



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS

BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

MARIA YASMIM FERNANDES LEITE

PLATAFORMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DÁ ÁGUA UTILIZANDO
SISTEMAS EMBARCADOS

PAU DOS FERROS – RN

2020

PLATAFORMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZANDO SISTEMAS EMBARCADOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Campus Pau dos Ferros, em cumprimento às exigências legais como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Me. Pedro Thiago Souza

Coorientador: Dr. Otávio Paulino Lavor

PAU DOS FERROS – RN

2020

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido.O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
(CIP) Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)

Setor de Informação e Referência (SIR)

L533p Leite, Maria Yasmim.
Plataforma de Monitoramento da Qualidade da
Água Utilizando Sistemas Embarcados / Maria
Yasmim Leite. - 2020.
47 f. : il.

Orientador: Pedro Thiago Valério Souza.
Coorientador: Otávio Paulino Lavour.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-Árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2020.

1. Plataforma. 2. Arduino. 3. Água. 4.
Monitoramento. 5. Baixo Custo. I. Souza, Pedro
Thiago Valério, orient. II. Lavour, Otávio
Paulino, co-orient. III. Título.

Bibliotecário-Documentalista

Nome do profissional, Bib. Me. (CRB-15/10.000)

MARIA YASMIM FERNANDES LEITE

**PLATAFORMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA
UTILIZANDO SISTEMAS EMBARCADOS**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Ciências e Tecnologia.

Defendida em: 05 / 02 / 2020.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Ms. Pedro Thiago Valério de Souza


Prof. Dr. Rodrigo Soares Semente


Prof. Dr. Lenardo Chaves e Silva

AGRADECIMENTOS

Direciono minhas palavras de agradecimento, ao pai celestial por me mostrar uma caminho de forma diferente, a não desistir daquilo que dizem ser impossível.

Minha mãe, avó, irmã, compaheiro, por me incentivarem a seguir com garrar diante dos desafios, assim como ter paciência. Acolhimento por todos os dias está ao meu lado, além de colocarem a minha frente a palavra persistência, fé e esperança.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Me Pedro Thiago Valério de Souza, pelo seu acolhimento na assistência, por sempre está disposto a compartilhar conhecimento, como também ter paciência em ajudar no caminho do desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também ao meu coorientador Prof. Dr Otávio Paulino Lavour, por sempre prestar auxílio no decorrer desta jornada, tanto a impor conhecimento no progresso do trabalho quanto na parte acadêmica.

E aos meus amigos, por mostrarem que o caminho do futuro talvez nunca pare, pois devemos arriscar a enfrentar o que está em nossa frente e vencer, mesmo que em alguns momentos exista derrotas, pois é com elas que vem também as lições para a vida.

“Tudo posso naquele que me fortalece” (Filipenses 4.13)

RESUMO

A Agência Nacional de Águas (ANA) que realiza o monitoramento da qualidade da água subterrânea e superficiais no país, de certa forma utilizam dados fornecidos por órgãos estaduais. Porém, os instrumentos de monitoramento da qualidade da água tem um nível de custo alto. Com base nisso, existe uma crescente demanda para o projeto que consiste em sistemas embarcados no cotidiano. Pois, com a forte demanda do consumo da água em meio as civilizações, a saber da sua qualidade, o trabalho gira em torno de uma plataforma que possibilite obter dados satisfatórios, com implementação de sensores e materiais adicionais comparativos, para fazer com que chegasse a uma vantagem, além do baixo custo e mesmo usando até equações de interpolação que solucionassem a coleta dos dados. Todo esse desenvolvimento, foi construído na plataforma Arduino Uno R3 com linguagem de programação em C, residindo em variáveis hídras em que foram implementadas e disponibilizadas para análise através de um computador e Arduino, mostrado na tela do display. Apesar disso, no percurso do desenvolvimento do trabalho, esse se encontrou com dificuldade, no que se diz em obter os resultados de forma exata. Assim como tendo que realizar a calibração dos potenciômetros do sensor, e coletar dados para serem convertidos na real unidade, mas que mostrou-se chegar a dados eficazes.

Palavras-Chave: Plataforma, Arduino, Água, Monitoramento, Baixo Custo.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização do Arduino Uno R3.....	19
Tabela 2 – Caracterização do sensor de sonda pH.	22
Tabela 3 – Caracterização do sensor de Turbidez	25
Tabela 4 – Descrição dos pinos da interface de conexão do LCD 16x2.	26
Tabela 5 – Custos de Desenvolvimento da Plataforma.	37
Tabela 6 – Coleta de Dados do Sensor de Temperatura (°C) da Água Mineral.....	37
Tabela 7 – Coleta de Dados do Sensor de Temperatura (°C) da Água da Chuva.	38
Tabela 8 – Coleta de Dados do Sensor de Temperatura (°C) da Água da Chuva	38
Tabela 9 – Coleta de Dados de Turbidez em NTU da Água Mineral-(Comparação)	40
Tabela 10 – Coleta de Dados de Turbidez em NTU da Água de Chuva-(Comparação).....	40
Tabela 11 – Coleta de Dados de Turbidez em NTU da Água de Poço-(Comparação)	41
Tabela 12 –Coleta de Dados de Turbidez em NTU da Água da UfersaCMPF-(Comparação).41	
Tabela 13 – Coleta de Dados de Turbidez em NTU	41
Tabela 14 – Coleta de Dados do pH.....	42
Tabela 15 – Coleta de Dados do pH de líquidos diferentes.....	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Tensão x Percentual	24
Gráfico 2 – Polinômio de Newton de segunda ordem.....	32
Gráfico 3 – Tensão x Percentual – (Dados implementados)	33
Gráfico 4 – Gerando valor em NTU – (Sinal positivo).....	35
Gráfico 5 – Gerando valor em NTU – (Sinal negativo).	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Papel indicador de pH.....	17
Figura 2 – Arduino Uno R3.....	19
Figura 3 – Termômetro de Mercúrio.....	22
Figura 4 – Nível de pH da água.....	23
Figura 5 – Display LCD 16x2.....	25
Figura 6 – Sensor de temperatura DS18B20.....	28
Figura 7 – Sensor pH-4502C.....	28
Figura 8 – Sensor de turbidez.....	29
Figura 9 – Esquematização da plataforma de monitoramento de água.....	30
Figura 10 – Termômetro de Mercúrio e Sensor DS18B20	39
Figura 11 – Termômetro de Mercúrio e Sensor DS18B20	

LISTA DE SIGLAS

EEPROM – *Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory*

GND – *Graduated Neutral Density Filter*

IDE – *Integrated Development Environment*

KB – Kilobyte

MHz – Megahertz

SRAM – *Static Random Access Memory*

USB – *Universal Serial Bus*

V – Volts

PPM – Partes por milhão

NTU – *Number of Transfer Units*

IoT – *Internet of Things*

PWM – *Pulse width modulation*

pH – Potencial Hidrogeniônico

GSM - *Global System for Mobile*

SUMÁRIO

1	Introdução.....	13
2	Fundamentação Teórica	15
2.1	Água e sua Qualidade	15
2.2	Temperatura	15
2.3	Potencial Hidrogeniônico (pH).....	16
2.4	Turbidez.....	17
2.5	Arduino	18
2.5.1	Arduino Uno R3	18
2.6	Sensor.....	20
2.6.1	Sensor Analógico eDigital	20
2.6.2	Sensor de Temperatura	21
2.6.3	Sensor de pH.....	22
2.6.4	Sensor de Turbidez	23
2.7	Display	25
3	Metodologia.....	27
3.1	Materiais Utilizados	27
3.2	Montagem.....	24
3.2.1	Montagem dos componentes de Hardware	29
3.2.2	Montagem da parte lógica por diagrama de blocos	31
3.3	Interpolação Polinomial (Método de Newton).	31
3.3.1	Polinômio de Newton de segunda ordem.....	32
3.4	Área de estudo.....	36
4	Resultados e Discussões	37
4.1	Custo de desenvolvimento da plataforma	37
4.2	Coleta de dados dos sensores.....	37
4.3	Trabalhos futuros.....	43
5	Conclusão	44
6	Referências.....	45

1. Introdução

A substância água é de fundamental importância para a vida dos seres vivos, bem como para o desenvolvimento das civilizações. Todavia, parte das atividades industriais geram resíduos que podem contaminar a água, fazendo com que se torne imprópria para o consumo humano e para o desenvolvimento da vida aquática.

O monitoramento da qualidade da água é primordialmente relevante para o consumo humano, irrigação e lazer. A Agência Nacional de Águas (ANA) realiza o monitoramento da qualidade da água subterrânea e superficiais no país, usando para isso dados fornecidos por órgãos estaduais. Porém, instrumentos de monitoramento da qualidade da água tem um custo caro, além de exigirem um operador humano para a coleta de dados. Associado a isso, existe uma crescente demanda para o projeto de sistemas embarcados, que consiste em fornecer(ANA, 2005).

O IQA (Índice de qualidade de água) foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento é composto por nove parâmetros, tais como : oxigênio dissolvido; coliformes termotolerantes; potencial hidrogeniônico (pH); demanda bioquímica de oxigênio; temperatura da água; nitrogênio total; fósforo total; turbidez; resíduo total , que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água(ANA, 2005).

