

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ – UESPI
CAMPUS PROF. ALEXANDRE ALVES DE OLIVEIRA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

STÉFANE DE SOUSA SANTOS

**PROTÓTIPO DE SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO AUTOMÁTICO PARA TILÁPIAS-
DO-NILO (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) CRIADOS EM CAIXAS D'ÁGUA
UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUINO UNO**

PARNAÍBA - PI

2018

STÉFANE DE SOUSA SANTOS

**PROTÓTIPO DE SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO AUTOMÁTICO PARA TILÁPIAS-
DO-NILO (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) CRIADOS EM CAIXAS D'ÁGUA
UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUINO UNO**

Monografia submetida ao Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual do Piauí, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. MSc. Leinyllson Fontinele Pereira

PARNAÍBA - PI

2018

S237p Santos Stéfane de Sousa
Protótipo de sistema de alimentação automático para
tilápias – do – nilo (*Oreochromis Niloticus*) criados em caixas
d' águas utilizando a plataforma arduino uno / Stéfane de
Sousa Santos. – 2018.
46 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade Estadual do
Piauí – UESPI, Bacharelado em Ciência da Computação,
2018.

“Orientador Prof. MSc. Leinyson Fontinele Pereira.”

1. Alimentador de Tilápias. 2. Automação. 3. Arduino.
I. Título.

CDD: 003

STÉFANE DE SOUSA SANTOS

**PROTÓTIPO DE SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO AUTOMÁTICO PARA TILÁPIAS-
DO-NILO (OREOCHROMIS NILOTICUS) CRIADOS EM CAIXAS D'ÁGUA
UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUINO UNO**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em
Ciência da Computação da Universidade Estadual do
Piauí – UESPI, Campus Prof. Alexandre Alves de
Oliveira, como parte das exigências da disciplina de
Estágio Supervisionado, requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em Ciência da
Computação.

Orientador: Prof. Me. Leinyllson Fontinele Pereira

Monografia Aprovada em: **27 de julho de 2018.**

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Me. Leinyllson Fontinele Pereira
Orientador - UESPI



Prof. Dr. Sérgio Barros de Sousa
Avaliador - UESPI



Prof. Me. Clodoaldo Brasilino Leite Neto
Avaliador - IFPI

Dedico aos meus pais amados Gilmar Lima dos Santos e Eliana de Sousa Santos e às minhas irmãs Jessica Santos e Karina Santos, que foram meus incentivadores desde o primeiro ano de universidade e me ajudaram a chegar onde cheguei.

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares, especialmente à minha fonte de inspiração, meu pai Gilmar Lima, pois sempre me apoio e acreditou em mim, me auxiliou durante todo o curso, foi quem teve a ideia deste trabalho e elaborou toda a parte física do projeto, ajudando também com a escrita, pois conhece muito bem a área a que se destina este projeto.

À minha mãe Eliana Santos e irmãs Jessica Santos e Karina Santos que sempre me deram muito amor, carinho e incentivo pra continuar e fizeram-me acreditar que a aprovação seja possível.

Agradeço em especial ao meu amigo e namorado Isaac Bruno, por me dar apoio e compreender minha ausência em alguns momentos durante a elaboração deste trabalho, além de disponibilizar seus componentes eletrônicos que foram de grande importância.

Aos professores do curso de Ciência da Computação da UESPI Campus prof. Alexandre Alves de Oliveira, pelo total apoio, auxílio e paciência.

Ao professor orientador Leinyson, meus sinceros agradecimentos, pois me auxiliou muito no desenvolvimento deste trabalho, sempre mostrando o melhor caminho no decorrer da construção da monografia.

Ao coordenador do curso de Ciência da Computação da UESPI Campus prof. Alexandre Alves de Oliveira, professor Rodrigo Baluz, pela colaboração nas datas de entrega dos trabalhos e compreensão das atividades curriculares e pela ajuda com a escrita e organização do trabalho.

Aos amigos de sala que levarei para vida Denis Crespo, Gabriel Lucas, Gyrryce Oliveira e Lucas Rocha por estarem sempre dando força e acreditarem no sucesso do trabalho. E em especial ao meu grande amigo Daniel Araujo que sempre me ajudou dentro e fora da sala com sua empatia e me presenteou com sua amizade.

“Que os nossos esforços desafiem as impossibilidades. Lembrai-vos de que as grandes proezas da história foram conquistadas daquilo que parecia impossível.” (Charles Chaplin).

RESUMO

A importância da frequência alimentar no desempenho de crescimento dos peixes é crucial. A automação na criação de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) ainda é recente no Brasil, mas com o avanço da tecnologia tem obtido resultados satisfatórios. A produção de peixes é comumente feita por pessoas que não encontram uma forma prática e hábil para o cultivo. Com isso, muitos produtores não atentam para a importância da predefinição da melhor taxa de alimentação a ser oferecida para obter eficiência alimentar visando as condições favoráveis da água para uma melhor aceitação do alimento. Com um sistema de automação, pode-se melhorar com o controle da frequência alimentar balanceada e quantidades corretas em determinado tempo, fazendo a verificação térmica da água, e possivelmente evitar a sua poluição devido ao excesso de ração não consumida, além de reduzir o esforço do produtor. Sendo assim, foi desenvolvido um protótipo de alimentador de tilápias-do-nilo constituído por equipamentos eletrônicos controlados através da plataforma microcontrolada Arduino UNO utilizando a linguagem de programação C onde o software criado foi responsável pelo controle de fornecimento da ração aos peixes e obtenção da temperatura da água para verificar se está favorável à alimentação.

PALAVRAS-CHAVE: Alimentador de Tilápias. Automação. Arduino.

ABSTRACT

The importance of food frequency in the growth performance of the points is crucial. Automation in the creation of a smaller number (*Oreochromis niloticus*) is still recent in Brazil, but with the advancement of technology in satisfactory results. The production of fish is commonly done by people who are not a practice and skilled at growing. With this, many reference groups are not relevant for the best feed rate, but also for reducing feed capacity. With an automation system, it can be improved by controlling the balanced feed frequency and increasing the transport speed, in addition to reducing the producer water rate. Thus, a prototype feeder of Nile tilapia was developed through electronic controllers through the Arduino UNO microcontrolled platform using a programming language created for the purpose of supplying power and power at room temperature. to check if you are human with feed.

KEYWORDS: Tilapia Feeder. Automation. Arduino.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tilápia do Nilo.	14
Figura 2 – Tanque Escavado.	16
Figura 3 – Tanques-rede.	16
Figura 4 – Tanques Caixas D'água em Recirculação de Água.	17
Figura 5 – Esquema Ilustrado das conexões.....	24
Figura 6 – Alimentador desenvolvido.	25
Figura 7 – Diagrama de estados do programa desenvolvido.....	26
Figura 8 – Esquema elétrico do circuito desenvolvido.....	27
Figura 9 – Diagrama de estados da função temperatura.....	28
Figura 10 – Diagrama de estados da função temporizador.	29
Figura 11 – Gráfico referente ao número de amostras em relação a massa.	32
Figura 12 – Temperatura máxima e mínima durante o experimento.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados das 50 amostras em relação a massa da ração despejada pelo alimentador.	32
Tabela 2 – Dados iniciais do experimento para o trato de 100 Juvenis de tilápia-do-nilo.....	33
Tabela 3 – Dados finais para o trato de 100 Juvenis de tilápia-do-nilo.....	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 PISCICULTURA	13
2.2 PEIXE ESTUDADO	14
2.2.1 Tilápia-do-Nilo	14
2.3 TIPOS DE CRIADOUROS	15
2.4 TAXA E FREQUÊNCIA ALIMENTAR NO DESEMPENHO DO PEIXE	17
2.5 ALIMENTADORES E AUTOMAÇÃO DO MANEJO ALIMENTAR	18
2.6 ALIMENTADORES EXISTENTES	20
3 MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1 INSTALAÇÕES E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS	22
3.2 PROTÓTIPO DESENVOLVIDO	23
3.3 DETALHES CONSTRUTIVOS	23
3.3.1 Descrição do alimentador automático de ração	24
3.4 DIAGRAMA DE ESTADOS DO PROGRAMA	26
3.5 ESQUEMA ELÉTRICO DO CIRCUITO CRIADO	27
3.6 PROGRAMA DESENVOLVIDO	28
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	30
4.1 CÁLCULO DO VOLUME DO RESERVATÓRIO DE RAÇÃO	30
4.2 CÁLCULO DO VOLUME DE RAÇÃO NO RESERVATÓRIO	31
4.3 CÁLCULO DO VOLUME DE RAÇÃO NO COMPARTIMENTO DE RAÇÃO	31
4.4 TESTE DE CONFIABILIDADE E PRECISÃO DO ALIMENTADOR	31
4.5 TESTE PRÁTICO NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE TILÁPIAS	33
4.5.1 Taxa de arraçoamento para 100 juvenis de tilápias	33
4.6 VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DA ÁGUA DURANTE O EXPERIMENTO	35
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS	37
APÊNDICE A – Código-fonte desenvolvido para o alimentador	42
APÊNDICE B – Alimentador construído	45

