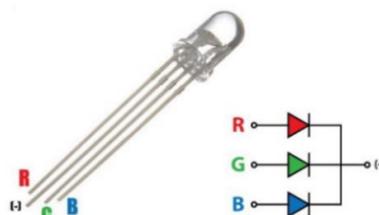


Disponível em: <https://www.amazon.in/220-carbon-film-resistor-resistance/dp/B01N9AQ5L8>

2.7.3.6 LED RGB

Diferentemente de luzes LEDs comuns, este tipo de emissor de luz tem quatro terminais distintivos, sendo que o modelo escolhido foi do tipo cátodo, também conhecido como o eletrodo que ganha elétrons da energia. A partir de seus terminais, é possível escolher qual das cores acender no programa. A Figura 23 mostra a imagem explicativa de cada terminal (ARDUXOP, 2019).

Figura 23 – Ilustração explicativa do LED RGB

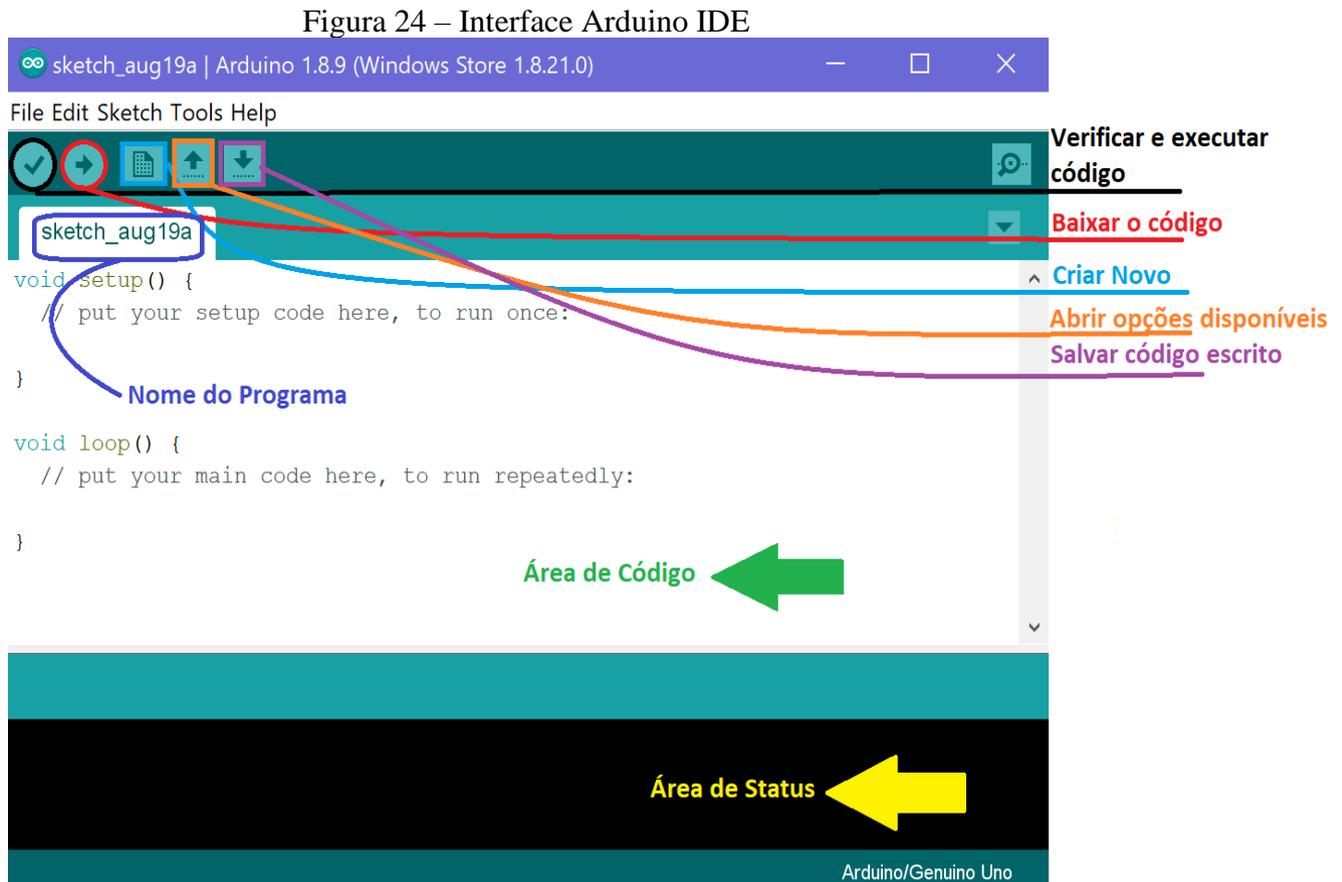


Disponível em: <https://schwiftyarduino.wordpress.com/2016/06/17/7-rgb-led-fade/>

28 SOFTWARE

2.8.1 Arduino IDE

A plataforma de software do Arduino pode ser baixada *online* no site oficial, onde há apenas as opções de inglês ou chinês para escolher como língua na programação em C. Quando instalado no computador, não importando o sistema operacional, a interface apresentada é simples e possui diversos comandos no canto superior esquerdo, incluindo, por exemplo, o envio de um código escrito para o microcontrolador avaliá-lo, ou para conferir sua eficácia. A Figura 24 manifesta a página do software quando aberto, sendo a nova versão 1.8.9 empregada para esse projeto. Todavia, o *print* da tela foi alterado para mostrar as funções principais da interface.



Fonte: Autora

29 ADVERSIDADES

A fiscalização deficiente de uma grande porção de água na cidade tem sido influenciada pelo alto custo dos medidores multifuncionais de mercado, além da desídia por parte da administração local. Quanto ao estabelecimento de políticas públicas para o saneamento do Lago Paranoá e a promoção da educação em saúde ambiental, que deveriam ser destinados a população local frequentadora.

Dessa forma, o Lago Paranoá de Brasília apresenta as peculiaridades de poluição por lixo descartado em larga escala, devido à omissão de conscientização das pessoas por parte do governo local. Fora isso, os esgotos em torno das orlas fomentam a má condição da água, a fim de deixá-la com aspecto turbido e inconsumível para os seres vivos, a partir do derramamento de agentes patogênicos. Além de causar dano ambiental, a contaminação não natural pode trazer riscos de transmissão de doenças para as pessoas e ocasionar o falecimento de seres aquáticos.

Assim, conforme os normativos de fiscalização da Lei das Águas nº 9.344/1997, da Agência Nacional das Águas (ANA), o fluido é um recurso natural de bem público, o qual é de responsabilidade coletiva de usuários, da sociedade e do governo. À vista disso, a lei oficial também estabelece que o objetivo de disponibilizar qualidade no presente e no futuro é uma prioridade a partir de um sistema de administração de recursos hídricos para atender as necessidades regionais (ECO, 2014).

2.10 FINALIDADE

Todo o conteúdo ostentado buscou principalmente demonstrar a vantagem de montar um sensor multifuncional de menor custo, se comparado aos existentes no mercado. As propriedades listadas fazem parte de cada sensor individual em conexão com o microcontrolador, sendo que elas são essenciais para qualificar o status da água. Com efeito, o projeto possui a determinação de levar suas funções para lugares onde a verba é limitada para adquirir produto de fiscalização da água, a fim de atestar se aquele fluido é acessível.

3 APRESENTAÇÃO DO CONTEÚDO DO PROBLEMA

A água do Lago Paranoá, com capacidade de volume total de 498.000.000 m³, foi acumulada na época por duas temporadas, com a intenção principal de melhorar a umidade naturalmente seca do Cerrado, o bioma característico presente em todo território do Distrito Federal (FONSECA, 2001, p. 51). Seu valor para a capital do país está tanto no acúmulo de mais fluido para prosperar o conforto respiratório da população quanto para o patrimônio urbanístico concedido pela UNESCO em 1987 (RÁDIO CÂMARA, 2012). Quanto a isso, o volume de água dispõe de várias espécies de peixes, nativas ou não, as quais compõem a fauna e a cadeia alimentar de predadores, com o propósito de manter o equilíbrio ambiental e biológico.

Ademais, o lago é composto inclusive de flora proveniente do ecossistema que atribui oxigênio para a água e alimento para muitos animais. Para Magossi e Bonacella (2000), o processo natural de armazém das substâncias nutritivas acontece de maneira lenta, balanceada e de origem nativa. Porém, o lançamento anormal de compostos diversos na água provoca a proliferação de microrganismos decompositores, de modo que eles consomem boa parte do oxigênio.

Apesar do reconhecimento internacional sobre a construção de Brasília e de suas estruturas projetadas por Lúcio Costa, é perceptível a escassa preocupação dos brasilienses e do governo local em fiscalizar e preservar o ambiente do Lago Paranoá. A respeito disso, todos os anos há um acúmulo grande de esgoto e lixo, principalmente aqueles típicos, despejados nos finais de semana, tais como: restos alimentares, plástico, fraldas sujas, entre outros. A decomposição de resíduos sólidos e fluidos na água, degrada todo o ecossistema envolvido, carecendo, porquanto, de um reforço fiscalizador sobre sua qualidade, com intenção de identificar o que é preciso para alterar a composição da água ao seu padrão favorecido.

3.1 PROGRESSÃO DAS POLUIÇÕES LANÇADAS EM LAGO

Independentemente de seu local de despejo, o conceito sobre poluição é definido pela Lei 6.938/81, da Política Nacional do Meio Ambiente, como degradação ambiental vinda das ações diretas ou indiretas no habitat. Toda espécie de contaminação aflige negativamente a saúde, a segurança e o bem-estar habituais da região, de maneira que isso compromete a vida

usual da fauna e da flora.

Em suma, a água chega a um nível de poluída quando não tem mais possibilidade para utilização de suas propriedades. Demonstrações visuais de poluição podem aparecer por meio de espumas, animais mortos, transparência opaca da água e resíduos evidentes no local (BENN e McAULIFFE, 1981, p. 111). Como consequência desses efeitos, toda a estrutura química e física do fluido é prejudicada, não importando se a contaminação for por esgoto ou lixo. Não obstante, cada tipo de degradação ambiental altera o ecossistema de modo particular, a sua composição, e, conseqüentemente, a vida dos envolvidos.

Embora o projeto não apresente mensuração de componentes químicos listados abaixo, é importante mencioná-los porque a alteração da água não apenas afeta as propriedades a serem sensoriadas, mas também a parte química geral, o que explica também como os efeitos colaterais surgem. Contudo, segundo o Decreto 18.328/97 e os dados oficiais da CAESB (2019a), os limites máximos das propriedades em lago são: 6 a 10 de pH; turbidez é verificada visualmente ou por olfato e até 40°C de temperatura.

3.1.1 Esgoto

Conforme os autores Benn e McAuliffe (1981, p. 89), o caminho final de um esgoto é direcionado onde há presença de água. Embora esse destino percorra antes por uma estação de tratamento nas urbanizações hodiernas, a quantidade produzida por esgotos domésticos e industriais são ameaçadores, de tal maneira que os sólidos dissolvidos ainda estão presentes, variando entre 40 mg/L, em água considerada mole, a 500 mg/L, em água muito dura.

Fundamentalmente, os elementos mesclados que compõem o esgoto doméstico são: papel, dejetos, resto de comida, sabão, entre outros itens, uma vez já consumidos. Antes de receber tratamento no ponto de descarga, o esgoto de origem residencial tem alta concentração de diversos solventes orgânicos. A Tabela 5 indica as características com os componentes solúveis em uma amostra.

Tabela 5 – Componentes Orgânicos Originais de Esgoto

Constituinte	Concentração (mg/L)	% sobre o total de carbono orgânico
Gorduras	70	31,3
Ácidos não-	34	15,2

voláteis		
Ácidos voláteis	25	11,3
Aminoácidos livres	5	3,1
Aminoácidos combinados	13	7,6
Detergentes aniônicos	17	11,2
Ácido úrico	1	0,5
Fenois	0,2	0,2
Creatina- creatinina	6	3,9
Não discriminado	X	15,7
Carbono orgânico	90	100

Fonte: (BENN e McAULIFFE, 1981, p. 92)

Já a inserção de solventes inorgânicos, por meio de tratamento secundário de esgoto na água, resulta em aumento de vários elementos. Assim, ambas as concentrações orgânicas e inorgânicas ocasionam a contaminação e a eutrofização cultural. A Tabela 6 abaixo mostra os valores de incremento somatório em comparação com a o nível normal e aceitável em águas dura e mole.

Tabela 6 – Inserção de Componentes Inorgânicos no Tratamento de Esgoto

Constituinte	Aumento	Valores em águas naturais	
		Duras	Moles
Sódio	66	8	3
Potássio	10	2	X
Nitrogênio amoniacal	40-1	0	0,03
Nitrogênio nítrico	0-30	6	X
Cálcio	18	118	3
Magnésio	6	2	9
Cloreto	74	17	10
Bicarbonato	100	159	X
Sulfato	28	25	0
Silicato	12	18	X
Fosfato	8	0,09	X

Borato	1,5	0	0
Total	320	375	40

Fonte: (BENN e McAULIFFE, 1981, p. 102)

Apesar do recurso reduzir o dano ambiental relativo, os compostos nitrogênio amoniacal e potássio, os quais são quase naturalmente inexistentes, são aqueles com maior aumento por interveio de fonte humana ou por detergente (BENN e McAULIFFE, 1981, p. 102). Em síntese, as fontes de nutrientes, especialmente amônia e fosfato, são as responsáveis pela eutrofização.

Logo, os esgotos alteram o pH deixando-o mais ácido, a turbidez fica alta por causa da consequência de opacidade e a temperatura aumenta. Em suma, todos estes parâmetros estão relacionados entre si, visto que a procriação de microrganismos anaeróbios, decorrentes do despejo de efluentes, deixa a água com aspecto mais opaco e consequentemente, a produção de substâncias nocivas pelos consumidores não naturais de oxigênio aquece a água por sua atividade. O que resulta em um fluido mais ácido, pois não há aproveitamento da acidez por nenhum grupo de seres aquáticos.

3.1.2 Lixo

O lixo despejado de forma inadequada é um tipo de poluição ordinária, principalmente na área urbana, onde o descarte direto de substâncias não-biodegradáveis nas águas é causado principalmente por: plástico, fralda usada, resto de comida e entre outros. Baseado na composição dos lixos industriais exemplificados, grande parte deles leva anos para se decompor e usualmente são bem prejudiciais a todo o meio ambiente de acordo com Pellacani (2005, p. 63, apud PONTING, 1995, p. 594-595). Para fundamentar as consequências do lixo na água, serão considerados aqueles em maior quantidade no Lago Paranoá, basicamente os descartados por frequentadores.

Os plásticos, embora sejam prejudiciais quimicamente ou biologicamente, são os causadores de morte dos animais. Alguns exemplares como saco plástico e garrafas são despejados regularmente depois de usados na água, onde os animais herbívoros não conseguem diferenciar sua comida do lixo e acabam morrendo sufocados ou intoxicados.

Durante as idas ao lago, é comum as pessoas levarem as crianças pequenas e por isso, fraldas sujas são produzidas. Como o autor Pellacani (2005, p. 65) afirma, o lançamento

de dejetos equivale a esgoto não tratado e provoca diarreia, intoxicações e distúrbios intestinais quando consumido. Além disso, o recurso de tratamento para água potável é complexo e dispendioso.

Os restos de comida também se caracterizam como um tipo de lixo que causam desequilíbrio ambiental no lago, porque os peixes não conseguem digerir o alimento diferente do seu usual como: as algas ou os microrganismos da natureza. Fora isso, que há acúmulo de matéria orgânica na água, o mesmo fenômeno da eutrofização cultural (G1 GLOBO, 2015).

