



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

FRANCISCO VINÍCIUS LOPES COSTA

**SISTEMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA PARA
PISCICULTURA**

PAU DOS FERROS

2019

FRANCISCO VINÍCIUS LOPES COSTA

**SISTEMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA PARA
PISCICULTURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Francisco Carlos Gurgel da Silva
Segundo, Prof. Dr.

PAU DOS FERROS

2019

© Todos os direitos estão reservados a 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 tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C837s COSTA, FRANCISCO VINÍCIUS LOPES COSTA.
SISTEMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA
PARA PISCICULTURA / FRANCISCO VINÍCIUS LOPES
COSTA COSTA. - 2019.
66 f. : il.

Orientador: Francisco Carlos Gurgel da Silva
Segundo.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2019.

1. Piscicultura. 2. Automação. 3. pH. 4.
Temperatura. 5. NodeMCU. I. Silva Segundo,
Francisco Carlos Gurgel da , orient. II. Título.

FRANCISCO VINÍCIUS LOPES COSTA

**SISTEMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA PARA
PISCICULTURA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Universidade Federal
Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 20 / 03 / 2019.

BANCA EXAMINADORA

Francisco Carlos Gurgel da Silva Segundo

Francisco Carlos Gurgel da Silva Segundo, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Cecílio Martins de Sousa Neto

Cecílio Martins de Sousa Neto, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Ernano Arrais Júnior

Ernano Arrais Júnior, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço ao bondoso Deus que creio e confio, o Senhor é o criador e motivador de todas as conquistas, sem sua bênção nenhuma vitória é completa.

Agradeço aos meus pais, Francisco Chagas Costa e Maria Neuza Lopes Costa, pelo apoio, incentivo e ajuda que sempre me deram. Vocês são minha fonte de inspiração e guias do meu caminho, obrigado por tudo.

Agradeço à minha irmã Sheila Maria da Conceição Costa, por todas as vezes que me ajudou nos momentos que precisei.

Agradeço à minha namorada Larissa Milena, pelo apoio e companheirismo que foram de suma importância para eu seguir minha caminhada.

Agradeço ao meu Orientador Francisco Carlos Gurgel da Silva Segundo pela paciência, pelos ensinamentos e por todo apoio e subsídio que deu durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço ao professor Cecílio Martins pelas contribuições dadas, principalmente no manuseio do sensor de pH, e também pelas dicas referentes a estrutura física do projeto.

Agradeço aos meus amigos e amigas que me ajudaram de alguma forma, sem vocês não há trilha nenhuma a ser seguida, e nem beca a se vestir. De forma especial cito os nobres amigos Wállison André e Wadley Kelvy, que tiveram grande contribuição durante todo o curso e, sobretudo, me ajudaram bastante com a parte de soldagem do projeto.

Agradeço à UFERSA pelo suporte dado, com toda infraestrutura física, com bons livros, pela disponibilidade dos laboratórios, e, principalmente ao corpo docente, por preparar não somente para o âmbito profissional, mas também para a vida.

E se eu pudesse voltar...
Se o SE fosse diferente
Se eu dissesse pra mim mesmo:
Se renove, siga em frente.
Se arrisque, se prepare
E se cair jamais pare
Se levante, se refaça,
Se entenda, se reconheça
E, se chorar, agradeça
Cada vez que achou graça.

Bráulio Bessa

RESUMO

O crescimento atual da produção de peixe abriu espaço para inserção da tecnologia nos meios produtivos desta atividade, tal abertura surge com a finalidade de ampliar a lucratividade do negócio. Este projeto trata sobre o desenvolvimento de um protótipo de *hardware* aliado a um sistema *web* que visa facilitar as atividades de gerência, controle e acompanhamento da produção, através das variáveis temperatura e pH, bem como disponibiliza meios para automatizar acionamento de bombas, acionamento de resfriadores e aquecedores e qualquer outro equipamento. Este trabalho justifica-se por trazer novidades na parte de exibição de dados, que é utilizando um sistema *web*, e também em sua estrutura de armazenamento de dados, que é um banco de dados relacional. Para realização do trabalho foi feito um levantamento bibliográfico acerca dos parâmetros de qualidade da água, uma análise sobre trabalhos relacionados a automação na piscicultura, e também um estudo sobre quais dispositivos seriam utilizados para montar o protótipo. Por fim, viu-se que o conjunto (*software* + *hardware*) respondeu bem a maioria dos testes e atestou sua utilidade como ferramenta para avaliação de desempenho através de gráficos e tabelas.

Palavras-chave: Piscicultura. Automação. pH. Temperatura. NodeMCU.

ABSTRACT

The current growth of fish production has opened space for the insertion of technology in the productive means of this activity, such an opening arises with the purpose of increasing the profitability of the business. This project deals with the development of a prototype of hardware allied to a web system that aims to facilitate the activities of management, control and monitoring of production, through the variables temperature and pH, as well as provides means to automate the pump activation, drive of coolers and heaters and any other equipment. This work is justified by bringing novelties in the part of data visualization, which is using a web system, and also in its structure of data storage, which is a relational database. A bibliographic survey was carried out on the parameters of water quality, an analysis of work related to the automation of fish culture, and a study on which devices would be used to assemble the prototype. Finally, it was seen that the set (software + hardware) responded well to most of the tests and proved its usefulness as a tool for evaluating performance through graphs and tables.

Keywords: Pisciculture. Automation. pH. Temperature. NodeMCU.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do projeto de Zaccharias e Da Rocha (2016)	18
Figura 2 - Estrutura do projeto de Bresciani (2015)	19
Figura 3 - Diagrama esquemático do projeto	21
Figura 4 - Pinagem do ESP-12	22
Figura 5 - Pinagem do NodeMCU	23
Figura 6 - Pinos digitais do NodeMCU	24
Figura 7 - Sensor de temperatura DS18B20 a prova d'água	25
Figura 8 - Circuito eletrônico e sonda do sensor de pH	28
Figura 9 - Circuito eletrônico do sensor de pH, e informações sobre os pinos	29
Figura 10 - Estrutura interna de um relé	30
Figura 11 - Chave boia	31
Figura 12 - Estrutura do banco de dados	32
Figura 13 - Ventilador e termostato utilizados	34
Figura 14 - Gráfico da variável pH	35
Figura 15 - Tela inicial do sistema	35
Figura 16 - Gráfico da variável temperatura	36
Figura 17 - Imagem do protótipo	36
Figura 18 - Tabela gerada pelo sistema	37
Figura 19 - Medida de pH através de solução	38
Figura 20 - Montagem do projeto no tanque	39
Figura 21 - Dispositivo na borda do tanque	39
Figura 22 - Sensor de temperatura e pH dentro do tanque	40
Figura 23 - Erro na medida do pH	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADC	<i>Analog-Digital Converter</i>
BNC	<i>Bayonet Neill Concelman</i>
CLP	Controlador Lógico Programável
GND	<i>Ground</i>
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
MCU	<i>Microcontroller Unit</i>
MQTT	<i>Message Queuing Telemetry Transport</i>
pH	potencial Hidrogeniônico
PHP	<i>Hypertext Preprocessor</i>
PID	<i>Proportional Integral Derivative</i>
SD	<i>Secure Digital Card</i>
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
SNA	Sociedade Nacional de Agricultura
VCC	<i>Voltage Common Collector</i>

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivos específicos	12
1.2 JUSTIFICATIVA	13
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	13
CAPÍTULO 2 – LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	14
2.1 QUALIDADE DA ÁGUA	14
2.1.1 Temperatura	14
2.1.2 Transparência	15
2.1.3 Oxigênio	15
2.1.4 Gás carbônico	16
2.1.5 pH	16
2.1.6 Amônia	16
2.2 AUTOMAÇÃO NO ÂMBITO DA PISCICULTURA	17
CAPÍTULO 3 – PROJETO DO SISTEMA	21
3.1 ESP8266	21
3.2 NODEMCU	22
3.3 SENSORES	24
3.3.1 Sensor de temperatura	25
3.3.2 Sensor de pH	26
3.3.2.1 Calibração do sensor de pH	27
3.4 RELÉ	29
3.5 CHAVE BOIA	30
3.6 BANCO DE DADOS	31
3.7 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO	32
3.8 BIBLIOTECA DE GRÁFICOS	33
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO	42
5.1 TRABALHOS FUTUROS	42
REFERÊNCIAS	44
APÊNDICES	48

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

A tilápia é um peixe tradicional na região do Alto Oeste Potiguar, e desponta entre as principais espécies de peixes nas feiras municipais. Conforme Mallasen et al. (2012), baseada nos dados do extinto Ministério da Pesca e Aquicultura, entre 2006 e 2009 a produção de tilápia no Brasil aumentou 86%, mais de 130 mil toneladas. Tal crescimento deve-se principalmente a expansão de empreendimentos na região Nordeste e Sudeste (MALLASEN et al., 2012).

De acordo com a Sociedade Nacional de Agricultura (SNA) (2016), a qualidade da água é fundamental para garantir uma boa produção. O Grupo Águas Claras (2018) que é especializado no ramo da piscicultura confirma que a qualidade da água é de suma importância para o sucesso da produção, sendo considerada ainda a principal matéria prima do processo.

Conforme artigo publicado na revista Panorama da Aquicultura pelo especialista em nutrição e produção de peixes, Kubitz (1998), a incidência de doenças e parasitoses aumenta de forma proporcional em relação à redução na qualidade nutricional e na qualidade da água, podendo causar significativas perdas na produção.

Além da preocupação com a saúde do peixe, Silva, Ferreira e Logato ([200-]) comentam que devido o aumento de criatórios, os criadores têm se tornado alvo dos órgãos de controle ambiental, para fim de fiscalização de uso, reuso e despejo de água, bem como o aspecto sanitário do produto e entre outros fatores.

Com base nesse contexto, percebe-se que o monitoramento da qualidade da água é indispensável para o produtor que deseja ter rentabilidade em seu empreendimento.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral deste estudo é desenvolver um protótipo de *hardware* capaz de facilitar a aquisição, controle, acompanhamento e monitoramento do pH e da temperatura da água.

1.1.1 Objetivos específicos

Como objetivos específicos, tem-se:

- Conhecer os principais parâmetros que influenciam na qualidade da água, bem como entender a influência destes para o organismo dos peixes;
- Pesquisar e identificar sensores que adquiram as informações necessárias para o projeto;
- Buscar uma forma mais segura de guardar tais dados para geração de futuros gráficos e relatórios;
- Testar a eficiência e eficácia do protótipo desenvolvido;
- Gerar um produto que atenda as necessidades dos produtores.

1.2 JUSTIFICATIVA

Diante do cenário exposto na Subseção 1.1, e motivado pela tentativa de facilitar e automatizar processos, foi visualizada a seguinte lacuna: dificuldade em realizar a medição e gerência dos principais parâmetros de qualidade da água.

Como forma de preencher tal lacuna, pensou-se num dispositivo de *hardware* que reunisse a medição de pH e temperatura, ajudando o criador de peixe a medir, monitorar, gerir, acompanhar e controlar as informações sobre a água dos viveiros.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este texto segue-se em mais cinco capítulos: o Capítulo 2 traz um levantamento bibliográfico acerca dos parâmetros da água, e também apresenta outros trabalhos envolvendo automação no ramo da piscicultura; o Capítulo 3 mostra o projeto do sistema, expondo todos os componentes utilizados para fazer o protótipo e a forma como eles estão interagindo; no Capítulo 4 é apresentado os resultados colhidos a partir do protótipo; o Capítulo 5 traz as conclusões do trabalho e a sugestão de trabalhos futuros; e o Capítulo 6 expõe as referências bibliográficas utilizadas

CAPÍTULO 2 – LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Esta seção destina-se a uma abordagem conceitual sobre os fatores delimitantes para qualidade da água, conforme a literatura vigente. Além disso, aqui expõe-se também outros trabalhos que tratam sobre aquisição de dados e acionamento de cargas no âmbito da aquicultura.

2.1 QUALIDADE DA ÁGUA

O ecossistema aquático implica diretamente no equilíbrio econômico da piscicultura, consequentemente a desconfiguração do mesmo influencia de forma direta a diminuição da produtividade e geração de prejuízos para o empreendedor (MEDEIROS; MORAES, 2013). Como a água é a principal composição do ecossistema em questão, ver-se de forma notória um alto grau de dependência entre a produtividade e a qualidade da água. De acordo com Medeiros e Moraes (2013), a qualidade da água inclui as características físicas, químicas e biológicas que interagem individualmente ou coletivamente, e os fatores que mais limitam a produção do peixe são: temperatura, transparência, oxigênio, gás carbônico, pH da água (acidez ou alcalinidade) e amônia.

2.1.1 Temperatura

De acordo com Grupo Águas Claras (2018) a temperatura está diretamente ligada às atividades fisiológicas como respiração, digestão, excreção e alimentação. Importante fator principalmente para peixes tropicais, os quais são considerados pecilotérmicos, isto é, a temperatura corporal varia em função da temperatura da água (MEDEIROS; MORAES, 2013). Conforme Medeiros e Moraes (2013), os peixes nativos, geralmente, toleram temperaturas entre 22 °C e 32 °C, sendo que a faixa ideal é entre 24 °C e 30 °C. Kubitza (2000) aponta que o conforto térmico de peixes tropicais, por exemplo a tilápia, está entre 27 e 32 °C.

Como já dito, a temperatura da água influencia o metabolismo dos peixes, além disso, também estabelece conexões com a degradação de matéria orgânica e produtos químicos (MEDEIROS; MORAES, 2013). Com relação ao metabolismo, ele é aumentado quando a temperatura aumenta, e por consequência aumenta-se a ingestão de alimentos, caso a

temperatura diminua o metabolismo é reduzido, e o peixe pouco se alimenta (MEDEIROS; MORAES, 2013). Segundo Medeiros e Moraes (2013), o que acontece com o metabolismo ocorre de forma similar com a degradação de matéria orgânica e produtos químicos. A incidência da radiação solar causa a transferência de calor para superfície da água aumentando a temperatura e diminuindo a densidade, ocasionando assim a formação de camadas de águas quente e fria (MEDEIROS; MORAES, 2013). Este processo de formação de camadas é denominado estratificação térmica no corpo da água: em viveiros e represas rasos a estratificação e desestratificação apresentam comportamento diuturno, ou seja, aquecimento da água durante o dia e homogeneização à noite, esta mudança brusca de temperatura pode causar estresse e mortalidade aos peixes (MEDEIROS; MORAES, 2013). De acordo com Medeiros e Moraes (2013) a medição de temperatura deve ser realizada na superfície, cerca de 20 cm de profundidade.