Diante disso, o objetivo deste trabalho é propor uma plataforma de monitoramento da qualidade da água. De forma a manter o sistema acessível ao grande público, utilizaremos sensores baratos, que realizam a medição dos principais parâmetros relacionados a qualidade da água, tais como: temperatura, pH e de turbidez. Visto que é um dos meios mais viáveis economicamente para a prática do trabalho.

Utilizando a plataforma Arduino, com linguagem de programação em C. O sistema irá mostrar os valores dos parâmetros em um display LCD 16x2. O sistema proposto será utilizado para monitorar a qualidade da água superficial na cidade de Pau dos Ferros/RN.

De modo que esse objetivo geral possa atingir seus devidos resultados, existe a necessidade de se cumprir uma sequência de objetivos específicos, tais como:

- Realizar um estudo sobre as principais características relacionadas a qualidade da água;
- Estudar os sensores de medição da qualidade da água;
- Implantar o sistema projetado para monitorar a qualidade da água superficial na cidade de Pau dos Ferros/RN.

2. Fundamentação Teórica

O desenvolvimento do presente trabalho se procede por meio de conjunto de tecnologias e conceitos como Arduino, plataformas de monitoramento da qualidade da água e sensores, em função de sua utilidade, assim como do custo financeiro. O entendimento desses conceitos e tecnologias é de fundamental importância para a compreensão do objetivo deste projeto. Verá nas seções adiante, de forma detalhada.

2.1 Água e sua Qualidade

A água é uma substância química, constituída por uma estrutura molecular que é composta por duas moléculas de hidrogênio e uma de oxigênio. Na solubilidade as substâncias que se dissolvem recebem o nome de soluto, e após se misturar com o solvente forma uma solução, visto que a água é conhecida como um solvente universal por dissolver grande parte das substâncias conhecidas (PROPRIEDADE DA AGUA, 2008).

Vale salientar que o que acontece na solubilidade da água é uma propriedade devidamente importante para a humanidade e seus afazeres na civilização, pois é por meio disso que absorvem nutrientes dissolvidos na água que ingerem, assim como cálcio, magnésio e outros componentes químicos. Além disso, a água possui dois patamares, o ponto de fusão a 0°C e de ebulição à 100°C.

Segundo o Blog Portal da Educação, o planeta terra é constituído aproximadamente por 97% de água salgada, tanto em mares quanto em oceanos, e os outros restantes é a água doce presente em rios, lagos, geleiras, solo, nos aquíferos, e dentre outros. Mas que nem toda essa quantia é consumida pela humanidade devido não ser adequada para o consumo (AFINAL O QUE É ÁGUA, 2015)..

2.2 Temperatura

A temperatura é um conceito, ou melhor, uma grandeza física escalar pelo qual o grau de agitação das moléculas de um corpo, ocorrendo o deslocamento da energia cinética das moléculas ou átomos. O gradiente é o fenômeno responsável pela transferência de calor em um meio. Caso a temperatura esteja em um alto nível no movimento das moléculas,

este se encontra em uma temperatura elevada, caso contrário, sua temperatura estará baixa, em termos de temperatura ambiente (SILVA, 2014).

Quando se tem dois objetos com temperaturas diferentes e estes se encontram em contato térmico, o objeto que possui temperatura maior irá se esfriar, enquanto que o objeto que possui temperatura menor esquentará. Para os nossos sentidos, ambos parecem estar em uma mesma temperatura quando se ausenta as mudanças. Após as mudanças térmicas, diz que os dois objetos/sistemas estão em equilíbrio térmico (CÉSAR et al, 2005).

A variação da temperatura da água pode ser causada por fontes naturais (principalmente energia solar) ou antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas). Em relação às águas para consumo humano, temperaturas elevadas aumentam as perspectivas de rejeição ao uso (LIRA, 2014).

2.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH (Potencial hidrogeniônico) tem a função de indicar a neutralidade, acidez ou alcalinidade de uma solução aquosa, ou seja, fazendo-se referência com $\text{pH}=7$ (neutro), em que quanto maior for o pH mais possuirá alcalinidade, caso contrário quanto menor o pH mais ácida será a solução. Com base nesse aspecto o ideal pH da água para ser útil ao uso da vida dos seres vivos está entre 9 e 10. O medidor de pH (pHmetro) é um milivoltímetro (mV) que converte o valor de potencial medido pelo eletrodo em unidades de Ph (ALVEZ).

Existem três formas de medir o pH da água, tais como: usando um medidor de pH, papel tornassol ou papel indicador de pH, mas que utilizaremos apenas um como referencial. Vale ressaltar que irá ser realizado a comparação entre os valores obtidos com o sensor de pH e as tiras de papel indicador de pH.

Na figura 1, são tiras de papel indicador de pH que é constituído por uma série de barras que indicam a mudança de cor após serem expostas a uma solução, em que a força dos ácidos e bases se diferencia em cada barra. Depois que elas mudam de cor, o padrão das barras pode ser comparado com as barras, presente na figura 1.

Figura 1 – Papel indicador de pH



Fonte: Autor (2020)

2.4 Turbidez

Segundo pesquisadores da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), em seu “Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham com ETAS”, colocam que: A turbidez é um dos parâmetros de qualidade para avaliação das características físicas da água bruta e da água tratada. O valor máximo permitido para água tratada é de 1 NTU na saída das estações de tratamento de água e 5 NTU em qualquer ponto da rede de distribuição (LUIS, 2006).

A água possui sua propriedade que também está ligada a turbidez, assim como em termos de qualidade como água doce e potável. A turbidez é constituída pela propriedade óptica de absorção e reflexão da luz, servindo como um importante parâmetro dos fatores dependentes que sejam adequados para consumo da água (LUIS, 2006).

Existe alguns micro-organismos patogênicos à saúde quando se analisa a turbidez. Existindo a presença de partículas sólidas que são responsáveis pela turbidez, podendo agir de uma forma a “proteger” determinados micro-organismos, facilitando a sua proliferação (LUIS, 2006).

Quando as águas túrbidas estimulam o crescimento dos micro-organismos, altera-se as propriedades organolépticas (características dos materiais que podem ser percebidas e avaliadas pelos sentidos humanos) da água para consumo. Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas (LUIS, 2006).

2.5 Arduino

O Arduino é uma placa de prototipagem eletrônica de código aberto. O projeto, surgido na Itália, por Máximo Banzi em 2005, inclui hardware e software livre e visa oferecer ferramentas adaptáveis e de baixo custo para a criação de projetos interativos de diversas ordens (ARDUINO, 2018). Ressaltando que ele possui um conjunto de programas de software, pelo qual irá ocorrer interação com o hardware.

O Arduino é uma forma de computador pequeno, em que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados em seu sistema, desse modo ouvir informações dos sensores e executar ações através dos atuadores.

Assim, foi criada uma placa composta por um microcontrolador Atmel, circuitos de entrada/saída e que pode ser facilmente conectada à um computador e programada via IDE (Integrated Development Environment, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) utilizando uma linguagem fundamentada em C/C++, sem a necessidade de equipamentos extras além de um cabo USB (THOMSEN, 2014).

A IDE é um aplicativo de plataforma cruzada (para Windows , macOS , Linux) escrito em funções de C e C ++ . É usado para escrever e fazer upload de programas em placas compatíveis com Arduino, mas também, com a ajuda de núcleos de terceiros, outras placas de desenvolvimento de fornecedores (ARDUINO, 2018).

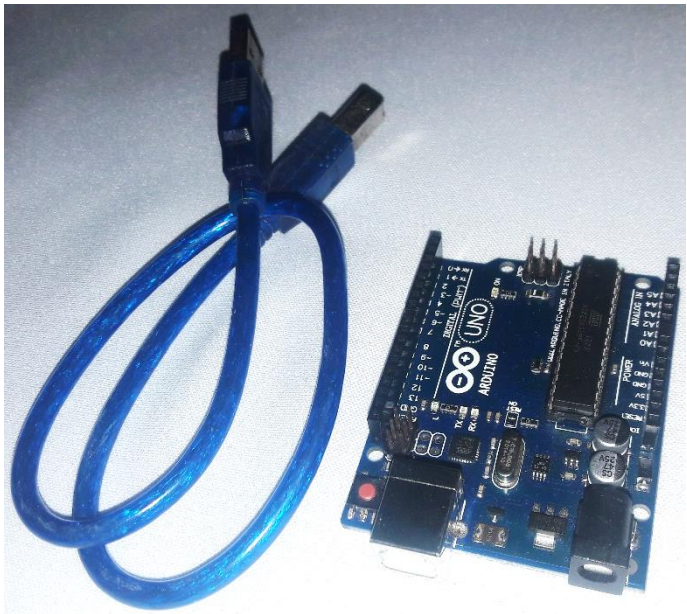
2.5.1 Arduino Uno R3

O Arduino Uno R3 que será utilizado para a prática é o baseado no ATmega328P (datasheet), com memória de 32 KB (com 0,5 KB utilizada para o bootloader). O bootloader permite o envio de novos códigos sem o uso de um programador de hardware externo. O Arduino também tem 2 KB de SRAM e 1 KB de EEPROM (que pode ser lido e escrito com a biblioteca EEPROM) (ARDUINO, 2018).