Outros lixos usualmente descartados como latas e papel são reciclados com maior facilidade, mas se estiverem na água, não representam grande ameaça de contaminação como os outros mencionados. No entanto, é relevante não descartá-los de maneira inadequada.

3.2 CONSEQUÊNCIAS AMBIENTAIS DIRETAS

As consequências de despejo de esgoto e lixo no meio aquático serão sinalizadas neste subtópico, porque é importante refletir a modificação no ambiente a partir das mudanças das propriedades a serem verificadas, embora haja outros fatores envolvidos, principalmente químicos.

Apesar de o Lago Paranoá não apresentar totalmente todas as alterações anormais abaixo especificadas, por interferência da CAESB, as consequências ambientais podem ocorrer em qualquer localidade, por meio da atuação humana no ambiente.

3.2.1 Eutrofização Cultural

Como mencionado na introdução, o processo de eutrofização é um dos principais efeitos negativos dos despejos danosos feitos ao meio ambiente aquático, em que o oxigênio sofre maior alteração a partir disso. Tal mudança no ciclo natural do oxigênio na água é denominada, especificamente, por eutrofização cultural. Como Magossi e Bonacella (2000) afirmam, as substâncias despejadas no fluido que não forem aproveitadas acarretam o desenvolvimento anormal de organismos consumidores de oxigênio, alterando gravemente as propriedades da água.

Conforme a descrição de Pellacani (2005, p. 41, apud ALLEGRETTI, 2001, p. 113, grifo nosso), o fenômeno eutrofização se divide em três períodos:

1ª Os nutrientes em excesso (superfertilização) causam o aparecimento de uma enorme população de micróbios decompositores de matéria orgânica (bactérias), que consomem velozmente o oxigênio dissolvido na água na sua respiração, diminuindo sua taxa bruscamente e provocando a morte de peixes e outros seres aquáticos; 2ª A água fertilizada, principalmente por fosfato e nitrogênio, promove a proliferação de algas [...], produzindo mais matéria orgânica para os decompositores que consomem mais oxigênio. A água fica turva e o nível de oxigênio fica tão reduzido que os organismos mais sensíveis a essa redução desaparecem totalmente. 3ª O oxigênio esgotado mata, por asfixia, os decompositores aeróbicos que precisam de oxigênio para viver e, no lugar, surgem os decompositores anaeróbicos [...]. Estes seres produzem várias substâncias tóxicas a aves e mamíferos como metano (CH_4), a amônia (NH_3) e o gás sulfídrico (H_2S) [...].

Dessa maneira, os seres aquáticos que necessitam de uma quantidade equilibrada de oxigênio não sobrevivem por causa da eutrofização cultural. Para ilustrar um exemplo deste fenômeno, a Figura 25, retirada do livro de autoria de Magossi e Bonacella (2000) mostra com a devida descrição o que acontece na água de um aquário quando há excesso de nutrientes, mesmo que isso sirva de alimento ao animal.

Figura 25 – Representação de Eutrofização Cultural



Fonte: (MAGOSSO e BONACELLA, 2000, p. 22)

Em resumo, de acordo com os mesmos autores, a eutrofização produz bactérias anaeróbicas (as quais não precisam de O_2) que geram o metano (CH_4), amônia (NH_3) e gás sulfídrico (H_2S), os quais são todos nocivos aos animais. O impedimento de reversão para a água natural é o mais preocupante, uma vez que não há mudança deste fenômeno quando concretizado.

3.2.2 Espumas

A origem das espumas é uma combinação entre detergente parcialmente desagregado por tratamento de esgoto e processo de aeração do lodo. Apesar de ser considerado o menor dos problemas, se comparado com a situação do consumo de oxigênio por microrganismos decompositores, as espumas acobertam o controle e o acesso da estação de tratamento, além de ser bem escorregadia. Porém, há maneiras de dizimar a espuma por interveio de borrifamento de água ou antiespumantes, mas isso não elimina completamente sua presença (BENN e McAULIFFE, 1981, p. 103).

Aliás, durante as expedições de coleta das amostras, foram flagradas as ocorrências dessas espumas, principalmente perto de esgotos, onde acontece a reação explicada. A Figura 26 mostra o exemplo de foto tirada para comprovar a subsistência da reação química dos nutrientes com a água.

Figura 26 – Espumas Flagradas Próximas ao Esgoto



Fonte: Autora

3.2.3 Desequilíbrio na Cadeia Alimentar

A inserção de processos não naturais no ecossistema altera basicamente todo o ciclo de vida e a cadeia alimentar dos animais. Segundo as informações de Go Biólogo (2017), a consequência de alteração em uma população de seres a qual pertence à cadeia alimentar, podendo ser produtor ou consumidor, é um distúrbio contra a estabilidade da natureza. O principal motivo do porquê de tudo isso, que acontece em região de lagos urbanos, é o seguinte: despejo de impurezas.

Assim, o descarte de lixo e esgoto, mesmo esse último com tratamento, afetam diretamente a vida de peixes e microrganismos no sentido negativo, pois a redução de uma

população não consegue sustentar quem a consome. A partir disso, começa o desequilíbrio. Com efeito, existe o caso de eutrofização cultural como explicado anteriormente, o qual os peixes morrem pela falta de oxigênio já consumido, pelo excesso de população de pequenos organismos. Com o número insuficiente de peixes, não há como a população de predadores, suportar sua nutrição e muitos não sobrevivem nessa condição (GO BIÓLOGO, 2017).

Destarte, fora a condição de instabilidade por adição de nutrientes do esgoto, existe o fator do lixo da mesma forma. No Lago Paranoá, é comum o descarte pelos frequentadores de produtos já consumidos, o que ocasiona no acúmulo de detritos de vários tipos que não se decompõem com facilidade e rapidez. O plástico, em destaque, é um dos lixos mais populares com maior demora para desaparecer da natureza. Ordinariamente, o peixe ou qualquer animal dependente de planta ingere o plástico por engano e morre por asfixia ou intoxicação. De acordo com a reportagem recente da EXAME (2019), hodiernamente existem fibras de plástico em 83% das 159 amostras coletadas em diversos lugares do mundo, tal fato intensifica que o problema de desequilíbrio é encontrado até mesmo para quem o causa em minúsculas partículas na água consumida pelo ser humano.

33 CONSEQUÊNCIAS À SAÚDE HUMANA

A contaminação na água provoca sérios danos à saúde das pessoas, além de atrair outras enfermidades. De maneira a explicar isso melhor, para cada situação das poluições não naturais, as doenças comuns serão retratadas considerando a possibilidade de alguém contrair alguma delas ao se expor diretamente em contato com água.

As doenças associadas com a má qualidade da água são: envenenamentos metálicos, desarranjos intestinais não específicos, entre outros. Ademais, podem-ser citados, também, outros tipos de distúrbio que são gerados a partir da qualidade ruim de água: diarreia, gastroenterite, amebíase, hepatites A e B, dengue, leptospirose e outras parasitoses ou doenças infecciosas (PELLACANI, 2005, p. 72, apud SANTOS; IGLECIAS, 2001, p. 40-41).

Além das doenças concebidas por poluição, existe do mesmo modo os poluentes orgânicos persistentes (POPs). O autor Pellacani (2005) destaca que, essas substâncias nocivas são resultadas dos seguintes processamentos: “produção de PVC, produção de papel, geração e composição de produtos agrícolas, incineração de lixo e processos industriais que empregam cloro e derivados de petróleo” (2005, p. 72, apud GARCIA, 2000, p. 59). Ainda neste conteúdo,

os POPs se acumulam no meio presente e trazem consequências graves a várias partes do organismo.

Existem, inclusive, existem reportagens que indicam a seriedade da situação no Lago Paranoá com relação a doenças contraídas. Essas matérias estão disponíveis nas mídias sociais, especialmente em fontes locais de Brasília. Seguem algumas referências extraídas do Jornal Metrôpoles nas datas mais próximas ao desenvolvimento do projeto.

Figura 27 – Reportagem dia 22/12/2017 “Multiplicam-se relatos de brasilienses que passam mal com a água do Lago”

BRASIL | DISTRITO FEDERAL | MUNDO | VIDA & ESTILO | SAÚDE | ENTRETENIMENTO | CELEBRIDADES | GASTRONOMIA | ESPORTES | E O BICHO

BRASIL | DISTRITO FEDERAL | MUNDO | VIDA & ESTILO | SAÚDE | ENTRETENIMENTO | CELEBRIDADES | GASTRONOMIA | ESPORTES | E O BICHO

ÚLTIMAS NOTÍCIAS

- DISTRITO FEDERAL: UnB promove evento com pesquisadores nacionais e estrangeiros
- DIRETOS HUMANOS: Brumadinho tem alta de suicídio e prescrição de remédios
- BRASIL: Abin monitora o sínodo da Amazônia sem infiltrar agentes, afirma GSI

Disponível em: <https://www.metropoles.com/distrito-federal/apos-passar-mal-moradores-se-previnem-contr-agua-suspeita>

Figura 28 – Reportagem 07/02/2019 “Acúmulo de lixo na orla do Lago Paranoá atrai ratos e escorpiões”

BRASIL | DISTRITO FEDERAL | MUNDO | VIDA & ESTILO | SAÚDE | ENTRETENIMENTO | CELEBRIDADES | GASTRONOMIA | ESPORTES | E O BICHO

ÚLTIMAS NOTÍCIAS

- RIPOCANDO: Globo se pronuncia sobre possível saída de Cesar Tralli para CNN
- POLÍTICA: Estados apresentam proposta de reforma tributária para Maia
- COMPORTAMENTO: Kim Kardashian pode ter lúpus e artrite reumatoide; entenda
- POLÍTICA: Quem está fora do ensino superior tem até hoje para

Disponível em: <https://www.metropoles.com/pelas-cidades/lago-sul/accumulo-de-lixo-na-orla-do-lago-paranoa-atrai-ratos-e-escorpioes>

34 SITUAÇÃO DO LAGO PARANOÁ

Nos lugares de frequência do Lago Paranoá, existem registros do Serviço de Limpeza Urbana (SLU) sobre toneladas de lixos acumulados todos os anos. Segundo o Jornal de Brasília (2010), a ausência de órgão fiscalizador ocasiona o enorme acúmulo de lixo anualmente, porque não existe ação ininterrupta de supervisão do Governo do Distrito Federal. Ainda assim, é possível apenas denunciar flagrantes na hora para a Fiscalização do Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal, visto que não mais é atribuição do SLU, o controle e a inspeção da origem do lixo.

Apesar da fonte de informação ser do ano de 2010, as notícias do site Metrôpoles, onde algumas delas estão na seção 3.3, manifestam até hoje os problemas gerados por grande quantidade de lixo aglomerado por causa de despejo inadequado no lago ou na rua, onde a força da chuva transporta o lixo jogado para o referido lago.

Sobre os esgotos no Lago Paranoá, dados oficiais comprovam que existem atualmente esgotos distribuídos em oito regiões em torno da orla. Segundo a notícia do G1 Globo (2018), houve partição das áreas acessíveis aos habituados do lago, de modo a impedir admissão às zonas inapropriadas a proteção dos lugares de preservação ambiental. Todavia, o Decreto 39.555/2018 contorna apenas parte do problema, pois o espalhamento de poluição dos esgotos e do lixo na água não é contido.

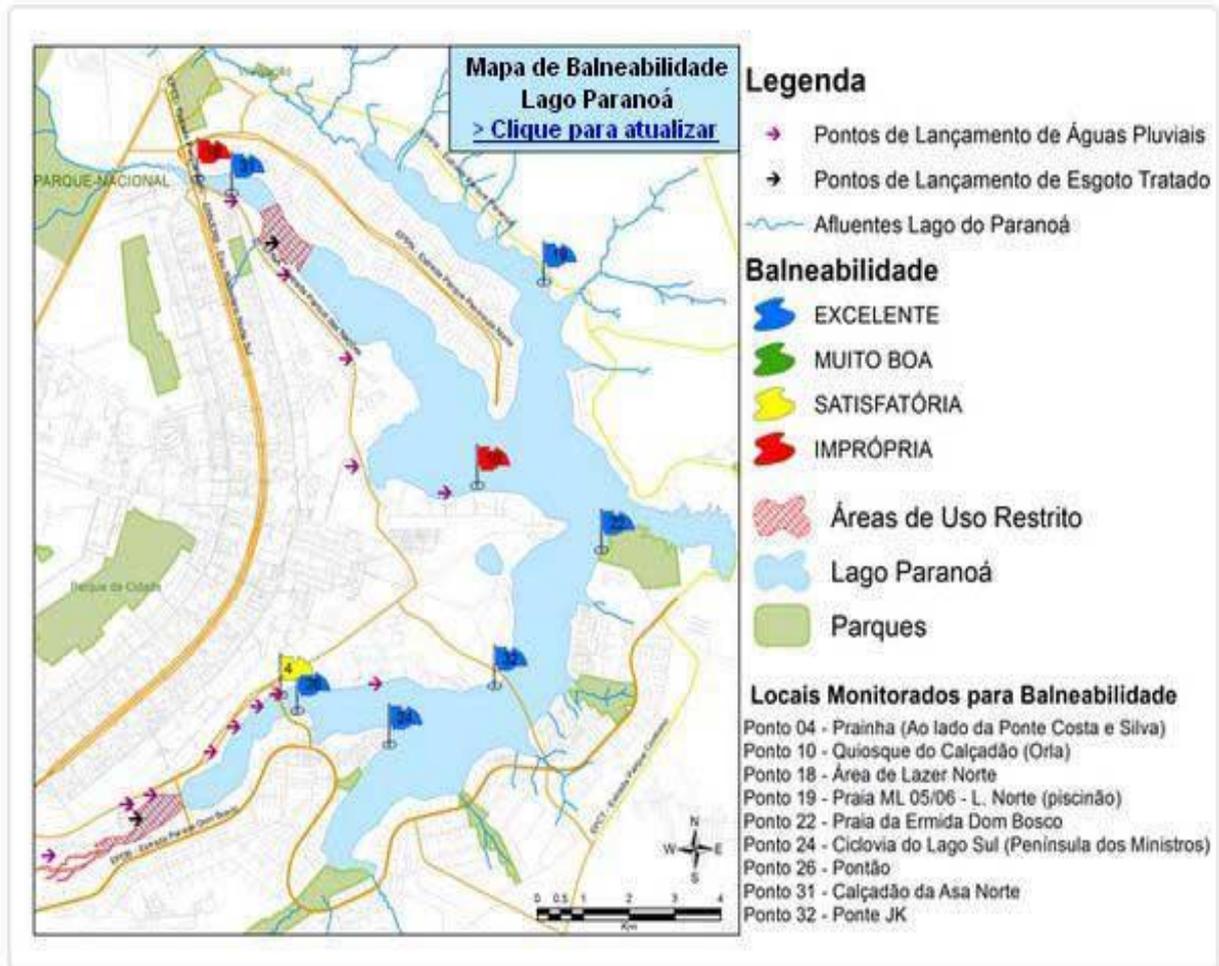
35 RELAÇÃO DE FREQUÊNCIA DOS HABITUADOS

Antes de realizar o ato de coletar amostras no Lago Paranoá, foi efetuada a pesquisa a respeito sobre onde estão os lugares mais apropriados a isso. Segundo as próprias fontes de estudo, existe uma categorização típica para relacionar a quantidade de bactérias coliforme com o espaço de convívio em áreas de banho e lazer aquático. Nessa situação, o intuito principal é de aproveitar as informações divulgadas pelo site oficial da CAESB (2019b) para pegar uma porção dessas águas em diferentes posicionamentos, principalmente onde existe alto fluxo de pessoas.

A respeito do assunto, verificam-se resultados que sinalizam a característica de acessibilidade. No mapa ilustrado, sinalizações coloridas são encontradas para distinguir a catalogação nas áreas enquadradas. A Figura 29 é o mapa mais atual da apresentação de

balneabilidade do lago junto com a legenda ao lado.