2.1.2 Transparência

Conforme Medeiros e Moraes (2013), a transparência da água é o quanto de luz penetra na coluna do líquido, e ela é principalmente determinada pela quantidade de partículas – minerais (argila, silte) ou orgânicas (plâncton) – em suspensão. A transparência é essencial, pois sem ela a luz penetra poucos centímetros na superfície, impedindo a chegada de luz e calor nas camadas de água mais inferiores (MEDEIROS; MORAES, 2013). A falta destes últimos prejudica no desenvolvimento do fitoplâncton, organismo ligado à produção de oxigênio (MEDEIROS; MORAES, 2013). Segundo Medeiros e Moraes (2013) a transparência ideal para o cultivo de peixes é entre 35 e 60 cm.

2.1.3 Oxigênio

O oxigênio é considerado o mais crítico na determinação da qualidade da água, a medida utilizada é miligrama por litro (mg/l), tal fator depende da temperatura, altitude e salinidade, isto significa que quanto maior a temperatura e/ou altitude, menor o nível de saturação do oxigênio (MEDEIROS; MORAES, 2013).

Os organismos aquáticos apresentam limites máximos e mínimos para teores de oxigênio dissolvido, geralmente, os peixes tropicais exigem concentração acima de 5 mg/l, sendo que a contínua exposição a valores inferiores a 3 mg/l podem levar ao estresse do peixe, diminuição da resistência, incidência de doenças e mortalidade (MEDEIROS; MORAES,

2013). Conforme Kubitza (2000) a concentração crítica de oxigênio para as tilápias está entre 20 a 10 % da saturação à temperaturas na faixa de 26 a 35 °C, isto é, entre 1,6 a 0,7 mg/l.

O oxigênio em excesso também é prejudicial para a saúde do peixe, podendo causar principalmente um problema conhecido por embolia gasosa (MEDEIROS; MORAES, 2013). Medeiros e Moraes (2013) afirmam que os melhores níveis de oxigênio estão a uma profundidade de até duas vezes o nível de transparência da água, ou seja, se o nível de transparência for de meio metro, até 1 metro tem-se níveis de oxigênio adequado para criação de peixe.

2.1.4 Gás carbônico

O gás carbônico (CO_2) está ligado a respiração dos peixes e a processos de decomposição de matéria orgânica; o maior nível de CO_2 nos criatórios de peixe acontece no período noturno, no qual não há fotossíntese, apenas o consumo de oxigênio e eliminação do CO_2 decorrente do metabolismo dos peixes (MEDEIROS; MORAES, 2013).

2.1.5 pH

O pH é uma medida que refere-se ao percentual de hidrogênio da água, sua escala de valor varia entre 0 e 14, sendo que abaixo de 7 diz-se que a solução é ácida, acima de 7 a solução é básica/alcalina, e quando igual a 7 a solução é considerada neutra. Conforme Medeiros e Moraes (2013) o pH ideal para produção de peixe varia entre 6,5 e 8. De encontro a essas informações, o manual de qualidade da água para aquicultura disponibilizado pela EMBRAPA e adaptado por Oliveira (2018) diz que os valores entre 7 e 8,3 são considerados ótimos para piscicultura, porém, pode-se trabalhar com valores entre 6,5 e 9. Apesar das afirmações, é importante verificar essa faixa de valores de pH conforme a espécie de peixe que o produtor for criar.

Exposição da produção a índices de pH abaixo de 4 ou acima de 11 pode ser letal para os peixes. Os principais responsáveis pelo índice de pH da água são o gás carbônico (CO_2) e a concentração de sais (MEDEIROS; MORAES, 2013; OLIVEIRA, 2018).

2.1.6 Amônia

A amônia encontra-se em duas formas na água, amônia ionizada (NH_4^+) e amônia não-ionizada (NH_3), sendo esta última mais prejudicial; o pH e a temperatura são os responsáveis

pela regulação dessas duas condições de amônia, entretanto, a presença destas substâncias devem-se principalmente à excreção dos peixes pelas brânquias, adubos nitrogenados e alimento não consumido (MEDEIROS; MORAES, 2013). De acordo com Medeiros e Moraes (2013) os níveis tóxicos de amônia estão na faixa de 0,6 ppm (partes por milhão) e 2,0 ppm, níveis acima da faixa citada podem ser letais para os peixes.

Kubitza (2000) alerta que a exposição dos peixes a níveis sub-letais de amônia afeta a lucratividade do empreendimento, pois tal exposição compromete o crescimento e a conversão alimentar, a tolerância ao manuseio e transporte e a condição de saúde dos peixes.

2.2 AUTOMAÇÃO NO ÂMBITO DA PISCICULTURA

Beck *et al.* (2006) propõem um protótipo que monitore e controle as seguintes variáveis: pH, oxigênio dissolvido, temperatura, turbidez e nível de água. A finalidade do trabalho é fazer o controle automático das variáveis, sem necessidade de intervenção humana (BECK *et al.*, 2006). O pH e a temperatura são exibidos através de um *display*, e para processamento das instruções foi utilizado um microprocessador da Atmel, modelo ATmega8 (BECK *et al.*, 2006). O trabalho de Beck *et al.* (2006) apresenta como ponto forte a quantidade de variáveis monitoradas, já como ponto fraco percebeu-se a falta de uma estrutura que armazenasse os dados para futuras necessidades.

Apesar das semelhanças no propósito, o protótipo de que trata o presente trabalho difere do de Beck *et al.* (2006) no que se refere a interferência do usuário, pois o sistema proposto neste texto é ideal para que o produtor possa monitorar melhor seu criatório, incluindo a geração de gráficos e relatórios; além disso os projetos diferem também no processador e na forma de exibição das informações, a proposta deste estudo é armazenar as informações em um banco de dados e exibir para o usuário através de uma página *web*, enquanto no projeto de Beck *et al.* (2006) as informações são exibidas diretamente em um *display* ligado a placa microcontroladora.

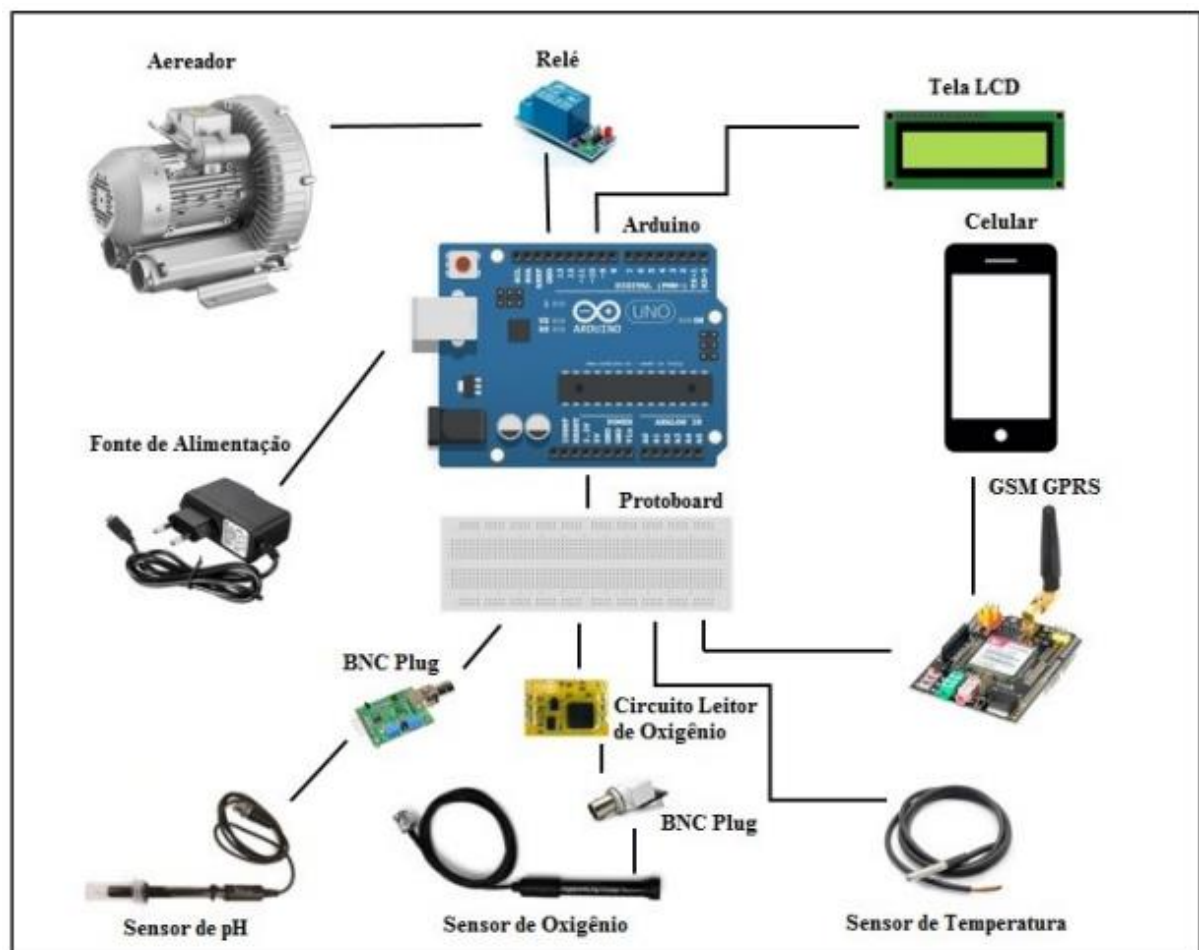
Outra diferença crucial é em relação aos acionamentos, o projeto de Beck *et al.* (2006) não permite o usuário fazer acionamento, esta tarefa ocorre de forma automática de acordo com predefinições na programação do microcontrolador. O protótipo de que trata este texto permite que o usuário possa fazer acionamento via a interface *web*, seguindo o princípio da *internet das coisas (IoT)*.

O trabalho de Brito *et al.* (2017) trata da automação na criação da tilápia de forma geral, ou seja, não foca em uma implementação ou desenvolvimento de protótipo, é um

trabalho de revisão, no qual são apontados os pontos positivos da automação. Brito *et al.* (2017) conclui que a inserção da tecnologia na criação de peixes é fundamental para rentabilidade do negócio.

O trabalho de Zaccharias e Da Rocha (2016) utiliza o microcontrolador Arduino UNO e três sensores para mensurar: pH, temperatura e oxigênio dissolvido. Ao adquirir as informações e processar os sinais, as informações são enviadas ao usuário via módulo GSM/GPRS. Um ponto fraco percebido na abordagem de Zaccharias e Da Rocha (2016) é o fato das informações estarem sendo enviadas a todo momento para o celular do usuário, tais mensagens podem ser incômodas. Na Figura 1 segue a estrutura do projeto de Zaccharias e Da Rocha (2016).

Figura 1 - Estrutura do projeto de Zaccharias e Da Rocha (2016).

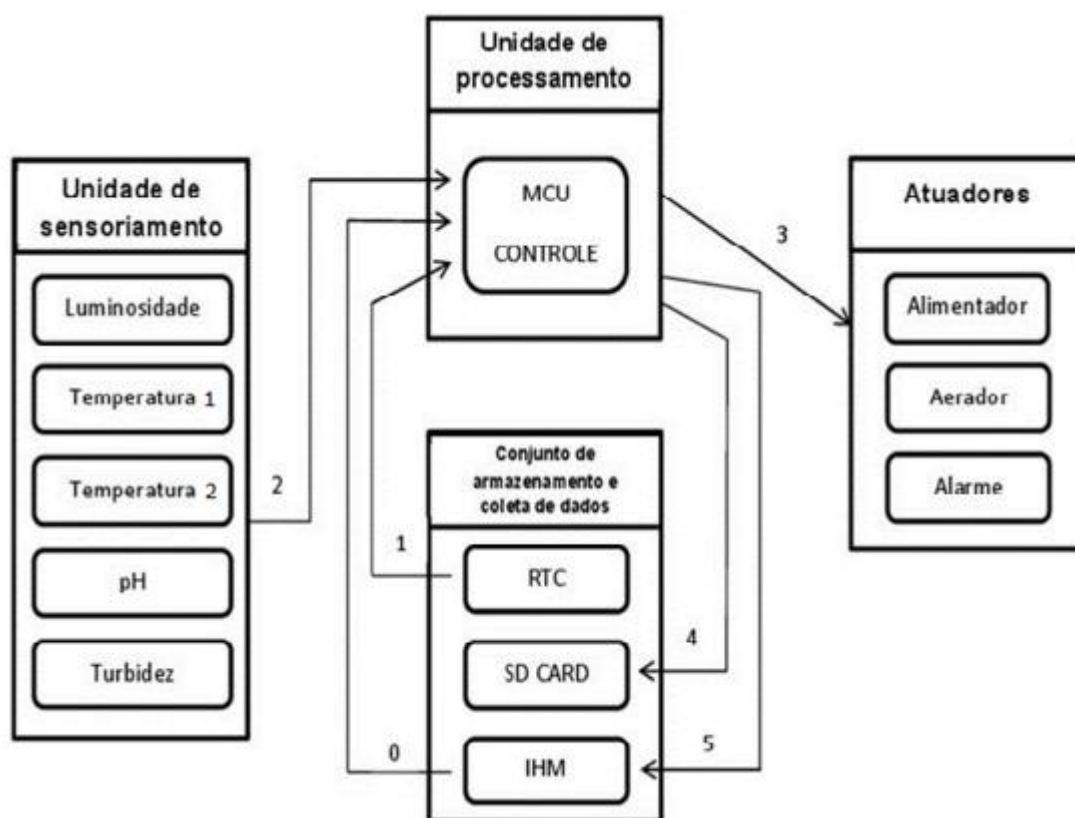


Fonte: Zaccharias e Da Rocha (2016).

As diferenças que foram mencionadas em relação ao trabalho de Beck *et al.* (2006) como microcontrolador e a forma de armazenar e exibir dados, podem ser visualizadas em relação ao trabalho de Zaccharias e Da Rocha (2016).