O microcontrolador Arduino Uno pode ser alimentado através da conexão USB ou com uma fonte de alimentação externa. A fonte de alimentação é selecionada automaticamente. O Arduino Uno R3 possui 14 pinos digitais de entrada / saída (dos quais

6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um de 16 MHz ressonador cerâmico, uma conexão USB, um conector de alimentação, um cabeçalho ICSP, e um botão de reset. Este contém tudo o necessário para suportar o microcontrolador; basta conectá-lo a um computador com um cabo USB ou ligá-lo com um adaptador AC para DC ou bateria para começar (ARDUINO, 2018).

Figura 2 – Arduino Uno R3



Fonte: Autor (2020)

Tabela 1 – Caracterização do Arduino Uno R3

Microcontrolador:	ATmega328P
Tensão de Operação:	5V
Tensão de Entrada (recomendada):	7-12V
Tensão de Entrada (limite):	6-20V
Pinos I/O Digitais:	14 (com 6 saídas PWM)
Pinos I/O PWM Digitais:	6
Pinos Analógicos de Entrada:	6
Corrente DC para o Pino de 3,3V:	50 mA
Memória <i>Flash</i> :	32 kB (ATmega328P)
SRAM:	2 kB (ATmega328P)
EEPROM:	1 kB (ATmega328P)
Velocidade do Relógio:	16 MHz
Comprimento:	68,6 mm
Largura:	53,4 mm
Peso:	25 g

Fonte: Arduino

2.6 Sensor

Um sensor é um dispositivo que possui a função de detectar ou captar ações ou estímulos externos, e por consequência, respondera esses comandos. A sua função é emitir um sinal que seja capaz de ser convertido e interpretado pelos outros dispositivos, ou seja, transformar as grandezas físicas ou químicas em grandezas elétricas. Em que o sinal pode ser lido por um processador ou ser transmitido eletronicamente por uma rede de dados (CONCEITO, 2013).

2.6.1 Sensor Analógico e Digital

Os Sensores Analógicos produzem um sinal de tensão contínuo que é geralmente proporcional à quantidade a ser medida. O sinal é uma amplitude pequena, pelo qual precisasse de uma fonte de alimentação externa e algum tipo de amplificador, afim de produzir um sinal elétrico adequado (SOARES, 2014).

Os Sensores Digitais produzem um sinal de saída digital com tensões que representam o nível digital a ser medido, produzindo um sinal binário 1 ou 0. Um sinal digital produz valores discretos (não contínuos) e pode ser transmitido como um único “bit” (transmissão em série) ou combinando os bits para gerar uma única saída de “bytes” (transmissão em paralelo) (SOARES, 2014).

Ao se escolher um sensor é preciso analisar qual função da tarefa irá se proceder, no entanto, depende muito da sua atividade para aquele ambiente que será aplicado, pois existem sensores do tipo: acústicos, elétricos, ópticos, magnéticos, mecânicos, térmicos, de proximidade e dentre outros. Os sensores que foram utilizados para a prática deste projeto são ser explicados de forma mais detalha posteriormente.

Diante disso, como base de referência, veja um exemplo com um termômetro a base de mercúrio, por exemplo, a entrada é a temperatura, sendo que o líquido se expande ou contrai devido à variação da temperatura no ambiente, fazendo com que o sinal seja maior ou menor no manômetro, que por sua vez realiza a leitura da saída do sinal. Neste caso, o manômetro é o dispositivo que processa a informação da coluna de mercúrio e torna a medição legível para o ser humano (BERTULUCCI, 2018).

Os detectores de movimento se estende em várias aplicações, tais como: presença para alarmes, portas automáticas, ligar ou desligar luzes. Dessa forma, estes dispositivos recebem algum tipo de energia, como micro-ondas, ondas de ultrassom ou feixes de luz e conseguem detectar quando este fluxo de energia é interrompido por algo entrando em seu caminho (BERTULUCCI, 2018).

Logo adiante três exemplos de sensores que serão utilizados no transcorrer do projeto, tais como: temperatura, pH e turbidez.

2.6.2 Sensor de Temperatura

Os sensores de temperatura são dispositivos que tem a função de identificar o nível de aquecimento de um determinado equipamento ou processo, fazendo com que este permaneça em condições adequadas para o seu funcionamento.

O sensor de temperatura DS18B20 é um termômetro digital, que pode medir, interpretar a temperatura e ainda fornecer o envio das informações que serão obtidos valores usados com a unidade de temperatura na escala de graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$), que o ponto de fusão de gelo é o valor 0 e para o ponto de ebulição da água o valor é 100 (MADEIRA, 2018).

O sensor será conectado no microcontrolador (Arduino) usando um barramento de apenas um fio (protocolo de comunicação One wire ou 1-wire em uma única comunicação). Para se fazer uso do valor usado para medir a temperatura com esse sensor, varia de -55°C e 125°C com uma precisão de cerca de $0,5^{\circ}\text{C}$ na faixa de -10°C e $+85^{\circ}\text{C}$ (MADEIRA, 2018).

One-Wire foi desenvolvido pela Dallas Semiconductor, tendo o protocolo de comunicação cuja estrutura se dá em forma de um barramento, é uma linha única para transmissão de dados que é formada, na qual, pode-se fazer a conexão de vários dispositivos, de modo que estes possam trocar informações com o nosso Arduino Uno R3 (MADEIRA, 2018).

Dessa forma, os elementos que são inseridos no barramento, cada um deles irá possuir um determinado endereço, fazendo com que o próprio barramento, através de um algoritmo de busca possa determinar quais são os endereços que estão sendo utilizados

pelos dispositivos para que seja possível fazer com que o Arduino UNO possa interagir com os mesmos de maneira ágil e acessível (MADEIRA, 2018).

O sensor de temperatura que será utilizado na plataforma será a prova d'água, pelo qual se solda os fios nas pernas do DS18B20 e os colocam dentro de uma capsula metálica. Comparando assim com o do termômetro de Mercúrio.

Figura 3- Termômetro de Mercúrio



Fonte: Autor (2020)

2.6.3 Sensor de pH

O sensor de pH Arduino tem a função de medir o nível de pH de caixas de água, piscina, lagos, a própria água para consumo e outros. Ele é formado por um Eletrodo pH, que será uma sonda e um módulo eletrônico que faz a intermediação com o Arduino, por exemplo, podendo o eletrodo ficar submerso no recipiente com água, ficando apenas com o cabo externo exposto (BOT SHOP).

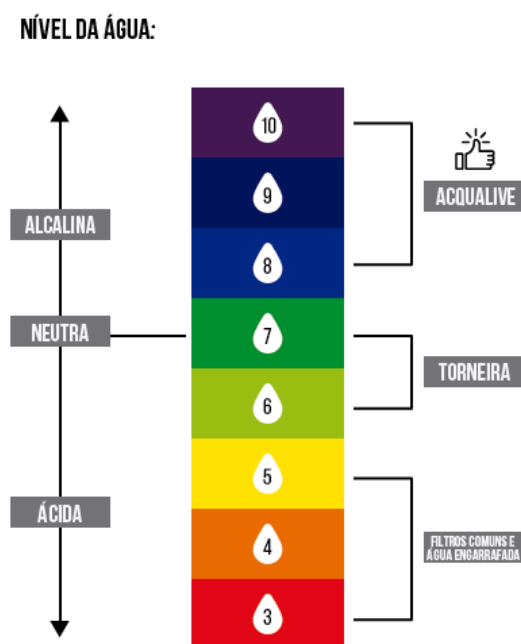
Tabela 2– Caracterização do sensor de sonda pH

TO :	Saída de temperatura
DO :	3.3V Saída (do potenciômetro de limite de ph)
Saída analógica PO - pH :	Arduino A0
Gnd :	Gnd para sonda pH (pode vir do pino Arduino GND)
Gnd :	Gnd para placa (também pode vir do pino Arduino GND)
VCC :	5V DC
POT 1 :	Deslocamento de leitura analógica (mais próximo ao conector BNC)
POT 2 :	Configuração do limite de pH

Fonte: Bot Shop

Quando se faz uso do sensor para obter os resultados é preciso estar atento a calibração dos potenciômetros, pois quando conectado com o Arduino o valor obtido do pH = 0 tem que ter uma tensão de 0V, enquanto o pH = 14 tem tensão de 5V, no entanto o pH = 7 tem que ter uma tensão meio a meio de 0V à 5V, ou seja, com 2,5V , podendo ser aproximadamente(BOT SHOP).

