



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA - EST**

ELEN DA SILVA NUNES

**SISTEMA BÁSICO DE AUTOMAÇÃO DE MANUTENÇÃO E MONITORAMENTO
DE AQUÁRIOS DOMÉSTICOS PARA PEIXES ORNAMENTAIS GUPPY**

Manaus
2020

ELEN DA SILVA NUNES

**SISTEMA BÁSICO DE AUTOMAÇÃO DE MANUTENÇÃO E MONITORAMENTO
DE AQUÁRIOS DOMÉSTICOS PARA PEIXES ORNAMENTAIS GUPPY**

Monografia desenvolvida durante a disciplina de Trabalho de Projeto Final II e apresentada à banca avaliadora do Curso de Tecnologia em Eletrônica da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas, como pré-requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Eletrônica.

Orientador: Fábio de Sousa Cardoso, Dr.

Manaus
2020

Universidade do Estado do Amazonas – UEA
Escola Superior de Tecnologia - EST

Reitor:

Cleinaldo de Almeida Costa, Dr.

Vice-Reitor:

Cleto Cavalcante de Souza Leal, Me.

Diretora da Escola Superior de Tecnologia:

Ingrid Sammyne Gadelha Figueiredo, Me.

Coordenador do Curso de Tecnologia em Eletrônica:

Daniel Guzmán Del Río, Dr.

Banca Avaliadora composta por:

Data da defesa: <08/10/2020>.

Prof. Fábio de Sousa Cardoso, Dr. (Orientador)

Prof. Jozias Parente de Oliveira, Dr.

Prof. Bruno Da Gama Monteiro, Me.

CIP – Catalogação na Publicação

Nunes, Elen da Silva

Sistema básico de automação de manutenção e monitoramento de aquários domésticos para peixes ornamentais guppy / Elen da Silva Nunes; [orientado por] Fábio de Sousa Cardoso, Me. – Manaus: 2020.
41 p.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnólogo em Eletrônica). Universidade do Estado do Amazonas, 2020.

1. Sistema básico de automação 2. Peixes ornamentais Guppy 3. *Raspberry Pi* 4. Programação 5. Automação de tarefas. I. **Cardoso, Fábio de Sousa.**

ELEN DA SILVA NUNES

SISTEMA BÁSICO DE AUTOMAÇÃO DE MANUTENÇÃO E MONITORAMENTO DE
AQUÁRIOS DOMÉSTICOS PARA PEIXES ORNAMENTAIS GUPPY

Monografia desenvolvida durante a disciplina de Trabalho de Projeto Final II e apresentada à banca avaliadora do Curso de Tecnologia em Eletrônica da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas, como pré-requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Eletrônica.

Nota obtida: _____ (_____)

Aprovada em 08/10/2020.

Área de concentração: Sistema de Automação

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Fábio de Sousa Cardoso, Dr.

Avaliador: Jozias Parente de Oliveira, Dr.

Avaliador: Bruno Da Gama Monteiro, Me.

Manaus 2020

RESUMO

Neste trabalho demonstra-se o desenvolvimento de um sistema básico de automação de manutenção e monitoramento de aquários domésticos para peixes ornamentais Guppy. A proposta desse trabalho busca demonstrar a possibilidade de desenvolver sistema utilizando um computador *Raspberry Pi* para fazer a programação da automação das tarefas relacionadas a manutenção de um aquário doméstico como, por exemplo, a alimentação dos peixes, a iluminação do aquário, aquecimento e oxigenação da água. O presente trabalho está dividido em quatro seções primárias: referencial teórico, metodologia, realização do projeto e testes e resultados obtidos. A primeira seção apresenta uma revisão dos assuntos de interesse para o desenvolvimento deste trabalho, que são: o peixe Guppy, para delimitar os parâmetros de funcionamento do sistema; os dispositivos de maior importância para a manutenção de um aquário como bomba de ar, iluminador, alimentador, aquecedor; o *Raspberry Pi*, o relé e a linguagem de programação *Python*. A segunda seção é a metodologia na qual estão as etapas e materiais necessários para a criação do aquário e do algoritmo. A terceira seção é a realização do projeto que faz execução dos passos propostos na metodologia. A quarta seção são os testes e resultados obtidos, que descreve os comportamentos observados durante os testes do programa e sua implementação. E por fim, na conclusão é constatado que possível criar um sistema básico para a manutenção de aquários domésticos para peixes ornamentais Guppy.

Palavras-chave: Sistema básico de automação; Peixes ornamentais Guppy; *Raspberry Pi*; Programação; Automação de tarefas.

ABSTRACT

This paper demonstrates the development of a basic automation system for the maintenance and monitoring of domestic aquariums for ornamental fish Guppy. The purpose of this paper is to demonstrate the possibility of developing a system using a Raspberry Pi computer to program the automation of tasks related to the maintenance of a domestic aquarium, such as fish feeding, aquarium illumination, heating and water oxygenation. The present paper is divided into four primary sections: theoretical framework, methodology, project realization and tests and results obtained. The first section presents a review of the subjects of interest for the development of this paper, which are: the Guppy fish, to delimit the system's operating parameters; the most important devices for the maintenance of an aquarium such as air pump, illuminator, feeder, heater; the Raspberry Pi, the relay and the Python programming language. The second section is the methodology in which are the steps and materials necessary for the creation of the aquarium and the algorithm. The third section is the realization of the project that performs the steps proposed in the methodology. The fourth section is the tests and results obtained, which describes the behaviors observed during the testing of the program and its implementation. And finally, in the conclusion it is found that it is possible to create a basic system for the maintenance of home aquariums for ornamental fish Guppy.

Keywords: Basic automation system; Guppy ornamental fish; Raspberry Pi; Programming; Automation of tasks.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	6
1 REFERENCIAL TEÓRICO	9
1.1 GUPPY (POECILIA RETICULATA)	9
1.2 DISPOSITIVOS AUTOMÁTICOS	10
1.2.1 Bomba de ar	10
1.2.2 Iluminador	11
1.2.3 Alimentador	13
1.2.4 Aquecedor	14
1.3 RELÉ	16
1.4 RASPBERRY PI 3, MODELO B	16
1.5 SISTEMA OPERACIONAL <i>RASPBIAN</i>	18
1.6 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO <i>PYTHON</i>	18
2 METODOLOGIA	20
2.1 DIAGRAMA EM BLOCOS	20
2.2 AQUÁRIO	21
2.2.1 Capacidade do aquário	21
2.2.2 Iluminador	22
2.2.3 Alimentador	23
2.3 MONTAGEM DE UM AQUARIO PARA INICIANTES EM AQUARISMO	24
2.3.1 Instalação do aquário	25
2.4 CONSTRUÇÃO DO SISTEMA AUTOMATIZADO	26
2.5 <i>SOFTWARE</i> DE GERENCIAMENTO DO AQUÁRIO	26
3 REALIZAÇÃO DO PROJETO	27
3.1 PARÂMETROS DO PROGRAMA	27
3.1.1 Funcionamento do iluminador	27
3.1.2 Funcionamento da bomba de ar	28
3.1.3 Funcionamento do aquecedor	28
3.1.4 Funcionamento do alimentador	28
3.2 FLUXOGRAMA	28
3.3 PROGRAMA EM <i>PYTHON</i>	29
3.4 CIRCUITO ELÉTRICO	29
4 TESTES E RESULTADOS OBTIDOS	32
CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35
APÊNDICE A – FLUXOGRAMA DA LÓGICA	39
APÊNDICE B – PROGRAMA EM PYTHON	40

INTRODUÇÃO

Manter um aquário é um hobby que exige tempo, dedicação, conhecimento técnico e básico em biologia, física e química, caso contrário, pode vir a custar à vida do peixe contido nele (AMENDOLA, 2019). Assim como cães e gatos, os peixes no aquário precisam ter suas necessidades básicas atendidas e os aquaristas, devido à falta de tempo no dia-a-dia, muitas vezes encontram dificuldades em encaixar em suas rotinas os cuidados necessários para o aquário (GERHARDT, 2005).

Os donos de aquários, também chamados de aquaristas, utilizam aquários para tentar recriar o biótopo, ou seja, reconstruir o habitat natural de uma ou mais espécies de peixes, plantas e outros organismos presentes no aquário (RUSSO, 2016). Para iniciantes em aquarismo, é recomendado aquário de água doce e alguns dos peixes mais indicados são Kinguios, Bettas, Guppies, Barbos, Danios, Corydoras e Molinésia, pois são considerados os mais fáceis de cuidar (RECHI, 2003).

Dentre as dificuldades pode-se destacar os cuidados com a alimentação, oxigenação da água, a iluminação necessária, juntamente como atingir e manter a temperatura do ambiente condizente com as necessidades básicas de determinadas espécies e criaturas aquáticas presentes em cada aquário. Esses são alguns parâmetros indicados para que se tenha um ecossistema mais próximo possível do seu habitat natural (GERHARDT, 2005).

Diante desses problemas, foi criado de um sistema básico de automação utilizando um microprocessador que interligue e gerencie os equipamentos do aquário através de uma programação, permitindo assim automatizar as atividades cotidianas de alimentação dos peixes, de iluminação, de oxigenação e da temperatura da água no aquário.

A criação de um sistema que controla os equipamentos do aquário necessitou de relés que ligam e desligam cada um dos equipamentos, através do controle de corrente elétrica, utilizando o computador *Raspberry Pi 3* e a linguagem de programação *Python* para executar as atividades.

A automatização das tarefas facilita a prática do aquarismo e em paralelo oferece uma melhoria na qualidade de vida dos seres aquáticos, mesmo na ausência física de uma pessoa para supervisionar o aquário. Proporcionando assim a possibilidade de estudar e analisar cientificamente melhor as formas de criação e melhorias no habitat dos seres aquáticos. Para o desenvolvimento do trabalho houve a necessidade de aprofundamento dos conhecimentos

obtidos nas disciplinas de tecnologia em eletrônica, sendo esses: sistemas microprocessados, microcontroladores, projetos de sistemas automatizados, eletrônica auxiliada por computador, acionamentos elétricos e eletrônicos e linguagem de programação *Python*.

Vem crescendo a cada ano o número da população de animais de estimação no Brasil, esse foi o resultado divulgado pelo IPB (Instituto Pet Brasil) em 2019. O levantamento foi feito com base nos números levantados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em 2018. Nesse estudo foram contabilizados 19,1 milhões de peixes nos lares brasileiros e, em comparação a 2013, houve um aumento 6,1% nos lares que escolhem peixes como pets. Pois os aquários com peixes ornamentais são uma alternativa de pets para casas ou apartamentos pequenos. Atualmente no Brasil, os peixes ocupam o quarto lugar da categoria de animais de estimação mais comuns, atrás apenas de gatos, aves e cães (INSTITUTO PET BRASIL, 2019).