Bresciani (2015) traz em seu trabalho um projeto similar aos já mencionados, porém, apresenta como microcontrolador, o PIC18F4550, e acrescenta uma estrutura para armazenar dados, um cartão SD. Outra diferença no projeto de Bresciani (2015) é a inserção de um teclado, para que o usuário possa interagir com o protótipo. Na Figura 2 ver-se a estrutura do projeto de Bresciani (2015), na qual se identifica os parâmetros que estão sendo monitorados.

Figura 2 - Estrutura do projeto de Bresciani (2015).



Fonte: Bresciani (2015).

O trabalho proposto por Guimarães e Lohmann (2017) tem como objetivo automatizar o controle de tanques que utilizam aeradores para injetar oxigênio na água, informando a situação dos tanques sem precisar ir até o local físico. Conforme Guimarães e Lohmann (2017), o produto desenvolvido por eles “terá como função principal automatizar os tanques utilizados para criação de animais aquáticos, com base no controle de aeradores, pois um dos principais fatores para o desenvolvimento de animais na água é o oxigênio”. O projeto utiliza

botões de membrana com *feedback* tátil e um *display* LCD para interação com o usuário; o microcontrolador utilizado é o ATmega328P.

O projeto de Guimarães e Lohmann (2017) inova na inserção da comunicação sem fio. De acordo com os autores “é de suma importância para monitoramento em tempo real dos tanques. Em sua grande maioria as casas/fazendas dos criadores não ficam exatamente ao lado dos tanques e a comunicação sem fio evita o uso demasiado de cabos”. O projeto ainda possibilita uma interação do dispositivo com um computador para que seja possível fazer o *download* dos dados gravados.

Motivado por um levantamento realizado junto a um grupo de piscicultores da região Oeste do Paraná, Bartz (2017) desenvolveu um “sistema de monitoramento da qualidade da água, através de uma boia sensorial autônoma, interligada a um software de apoio ao manejo e gestão dos viveiros produtivos”.

O trabalho de Martineli (2017) trata sobre a automação do mecanismo de fornecimento de ração, avaliando o efeito da frequência alimentar sobre o desempenho produtivo, morfologia intestinal e digestibilidade de proteínas. O sistema é composto por um CLP (Controlador Lógico Programável) que calcula a oferta diária de ração, baseando-se no peso médio do peixe, no número de peixes por aquário e na taxa de alimentação definida inicialmente. O CLP controla dois alimentadores sobre os aquários e corrige a oferta de ração diariamente conforme o ganho de peso estimado pela conversão alimentar (MARTINELI, 2017).

Em artigo produzido por Ferreira e Silva (2018) é abordado um projeto que trata sobre um sistema de tanque voltado para piscicultura, que através de controladores PID's (Controlador Proporcional Integral Derivativo) consiga elevar a temperatura da água para 28 °C, temperatura ideal para criação de tilápias. O artigo trata sobre a modelagem matemática dos tanques, projeto de compensadores discretos no tempo, atuadores e sensores para construção de um protótipo (FERREIRA; SILVA, 2018).

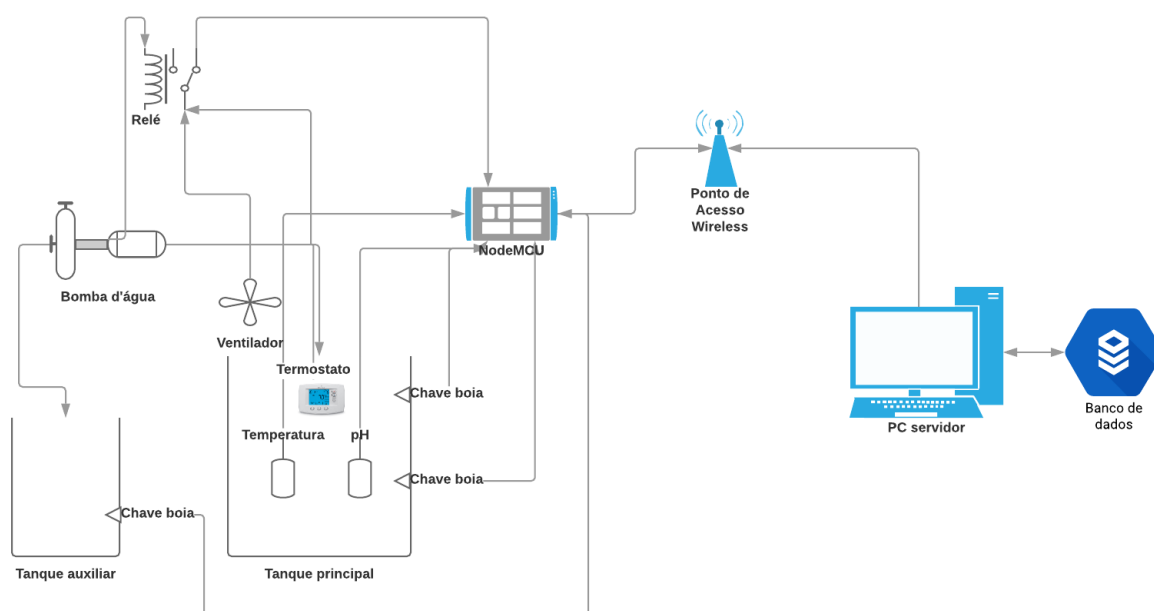
A partir dos trabalhos listados nesta seção, percebe-se que a maioria trata da automação de alimentadores; a maior parte dos autores que comentam sobre parâmetros de qualidade da água não efetiva uma forma de armazenar os dados registrados, e os que armazenam os dados de alguma forma, é de forma mais rudimentar: em cartões SD ou permitindo os dados serem baixados em algum formato específico.

O estudo de que trata este trabalho propõe o uso de um banco de dados relacional para armazenar os dados registrados pelos sensores; utiliza da rede sem fio para enviar/receber os dados; e exibem dados e gráficos através de um sistema web acessado na rede local.

CAPÍTULO 3 – PROJETO DO SISTEMA

Na Figura 3 é apresentado o diagrama esquemático do sistema desenvolvido neste trabalho, sendo este composto por: relé, nodeMCU (contém o ESP8266), chave boia, servidor local, banco de dados, termostato, sensor de temperatura, sensor de pH, ventilador e bomba d'água.

Figura 3 - Diagrama esquemático do projeto.



Fonte: Autor (2019).

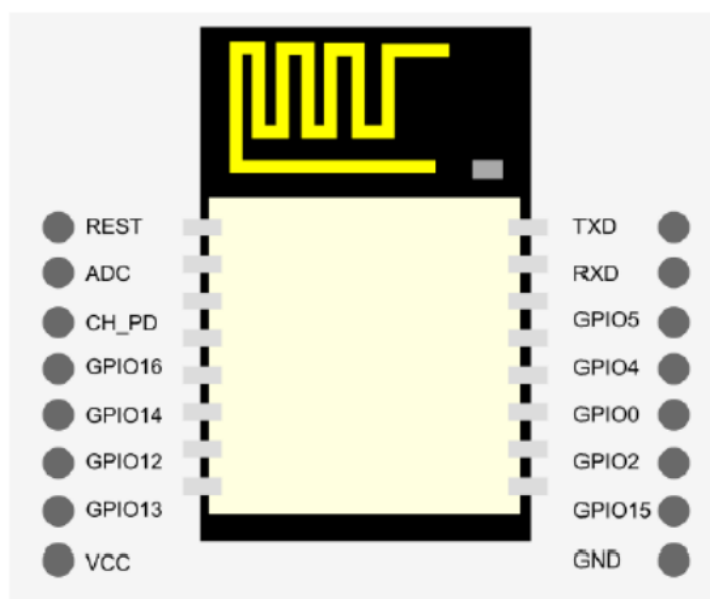
3.1 ESP8266

O ESP8266 é um microcontrolador que possui a capacidade de se conectar à redes sem fio (OLIVEIRA, 2017). É um componente autosuficiente, ou seja, não precisa de outras placas para funcionar; é possível também utilizá-lo como um servidor escravo MCU (Unidade de Microcontrolador): neste caso ele funciona como um módulo de expansão para outro microcontrolador, permitindo o mesmo conectar-se à redes *wireless* (GRAÇA, 2017).

Existem diversos modelos de ESP8266, de exemplo podemos citar ESP-1 e ESP-12. Entre um modelo e outro diferencia o número de pinos de entrada/saída, memória disponível e espaçamento entre os pinos, de modo que o processador é o mesmo (OLIVEIRA, 2017). Para este projeto em específico foi utilizada a placa NodeMCU que contém em sua composição o

ESP8266-12. A escolha desta placa foi feita devido esta apresentar uma boa quantidade de pinos de entrada/saída e pela facilidade da mesma ter em sua composição o ESP8266-12. No Anexo A e na Figura 4, disponibilizados por Oliveira (2017), ver-se a descrição dos pinos do ESP-12.

Figura 4 - Pinagem do ESP-12.



Fonte: Oliveira (2017).

3.2 NODEMCU

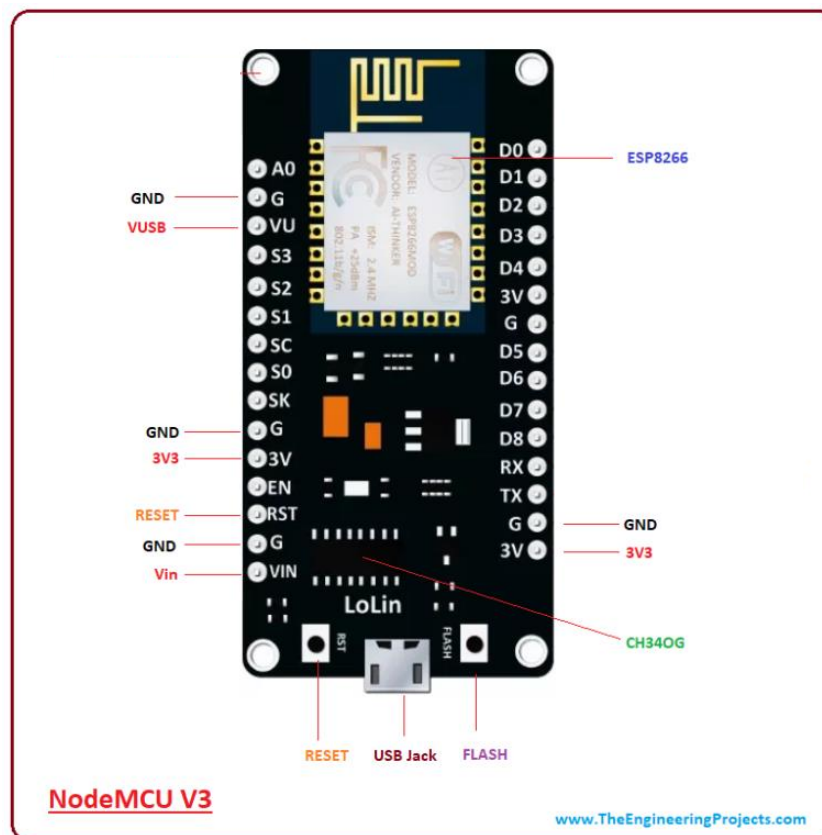
Conforme Souza e Oliveira (2017), o NodeMCU é uma pequena placa de desenvolvimento que agrega em sua composição o ESP8266, um módulo que permite conexão *wireless* pelo padrão *Wi-Fi*. De acordo com Graça (2017), o NodeMCU surgiu para facilitar a construção de projetos que utilizam o ESP8266, pois a primeira placa apresenta um regulador de tensão para 3.3 Volts e ainda descarta o uso de adaptadores SPI e UART para realização da conexão. O NodeMCU pode ser encontrado em três modelos distintos:

- NodeMCU Devkit V0.9 aka NodeMCU V1;
- NodeMCU Devkit V1.0 aka NodeMCU V2;
- Lolin NodeMCU aka “NodeMCU V3”.

O microcontrolador utilizado neste projeto é o Lolin NodeMCU aka “NodeMCU V3”, o mesmo conta com uma interface de comunicação USB, para programação da placa; 9 pinos de entrada/saída digitais e 1 pino entrada/saída analógica (SOUZA;OLIVEIRA, 2017;

SANT'ANNA;CAVALCANTI, 2018). O NodeMCU pode ser codificado através da linguagem LUA, ou então com a IDE do Arduíno (SOUZA;OLIVEIRA, 2017). Na Figura 05 indica-se os pinos da placa.

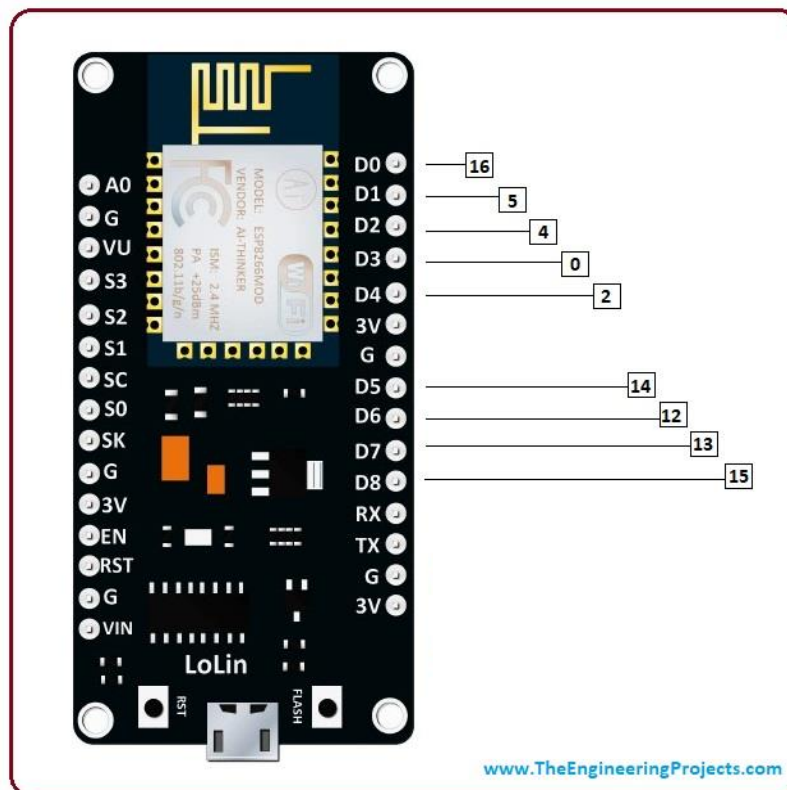
Figura 5 - Pinagem do NodeMCU.