Figura 4 - Demonstração do pH



Fonte: Acqualive

2.6.4 Sensor de Turbidez

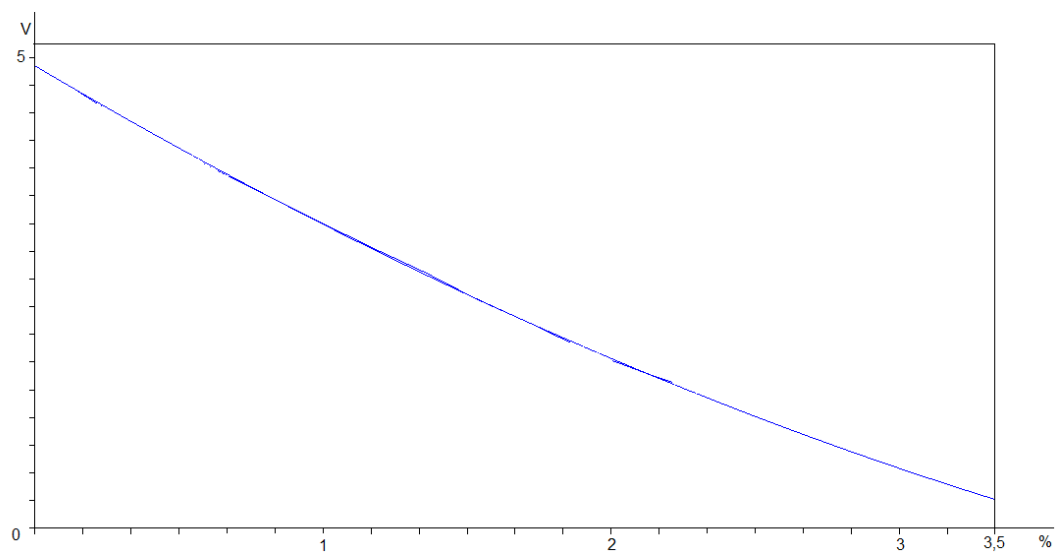
O sensor de turbidez da keyestudio detecta a qualidade da água fazendo uso da medição do nível de turbidez, que irá converter o próprio sinal de corrente na saída de tensão através do circuito. Para o intervalo de detecção fica em torno de 0% a -3,5% que corresponde à 0-4550NTU, com um intervalo de erro de $\pm 05\% F * S$. A conversão de porcentagem para unidade de turbidez (NTU) é dado da seguinte fórmula empírica (KEYSTUDIO, 2019).

$$10^{-6}(ppm) = 1ppm = \frac{1mg}{L} = 0.13NTU$$

$$3,5\% = 35000ppm = \frac{35000mg}{L} = 4550NTU$$

Dessa forma, vejamos no gráfico 1 como representação da tensão em função da porcentagem, para se converter em unidades de turbidez (NTU).

Gráfico 1- Tensão x Percentual



Fonte : Autor (2020)

Este sensor de turbidez possui modos de saída de sinal analógico e digital, mas para fazer uso de sua utilização no projeto de monitoramento da qualidade da água, usaremos com o sinal analógico, pois os dados são mais adequados para a pesquisa.

Ao deslizar o interruptor para extremidade A, será conectado a extremidade do sinal à porta analógica, dessa maneira pode-se ler o valor analógico para calcular a tensão de saída, com o objetivo de obter o grau de turbidez da água. Além disso, caso o potenciômetro não esteja calibrado, podemos girar para ajustar a sensibilidade do sensor (KEYSTUDIO, 2019).

Tabela 3– Caracterização do sensor de Turbidez

Tensão de funcionamento :	5V
Corrente de Funcionamento :	Cerca de 11mA
Faixa de detecção :	0% - 3.5% (0-4550NTU)
Temperatura de operação:	-30 °C ~ 80 °C
Temperatura de armazenamento:	-10 °C ~ 80 °C
Faixa de erro :	± 0,5% F * S
Peso:	18g

Fonte: Keystudio

O valor no sensor de turbidez aumenta à medida que a água fica progressivamente mais suja. É sensível o suficiente para distinguir também entre água engarrafada e água da torneira.

2.7 Display LCD

O display LCD é um dispositivo eletrônico que apresenta as informações armazenadas ou transmitidas, de modo visual. Quando a informação de entrada é fornecida como um sinal elétrico, o display é chamado de "display (ou "painel") eletrônico".

Utilizaremos o display LCD 16x2, pelo qual temos 16 caracteres, da esquerda para a direita, tendo linha 0 e linha 1, com 32 caracteres ao todo. Vejamos na figura 5.

Figura 5 – Display LCD 16x2



Fonte: Autor (2020)

Tabela 4 - Descrição dos pinos da interface de conexão do LCD 16x2

GND :	0V
VDD:	5V(Tensão de alimentação-Lógica)
V0:	Fornecimento de Energia para o LCD
RS :	H/L (Data/Código de Instrução)
R/W :	H/L (Ler/Escrever)
E:	Data bus line
DB0 :	Data bus line
DB1 :	Data bus line
DB2 :	Data bus line
DB3 :	Data bus line
DB4 :	Data bus line
DB5 :	Data bus line
DB6 :	Data bus line
DB7 :	5V(backlight power)
BL1 :	0V(backlight power)
BL2 :	

Fonte: Usina Info

3. Metodologia

Inicialmente, foi realizado um estudo sobre plataformas de monitoramento da qualidade de água existente na literatura. A partir destes estudos, foi escolhido quais seriam as variáveis monitoradas de forma a medir a qualidade de água. Após essa etapa, os estudos individuais dos sensores foram realizados. Os sensores utilizados foram calibrados em laboratório e feitos testes de forma a verificar o seu funcionamento.

Finalizada a etapa de verificação, teste e calibração dos sensores, o projeto do sistema de monitoramento da qualidade de água começou a ser inicializado. Dessa forma, foi implementado um sistema que realizasse as medições dos sensores em função das variáveis, de certa forma que fossem visualizadas em um display.

O objetivo neste passo, é verificar se o sistema está funcionando de forma adequada. Por fim, a última etapa do projeto consiste em utilizar a plataforma desenvolvida para o monitoramento da qualidade de água superficial na cidade de Pau dos Ferros/RN.

3.1 Matérias Utilizados

Para o desenvolvimento do sistema de monitoramento da qualidade da água foi de suma importância a utilização de uma plataforma embarcada, sendo aplicado o Arduino Uno R3, figura 3, ver na seção 2.5.1. Esse equipamento proporciona receber dados obtidos pela leitura dos sensores, sendo estes transmitidos por meio da comunicação entre o Arduino e .

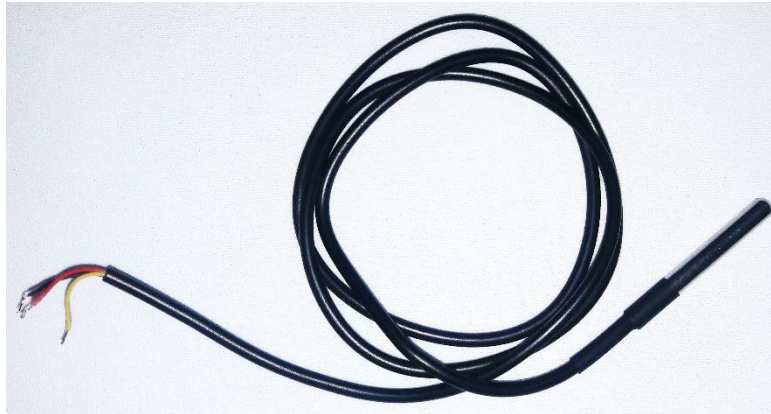
Para equipar a plataforma foram necessários, além do microcontrolador, sensores capazes de aplicar variáveis hidrológicas. O presente trabalho fez uso de três sensores: o sensor de temperatura DS18B20 (Figura 6), sensor de pH-4502C (Figura 7), sensor de turbidez (Figura 8). Além de fazer uso de um display (Figura 5).

Além desses três componentes principais, algumas ferramentas foram importantes para a caracterização e o funcionamento da plataforma, tais como:

- *Jumpers*: Pequenos fios condutores utilizados para conectar dois pontos de um circuito eletrônico;
- Resistor de 10K Ω ;
- Multímetro: para fazer uso na calibração dos potenciômetros;
- Potenciômetro de 10k Ω ;

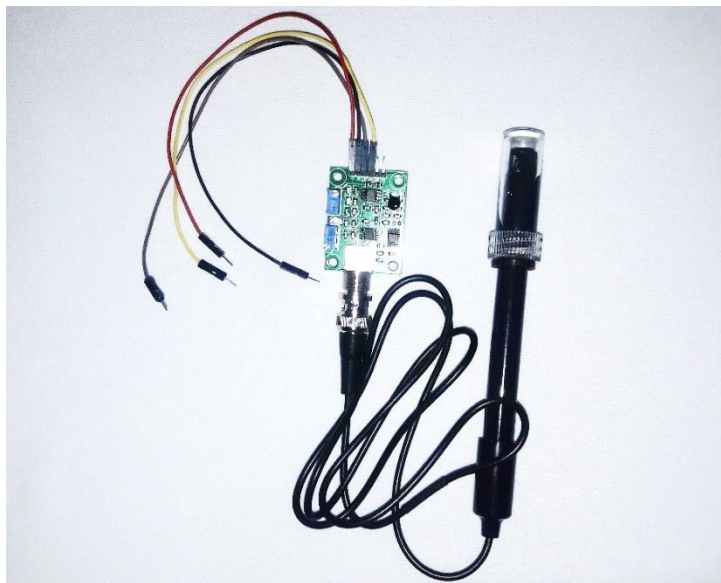
- Termômetro de Mercúrio;
- Becker;
- Chapa Quente;
- Papel indicador de pH;
- Agitador Magnético com aquecimento.