Esse tipo de atividade exige a construção do ecossistema para os seres aquáticos e se torna necessário o uso de equipamentos para reproduzir parte das condições de habitat dos seres, como bomba de ar para oxigenar a água, iluminador para emitir ondas eletromagnéticas essenciais para os seres aquáticos, aquecedor para manter um intervalo de temperatura equilibrado, e evitando mudanças bruscas de temperaturas e alimentador para promover as proteínas e vitaminas necessárias para os seres vivos. E a automatização de atividades essenciais, como oxigenação da água, iluminação, equilíbrio térmico e alimentação contribuirão para uma melhoria na qualidade de vida dos seres.

O trabalho está organizado em quatro capítulos, além da conclusão sobre a pesquisa realizada e suas referências bibliográficas.

Capítulo I – Referencial Teórico: neste capítulo foi feita uma referência sobre a teoria e os conceitos técnicos relacionados ao projeto. Abordando sobre a espécie de peixe Guppy, para definir os parâmetros do programa desenvolvido neste projeto, e os dispositivos utilizados para aquários como iluminador, aquecedor, alimentador, bomba de ar, e finalmente sobre módulo de relé, a linguagem de programação *Python* e o *Raspberry Pi 3*.

Capítulo II – Metodologia: foi apresentada através de diagramas de blocos e fluxogramas, as etapas necessárias para a construção do sistema e elementos básicos para construção de um aquário, através da sua capacidade e iluminação.

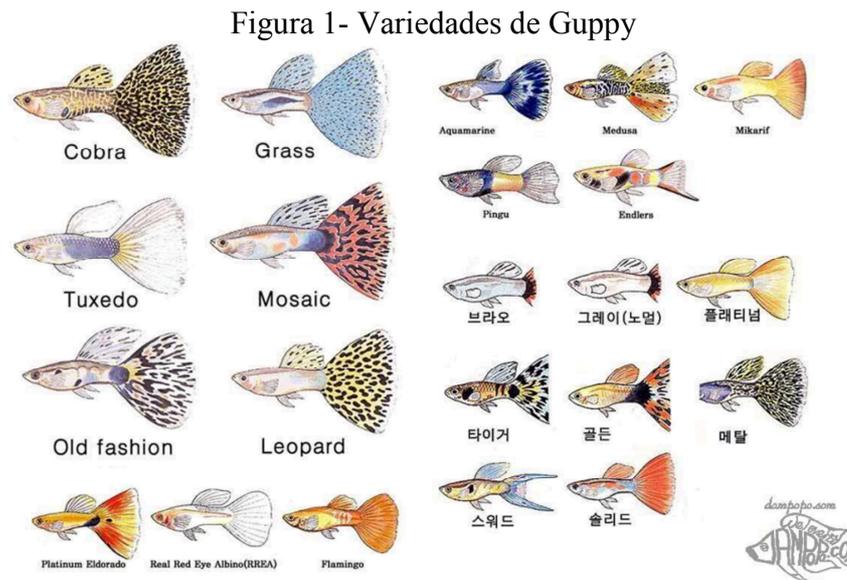
Capítulo III – Realização do Projeto: descreve os procedimentos realizados durante a implementação no projeto, bem como as dificuldades encontradas e correções realizadas para o funcionamento satisfatório.

Capítulo IV – Testes e resultados obtidos: este capítulo descreve os resultados obtidos no capítulo III, gerando informações necessárias para a conclusão que é apresentada no fim do trabalho.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 GUPPY (POECILIA RETICULATA)

O peixe Guppy (*Poecilia reticulata*), também conhecido como Barrigudinho, Lebiste, Peixe-Arco-Íris entre outros nomes, é um dos peixes mais populares na prática do aquarismo de água doce juntamente com o Kinguio, Betta e Molinésia, tanto para iniciantes quanto para profissionais (RECHI, 2003). Os Guppies são peixes de fácil criação, reprodução, de uma beleza singular e são peixes que não exigem muitos equipamentos no aquário, pois são peixes mais resistentes a variação de condições de vida que os demais peixes ornamentais. Segundo o criador de Guppy Agostinho Monteiro (apud GOVERNO, 2007), os padrões de cores são diferentes entre cada peixe, não existe um indivíduo igual ao outro. A figura 1 ilustra alguns exemplos da variedade de padrões de cores entre os peixes Guppy.



Fonte: (PORTALPEZ, 2013).

Estes peixes são encontrados na América do Sul e Central, mais especificamente no norte do Brasil, Venezuela, Guianas, em Barbados e Trinidad e Tobago. São peixes com tamanho aproximado de 4 cm (macho) e 6 cm (fêmea) e possuindo ampla tolerância ambiental, o Guppy pode suportar, por breves períodos de tempo, a salinidade marinha e pode sobreviver desde 12°C a 40°C (JOURDAN, 2014). Porém, na criação de Guppies jovens e adultos em aquários, a temperatura da água deve estar em torno de 25°C a 30°C, de preferência a 27°C e livre de cloro e produtos químicos. As condições o pH (potencial hidrogeniônico) da água, para o Guppy, deve estar entre 6,8 a 7,8, de preferência ligeiramente alcalina, entre 7 a 7,2.

No caso de Guppies filhotes, a CCG (Confederação dos Criadores de Guppy no Brasil) recomenda que a temperatura usada seja entre 25°C e 30°C (ZIVIANI, 2009).

A alimentação dos peixes deve ser feita entre 6 a 8 vezes ao dia e em poucas quantidades. E os Guppies, por se tratarem de peixes onívoros, possuem dieta variada que inclui alimentos secos como ração, farinha de minhoca e cistos descapsulados e alimentos vivos como artêmias, microvermes, entre outros (MONTEIRO, 2016).

1.2 DISPOSITIVOS AUTOMÁTICOS

Existem muitas empresas que atualmente produzem produtos automáticos para aquários, por exemplo: *Hopar*, *Boyu*, *Resun*, entre outras. Os dispositivos utilizados para este trabalho foram escolhidos no mercado, de acordo com o melhor custo benefício.

1.2.1 Bomba de ar

É um erro comum entre aquaristas amadores acharem que os peixes em aquários não necessitam de bomba de ar, conhecido também como compressor de ar (LAZOVOI, 2017). Sendo que a maioria dos peixes respira através das brânquias, retirando oxigênio da água do aquário, lago ou rio e fazendo a troca gasosa através do sangue (MACEDO, 2016).

É de grande importância a manutenção do nível de oxigênio necessário para a sobrevivência dos peixes, considerando que não é suficiente somente a presença de plantas para se obter a oxigenação. A bomba de ar tem função de oxigenar e também de movimentar a água, impedindo assim o acúmulo de substâncias em determinados lugares (LAZOVOI, 2017).

Em aquários é comum utilizar válvulas reguladoras de intensidade de ar entre o compressor e os terminais da tubulação da bomba de ar, e também pedras porosa nos terminais da tubulação para dispersar de forma mais homogênea e eficiente os gases injetados pela bomba de ar. Além de utilizar a energia cinética do movimento do fluxo da água, gerada pela bomba de ar, para executar o processo físico de separação de substâncias sólidas através da filtração, onde o movimento do fluxo da água passa por um filtro simples, que irá reter areia, cascalhos, resto de alimentos, e outras impurezas na água do aquário. Deixando visualmente o aquário mais limpo. Na figura 2 é ilustrado um modelo de bomba de ar da marca Master, que trabalha provocando microbolhas de ar permitindo a oxigenação e o fluxo da água.

Figura 2 – Compressor de ar Master



Fonte: (MASTER, 2017)

Fazendo uso somente da rede elétrica, a bomba ar aquaflux possui um sistema de regulagem de oxigenação. Com potência de 3,5 watts, capacidade para 35 l/h. É recomendável controlar a oxigenação da água, ou seja, controlando o tempo de operação da bomba.

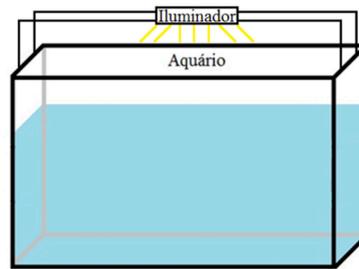
1.2.2 Iluminador

O iluminador consiste em um conjunto de elementos como bocal de lâmpada ou suporte, lâmpada, fio e conectores que tem a função de iluminar o ambiente. A iluminação é um dos fatores essenciais para o sucesso do aquário, pois um este é um sistema fechado com pouca água, onde a falta de renovação da água pode tornar o ambiente extremamente tóxico em curto prazo, causando doenças e moléstias aos peixes devido à má qualidade da água. A iluminação do aquário é um processo periódico (VARGAS, 2018).

A iluminação do ambiente é um fator que está presente no processo de sintetização de alimentos orgânicos, que contém energia química e física que será utilizado posteriormente para prover processos celulares nas plantas, e como fonte de energia para todos os demais organismos que interagem em uma teia alimentar. É um processo que também garante o suprimento de oxigênio utilizado na respiração de todos os organismos aeróbicos. Sem dúvida, sem a luz para a fotossíntese, seria pouco provável a existência de vida (BOTELHO, 1996).

As lâmpadas, de preferência com luz fria, são distribuídas uniformemente e centradamente no topo do aquário devendo ser ligadas 10 minutos antes da primeira alimentação e desligada 10 minutos após a última alimentação, e permanecendo ligadas entre 4 a 8 horas por dia (JÚNIOR, 1979). Na figura 3 mostra o posicionamento correto de uma luminária em um aquário.

Figura 3 – Posição do iluminador no aquário.



Fonte: (PRÓPRIO AUTOR, 2020)

Para uma iluminação ideal é necessário um intervalo em média de 8 horas diárias para fontes de iluminação com lâmpadas incandescentes e a metade do tempo para lâmpadas fluorescente ou Leds. O ajuste temporal do uso da iluminação artificial ou natural dependerá da formação de algas nos vidros. Quando há excesso de iluminação irá apresentar muitas algas verdes, porém quando houver falta de iluminação necessária irá apresentar muitas algas pardas (JÚNIOR, 1979).

Uma das referencias físicas para quantizar a energia luminosa utilizada para a iluminação do aquário é o Watt por litro, relacionando energia e volume de espaço, onde a referencia básica seria de 1 watt por litro para a iluminação básica do aquário. Porém com as atualizações e modernização dos equipamentos tecnológicos, tem também o Lúmen por litro, conhecido como fluxo luminoso, e a referencia básica para uma iluminação moderada é de 60 lúmen por litro (KAWAZAKI, 2002).

O fluxo luminoso é a quantidade de luz emitida por uma fonte luminosa, sendo possível cruzar informações com valores de radiação fotossinteticamente ativa, referente ao espectro luminoso ativo das funções fisiológicas nas plantas e nos demais seres vivos. E seu valor quantitativo é expresso em Lúmens (MATOS, 2008). Consideram-se os valores na tabela 1 como uma referência para a classificação de iluminação do aquário:

Tabela 1 – Classificação da iluminação.