Figura 29 – Mapa de Balneabilidade com Legenda



Fonte: (WBRASILIA.COM, 2019)

Em concordância com a próxima figura, os lugares notáveis em destaque com grande movimentação são os seguintes: Gilberto Salomão; Prainha ou Pier 21; QL 14; Pontão do Lago Sul; Iate Clube; Palácio da Alvorada; Ermida Dom Bosco; Barragem do Paranoá; ML 12; Pontão do Lago Sul; Clube do Congresso; ML 7 e Calçadão da Asa Norte. Embora haja outros vinte pontos de coleta pela CAESB, as outras doze posições são pontos consideráveis para a coleta de água pela transitabilidade e por alguns pontos conterem esgotos próximos às coordenadas. Para melhor identificar cada região, a Figura 30 mostra todos os pontos de frequentações possíveis em amarelo, principalmente onde há acesso ao Lago Paranoá, além de destacar também as regiões em cinza de Brasília para melhor identificação de localidade e as regiões em branco para outras cidades satélites ou outros pontos importantes.

Figura 30 – Pontos de Freqüentações Populares



Fonte: (WBRASILIA.COM, 2019)

A partir de toda a teoria e fatos o que foram expostos até aqui, os capítulos posteriores mostrarão o desenvolvimento da parte física do trabalho, juntamente com as abordagens conceituais. Destarte, o trabalho de conclusão do curso apresentará o funcionamento do protótipo e as explicações dos resultados, baseadas nos conceitos inicialmente apresentados.

4 MODELO PROPOSTO PARA O SENSOR DE QUALIDADE DE ÁGUA

Fundamentado na concepção de projetar um protótipo de sensor multifuncional com qualidade e melhor custo-benefício, o projeto promove também um incentivo ao tratar o problema sócio ecológico através da análise da água local. Neste capítulo, os sistemas comunicativos de medição de pH, turbidez e temperatura serão retratados a partir da apresentação descritiva compreensível, até a verificação analítica das respostas.

4.1 ESQUEMA INTEGRAL DO TRABALHO

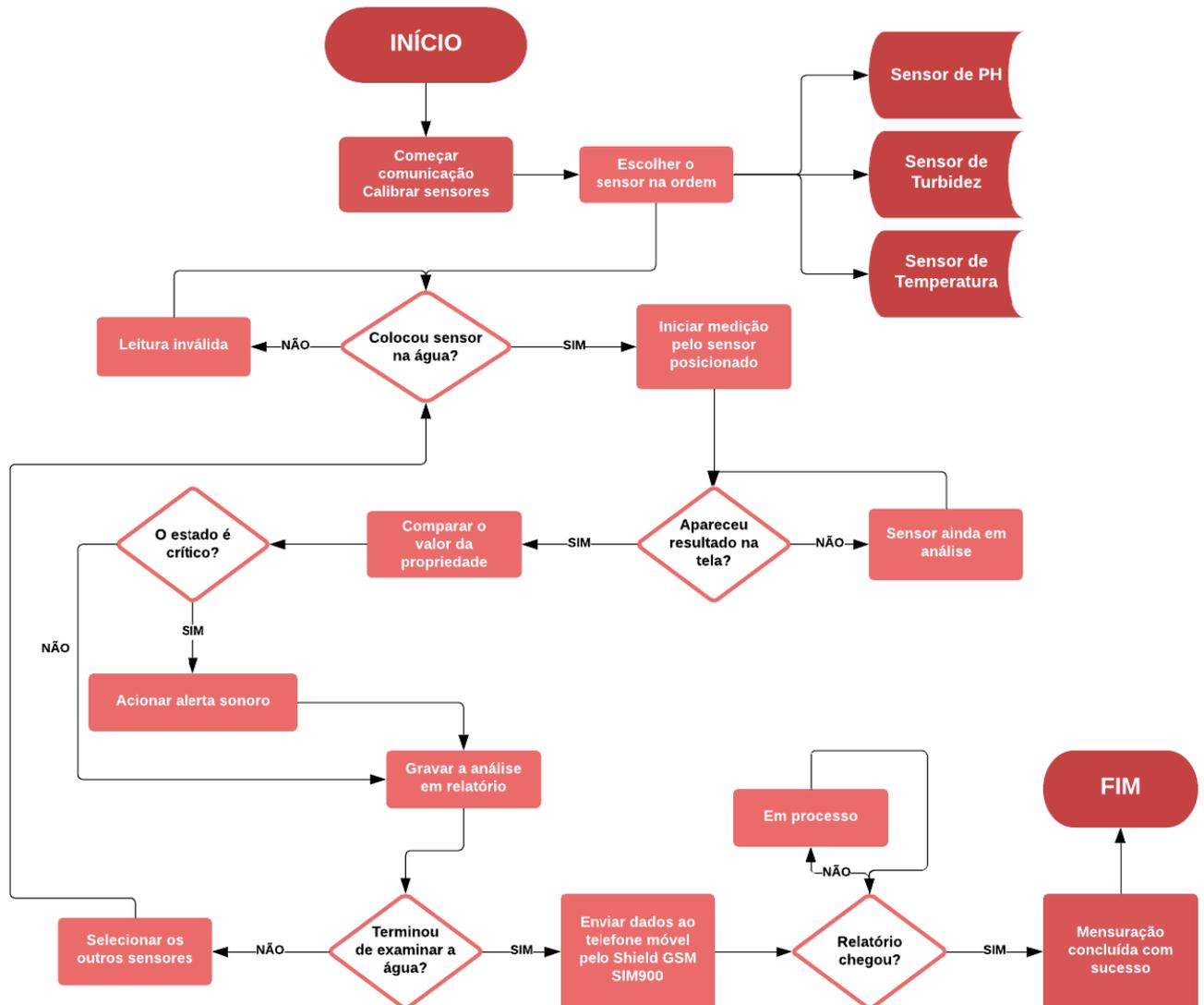
Primordialmente, todos os conceitos citados nas seções anteriores foram utilizados diretamente no procedimento físico ou indiretamente quando há imprescindibilidade de enriquecer o conteúdo. No início do projeto, os eletrônicos abordados na seção 2.7.2 são os que impulsionam o funcionamento completo do projeto. Além disso, os outros componentes da seção 2.7.3 estão materialmente ligados em seus respectivos espaços, onde todos os hardwares, incluindo o Arduino Mega Board da seção 2.7.1, estão programados pelo próprio software (seção 2.8.1).

Com suporte no tema fundamental do projeto e na localidade de vivência, o Lago Paranoá foi uma referência escolhida para ser a apresentação do problema na seção 3, porque é perceptível a presença de esgoto e lixo. Os tópicos dos dois tipos de poluição estão evidenciados nas seções 3.1.1 e 3.1.2, no lugar em que as características gerais são destacadas, enquanto as seções 3.2 e 3.3 relacionam as poluições não naturais com as consequências ambientais e de saúde provocadas por estes despejos inadequados. Adicionalmente, a origem do incentivo construtivo e as peculiaridades do lago estão situados nas seções 2.6.1 e 2.6.2, respectivamente, pelo motivo de explicar a importância dos valores histórico e de território sobre o problema socioambiental, o qual poderia acontecer em qualquer região.

Portanto, para o projeto de sensor obter sucesso no resultado de avaliação das propriedades, existem estágios previamente diagramados no intuito de auxiliarem o procedimento correto, desde o princípio até o fim. Assim, as etapas estão organizadas de acordo com a Figura 31, a seguir. Como pode ser visualizado, não existem etapas de erros por causa dos inúmeros testes feitos no sensor multifuncional arquitetado e dessa forma, a condição de falha foi desconsiderada na programação do projeto.

Figura 31 – Fluxograma do Sensor de Qualidade de Água
**Fluxograma do Sensor de
 Qualidade da Água**

Ana Luiza Correia de Godoy



Fonte: Autora

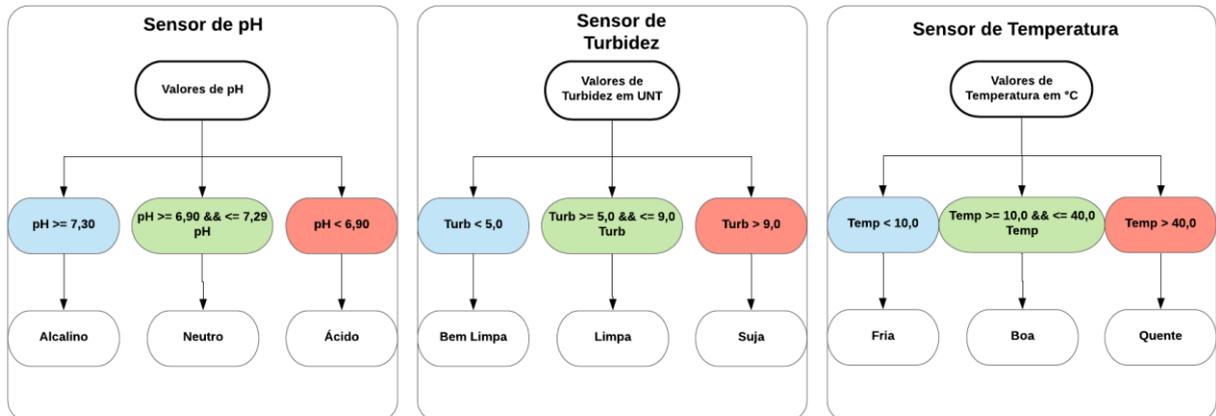
A Figura 32 representa a situação dos alertas de acordo com seus valores calculados nos sensores. Primeiramente, os significados dos números de cada uma das três propriedades estão localizados nas seções 3.1 e 3.5.1, onde se encontram os limites de medição para a qualidade de água. No diagrama produzido, as cores da segunda linha estão relacionadas com o cenário característico e a luz colorida produzida pelo LED RGB, em que o vermelho expressa um resultado insatisfatório, o verde é a estabilidade e o azul é um resultado superior, exceto na

temperatura considerada fria, mas essa tonalidade corresponde ao contexto. Então, o usuário consegue interpretar o alerta luminoso em conjunto com o pequeno monitor.

Figura 32 – Diagrama de Situação dos LEDs RGB

Diagrama de Cada Propriedade

Ana Luiza Correia de Godoy



Fonte: Autora

Embora a escala geral possa ponderar valores inteiros e destacar o valor 7 como neutro para o potencial de hidrogênio, levaram-se em consideração as casas decimais próximas, as estimadas pelo sensor, com a finalidade de verificar o número calculado automaticamente e, com mais precisão, considerando que as águas coletadas podem não apresentar tanta diferenciação entre elas pelo fato de terem sido pegadas no mesmo local (Lago Paranoá). Além disso, o kit de teste de pH também adota o mesmo método de avaliar o valor entre os números 6,2 a 7,5 para atestar a condição da água por cores, a qual será demonstrada posteriormente.

42 DESCRIÇÃO DOS ESTÁGIOS DE PROCESSAMENTO

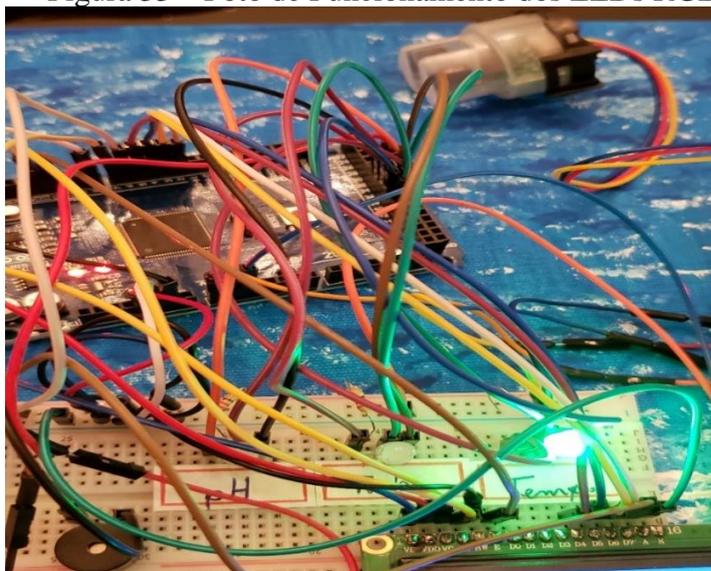
Com o planejamento para que o protótipo pudesse apresentar bom desenvolvimento do início ao fim, a divisão em etapas foi necessária conforme esclarecido anteriormente. Apoiada na apresentação técnica inicial, esta seção conduz em detalhes como a parte técnica funciona na prática. Os resultados submetidos atendem às condições da água como foram detalhados no capítulo 2.

No começo do andamento do protótipo, é necessário ativar a comunicação e calibrar os três sensores, antes de prosseguir com o processo de mensuração, sendo que os respectivos equipamentos fazem isso automaticamente. Depois dessa etapa, um sensor de cada vez é

submetido na água, em razão do Arduino estar programado para captar uma propriedade por vez, na sequência planejada. Todavia, é obrigatório o uso de luvas descritas na seção 2.5.1.1 até mesmo durante o procedimento de posicionar o sensor na água, pois isso impede o contato com marcas de dedos e impureza externa no equipamento.

Outrossim, pelo fato de haver três sensores inerentes ao Arduino, a implantação de três luzes na protoboard foi necessária para diferenciar a circunstância de cada sensor. A ordem das iluminações está estabelecida de acordo com a colocação dos sensores conectados na protoboard, os quais foram colocados na mesma ordem da estrutura explicativa do projeto. Dessa maneira, durante a manipulação do sensor selecionado, o LED RGB acenderá assim que o sensor tiver feito a mensuração, mas a cor da luz determinará juntamente com o display LCD a real situação como descrita no diagrama da imagem anterior. O exemplar da aplicação está exposto abaixo, na Figura 33, quando o teste com a pia da água deu início.

Figura 33 – Foto de Funcionamento dos LEDs RGB



Fonte: Autora

A partir do momento de posicionar o componente sensível, ele próprio calculará a propriedade, de modo a evitar que o usuário não o retire antes do tempo. A tela de display LCD mostrará o estado do processo escrito nas linhas e colunas. Quando o pequeno monitor apresentar o valor numérico e a condição atual da propriedade, o sinal daquela mensuração estará concluída (Figura 34). Com base nisso, a circunstância dos atributos para análise é evidenciada no projeto com intenção de esclarecer o resultado ao usuário que pode ou não compreender a consequência do valor de pH, turbidez e/ou temperatura na água.

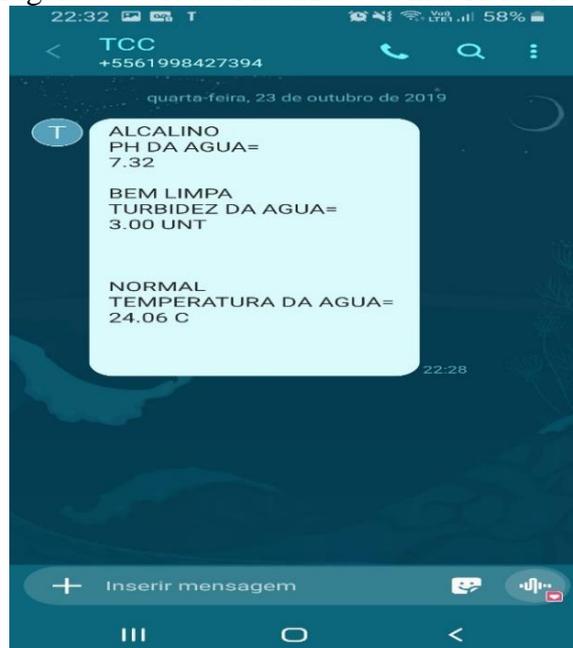
Figura 34 – Exemplo de Mensuração no Display LCD



Fonte: Autora

Após completar a medição com os três sensores pelo mesmo processo, dirige-se para a etapa final, onde tudo será emitido para o *smartphone* por interveio do *shield* GSM SIM900, item da seção 2.7.3.1. Assim que o relatório chegar, a metodologia de analisar a qualidade da água por sensores típicos e acoplados do Arduino estará finalizada. A Figura 35 mostra o primeiro exemplar de SMS enviado com sucesso no *smartphone* pessoal.