Figura 6 – Sensor de temperatura DS18B20



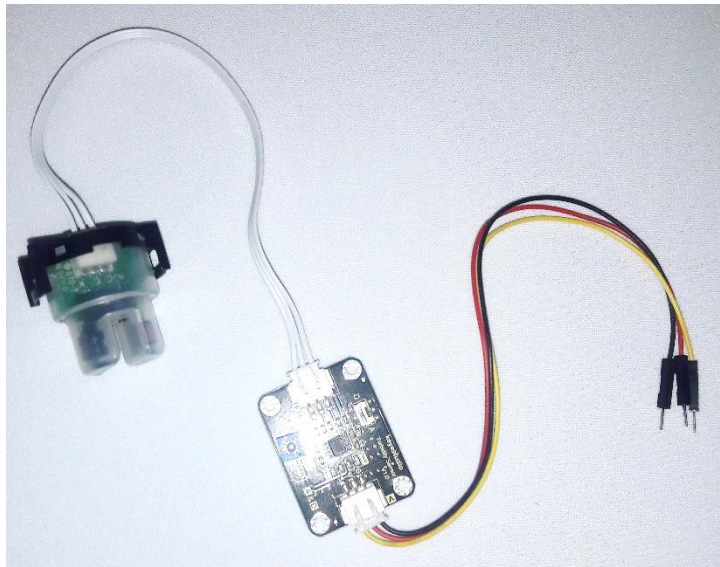
Fonte: Autor (2020)

Figura 7 – Sensor pH-4502C



Fonte: Autor (2020)

Figura 8 – Sensor de turbidez



Fonte: Autor (2020)

3.2 Montagem

Para a construção definitiva do sistema proposto foi necessário fazer a integração da parte física (componentes de Hardware) como os sensores , assim como da parte lógica (Software embarcado), que será mostrada em forma de diagrama de blocos.

3.2 1 Montagem dos componentes de Hardware

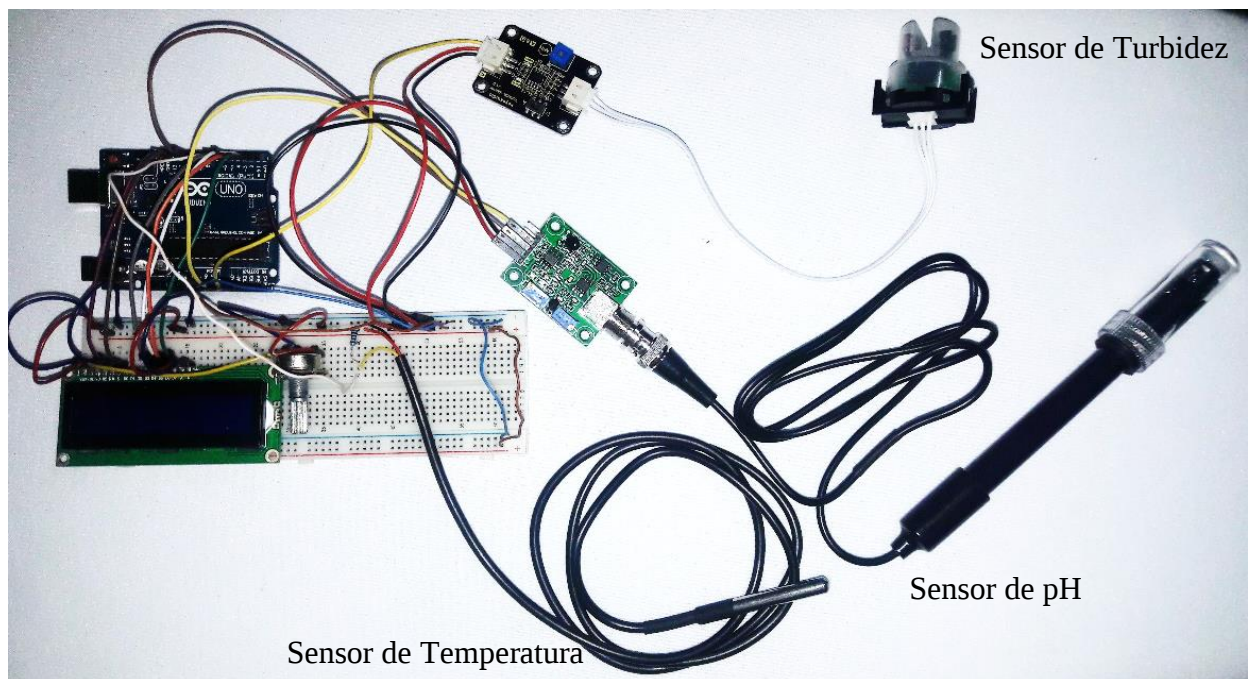
Os sensores possuem características e configurações específicas de comunicação com o Arduino. Pode-se observar a conexão do sistema na figura 9, em que possui o desenvolvimento da plataforma e as simulações.

Na Figura 9 mostra a esquematização para o correto funcionamento do sensor de temperatura DS18B20, sensor de pH-4502C e do sensor de turbidez . Como padrão de cores nestas imagens foi usado preto para GND, vermelho para alimentação de 5V, e amarelo para as portas analógicas, isto nos devidos sensores.

No sensor de temperatura, foi utilizado um resistor de 10Ω , para se fazer uso da alimentação do fio do sensor para o pino no Arduino, utilizando assim a protoboard para funcionar o circuito. Enquanto isso, os outros sensores utilizaram a fonte de alimentação de 5V, porta analógica e fio terra.

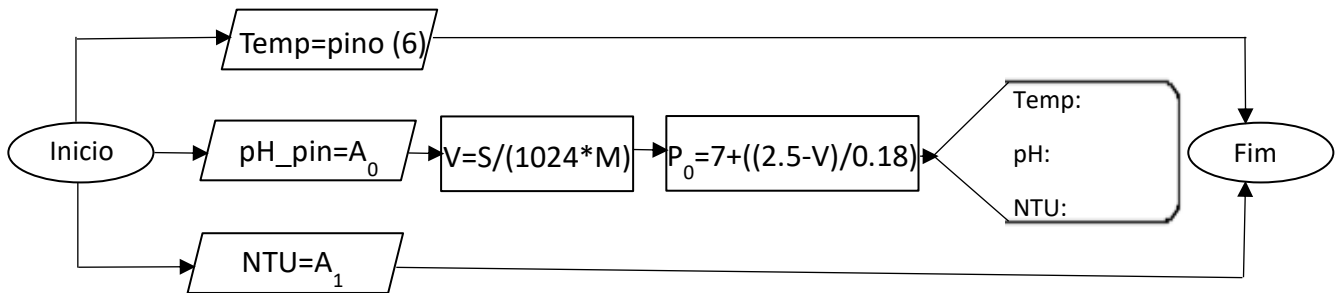
Já no display, para seu funcionamento no Arduino foi usado jumpers conectando as entradas, assim como para as saídas. Neste caso, foi necessário usar um potenciômetro de 10k para mostrar no seu visor melhor os dados. Veja na figura 9 a esquematização da plataforma de monitoriamento de água.

Figura 9 – Esquematização da plataforma de Monitoramento de Água



Fonte: Autor (2020)

3.2.2 Montagem da parte lógica por diagrama de blocos



Inicializa-se a implementação das variáveis, como: Temp, pH_pin, e NTU, sendo a temperatura, o potencial hidrogeniônico e a turbidez, respectivamente. Em que dentro do microcontrolador que o Arduino possui, teremos a temperatura convertida e o pino(6) conectado a protoboard.

Enquanto o pH_pin será conectado a uma porta lógica A₀ no Arduino, tendo as seguintes conversões do valor de pH por meio das configurações do sensor utilizado. Por fim, depois dos dados serem processados, pode-se visualizar as saídas no display.

3.3 Interpolação Polinomial (Método de Newton)

Para encontrar os valores em NTU do sensor de turbidez foi preciso realizar uma interpolação utilizando o método de Newton. Em que esse polinômio consiste em forma usada no ajuste exato de conjuntos de dados. Uma vez conhecido os coeficientes, o polinômio pode ser usado para calcular um valor interpolado em qualquer x.

Os polinômios interpolados de Newton têm características adicionais desejáveis que os fazem uma escolha popular. Os pontos dos conjuntos de dados não precisam estar ordenados crescente e decrescente. Lembrando que após a determinação dos n coeficientes de um polinômio interpolador de Newton $n-1$, mais pontos podem ser adicionados ao conjunto de dados, sendo necessário apenas determinas os coeficientes adicionais (GILAT,2000).

3.3.1 Polinômio de Newton de Segunda Ordem

Para três pontos, (x_1, y_1) , (x_2, y_2) e (x_3, y_3) , este polinômio em segunda ordem conforme a seguinte Equação 1:

$$f(x) = a_1 + a_2(x - x_1) + a_3(x - x_1)(x - x_2) \quad (1)$$

Dado essa equação, gerou um gráfico que sua curva é uma parábola, passando pelos três pontos. Os coeficiente a_1, a_2 e a_3 podem ser determinados com a substituição dos três pontos na Equação 1. Em que a substituição de $x = x_1$ e $f(x_1) = y_1$ resulta em $a_1 = y_1$. A substituição do segundo ponto, de $x = x_2$ e $f(x_2) = y_2$ e $a_1 = y_1$ na Equação 1, temo que a Equação 2:

$$y_2 = y_1 + a_2(x_2 - x_1) \text{ ou } a_2 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (2)$$

A substituição do terceiro ponto, de $x = x_3$ e $f(x_3) = y_3$ e $a_1 = y_1$ e $a_2 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$ na Equação 1, resulta agora na Equação 3.