Fonte: Aqeel (2018).

Ainda sobre a Figura 5, ver-se os pinos *GND*, os de tensão, algumas informações como pino *reset*, entrada USB e entre outras. A maioria das portas VCC do NodeMCU trabalham com a tensão de 3.3 Volts, apenas a porta grafada com “VU” trabalha com tensão de 5 V, a letra “U” vem de USB. Na Figura 6, são mostrados os pinos digitais.

Figura 6 - Pinos digitais do NodeMCU.



Fonte: Aqeel (2018).

É importante notar que a numeração das portas usada no ato da programação, não é a mesma numeração impressa no *hardware*, ver-se essa diferença na Figura 06. Ainda sobre a Figura 06, ver-se que no canto superior esquerdo da placa há um pino grafado com “A0”, este pino é o ADC (Analog-Digital Converter) que converte de analógico para digital; tal pino, como o nome sugere, é usado para leituras analógicas.

3.3 SENSORES

Segundo Santos (2007) os sensores são dispositivos utilizados para medir, identificar e/ou gravar informações físico-químicas de soluções, ambientes e situações, que respondem transmitindo informações, iniciando mudanças ou operando controles.

Na definição de Steffens (2006) os sensores “são dispositivos eletroeletrônicos com a propriedade de transformar em sinal elétrico a transformação de uma grandeza física que está relacionada a uma ou mais propriedades do material de que é feito o sensor”. Complementando Steffens (2006), Sant’anna e Cavalcanti (2018) afirmam que estes

dispositivos (sensores) mudam de comportamento sob a ação de uma grandeza física, de modo a indicar direta ou indiretamente um sinal de tal grandeza.

Quando os sensores agem de maneira direta, convertendo uma forma de energia em outra, são chamados transdutores; os que funcionam indiretamente alteram suas características como a resistência, capacitância, indutância ou outras propriedades, de maneira que dê para observar tal mudança em forma de alguma função, seja ela linear, exponencial ou logarítmica (SANT'ANNA;CAVALCANTI, 2018).

3.3.1 Sensor de temperatura

O sensor de temperatura utilizado no projeto foi o DS18B20 à prova d'água, este foi escolhido devido sua boa acurácia e a característica de poder ser submerso em água. O DS18B20 fornece medições com apenas um fio de dados e apresenta uma precisão que varia entre 0,5 °C para mais ou para menos; além disso, tal sensor proporciona leituras de temperatura de até 12 bits (MAXIN INTEGRATED, 2018).

Figura 7 - Sensor de temperatura DS18B20 a prova d'água.



Fonte: Filipeflop Componentes Eletrônicos (2019).

Conforme informações disponibilizadas na folha de dados (*datasheet*) do fabricante Maxin Integrated (2018), o sensor da Figura 07 apresenta as seguintes características:

- Tensão de operação entre 3 e 5,5 V;
- Faixa de medição de -55 °C a +125 °C;
- Ponta de aço inoxidável;
- Precisão: $\pm 0,5$ °C entre -10 °C e +85 °C.

Como ver-se na Figura 7, o sensor apresenta três fios para conexão no microcontrolador: o fio preto é o *GND*, o fio vermelho é o *VCC* e o amarelo é o fio de transmissão de dados. É fortemente recomendado a utilização de um resistor *Pull-Up* entre o fio de dados e o *VCC*, para evitar flutuação de valores no pino de entrada da placa microcontroladora. No vídeo Termômetro... (2017) do engenheiro eletrônico Wagner Rambo, sugere-se que o resistor de *Pull-Up* tenha uma resistência de 4,7 k Ω (kiloohm).

3.3.2 Sensor de pH

O pH é uma medida que reflete a acidez ou basicidade de uma solução conforme a concentração de íons hidrogênio (H^+) presente na solução; tal medida tem como base uma escala que varia entre 0 e 14, sendo zero o extremo ácido, 14 o extremo básico, e um pH 7 diz-se neutro (SCIDLE, 2017). O pH pode ser quantificado por um sensor que mede a diferença de potencial entre dois eletrodos: um eletrodo base (prata ou cloreto de prata) e outro eletrodo de vidro sensível a íons hidrogênio (SCIDLE, 2017).

O sensor de pH é constituído por uma sonda (a qual tem o eletrodo base e o eletrodo de vidro) e um circuito eletrônico que faz o tratamento do sinal, para que o mesmo possa ser utilizado adequadamente com algum microcontrolador. Na Figura 8 ver-se a sonda e o circuito eletrônico que compõem o sensor de pH. A Figura 9 especifica os pinos do circuito eletrônico. No Anexo B é apresentado a descrição dos pinos da Figura 9.

O pino PO deve ser conectado em uma saída analógica do microcontrolador, pois a tensão neste pino varia conforme a solução que o eletrodo esteja inserido; assim é possível identificar o pH através de uma função afim que tem como variável dependente o pH e variável independente a tensão.

3.3.2.1 Calibração do sensor de pH

Antes de captar os valores de pH, faz-se necessário a calibração do sensor, para que o mesmo possa refletir valores condizentes. Como exposto na Figura 09, o circuito eletrônico contém dois potenciômetros, um mais próximo do conector da sonda, que é chamado de *offset* e o outro é o que define o limite do pH (SCIDLE, 2017).

A sonda oscila entre valores negativos e positivos de acordo com o pH da solução que o sensor esteja submerso, sendo o valor zero referente ao pH 7 (SCIDLE, 2017). Os microcontroladores trabalham, em geral, com valores de 0 a 5 V, dessa forma é necessário regular o circuito eletrônico através do potenciômetro *offset* para não enviar valores negativos para o pino PO. Para regular é necessário inserir o eletrodo numa solução tampão de pH 7, e com um multímetro verificar a tensão no pino PO; após isso com o auxílio do potenciômetro *offset* regula-se para aparecer 2,5 V no visor do multímetro (SCIDLE, 2017). Perceba que este procedimento nos retorna uma tensão de 2,5 V no pino PO quando o eletrodo estiver inserido numa solução de pH 7.

Além disso, é necessário inserir o eletrodo em uma solução tampão de pH 4 e ver qual a tensão retornada no multímetro. De posse desses dados é possível montar um sistema de equações e descobrir os coeficiente “a” e “b” da equação da reta ($y = ax + b$).

O fato deste projeto utilizar o NodeMCU como placa microcontroladora gera um agravante a mais, pois este dispositivo trabalha com tensões entre 0 e 3,3 V, e o sensor de pH é confeccionado para trabalhar por padrão com microcontroladores que operam entre 0 e 5 V.

Para contornar esta situação foi necessário fazer uso de um circuito divisor de tensão, no qual utilizou-se dois resistores de 4,7 k Ω ; este arranjo divide a tensão de entrada por dois, logo se entrar 5 V a saída será de 2,5 V. Não é preciso uma nova calibração, porém, é fundamental notar as novas tensões apresentadas no visor do multímetro quando o eletrodo é inserido nas soluções de pH 7 e 4, e a partir destes valores descobrir os coeficientes da equação da reta.

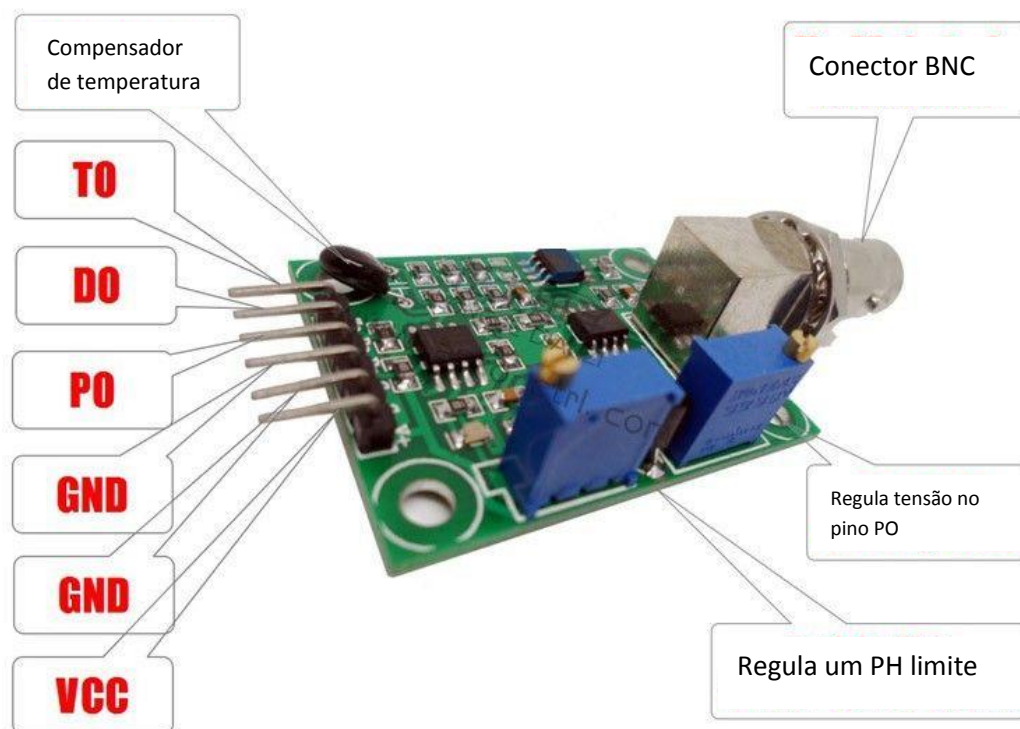
O outro potenciômetro (pH *limit*) é usado para definir um valor de tensão que servirá de gatilho para enviar um sinal para o pino DO; seu uso é ideal para disparar alguma ação quando o pH atingir certo limiar; neste trabalho tal função não é explorada (BOTSHOP, 2019).

Figura 8 - Circuito eletrônico e sonda do sensor de pH.



Fonte: Scidle (2017).

Figura 9 - Circuito eletrônico do sensor de pH, e informações sobre os pinos.



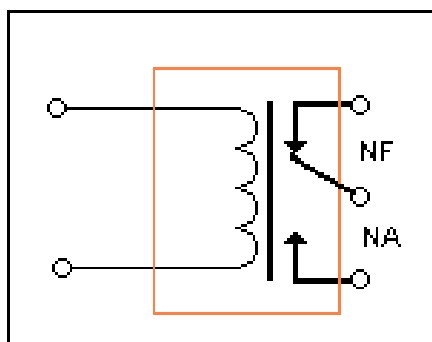
Fonte: Botshop (2019).

3.4 RELÉ

De acordo com o Mundo da Elétrica (2019), os relés são dispositivos elétricos que produzem modificações súbitas e predeterminadas em um ou mais circuitos elétricos de saída, acrescenta-se ainda que estes dispositivos possuem um circuito de comando, que assim que é alimentado por uma corrente, dispara uma ação para que um eletroímã mude a posição de outro par de contadores que estão ligados a um circuito secundário (circuito acionado).

Complementando o conceito, a Athos Elettronics (2019) simplifica a explicação afirmando que o relé trata-se de um componente eletromecânico capaz de ligar e desligar um sinal (carga) a partir de um outro sinal, sendo ambos sinais isolados. A Figura 10 ilustra a estrutura interna de um relé.

Figura 10 - Estrutura interna de um relé.



Fonte: Athos Eletronics (2019).

Neste projeto estão sendo utilizados três relés: um é utilizado para acionar uma bomba d'água; outro para ligar um ventilador que resfria a água quando esta atingir um valor limite de temperatura; e um terceiro é responsável por acionar um termostato.

3.5 CHAVE BOIA

A chave boia funciona como um sensor nível d'água, e é através desta que pode-se estipular níveis mínimo e máximo para que a bomba d'água ligue e desligue de forma automática, tendo como referência o nível da água (ELETROGATE COMPONENTES ELETRÔNICOS, 2019).

Complementando, Wika (2019) afirma que as chaves de níveis são amplamente utilizadas na determinação pontual de limites de um ou vários níveis; as chaves boia funcionam independente da formação de espuma, dielétrica, condutibilidade, vácuo, pressão, temperatura, formação de bolhas, condensação, vapores, efeitos de ebulição e vibrações, e são adequadas para quase todos os meios líquidos. A Figura 11 exibe uma chave boia similar à usada neste projeto

Figura 11 - Chave boia.



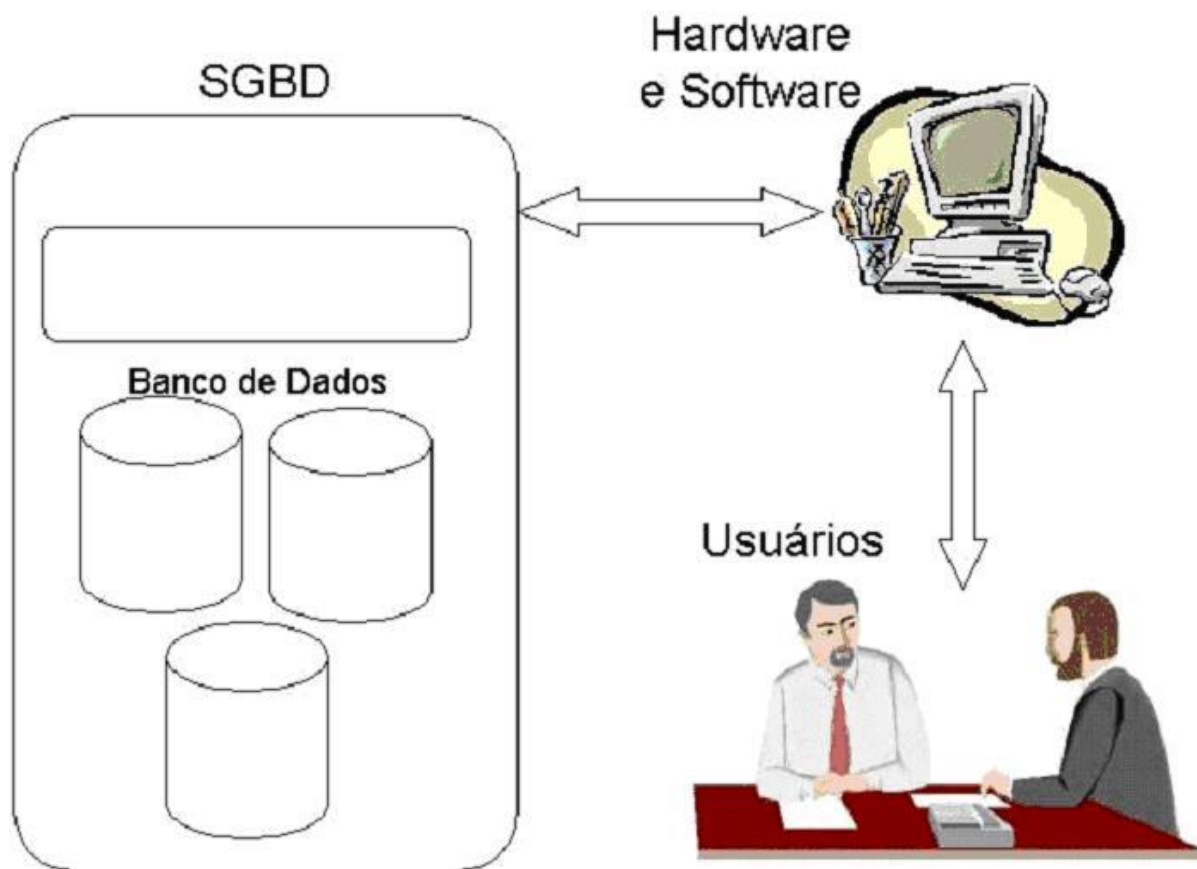
Fonte: Eletrogate Componentes Eletrônicos (2019b).