Classificação da iluminação	Lúmens por litro (lm/l)
Fraca	< 25lm/l
Média	Entre 25lm/l e 55 lm/l
Forte	Entre 55lm/l e 90lm/l
Muito forte (Intensa)	> 90lm/l

Fonte: (KAWAZAKI, 2002)

Onde para um aquário com volume “V” de 4 litros e um fluxo mediano $\varnothing m$ de 40 lúmens por litro, seria necessário de uma fonte luminosa de:

$$F = V \cdot \varnothing m = 4 \cdot 40 = 160 \text{ lúmens} \quad (\text{Eq. 1})$$

1.2.3 Alimentador

A alimentação dos peixes é um dos aspectos mais importantes para a saúde dos peixes em um aquário. Cada aquarista deve pesquisar sobre os hábitos alimentares dos peixes antes mesmo de adquirir a espécie de peixe de sua escolha. O peixe escolhido para este trabalho é o Guppy, este é um peixe onívoros que pode ser alimentado com ração seca como alimentos em flocos, granulados ou liofilizados e também podem ser alimentados com alimentos vivos, como artêmias salinas ou enquitreias (OLIVEIRA, 2018). A figura 4 mostra um dos tipos de ração para peixes Guppy, da marca Alcon disponível no mercado.

Figura 4 – Ração para Guppy da marca Alcon.



Fonte: (ALCON, 2018)

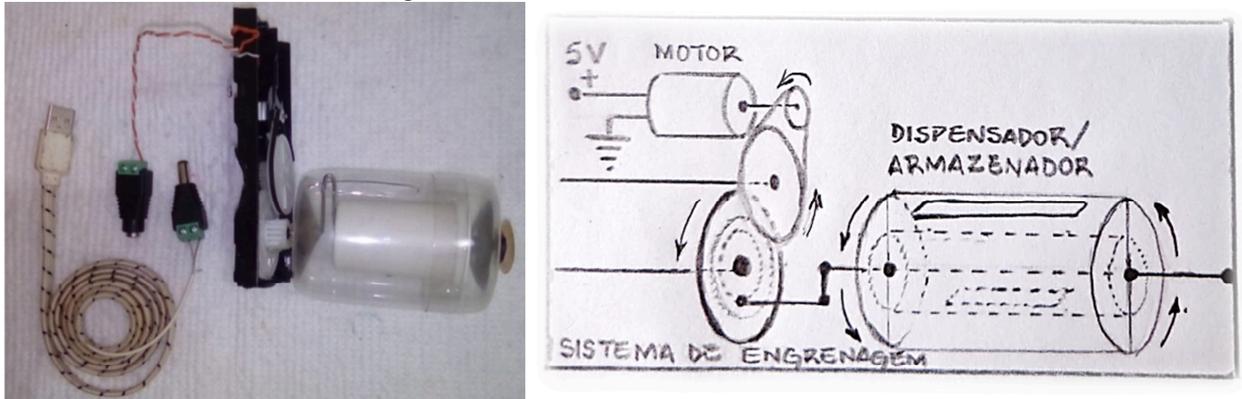
Os peixes Guppys devem ser alimentados em pouca quantidade, apenas o suficiente para a ração seja ingerida em um espaço de tempo de dois a três minutos. Uma má alimentação pode acarretar em diversos problemas como má formação óssea, apatia dos peixes e doenças. Enquanto que alimentação excessiva prejudica a qualidade da água, pois aumenta a quantidade de fezes dos peixes e o que não é consumido vai para o fundo do aquário, se decompõe e, com o passar do tempo, esse alimento não consumido libera amônia na água, que é uma substância tóxica, causando assim a morte dos peixes (SILVA, 2017).

Uma das formas de garantir que a alimentação seja feita com a quantidade necessária é através de um alimentador automático, mas o mesmo deve ser reabastecido a cada semana, evitando assim que o alimento estrague dentro do dispositivo (HOPAR, 2012).

Para este trabalho foi construído um alimentador automatizado utilizado sucatas eletrônicas e garrafas PET (Politereftalato de Etileno) como dispensador e armazenador do

alimento. Na figura 5 mostra o alimentador automático construído para este trabalho em sua forma física e também mostra o esquema de seu funcionamento.

Figura 5 - Alimentador automatizado



Fonte: (PRÓPRIO AUTOR, 2020)

Este alimentador foi construído para que o computador *Raspberry Pi 3* pudesse fazer o gerenciamento do funcionamento do alimentador automático.

1.2.4 Aquecedor

Manter a temperatura da água do aquário controlada é importante, pois variações bruscas afetam diretamente a saúde de peixes, pois estes são animais Peclotérmicos, que são animais cuja temperatura corporal se adapta a temperatura da água (SOUZA, 2019). Em aquários, os aquecedores são equipamentos que possuem uma resistência interna e um tubo de vidro, que tem como função manter a água aquecida (FABICHAK, 1977).

Os aparelhos aquecedores para aquários que são encontrados nas lojas especializadas em aquários são equipamentos que podem ou não conter um termostato. Os aquecedores sem termostato, como mostra a figura 6, são equipamentos que possuem um preço mais acessível, porém esse tipo de equipamento apenas aquece água, sendo assim necessária uma atenção maior por parte do usuário saber o momento de desligar o equipamento (SILVA, 1991).

Figura 6 – Aquecedor para aquário Termo Delfin 10W / 110V.



Fonte: (TERMO DELFIN, 2018)

Os aquaristas mais experientes recomendam aquecedores com termostato por serem ajustáveis, ou seja, o aquecedor é acionado ou desligado dependendo da leitura do termômetro interno (RUSSO, 2016). Dependendo da marca, o termostato pode possuir uma regulagem de graus que varia de 1 a 2°C e também são equipamentos que podem ficar totalmente submersos e em qualquer ângulo (OLIVEIRA, 2013).

Considerando a literatura científica (RAMALHO, 2016), onde a água tem densidade de $d = 1\text{kg/l}$ e seu calor específico de $c = 1\text{cal/g}^\circ\text{C}$. Então para um volume $V = 1\text{l}$ de água, temos uma massa m de:

$$d = m/V \quad (\text{Eq. 2})$$

$$m = d.V = 1.1 = \text{kg} = 1000\text{g}$$

E para uma variação de temperatura $\Delta\theta = 1^\circ\text{C}$, com essa massa de água, obtemos uma quantidade de calor sensível de:

$$Q = m.c.\Delta\theta \quad (\text{Eq. 3})$$

$$Q = 1000.1.1 = 1000\text{cal}$$

No sistema internacional (SI), **1 caloria** é equivalente a **4,18 joule**, ou seja, **1000 calorias** é **4180 joule**.

Portanto para um aquário de **4 litros** a quantidade de calor sensível será o quadruplo, **Q = 16720 joule** de energia térmica convertida.

Com a potência térmica do aquecedor da marca Delfin é de **P = 10W**, o tempo Δt para uma variação de temperatura $\Delta\theta$ de 1°C, é de:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \quad (\text{Eq. 4})$$

$$\Delta t = \frac{Q.P}{10} = \frac{16720}{10} = 1672 \text{ segundos}$$

Ou seja, $\Delta t = 27$ minutos e **52 segundos**.

1.3 Relé

O relé ou *relay*, em inglês, é um componente comutador eletromecânicos, que tem capacidade de interromper ou não o fluxo de corrente elétrica, de acordo com um circuito de controle. O relé possui uma parte mecânica de contato e o acionamento ocorre através da corrente elétrica em uma bobina (CASSIOLATO, 2018).

Os relés são componentes muito utilizados em automação residencial, como por exemplo em interruptores de lâmpadas e portões eletrônicos (BRAGA, 2014). São encontrados no mercado módulos de relés, que são utilizados em projetos com a finalidade de acionar cargas de até 250VAC / 7A ou 125VAC / 10A. Esse módulo de relé pode ser usado para controlar, através das I/O de um microcontrolador, como o Arduíno e o *Raspberry Pi*, polarizando a sua entrada com 5V ou 12V para ligar luzes, acionar motores e equipamentos ligados a rede elétrica (OLIVEIRA, 2018). Na figura 7 mostra um módulo de rele de 5V.

Figura 7 – Módulo de Relé 5V.

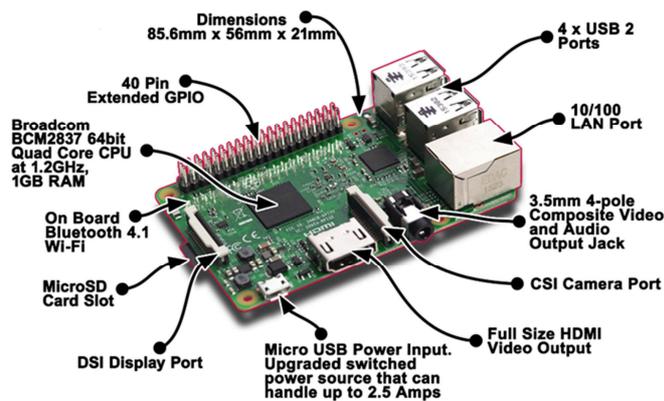


Fonte: (SMARTQAT, 2019)

1.4 RASPBERRY PI 3, MODELO B

O *Raspberry Pi* é um computador do tamanho de um cartão, desenvolvido no Reino Unido pela Fundação *Raspberry Pi*, com a capacidade de navegar na internet, reproduzir vídeo de alta definição, fazer planilhas, processar texto e jogar jogos. Em projetos de eletrônica contém uma vasta aplicabilidade, podendo funcionar com várias distribuições de Linux e vem sendo utilizado para ensinar crianças a programar (*RASPBERRY PI FOUNDATION*, 2018).

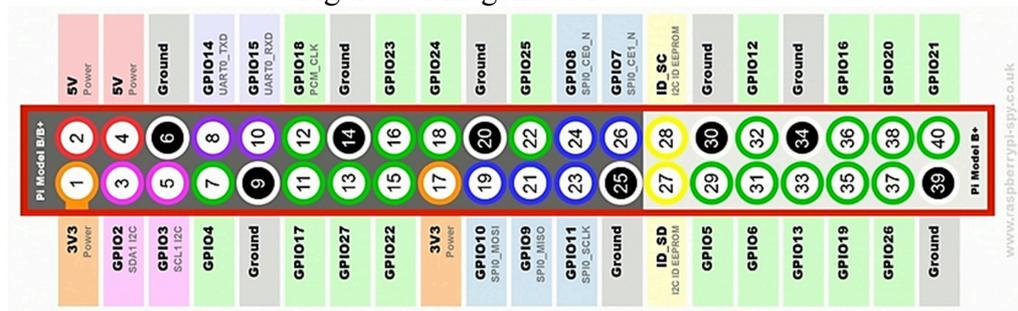
Na figura 8 é apresentado o *RaspberryPi 3 Model B*, que substituiu seu antecessor, o *RaspberryPi 2 Model B* em fevereiro 2016. No modelo novo houve uma atualização no processador, passado a ser um *quad-core* de 1,2 GHz e novas opções de conectividade foram incluídas, o *Wi-Fi* 802.11n e Bluetooth 4.1. Isso se resume em um aumento teórico de 50% no desempenho final. Com o *wifi* e *bluetooth* na própria placa, as possibilidades de comunicação com outros dispositivos e conexão de periféricos aumentam consideravelmente, deixando as portas USB livres (THOMSEN, 2016).