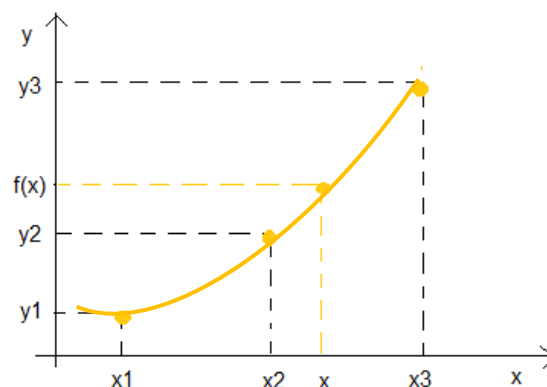
$$y_3 = y_1 + \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} (x_3 - x_1) + a_3(x_3 - x_1)(x_3 - x_2) \quad (3)$$

Pode-se isolar o a_3 que ficará do seguinte modo:

$$a_3 = \frac{\frac{y_3 - y_2}{x_3 - x_2} - \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}}{(x_3 - x_1)}$$

Os coeficientes a_1 e a_2 são os mesmos polinômios de primeira e segunda ordem. Isso significa que, se dois pontos são dados e um polinômio de Newton de primeira ordem é usado para gerar uma reta passando por esses dois pontos, este polinômio pode ser modificado para se tornar um polinômio de segunda ordem passando por três pontos (GILAT, 2000). Observe o Gráfico 2.

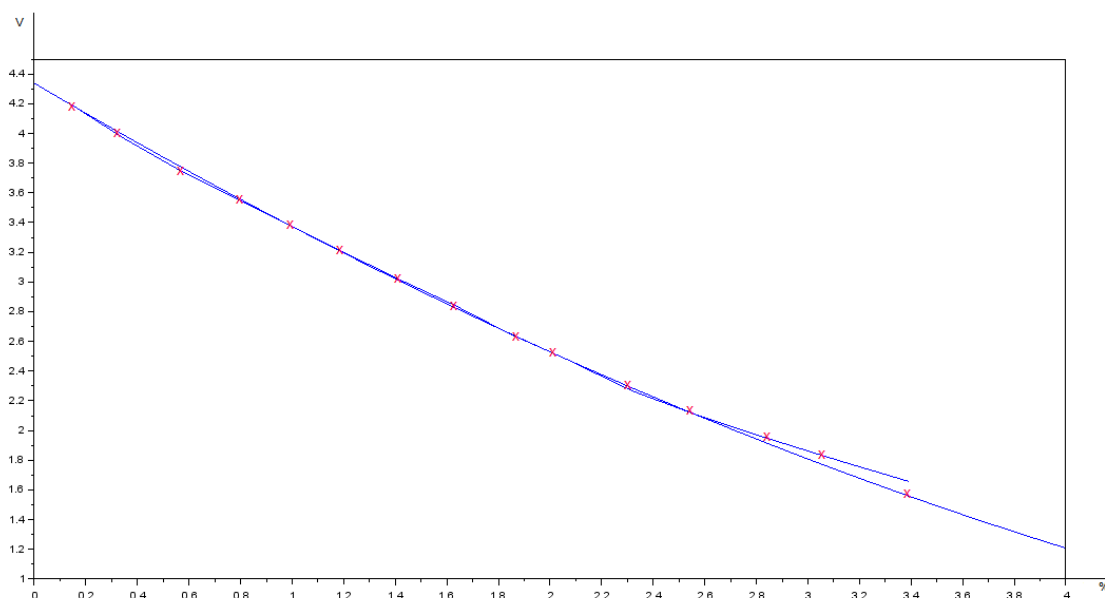
Gráfico 2– Polinômio de Newton de segunda ordem



Fonte: Gilat

Foram adicionados 15 pontos de modo que representassem a porcentagem e a tensão para obtenção dos valores em NTU, em um função da equação encontrada pela interpolação do método de Newton. No intervalo utilizado no Gráfico 1, irá perceber o surgimento de duas linhas, mas esse fator é devido a plataforma do Scilab, pois considera-se apenas uma linha em meio aos intervalos maracados com x.

Gráfico 3- Tensão x Percentual - (Dados implementados)



Fonte: Autor (2020)

Ao implementar esses valores na plataforma do SCILAB pelo método de Newton, foi escolhido a variação entre três pontos distintos, no início, meio e fim, que resultou em na Equação 4 de ordem 2.

$$V(x) = 0,060862x^2 - 1,0260772x + 4,3382052 \quad (4)$$

Como na equação acima o V significa a tensão, temos que o x seria os valores obtidos para a substituição, mas como é obtido através do sensor de pH valor da tensão, ou seja, no display da plataforma do Arduino será mostrado a tensão para ser convertido em NTU. Sendo preciso pegar esse valor, dividir por 1023 e multiplicar por 5, a partir daí é gerado uma nova equação. Para isso pega-se a Equação 4 e transforma em um radical, ficando da seguinte forma:

$$ax^2 - bx + (c - V) = 0 \quad (5)$$

$$x = \frac{b \pm \sqrt{b^2 - 4a(c - V)}}{2a} \quad (5.1)$$

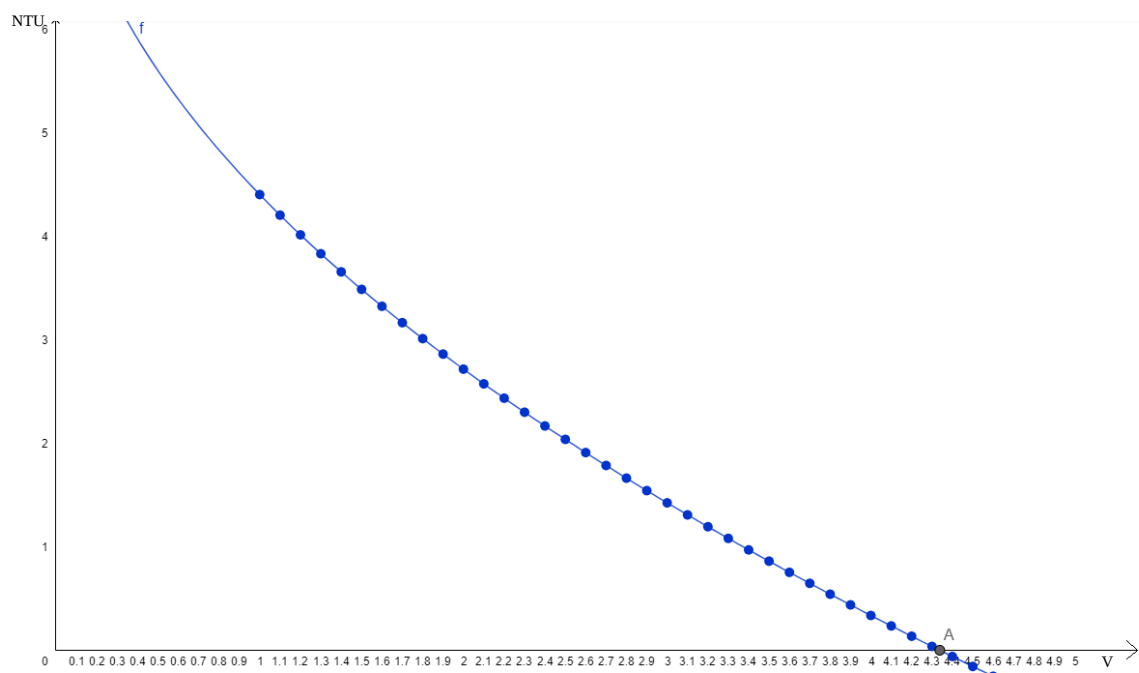
$$x = 8,429539 \pm \frac{\sqrt{1,052834 - 0,243448(4,3382052 - V)}}{0,121724} \quad (5.2)$$

Com isso aplica-se a Equação 5.2 para obter o valor da turbidez em NTU. Logo na seção de resultados e discussões tem esses dados no real valor em NTU. Observe o Gráfico 4 e 5 posteriormente, de como fica em função da Equação 5.2 .

Percebe-se que quando aplica a Equação 5.2, é gerado um gráfico com valores maiores do que o permitido pelo NTU ideal, com a linha côncava para baixo, enquanto que a Equação 5.2 aplicando o sinal positivo obtivemos valores na faixa do NTU que é ideal, com a linha côncava para cima. Pois o primeiro gráfico será utilizado para coletar os dados do valor de turbidez.