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a produção de pescado se apresentou ser um setor de produção alimentício com grandes índices de crescimento e desenvolvimento mundialmente (ENCARNAÇÃO, 2013).

Atualmente a produção de pescado no Brasil apresenta favorecimento hídrico e climático sendo uma grande potência econômica possuindo condições de atingir vinte milhões de toneladas de peixes em 2030, com o Brasil tendo em média 12% de água do planeta, por cerca de 8,2 bilhões de metros cúbicos que favorecem a criação de peixes em água doce, dando para o Brasil um grande destaque tanto para aquicultura como para piscicultura (FAO, 2012). Segundo o Ministério da Pesca (2013) o Brasil tem uma boa vocação na produção de pescado, possuindo grandes reservatórios públicos de água que facilita a produção de peixes em tanques do tipo rede, além de se destacar na grande produção de grãos, com isso, a previsão de produção de pescado brasileira é de 2,5 milhões de toneladas.

Visto que o Brasil possui características naturais adequadas para o cultivo de peixes, ainda assim, existem dificuldades na produção e um dos problemas é o fornecimento de ração que atinge diretamente o rendimento da criação, e um dos recursos que vem sendo utilizado para auxiliar o produtor, trazendo praticidade e precisão é a automação. Na qual a automação é um dos temas de grande relevância na aquicultura brasileira, que engaja o desenvolvimento tecnológico substituindo os métodos rudimentares, modernizando o sistema de produção utilizando de tecnologias atuais dando um significado para o que se chama de agricultura de precisão.

Partindo desse fator, a automação vem facilitando através de sistemas de produção interligando a softwares e/ou hardwares ao manejo na criação dos peixes, trazendo um favorecimento do aumento de seu potencial produtivo. Sendo assim, a automação está diretamente relacionada à qualidade do meio de criação, tanto quanto a água, quanto às características biológicas do animal, dando melhor condições para a reprodução trazendo lucratividade ao sistema. Além disso, um dos fatores importantes para determinar o melhor crescimento e eficiência e possibilitar a qualidade da água é a taxa alimentar, pois quando é aplicada corretamente os peixes têm um maior proveito do alimento e evitam o desperdício e acúmulo de ração que desequilibra os padrões adequados necessários para o desenvolvimento do animal (MIHELAKAKIS; TSOLKAS; YOSHIMATSU, 2002). Também é importante ressaltar que existem diversas espécies aquáticas cultivadas em cativeiro, em muitas é feito o

uso de tecnologias com equipamentos eletrônicos instalados para comandar as diferentes técnicas de criação de acordo com os padrões de criação de cada animal. O manejo alimentar feito de forma correta, fornecendo a ração em horário, frequência e quantidade adequada, define diretamente a qualidade do peixe, e evita o desperdício de alimento (SCHNAITTCHEIR; KING; BERLINSKY, 2005).

O objetivo da pesquisa foi desenvolver um protótipo de um sistema alimentador automático de tilápias-do-nilo para facilitar o piscicultor a ter um melhor controle da alimentação em seu viveiro sem prejudicar o crescimento do animal. Foi feito o uso da plataforma microcontrolada ARDUINO UNO adotando a linguagem de Programação C, composto por equipamentos eletrônicos conectados ao mesmo, além de um reservatório de ração, suporte em aço, com diversos outros periféricos gerenciados por um software que controla a frequência de ração a ser oferecida de acordo com a temperatura adequada à alimentação do animal e manualmente é possível fazer o ajuste da quantidade de ração a ser despejada ao tanque (caixa d'água).

A finalidade do protótipo seguiu as seguintes disposições: alimentar automaticamente peixes da espécie tilápia-do-nilo em período e quantidade adequada à biomassa presente no viveiro, favorecer o crescimento saudável dos indivíduos e diminuir a mão-de-obra e esforço do produtor.

O presente trabalho está estruturado da seguinte forma:

No Capítulo 2, “Revisão de Literatura”, serão apresentados alguns conceitos relevantes para a compreensão do tema atual desta pesquisa, onde será feita uma revisão sobre a alimentação automatizada de tilápias-do-nilo.

No Capítulo 3, “Materiais e Métodos”, apresenta o procedimento experimental realizado nesta pesquisa, bem como o desenvolvimento do protótipo alimentador de tilápias-do-nilo.

No Capítulo 4, “Análise e Discussão dos Resultados”, serão apresentados os resultados obtidos experimentalmente com a utilização do alimentador automático e discutido sobre sua eficiência.

No Capítulo 5, “Considerações Finais”, mostra as conclusões e os trabalhos futuros sugeridos.

Por fim, Referências - Fontes da literatura que auxiliaram a pesquisa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O crescimento da piscicultura brasileira cresce em torno de 30% ao ano, pois trata-se de fonte proteica possuindo alta qualidade e traz lucratividade ao comércio (BEERLI; LOGATO, 2009). Dentro das espécies cultivadas, a tilápia se destaca em termos de criação em viveiros, onde os mesmos podem ser de várias formas, atendendo as necessidades do piscicultor podendo fazer o uso de sistemas alimentadores automatizado ou não (CARMELIN JUNIOR, 2014b).

2.1 PISCICULTURA

De acordo com Associação Brasileira de Piscicultura – Peixe BR (2018), a piscicultura brasileira produziu 698.700 toneladas em 2017, 8% a mais que 2016 e informa que o Brasil se encontra entre os quatro maiores produtores de tilápias do mundo, ficando atrás apenas do China, Indonésia, Egito e afirma que a tilápia é a espécie mais importante de peixes cultivados, onde apresenta 51,7% da piscicultura nacional, somando 357.639 toneladas em 2017. Francisco Medeiros, presidente executivo da PEIXE-BR, pronunciou que a autorização da produção de tilápias em estados em que possuem a piscicultura desenvolvida, como Mato Grosso e Tocantins, mostra que a produção dessa espécie deve crescer ainda mais no futuro, trazendo bons resultados para a piscicultura no Brasil. O estado que mais produz tilápias no país é o Paraná, com 105.392 toneladas e 94% da produção total de peixes cultivados do estado.

O Estado do Piauí se encontra em décimo quarto lugar no ranking de maiores produtores na piscicultura com 18.000 toneladas em 2017 crescendo 6% em relação ao ano anterior onde a tilápia é a espécie mais produzida no estado somando 9.369 toneladas. Observou-se que os produtores do estado do Ceará transportaram seus projetos de piscicultura para o Rio Parnaíba no Piauí, aumentando a produção de peixes no estado. De acordo com os estudos apresentados em 2008 pela Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca do Brasil, a pesca extrativa se sobressai em comparação à produção de aves, apesar de enfrentar problemas nesse departamento. Dentre as espécies de pescado mais cultivadas no Brasil estão o tambaqui (*Colossomamacropomum*), pirarucu (*Arapaima gigas*), tilápia (*Oreochromisniloticus*) entre outras diversas espécies nativas (BALDISSEROTTO e GOMES, 2005).