Figura 8 - Layout do *RaspberryPi 3 Model B*

Fonte: (THOMSEN, 2016)

Assim como seu modelo anterior, o *RaspberryPi 3* possui 1 GB de memória de acesso aleatório RAM e chip gráfico *Video Core IV*. E também quatro portas USB, porta *Ethernet*, entrada para cartão micro SD, saída de áudio e, um conector GPIO de 40 pinos para conectar a placa a outros dispositivos. Na figura 9 são exibidas a características e a numeração dos pinos GPIO do *RaspberryPi 3 Model B*.

Figura 9 -Pinagem GPIO



Fonte: (ARDUINO PORTUGAL, 2018)

As portas GPIO do *Raspberry Pi* funcionam da mesma forma que as portas de um microcontrolador, mas devem seguir algumas regras para fazer as conexões com essas portas.

Os sinais de tensão dos circuitos aplicados como entradas devem estar dentro de uma faixa que vai de 0 a 3,3Vdc, sendo que valores mais elevados como 5V ou 12V irão causar a queima da porta GPIO. E para o sinal de tensão ser reconhecido com o nível lógico 0, os sinais com tensão entre devem estar entre 0 e 0,8V na entrada e para nível lógico 1, os sinais estão entre 2,2V e 3,3V. Lembrando que valores entre 0,8V e 2,2V podem não vir a serem reconhecidos, portanto devem ser evitados.

Já nas saídas, o valor para nível lógico 0 fica entre 0V e 0,6V, enquanto que para nível 1 a saída terá entre 2,4V e 3,3V.

Para configurar as portas GPIO é necessário instalar a biblioteca de funções específicas (gpio zero) para ser utilizada por programas escritos em linguagens de programação como C#, *Ruby*, Java, Perl, *BASIC* e *Python*.

1.5 SISTEMA OPERACIONAL *RASPBIAN*

Um sistema operacional é um programa cuja interface possibilita a comunicação entre os usuários e os computadores (LOPES, 2008). Um computador precisa de um sistema operacional para realizar a gestão de todos os recursos do sistema, como a memória, processador e dispositivos de entrada e saída. Os programas *Windows*, *Mac*, *DOS*, *Raspian*, *Unix* e *Linux* são alguns exemplos de sistemas operacionais disponíveis atualmente (SILVA, 2016).

O sistema operacional *Raspbian* é uma distribuição do sistema operacional *Linux* variante de *Debian* (SHAH, 2015), que faz parte *Free Software Foundation* (Fundação para o Software Livre) fundada em 1985 por Richard Stallman, cujo objetivo visa garantir ao usuário o direito sobre um programa de poder executar, copiar, modificar e redistribuir gratuitamente (CAMARGO, 2008).

O *Raspbian* é o sistema operacional padrão do computador *Raspberry Pi*, e foi desenvolvido por um pequeno grupo usuários de *Raspberry Pi* com propósitos educacionais e pela familiaridade dos usuários com sistemas como *Linux Mint* e *Ubuntu* (SHAH, 2015). Sendo um sistema de fácil instalação e gratuito, o *Raspian* possui bom desempenho com softwares de escritório, acesso à internet e possui várias ferramentas de desenvolvimento como *Python* e *Java* (GARRET, 2016).

1.6 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO *PYTHON*

Linguagem de programação é um conjunto de instruções padronizadas usadas para escrever algoritmos, que são etapas lógicas para a solução de um problema. O uso da linguagem de programação tem o propósito de permitir assim a comunicação entre homem e máquina (THIBES, 2014). A escolha da linguagem a ser utilizada depende do programador e do projeto a qual é destinado. Por isso, atualmente existem vários tipos de linguagens de programação como Java, Delphi, C, C#, C++, *Python*, *Visual Basic*, etc (MATTOS, 2017).

Dentro da automação industrial faz-se bastante o uso das linguagens de programação Java, C# e C++, principalmente para sistemas embarcados como *Arduino* e *PIC*

(*Programmable Interface Controller*). Mas com o passar do tempo, novas linguagens surgem com novas características que complementam, otimizam e facilitam a programação ou são criadas para suprir necessidades específicas (ROSA, 2016).

Criada por Guido Van Rossum em 1991, a linguagem *Python* é uma linguagem expressiva de alto nível e de código aberto, caracterizada por sua escrita compacta que possibilita escrever um algoritmo usando menos linhas de código que o necessário em comparação a outras linguagens de programação (LIMA, 2019). É uma linguagem de programação que também é caracterizada por ser multiplataforma, que torna seu uso possível desde pequenas aplicações até sistemas complexos, pois conta com várias ferramentas de Interface Gráfica do Usuário (GUI) e bibliotecas para programação. (ALVES, 2015).

Python é uma linguagem acessível à todos os públicos, desde iniciantes até profissionais na área, inclusive a linguagem *Python* já faz parte do cronograma escolar de crianças a partir de cinco anos na cidade de Londres, na Inglaterra (CHAMBERS, 2014).

2 METODOLOGIA

Neste trabalho apresenta-se uma pesquisa aplicada, com realização de pesquisa experimental, auxiliada por material bibliográfico e de laboratório. Este trabalho faz uso dos procedimentos técnicos de pesquisa bibliográfica e experimental e também é utilizado o método de abordagem hipotético-dedutivo e o método de procedimento monográfico.

No atual capítulo consistem as seguintes etapas do projeto:

Diagrama em blocos: nesta etapa é apresentado um diagrama em blocos para organizar o processo de funcionamento do sistema.

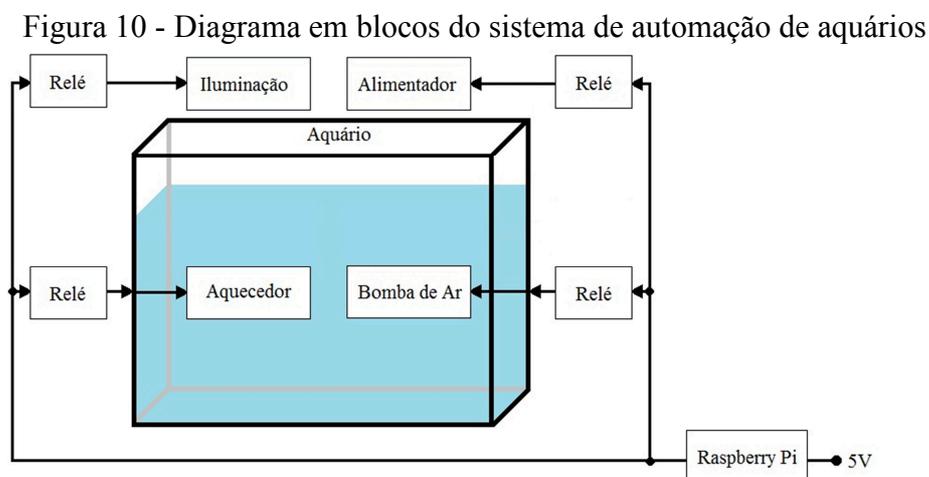
Aquário: nesta etapa são apresentados alguns parâmetros básicos que são necessários para a construção de um aquário simples. São apresentados equações para calcular a capacidade de volume do aquário, equações para identificar a iluminação necessária e também respeitando as condições físicas do peixe guppy.

Montagem de um aquário para iniciantes em aquarismo: esta etapa descreve os materiais e os passos necessários para a construção do aquário físico.

Software de gerenciamento do aquário: esta etapa lista os materiais necessários para a elaboração do sistema digital para gerenciar o sistema.

2.1 DIAGRAMA EM BLOCOS.

Este sistema tem como finalidade simplificar a manutenção do aquário utilizando uma placa *Raspberry Pie 3* modelo B para programar e controlar os periféricos presentes no aquário. Na figura 10 é apresentado o diagrama em blocos, ilustrando o funcionamento geral do sistema:



Fonte: (PRÓPRIO AUTOR, 2020)

O diagrama em blocos ilustra o funcionamento do sistema. O *Raspberry Pi 3* aciona os módulos de relé, que ligam e desligam os equipamentos no aquário.

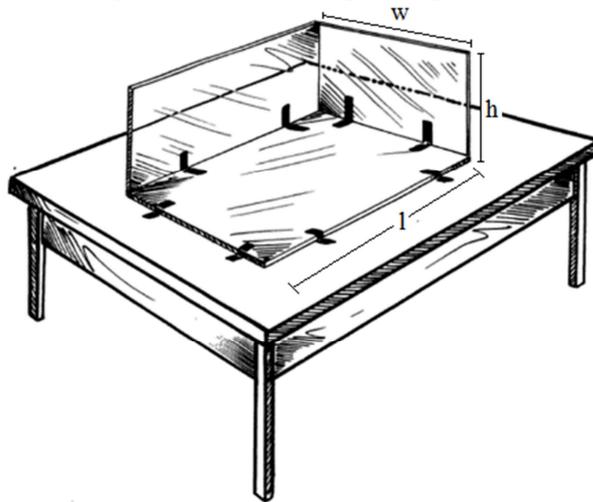
2.2 AQUÁRIO

A história do Aquarismo segue lado a lado com a história da Piscicultura, pois primeiramente os peixes começaram a ser criados para servirem como fonte de alimento. Com o tempo surgiu a necessidade da criação em aquários ou tanques por conta do interesse pelo estudo dos peixes e conseqüentemente como um *hobby* (ABRAQUA, 2016).

2.2.1 Capacidade do aquário

Para iniciar uma criação de peixes, o primeiro passo está em dimensionar as medidas do aquário para então calcular sua capacidade em litros (SOARES, 2013). A partir disso se inicia a construção da estrutura física do sistema automatizado de aquário. A figura 11 ilustra as medidas para o cálculo.

Figura 11 - Volume para aquários.



Fonte: (FABICHAK, 1977, p.20)

São utilizados o comprimento, largura e altura para determinar o volume do recipiente (NALENVAJKO, 2019). Foi utilizada a seguinte equação para cálculo do volume do aquário:

$$Volume (l) = \frac{h (cm) \times l (cm) \times w (cm)}{1000} \quad (Eq. 5)$$

Aquaristas experientes afirmam que para um iniciante, a capacidade do aquário deve

variar entre 20 e 50 litros. É importante também estar ciente da capacidade do aquário para evitar a superpopulação de peixes no aquário (NALENVAJKO, 2019). Não é uma regra universal, mas para peixes pequenos como Guppy, Neon, Beta e outros de mesmo porte geralmente adota-se como regra básica o parâmetro de um litro de água para cada centímetro de comprimento do peixe e 2 litros por peixe. Deve-se levar em consideração o tamanho do peixe adulto para definir o número de exemplares por aquário (LAZOVOI, 2017).

Para este trabalho foi desenvolvido um aquário para dois peixes de uma mesma espécie, o Guppy, e respeitando a regra de 2 litros por peixe, obtendo assim um volume no total de 4 litros. Em um aquário deve-se também levar em consideração o espaço que será subtraído pelo equipamento que atua diretamente no aquário. Com isso, o aquário possui as seguintes dimensões que a água ocupa: 20x10x20cm com vidro de 4mm, resultando um volume de 4 litros conforme mostrada na equação Eq. (5).