Neste trabalho estão sendo utilizadas três chaves boia similares à Figura 11. Duas chaves são usadas no tanque principal, na qual uma delimita o limite inferior (nível abaixo do esperado), e outra delimita o limite superior (indica que o tanque está cheio). A terceira chave é utilizada em um tanque auxiliar para indicar quando o nível de água deste tanque está abaixo do esperado.

3.6 BANCO DE DADOS

Segundo Korth (1994), um banco de dados “é uma coleção de dados inter-relacionados, representando informações sobre um domínio específico”. Quando fala-se em banco de dados, um conceito inerente é o de Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD). Conforme Alecrim (2018), um SGBD é uma estrutura de software que permite que dados sejam armazenados, organizados, protegidos, atualizados, acrescentados, excluídos e acessados. A Figura 12 exhibe a relação existente entre o banco de dados e o SGBD.

Figura 12 - Estrutura do banco de dados.



Fonte: Devmedia (2019).

No projeto que trata este trabalho, faz-se uso de uma estrutura de banco de dados para guardar os valores de temperatura e pH registrados pelos respectivos sensores, além disso, também guarda-se o identificador (*id*) de cada informação e a data e hora de cada registro. O SGBD utilizado no projeto é o MySQL.

3.7 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO

Imaginando o computador como uma super calculadora, pode-se dizer que a linguagem de programação é uma interface entre computadores e humanos; é a linguagem de programação que indica o “quê” calcular e “como” deve ser calculado (ANDRADE, [201-?]). O projeto proposto neste trabalho usa a linguagem PHP (*Hypertext Preprocessor*).

Conforme o site do PHP (2019), o PHP é uma linguagem de *script open source* de uso geral, especialmente adequada para o desenvolvimento *web*, e que age no lado do servidor. O PHP tem fácil interação com HTML e suas instruções são delimitadas pelas *tags*:

- “<?php” - *tag* de abertura;

- “?” - *tag* de fechamento.

Neste projeto o PHP é usado no desenvolvimento da página em que o usuário irá manipular os acionamentos e monitorar os dados de pH e temperatura. Além disso, a linguagem PHP é bastante utilizada na geração dos gráficos.

3.8 BIBLIOTECA DE GRÁFICOS

Para facilitar a geração de gráficos foi utilizada a biblioteca *JpGraph*. O *JpGraph* é uma biblioteca que inclui uma série de classes que servem para criar imagens com todo tipo de gráfico; os gráficos são dinamicamente gerados por meio de páginas PHP (GONZÁLEZ, 2008).

De acordo com a documentação da biblioteca, disponível por Asial Corporation (2016), o *JpGraph* é uma biblioteca de plotagem de gráficos 2D para PHP5 ou superior, é destinada a simplificar significativamente a criação de gráficos dinâmicos usando *scripts* PHP; a biblioteca pode ser utilizada sozinha ou como parte integrante de um sistema maior.

A biblioteca *JpGraph* está sendo utilizada neste trabalho para gerar gráficos de linhas, referentes aos registros de pH e temperatura. A motivação destes gráficos é incluir no projeto uma forma simples e de fácil entendimento, para que o usuário possa acompanhar a variação dessas duas características (temperatura e pH).

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os dias 13 e 15 de março de 2019 foram realizados alguns testes com o protótipo pronto. Os valores coletados pelos sensores se fizeram condizentes, e os acionamentos se mostraram em perfeito funcionamento. Na Figura 13 são expostos o ventilador e o termostato utilizados, que são acionados pelo sistema.

Figura 13 - Ventilador e termostato utilizados.

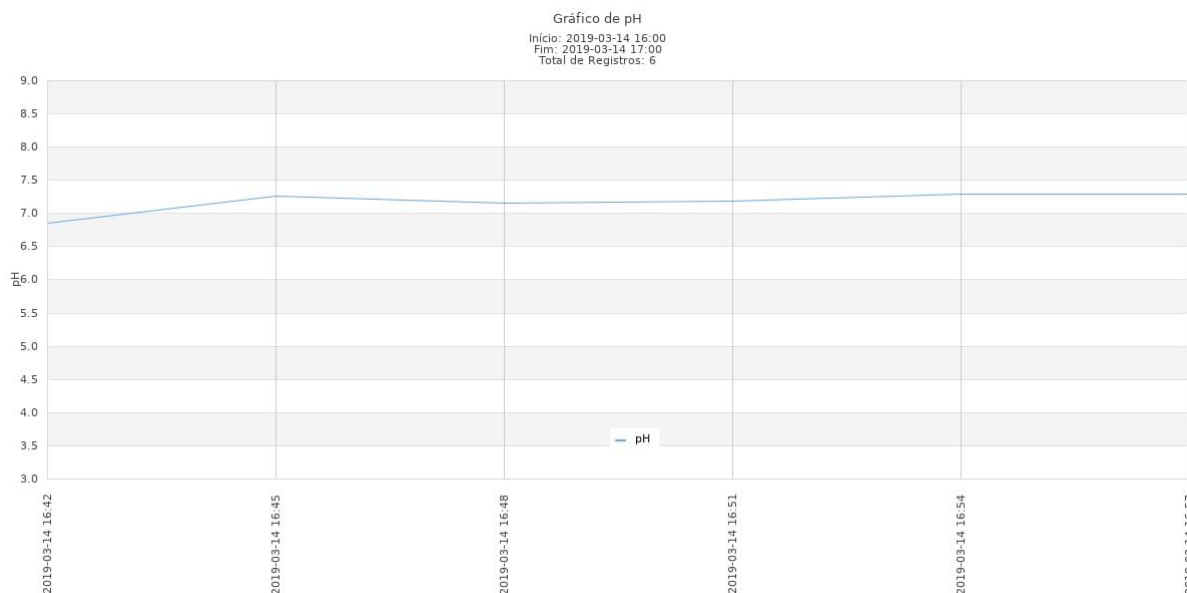


Fonte: autor (2019).

A Figura 14 evidencia um gráfico gerado a partir de dados captados pelo sensor de pH descrito no capítulo 3. Para geração do gráfico foi utilizada a interface do sistema desenvolvido, empregando-se os seguintes parâmetros:

- Data inicial: 14/03/2019;
- Hora inicial: 16:00;
- Data final: 14/03/2019;
- Hora final: 17:00.

Figura 14 - Gráfico da variável pH.



Fonte: autor (2019).

Na Figura 15 é exposta a interface inicial do sistema *web*, no qual pode-se ver os campos que se inserem os parâmetros descritos no último parágrafo.

Figura 15 - Tela inicial do sistema.

Sistema de Monitoramento

Ligar/Desligar BOMBA D'AGUA
Ligar/Desligar VENTILADOR
Ligar/Desligar TERMOSTATO

Últimos dados registrados
 Temperatura = 24.63
 pH = 6.93
 Data = 2019-03-14 15:26:38

Gerar gráfico de temperatura

Data início: dd/mm/aaaa

Hora início: --:--

Data fim: dd/mm/aaaa

Hora fim: --:--

Enviar

Gerar gráfico de pH

Data início: dd/mm/aaaa

Hora início: --:--

Data fim: dd/mm/aaaa

Hora fim: --:--

Enviar

Gerar tabela de dados

Data início: 14/03/2019

Hora início: 14:30

Data fim: 14/03/2019

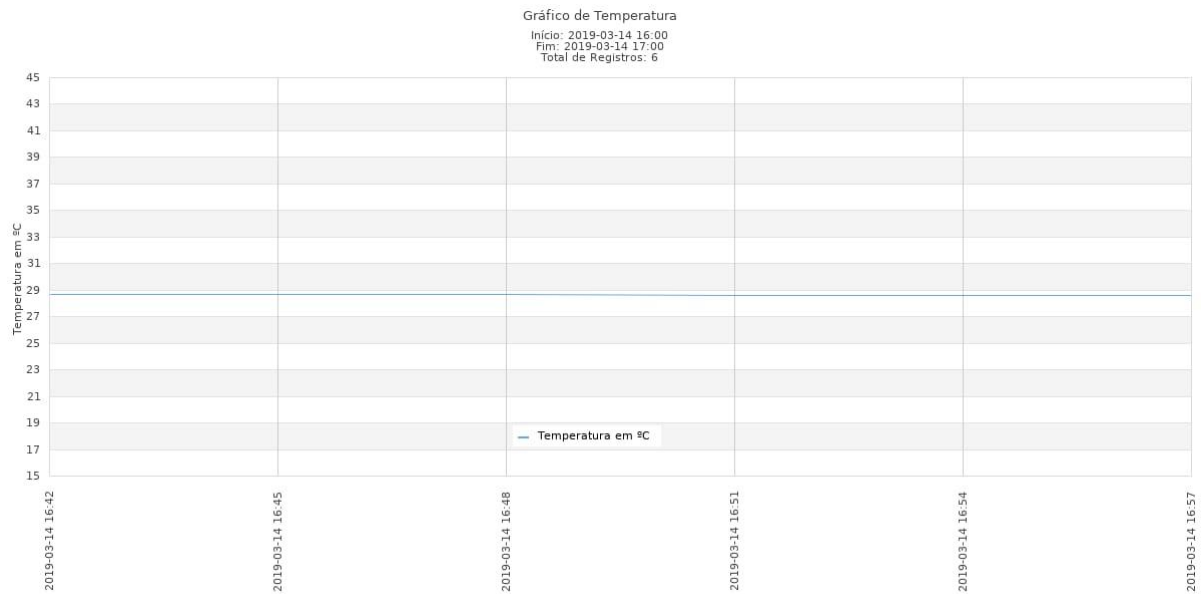
Hora fim: 15:30

Enviar

Fonte: autor (2019).

A Figura 16 expõe o gráfico de temperatura, utilizando os mesmos parâmetro que foram utilizados para gerar o gráfico de pH

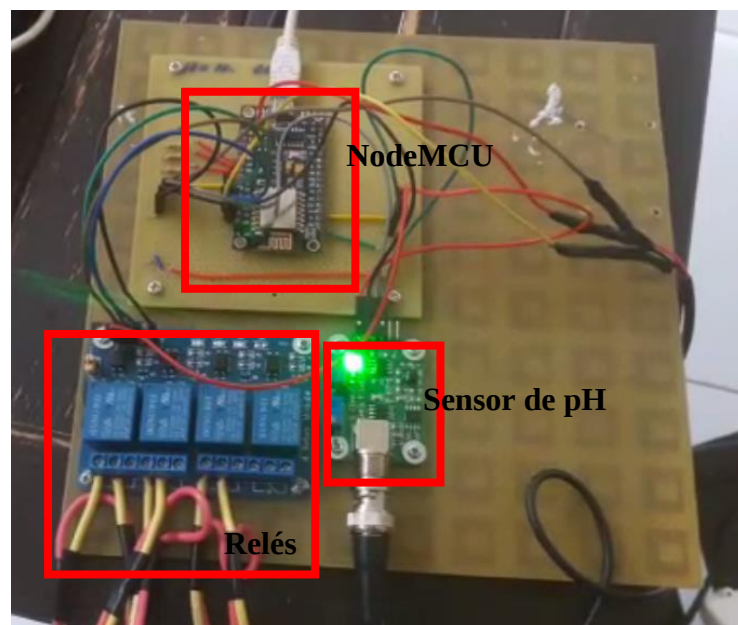
Figura 16 - Gráfico da variável temperatura.



Fonte: autor (2019).

A Figura 17 expressa a montagem do dispositivo. A placa azul são os módulos relés; a plaquinha verde que apresenta um cabo conectado é o circuito que trata a medida de pH; e a placa acima das duas já citadas é a placa microcontroladora (nodeMCU).

Figura 17 - Imagem do protótipo.



Fonte: autor (2019).

A Figura 18 exemplifica o formato das tabelas geradas pelo sistema de monitoramento.