2.2 PEIXE ESTUDADO

Há diversas espécies já estudadas e foi observado que algumas possuem uma facilidade maior para se adaptarem ao meio de criação, inclusive em cativeiros e alimentar-se de ração industrializada, que é o ideal a ser utilizada pois possibilita a padronização do alimento. Dentre esses peixes a tilápia-do-nilo é um peixe de fácil cultivo e possui características favoráveis para um empreendimento aquícola.

2.2.1 Tilápia-do-Nilo

A tilápia-do-Nilo (Figura 1) é uma espécie que se alimenta basicamente de plânctons e matérias orgânicas, tem sua carne apreciada pelo sabor, textura e possui facilidade na retirada de filés sem espinha, sendo muito requisitada na culinária e na indústria, além do peixe ter facilidade para desenvolver o crescimento com rapidez (FURUYA, 2010).

Figura 1 - Tilápia do Nilo.



Fonte: <https://pisciculturamaravilhosaesp.wordpress.com/1-tilapia-do-nilo/>

Dentre as espécies mais cultivadas em cativeiro, a tilápia é a que possui uma maior resistência a variações da temperatura, baixa densidade de oxigênio dissolvido na água e alto teor de amônia na água (POLPA e PHELPS, 1998). Conforme as estimativas da Acqua Imagem observadas por Kubitza (2015), a tilápia é a espécie mais produzida no Brasil, somando 260 mil toneladas em 2014, com acréscimo de 31% comparado a 2011. Segundo Calil (2005) a tilápia-do-nilo é a espécie de tilápia mais cultivada em viveiros, por apresentar um grande desempenho de produção principalmente os machos. É de origem africana, possui carne muito apreciada, naturalmente alimenta-se de plânctons e elementos orgânicos, mas

atinge um maior desempenho quando alimentado de ração industrializada que é feita sob medida para suprir a necessidade do peixe. Se alimentado corretamente, pode atingir cerca de 400 a 600 g entre seis a oito meses. Geralmente alimentam-se durante o dia (CALIL, 2005).

Porém um dos problemas é que essa espécie tem a reprodução precoce, fazendo com que haja uma grande quantidade de peixes nos tanques em pouco tempo. Isso já pode ser controlado através da conversão sexual, tornando as lavas em alevinos machos, fazendo com que se tenha um maior proveito comercial, pois os machos atingem tamanhos maiores que as fêmeas. Essa mudança sexual pode ser feita de maneira manual ou até mesmo com o uso de hormônios sexuais que é facilmente encontrado (CALIL, 2005).

A tilapicultura tem sua grande importância na agropecuária, é vista como uma forte produção aquícola de alimentos no Brasil, além de gerar emprego e renda (ALBUQUERQUE et al., 2013). As tilápias tem sua origem africana, mas também com indícios em Israel e Jordânia e nos últimos cinquenta anos tem evoluído o seu potencial na aquicultura devido ser uma espécie de fácil manejo, favorável aos países em desenvolvimento (LOVSHIN, 1997). Em 2011 houve um crescimento na produção de tilápia que se tornou a espécie mais cultivada no Brasil e teve 9.681,6 toneladas produzida só no ano de 2011 (MPA, 2011). É a segunda espécie mais cultivada no mundo devido a sua carne saborosa com menos espinhas, estando abaixo apenas do nível de produção das carpas (*Cyprinus carpio*) (POPMA; LOVSHIN, 1996; POPMA; MASSER, 1999; SUGANUMA, 2004).

2.3 TIPOS DE CRIADOUROS

Os criadouros mais comuns são os de tanques escavados denominado sistema semi-intensivo, tanque-rede com sistema intensivo também conhecido como gaiolas e os tanques com sistema de recirculação de água como caixas d'água. O tanque escavado (Figura 2) de acordo com Batista (2012), é um tanque onde se tem controle do ambiente de criação, geralmente construídos em barreiros ou próximos rios, açudes ou poços.

Figura 2 - Tanque Escavado.



Fonte: <http://recolast.com.br/blog/wp-content/uploads/2015/11/tanque-escavado.jpg>

Porém, em tanques escavados o produtor tem que se preocupar com a troca da água, adubação que serve para favorecer o desenvolvimento de plânctons que auxiliam na oxigenação da água, e com a alimentação. Com isso requer um maior investimento, pois é necessário que se faça a preparação do tanque com um bom revestimento afim de evitar vazamentos.

O tanque-rede (Figura 3) é um viveiros de sistema intensivo é uma estrutura em grades com telas submersa geralmente em lagos, represas e barragens aproveitando recursos hídricos naturais. É considerada barata comparada a outros viveiros em terra, pois não necessita de grande investimento, pois é necessário o gastos na compra de gaiolas.

Figura 3 - Tanques-rede.



Fonte: <http://nordesterural.com.br/wp-content/uploads/2017/12/gaiolas-para-til%C3%A1pias.jpg>

No entanto, essa é uma técnica ainda pouco usada em relação aos tanques escavados. Esse tipo de tanque serve como uma contenção, e que está frequentemente tendo a troca da água no reservatório e muitas das vezes essa água contaminada pelos dejetos de peixes através da urina e principalmente pela ração não consumida, prejudicando seriamente a qualidade da água (ROTTA; QUEIROZ, 2003).

Os tanques com sistema de recirculação de água (Figura 4), que comumente são caixas d'água são uma das formas baratas de se cultivar peixes, esse método é de fácil controle e permite ter boa produtividade, não necessita de espaços relativamente grandes.

Figura 4 - Tanques Caixas D'água em Recirculação de Água.



Fonte: <https://i.ytimg.com/vi/7oX43FEVi-k/hqdefault.jpg>

Esse tipo de cultivo requer um baixo consumo de água, é possível fazer a reutilização parcial ou total da água para reabastecer o tanque após ser filtrada, sendo uma das formas viáveis a produtores que pretendem começar a produção em pequena escala (SOUZA, 2018).

2.4 TAXA E FREQUÊNCIA ALIMENTAR NO DESEMPENHO DO PEIXE

Na piscicultura brasileira em maioria dos casos a oferta de ração é feita de forma manual. Para que se tenha bons resultados no desempenho do peixe é necessário o fornecimento do alimento em condições favoráveis baseando-se na idade e na biomassa dentro do criadouro, observando as características da água como temperatura, oxigênio e ph se estão dentro do padrão ideal, caso contrário haverá a diminuição da quantidade de alimento consumida, pois inibe o apetite dos peixes, sendo necessário fazer uma correção na taxa de alimentação. Com isso, é necessário que o produtor tenha habilidades em medir a precisão da

quantidade de ração a ser oferecida e observar o volume das sobras de ração para decidir quando oferecer a refeição novamente.

Segundo Kubitza (1997), a qualidade da água pode ser determinada pela acumulo de ração no viveiro, pois o excesso de ração não consumida entra em estado de decomposição por ser orgânica, consumindo o oxigênio dissolvido na água, além de desequilibrar o pH causando também eutrofização, que é o acumulo de matéria orgânica em decomposição em ambiente aquático, devido aumento das taxas de fósforo e nitrogênio, desequilibrando os fatores favoráveis à alimentação do peixe.

Oliveira (2007) afirma que o desempenho produtivo do peixe está diretamente ligado ao horário de despejo de ração a frequência alimentar e a taxa de alimentação.

A taxa de alimentação é a quantidade de ração oferecida diariamente e depende da média de peso vivo do peixe, é dada em porcentagem e de acordo com a temperatura da água Carmelin Junior (2014).

As tilápias apresentam um conforto térmico quando a água encontra-se entre 27 a 32°C, temperaturas abaixo de 27°C ou acima de 32°C diminuem o apetite e o crescimento podendo aparecer doenças e quando a tilápia é bem nutrida e não sofre tanto estresse, ela tolera melhor a variação das condições da água (KUBITZA, 2000a).