2.2.2 Iluminador

Os aquários são recipientes com os quais os aquaristas tentam recriar o habitat natural de uma ou mais espécies de peixes, plantas e outros organismos presentes no aquário (VARGAS, 2018). Mas é também preciso levar em conta que este pequeno ecossistema necessita de luz durante um período de 8 horas por dia. A falta de iluminação pode causar problemas como a formação de algas, fazendo que o aquário fique sujo. Enquanto que a iluminação excessiva pode causar estresse ao peixe e também faz com que alguns deles morram, por isso deve escolher lâmpadas de espectro total e deve ter a noção que a quantidade de luz deve ser equivalente a 1 watt por cada litro de água (LAZOVOI, 2017).

A capacidade do aquário influencia diretamente na quantidade de iluminação necessária, por isso a regra mais comum entre aquaristas é a de Watt por litro (W/L) que surgiu para facilitar a configuração do sistema de iluminação (KAWAZAKI, 2016).

Para este trabalho foi criado uma estrutura móvel de vidro, que fica encaixada sobre o aquário com uma lâmpada de LED de 4,9 watt, para apresentar os detalhes e visualizar melhor os dispositivos acoplados ao vidro, como mostra na figura 12.

Figura 12 – Estrutura do iluminador sobre o aquário.



Fonte: (PRÓPRIO AUTOR, 2020)

2.2.3 Alimentador

O alimentador tem a função de despejar a ração dos peixes na superfície da água. Este equipamento foi acoplado no mesmo suporte de vidro, junto ao iluminador, que fica encaixado sobre o aquário conforme mostra na figura 13.

Figura 13 – Estrutura do alimentador acoplado ao suporte de vidro.



Fonte: (PRÓPRIO AUTOR, 2020)

A construção desse alimentador foi feita utilizando sucatas de aparelho de CD, para utilizar a mecânica das engrenagens para fazer girar o armazenador e o dispensador do alimento, que foram feitos utilizando duas pequenas garrafas PET, um tubo de plástico com tampa de pressão e ventosas para suporte. Na figura 14 mostra o material utilizado na confecção do equipamento.

Figura 14 – Material utilizado para o alimentador.



Fonte: (PRÓPRIO AUTOR, 2020)

2.3 MONTAGEM DE UM AQUÁRIO PARA INICIANTE EM AQUARIISMO

Como dito anteriormente, o aquário que foi montado tem capacidade de 4 litros, para abrigar dois peixes da espécie Guppy. Após a etapa de montagem dos vidros do aquário e a confecção do iluminador e alimentador, foi feito então a preparação para a instalação dos equipamentos no aquário. Para a montagem e instalação do aquário foram utilizados os seguintes materiais:

- Um aquário de vidro com dimensões de 20x10x23cm, com 4mm de espessura do vidro e capacidade de 4 litros;
- Um alimentador mecânico;
- Uma bomba de ar com potência de 3,5 w e capacidade para 35 l/h;
- Uma luminária com uma lâmpada de 4,9w;
- Um aquecedor de água de 10W / 110V.

2.3.1 Instalação do aquário

A instalação do aquário foi feita seguindo doze passos conforme descrito a seguir:

- O Primeiro passo foi lavar o aquário, tanto por dentro e por fora, com água corrente sem usar detergente ou sabão. A limpeza do vidro pode ser feita utilizando o lado macio de uma esponja simples de lavar louças, mas nunca usando palha de aço, pois poderia danificar o vidro do aquário;
- Segundo passo foi determinar o local onde o aquário seria instalado permanentemente, diminuindo assim a possibilidade de se danificar o aquário durante o manuseio;
- Terceiro passo foi lavar com água corrente os equipamentos ou instrumentos a serem instalados no aquário, até que se percebesse que a água da lavagem se tornasse cristalina;
- Quarto passo foi instalar os instrumentos no aquário, como bomba de ar, o aquecedor e a luminária;
- Quinto passo foi preparar o solo do aquário, de modo que o fundo visível fique com uma camada mais alta que a parte frontal visível, formando assim um plano inclinado, permitindo a concentração de detritos e resíduos na parte mais baixa do solo, assim facilitando a manutenção da limpeza do aquário;
- Sexto passo foi cobrir o solo do aquário com plástico, para que ao introduzir a água no aquário possa evitar turbulências que alterem o formato e a organização do solo do aquário;
- Sétimo passo foi introduzir a água até que a superfície da água atingisse o nível de, no mínimo, cinco centímetros abaixo das bordas do aquário;
- Oitavo passo foi retirar o plástico que cobre o solo e fazer a introdução das plantas aquáticas para o equilíbrio biológico, bacteriano e oxigenação do ecossistema;
- Nono passo foi fazer as devidas ligações elétricas dos equipamentos do aquário, como iluminação, aquecedor elétrico e bomba de ar;
- Décimo passo foi pôr em funcionamento os equipamentos ou instrumentos, como bomba de ar, filtro da água, o aquecedor e a luminária. Os equipamentos permaneceram funcionando durante 72 horas para formar transformações bacterianas e gerar um equilíbrio biológico, estabilizando o ecossistema do aquário;
- Décimo primeiro passo foi verificar se a água estava cristalina, se as plantas estavam se desenvolvendo e se a temperatura estava ideal para poder receber os peixes;

- E por último, no décimo segundo passo foi feita a introdução dos peixes no aquário, com o devido cuidado de evitar que estes sofram choque térmico;

2.4 CONSTRUÇÃO DO SISTEMA AUTOMATIZADO

O sistema básico de automação de aquário foi construído utilizando a seguinte lista de materiais:

- Um computador *Raspberry Pi 3* modelo B.
- Uma Fonte Carregador Micro USB 5V 3A para *Raspberry Pi 3*.
- Sistema Operacional *Raspbian*.
- Programa compilador *Idle* versão 3.8.0
- 20 Jumpers Macho X Fêmea De 15cm.
- 20 Jumpers Macho X Macho De 15cm.
- Módulos Relé 1 Canal 5v TongLing Interface Para Arduino Pic *Raspberry Pi*.
- Tomadas & Interruptores simples WEG - Linha Modular Bella 20A
- Metros de fio de 1,5mm.

2.5 SOFTWARE DE GERENCIAMENTO DO AQUÁRIO

Foi utilizado um computador *Raspberry Pi 3* modelo B com sistema operacional *Raspbian*. A instalação do sistema operacional foi feita utilizando o instalador *NOOBS* versão 3.2.0, lançado em 2019.07.10. O *Raspbian* é um *software* livre cujo instalador é distribuído gratuitamente através da Fundação *Raspberry Pi*.

Para visualizar a área de trabalho do sistema operacional *Raspbian*, foi feita a conexão do *Raspberry Pi 3* modelo B a uma tv digital através de um cabo HDMI e foi acoplado um *mouse* e um teclado ao *Raspberry Pi 3* modelo B utilizando duas de suas portas USB.

O programa responsável pelo gerenciamento das funções do aquário foi elaborado na linguagem *Python* com o uso do *software* compilador *Thonny*, na versão 3.2.6.

Os dispositivos atuantes no aquário estão conectados individualmente aos módulos de relé de um canal, onde o *Raspberry Pi* através de suas GPIO I/O, faz o gerenciamento do sistema de acordo com a programação.

3 REALIZAÇÃO DO PROJETO

Com o aquário montado, conforme o procedimento de montagem descrito na metodologia do projeto, e com os equipamentos devidamente funcionando, o computador *Raspberry Pi*, atua através de um programa, fazendo o gerenciamento do controle das tarefas e atividades do aquário.

Os equipamentos do aquário foram ligados a um sistema de relés, no circuito eletrônico, que ativam e desativam os equipamentos, de acordo com o diagrama mostrado na figura 8, que torna possível acionar o funcionamento individual de cada dispositivo. E também controla e temporiza o efetivo funcionamento para atender as necessidades do ecossistema.

Considerando que cada aquário requer parâmetros diferenciados, de acordo com as dimensões de cada aquário, tipo de água e as espécies de peixes contidos nele, cada programa pode ter os seguintes dados de informação como perfil de identificação:

V: volume da água no aquário em litros.

L: comprimento do aquário.

W: largura do aquário.

H: altura da água.

Cálculo do volume:

$$V = (L * W * H) / 1000$$

I: Iluminação do aquário em watt.

Cálculo da iluminação:

$$I = V.$$

3.1 PARÂMETROS DO PROGRAMA

A construção do algoritmo de funcionamento do programa foi feito baseado nos seguintes parâmetros.

3.1.1 Funcionamento do iluminador

I: Iluminador do aquário.

Temporizador de iluminação:

H_{ii}: Hora inicial de iluminação.

M_{ii}: Minuto inicial de iluminação.

H_{if}: Hora final de iluminação.

M_{if}: Minuto final de iluminação.

3.1.2 Funcionamento da bomba de ar

B: bomba de oxigenação do aquário.

Temporizador de funcionamento:

HBi: Hora inicial de bombeamento.

MBi: Minuto inicial de bombeamento.

HBf: Hora final de bombeamento.

MBf: Minuto final de bombeamento.

3.1.3 Funcionamento do aquecedor

Q: aquecedor do aquário.

Temporizador de funcionamento:

HAI: Hora inicial do aquecedor.

MAi: Minuto inicial do aquecedor.

3.1.4 Funcionamento do alimentador

A: alimentador.

Temporizador de funcionamento:

HQi: Hora inicial do aquecedor.

MQi: Minuto inicial do aquecedor.

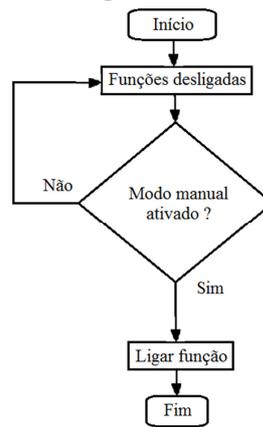
HQf: Hora final do aquecedor.

MQf: Minuto final do aquecedor.

3.2 FLUXOGRAMA

Após a análise dos parâmetros do funcionamento, foram elaborados dois fluxogramas, um que explica o modo manual do sistema e outro fluxograma que explica o modo automático. A figura 15 mostra um fluxograma que descreve o funcionamento do programa no modo manual.

Figura 15 – Fluxograma do modo manual.



Fonte: (PRÓPRIO AUTOR, 2020)

O modo manual descreve uma das etapas do programa, onde é possível acionar individualmente cada dispositivo do aquário através de um botão. Enquanto na figura 18 no apêndice “A” mostra um fluxograma que descreve o funcionamento do programa no modo automático, gerenciado através do *Raspberry Pi 3*.

O modo automático descreve outra das etapas do programa, onde o este controla totalmente o funcionamento dos dispositivos. Nesse modo cada dispositivo atua conforme os parâmetros de tempo especificados na programação.