Figura 35 – Teste Finalizado com o Relatório em SMS



Fonte: Autora

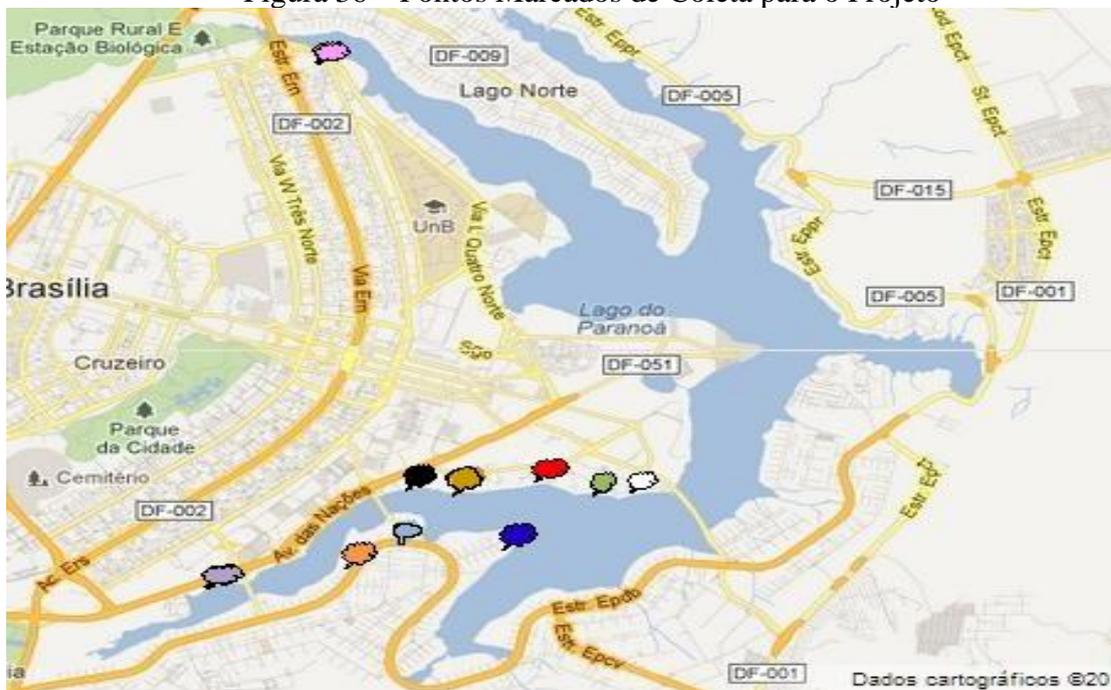
Aliás, como visualizado nas fotos tiradas (Figuras 33 e 34), existe uma tela de pintura de formato retangular com o propósito de servir de apoio para carregar o protótipo físico, de modo a não permitir que se toque diretamente nos componentes. Assim, a integridade dos componentes é conservada, e isso impede que possíveis se estabeleçam quando houve deslocamento do protótipo. Ademais, a aparência de cor azul com efeitos de ondas é em razão de personificar o trabalho com o tipo de sensor planejado à semelhança da água.

43 ANÁLISE DE RESPOSTAS

4.3.1 Respostas das Amostras

No decorrer das mensurações, as respostas por coleta de pequena quantidade de água do Lago Paranoá foram obtidas com resultados coerentes à situação apresentada. A partir disso, várias amostras foram recolhidas em diferentes pontos do lago, visto que a intenção de medir o fluido de diferentes lugares do lago, legitima a situação negativa da qualidade de água. Antes de expor a tabela e as imagens capturadas das porções de água, a Figura 36 (BLOG CAMISAS E MANIAS, 2012) abaixo indica o mapa do Lago Paranoá alterado, onde cada marca colorida é o local de coleta.

Figura 36 – Pontos Marcados de Coleta para o Projeto



Fonte: (GRIFO NOSSO, 2019)

Do mesmo jeito que houve precaução em obter as amostras nas suas respectivas localizações, o uso de pequenas garrafas plásticas novas foi necessário, a fim de manter a integridade da água, tal como a vestimenta de luvas de borracha no instante da coleta da água. A Figura 37 contém as botijas cheias, com as etiquetas e as tampas coloridas, as quais correspondem com a mesma cor do mapa, além de etiquetas identificadas para distinguirem o local de coleta sem precisar consultar o mapa dos pontos marcados.

Figura 37 – Garrafas Plásticas com Tampas Coloridas



Fonte: Autora

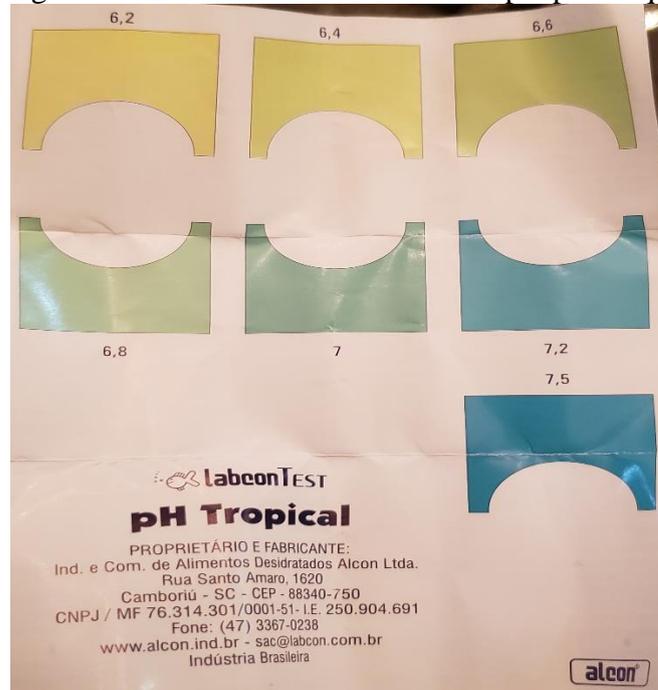
4.3.2 Respostas do Laboratório

Pretendendo certificar que os valores de pH e temperatura sejam congruentes com os resultados dos sensores do Arduino, obteve-se acesso ao laboratório da Faculdade de Ciências da Educação e Saúde (FACES) para a realização de experimentos sobre as mesmas amostras coletadas do lago. Embora haja também a propriedade de turbidez, não foi possível comensurá-la porque o instrumento de medida não estava disponível no estúdio laboratorial ou no mercado facilmente, mas o sensor adquirido por compra garante o valor correto.

Durante a manipulação manual, o kit de teste de pH do aquário e um termômetro foram utilizados no procedimento e com fundamento nisso, houve registro das soluções. Para a avaliação de pH, as amostras de água foram retiradas das garrafas em pequena quantidade, de modo a colocá-las em tubos de ensaio e depois adicionar as gotas do produto para mudar a cor do fluido. As garrafas permaneceram armazenadas em ambiente similar ao lago, conservando

assim a temperatura natural da água para não haver alterações de valor. Por conseguinte, há uma tabela de cores que veio em conjunto com o kit para consultar o valor de pH pela cor, como mostrado na Figura 38.

Figura 38 – Tabela de Cores do Kit de pH para Aquário



Fonte: Autora

5 APLICAÇÃO PRÁTICA DO MODELO PROPOSTO

O assunto desse capítulo, contenderá os resultados dos testes efetuados com o protótipo elaborado e os materiais ordinários de medição no laboratório. Destarte, cada análise será aprofundada com base na situação do lago e qual a consequência disso para todo o ecossistema, como já foi referido anteriormente. Um esclarecimento também será efetuado sobre as contrariedades identificadas na aplicação prática. Antes de tudo, serão citadas zonas exemplares de aproveitamento do modelo proposto.

5.1 ÁREA DE APLICAÇÃO DO MODELO

O sensor multifuncional projetado para analisar o estado atual da água pode ser aplicado em qualquer requisito a fim de saber se aquele fluido é consumível ou não. Entre as áreas admissíveis, é possível testar a água doce com os três sensores nos seguintes setores de necessidade do fluido:

- a) Consumo humano, uma necessidade de todas as pessoas para manter o corpo hidratado, o funcionamento do metabolismo, o transporte de oxigênio e sais minerais na corrente sanguínea e entre outras atividades internas do organismo. Segundo as múltiplas fontes de pesquisa, os valores ideais são: 9 a 10 de pH (ACQUALIVE GROUP, 2019); 5 UNT (SABESP, 2019); a temperatura depende da época estacional (INSAIDE VIEW, 2011).
- b) Irrigação, uma atividade essencial para criar hortaliças e frutíferas, desde o momento de plantio até a colheita. Os valores certos para garantir frutas e hortaliças saudáveis são: pH neutro ou valor 7 (EMBRAPA, 2010); turbidez igual ou menor de 40 UNT, sem necessidade de tratamento, ou 100 UNT com tratamento para consumo (CONAMA, p. 7 e 10, 2005); a temperatura ideal da água é aquela natural do ambiente (EMBRAPA, 2010).
- c) Piscicultura, um cultivo técnico de peixes para fins econômicos de consumo no mercado. Os valores corretos para produzir a criação destes animais são: 7 a 8 de pH (TREVISAN, 2017); turbidez não especificada, mas quanto maior for o UNT, menos adequada é a criação de peixe pela dificuldade de

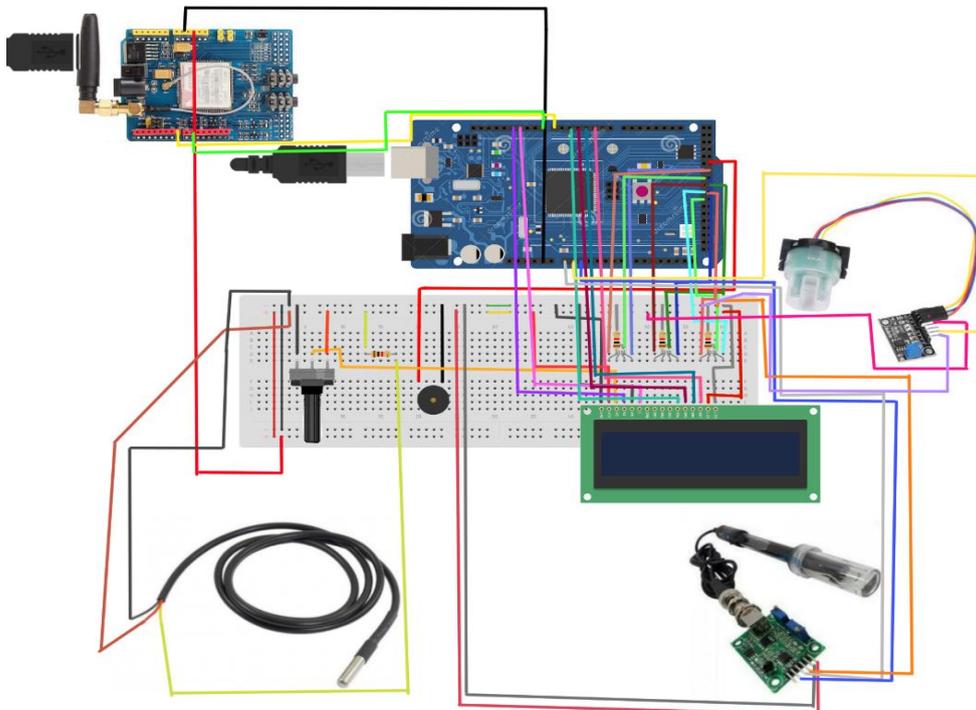
passagem de luz, mas segundo a UFRJ (2019), os limites variam entre 10 a 40 UNT; a temperatura depende da espécie de peixe na área sazonal.

52 DESCRIÇÃO DA EXECUÇÃO DO PROTÓTIPO

Em testemunho da prestabilidade, o projeto feito com o microcontrolador e o *shield* GSM SIM900 são acionados com fonte externa de energia pelo cabo USB plugado no Arduino, podendo ser conectados por uma tomada ou em qualquer aparelho eletrônico com mesma entrada, como o computador. Depois de ligar o protótipo, ele funciona de modo semelhante a um produto de sensor multifuncional de mercado, o qual aguarda um instante de tempo para avaliar a água em contato.

A Figura 39, editada no programa *Clip Studio Pro Paint*, simula o circuito referente à medição das amostras, o qual está conectado na protoboard, onde o potenciômetro de 100K Ω está acionado com o display LCD, enquanto os LEDs RGB estão conectados cada um, com os resistores de 220 Ω , nas suas respectivas portas analógicas. O *buzzer* está ligado diretamente na porta 31 do Arduino, porque não foi preciso ajuste no volume do som, uma vez que os sensores estão acoplados com o sinal sonoro, e o barulho alerta o usuário da situação corrente.

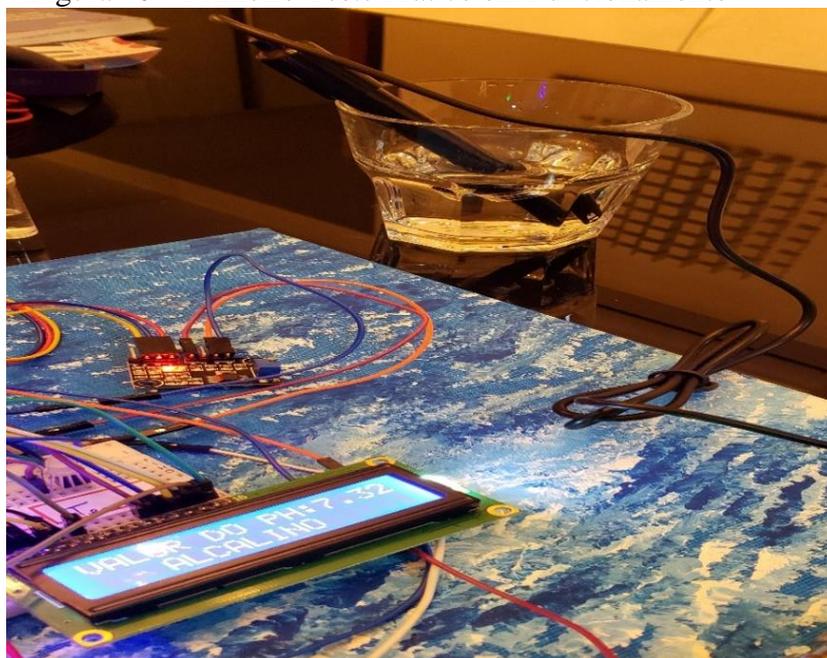
Figura 39 – Circuito Desenhado



Fonte: Autora

Dessa forma, todos os sensores e periféricos interligados são designados para projetos de Arduino ou até Raspberry PI, o que justifica o retorno harmônico quando a programação e toda a parte física estão associadas corretamente. Não obstante, antes de colocar o modelo oferecido em prática com as águas do Lago Paranoá, ele foi testado primeiro com água filtrada residencial potável. Apesar do fluido residencial não apresentar nenhum desequilíbrio em suas três propriedades, isso se mostrou imprescindível para testar tudo o que foi produzido até então. Quando o projeto retornou um feedback positivo, a consequência do experimento apresentou valores coerentes à situação no display LCD, em SMS e no computador (Figura 40).