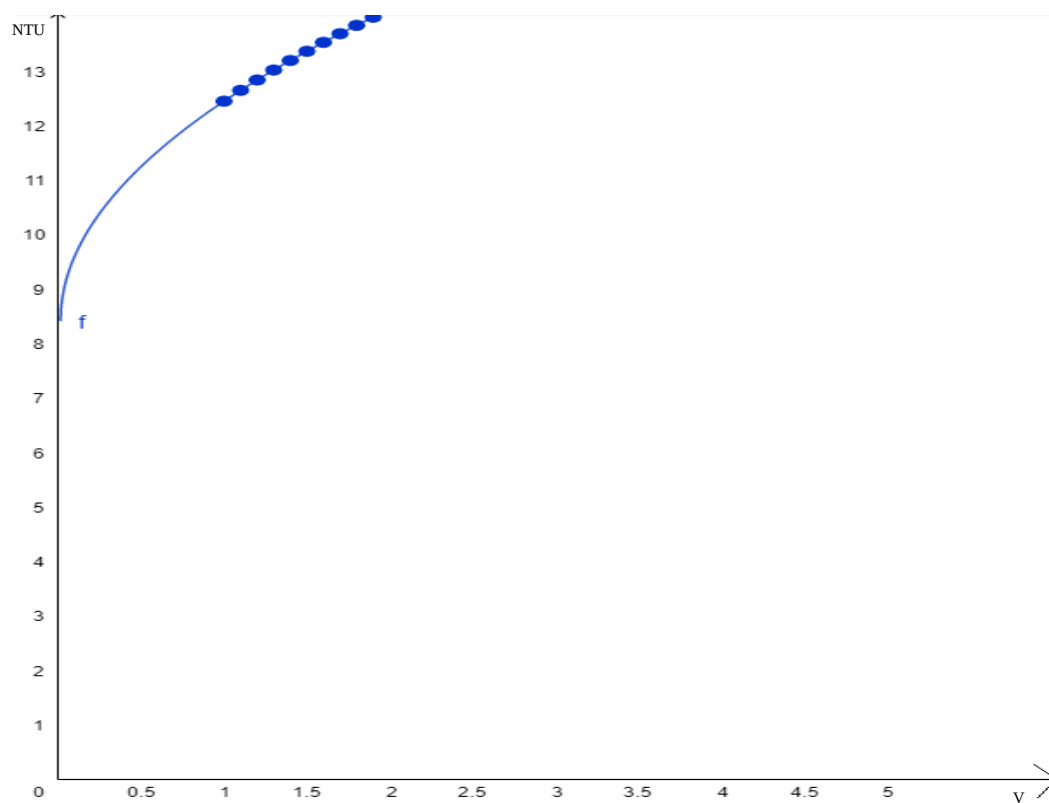
O valor de V é o valor da tensão, porém os valores já estão gerados, o que precisa-se encontrar é o valor da turbidez, por isso o fato de gerarmos a Equação 5.2, que servirá para encontrarmos os valores da turbidez.

Grafico 4 - Gerando valor em NTU – (Sinal positivo)



Fonte: Autor (2020)

Grafico 5 - Gerando valor em NTU – (Sinal negativo)



Fonte: Autor (2020)

Tal qual resultou nesses gráficos, com NTU em função de V , comparando que com o sinal negativo observa o erro no valor, e com o sinal positivo tem-se resultados coerentes para prática dessa análise.

3.4 Estudo de Caso

Os testes de análise, com a implementação dos sensores em um sistema embarcado foi realizado no laboratório de química, na UFERSA Campus Pau Ferros-RN, assim como na própria residência, com aparatos adequados para esse tipo de projeto.

4. Resultados e Discussões

4.1 Custos de Desenvolvimento da Plataforma

Proposto o ponto crucial do projeto da plataforma de monitoramento da qualidade de água utilizando sistemas embarcados e também focar no custo financeiro, em meio a sua eficácia e eficiência, no que se trata de um valor de baixo custo para a montagem do projeto, tem-se os seguintes valores de cada equipamento e o total ao todo logo na Tabela 5.

Tabela 5 – Custos de Desenvolvimento da Plataforma

Componentes da Plataforma	Preço
Arduino Uno R3	R\$ 13,45
Sensor de Temperatura DS18B20	R\$ 8,83
Sensor de pH-4502C	R\$ 46,80
Sensor de Turbidez	R\$ 44,35
Total	R\$ 113,43

Fonte: Autor (2020)

4.2 Coleta de dados dos sensores

Foi realizado a coleta de dados por meio de pequenas amostras dos diferentes tipos de água. Em que a água Mineral, a de poço, e da Ufersa foram adicionadas em um Becker, tanto para medir a temperatura, turbidez e pH.

Tabela 6 – Coleta de Dados do Sensor de Temperatura (°C) da Água Mineral.

Água Mineral	Água Mineral Gelada	Água Mineral Aquecida
27,50	17,62	39,25
27,50	16,56	38,81
27,50	15,94	38,31
27,40	15,80	37,94

Fonte: Autor (2020)

Tabela 7 – Coleta de Dados do Sensor de Temperatura (°C) da Água de Chuva.

Água de Chuva	Água de Chuva Gelada	Água de Chuva Aquecida
27,37	10,38	40,19
27,31	9,3	39,56
27,31	9,19	39,00
27,25	8,88	38,44

Fonte: Autor (2020)

Ao se observar as Tabelas 6 e 7 com a variação de temperatura de uma água para outra, percebe-se que quase não existe diferença independentemente do tipo da água, mas que existe uma discrepância em relação a água gelada da chuva. Daí pode-se partir para um exemplo de demonstração à saber se o termômetro de mercúrio e o sensor DS18B20 tem uma equivalência ou não em seus valores, em relação ao ponto de ebulição da água, usando o termômetro de mercúrio, mas antes de partir para esse ponto observe a Tabela 8 com algumas temperaturas da água de chuva.

Tabela 8 – Coleta de Dados do Termômetro de Mercúrio (°C) da Água de Chuva.

Água no Estado normal	Água Aquecida
29,00	35,00
28,00	37,00
28,00	40,00
27,50	42,00

Fonte: Autor (2020)

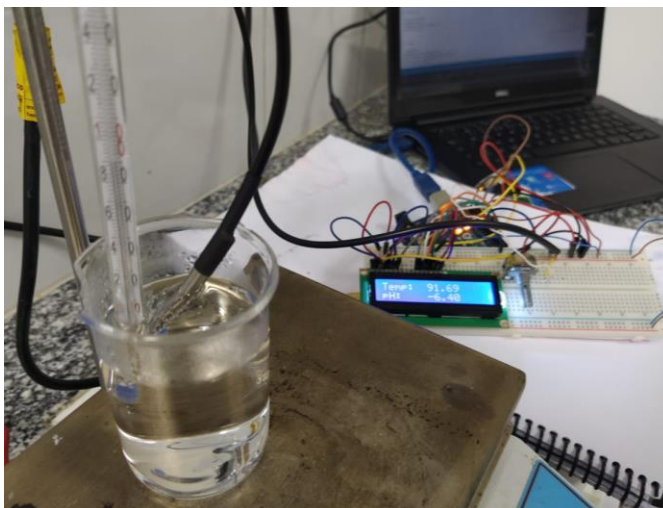
Pode-se observar que os valores obtidos da temperatura em função do termômetro de mercúrio, na Tabela 7 e 8, se encontram em um estado próximo ao sensor DS18B20. Fazendo com que sua utilidade seja adequada para análise e colhimento dos dados, tendo uma repercussão positiva para uso em projetos com um baixo custo financeiro.

Figura 10–Termômetro de Mercúrio e Sensor DS18B20



Fonte: Autor (2020)

Figura 11 – Termômetro de Mercúrio e Sensor DS18B20



Fonte: Autor (2020)

O ponto de ebulição da água é a 100°C , índice que se fixarmos nesse ponto percebe-se que a água passa de um patamar para outro, se evaporando. Veja na figura 10 o valor da temperatura colhida pelo sensor DS18B20 é mostrado no display o dado de 76.62°C e no termômetro de 78°C , já na Figura 11 temos 91.69°C do sensor e do termômetro de 93°C .

Com esses valores extraídos, pode perceber que existe uma eficiência na utilização do sensor, pois os dados são bem próximos ao do termômetro. Vale lembrar que quando a temperatura chega mais próximo do ponto de ebulição, no sensor fica variando na faixa de 90°C.

Nas Tabelas 9 e 10 foi usado o sensor de turbidez para a coleta dos dados. Pelo qual foi exposto a explicação desse caso na seção 3.3.1.

Tabela 9 – Coleta de Dados de Turbidez em NTU da Água Mineral - (Comparação)

Água Mineral com pouco sólido	Água Mineral com muito sólido
1,01	3,35
0,91	3,30
0,81	3,27
0,79	3,29

Fonte: Autor (2020)

Tabela 10 – Coleta de Dados de Turbidez em NTU da Água de Chuva (Comparação)

Água de chuva com pouco sólido	Água de chuva com muito sólido
1,05	2,58
1,02	2,39
1,00	2,36
0,97	2,22

Fonte: Autor (2020)

Tabela 11 – Coleta de Dados de Turbidez em NTU da Água do Poço (Comparação)

Água Mineral com pouco sólido	Água Mineral com muito sólido
0,75	1,23
0,71	1,10
0,58	0,99
0,59	1,09

Fonte: Autor (2020)

Tabela 12 – Coleta de Dados de Turbidez em NTU da Água da Ufersa CMPF (Comparação)

Água Mineral com pouco sólido	Água Mineral com muito sólido
0,55	1,00
0,59	1,02
0,59	0,92
0,60	1,00

Fonte: Autor (2020)

Tabela 13 – Coleta de Dados de Turbidez em NTU da Água

Água Mineral	Água de Chuva	Água de Poço	Água da Ufersa
0,95	1,17	0,46	0,52
0,87	1,18	0,45	0,51
0,96	1,20	0,44	0,51
0,88	1,27	0,44	0,51

Fonte: Autor (2020)

De forma geral, pode-se perceber que há uma variação no valor de NTU de cada uma dessas águas nas Tabelas 10,11,12 e 13. Ou seja, como forma de comparação para analisar se esses resultados são satisfatórios, tem-se que a água mineral, da chuva e do bebedouro da UFERSA, isso com poucos sólidos, chegaram a valores muito próximos aqueles obtidos com o sensor de turbidez.