3.3 PROGRAMA EM *PYTHON*

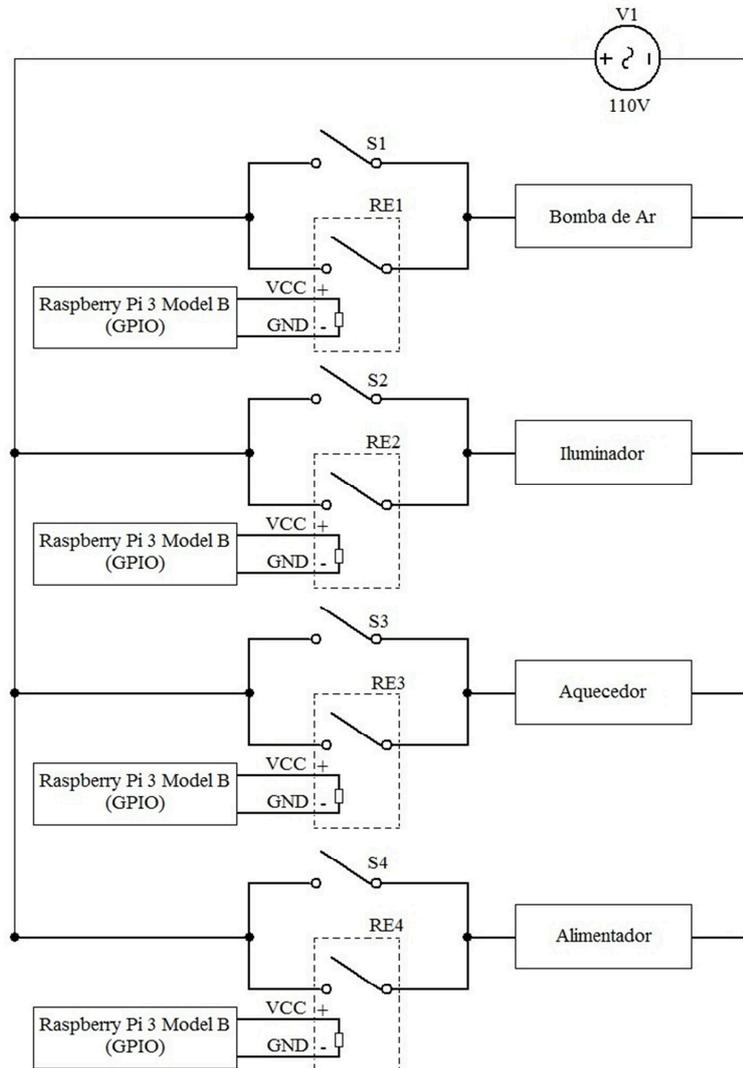
Utilizando o software compilador Thonny, na versão 3.2.6, o programa foi feito usando a linguagem python.

Para melhor compreensão acompanhar o texto com o apêndice “B”, que consta o algoritmo completo da programação em python do sistema automatizado do aquário.

3.4 CIRCUITO ELÉTRICO

Na figura 16 mostra o circuito elétrico do sistema geral da bomba de ar, do iluminador, do aquecedor e do alimentador.

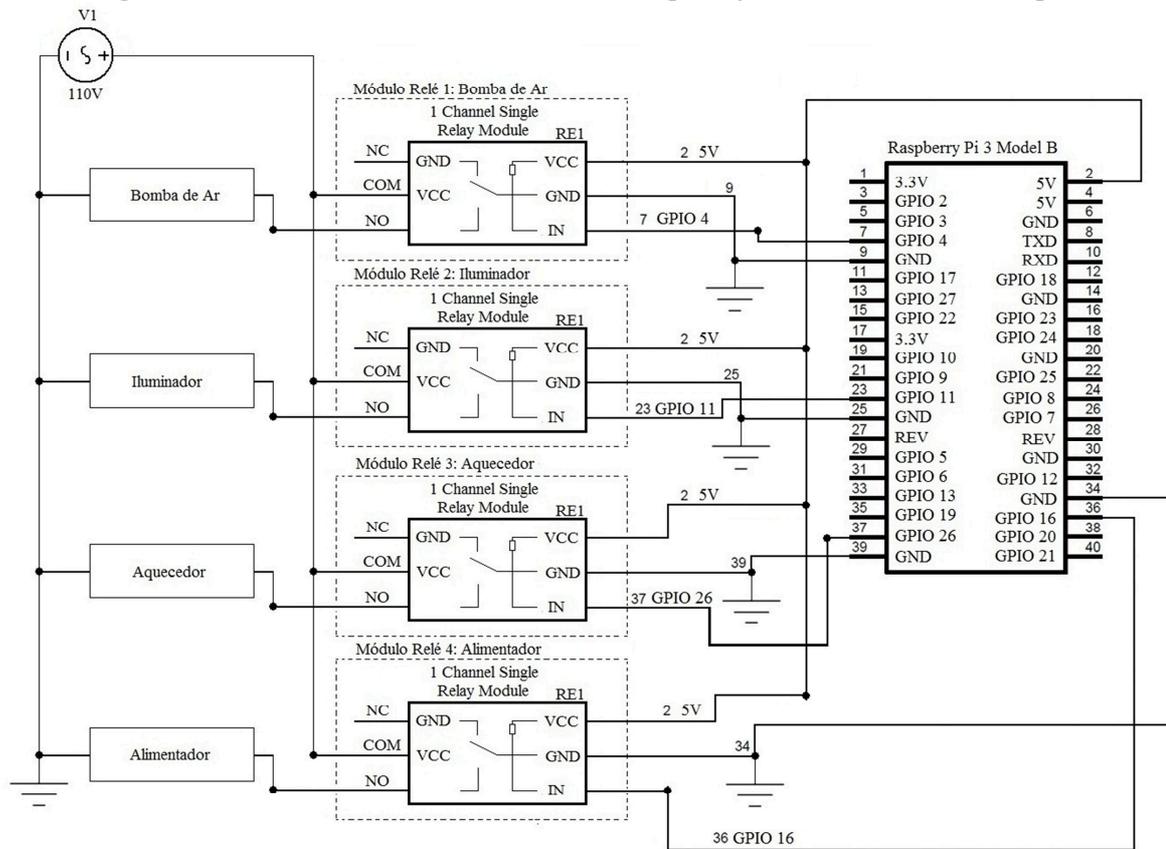
Figura 16 – Circuito elétrico do sistema.



Fonte: (PRÓPRIO AUTOR, 2020)

Na figura 17 mostra a conexão dos relés com os pinos GPIO do *Raspberry Pi 3*.

Figura 17 – Circuito elétrico conexão do Raspberry Pi 3 com os relés e dispositivos.



Fonte: (PRÓPRIO AUTOR, 2020)

4 TESTES E RESULTADOS OBTIDOS

Para se compreender e ter um parâmetro de comparação e análise com o projeto, foi montado e construído um aquário tradicional com equipamentos simples e com o mínimo necessário para a atividade de aquarismo.

O aquário com metodologia tradicional é gerenciada pessoalmente por um humano, e segue as especificações de todos os procedimentos manuais de manuseio e disciplinar na manutenção e conservação do habitat do aquário. O mesmo é utilizado como referência para o devido ajuste do projeto. As atividades de manuseio do aquário são os motivadores e as referências da introdução da automação.

Para o aquário do projeto foi criado um alimentador mecânico utilizando engrenagens, materiais recicláveis e sucatas eletrônicas com a função simples de introduzir o alimento na superfície da água do aquário. Personalizando assim o projeto de forma rústica e atendendo a função.

A bomba de ar do aquário funcionou de duas formas ao mesmo tempo, uma de acionar o sistema de filtragem e manutenção da água, assim como a introdução de gases na água através das bolhas e movimentação das moléculas no interior do aquário. Sendo gerenciada pelo sistema operacional do *Raspberry Pi 3* e a temporização e uso da bomba de ar proporcionou assim um conforto aos peixes e demais seres aquáticos, por dar momentos de tranquilidade e estática no fluido.

O sistema de iluminação do aquário forneceu a emissão de ondas eletromagnéticas e radiações necessárias para os seres vivos e para o ecossistema do aquário. E com o gerenciamento do sistema de iluminação através do sistema *Raspberry Pi* proporcionou um controle de lumes e radiação, fundamentais para as suas funções vitais do aquário, permitindo o controle do crescimento dos seres aquáticos, da fotossíntese das plantas e liberação de oxigênio e gás carbônico na água.

Conforme os dados obtidos na tabela 2, conclui-se que, para o aquário deste trabalho, a classificação se dá por iluminação intensa, portanto sendo necessária apenas uma média de 2 a 4 horas de uso diário, pois o excesso de luz pode interferir no descanso dos peixes, causando problemas de estresse e distúrbios. Como também a falta de radiação luminosa necessária pode prejudicar a sintetização de alimentos e metabolismo dos peixes.

Tabela 2 – Especificação de dados da lâmpada.

Tipo de lâmpada: LED Branca da marca Artek.			
Potencia (watt)	Tensão (volt)	Fluxo luminoso (lúmen)	Fluxo Luminoso em um volume de 4 litros
4,9 w	100 v a 240 v	480 lm	120 lm/l
7 w	100 v a 240 v	680 lm	170 lm/l
9 w	10 v a 240 v	850 lm	212,5 lm/l

Fonte: (PRÓPRIO AUTOR, 2020)

O aquecedor elétrico do aquário manteve o ambiente aquático com temperaturas controladas, evitando grandes variações de temperaturas que podiam diminuir a imunidade dos seres aquáticos contra as doenças, e com o sistema automatizado foram determinados horários em que o aquecedor permanecia ligado ou desligado. Como por exemplo, durante o dia a temperatura do meio ambiente é maior, permanecia desligado, mas a noite devido à queda de temperatura ambiental se tornou necessário que o aquecedor fosse ligado para diminuir a variação de temperatura, assim pode-se também aplicar em estações de inverno ou verão. Na tabela 3 mostra os dados coletados durante a implementação do aquecedor:

Tabela 3 – Coleta de dados do aquecedor.

Equipamentos	Dados coletados	
	Varição de temperatura	Intervalo de tempo
Aquecedor Delfin		
1ª Coleta	1°C	29 min
2ª Coleta	1°C	28 min

Fonte: (PRÓPRIO AUTOR, 2020)

Com base nos dados mostrados na tabela, o aquecedor apresentou resultados eficientes.

Através do controle operacional dos equipamentos e das suas efetividades, houve também um controle no uso de energia elétrica desempenhada no projeto, apresentando uma economia do custo da energia elétrica para o projeto.

CONCLUSÃO

Este trabalho teve como intuito desenvolver a automatização básica de um aquário doméstico utilizando um computador *Raspberry Pi 3*. Mostrando a automatização da manutenção do aquário, gerando mais qualidade de vida aos peixes e facilitando a prática do aquarismo.

Apresentaram-se no referencial teórico os principais tópicos necessários ao longo do desenvolvimento deste trabalho para a compreensão e entendimento do projeto, como o peixe Guppy; os dispositivos do aquário: bomba de ar, iluminador, alimentador e aquecedor; módulo de relé; o computador *Raspberry Pi 3*; o sistema *Raspbian* e linguagem *Python*.