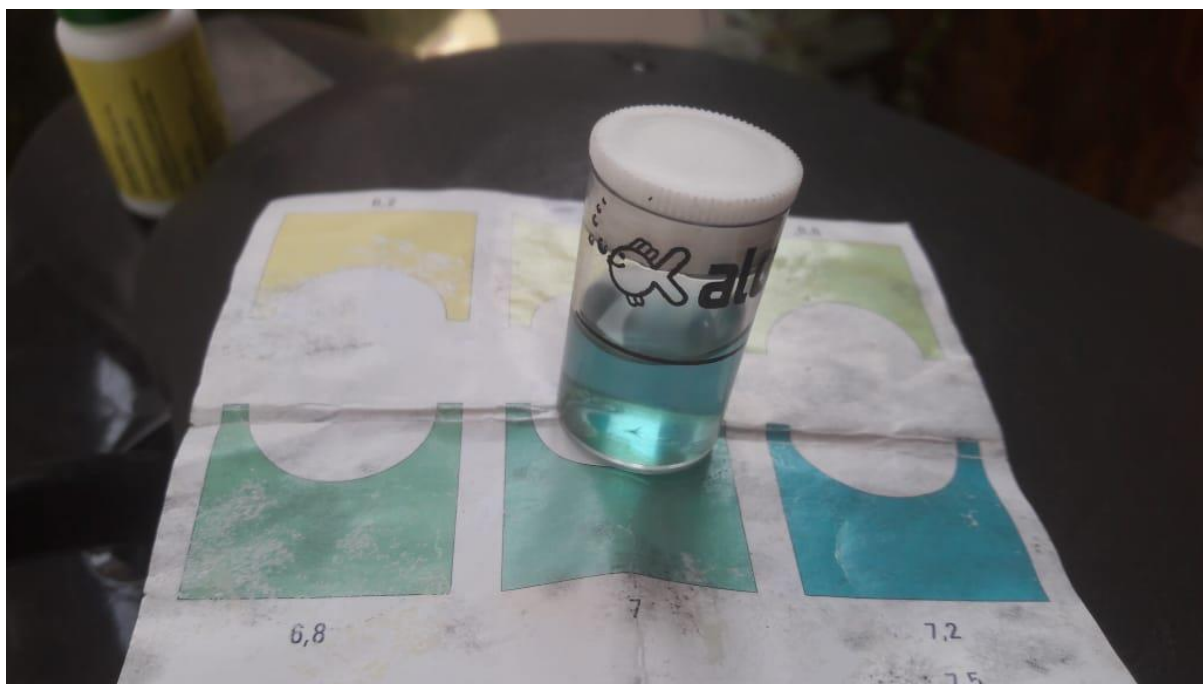
Figura 18 - Tabela gerada pelo sistema.

Tabela de Dados			
ID	DATA	TEMPERATURA	PH
6988	2019-03-14 14:32:38	24.75	6.93
6989	2019-03-14 14:35:38	24.75	6.93
6990	2019-03-14 14:38:38	24.75	6.93
6991	2019-03-14 14:41:38	24.75	6.93
6992	2019-03-14 14:44:38	24.69	6.93
6993	2019-03-14 14:47:38	24.75	6.93
6994	2019-03-14 14:50:38	24.69	6.93
6995	2019-03-14 14:53:38	24.75	6.93
6996	2019-03-14 14:56:38	24.69	6.93
6997	2019-03-14 14:59:38	24.69	6.93
6998	2019-03-14 15:02:38	24.69	6.93
6999	2019-03-14 15:05:38	24.75	6.93

Fonte: autor (2019).

A Figura 19 apresenta o teste de pH realizado de forma distinta; esse teste utiliza uma amostra de água, adiciona-se certa solução e espera-se reagir para ver a coloração; após isso compara-se em um gabarito a coloração referente ao pH. Observando-se o intervalo em que o sensor obteve funcionamento normal com o valor obtido na Figura 19, percebe-se coerência entre os valores.

Figura 19 - Medida de pH através de solução.



Fonte: autor (2019).

As Figuras 20, 21 e 22 evidenciam a montagem do dispositivo construído, no ambiente de testes conforme diagrama estruturado no início do capítulo 3. O tanque maior, onde nota-se alguns peixes, é o tanque principal, do qual estão sendo monitorados as medidas de temperatura e pH. O tanque menor (onde há uma bomba d'água em cima) é o tanque auxiliar, que servirá para inserção de novas águas no tanque principal quando for necessário a realização da troca de água.

A troca de água é uma atividade necessária sempre que o pH estiver fora da zona de segurança descrita na literatura (capítulo 2). Para facilitar essa atividade, foi construído um sistema de tubulação que pode funcionar em duas situações: a primeira é retirando água do tanque principal e a segunda é inserindo água no tanque principal.

Para realizar o acionamento da bomba d'água, e a mesma possa retirar/inserir água no tanque principal, adicionou-se um botão no sistema *web* que encarrega-se de ligar/desligar. Ou seja, basta estar conectado através da rede local com um *smartphone*, *laptop* ou computador, que será possível acionar a bomba d'água, sem a necessidade de ir fisicamente ao local.

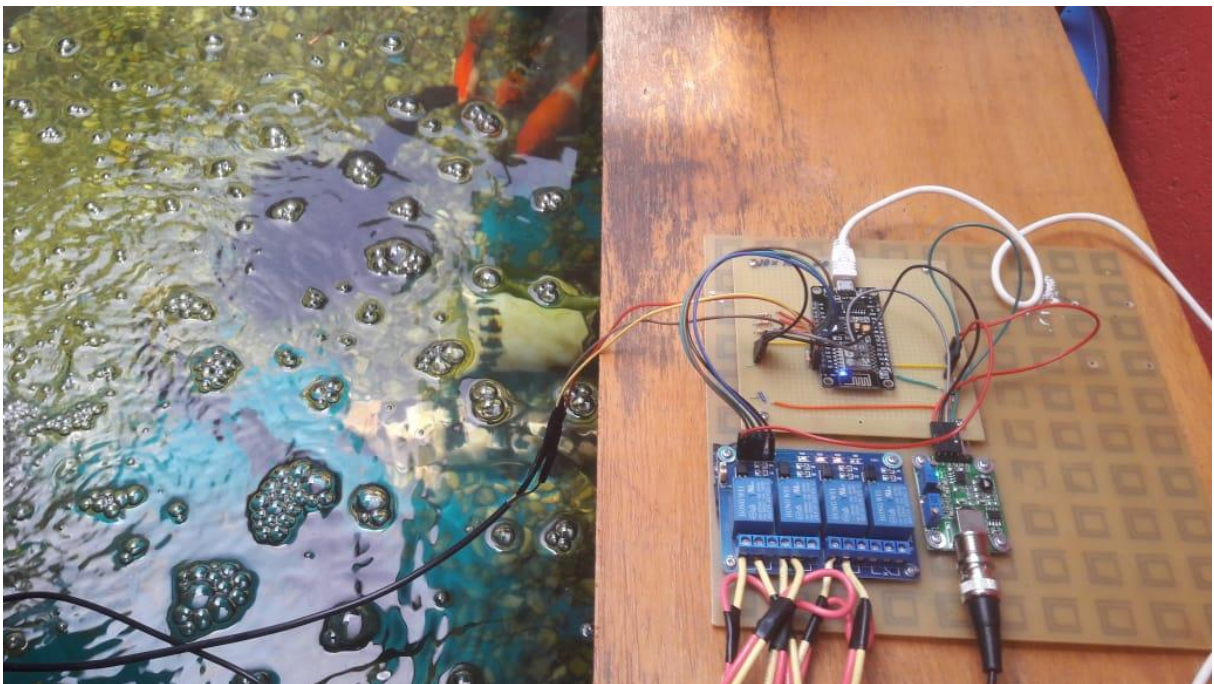
Atividades semelhantes a de ligar/desligar a bomba d'água podem ser feitas com o ventilador para diminuir a temperatura quando está muito alta, e também com o termostato para aumentar a temperatura quando estiver muito baixa.

Figura 20 - Montagem do projeto no tanque.



Fonte: autor (2019).

Figura 21 - Dispositivo na borda do tanque.



Fonte: autor (2019).

Figura 22 - Sensor de temperatura e pH dentro do tanque.



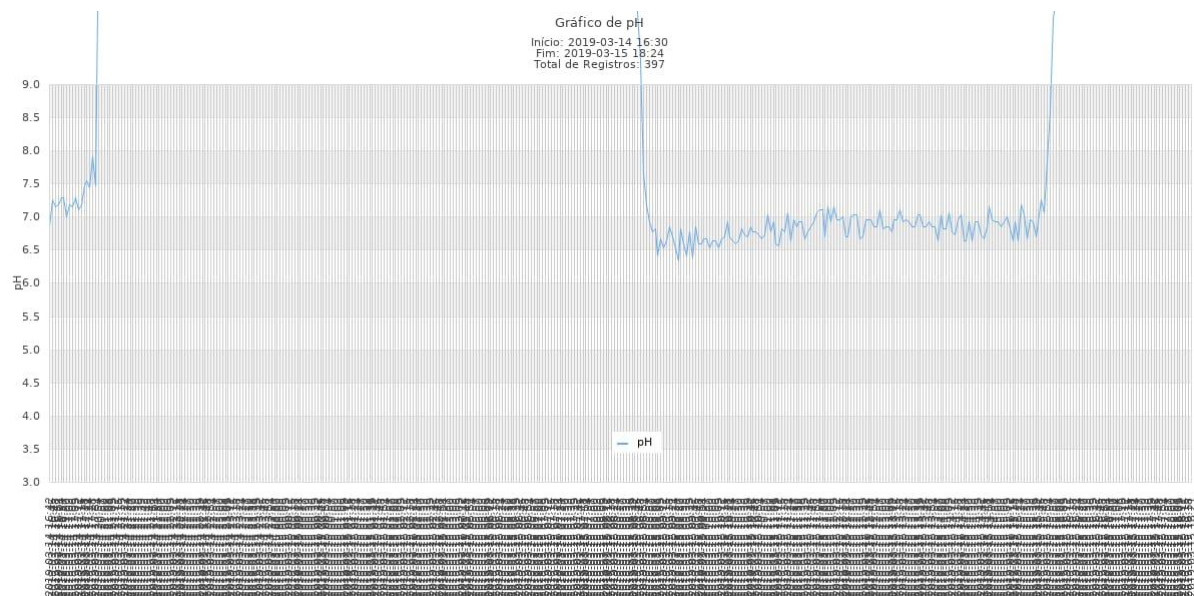
Fonte: autor (2019).

Durante os testes percebeu-se uma situação de divergência. A inconsistência pode ser notada na Figura 23, na qual percebe-se o gráfico descer e subir subitamente em três momentos. Acredita-se que esteja acontecendo alguma interferência no microcontrolador ou no sensor de pH, pois a medida de pH é mensurada através do nível de tensão no pino PO (ver sobre esse pino no capítulo 3). Havendo interferência na tensão do pino PO, refletirá na medida de pH disponível ao usuário.

Após três dias de testes, verificou-se que o sensor de pH apresentou funcionamento normal das 9 às 16 horas, após esse período o sensor apresenta comportamento divergente da realidade, voltando ao normal no dia seguinte mediante o mesmo intervalo de tempo. Tal observação é um indício para investigações futuras.

Os códigos e as conexões foram revistos, e tudo aparenta estar conforme expresso em literatura; salienta-se a necessidade de investigação do problema em trabalhos futuros, tal como: testar a autonomia do protótipo, checar se há algum tempo predeterminado de descalibragem, checar características inerentes aos dispositivos (sensor de pH e nodeMCU) e entre outros pontos que possam afetar o protótipo, bem como novas formas de otimizá-lo.

Figura 23 - Erro na medida do pH.



Fonte: autor (2019).

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO

Neste trabalho de conclusão de curso foi desenvolvido um protótipo de *hardware* que funciona em conjunto com um sistema *web* para modernizar e melhorar a criação de peixes por parte dos produtores. Fez-se um estudo bibliográfico acerca da qualidade da água e sobre recentes trabalhos que trataram de automação no âmbito da aquicultura. Além disso, pesquisou-se diversos sensores e dispositivos para encontrar os que seriam mais interessantes para o projeto. Tais sensores e dispositivos foram citados e explicados no Capítulo 3.

Como esperado, percebe-se que o conjunto (protótipo + sistema *web*) proposto pode colaborar bastante para o aumento, controle e gerência da criação de peixes. O sistema apresentou-se satisfatório para as atividades de geração de gráfico e acompanhamento dos parâmetros de qualidade da água ao longo de um determinado tempo. Os sensores demonstraram valores precisos em comparação com a realidade, salvo alguns casos específicos como explicado no Capítulo 4. Apesar dos pontos positivos, salienta-se a necessidade de mais testes para melhor conhecer a autonomia do protótipo.

5.1 TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões de melhorias e novos possíveis trabalhos, tem-se:

- Implementação de mais sensores, para mensurar mais variáveis sobre a qualidade da água;
- Implementar o projeto com o uso de um CLP;
- Fazer o controle das variáveis pH e temperatura em malha fechada;
- Fazer a implementação do banco de dados a partir dos conceitos de computação em nuvem;
- Utilização do protocolo MQTT para implementação efetiva do conceito de *internet das coisas*;
- Melhorias na estrutura física do projeto;
- Implementação de *display* e botões para melhorar a interatividade com o usuário;
- Utilização de alarmes sonoros e avisos por e-mail para notificar alertas;
- Geração de gráficos em tempo real;
- Controle e racionamento de alimentação, conforme o trabalho de Martineli (2017).

REFERÊNCIAS

ALECRIM, Emerson. **Bancos de dados são mais importantes nas nossas vidas do que a gente imagina**. 2018. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/245120/banco-de-dados-importancia/>>. Acesso em: 22 fev. 2019.

ANDRADE, Gabriel. **O que são Linguagens de Programação**. [S. l.], [201-?]. Disponível em: <https://www.infoescola.com/informatica/o-que-sao-linguagens-de-programacao/>. Acesso em: 24 fev. 2019.

AQEEL, Adnan. **Introduction to NodeMCU V3**: A brief tutorial on the Introduction to NodeMCU V3. 2018. Disponível em: <<https://www.theengineeringprojects.com/2018/10/introduction-to-nodemcu-v3.html>>. Acesso em: 10 fev. 2019.

ASIAL CORPORATION. **Chapter 1. About the library**. [S. l.], 2016. Disponível em: <https://jpgraph.net/download/manuals/chunkhtml/ch01.html#id2472291>. Acesso em: 20 fev. 2019.

ATHOS ELETRONICS. **Relé – O que é e como funciona?** Disponível em: <<https://athoselectronics.com/rele/>>. Acesso em: 17 fev. 2019.

BARTZ, Rafael Luis. **Desenvolvimento de um sistema de monitoramento em tanques de piscicultura para auxiliar no manejo de tilápias**. 2017. 79 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2017.

BECK, João C. P. et al. AUTOMAÇÃO E CONTROLE DE TANQUE PARA PISCICULTURA. In: XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2006, Passo Fundo. **Anais [...]**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2006. Disponível em: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/45756536/6_287_390.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1551645355&Signature=KeiyPX%2FrgKNzeO3RQWMJhf7PS%2FI%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAUTOMACAO_E_CONTROLE_DE_TANQUE_PARA_PISC.pdf. Acesso em: 20 fev. 2019.

BOTSHOP. **How to use a PH probe and sensor**. Disponível em: <<https://www.botshop.co.za/how-to-use-a-ph-probe-and-sensor/>>. Acesso em: 10 fev. 2019.