Já com o resultado da água do poço, se comparado com o valor obtido do sensor de turbidez, existiu um pouco de diferença. Vale salientar que quanto maior o valor da tensão, menor é o valor da turbidez, e vice-versa.

Nas Tabela 14 será mostrado a coleta dos dados do pH da água mineral de chuva, do poço UFERSA CMPF.

Tabela 14 – Coleta de Dados do pH

Água Mineral	Água de Chuva	Água do Poço	Água da UFERSA
7,29	7,00	7,30	6,81
7,70	7,08	7,24	6,83
7,02	7,05	7,27	6,81
7,64	7,08	7,22	6,81

Fonte: Autor (2020)

O resultado coletado na fita de indicador de pH com a água mineral, a de poço, de chuva e da Ufersa CMPF, respectivamente foi de pH = 7, pH = 7, pH = 6, pH = 6. Já para se fazer a coleta dos dados no sensor, foi pegado uma amostra com quatro valores a cada 6 segundos, tendo variação no intervalo de pH = 7, tanto para água mineral, da água de chuva quanto para a água do poço. E que para a água do bebedouro da Ufersa CMPF teve um intervalo na faixa de pH = 6.

O que pode -se observar mediante a isso, é que os valores são bem próximos quando se comparado com a fita de indicador de pH e o sensor de pH-4502C. Lembrando que existe uma diferença nos valores em função de ser inteiro e racional, pois digamos que não

vai ser duas cores ao mesmo tempo quando se observar o barramento destas, como mostrado na Figura 1.

Para aprofundar um pouco mais na relação desses instrumentos para medir o pH, observe na Tabela 15 uma amostra na coleta de dados do suco de limão e do leite de magnésia.

Tabela 15 – Coleta de dados do pH de líquidos diferentes.

Suco de limão	Leite de Magnésia
1,09	8,38
1,25	8,41
1,19	8,41
1,09	8,44

Fonte: Autor (2020)

O resultado coletado na fita de indicador de pH com à água de limão e leite de magnésia foi respectivamente de pH = 1 e pH = 10, enquanto que no sensor de pH-4502C foi obtido pH variando de 8 e 6, respectivamente e no sensor de pH-4502C.

Vale salientar que o pH do suco de limão é 2 e do leite de magnésia é 10,5. Com o papel indicador de pH chegou mais próximo, enquanto com o sensor os valores sofreu um pouco de discrepância, isso foi devido a fatores externos, que interferiu na coleta dos dados.

4.3 Trabalhos Futuros

Projetar um sistema simples, que é a plataforma de monitoramento da qualidade da água utilizando sistemas embarcados, que seja capaz de medir os parâmetros relacionados a qualidade da água, mas que será aplicado sistemas IoT (*Internet of the things*) e enviar para um servidor remoto, via rede GSM. Em que será responsável por transmitir as informações da qualidade da água para um servidor remoto, ligado à internet.

Lembrando que o GSM (*Global System for Mobile*) é um sistema global para comunicações móveis, surgiu na década de 80 com o intuito de fornecer serviços de baixos

custos de infraestrutura. O GSM também facilita a comunicação no mundo, ele faz com que seja possível o sistema de roaming, ou seja, fazer com que o aparelho funcione em qualquer lugar do mundo, através de contratos de roaming das operadoras. O Roaming é um serviço que permite receber e fazer ligações em regiões fora de cobertura da operadora contratada, ou seja, utilizando-se da operadora local.

O sistema também salvará as informações coletadas em um cartão de memória, de forma que os dados possam ser consultados de forma off-line. A alimentação do sistema será feita através de uma placa solar, permitindo a sua instalação mesmo em ambientes remotos. Projetar um sistema remoto, será capaz de receber as mensagens enviadas pela plataforma de monitoramento e que apresente as informações em uma página WEB.

5. Conclusão

Dessa forma, ao implementar variáveis hídricas, identificou-se a necessidade de se aplicar e utilizar meios voltados para soluções tecnológicas, em nível de baixo custo. E que atendessem à prejuízos que vem sendo causados por negligência e mal uso da administração. Então, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um protótipo habilitado a obter informações de características da qualidade da água, para que a população possa ter o usufruimento de forma benéfica e segura.

Este propósito obteve resultados satisfatórios, em que foi coletado dados comparativos com os sensores e os outros materiais, como teoria e prática. Apesar disso, no percurso do desenvolvimento do trabalho, esse se encontrou com dificuldade, no que se diz em obter os resultados de forma exata. Assim como tendo que realizar a calibração dos potenciômetros do sensor, e coletar dados para serem convertidos na real unidade.

6. Referência

AFINAL O QUE É ÁGUA. *Portal Educação*, 2015. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/biologia/afinal-o-que-e-agua/60259>>. Acesso em: 10 set 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Índice da qualidade de água 2005.

ARDUINO UNO R3 ORIGINAL DA ITÁLIA. Componentes eletrônicos, 2018. . Disponível em: <<https://www.dedcomponentes.com.br/arduino-uno-r3-original-da-italia.html>>. Acesso em: 17 set. 2019.

BERTULUCCI, Cristiano Silveira. Sensor: Você Sabe o Que é Quais os Tipos?. Citisystems, 2018. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/sensor-voce-sabe-que-quais-tipos/>>. Acesso em: 16 set. 2019.

CÉSAR, DJALMA, LUIZ, Júlio Emboava Spanó, Eduardo Barbin, Jesus Pécora. Unidades Métricas Correlacionadas à Temperatura. Forp Usp, 2005. Disponível em: <http://www.forp.usp.br/restauradora/pg/textos_tecnicos/metrologia/metrologia_temperatura.html>. Acesso em : 10 set. 2019.

COMO USAR UMA Sonda e um sensor de pH. Bot shop, ANO. Disponível em: <<https://www.botshop.co.za/how-to-use-a-ph-probe-and-sensor/>> Acesso em: 22 out. 2019.

CONCEITO DE SENSOR. Conceito, 2013. Disponível: <<https://conceito.de/sensor>> Acesso em: 16 set. 2019.

CONDUTIVIDADE. Embrapa Meio Ambiente, 2001. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/ecoagua/eco/condu.html>>. Acesso em: 12 set. 2019.

DE ALVEZ, LÍRIA Souza. Você sabe o que significa pH? . Mundo Educação, ANO . Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/voce-sabe-que-significa-ph-.htm>>. Acesso em : 16 set. 2019.

DE LIRA, Giulliarina Alan da Silva Tavares et al. Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS: Temperatura. 1. ed. atual. Brasília: FUNASA, 2014. 116 p. v. 1.

GILAT, de Amos. **Métodos Numéricos para Engenheiros e Cientistas**. Uma Introdução com Aplicações Usando o MATLAB, 2000.

KS0414 Keyestudio Turbidity Sensor V1.0. Keystudio, 2019. Disponível em: <<https://www.botshop.co.za/how-to-use-a-ph-probe-and-sensor/>> Acesso em: 21 out. 2019.

LUIS, André Silva da Silva. Turbidez da Água. Info escola, 2006. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/quimica/turbidez-da-agua/>>. Acesso em: 12 set. 2019.

MADEIRA, Daniel. Sensor de temperatura. Loja Vida de Silício, 2018. Disponível em: <https://portal.vidadesilicio.com.br/sensor-de-temperatura-ds18b20/#Sensores_de_Temperatura> Acesso em: 17 set. 2019.

MEDIDOR DE CONDUTIVIDADE. Blog Labor, 2013. Disponível em: <<http://www.splabor.com.br/blog/medidor-de-condutividade-2/condutividade-unidade-de-medida-que-determina-o-potencial-eletrico-de-uma-amostra/>>. Acesso em: 12 set. 2019.

PROPRIEDADE DA ÁGUA. *Só biologia*, 2008. Disponível em: <<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Agua/Agua2.php>>. Acesso em: 10 set. 2019.

PROPRIEDADE DA ÁGUA. *Toda matéria*. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/propriedades-da-agua/>>. Acesso em: 10 set. 2019.

SOARES, Nelson Vicente. Sensores Analógicos e Digitais. Blog Render, 2014. Disponível em: <<https://blog.render.com.br/diversos/sensores-e-transdutores/>> Acesso em 02 nov. 2019.

SILVA, Junior Joab Silas Da Silva. "O que é temperatura?"; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-temperatura.htm>>. Acesso em 10 set. 2019.

THOMSEN, Adilson. O que é Arduino?. Filipe Flop, 2014. Disponível em: <
<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>>. Acesso em: 16 set. 2019.