Figura 40 – Primeiro Teste Prático em Funcionamento



Fonte: Autora

Posteriormente à verificação, a coleta de água do lago foi efetuada nos pontos indicados do mapa da seção 4.3.1, em que depois de recolher todas as amostras, a mensuração foi feita em domicílio para evitar qualquer imprecisão com os sensores ou com o circuito do protótipo, mesmo com a superfície personalizada de tela azul embaixo do protótipo. No momento de organizar o procedimento, observaram os critérios como uso de luvas e a limpeza, com um papel absorvente macio, sobre os componentes sensoriais, a cada uso e na conclusão de cada metodologia de mensuração. Os relatórios enviados por conexão sem fio foram salvos

no *smartphone* com o objetivo de exibir o êxito do trabalho.

Ainda, sobre a descrição do protótipo em funcionamento, a efetivação do programa no Arduino IDE foi realizável graças às referências pesquisadas de como funciona cada sensor em suas respectivas programações, pois cada um apresenta um caso exclusivo de dados e de biblioteca.

Primeiramente, para o PH Eletrodo e o módulo PH4502C, a busca de como implantar os códigos específicos foi laboriosa devido à maioria das referências de programação ser direcionada ao kit sensor de pH da *Atlas Scientific*, e um outro sensor com dispositivo vermelho, tendo a mesma função do exemplar do projeto. Conquanto, o auxílio esquemático do módulo e parte do programa foi encontrado no documento internacional do site “usinainfo” (USINAINFO, 2019a) no idioma inglês, no qual cada porta com as siglas é explicada detalhadamente e o programa índice está escrito assim:

Offset sketch

```
void setup() {
// initialize serial communication at 9600 bits per second:
Serial.begin(9600);
}
// the loop routine runs over and over showing the voltage on A0
void loop() {
// read the input on analog pin 0: int sensorValue = analogRead(A0);
// Convert the analog reading (which goes from 0 - 1023) to a voltage (0 - 5V):
float voltage = sensorValue * (5.0 / 1023.0);
// print out the value you read: Serial.println(voltage);
delay(300);
}
```

PH measurement sketch

```
float calibration = 0.00;
//change this value to calibrate
const int analogInPin = A0;
int sensorValue = 0;
unsigned long int avgValue;
float b;
int buf[10],temp;
void setup() {
Serial.begin(9600);
}
void loop() {
for(int i=0;ibuf[j])
{
temp=buf[i]; buf[i]=buf[j]; buf[j]=temp;
```

```

} } }
avgValue=0;
for(int i=2;i < 8; i++)
avgValue+=buf[i];
float pHVol=(float)avgValue*5.0/1024/6;
float pHValue = -5.70 * pHVol + calibration;
Serial.print("sensor = ");
Serial.println(pHValue);
delay(500);
}

```

A partir das orientações, contemplam-se o deslocamento e a medição de pH para o funcionamento dos dispositivos, até mesmo para a conversão analógica em voltagem, a fim de obter o valor do parâmetro.

Sobre o sensor de turbidez, o site “electro schematics” (HAREENDRAN, 2019) exhibe internamente a atividade do aparelho, na língua inglês também, juntamente com a programação, e sobretudo, com a conversão necessária. Então, o programa que ajudou no desempenho do protótipo é retratado desse jeito:

```

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  int sensorValue = analogRead(A1);
  float voltage = sensorValue * (5.0 / 1024.0);

  Serial.println ("Sensor Output (V):");
  Serial.println (voltage);
  Serial.println();
  delay(1000);
}

```

Já a procura de como funciona o sensor de temperatura do modelo DS18B20 foi encontrada no site “filipeflop” (THOMSEN, 2015) com imagem e programa descritivo para Arduino UNO. A partir da investigação, os *downloads* das bibliotecas “OneWire.h” e “DallasTemperature.h” foram essenciais para extraírem os dados. O roteiro auxiliou para a adaptação certa no programa do protótipo. O código original da fonte é descrito assim:

```

// Programa : Sensor de temperatura DS18B20
// Autor : FILIPEFLOP

#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <LiquidCrystal.h>

// Porta do pino de sinal do DS18B20
#define ONE_WIRE_BUS 3

// Define uma instancia do oneWire para comunicacao com o sensor
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);

// Armazena temperaturas minima e maxima
float tempMin = 999;
float tempMax = 0;

DallasTemperature sensors(&oneWire);
DeviceAddress sensor1;

// Inicializa o LCD
LiquidCrystal lcd(12, 11, 7, 6, 5, 4);

void setup(void)
{
  Serial.begin(9600);
  sensors.begin();
  // Localiza e mostra enderecos dos sensores
  Serial.println("Localizando sensores DS18B20...");
  Serial.print("Foram encontrados ");
  Serial.print(sensors.getDeviceCount(), DEC);
  Serial.println(" sensores.");
  if (!sensors.getAddress(sensor1, 0))
    Serial.println("Sensores nao encontrados !");
  // Mostra o endereco do sensor encontrado no barramento
  Serial.print("Endereco sensor: ");
  mostra_endereco_sensor(sensor1);
  Serial.println();
  Serial.println();
  lcd.begin(16, 2);
}

void mostra_endereco_sensor(DeviceAddress deviceAddress)
{
  for (uint8_t i = 0; i < 8; i++)
  {

```

```
// Adiciona zeros se necessário
if (deviceAddress[i] < 16) Serial.print("0");
Serial.print(deviceAddress[i], HEX);
}
}

void loop()
{
// Le a informacao do sensor
sensors.requestTemperatures();
float tempC = sensors.getTempC(sensor1);
// Atualiza temperaturas minima e maxima
if (tempC < tempMin)
{
tempMin = tempC;
}
if (tempC > tempMax)
{
tempMax = tempC;
}
// Mostra dados no serial monitor
Serial.print("Temp C: ");
Serial.print(tempC);
Serial.print(" Min : ");
Serial.print(tempMin);
Serial.print(" Max : ");
Serial.println(tempMax);

// Mostra dados no LCD
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Temp.:  ");
//Simbolo grau
lcd.write(223);
lcd.print("C");
lcd.setCursor(7,0);
lcd.print(tempC);
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("L: ");
lcd.setCursor(3,1);
lcd.print(tempMin,1);
lcd.setCursor(8,1);
lcd.print("H: ");
lcd.setCursor(11,1);
lcd.print(tempMax,1);
delay(3000);
}
```

Por último, referências à programação do *shield* GSM foi encontrada para o módulo aparentado em conjunto com uma imagem esclarecedora dos pontos de conexão em inglês no site “stackexchange” (AVELINO, 2015). Na página online, o autor do código esclarece a biblioteca “SoftwareSerial.h” e também onde as portas de transmissão e recepção estarão conectadas no Arduino e assim, o roteiro para o componente operar o envio de SMS é retratado como:

```
#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial GPRS(7, 8);    //7 = TX, 8 = RX
unsigned char buffer[64]; port
int count=0;
int i = 1;                    //if i = 0, send SMS.
void setup(){
  //delay(10000);
  GPRS.begin(19200);         // the GPRS baud rate
  Serial.begin(19200);       // the Serial port of Arduino baud rate.
  Serial.print("I'm ready");
  Serial.print("Hello?");
}

void loop(){
  if (GPRS.available()){    // if data is coming from softwareserial port ==> data is
  coming from gprs shield

    while(GPRS.available()){ // reading data into char array
      buffer[count++]=GPRS.read(); // writing data into array
      if(count == 64)break;
    }
    Serial.write(buffer,count); // if no data transmission ends, write buffer to hardware
  serial port
    clearBufferArray();       // call clearBufferArray function to clear the stored data from
  the array
    count = 0;                // set counter of while loop to zero
  }

  if (Serial.available())    // if data is available on hardwareserial port ==> data is
  coming from PC or notebook
    GPRS.write(Serial.read()); // write it to the GPRS shield
  if(i == 0){
    GPRS.print("AT+CMGF=1\r"); //sending SMS in text mode
    Serial.println("AT+CMGF=1\r");
    delay(1000);
    GPRS.print("AT+CMGS=\"+554988063979\r"); // phone number
    Serial.println("AT+CMGS=\"+554988063979\r");
  }
}
```

```
delay(1000);
GPRS.print("Test\r"); // message
Serial.println("Test\r");
delay(1000);
GPRS.write(0x1A); //send a Ctrl+Z(end of the message)
delay(1000);
Serial.println("SMS sent successfully");
i++;
}
}

void clearBufferArray(){           // function to clear buffer array
  for (int i=0; i<count;i++){
    buffer[i]=NULL;               // clear all index of array with command NULL
  }
}
```

53 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO PROJETO

Os resultados adquiridos da aplicação do projeto são referentes à seção 4.3, onde há apresentação de dois tipos de respostas válidas ao objetivo principal de assegurar a boa ou a má qualidade de água do Lago Paranoá. De modo a examinar todas as coletas feitas, os subtópicos, a seguir dispõem de tabelas com todos os valores obtidos para compará-los com os números oficiais de cada propriedade.

5.3.1 Respostas das Amostras

Como mencionado e mostrado previamente, a primeira amostra foi a água filtrada da pia domiciliar. Após essa verificação, as águas do lago foram as referenciais para discutir o principal assunto de analisar a qualidade da água pelo protótipo. A Tabela 7, a seguir, evidencia cada amostra discriminadamente para depois explicar cada situação semelhante, de acordo com suas características. Ademais, as amostras foram coletadas na segunda-feira, dia 28/10/2019, um dia depois que os frequentadores aproveitaram seu final de semana em suas respectivas localizações.

Tabela 7 – Dados Medidos pelo Projeto

Garrafa	Localização	Propriedade	Valor	Situação
Água da pia	Residencial	pH	7,80	Alcalino
		Turbidez	3,0 UNT	Bem Limpa
		Temperatura	24,06°C	Normal
	Clube Cota Mil	pH	7,26	Neutro
		Turbidez	4,0 UNT	Bem Limpa
		Temperatura	27,06°C	Normal
	Pontão Lago Sul	pH	7,22	Neutro
		Turbidez	5,0 UNT	Limpa
		Temperatura	27,56°C	Normal
	Ponte JK	pH	7,28	Neutro
		Turbidez	3,0 UNT	Bem Limpa
		Temperatura	27,42°C	Normal
	Calçadão Asa Norte	pH	6,89	Ácido
		Turbidez	9,0 UNT	Suja
		Temperatura	29,37°C	Normal
	Academia Bodytech	pH	7,26	Neutro
		Turbidez	3,0 UNT	Limpa
		Temperatura	27,87°C	Normal

	Ponte Costa e Silva	pH	7,29	Neutro
		Turbidez	3,0 UNT	Bem Limpa
		Temperatura	28,69°C	Normal
	Calçadão Lago Sul	pH	6,86	Ácido
		Turbidez	9,0 UNT	Suja
		Temperatura	29,69°C	Normal
	Parque Ecológico Península Sul	pH	7,28	Neutro
		Turbidez	6,0 UNT	Limpa
		Temperatura	27,81°C	Normal
	Clube Monte Líbano	pH	7,33	Neutro
		Turbidez	4,0 UNT	Limpa
		Temperatura	28,37°C	Normal
	Prainha/Pier 21	pH	6,89	Ácido
		Turbidez	9,0 UNT	Suja
		Temperatura	29,00°C	Normal

Fonte: Autora

Conforme os números de cada origem da água, há anomalias de valores referentes ao pH e à turbidez da água em alguns pontos do lago de Brasília. Conquanto, antes de entrar em detalhes sobre cada caso, é importante ressaltar que os valores normais de um lago deveriam ser 7 a 8 para pH (GOVERNO DE SÃO PAULO, 2019), 5 UNT para turbidez se for considerar água potável (UFRJ, 2019) e a até 40°C de temperatura (CAESB, 2019a).

Como já esclarecido anteriormente, os resultados das 10 amostras colhidas não apresentam tanta distinção porque todas as águas das garrafas são do mesmo lago, exceto aquelas onde há grande acúmulo de lixo e dejetos. Sobre isso, os locais das coletas foram: Calçadão Asa Norte, Calçadão Lago Sul e Prainha/Pier 21, que apresentam dados preocupantes, visto que bastante impurezas visíveis foram encontradas nesses lugares. O fato do protótipo ter detectado: pH ácido, turbidez alta e temperatura um pouco fora do comum, são fatores evidentes de atividade de eutrofização cultural por causa da poluição por lixo e esgoto, como já foram anteriormente explicados.

Os outros lugares restantes de frequência apresentam resultados de pH neutro quase alcalino, com turbidez bem limpa ou limpa e temperatura numa faixa boa. De acordo com a Figura 29, esses valores correspondem a locais de boa balneabilidade, ou seja, os banhistas não

correm riscos de contrair doenças, ao contrário do Calçadão Asa Norte, do Calçadão Lago Sul e da Prainha/Pier 21. De modo a comprovar os valores de alguns dos lugares, as Figuras 41 e 42 mostram, respectivamente, a situação das redondezas da Ponte JK e da Prainha/Pier 21, a fim de comparar, visualmente, duas situações totalmente diferentes do mesmo lago.

Figura 41 – Foto de Registro Ponte JK



Fonte: Autora

Figura 42 – Foto de Registro Prainha/Pier 21



Fonte: Autora

5.3.2 Respostas do Laboratório

No decorrer dos experimentos realizados em laboratório, sobre as amostras nos tubos de ensaio, as cores de pH e as marcas do termômetro tiveram resultados similares aos obtidos no projeto com o sensor conectado ao microcontrolador. Conclui-se, então, a eficiência do projeto do TCC sobre o estudo teórico categorizado. Seguem abaixo os instantes de registros de laboratório na Figura 43, na Tabela 8 e no Gráfico 1.

Figura 43 – Tubos de Ensaio com Testes Diluídos de pH



Fonte: Autora

De modo a manter a integridade dos parâmetros, como foi feita na mensuração com o protótipo de sensor multifuncional, o pH e a temperatura foram medidos no mesmo dia em que foram colhidos, ou seja, são as mesmas águas para ambos os testes.