Ao utilizar o *Raspberry Pi 3* foi possível abrir a oportunidade para diversas funcionalidades e aplicações. Permitiu o gerenciamento flexível das atividades do projeto, assim como possíveis modificações, ajustes e aprimoramentos.

A cerca da hipótese da introdução e a partir do acompanhamento de observações e coleta de dados do projeto, obteve-se resultados satisfatórios, pois puderam atender as exigências mínimas para manter a sobrevivência e a manutenção do aquário. Concluindo que a hipótese é verdadeira e que é possível criar um sistema básico para a manutenção de aquários domésticos de peixes ornamentais.

Sugere-se a possibilidade de fazer melhorias futuras para o projeto proposto, como a criação de aplicativos de celulares que possam interagir com o sistema *Raspberry Pi* e com os equipamentos do aquário via *wifi*, ou acréscimo de mais funções conforme a disponibilidade de periféricos, como por exemplo, sensores para mensurar temperaturas, ph da água e câmeras para monitoramento a distância.

REFERÊNCIAS

- ABRAQUA. Um pouco da História da Aquariologia. 2016. Disponível em: <<http://www.abraqua.org.br/um-pouco-da-historia-da-aquariologia/>> Acesso em: 03 out. 2019.
- ADAFRUIT. MCP3008. 2016. Disponível em: <<https://learn.adafruit.com/raspberry-pi-analog-to-digital-converters/mcp3008>> Acesso em: 03 out. 2016.
- ALCON. Alcon Guppy. 2018. Disponível em: < <http://alconpet.com.br/produto/alcon-guppy>> Acesso em: 28 set. 2020.
- ALVES, G. F. O. As 10 linguagens de programação mais requisitadas pelo mercado. 2015. Disponível em: <<https://dicasdeprogramacao.com.br/as-10-linguagens-de-programacao-mais-requisitadas-pelo-mercado/>> Acesso em: 01 set. 2019.
- AMENDOLA, G. Em alta, aquarismo requer dedicação e espaço. O Estado de S. Paulo. 2019. Disponível em: < <https://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,aquarismo-requer-dedicacao-e-espaco,70002874813>> Acesso em: 09 set. 2019.
- ARDUINO PORTUGAL. Pinagem-GPIO-Raspberry-Pi-3. 2018. Disponível em: <<https://www.arduinoportugal.pt/comunicacao-arduino-e-raspberry-pi-usando-i2c/pinagem-gpio-raspberry-pi-3/>> Acesso em: 01 set. 2019.
- BOTELHO, G. Aquários. 1 ed. Rio de Janeiro. Editora Interciências. 1996.
- BRAGA, N. C. Tudo Sobre Relés. 2014. Disponível em: <<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/597-como-funcionamos-reles?showall=1&limitstart=>>> Acesso em: 09 set. 2020.
- CAMARGO, C. O que é Software Livre? 2008. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/linux/218-o-que-e-software-livre-.htm>> Acesso em: 31 ago. 2019.
- CASSIOLATO, C. Relés x Sensores. 2018. Disponível em: <<https://www.smar.com/brasil/artigo-tecnico/reles-x-sensores>> Acesso em: 13 set. 2020.
- CHAMBERS, S. Escolas da Inglaterra ensinam alunos de 5 anos a programar. Exame. 2014. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/tecnologia/escolas-da-inglaterra-ensinam-alunos-de-5-anos-a-programar/>> Acesso em: 17 set. 2019.
- FABICHAK, W. FABICHAK, D. Peixes de aquário: criação, alimentação, doenças, tratamentos, espécies. 8 ed. São Paulo. Nobel S.A. 1977
- GARRET, F. Raspbian é o sistema operacional ideal para começar com um Raspberry Pi. 2016. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/tudo-sobre/raspbian.html>> Acesso: 04 set. 2019.

GERHARDT, E. Primeiro Aquário. Vamos Montar o Nosso?. Aquarismo Online. 2005. Disponível em: <<http://www.aquaonline.com.br/artigos/aquarismo-doce-o-basico/1802-primeiro-aquario-vamos-montar-o-nosso>> Acesso em: 02 set. 2019.

GOVERNO, G. Campeão de Popularidade. [Editorial]. O Dia. 2007. Disponível em: <<http://www.agostinhomonteiro.com.br/quemsomos1.html>> Acesso em: 29 abr. 2016

HOPAR. Auto-Feeder - H-9000. 2012. Disponível em: <<http://www.hopar.cn/productitem.aspx?id=913&lang=en>> Acesso em: 01 out. 2016.

INSTITUTO PET BRASIL. Censo Pet: 139,3 milhões de animais de estimação no Brasil. 2019. Disponível em: <<http://institutopetbrasil.com/imprensa/censo-pet-1393-milhoes-de-animais-de-estimacao-no-brasil/>> Acesso em 17 ago. 2019.

JOURDAN, J., et al. On the natural history of an introduced population of guppies (*Poeciliareticulata* Peters, 1859) in Germany, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/264595427_On_the_natural_history_of_an_introduced_population_of_guppies_Poecilia_reticulata_Peters_1859_in_Germany> Acesso em: 01 mai. 2016.

JÚNIOR, Y. S.; GONÇALVES, H. C. Aquários: Construção e manutenção, beleza ecologia, decoração de ambientes. 1 ed. Rio de Janeiro. 1979.

KAWAZAKI, A. Iluminação em Aquários Plantados: 21 Conceitos. 2002. Disponível em: <http://www.aquahobby.com/articles/b_ilum.php> Acesso em: 07 out. 2020.

LAZOVOI, L. Guia Meu Primeiro Aquário. Rsdiscus Aquários. 2017. Disponível em: <<http://www.ebook.rsdiscus.com.br/tutorial/guia-meu-primeiro-aquario.pdf>> Acesso em: 05 out. 2019.

LIMA, G. O que é Python e pra que serve? 2019. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/python>> Acesso em 03 set. 2019.

LOPES, S. O que é um sistema operacional? 2008. Disponível em: <https://www.oficinadanet.com.br/artigo/851/o_que_e_um_sistema_operacional> Acesso em 03 set. 2019.

MACEDO, G. Respiração dos Peixes. 2016. Disponível em: <<https://www.portaldosanimais.com.br/informacoes/respiracao-dos-peixes/>> Acesso em: 10 set. 2019.

MASTER. Compressores para aquários. 2017. Disponível em: <<http://www.mastervarella.com.br/compressores>> Acesso em: 17 abr. 2017

MATOS, V. M. O Aquário Plantado - O Ecossistema Perfeito - Da Iluminação à fertilização. 2008. Disponível em: <http://almadagua.blogspot.com/2008/10/o-aquario-plantado-como-manter-o_23.html> Acesso em: 07 out. 2020.

MATTOS, R. Linguagem de Programação. 2017. Disponível em: <<http://www.linhadecodigo.com.br/artigo/489/linguagem-de-programacao.aspx>> Acesso em: 01 set. 2019.

- MONTEIRO, A. O crescimento dos Guppies 2016. Disponível em:
<<http://www.agostinhomonteiro.com.br/dica59.html>> Acesso em: 02 set. 2019.
- NALENVAJKO, S. Começando no aquarismo. 2019. Disponível em:
<<http://www.aquarismopaulista.com/comecando-no-aquarismo/>> Acesso em: 15 out. 2019
- KAWAZAKI, A. Iluminação em Aquários Plantados. 2016. Disponível em:
<<http://www.agostinhomonteiro.com.br/dica71.html>> Acesso em: 01 mai. 2016.
- OLIVEIRA, A. Guppy - reprodução, alimentação, variedades e classificação quanto ao formato da cauda. 2018. Disponível em: <<https://www.cpt.com.br/cursos-criacaodepeixes/artigos/guppy-reproducao-alimentacao-variedades-e-classificacao-quanto-ao-formato-da-cauda#:~:text=Os%20alevinos%20podem%20ficar%20até,nascerem%20com%20um%20saco%20vitelino.&text=Os%20guppys%20são%20omnívoros%20e,que%20seja%20em%20peque nas%20porções.&text=Mas%20também%20comem%20alimentos%20secos%2C%20em%20flocos%2C%20granulados%20ou%20liofilizados.>> Acesso em: 13 set. 2020.
- OLIVEIRA, B. A temperatura no aquário. 2013. Disponível em:
<<https://www.petlove.com.br/dicas/a-temperatura-no-aquario>> Acesso em: 01 out. 2019.
- OLIVEIRA, E. Como usar com Arduino – Módulo Relé 5V 1 Canal. 2018. Disponível em:
<<https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-modulo-rele-5v-1-canal/>> Acesso em: 10 set. 2020.
- PETBONTRATO. Filtro externo FE75 75 LTS 110V P*0. 2017. Disponível em:
<<https://www.petbontrato.com.br/filtro-externo-fe75-75-lts-110v-p-0-gpd>> Acesso em: 01 out. 2019.
- PORTALPEZ. Variedades De Guppys. 2013. Disponível em:
<<http://www.portalpez.com/variedades-de-guppys-vt53092.html?start=30>> Acesso em: 07 mai. 2016.
- RAMALHO, J. F. TOLEDO, P. et al. Os Fundamentos da Física – Moderna Plus. Vol. 01. Moderna. 11ª Ed. SP. 2016.
- RASPBERRY PI FOUNDATION. RaspberryPi 3 Model B. 2018. Disponível em:
<<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>> Acesso em: 12 mai. 2018.
- RASPBERRY PI FOUNDATION. What is a raspberry pi? 2018. Disponível em:
<<https://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>> Acesso em: 02 mai. de 2018.
- RECHI, E. Peixes indicados para iniciantes no aquarismo. Aquarismo Paulista. 2003. Disponível em: <<http://www.aquarismopaulista.com/peixes-indicados-iniciantes/>> Acesso em: 12 set. 2019.
- ROSA, C. M. P. Linguagens de programação e suas aplicações: qual a melhor? 2016. Disponível em: <https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/tecnologia-informacao/linguagem-de-programacao-aplicacoes/>> Acesso em: 12 set. 2019.

RUSSO, L. Aquarismo para iniciantes: o que é essencial saber? 2016. Disponível em: <<https://www.petlove.com.br/dicas/aquarismo-para-iniciantes-o-que-e-essencial-saber>> Acesso em: 03 out. 2019.

SHAH, S. Learning RaspberryPi: Community Experience Distilled. PacktPublishingLtd, 2015 - 258 páginas. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=xNitCAAQBAJ&dq=raspbian&hl=pt-BR&source=gbs_navlinks_s> Acesso 11 abr. 2017

SILVA, M. B. D. Erros e acertos na alimentação dos peixes ornamentais. Disponível em: <<https://www.tropicalimport.com.br/artigos/erros-e-acertos-na-alimentacao-dos-peixes-ornamentais/>> Acesso 15 set. 2020.

SILVA, M. M. S. Aquarismo Básico Técnicas Para Iniciantes. Guias Práticos Aquarista Junior. São Paulo. n. 4. 1 ed. 1991.

SILVA, R. Sistema operativo: O que é e para que serve? 2016. Disponível em: <<https://www.i-tecnico.pt/sistema-operativo-o-que-e-e-para-que-serve/>> Acesso em: 08 set. 2019.