2.5 ALIMENTADORES E AUTOMAÇÃO DO MANEJO ALIMENTAR

Um dos maiores problemas na criação de peixes em geral, independente do meio onde se cultiva o animal, é o controle da alimentação (MTP, 2002). Os fatores de muita importância na produção de peixes são o controle da qualidade da água, tempo e quantidade certa no despejo de ração podendo determinar o sucesso ou fracasso da criação.

Segundo Lekang (2009) o sistema manual de oferecimento da ração na criação de peixes impede que se tenha um controle quando se objetiva ofertar o máximo de ração, mas evitando o desperdício buscando se espelhar em sistemas de alimentação modernos encontrados em países com aquicultura ligada à tecnologia, como os sistemas que controlam o despejo de ração conforme o apetite dos peixes.

O surgimento de alimentadores automáticos na piscicultura garantiu a alimentação em alta frequência e possibilitou o fornecimento de ração no período noturno, sendo a alimentação o principal fator para o sucesso da produção. Com isso, é de grande importância a

utilização de sistemas automáticos na alimentação, pois permite se ter um maior controle no oferecimento da ração.

O sucesso da piscicultura está muito relacionado a boa alimentação dos cardumes. De acordo com o sistema de produção, o alimento natural pode ser significativo ou não, pois pode trazer doenças ao peixe, e seu valor nutritivo as vezes é desconhecido. A alimentação artificial é a única opção para suprir todas as necessidades nutricionais da espécie cultivada (BARROS et al., 1988). Os peixes são animais que não necessitam de calorias para manter sua temperatura corporal, já que são pecilotérmicos (a temperatura corporal é controlada pela temperatura da água), mas precisam de energia para realizar atividade muscular (nadar), formar novos tecidos e outras reações necessárias à manutenção da vida e reprodução (BARROS et al., 1988).

Dependendo da espécie que está sendo cultivada, peixes onívoros, herbívoros ou carnívoros, existe a sua dieta própria. As tilápias são pecilotérmicas e por tanto precisam estar na faixa de conforto térmico para a plena condição metabólica, ou seja, se alimentam de acordo com a temperatura, se a mesma estiver alta, a espécie praticamente não se alimenta devido a temperatura ser considerada baixa para ela. E com a variação repentina de temperatura pode até matar (método utilizado no abate). Normalmente os peixes não suportam uma variação de temperatura com mais que três ou quatro graus centígrados em pouco espaço de tempo. Sabe-se que uma boa ração deve conter proteínas (principal componente da célula e tecido), lipídios (reserva de energia), aminoácidos (componente das três proteínas), minerais (componentes das escamas, ossos e carne) e vitaminas (responsáveis pelo metabolismo) (BARROS et al., 1988).

É de grande importância se ter um plano alimentar que proporcione um bom desenvolvimento dos indivíduos, com o menor custo. Sem falar que um plano mal elaborado pode contaminar o meio com a ração em excesso. A ração pode ser encontradas no comércio, mas também pode ser produzidas, possui forma paletizadas que são as que afundam e as extrusadas que são as que flutuam e que é usada para medir a quantidade de ração a ser fornecida pois com ela é possível verificar o momento em que os peixes param de se alimentar, sendo um controle de quanta ração deve ser oferecida (CALIL, 2005).

Segundo o catálogo comercial de Bernauer Aquacutira Ltda (2002), Tecnologia e Manuseio de Produção, a deficiência alimentar dos peixes provoca a produção de peixes de mesma idade com tamanhos diferentes, animais deformados, coloração anormal, olhos e peles sem brilho, baixa imunidade.

A tecnologia de automação em processos de cadeia produtiva na aquicultura brasileira ainda sofre deficiências comparado às tecnologias de outros países. No entanto, no mercado brasileiro também existem equipamentos disponíveis para desenvolvimento de sistemas automatizados, como os controladores lógico programáveis e os microcontroladores, porém nem sempre se explora a capacidade máxima dos mesmos (CALIL, 2005).

Sendo assim, com a utilização de sistemas automáticos para o controle da ração, que seja acessível tanto para o pequeno produtor quanto a grandes produtores, está sendo de grande importância para o crescimento da piscicultura.

2.6 ALIMENTADORES EXISTENTES

Um dos métodos de alimentação já desenvolvidos é o cocho submerso que consiste em um reservatório de ração submerso onde a ração de dilui com o passar do tempo e assim os peixes vão se alimentando, porém essa técnica não é considerada adequada pois existe a perda de nutrientes da ração na água e também ocorre a contaminação da mesma quando a ração não é consumida por completo (BERNAUER, 2002).

Outro método que ainda vem sendo utilizado são os alimentadores automáticos convencionais, este é acionado de acordo com o temporizador pré-estabelecido, onde a ração é despejada com uma certa frequência e em quantidade padronizada, porém o tempo de alimentação dependerá das condições da água, espécie cultivada, e outros fatores, mas o ajuste do alimento no alimentador é feito manualmente pelo criador, fazendo uma reposição (ALMEIDA et al., 1996).

Martineli (2017) desenvolveu um alimentador automático que usava um controlador lógico programável que calculava a quantidade de ração de acordo com a média de peso vivo dos peixes e corrigia a oferta de ração com base no ganho de peso diário definido na conversão alimentar esperada.

Papandrolakis (2002) desenvolveu um sistema automático com o uso de controlador lógico programável (CLP), para controlar uma bomba peristáltica, onde oferece o alimento para o tanque de larvicultura de SeaBream, favorecendo o crescimento uniforme dos peixes.

Juell et al., (1993) utilizaram sensores hidroacústicos para detectar sobras de ração, e quando ocorre a sobra de ração os péletes enviam sinais para desligar o alimentador no cultivo de salmão, funcionando como sensores.

Anschau (2016) desenvolveu um alimentador automático para larvicultura de tilápias utilizando o microcontrolador arduino fornecendo o alimento parcelado e previamente programado e fazendo o uso de um motor redutor para o acionamento do dispensador de ração.

Valente et al. (2001) criaram um alimentador automático para alimentar trutas arco-íris, observando que a espécie se alimenta com mais frequência no período da manhã e do entardecer, e percebendo que o alimentador é mais eficiente, pois se alimentam em maior quantidade de ração, em relação a alimentação manual, melhorando o ganho de peso em 19%.

Agostinho (2010) desenvolveu um alimentador automático, que fornece ração em período já pré-definido, favorecendo o parcelamento da ração, por causa da alta frequência alimentar dos peixes de água doce.

Sánchez-Vazquez (1994) desenvolveu um mecanismo automático acoplado a um pêndulo de metal, a alimentação dos peixes funciona quando o peixe empurra o pêndulo para se alimentar e assim a ração é fornecida.

Mesmo com o avanço da aquicultura no Brasil, a grande maioria das criações na piscicultura o fornecimento de ração de forma manual em tanques ainda é mais comum, tendo por consequência falhas podendo trazer prejuízos.

A alimentação automatizada dos peixes proporciona uma maior eficiência no crescimento uniforme dos peixes, auxilia na produtividade e inversão sexual homogênea, devido a alimentação ser equilibrada e fracionada, sendo mais aproveitada (OLIVEIRA, 2010).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Visando as limitações do piscicultor em ter o controle do fornecimento de ração de seu viveiro como já exposto anteriormente, foi desenvolvido um alimentador capaz de fornecer ração em quantidade ajustada de acordo com a biomassa de cada tanque, conforme biometrias periódicas necessárias para a determinação dessas quantidades e a frequência de acordo com a temperatura adequada à alimentação da tilápia-do-nilo, podendo ser alimentada também durante o período noturno quando geralmente não há a presença do produtor para fornecer o alimento.

3.1 INSTALAÇÕES E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

O experimento ocorreu na cidade de Parnaíba-PI, em piscicultura experimental urbana, entre o período de 07 de Julho a 14 de julho de 2018, foram utilizados caixas d'água de 1000 litros com forma circular de 1m³, providas de sistema de recirculação, onde a renovação de água foi de 30% de 2 em 2 dias, utilizou-se bomba de máquina de lavar com vazão de 2000 litros por hora, e a respectiva reposição da água, oriunda de poço tubular presente no local.