Tabela 8 – Resultados do Laboratório 9407

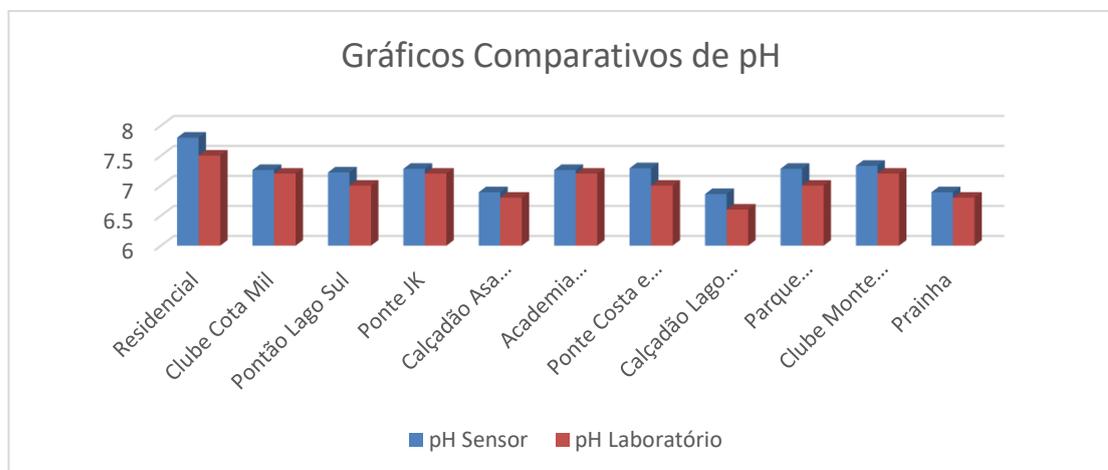
Garrafa	Localização	Propriedade	Valor	Situação
Água da pia	Residencial	pH	7,5	Alcalino
		Temperatura	25°C	Normal
🔴	Clube Cota Mil	pH	7,2	Alcalino
		Temperatura	27°C	Normal
💧	Pontão Lago Sul	pH	7	Neutro
		Temperatura	27°C	Normal
👉	Ponte JK	pH	7,2	Alcalino
		Temperatura	27°C	Normal

👉	Calçadão Asa Norte	pH	6,8	Ácido
		Temperatura	29°C	Normal
👇	Academia <i>Bodytech</i>	pH	7,2	Alcalino
		Temperatura	26°C	Normal
👉	Ponte Costa e Silva	pH	7	Neutro
		Temperatura	28°C	Normal
👇	Calçadão Lago Sul	pH	6,6	Ácido
		Temperatura	28°C	Normal
👉	Parque Ecológico Península Sul	pH	7	Neutro
		Temperatura	26°C	Normal
👇	Clube Monte Líbano	pH	7,2	Alcalino
		Temperatura	27°C	Normal
👉	Prainha/Pier 21	pH	6,8	Ácido
		Temperatura	29°C	Normal

Fonte: Autora

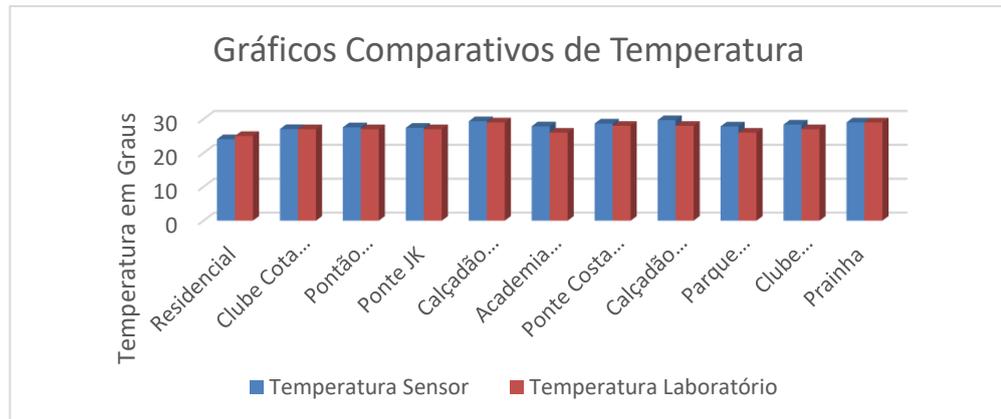
No final, o gráfico produzido na ferramenta Excel exibe todos os resultados obtidos das propriedades de pH e de temperatura nos testes de sensor e de laboratório. Essa apresentação por linhas no gráfico ilustra visualmente que todos os valores estão próximos nas duas experiências, sinalizando que o sensor multifuncional montado é eficiente e garante os números contíguos de medição certa.

Gráfico 1 – Comparação de pH entre Projeto e Laboratório



Fonte: Autora

Gráfico 2 – Comparação de Temperatura entre Projeto e Laboratório



Fonte: Autora

A partir dos valores exibidos nas tabelas 7 e 8, os gráficos 1 e 2 apresentam compatibilidade visual com a eficiência do protótipo arquitetado. Todavia, para certificar metodicamente a relação dos Algarismos, a Equação 4, a que calcula o erro relativo percentual, é composta da seguinte maneira:

$$\text{Erro \%} = \frac{\text{Valor aproximado} - \text{Valor exato}}{\text{Valor exato}} \times 100 \quad (\text{Equação 4})$$

O valor aproximado será considerado o número de medição efetuado no laboratório, ao contrário que valor exato será as mensurações do protótipo. A razão para isso é porque a estimativa do projeto é mais detalhada, enquanto que a do laboratório não é totalmente fundamentável por causa da leitura visual dos testes laboratoriais feita por kit de pH e termômetro, a qual pode variar se não tiver a atenção necessária na hora de julgar o valor, mas durante o procedimento de análise laboratorial, todos os cuidados foram assumidos e as evidências foram expostas por fotos. Assim, a Tabela 9 revela cada taxa de porcentagem de erro entre as amostras nas duas análises.

Tabela 9 – Porcentagem de Erro

Garrafa	Localização	Propriedade	Valor Percentual
Água da pia	Residencial	pH	3,85%
		Temperatura	3,91%
👉	Clube Cota Mil	pH	0,83%
		Temperatura	0,22%
💧	Pontão Lago Sul	pH	0,27%
		Temperatura	2,03%
👉	Ponte JK	pH	1,10%
		Temperatura	1,53%

	Calçadão Asa Norte	pH	1,31%
		Temperatura	1,26%
	Academia <i>Bodytech</i>	pH	0,83%
		Temperatura	6,71%
	Ponte Costa e Silva	pH	3,98%
		Temperatura	2,41%
	Calçadão Lago Sul	pH	3,79%
		Temperatura	5,69%
	Parque Ecológico Península Sul	pH	3,85%
		Temperatura	6,51%
	Clube Monte Líbano	pH	1,77%
		Temperatura	4,83%
	Prainha/Pier 21	pH	1,31%
		Temperatura	0%

Fonte: Autora

54 AVALIAÇÃO GLOBAL DO PROJETO PROPOSTO

Em respeito às orientações e aos problemas retratados nos capítulos 1 e 3 respectivamente, o trabalho de conclusão do curso cumpriu o objetivo integral como previsto. O projeto composto por microcontrolador Arduino é apto a medir satisfatoriamente pH, turbidez e temperatura de uma amostra coletada de água, além de apresentar um diferencial significativo em comparação aos sensores de mercado, ou seja, permitir a programação e a transmissão sem fio de dados acumulados das propriedades para o *smartphone*, o que foi feito como parte integrante deste projeto. Diante disso, a implementação do protótipo possui benefícios de acessibilidade em custo e aos produtos na plataforma, dos quais estão facilmente disponíveis para compra, como pode ser visto nas seções 2.1 e 2.3.

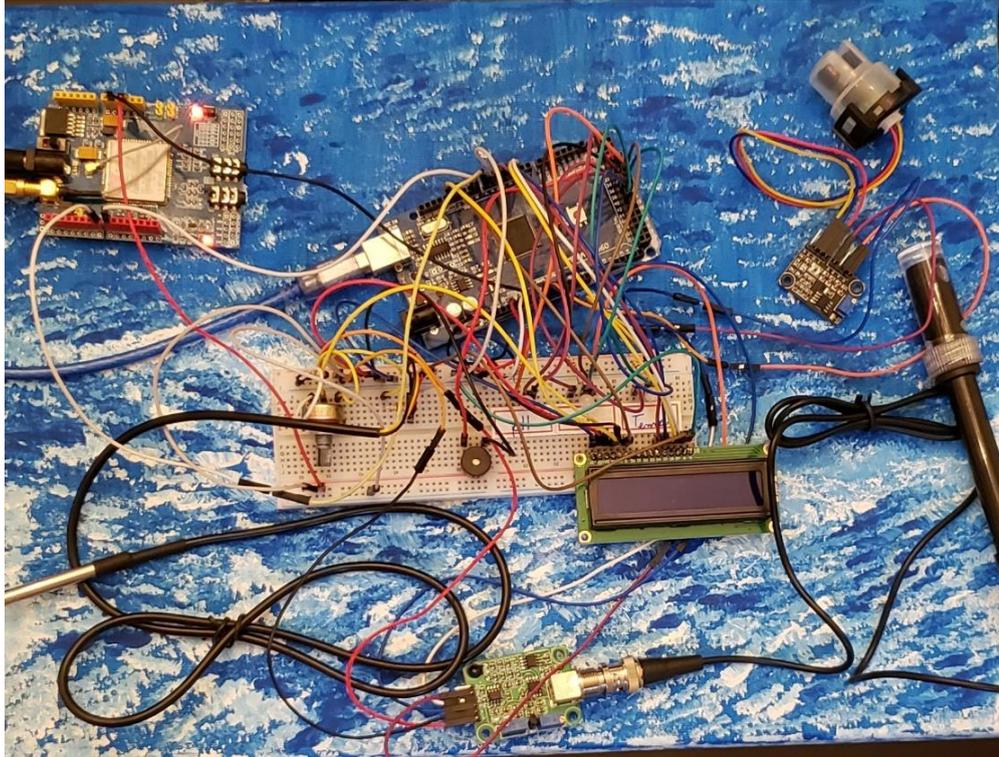
Apesar do protótipo também apresentar uma programação simples no software do Arduino, existem restrições na manipulação física do projeto. Primeiramente, é preciso muito cuidado na hora de operar o trabalho porque há chances de mal contato entre os fios jumpers, em especial a possível retirada deles na protoboard. Outra precaução a ser tomada, seria quanto ao fato de mexer os sensores diretamente, pois como já explicado, todas as etapas envolvidas a isso exigem o uso de luvas descartáveis, em razão de evitar o contato direto com os componentes e com a água.

Ademais, é relevante argumentar sobre como foi realizado o procedimento de coleta de água nos pontos relevantes do Lago Paranoá, de modo a detalhar os obstáculos identificados. Logo, essa trajetória ocorreu no mês de outubro, visto que o protótipo ficou completo no período anterior, e pelo motivo de iniciar o desenvolvimento deste trabalho no segundo semestre de 2019. Embora o período de coleta de uma pequena quantidade de água tivesse sido curto, isso foi o suficiente para atestar a qualidade do fluido. De acordo com as informações oficiais e os dados apresentados pela medição, a tendência da água local é ter sua condição agravada, caso não haja um controle adequado sobre as adversidades já citadas.

Posto isto, a estabilidade do protótipo fica divulgada com sensores ordinários de acoplamento a microcontroladores existentes, juntamente com o dispositivo de envio de mensagens SMS, para engrandecer a proposta de conteúdo (Figura 44). Alicerçado a tudo o que foi apresentado, existem, da mesma forma, alternativas de aperfeiçoar o assunto para acoplar mais funções no projeto a partir de pesquisas mais detalhadas de outras áreas, principalmente no quesito de adicionar ácidos, realizar titulação ou qualquer outro

procedimento de verificar alguma propriedade química da água.

Figura 44 – Modelo Completo Finalizado



Fonte: Autora

Além do mais, é importante ressaltar que todas as fotos se encontram disponíveis em Dropbox particular, criado com o propósito de armazenar todos os arquivos de tudo o que foi exercido, especialmente os registros de laboratório e as idas ao Lago Paranoá. Segue, portanto, o link de acesso público ao Dropbox:

<https://www.dropbox.com/sh/q89aeopvt7xhvwa/AAB9scZcLy8Ek3QEyHVJZ2BDa?dl=0>

6 CONCLUSÃO

Sintetizando o conteúdo principal exposto para a produção desse trabalho, a poluição é um termo assimilado ao inserir substâncias no meio ambiente, de modo a desequilibrar o ecossistema, a biota e seus seres vivos. Na natureza, existem diversos tipos de agentes poluentes, sendo eles naturais quando estão em quantidade excessiva tais como: radiação, luz e calor. Os artificiais se caracterizam pelos dois exemplos retratados.

No decorrer do desenvolvimento deste trabalho, verificou-se a seriedade da poluição contínua sobre um lago artificial, considerado um patrimônio cultural da humanidade. Apesar de existir tratamento de esgoto em Brasília, que respeita o procedimento correto, esse cumprimento não é suficiente para manter a qualidade de água do Lago Paranoá, principalmente porque a contenção de lixo descartado por banhistas e frequentadores não é o suficiente. Em razão disso, o incentivo de produzir um projeto que detecta algumas propriedades da água por sensores de Arduino foi feito para tratar de um problema socioambiental arquetipo.

O trabalho desenvolvido propôs a elaboração da montagem e programação de um sensor multifuncional, que verifica os atributos de pH, turbidez e temperatura da água. Além do protótipo servir como medidor, ele apresenta um custo mais acessível e um envio dos dados recolhidos ao *smartphone* pelo *shield* GSM SIM900. Assim que o projeto foi avançando, os testes sobre as amostras coletadas deram êxito no resultado por consequência da relação entre as propriedades de análise com a situação real do fluido.

Os propósitos representados foram atingidos a partir da composição afluente entre hardware e software, os quais sintonizam os sinais dos sensores atribuídos para, primeiramente, o display LCD e depois ficarem salvos no relatório do *smartphone*, pois a programação no aplicativo do microcontrolador é capaz de sincronizar todas estas funções pela linguagem C. De acordo com as tabelas de cada propriedade, certifica-se a condição da água.

De modo a ter sucesso no feedback do modelo físico, a programação constituiu em segmentos separados de cada uma das três propriedades envolvidas. A descrição do programa especifica cada captação individual dos sensores por meio das entradas registradas no microcontrolador. Após isso, é demonstrado o resultado de valor numérico junto com a análise planejada e projetada na linguagem. A intenção de mostrar o estado da água na tela do projeto tem finalidade de apresentar ao usuário menos experiente no assunto de que a água se encontra em situação boa ou ruim, dependendo é claro do cálculo e da classificação oficial distintiva.

Destarte, as vantagens de produzir um projeto sobre este tema trouxe melhor conhecimento sobre a situação ambiental hodierna do Lago Paranoá, pois aparentemente a água parece estar límpida, porém, a referida análise interna demonstra o contrário. Baseado no desfecho apresentado, o protótipo tem utilidade para avaliar água destinada à irrigação, à ingestão própria e outros usos, especialmente também para comunidades carentes que não dispõem de um método avaliativo para verificar a devida qualidade da água consumida.

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Durante o processo de desenvolvimento do trabalho, as ideias de outros projetos semelhantes ou de características de aperfeiçoamento surgiram para inspirar trabalhos futuros.

As concepções são:

- a) Incluir no projeto de sensor de qualidade de água os outros parâmetros adotados pelo IQA, de modo a acrescentar a avaliação completa. De acordo com a Agência Nacional das Águas (ANA), as propriedades remanescentes na ordem de maior para o menor peso são: coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total e resíduo total.
- b) Projeção de um sensor de turbidez a partir de uma composição própria. Assim, essa projeção substituiria a compra de um sensor com alto preço no mercado, e o incluiria na montagem do projeto. E este poderia ser adaptado no protótipo aqui desenvolvido.
- c) Integração de um componente que injeta automaticamente solução química para neutralizar ou minimizar os efeitos da poluição não natural na água, com base no resultado dos sensores individuais de cada parâmetro.
- d) Montar um sensor de turbidez, desde o início, com peças individuais de microcontrolador a fim de baratear o produto e explorar melhor os atributos da propriedade de turbidez para tornar o componente mais eficiente.