SMARTQAT. 1 relay module for arduino. 2019. Disponível em: <<https://smartqat.com/en/home/50-1-relay-module-for-arduino.html>> Acesso em: 13 set. 2020.

SOARES, L. D. Tamanho do Aquário x Quantidade de Peixes (super população). 2013. Disponível em: <http://aquasimples.blogspot.com.br/2013/06/tamanho-do-aquario-x-quantidade-de_9.html> Acesso em: 12 mai. 2016.

SOUZA, E. B. D. Animais Pecilotérmicos. 2019. Disponível em: <https://www.todabiologia.com/zoologia/animais_pecilotermicos.htm> Acesso em: 12 set. 2020.

TERMO DELFIN. Aquecedor. 2018. Disponível em: <<http://termodelfin.com.br/aquecedor.html>> Acesso em: 10 de set. 2020.

THIBES, V. O que é uma linguagem de programação? 2014. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/produtos/o-que-e-uma-linguagem-de-programacao/>> Acesso em: 01 set.2019.

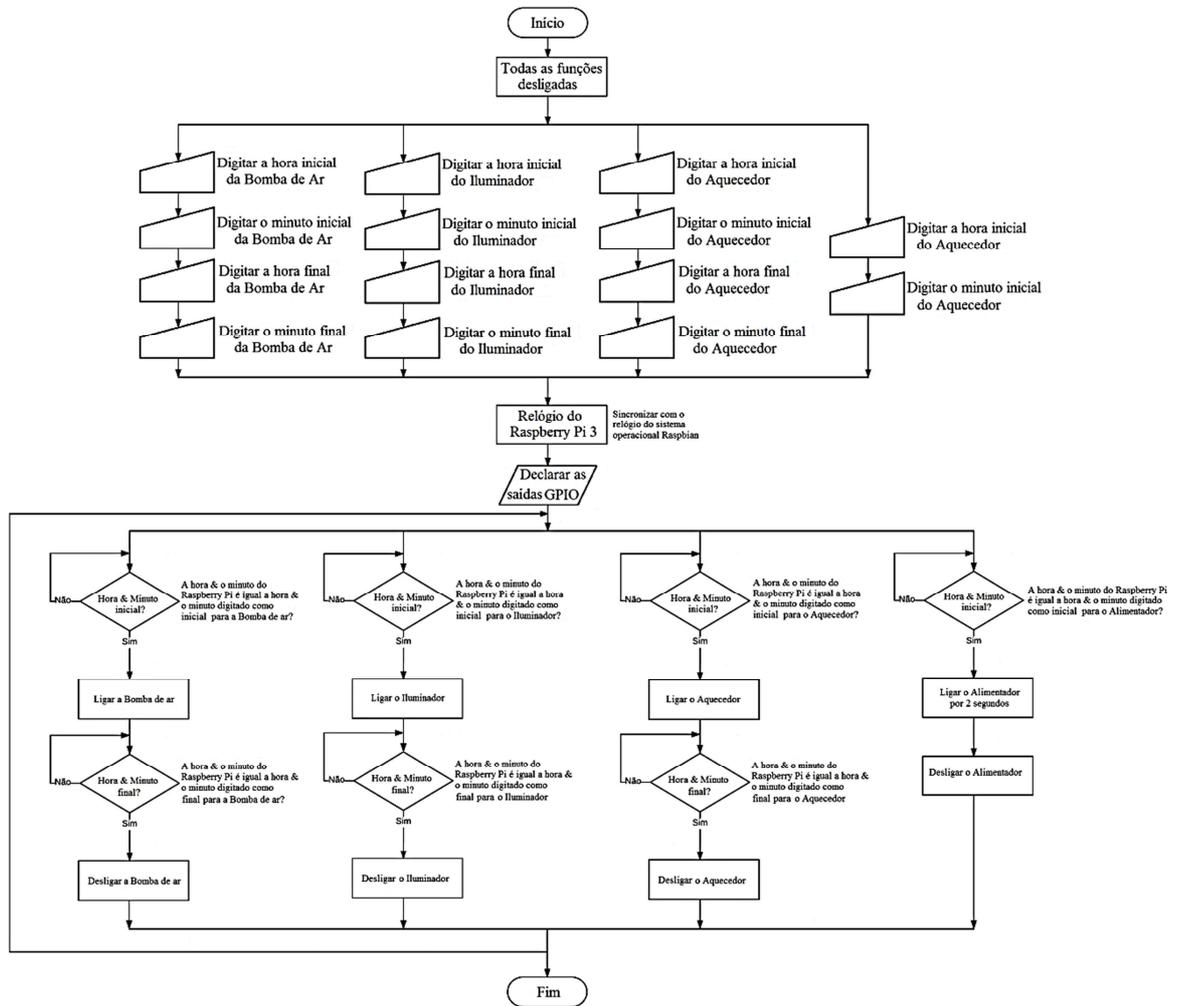
THOMSEN, A. Saiu o Raspberry Pi 3. 2016. Disponível em: <<http://blog.filipeflop.com/embarcados/saiu-o-raspberry-pi-3.html>> Acesso em: 01 mai. 2016.

VARGAS, M. R. Iluminação em aquários. 2018. Disponível em: <<https://revistanegociospet.com.br/aquarismo/iluminacao-em-aquarios/>> Acesso em: 01 mai. 2019.

ZIVIANI, R. Qualidade da Água. 2009. Disponível em: <<http://www.ccg.org.br/agua.htm>> Acesso em: 01 mai.2016.

APÊNDICE A – FLUXOGRAMA DA LÓGICA

Figura 18 – Fluxograma do modo automático.



Fonte: (PRÓPRIO AUTOR, 2020)

APÊNDICE B – PROGRAMA EM PYTHON

```

# UEA - UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS #
# PROJETO DE TCC 2 #
# Autora: Elen da Silva Nunes#
# Manaus, 2020#
# SISTEMA AUTOMATIZADO DO AQUÁRIO#
# PROGRAMAÇÃO EM PYTHON DO AQUÁRIO#

# Bibliotecas
from time import localtime # Bibliotecas da GPIO
import RPi.GPIO as GPIO # Bibliotecas de Tempo

# Entrada de dados: Digitar hora e minuto inicial para ligar a Bomba de ar. #
HBi = input ("HORA INICIAL DA BOMBA DE AR: ")
MBi = input ("MINUTO INICIAL DA BOMBA DE AR: ")

# Entrada de dados: Digitar hora e minuto final para desligar a Bomba de ar. #
HBf = input ("HORA FINAL DA BOMBA DE AR: ")
MBf = input ("MINUTO FINAL DA BOMBA DE AR: ")

# Entrada de dados: Digitar hora e minuto inicial para ligar o Iluminador. #
Hli = input ("HORA INICIAL DO ILUMINADOR: ")
Mli = input ("MINUTO INICIAL DO ILUMINADOR: ")

# Entrada de dados: Digitar hora e minuto final para desligar o Iluminador. #
Hlf = input ("HORA FINAL DO ILUMINADOR: ")
Mlf = input ("MINUTO FINAL DO ILUMINADOR: ")

# Entrada de dados: Digitar hora e minuto inicial para ligar o Aquecedor. #
HQi = input ("HORA INICIAL DO AQUECEDOR: ")
MQi = input ("MINUTO INICIAL DO AQUECEDOR: ")

# Entrada de dados: Digitar hora e minuto final para desligar o Aquecedor. #
HQf = input ("HORA FINAL DO AQUECEDOR: ")
MQf = input ("MINUTO FINAL DO AQUECEDOR: ")

# Entrada de dados: Digitar hora e minuto inicial para ligar o Alimentador. #
HAI = input ("HORA INICIAL DO ALIMENTADOR: ")
MAI = input ("MINUTO INICIAL DO ALIMENTADOR: ")
# O Alimentador não tem hora & minuto final pois seu funcionamento deve ser breve para
evitar a alimentação excessiva#

# Declarar as saídas GPIO #
GPIO.setmode(GPIO.BOARD) # Configurar o modo de definição dos pinos GPIO da placa #
GPIO.setup(7, GPIO.OUT) # O pino 7/ GPIO 4 foi configurado como saída GPIO para a
Bomba de ar #
GPIO.setup(23, GPIO.OUT) # O pino 23/GPIO 11 foi configurado como saída GPIO para o
Iluminador #

```

```
GPIO.setup(37, GPIO.OUT) # O pino 37/ GPIO 26 foi configurado como saída GPIO para o
Aquecedor #
```

```
GPIO.setup(36, GPIO.OUT) # O pino 36/ GPIO 16 foi configurado como saída GPIO para o
Alimentador #
```

```
while True:
```

```
    if localtime().tm_hour == int(HBi) and localtime().tm_min == int(MBi): # Se a hora & o
minuto do Raspberry Pi for igual a hora & o minuto digitado como inicial para a Bomba de ar
#
```

```
        GPIO.output(7,True) # Liga a Bomba de ar através do pino 7/ GPIO 4#
```

```
    if localtime().tm_hour == int(HBf) and localtime().tm_min == int(MBf): # Se a hora & o
minuto do Raspberry Pi for igual a hora & o minuto digitado como final da Bomba de ar#
```

```
        GPIO.output(7,False) # Desliga a Bomba de ar através do pino 7/ GPIO 4#
```

```
    if localtime().tm_hour == int(HIi) and localtime().tm_min == int(MIi): # Se a hora & o
minuto do Raspberry Pi for igual a hora & o minuto digitado como inicial o Iluminador #
```

```
        GPIO.output(23,True) # Liga o Iluminador através do pino 23/ GPIO 11#
```

```
    if localtime().tm_hour == int(HIf) and localtime().tm_min == int(MIf): # Se a hora & o
minuto do Raspberry Pi for igual a hora & o minuto digitado como final do Iluminador #
```

```
        GPIO.output(23,False) # Desliga o Iluminador através do pino 23/ GPIO 11#
```

```
    if localtime().tm_hour == int(HQi) and localtime().tm_min == int(MQi): # Se a hora & o
minuto do Raspberry Pi for igual a hora & o minuto digitado como inicial do Aquecedor #
```

```
        GPIO.output(37,True) # Liga o Aquecedor através do pino 37/ GPIO 26#
```

```
    if localtime().tm_hour == int(HQf) and localtime().tm_min == int(MQf): # Se a hora & o
minuto do Raspberry Pi for igual a hora & o minuto digitado como final do Aquecedor #
```

```
        GPIO.output(37,False) # Desliga o Aquecedor através do pino 37/ GPIO 26#
```

```
    if localtime().tm_hour == int(HAi) and localtime().tm_min == int(MAi): # Se a hora & o
minuto do Raspberry Pi for igual a hora & o minuto digitado como inicial do Alimentador #
```

```
        GPIO.output(36,True) # Liga o Alimentador através do 36/ GPIO 16#
```

```
        time.sleep(2) # O Alimentador permanece ligado por 2 segundos#
```

```
        GPIO.output(36,False) # Desliga o Alimentador através do pino 36/ GPIO 16 #
```