A temperatura da água foi lida por um sensor de temperatura constituinte do alimentador de ração cuja informação em sua saída é um nível de tensão proporcional à temperatura do ambiente aquático em que se encontra, e utilizado pelo código-fonte no processo da temperatura de conforto dos peixes que é de 27 a 32°C como apontado por Kubitzka (2000a). O sensor foi colocado no tanque e verificou a temperatura a cada 1 minuto.

As tilápias foram obtidas de uma piscicultura comercial na cidade de Parnaíba-PI, a densidade inicial de peixes foi de 100 peixes/m³ com peso inicial em média de 72,95±16,33 gramas (média ± desvio padrão). A taxa de alimentação diária foi calculada de acordo com o peso vivo das tilápias, analisado através da biometria. Foi utilizada ração comercial industrializada do tipo extrusada de 3-4mm contendo os seguintes níveis de garantia segundo o fabricante: 40% de proteína bruta, 8% de umidade, 1,2% de cálcio e 0,6% de fósforo. O fornecimento de ração às tilápias com o uso do alimentador automático foi definido conforme os parâmetros de tempo, temperatura da água e quantidade de cada trato de acordo com ajuste no compartimento de ração do alimentador e de acordo com a biometria realizada.

3.2 PROTÓTIPO DESENVOLVIDO

O protótipo contém os seguintes elementos: reservatório de ração, motor de passo, fonte, conectores, sensor de temperatura, botão liga e desliga, compartimento de ração, relé, sensor óptico, LED's e um software de alimentação automática controlado pela plataforma microcontrolada Arduino UNO Atmega 328P.

3.3 DETALHES CONSTRUTIVOS

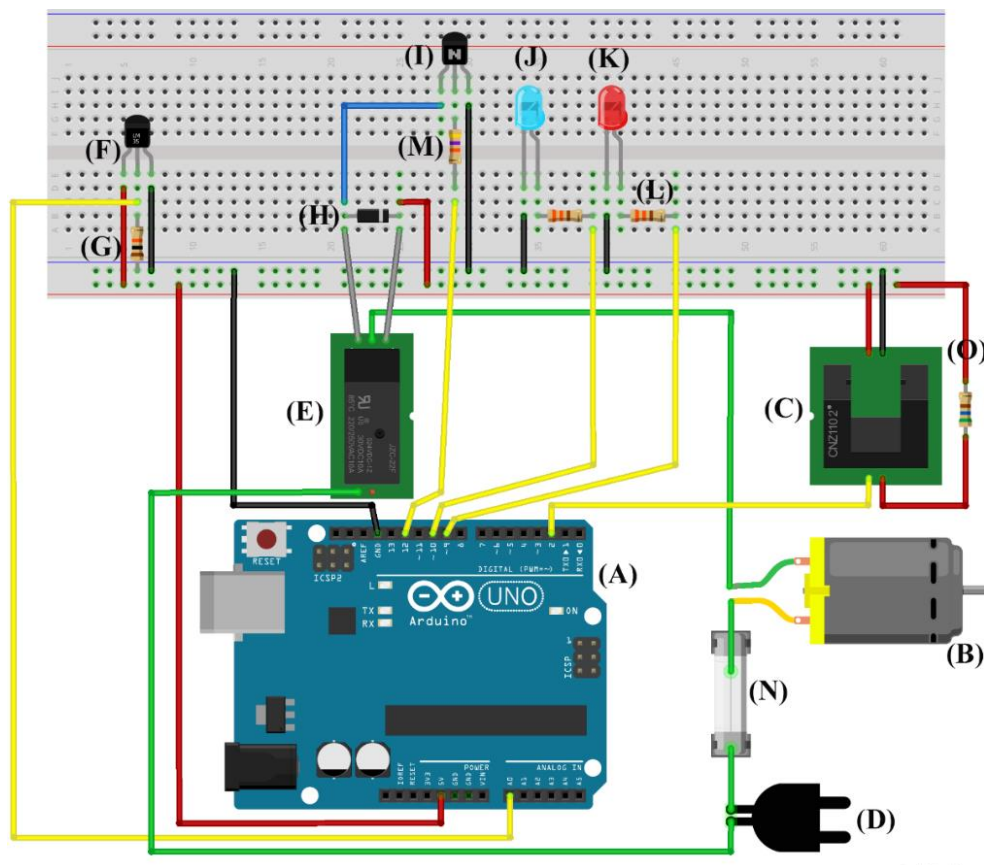
O alimentador automático consiste em um reservatório de ração com formato cilíndrico no qual despeja em intervalos pré-programados através do software. Na confecção do circuito, utilizou-se de um motor de passo (B) de corrente alternada, um transistor (I) BC548 necessário para chavear tensões vinda do relé, um resistor (M) de $4700 \Omega \pm 5\%$ para garantir a corrente no pino base do transistor, um diodo (H) 1N0047 para proteger contra qualquer corrente de retorno ao transistor, um sensor LM35 (F) para obter a temperatura da água, foi utilizado de um relé (E) de 5V para se ter o controle de tensão passada do motor para o esquema montado.

O arduino (A) foi escolhido por motivo de possuir características de processamento ideal para a contagem de tempo necessária para o sistema, usa correntes compatíveis com alguns periféricos usados e sua programação é simples e com disponibilidade de bibliotecas abertas para qualquer alterações exigidas.

A conexão do esquema foi feita da seguinte maneira, conforme a Figura 5: ligou-se um resistor no pino base do transistor e na porta digital 12 do arduino, o pino emissor do transistor foi ligado na porta GND do arduino e o pino coletor do transistor foi ligado em uma bobina do relé paralela ao normalmente aberto, no pino da bobina do relé paralelo ao pino normalmente fechado foi ligado na porta 5V do arduino, foi conectado o diodo em paralelo com os pinos das bobinas do relé, o pino 5V do sensor de temperatura LM35 foi ligado em 5V vindo do arduino, seu pino GND foi conectado ao mesmo do arduino e seu pino de sinal foi ligado na porta analógica zero do arduino passando o sinal através do resistor (G) de $10 K\Omega \pm 5\%$, o motor foi ligado diretamente na tomada com corrente alternada sendo um seus fios conectado ao pino comum e ao normalmente aberto do relé servindo como um disjuntor e o outro fio ligado no motor através de um fusível (N) de 0,5A, foi conectado um sensor óptico (C), onde seu pino de sinal foi ligado na porta digital 2 do arduino e também foi ligado a um

resistor (O) de 560Ω, recebeu 5V do arduino e também conectado seu pino negativo ao GND, além de 2 LED's que foram usados para representar a temperatura, um LED azul (J) que será acionado quando a temperatura da água estiver abaixo de 27°C e um vermelho (K) que será acionado quando a temperatura da água estiver acima de 32°C, ligados à dois resistores (L) de 330 Ω para controlar a resistência passada aos LED's.

Figura 5 - Esquema Ilustrado das conexões.