REFERÊNCIAS

- A Importância Do Patrimônio Histórico Como Instrumento De Preservação Da Memória. **Monografias Brasil Escola**, 2019. Disponível em: <<https://monografias.brasilecola.uol.com.br/historia/a-importancia-patrimonio-historico-como-instrumento-preservacao.htm>>. Acesso em: 25 ago. 2019.
- AVELINO *et al.* **How to communicate the Arduino board with SIM900?**. Disponível em : <<https://arduino.stackexchange.com/questions/9483/how-to-communicate-the-arduino-board-with-sim900>>. Acesso em: 03 out. 2019.
- BALNEABILIDADE do Lago - Informações Gerais. **CAESB**, 2019b. Disponível em: <<https://www.caesb.df.gov.br/balneabilidade-do-lago-paranoa.html>>. Acesso em: 04 set. 2019.
- BILICH, Marina Rolim. **Ocupação das Terras e a Qualidade da Água na Microbacia do Ribeirão Mestre d'Armas, Distrito Federal**. 2007. Tese (Mestrado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Nacional de Brasília, Distrito Federal, 2007.
- BRASIL. Resolução n. 357, de 02 de out. de 2018. **CONAMA No 357/2005**. Política Nacional dos Recursos Hídricos. MARINA SILVA. 1. ed. Brasil, v. 1, n. 1, p. 7-10, mar. 2015. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 02 set. 2019.
- CHARBONNEAU, J. P. *et al.* **Enciclopédia de Ecologia**. 1. Ed. São Paulo: EPL/EDUSP. 1979.
- DIGITALWATER. **Parâmetro Físico de Qualidade: Turbidez da Água**. 2019. Disponível em: <<https://www.digitalwater.com.br/2019/02/07/parametro-fisico-de-qualidade-turbidez-da-agua/>>. Acesso em: 22 jul. 2019.
- CONDIÇÕES meteorológica médias de Brasília. **Weather Spark**, 2019. Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/y/30238/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Bras%C3%ADlia-Brasil-durante-o-ano>>. Acesso em: 25 ago. 2019.
- DECRETO 18.328/97 - Do lançamento de efluentes líquidos na rede coletora de esgotos. **CAESB**, 2019a. Disponível em: <<https://www.caesb.df.gov.br/empresa/legislacao1/decretos/407-decreto-18330.html>>. Acesso em: 06 set. 2019.
- ECYCLE, Equipe. **Poluição da água: tipos, causas e consequências**. 2019. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/2945-poluicao-da-agua.html>>. Acesso em: 04 jul. 2019.
- EM 1987, Brasília foi declarada patrimônio cultural da humanidade. **RÁDIO CÂMARA**, 2012. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/camaranoticias/radio/materias/A-MUSICA-DO-DIA/432036-EM-1987,-BRASILIA-FOI-DECLARADA-PATRIMONIO-CULTURAL-DA-HUMANIDADE.html>>. Acesso em: 08 jul. 2019.
- FELIZZATO, Mauro Roberto. **Tratamento de Esgotos Sanitários Usando Reator UASB Seguido de Microfiltração por Membrana Submersa**. 2017. Tese (Doutorado em Tecnologia Ambiental e

Recursos Hídricos) – Faculdade de Tecnologia, Universidade Nacional de Brasília, Distrito Federal, 2017.

FINOTTI, Alexandra R. *et al.* **Monitoramento de Recursos Hídricos em Áreas Urbanas**. 1. Ed. Rio Grande do Sul: Editora da Universidade de Caxias do Sul, 2009.

FIORUCCI, Antonio Rogério; FILHO, Edegar Benedetti. **A Importância do Oxigênio Dissolvido em Ecossistemas Aquáticos**. 2005. Disponível em: <http://www.ufjf.br/baccan/files/2012/11/Oxig%C3%AAnio-dissolvido-em-sistemas-aqu%C3%A1ticos-QNEsc_2005.pdf>. Acesso em: 05 set. 2019.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Conceito de pH e pOH**. 2019. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/conceito-ph-poh.htm>>. Acesso em: 11 jul. 2019.

FONSECA, Fernando Oliveira. **Olhares sobre o Lago Paranoá**. 1. Ed. Brasília: Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2001.

FUNASA. **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS**. 2014. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2019.

HÁ uma nova ameaça invisível na água potável - microplásticos. **EXAME**, 2019. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/ciencia/ha-uma-nova-ameaca-invisivel-na-agua-potavel-microplasticos>>. Acesso em: 11 set. 2019.

HAREENDRAN, T. K. **DIY Water Quality Meter Using a Turbidity Sensor**. 2019. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/outros-sensores-arduino/sensor-de-ph-arduino-modulo-de-leitura-5316.html>>. Acesso em: 03 out. 2019.

INDICADORES de Qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA). **Portal da Qualidade das Águas**, 2004. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

IRRIGAÇÃO e fertirrigação. **EMBRAPA**, 2010. Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spuva/irrigacao.html>. Acesso em: 02 set. 2019.

JUNQUEIRA, Luiz Daniel Muniz. **LAGO PARANOÁ DE BRASÍLIA/DF: análise da percepção dos frequentadores da orla motivados por atividades de lazer a respeito do espaço existente**. 2017. Tese de Doutorado – Faculdade de Turismo e Hotelaria, Instituto Federal de Brasília, Distrito Federal, 2016.

LAGO Paranoá- a Origem. **Instituto Histórico e Geográfico do Distrito Federal**, 2017. Disponível em: <<http://www.ihgdf.com.br/lago-paranoa-a-origem/>>. Acesso em: 19 ago. 2019.

LAGO Paranoá – Brasília/DF – Brasil. **WBrasilia.com**. 2019. Disponível em: <<http://wbrasil.com/lagoparanao/lagoparanaoabraziladfbrazil.htm>>. Acesso em: 04 set. 2019.

LAGO Paranoá é dividido em 8 zonas de uso; veja mapa. **G1 Globo**, 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/2018/12/26/lago-paranoa-e-dividido-em-8-zonas-de-uso-veja-mapa.ghm>>. Acesso em: 11 set. 2019.

LAGO Paranoá e Ponte JK. **Blog Camisas e Manias**. 2012. Disponível em: <<http://camisasemancias.blogspot.com/2012/10/lago-paranoa-e-ponte-jk.html>>. Acesso em: 04 set. 2019.

LIXO ameaça o Lago Paranoá. **Jornal de Brasília**, 2010. Disponível em: <<https://jornaldebrasil.com.br/cidades/lixo-ameaca-o-lago-paranoa/>>. Acesso em: 11 set. 2019.

MAGOSSI, Luiz Roberto; BONACELLA, Paulo Henrique. **Poluição das águas**. 18. Ed. São Paulo: Editora Moderna Ltda, 2000.

MESQUITA, Raisa Nunes. **Poluição no Lago Paranoá em Contextos Midiáticos: Análise de materiais do Jornal Metro em relação a critérios de noticiabilidade**. 2014. Tese (Trabalho de Conclusão do Bacharel) – Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Centro Universitário de Brasília, Distrito Federal, 2014.

MORTANDADE de Peixes. **GOVERNO DE SÃO PAULO**. 2019. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/ph/>>. Acesso em: 03 set. 2019.

O que é a Lei das Águas. **ECO**, 2014. Disponível em: <<https://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28797-o-que-e-a-lei-das-aguas/>>. Acesso em: 22 jul.2019.

PELLACANI, Christian Rodrigo. **Poluição das Águas Doces Superficiais & Responsabilidade Civil**. 1. Ed. Curitiba: Editora Juruá, 2005.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Umidade Do Ar**. 2019. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/umidade-ar.htm>>. Acesso em: 20 set. 2019.

PH da Água - O que é isso e como ele pode me ajudar?. **ACQUALIVE GROUP**, 2019. Disponível em: <<https://www.acqualive.com.br/ph-da-agua>>. Acesso em: 02 set. 2019.

PH da água para piscicultura. **TREVISAN**, 2017. Disponível em: <<http://trevisan.ind.br/blog/ph-da-agua-para-piscicultura/28>>. Acesso em: 02 set. 2019.

POLUIÇÃO Ambiental Natural. **BiO-Bras**, 2011. Disponível em: <<http://biobras.org.br/portal/?p=1559>>. Acesso em: 01 out. 2019.

POLUIÇÃO e desequilíbrio nas cadeias alimentares. **GO BIÓLOGO**, 2017. Disponível em: <<https://www.gobiologo.com.br/2017/11/poluicao-e-desequilibrio-nas-cadeias.html>>. Acesso em: 11 set. 2019.

POR que controlar a umidade relativa do ar dentro dos ambientes?. **Thermomatic**, 2019. Disponível em: <<https://www.thermomatic.com.br/fique-por-dentro/umidade.html>>. Acesso em: 20 set. 2019.

- PROTOBOARD 830 pontos. **Vida de Silício**, 2019. Disponível em: <<https://www.vidadesilicio.com.br/protoboard-830>>. Acesso em: 15 ago. 2019.
- PUHLMANN, Henrique Frank Werner. **Módulo de Display LCD**. 2015. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/modulo-de-display-lcd/>>. Acesso em: 12 ago. 2019.
- QUALIDADE da Água. **SABESP**, 2019. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=40>>. Acesso em: 02 set. 2019.
- RESTOS de comida jogados em lago causam morte de 30 peixes em Araras. **G1 Globo**, 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2015/04/restos-de-comida-jogados-em-lago-causam-morte-de-30-peixes-em-araras.html>>. Acesso em: 16 set. 2019.
- RIBEIRO, David Henrique de Moraes. **A composição do plâncton do Lago Paranoá e sua importância como indicador de nível de poluição da água**. 2001. Tese (Trabalho de Conclusão do Bacharel) – Faculdade de Ciências da Saúde, Centro Universitário de Brasília, Distrito Federal, 2001.
- RODRIGUES, Gizella. **Lago Paranoá: a moldura líquida para a capital**. 2019. Disponível em: <<https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2019/06/27/lago-paranoa-a-moldura-liquida-para-a-capitaluma-moldura-liquida-para-a-capital/>>. Acesso em 19 ago. 2019.
- SENSOR de pH Arduino + Módulo de Leitura. **USINAINFO**, 2019a. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/outros-sensores-arduino/sensor-de-ph-arduino-modulo-de-leitura-5316.html>>. Acesso em: 03 out. 2019.
- SENSOR de Turbidez Arduino para Monitoramento da Água. **USINAINFO**, 2019b. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/outros-sensores-arduino/sensor-de-turbidez-arduino-para-monitoramento-da-agua-4539.html>>. Acesso em: 15 ago. 2019.
- SENSOR PH Módulo PH4502C + PH Eletrodo. **SARAVATI**, 2019. Disponível em: <<https://www.saravati.com.br/Sensor-PH-Modulo-PH4502C-PH-Eletrodo>>. Acesso em: 14 ago. 2019.
- SHIELD GSM SIM900. **RS ROBÓTICA**, 2019. Disponível em: <<https://www.rsrobotica.com.br/shield-gsm-sim900>>. Acesso em: 14 ago. 2019.
- SOUZA, Fábio. **Arduino MEGA 2560**. 2014. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/arduino-mega-2560/>>. Acesso em: 31 jul. 2019.
- TELLES, Dirceu D' Alkmin; COSTA, Regina Helena Pacca Guimarães. **Reúso da Água: Conceitos, Teorias e Práticas**. 1. Ed. São Paulo: Editora Blucher, 2007.
- TEMPERATURA, pH e Cloro na Água de Consumo Humano. **INSAIDE VIEW**, 2011. Disponível em: <<http://insaide-view.blogspot.com/2011/05/temperatura-ph-e-cloro-na-agua-de.html>>. Acesso em: 02 set. 2019.
- THOMSEN, Adilson. **Medindo temperatura debaixo d'água com DS18B20**, 2015. Disponível

em: <<https://www.filipeflop.com/blog/sensor-de-temperatura-ds18b20-arduino/>>. Acesso em: 12 ago. 2019.

TODOS os produtos. **ARDUXOP**, 2019. Disponível em: <<https://arduxop.com/loja/produto/leds-rgb-catodo-comum-alto-brilho/>>. Acesso em: 09 set. 2019.

UFRJ. **Turbidez**. 2019. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/turb.htm>>. Acesso em: 03 set. 2019.

APÊNDICE A: Código de ativação do sensor pelo Arduino IDE e envio do relatório para o *smartphone*

```

/*
 Projeto de TCC: Sensor de Qualidade da Agua
 Aluna: Ana Luiza Correia de Godoy
 Eng. Computacao, Decimo Semestre
 Data: 18 de novembro de 2019
 */

// LEMBRETE IMPORTANTE!: COLOCAR O Board Arduino MEGA 2560

/* Primeira Etapa: Includes, todas tinham que instalar */
#include <OneWire.h> // Biblioteca instalada para conducao termica do
sensor de temperatura para o Arduino, saida Analogica para entrada Analogica
#include <DallasTemperature.h> // Biblioteca instalada para comunicacao com
o sensor de temperatura
#include <SoftwareSerial.h> // Biblioteca instalada que vem com o IDE e
ajuda a analisar todos os dados no monitor serial do Shield GSM SIM900
// No caso ao display LCD

#define SensorPin A2 // Definir a saida do sensor de PH do Arduino
#define Offset 0.00 // Definir saida

unsigned long int avgValue; // Valor medio do feedback do sensor

unsigned long pingTimer; // Segura o proximo ping

#define ONE_WIRE_BUS 6 // Fio de dados de TEMPERATURA conectado no pino 6 do
Arduino

SoftwareSerial mySerial(7,8); //pinos 7 e 8 para Tx e Rx

OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS); // Configura o One Wire para se comunicar com
todos os dispositivos, não apenas o de temp.
DallasTemperature sensors (&oneWire); // Passa a ref. de One Wire para o
Dallas

/*Segunda Etapa: Definir portas de perifericos*/
#include <LiquidCrystal.h> // definir entrada do Display LCD
LiquidCrystal lcd (12, 11, 5, 4, 3, 2); // 6 Entradas de conexao do LCD

int sensorPin = A0; // Pino analogico do pH
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
// Onde cada pino esta localizado no Arduino
// LED RGB do PH
int ledAzulPH = 32;
int ledVermelhoPH = 33;
int ledVerdePH = 34;

//LED RGB da Turbidez
int ledAzulTurb = 35;
int ledVermelhoTurb = 36;

```

```

int ledVerdeTurb = 37;

// LED RGB da Temperatura
int ledAzulTemp = 38;
int ledVermelhoTemp = 39;
int ledVerdeTemp = 40;

//OUTROS PERIFERICOS
int buzzer = 31;
float ValorpH;
float tempGraus;
float ValorTurb = (analogRead(A1)*5)/1023; // Conversao do sensor de Turb.
para UNT !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
/*Terceira Etapa: Comeco da programacao*/
// Assim que o Arduino eh ligado, executa-se o setup
void setup (void) {
  Serial.begin (19200); // Ajusta a taxa de transf. em bits/seg para a
transf. padrao serial
  // 9600 eh referencia
  pingTimer = millis(); // Tempo em milisegundos, ou 10^-3
  sensors.begin(); // Comeco dos sensores
  lcd.begin(16, 2); // Inicio do LCD de 16 colunas e 2 linhas
  lcd.clear(); // O LCD apaga quando algo esta desconectado
  //////////////////////////////////////
  //////////////////////////////////////
  // Condicao de todas as luzes e buzzer apagados para assim colocar
condicao para acende-los
  // OUTPUT --> Desligado
  // pinMode(pino,modo);

  pinMode(ledAzulPH, OUTPUT);
  pinMode(ledVermelhoPH, OUTPUT);
  pinMode(ledVerdePH, OUTPUT);

  pinMode(ledAzulTurb, OUTPUT);
  pinMode(ledVermelhoTurb, OUTPUT);
  pinMode(ledVerdeTurb, OUTPUT);

  pinMode(ledAzulTemp, OUTPUT);
  pinMode(ledVermelhoTemp, OUTPUT);
  pinMode(ledVerdeTemp, OUTPUT);

  pinMode(buzzer, OUTPUT);
  digitalWrite(buzzer, LOW); // digitalWrite habilita ou desabilita a parte
interna do pino (do buzzer)
  inicializacao();
  //O Valor LOW equivale a 0 volts
}
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
/*Quarta Etapa: Criar o loop*/
// Isso chama o que esta dentro ate o Arduino desligar
void loop () {
  // Comandos em Ingles !