BRESCIANI, Geovani. **Sistema de monitoramento e automação aplicado à piscicultura**. 2015. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2015. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/6237>. Acesso em : 25 fev. 2019.

BRITO, Johnny Martins de et al. Automação na tilapicultura: revisão de literatura. **Nutritime**, [s.l], v. 14, n. 03, p.5053-5062, jun. 2017. Bimestral. Disponível em:

<https://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/Artigo_422.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2019.

DEVMEDIA. **Conceitos Fundamentais de Banco de Dados**. Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/conceitos-fundamentais-de-banco-de-dados/1649>>. Acesso em: 22 fev. 2019.

ELETROGATE COMPONENTES ELETRÔNICOS. **CHAVE BOIA SENSOR PARA NÍVEL DE LÍQUIDOS**. Disponível em: <<https://www.eletrogate.com/chave-boia-sensor-para-nivel-de-liquidos>>. Acesso em: 17 fev. 2019b.

FERREIRA, Gabriel Oliveira; SILVA, Luís Filipe Pereira. Controladores, tratamento de sinais e programação aplicados á piscicultura. In: **SEMINÁRIO INTEGRADO DE SOFTWARE E HARDWARE (SEMISH_CSBC)**, 45. , 2018, 1/2018. 45º Seminário Integrado de Software e Hardware 2018 (SEMISH 2018). Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, July 2018 . ISSN 2595-6205.

FILIFELOP COMPONENTES ELETRÔNICOS. **SENSOR DE TEMPERATURA DS18B20 A PROVA D'ÁGUA**. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-temperatura-ds18b20-a-prova-dagua>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

GONZÁLEZ, Pablo. **Criação de gráficos em PHP com JpGraph**. 2008. Disponível em: <<http://www.criarweb.com/artigos/criacao-graficos-em-php-com-jpgraph.html>>. Acesso em: 18 fev. 2019.

GRAÇA, Pedro Cannavale. **Sistema de aquisição de dados utilizando o módulo ESP8266 NodeMCU**. 2017. 42 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2017. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/156909>>. Acesso em: 10 fev. 2019.

GRUPO ÁGUAS CLARAS. **Água, um dos fatores principais na piscicultura**. 2018. Disponível em: <https://www.grupoaguasclaras.com.br/aguas-um-dos-fatores-principais-na-piscicultura>. Acesso em: 07 nov. 2018.

GUIMARÃES, Kevin Manoel; LOHMANN, Daniel. AUTOMAÇÃO DE TANQUES PARA AQUICULTURA. **Revista Ilha Digital**, Florianópolis, v. 06, n. 01, p.34-47, maio 2017. Disponível em: <<http://ilhadigital.florianopolis.ifsc.edu.br/>>. Acesso em: 23 fev. 2019.

KORTH, H.F. e SILBERSCHATZ, A.; **Sistemas de Bancos de Dados**, Makron Books, 2a. edição revisada, 1994.

KUBITZA, Fernando. **Qualidade da Água na Produção de Peixes - Parte II**. Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, v. 8, n. 46, p.35-41, abr. 1998. Disponível em: http://www.acquaimagem.com.br/docs/Pan46_Kubitza.pdf. Acesso em: 10 nov. 2018.

KUBITZA, Fernando. Tilapias: **Qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade. Parte I**. 2000. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/tilapias-qualidade-da-agua-sistemas-de-cultivo-planejamento-da-producao-manejo-nutricional-e-alimentar-e-sanidade-parte-i/>. Acesso em: 08 nov. 2018.

MALLASEN, Margarete et al. **QUALIDADE DA ÁGUA EM SISTEMA DE PISCICULTURA EM TANQUES-REDE NO RESERVATÓRIO DE ILHA SOLTEIRA**. 2012. Disponível em: https://www.pesca.sp.gov.br/38_1_15-30.pdf. Acesso em: 10 nov. 2018.

MARTINELLI, Gabriel Moreno. **AUTOMAÇÃO DO FORNECIMENTO DE RAÇÃO E FRACIONAMENTO DA RAÇÃO DIÁRIA PARA TILÁPIAS CRIADAS EM AMBIENTE CONTROLADO COM DIETA BALANCEADA**. 2017. 42 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/148685/martinelli_gm_me_bot.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 20 fev. 2019.

MAXIN INTEGRATED. **DS18B20**. 2018. Disponível em: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2019.

MEDEIROS, Francisco das Chagas de; MORAES, Adair José de. **Manual como Iniciar Piscicultura com Espécies Regionais**. Brasília: Sebrae, 2013. 78 p. Disponível em: http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/b7c92. Acesso em: 09 nov. 2018.

MUNDO DA ELÉTRICA. **O que é relé? Como funciona um relé?** Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-rele-como-funciona-um-rele/>. Acesso em: 18 fev. 2019.

OLIVEIRA, Léo de. **MANUAL DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA AQUICULTURA**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1354377/1743436/Manual+Qualidade+%C3%81gua+A>. Acesso em: 10 nov. 2018.

OLIVEIRA, R.R. **Uso do microcontrolador ESP8266 para automação residencial**. 2017. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, 2017. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10019583.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2019.

PHP. **O que é o PHP?** Disponível em: http://php.net/manual/pt_BR/intro-what-is.php. Acesso em: 20 fev. 2019.

SANT'ANNA, Bernardo Guimarães Harduim; CAVALCANTI, Luiz Vinicius da Silva. **Automação residencial com NodeMCU**. 2018. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Engenharia de Telecomunicações, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2018. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/8063/1/TCC%20%20Bernardo%20harduim%20e%20Luiz%20Vinicius.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2019.

SANTOS, Sérgio Torres dos. **REDES DE SENSORES SEM FIO EM MONITORAMENTO E CONTROLE**. 2007. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro,

2007. Disponível em: <<https://www.gta.ufrj.br/ftp/gta/TechReports/Sergio07/Sergio07.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

SCIDLE. **How to use a pH sensor with Arduino**. 2017. Disponível em: <<https://scidle.com/how-to-use-a-ph-sensor-with-arduino/>>. Acesso em: 10 fev. 2019.

SILVA, Vanessa Karla; FERREIRA, Milena Wolff; LOGATO, Priscila Vieira Rosa. **Qualidade da água na Piscicultura**. [200-]. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/index.php/component/phocadownload/category/56-boletins-de-extensao?download=1164:boletinsextensao>. Acesso em: 08 nov. 2018.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA (SNA) (Rio de Janeiro). **Piscicultura: qualidade e temperatura da água são fundamentais no inverno**. 2016. Disponível em: <http://www.sna.agr.br/piscicultura-qualidade-e-temperatura-da-agua-sao-fundamentais-no-inverno/>. Acesso em: 09 nov. 2018.

SOUZA, Ivo Martins de; OLIVEIRA, Rodolfo Francisco de. **SISTEMA PARA MONITORAMENTO DE RESERVATÓRIOS DE ÁGUA - AQUAMEASURE**. 2017. 1 v. TCC (Graduação) - Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Instituto Federal de São Paulo (IFSP) – Campus Hortolândia, Hortolândia, 2017. Disponível em: <https://hto.ifsp.edu.br/portal/images/thumbnails/images/IFSP/Cursos/Coord_ADS/Arquivos/TCCs/2017/TCC_Ivo_Martins_de_Souza_A1420216.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2019.

STEFFENS, César Augusto. **SENSORES**. 2006. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef004/20061/Cesar/SENSORES-Definicao.html>>. Acesso em: 09 fev. 2019.

TERMÔMETRO À PROVA D'ÁGUA | Curso de Arduino #120. Direção de Wagner Rambo. São Sebastião do Caí: Wr Kits, 2017. Son., color. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=xoIH3Cp9ls&t=308s>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

WIKA. **Chave de nível tipo boia**. Disponível em: <https://www.wika.com.br/products_float_switches_pt_br.WIKA>. Acesso em: 17 fev. 2019.

ZACCHARIAS, R. L.; DA ROCHA, R. V. Automação dos processos de produção e controle para aumento de produtividade e redução de desperdícios na piscicultura. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 2, p. 52-67, jul./dez. 2016. ISSN: 2448-0452.

APÊNDICES

APÊNDICE A – CÓDIGO DE CONEXÃO COM O BANCO DE DADOS

```
<?php
    $servername = "localhost";
    $username = "root";
    $password = "";
    $dbname = "maker";
    $conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);
    if ($conn->connect_error) {
        //Gravar log de erros
        die("Não foi possível estabelecer conexão com o BD: " . $conn-
>connect_error);
    }
?>
```

APÊNDICE B – CÓDIGO PARA GERAR GRÁFICO DE PH

```
<?php
include("../jpgraph/src/jpgraph.php");
include("../jpgraph/src/jpgraph_line.php");
include("../conexao.php");

if(isset($_POST['enviar'])){
    $datainicio = $_POST['datainicio'];
    $datafim = $_POST['datafim'];
    $horaini = $_POST['horaIni'];
    $horafim = $_POST['horaFim'];

    if($datafim==''||$datainicio==''||$horafim==''||$horaini==''){
        echo "<h1> FALTA CAMPOS SEREM PREENCHIDOS! </h1>";
    }else if($horafim<=$horaini&&$datafim==$datainicio){
        echo "<h1> HORAS IGUAIS OU INVERTIDAS! </h1>";
    }else if($datafim<$datainicio){
        echo "<h1> DATA FIM MENOR QUE DATA INÍCIO! </h1>";
    }else{
        $stringSQL = "SELECT ph,DATE_FORMAT(wea_date,'%Y-%m-%d %H:%i') AS
hora FROM weather WHERE "
            . "wea_date>='$datainicio $horaini' "
            . "AND wea_date<='$datafim $horafim' ";

        $dadosConsulta = mysqli_query($conn, $stringSQL);
        $total = mysqli_num_rows($dadosConsulta);

        if(!$total){
            echo "<h1> NÃO HÁ NENHUM REGISTRO NESSE INTERVALO! </h1>";
            return;
        }else if($total == 1){
            echo "<h1> SÓ HÁ UM REGISTRO, NÃO É POSSÍVEL GERAR GRÁFICO COM
APENAS UM REGISTRO! </h1>";
            $linhaConsulta = mysqli_fetch_assoc($dadosConsulta);
            $exibTemp = $linhaConsulta['ph']/10;
            $exibHora = $linhaConsulta['hora'];
            echo "pH = $exibTemp °C<br>";
            echo "Data = $exibHora";
            return;
        }

        while($linhaConsulta = mysqli_fetch_assoc($dadosConsulta)){
            $matriz[] = $linhaConsulta['ph']/10;
            $dadosx[] = $linhaConsulta['hora'];
        }

        $grafico = new Graph(1200,600,"auto");
        $grafico->SetScale("textlin",3,9);
        $grafico->xgrid->Show();

        $linha = new LinePlot($matriz);
        $linha->SetColor('black');

        $linha->SetLegend("pH");

        $grafico->legend->Pos(0.45,0.7);
```

```

$grafico->xaxis->SetTickLabels($dadosx);
$grafico->xaxis->SetLabelAngle(90);

$grafico->img->SetMargin(50,10,0,130);
$grafico->title->Set("Gráfico de pH");

$grafico->subtitle->Set("Início: $datainicio $horaini\n"
    . "Fim: $datafim $horafim\n"
    . "Total de Registros: $total");
$grafico->yaxis->title->Set("pH");

$grafico->Add($linha);

$grafico->Stroke();
    }
?>

```

APÊNDICE C – CÓDIGO PARA GERAR GRÁFICO DE TEMPERATURA

```

<?php
include("../jpgraph/src/jpgraph.php");
include("../jpgraph/src/jpgraph_line.php");
include("../jpgraph/src/jpgraph_bar.php");
include("../conexao.php");

if(isset($_POST['enviar'])){
    $datainicio = $_POST['datainicio'];
    $datafim = $_POST['datafim'];
    $horaini = $_POST['horaIni'];
    $horafim = $_POST['horaFim'];

    if($datafim==''||$datainicio==''||$horafim==''||$horaini==''){
        echo "<h1> FALTA CAMPOS SEREM PREENCHIDOS! </h1>";
    }else if($horafim<=$horaini&&$datafim==$datainicio){
        echo "<h1> HORAS IGUAIS OU INVERTIDAS! </h1>";
    }else if($datafim<$datainicio){
        echo "<h1> DATA FIM MENOR QUE DATA INÍCIO! </h1>";
    }else{

        $stringSQL = "SELECT wea_temp,DATE_FORMAT(wea_date,'%Y-%m-%d %H:%i')
AS hora FROM weather WHERE "
            . "wea_date>='$datainicio $horaini' "
            . "AND wea_date<='$datafim $horafim' ";

        $dadosConsulta = mysqli_query($conn, $stringSQL);
        $total = mysqli_num_rows($dadosConsulta);

        if(!$total){
            echo "<h1> NÃO HÁ NENHUM REGISTRO NESSE INTERVALO! </h1>";
            return;
        }else if($total == 1){
            echo "<h1> SÓ HÁ UM REGISTRO, NÃO É POSSÍVEL GERAR GRÁFICO COM
APENAS UM REGISTRO! </h1>";
            $linhaConsulta = mysqli_fetch_assoc($dadosConsulta);
            $exibTemp = $linhaConsulta['wea_temp']/100;
            $exibHora = $linhaConsulta['hora'];
            echo "Temperatura = $exibTemp °C<br>";
            echo "Data = $exibHora";
            return;
        }

        while($linhaConsulta = mysqli_fetch_assoc($dadosConsulta)){
            $matriz[] = $linhaConsulta['wea_temp']/100;
            $dadosx[] = $linhaConsulta['hora'];
        }

        $grafico = new Graph(1200,600,"auto");
        $grafico->SetScale("textlin",15, 45);
        $grafico->xgrid->Show();

        $linha = new LinePlot($matriz);
        $linha->SetColor('black');

        $linha->SetLegend("Temperatura em °C");
        $grafico->legend->Pos(0.45,0.7);
    }
}

```

```

$grafico->xaxis->SetTickLabels($dadosx);
$grafico->xaxis->SetLabelAngle(90);

$grafico->img->SetMargin(50,10,0,130);
$grafico->title->Set("Gráfico de Temperatura");

$grafico->subtitle->Set("Início: $datainicio $horaini\n"
    . "Fim: $datafim $horafim\n"
    . "Total de Registros: $total");
$grafico->yaxis->title->Set("Temperatura em °C");

$grafico->Add($linha);

$grafico->Stroke();
    }
}
?>