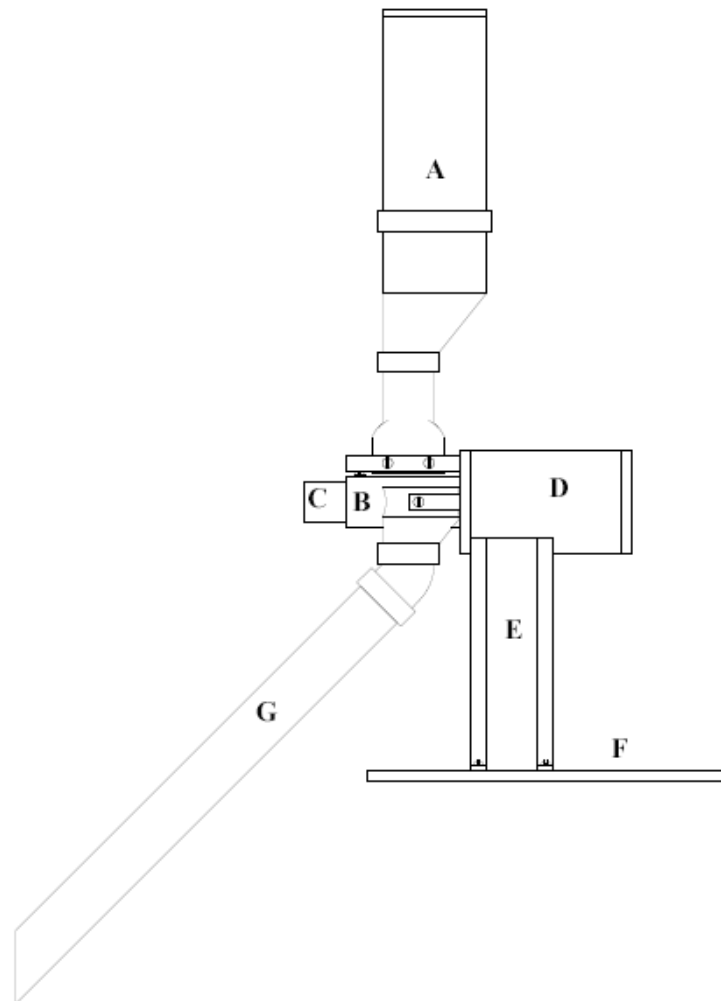
Fonte: Próprio Autor.

3.3.1 Descrição do alimentador automático de ração

O protótipo de alimentador automático de ração consiste em um reservatório cilíndrico (A) com capacidade de 1Kg de ração, e componentes eletromecânicos controlados por um software programado em linguagem C, que fornece a ração em intervalos pré-definidos pela função temporizador. Confeccionado com material em aço e tubos PVC, onde o reservatório possui uma saída em forma de funil chamado de tubo redutor de 100 x 50mm na qual é posicionado para a abertura do compartimento de ração (B), que é atrelado a outro

tubo redutor de 75 x 50mm, para que a ração passe por ele ao ser despejada servindo como um funil (G).

Figura 6 - Alimentador desenvolvido.



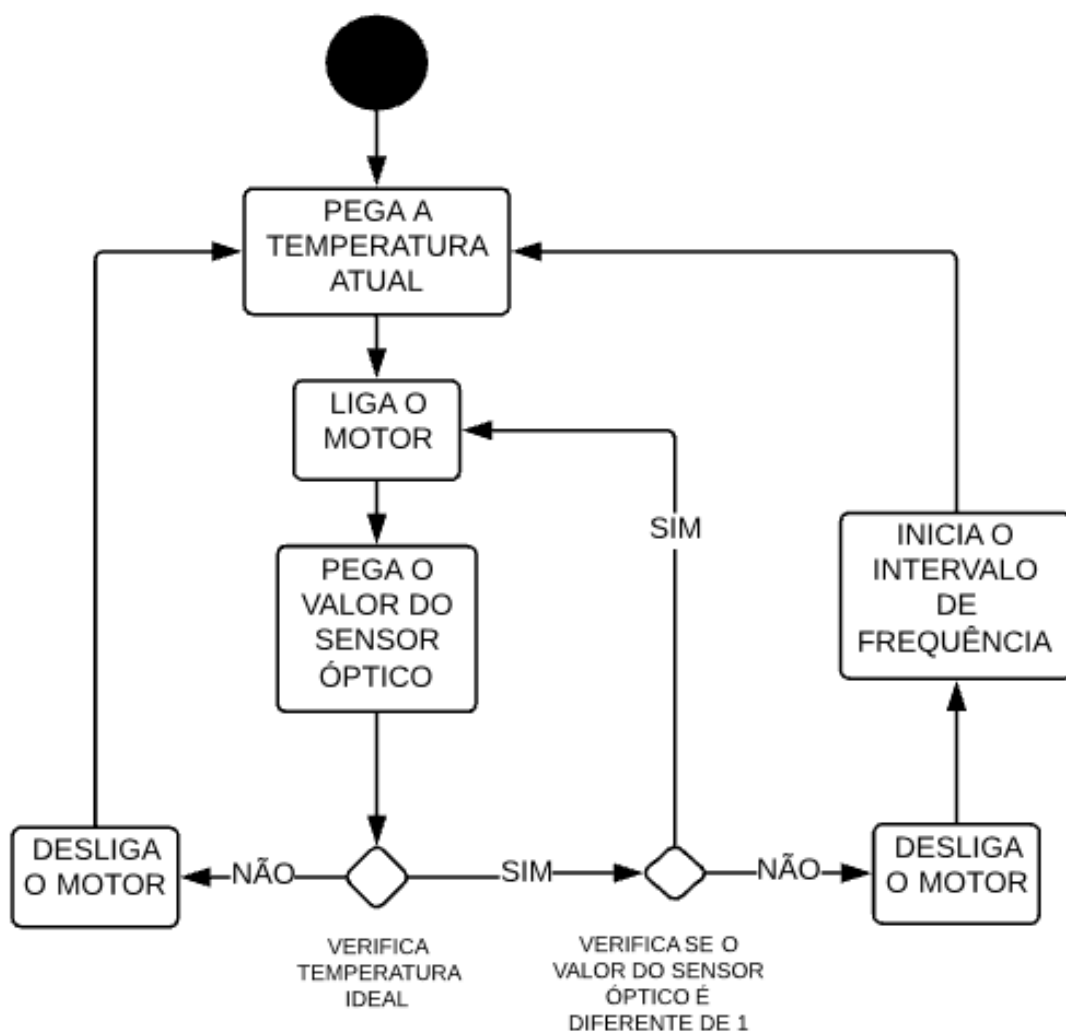
Fonte: Próprio Autor.

E toda essa estrutura é sustentado por uma estrutura de aço (E) acoplados a mesma com parafusos. O movimento de rotação para o fornecimento de ração é feito através do motor de passo que é conectado ao compartimento de ração por meio de um tubo luva de 50mm. O compartimento (D) é onde fica instalado a placa do circuito e o microcontrolador arduino, com um abertura de saída para os seus respectivos cabos de alimentação e para o sensor de temperatura LM35. Possui em regulador de quantidade de ração (C) para o compartimento de ração e uma base em MDF (F) para dar maior estabilidade.

3.4 DIAGRAMA DE ESTADOS DO PROGRAMA

O diagrama a seguir (Figura 7) mostra passo-a-passo as etapas que o algoritmo leva para se ter o controle do tempo, temperatura e momento ideal para o fornecimento da ração, fazendo o controle do motor a partir do relé.

Figura 7 – Diagrama de estados do programa desenvolvido.



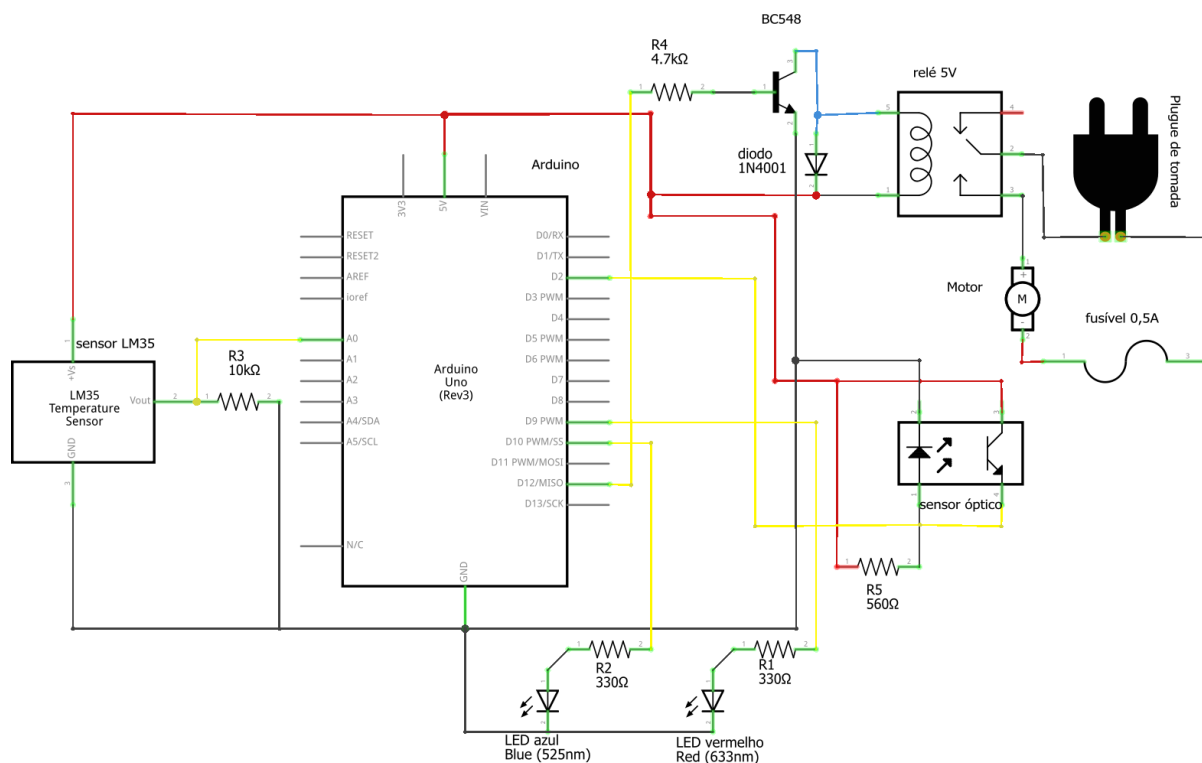
Fonte: Próprio Autor.