```

```

    sensors.requestTemperatures(); //Isso chama comando para pegar a
temperatura
    Serial.println(sensors.getTempCByIndex(0)); // Mostra a leitura feita pelo
sensor
    int reading = analogRead(sensorPin); // Valor inteiro da leitura analoga

//Necessario converter a voltagem
float voltagem = reading * 5.0;
voltagem /= 1024.0;

// Imprimir os parametros
float tempGraus = (voltagem - 0.5) * 100; // Ja declarado!
// digitalWrite habilita ou desabilita a parte interna do pino
// digitalWrite(pino, valor)
// A ORDEM IMPORTA !!!!!
nivel_PH(); // Sera melhor estabelecido depois
digitalWrite(ledAzulPH, LOW);
digitalWrite(ledVermelhoPH, LOW);
digitalWrite(ledVerdePH, LOW);

nivel_Turb(); // Sera melhor estabelecido depois
digitalWrite(ledAzulTurb, LOW);
digitalWrite(ledVermelhoTurb, LOW);
digitalWrite(ledVerdeTurb, LOW);

nivel_Temp(); // Sera melhor estabelecido depois
digitalWrite(ledAzulTemp, LOW);
digitalWrite(ledVermelhoTemp, LOW);
digitalWrite(ledVerdeTemp, LOW);

//mandar_SMS();
delay(4000); // Demorar 4 segs
mandar_SMS_comando(); // Sera melhor estabelecido depois
digitalWrite(ledVerdePH, LOW);
digitalWrite(ledVerdeTemp, LOW);
digitalWrite(ledVerdeTurb, LOW);
delay(8000); // Demorar 8 segs
}
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
/*Quinta Etapa: Definir as leituras de cada sensor*/
void nivel_PH() {
    Serial.println(" "); // mostra no display LCD o numero de pH em float
    lcd.clear();
    digitalWrite(ledAzulPH, LOW);
    digitalWrite(ledVermelhoPH, LOW);
    digitalWrite(ledVerdePH, LOW);
    digitalWrite(buzzer, LOW);
    lcd.setCursor(0, 0); // A escrita começa no primeiro espaço em cima a
esquerda
    lcd.print("PEGANDO LEITURA");
    lcd.setCursor(1, 1); // Coluna 1 e Linha 1
    lcd.print("SENSOR DE PH");
    Serial.println("Pegando Leitura do Sensor de pH");
    pisca_PH(); // Sera declarado depois no final
    // Embaixo eh a programacao para calcular o PH
    int ilustrar[10]; // Leitura Analoga

```

```

for (int i = 0; i < 10; i++) {
  ilustrar [i] = analogRead(SensorPin); // Esse SensorPin eh definida para
o sensor
  // ja o sensorPin eh o valor inteiro da porta
  delay(10);
}
for (int i= 0; i < 9; i++) {
  for (int j = i + 1; j < 10; j++) {
    if (ilustrar[i] > ilustrar[j]) {
      int temp = ilustrar[i];
      ilustrar[i] = ilustrar[j];
      ilustrar[j] = temp;
    }
  }
}
avgValue = 0;
for (int i = 2; i < 8; i++)
  avgValue += ilustrar [i];
float ValorpH = (float)avgValue * 3.8 / 1030 / 6 - 0.57; // Conversao
analog. para milivolts
ValorpH = 3.3 * ValorpH + Offset; // Converter o milivolt para o valor em
pH na tela

Serial.print ("PH:");
Serial.print (ValorpH, 2); // Valor na segunda linha
Serial.println (" ");

// CONDICoes DE PH
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
// Se o pH for alcalino:
if (ValorpH >= 7.3) {
  lcd.clear();
  digitalWrite (ledAzulPH, HIGH);
  digitalWrite (ledVerdePH, LOW);
  digitalWrite (ledVermelhoPH, LOW);
  digitalWrite(buzzer, LOW);
  // MODO PADRAO DE COLOCAR VALOR
  lcd.setCursor(12, 0);
  lcd.print(ValorpH); // Mostra o valor calculado
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print ("VALOR DO PH:");
  Serial.println(ValorpH);

  lcd.setCursor (3, 2); // Muda aqui
  lcd.print("ALCALINO");
  Serial.println ("Água Alcalina, muito boa para consumo");
  delay (3000); // Demora 3 segs
}

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
// Se o pH for neutro:
if (ValorpH >= 6.9 && ValorpH <= 7.29) {
  lcd.clear();
  digitalWrite (ledAzulPH, LOW);
  digitalWrite (ledVerdePH, HIGH);
  digitalWrite (ledVermelhoPH, LOW);
}

```



```

void checa_Temp_agua() { // Segunda checagem da temp.
  lcd.clear ();
  digitalWrite (ledAzulTemp, LOW);
  digitalWrite (ledVerdeTemp, LOW);
  digitalWrite (ledVermelhoTemp, LOW);
  digitalWrite (buzzer, LOW);
  sensors.requestTemperatures (); // Aqui eh comando para o sensor captar a
  temperatura

  Serial.print ("Temperatura da Agua: ");
  Serial.print (sensors.getTempCByIndex(0)); // PEGAR A TEMP, ja foi usada
  anteriormente
  // CONDICOES
  //////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
  //////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
  // Se a agua for quente:
  if (sensors.getTempCByIndex(0) > 40) { // Compara a temperatura captada
  com a condicao
    digitalWrite (ledAzulTemp, LOW);
    digitalWrite (ledVerdeTemp, LOW);
    digitalWrite (ledVermelhoTemp, HIGH);
    digitalWrite (buzzer, HIGH);
    lcd.setCursor (0, 0);

    lcd.print ("TEMP.");
    lcd.setCursor (7, 0);
    lcd.print (sensors.getTempCByIndex(0));
    lcd.setCursor (12, 0);
    lcd.write (223); // Sinal da Bolinha
    lcd.print ("C");
    lcd.setCursor (0, 1);

    Serial.print ("Medindo Temperatura: ");
    Serial.print (sensors.getTempCByIndex(0));
    Serial.println ("em Graus Celsius");

    lcd.setCursor (0, 1);
    lcd.print ("TEMPERATURA QUENTE");
    Serial.println ("Temperatura Quente!");
    delay (3000);
  }

  //////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
  //////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
  // Se a agua estiver numa temperatura boa
  if (sensors.getTempCByIndex(0) >= 10 && sensors.getTempCByIndex(0) <= 40)
  { // Compara a temperatura captada com a condicao
    digitalWrite (ledAzulTemp, LOW);
    digitalWrite (ledVerdeTemp, HIGH);
    digitalWrite (ledVermelhoTemp, LOW);
    digitalWrite (buzzer, LOW);
    lcd.setCursor (0, 0);

    lcd.print ("TEMP. ");
    lcd.setCursor (7, 0);
    lcd.print (sensors.getTempCByIndex(0));
    lcd.setCursor (12, 0);
    lcd.write (223); // Sinal da Bolinha
  }
}

```

```

    lcd.print("C");
    lcd.setCursor(0, 1);

    Serial.print ("Medindo Temperatura: ");
    Serial.print (sensors.getTempCByIndex(0));
    Serial.println ("em Graus Celsius");

    lcd.setCursor (0, 1);
    lcd.print ("TEMPERATURA BOA");
    Serial.println("Temperatura Adequada");
    delay (3000);
}
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
// Se a agua estiver Fria
if (sensors.getTempCByIndex(0) < 10) { // Compara a temperatura captada
com a condicao
    digitalWrite (ledAzulTemp, HIGH);
    digitalWrite (ledVerdeTemp, LOW);
    digitalWrite (ledVermelhoTemp, LOW);
    digitalWrite (buzzer, HIGH); // AVISAR AO USUARIO
    lcd.setCursor (0, 0);

    lcd.print("TEMP.:");
    lcd.setCursor(7, 0);
    lcd.print (sensors.getTempCByIndex(0));
    lcd.setCursor(12, 0);
    lcd.write(223); // Sinal da Bolinha
    lcd.print("C");
    lcd.setCursor(0, 1);

    Serial.print ("Medindo Temperatura:");
    Serial.print (sensors.getTempCByIndex(0));
    Serial.println ("em Graus Celsius");

    lcd.setCursor (0, 1);
    lcd.print ("TEMPERATURA FRIA");
    Serial.println("Temperatura Fria!");
    delay (3000);
}
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
    delay (8000);
}
//CONDICOES DE TURBIDEZ
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
void nivel_Turb() {
    Serial.println(" ");
    digitalWrite(ledAzulTurb, LOW);
    digitalWrite(ledVermelhoTurb, LOW);
    digitalWrite(ledVerdeTurb, LOW);
    digitalWrite(buzzer, LOW);

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("PEGANDO LEITURA");

```

```

lcd.setCursor(0, 1); // Coluna 0 e Linha 1
lcd.print("SENSOR DE TURB.");
Serial.println("Pegando Leitura do Sensor de Turbidez");
pisca_Turb(); // Sera estabelecido depois no final
float ValorTurb = (analogRead(A1)*5)/1023;
Serial.print("Nivel de Turbidez: ");
Serial.println(ValorTurb);
/////////////////////////////////////////////////////////////////
/////////////////////////////////////////////////////////////////
// Se a agua estiver SUJA
if (ValorTurb > 9) {
  digitalWrite(ledAzulTurb, LOW);
  digitalWrite(ledVermelhoTurb, HIGH);
  digitalWrite(ledVerdeTurb, LOW);
  digitalWrite(buzzer, HIGH);

  lcd.clear (); // Limpar a tela
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("TURBIDEZ: ");
  lcd.setCursor(9, 0);
  lcd.print(ValorTurb);
  lcd.setCursor(12, 0);
  lcd.print("UNT");
  lcd.setCursor(0, 1);
  Serial.print("Nivel de Turbidez: ");
  Serial.print(ValorTurb);
  Serial.println("UNT");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("AGUA SUJA");
  Serial.print("A Água se encontra suja!!");
  delay (3000);
}
/////////////////////////////////////////////////////////////////
/////////////////////////////////////////////////////////////////
// Se a agua se encontra Limpa
if (ValorTurb >= 6.0 && ValorTurb <= 9.0) {
  digitalWrite(ledAzulTurb, LOW);
  digitalWrite(ledVermelhoTurb, LOW);
  digitalWrite(ledVerdeTurb, HIGH);
  digitalWrite(buzzer, LOW);

  lcd.clear (); // Limpar a tela
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("TURBIDEZ: ");
  lcd.setCursor(9, 0);
  lcd.print(ValorTurb);
  lcd.setCursor(12, 0);
  lcd.print("UNT");
  lcd.setCursor(0, 1);
  Serial.print("Nivel de Turbidez: ");
  Serial.print(ValorTurb);
  Serial.println("UNT");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("AGUA LIMPA");
  Serial.print("A Água se encontra limpa");
  delay (3000);
}

```

```

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
// Se a agua se encontra BEM limpa
if (ValorTurb < 6) {
    digitalWrite(ledAzulTurb, HIGH);
    digitalWrite(ledVermelhoTurb, LOW);
    digitalWrite(ledVerdeTurb, LOW);
    digitalWrite(buzzer, LOW);

    lcd.clear (); // Limpar a tela
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("TURBIDEZ: ");
    lcd.setCursor(9, 0);
    lcd.print(ValorTurb);
    lcd.setCursor(12, 0);
    lcd.print("UNT");
    lcd.setCursor(0, 1);
    Serial.print("Nivel de Turbidez: ");
    Serial.print(ValorTurb);
    Serial.println("UNT");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("AGUA BEM LIMPA");
    Serial.print("A Água se encontra bem limpa");
    delay (3000);
}
delay (8000);
}
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
/*Sexta Etapa: Colocar tudo que foi mensurado em PRATICA*/
void inicializacao () {
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("INICIANDO TODOS");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("OS PARAMETROS");
    delay (2000);
    lcd.clear();

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("PARAMETROS");
    delay (1000);

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("PARAMETROS.");
    delay (1000);

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("PARAMETROS..");
    delay (1000);

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("PARAMETROS...");
    delay (1000);

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("PARAMETROS....");
    delay (1000);
}

```



```

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
// CONDICÕES DE RELATORIO !!!!!!!
// Para PH
if (ValorpH >= 7.3) {
    ph = String("ALCALINO, esse tipo de agua ajuda a equilibrar o potencial
acido");
}
if (ValorpH >= 6.9 && ValorpH <= 7.29) {
    ph = String("NORMAL, nao sendo acida e nem basica, boa para consumo
dentro do parametro");
}
if (ValorpH < 6.9) {
    ph = String("ACIDO, verifica-se problema na agua, indicando toxinas");
}
// Para Turbidez
if (ValorTurb > 9) {
    turbidez = String("SUJA, agua opaca com muitos solidos suspensos");
}
if (ValorTurb >= 6 && ValorTurb <= 9) {
    turbidez = String("LIMPA, agua clara e boa para o parametro");
}
if (ValorTurb < 5) {
    turbidez = String("BEM LIMPA, agua transparente e otima para o
parametro");
}
// Para Temperatura
if (sensors.getTempCByIndex(0) > 40) {
    temperatura = String("QUENTE, indica grande acao dos microrganismos
decompositores de oxigenio");
}
if (sensors.getTempCByIndex(0) >= 10 && sensors.getTempCByIndex(0) <= 40)
{
    temperatura = String("NORMAL, boa para consumo dentro do parametro");
}
if (sensors.getTempCByIndex(0) < 10) {
    temperatura = String("FRIA, indica baixa velocidade cinetica das
particulas");
}
////////// Envio de Relatorio Comeca Aqui
mySerial.begin(19200); // 19200 bps é o ideal para a transmissãõ via SMS
mySerial.print("\r");
// PH
digitalWrite(ledAzulPH, LOW);
digitalWrite(ledVermelhoPH, LOW);
digitalWrite(ledVerdePH, LOW);
digitalWrite(buzzer, LOW);
delay (1000);

mySerial.print("AT+CMGF=1\r"); // Mandar o SMS por MENSAGEM
delay(1000);
mySerial.print("AT+CMGS=\"+5561981434709\"\r"); // Mandar SMS para o
meu celular, incluindo codigo do pais e DDD
delay (1000);
// Relatorio do PH
mySerial.print(ph);

```

```

mySerial.print("\r");
mySerial.print("PH DA AGUA= \r");
mySerial.print(ValorpH);
mySerial.println("\r");

// Relatorio da Turbidez
mySerial.print(turbidez);
mySerial.print("\r");
mySerial.print("TURBIDEZ DA AGUA= \r");
mySerial.print(ValorTurb);
mySerial.println(" UNT\r");
mySerial.println("\r");

// Relatorio da Temperatura
mySerial.print(temperatura);
mySerial.print("\r");
mySerial.print("TEMPERATURA DA AGUA= \r");
mySerial.print(sensors.getTempCByIndex(0));
mySerial.print(" C\r");
mySerial.println("\r");

// AGORA UM AVISO DE ENVIO DE SMS PELO LED VERDE E SEM SOM
digitalWrite(ledVerdePH, HIGH);
digitalWrite(ledVerdeTurb, HIGH);
digitalWrite(ledVerdeTemp, HIGH);
digitalWrite(buzzer, LOW);

delay (4000);

lcd.clear();
lcd.setCursor(2, 0); // Para avisar na coluna 2 o envio de SMS
lcd.print("SMS ENVIADO");
lcd.setCursor(2, 1);
lcd.print("COM SUCESSO");
mySerial.write(0X1A); // Desfaz e deleta a msg para comecar tudo de novo
}
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
/*Oitava Etapa: Declarar os piscas*/
void pisca_PH() { // Piscando luzes azuis de pH
  digitalWrite(ledAzulPH, HIGH);
  delay (500);
  digitalWrite(ledAzulPH, LOW);
  delay (500);
  digitalWrite(ledAzulPH, HIGH);
  delay (500);
  digitalWrite(ledAzulPH, LOW);
  delay (500);
  digitalWrite(ledAzulPH, HIGH);
  delay (500);
  digitalWrite(ledAzulPH, LOW);
  delay (500);
  digitalWrite(ledAzulPH, HIGH);
  delay (500);
  digitalWrite(ledAzulPH, LOW);
  delay (500);
}

```

```
digitalWrite(ledAzulPH, HIGH);
delay (500);
digitalWrite(ledAzulPH, LOW);
delay (500);
}

void pisca_Turb() {
digitalWrite(ledAzulTurb, HIGH);
delay (500);
digitalWrite(ledAzulTurb, LOW);
delay (500);
}

void pisca_Temp() {
digitalWrite(ledAzulTemp, HIGH);
delay (500);
digitalWrite(ledAzulTemp, LOW);
delay (500);
}
}
```