```

APÊNDICE D – CÓDIGO PARA GERAR TABELAS

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="pt-br">
  <head>
    <title>Sistema de Monitoramento</title>
    <meta charset="utf-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
    <link rel="stylesheet"
href="http://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.6/css/bootstrap.min.css">
    <script
src="http://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.6/js/bootstrap.min.js"></script>
  </head>
  <body>
    <br/>
    <div class="container">
      <div class="well">
        <h2 style="text-align: center;">Tabela de Dados</h2>
        <?php
          include("./conexao.php");

          if(isset($_POST['enviar'])){
            $datainicio = $_POST['datainicio'];
            $datafim = $_POST['datafim'];
            $horaini = $_POST['horaIni'];
            $horafim = $_POST['horaFim'];

            if($datafim==''||$datainicio==''||$horafim==''||$horaini==''){
              echo "<h1> FALTA CAMPOS SEREM PREENCHIDOS! </h1>";
            }else if($horafim<=$horaini&&$datafim==$datainicio){
              echo "<h1> HORAS IGUAIS OU INVERTIDAS! </h1>";
            }else if($datafim<$datainicio){
              echo "<h1> DATA FIM MENOR QUE DATA INÍCIO! </h1>";
            }else{
              $stringSQL = "SELECT * FROM weather WHERE "
                . "wea_date>='$datainicio $horaini' "
                . "AND wea_date<='$datafim $horafim' ";

              $dadosConsulta = mysqli_query($conn, $stringSQL);
              $total = mysqli_num_rows($dadosConsulta);
              echo "<table class='table' >"
                . "<thead>"
                . "<tr>"
                . "<th scope='col'>ID</th>"
                . "<th scope='col'>DATA</th>"
                . "<th scope='col'>TEMPERATURA</th>"
                . "<th scope='col'>PH</th>"
                . "</tr>"
                . "</thead>"
                . "<tbody>";
              while($linha = mysqli_fetch_assoc($dadosConsulta)){
                $id = $linha['wea_id'];
                $data = $linha['wea_date'];
                $temperatura = $linha['wea_temp']/100;
                $phh = $linha['ph']/10;
                echo "<tr>"
                  . "<th scope='row'>$id</th>"
```

```
                . "<td>$data</td>"
                . "<td>$temperatura</td>"
                . "<td>$pvh</td>"
                . "</tr>";
            }
            echo "    </tbody>"
                . "</table>";
        }
    }
    ?>
</div>
</div>
</body>
</html>
```

APÊNDICE E – CÓDIGO DA PÁGINA INICIAL DO SISTEMA

```

<?php
    include("./conexao.php");
    //echo "<meta HTTP-EQUIV='refresh' CONTENT='5;URL=index.php'>";
?>
<!DOCTYPE html>
<html lang="pt-br">
    <head>
        <title>Sistema de Monitoramento</title>
        <meta charset="utf-8">
        <meta HTTP-EQUIV='refresh' CONTENT='180;URL=index.php'> <!-- TAG QUE RECARREGA
A PÁGINA. O CAMPO CONTENT INDICA O TEMPO EM SEGUNDOS QUE A PÁGINA DEVE SER
ATUALIZADA-->
        <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
        <link rel="stylesheet"
href="http://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.6/css/bootstrap.min.css">
        <script
src="http://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.6/js/bootstrap.min.js"></script>
        <script>
            function Onoff3() {
                var xmlhttp = new XMLHttpRequest();
                xmlhttp.open("GET", "http://10.190.36.222/LED=3");
                xmlhttp.send();
            }
            function Onoff2(){
                var xmlhttp = new XMLHttpRequest();
                xmlhttp.open("GET", "http://10.190.36.222/LED=2");
                xmlhttp.send();
            }
            function Onoff4(){
                var xmlhttp = new XMLHttpRequest();
                xmlhttp.open("GET", "http://10.190.36.222/LED=4");
                xmlhttp.send();
            }
        </script>
    </head>
    <body>
        <br/>
        <div class="container" style="text-align: center;">
            <div class="well">
                <h2>Sistema de Monitoramento</h2>
                <br/>
                <div class="col-sm-4">
                    <a href="#" style="background-color: chartreuse"class="btn btn-default"
role="button" onclick="Onoff3();">
                        <strong>Ligar/Desligar BOMBA D'AGUA</strong>
                    </a>
                </div>
                <div class="col-sm-4">
                    <a href="#" style="background-color: chartreuse"class="btn btn-default"
role="button" onclick="Onoff2();">
                        <strong>Ligar/Desligar VENTILADOR</strong>
                    </a>
                </div>
                <div class="col-sm-4">
                    <a href="#" style="background-color: chartreuse"class="btn btn-default"
role="button" onclick="Onoff4();">

```

```

        <strong>Ligar/Desligar TERMOSTATO</strong>
    </a>
</div>
<br>
<br>
<br>
<div class= 'container'; style="border-radius: 10px; border: solid; width:
40%;">
    <h4>Últimos dados registrados</h4>
    <?php
        $sql = "SELECT * FROM `weather` ORDER BY wea_id DESC";
        $dadosConsulta = mysqli_query($conn, $sql);
        $ultimaLinha = mysqli_fetch_assoc($dadosConsulta);
        $exibTemp = $ultimaLinha['wea_temp']/100;
        $exibpH = $ultimaLinha['ph']/10;
        $exibData = $ultimaLinha['wea_date'];
        echo "Temperatura = $exibTemp <br>";
        echo "pH = $exibpH <br>";
        echo "Data = $exibData";
    ?>
</div>
<br>
<div class="container">
    <div class="col-sm-4">
        <h4>Gerar gráfico de temperatura</h4>
        <form action="grafico_linha2.php" method="POST">
            Data inicio: <input type="date" name="datainicio">
            <br>
            Hora inicio: <input type="time" name="horaIni">
            <br>
            Data fim: <input type="date" name="datafim">
            <br>
            Hora fim: <input type="time" name="horaFim">
            <br><br>
            <input type="submit" name="enviar">
        </form>
    </div>
    <div class="col-sm-4">
        <h4>Gerar gráfico de pH</h4>
        <form action="grafico_ph.php" method="POST">
            Data inicio: <input type="date" name="datainicio">
            <br>
            Hora inicio: <input type="time" name="horaIni">
            <br>
            Data fim: <input type="date" name="datafim">
            <br>
            Hora fim: <input type="time" name="horaFim">
            <br><br>
            <input type="submit" name="enviar">
        </form>
    </div>
    <div class="col-sm-4">
        <h4>Gerar tabela de dados</h4>
        <form action="tabela.php" method="POST">
            Data inicio: <input type="date" name="datainicio">
            <br>
            Hora inicio: <input type="time" name="horaIni">
            <br>
            Data fim: <input type="date" name="datafim">

```

```
        <br>
        Hora fim: <input type="time" name="horaFim">
        <br><br>
        <input type="submit" name="enviar">
    </form>
</div>
</div>
</div>
</div>
</body>
</html>
```

APÊNDICE F – CÓDIGO PARA INSERIR DADOS NO BANCO DE DADOS

```
<?php
    $temp = filter_input(INPUT_GET, 'temp', FILTER_SANITIZE_NUMBER_FLOAT);
    $ph = filter_input(INPUT_GET, 'ph', FILTER_SANITIZE_NUMBER_FLOAT);
    if (is_null($temp)||is_null($ph)) {
        //Gravar log de erros
        die("Dados inválidos");
    }
    $servername = "localhost";
    $username = "root";
    $password = "";
    $dbname = "maker";
    $conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);
    if ($conn->connect_error) {
        //Gravar log de erros
        die("Não foi possível estabelecer conexão com o BD: " . $conn-
>connect_error);
    }
    $sql = "INSERT INTO weather (wea_temp, ph) VALUES ($temp, $ph/10)";

    if (!$conn->query($sql)) {
        //Gravar log de erros
        die("Erro na gravação dos dados no BD");
    }
    $conn->close();
?>
```

APÊNDICE G – CÓDIGO DO NODEMCU

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

const char* ssid = "brisa-183717";
const char* password = "cr9ixt5d";
const char http_site[] = "192.168.1.7";

const int http_port = 80;
WiFiServer server(80);
WiFiClient client;

#define ONE_WIRE_BUS 5
#define RELAY3 4
#define RELAY2 0
#define RELAY4 2

#define BOIA1 14
#define BOIA2 12
#define BOIA3 13

OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS); //objeto one_wire
DallasTemperature sensors(&oneWire);
DeviceAddress sensor1;
float tempMin = 999; //armazena temperatura mínima
float tempMax = 0; //armazena temperatura máxima

void setup() {
  delay(5000);
  pinMode(RELAY3, OUTPUT);
  pinMode(RELAY2, OUTPUT);
  pinMode(RELAY4, OUTPUT);
  pinMode(BOIA1, OUTPUT);
  pinMode(BOIA2, OUTPUT);
  pinMode(BOIA3, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);

  Serial.println();
  Serial.println();

  //Conectando na rede wifi local
  Serial.print("Conectando com: ");
  Serial.println(ssid);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(100);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi conectado com sucesso");

  sensors.begin();
```

```

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 !");
}
// Startando o servidor
server.begin();
Serial.print("Servidor startado em ");
Serial.print("http://");
Serial.print(WiFi.localIP());
Serial.println("/");
}

long tempoanterior = 0; //variável que realiza o controle de tempo.
long intervalo = 180000; //intervalo de tempo que a temperatura está sendo gravada
no BD

void loop() {
    // Aguardando requisições do cliente
    unsigned long tempoatual = millis(); //tempo atual em milisegundos, desde que o
    arduíno foi ligado.
    /*int estado1 = digitalRead(BOIA1);
    int estado2 = digitalRead(BOIA2);
    int estado3 = digitalRead(BOIA3);

    if(estado2==0&&estado3==1){
        digitalWrite(RELAY2, LOW);
    }
    if(estado3==0){
        digitalWrite(RELAY2, HIGH);
    }
    if(estado1==1){
        digitalWrite(RELAY2, HIGH);
    }*/

    client = server.available();
    if (!client) {
        if(tempoatual-tempoanterior<intervalo){
            return;
        }else{
            tempoanterior=tempoatual;
            request();
            return;
        }
    }
    // Leitura da requisição
    Serial.print("Mensagem do cliente: ");
    /*while(!client.available()) {
        delay(1);
    }*/
    String request = client.readStringUntil('\r');
    Serial.println(request);
    client.flush();

    // Muda situação do LED, caso o parâmetro seja detectado
    if (request.indexOf("3") != -1) {

```

```

        digitalWrite(RELAY3, !digitalRead(RELAY3));
    }
    if (request.indexOf("2") != -1) {
        digitalWrite(RELAY2, !digitalRead(RELAY2));
    }
    if (request.indexOf("4") != -1) {
        digitalWrite(RELAY4, !digitalRead(RELAY4));
    }
    client.flush();
}

const int analogInPin = A0;
int sensorValue = 0;
int measure,temp;
double voltage;

void request(){
    sensors.requestTemperatures();
    float tempC;
    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);

    /* for(int i=0;i<10;i++){
        buf[i]=analogRead(analogInPin);
        delay(10);
    }
    for(int i=0;i<9;i++){
        for(int j=i+1;j<10;j++){
            if(buf[i]>buf[j]){
                temp=buf[i];
                buf[i]=buf[j];
                buf[j]=temp;
            }
        }
    }
    }
    valorMedio = 0;
    for(int i=2;i<8;i++)
    valorMedio+=buf[i];
    float pHVol = (float)valorMedio*2.5/1024/6;
    float pHValue = -15*pHVol+22.15;
    Serial.print("sensor = ");
    Serial.println(pHValue);*/

```

```

/*Serial.println("Gravando dados no BD: ");
Serial.print(tempC); Serial.print(" *C, ");*/
measure = analogRead(analogInPin);
Serial.print("Measure: ");
Serial.print(measure);

voltage = 2.5 / 1024.0 * measure; //classic digital to voltage conversion
Serial.print("\tVoltage: ");
Serial.print(voltage, 3);

// PH_step = (voltage@PH7 - voltage@PH4) / (PH7 - PH4)
// PH_probe = PH7 - ((voltage@PH7 - voltage@probe) / PH_step)
float pHValue = 7 + ((1.25 - voltage) / 0.067);
Serial.print("\tPH: ");
Serial.print(pHValue, 3);
Serial.println("");

// Envio dos dados do sensor para o servidor via GET
if ( getPage(tempC,pHValue)!=1) {
    Serial.println("GET request failed");
}
}

bool getPage(float tempC, float pH) {
    if (client.connect(http_site, http_port)!=1) {
        Serial.println("Falha na conexao com o site");
        return false;
    }
    client.print("GET
/weather/insert_weather.php?temp="+String(tempC)+"&pH="+String(pH)+"
HTTP/1.1\r\n"+
        "Host: "+http_site+"\r\n"+
        "Connection: close\r\n"+
        "\r\n"
    );
    return true;
}

```

ANEXOS

ANEXO A – DESCRIÇÃO DA PINAGEM DO ESP-12

Nome	Descrição
VCC	3.3 V
GPIO 13	Pode ser usado como SPI MOSI
GPIO 12	Pode ser usado como SPI MOSI
GPIO 14	Pode ser usado como SPI MOSI
GPIO 16	
CH_PD	Enable do ES8266 Nível lógico 1 - Ativado Nível lógico 0 – Desativado
ADC	Entrada analógico para digital
Reset	1 - Normal 0 – Reset
TXD	Transmissão serial
RXD	Recepção serial
GPIO 4	GPIO Normal
GPIO 5	GPIO Normal
GPIO 0	Deve estar em nível lógico 1 para inicialização do programa(boot mode) e 0 para carregar o programa (flash mode)

GPIO 2	Deve estar em nível lógico 1 para inicialização do programa (boot mode)
GPIO 15	Deve estar em nível lógico 0 para carregar o programa (flash mode) e para inicialização do programa (boot mode)
GND	Terra

Fonte: Oliveira (2017).

ANEXO B – DESCRIÇÃO DOS DO SENSOR DE PH.

Pino	Descrição
To	Saída de temperatura
Do	Saída 3.3 V (do potenciômetro do limite do pH)
Po	Saída analógica pH
G	<i>GND</i> para o eletrodo.
G	<i>GND</i> para o circuito eletrônico.
V+	Pino de tensão.

Fonte: Scidle (2017).