O diagrama mostra um ciclo entre as funções, tendo por base que o sistema será constantemente executado em loop infinito ou enquanto houver energia elétrica para alimentar o circuito, sempre fazendo as devidas verificações de temperatura para fornecer o alimento apenas quando a mesma estiver favorável, sendo verificada periodicamente conforme o tempo de intervalo de cada refeição.

3.5 ESQUEMA ELÉTRICO DO CIRCUITO CRIADO

O esquema montado observado na Figura 8, detalha com suas seguintes simbologias, como foi feito as conexões dos componentes usados, observando que o motor de passo foi conectado em corrente alternada através de um fusível de 0,5A para a proteção de curtos circuitos que possam acontecer acidentalmente.

Figura 8 - Esquema elétrico do circuito desenvolvido.



Fonte: Próprio Autor.

O microcontrolador Arduino Atmega 328P (Figura 8) ligado ao transistor BC548 serve como uma chave para o acionamento do relé, também conectado em corrente alternada. O sensor ligado em 5V através de um resistor de 560Ω, faz o controle de parada do motor, enviando sinal de 0 ou 1 ao arduino, sendo o valor sinalizado com 0 quando motor estiver em movimento e um quando o motor parado é sinalizado com 1, ou seja, quando ocorre uma barreira entre o led infravermelho e o fototransistor do sensor óptico interrompendo o feixe de luz entre eles, o mesmo envia sinal 1 servindo como uma chave de fim de curso.

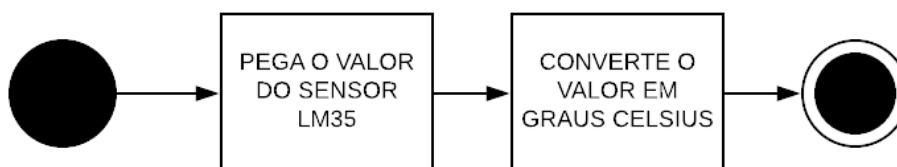
3.6 PROGRAMA DESENVOLVIDO

O programa foi desenvolvido na linguagem C utilizando a IDE Arduino na versão 1.8.5. O código-fonte criado (APÊNDICE A) foi constituído da seguinte forma: inicialmente foram criadas e atribuídas as variáveis temperaturaLida, rele, tempo, ledFrio, ledQuente, optico e a constante sensorTemperatura, todas do tipo inteiro com os respectivos valores, 0, 12, 0, 10, 9, 2 e 0.

Durante todo o código foi utilizado a comunicação serial para mostrar os valores no terminal serial da IDE utilizando a taxa de envio de 9600 bit por segundo. Logo após na função setup é feita as definições das portas como entrada e saída, sendo OUTPUT para saída e INPUT para entrada de sinal.

Em seguida na função temperatura é atribuído o valor lido pelo sensor conectado à porta analógica e o mesmo valor é convertido em temperatura, pois o sensor de temperatura LM35 recebe o sinal em milivolts que é proporcional a temperatura em graus celsius.

Figura 9 – Diagrama de estados da função temperatura.

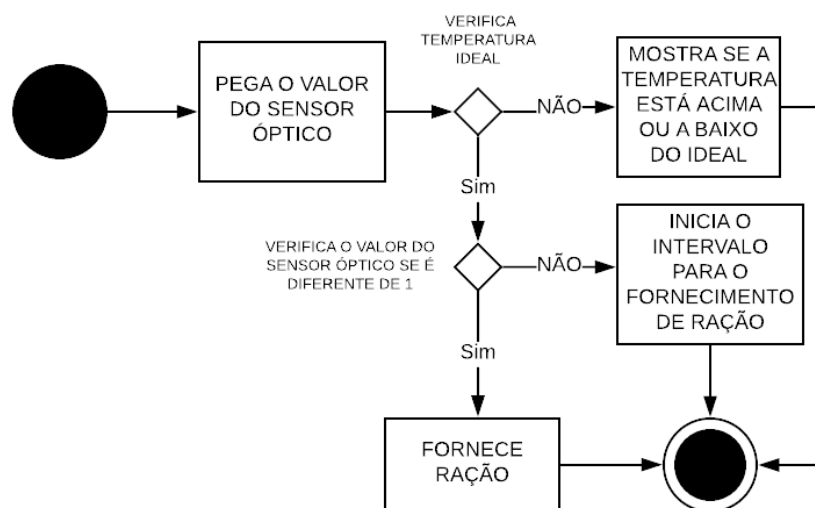


Fonte: Próprio Autor.

A seguir na função temporizador é inicializado a variável tempo em 0 para que seja sempre zerada quando a função for chamada, logo após o relé é acionado e o motor ligado consequentemente.

É criada uma variável inteira chamada sinalOptico para armazenar o valor lido do sensor óptico, é feita a verificação da temperatura de conforto para a alimentação da tilápia e se está dentro do ideal, no caso de o sensor óptico enviar valor diferente de 1, o relé é acionado e o alimento é despejado, caso contrário, o relé não é acionado e o motor é interrompido, nesse período inicia-se a contagem de intervalo de cada refeição que depende da quantidade de taxa de alimentação diária que aquele trato recebeu.

Figura 10 - Diagrama de estados da função temporizador.



Fonte: Próprio Autor

Logo após o tempo acabar o relé é acionado novamente por 2 segundos na condição do sinalOptico igual a 1, neste caso, para que a paleta saia do sensor óptico e o motor rotacionará para a alimentação e despejo de ração até que dê uma volta completa até o sensor óptico novamente.

A condição de parada adotada para o motor foi a de no instante em que o sensor óptico emite sinal 1 sempre que seu feixe de luz é interrompido pela paleta acoplada ao compartimento de ração.

A espera de 2 segundo de saída da paleta do sensor, foi a solução usada para que o motor saia do seu ponto de inércia, pois se não tivesse, sempre que chegasse a hora de alimentar as tilápias e ocorresse a tentativa de religação do relé, ele voltaria ao seu estado de normalmente fechado antes que o a paleta saísse do sensor óptico, assim o motor não iria ser acionado.

Para a identificação do status da temperatura, foram feitos a verificação da temperatura atual a cada 1 minuto, onde o led azul será ligado quando a temperatura estiver abaixo de 27°C e o led vermelho quando estiver acima de 32°C, se não, os leds permanecem desligados, e em ambas as condições é feito o desligamento do relé para que não seja feito despejamento da ração em temperaturas inadequadas.

Em seguida é feita as chamadas das funções temperatura e temporizador na função loop, que é executada enquanto o arduino estiver sendo alimentado.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foi analisado a eficiência do protótipo em relação ao fornecimento de ração avaliando se o despejo de ração manteve uma média aceitável, quantificando cada trato em gramas observando as variações de peso, e foi observado a adaptação da tilápias na alimentação em questão do ganho de peso e aumento de tamanho em 7 dias.

4.1 CÁLCULO DO VOLUME DO RESERVATÓRIO DE RAÇÃO

Como o reservatório de ração possui forma cilíndrica e parte tronco de cone, foi usado as seguintes fórmulas:

$$Vc = \pi * r^2 * h$$

Para calcular a área do cilindro, em que Vc é o volume do cilindro, π é uma constante com valor aproximado a 3,14, r é o raio do cilindro e h é a altura do cilindro e a fórmula:

$$Vt = \frac{(\pi * h)}{3} * (r^2 + r * R + R^2)$$

Para o tronco de cone. Logo, foi obtido os valores r = 5cm e h = 28cm do cilindro. Substituindo os valores na fórmula:

$$Vc = 3,14 * 5^2 * 28$$

Com isso obteve-se o valor do volume do reservatório de ração, em que

$$Vc = 2198cm^3$$

Para encontrar o volume do tronco de cone utilizando a formula de Vt citada acima, primeiramente foi obtido os dados, onde h é 5,5cm de altura do tronco de cone, r é 2,5cm para o raio menor, R sendo 5cm de raio maior e também utiliza a constante π , aplicando os valores na formula fica:

$$Vt = \frac{(3,14 * 5,5)}{3} * (2,5^2 + 2,5 * 5 + 5^2)$$

Resultando em:

$$Vt = 251,85cm^3$$

Para obter o volume total do reservatório somou-se os valores encontrados em Vc e Vt, Dessa forma em que V é o volume do reservatório:

$$V = 2449,85cm^3$$

4.2 CÁLCULO DO VOLUME DE RAÇÃO NO RESERVATÓRIO

Foi realizado uma amostragem de 260g de ração preenchendo até a altura de 8cm do reservatório de ração, com base nesse dados, considerando o mesmo raio e fórmula anterior, foi calculado o volume com base nessa amostra. Logo, foi feito o seguinte cálculo:

$$V = 3,14 * 5^2 * 8$$

No qual o resultado para o volume amostral é:

$$V = 628cm^3$$

Observando que em 628cm³ pode-se armazenar um total de 260g, foi feita uma relação com o valor encontrado no volume total do reservatório de ração para adquirir a capacidade de volume de ração no reservatório. Com isso, foi calculado:

$$628 * Vr = 260 * 2449,85$$

Onde Vr é o volume de ração. Resolvendo a equação foi encontrado:

$$Vr = 1014,27g$$

Que em quilos corresponde em:

$$Vr = 1,01427Kg.$$

4.3 CÁLCULO DO VOLUME DE RAÇÃO NO COMPARTIMENTO DE RAÇÃO

O compartimento de ração possui forma cilíndrica e também foi utilizado a fórmula:

$$V = \pi * r^2 * h$$

Para obter o seu volume. Com isso, foi coletado os dados para r = 2,5cm e h = 6cm, aplicando os valores na fórmula, temos:

$$V = 3,14 * 2,5^2 * 6$$

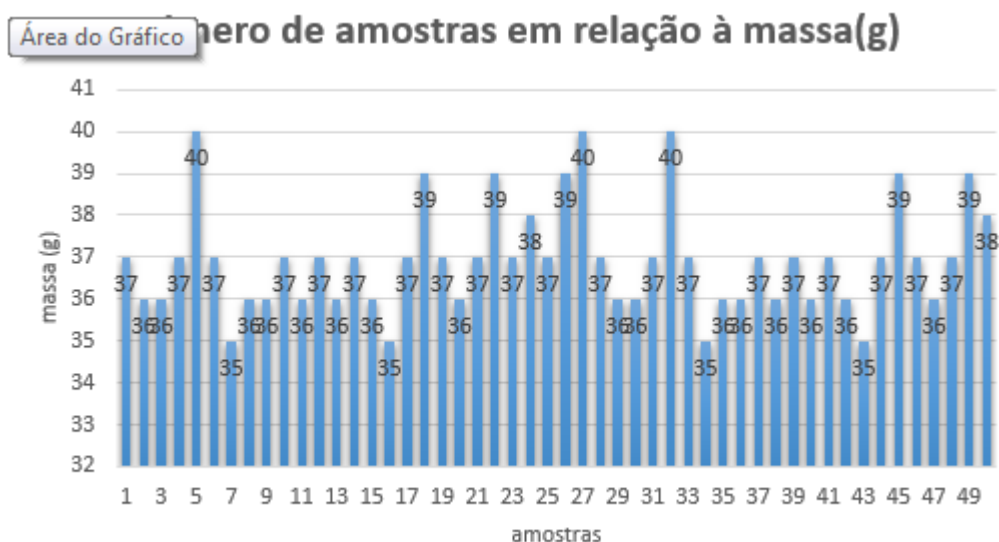
Logo, o compartimento de ração possui uma capacidade de volume máximo de:

$$V = 117,75cm^3$$

4.4 TESTE DE CONFIABILIDADE E PRECISÃO DO ALIMENTADOR

O protótipo foi submetido a realizar 50 amostras de ração a cada 2 minutos para avaliar a massa da ração despejada, e foi comparada a massa de ração esperada de acordo com o compartimento de ração ajustado para 40g, foi utilizado 2kg de ração no reservatório.

Figura 11 – Gráfico referente ao número de amostras em relação a massa.



Fonte: Próprio Autor.

Os dados obtidos na coleta das amostras foram submetidos aos cálculos de variância e desvio padrão para encontrar a medida de dispersão que as amostras estão da média.

O gráfico mostra a média dos valores coletados e relaciona o número de observações à quantidade em gramas de ração de cada amostra e destaca o desvio padrão no valor de 1,3 para mais e para menos em relação à média, e pode ser analisado que a maioria dos valores das amostras estão sempre próximo à linha de tendência.

Observa-se que o valor do desvio padrão é considerável satisfatório, pois encontra-se próximo da média, atingindo um nível admissível de confiança. Foi observando os dados de Anschau (2016) que coletou 50 amostras de ração no seu protótipo de alimentador automático e obteve um desvio padrão de 0,73 com média de 12,93.

Tabela 1 – Dados das 50 amostras em relação a massa da ração despejada pelo alimentador

Variável	Nº de Amostra	Média	Peso máximo da amostra (g)	Peso mínimo da amostra (g)	Massa Total (Kg)	Desvio Padrão
Ração	50	37	40	35	2	1,3

Fonte: Próprio Autor.

Neste caso, foi necessário a coleta de 50 amostras para que seja despejado 2Kg de ração por completo. Logo, a tabela mostra a variação dos valores máximo e mínimo da

pesagem das amostras coletadas, observando este intervalo e a média, pode-se verificar a precisão de ração fornecida atentando que o compartimento de ração foi ajustado para 40g.

4.5 TESTE PRÁTICO NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE TILÁPIAS

O teste teve como objetivo avaliar o desempenho da tilápia em relação a alimentação com frequência pré-programada fazendo o uso do alimentador automático, verificando as variáveis peso e tamanho no final do experimento onde as médias corresponderam inicialmente a 72,95g e 16,13cm respectivamente.

4.5.1 Taxa de arraçoamento para 100 juvenis de tilápias.

Foi realizado a biometria com a coleta de amostra de 20 peixes representando 20% do total de peixes no tanque. As tilápias arrecadadas da amostras foram pesadas individualmente em balança digital de precisão da marca Xtrad e modelo SF-400, após a pesagem foram devolvidas ao viveiro. Com o registro dos dados da pesagem foi calculado a média de peso do tratamento para ajustar a quantidade de ração a ser fornecida diariamente.

Com base nas recomendações de Kubitzka (2000b) a taxa de arraçoamento ou taxa de alimentação diária, foi de 4% do peso vivo para a média de peso entre 60 a 80g oferecendo 300g de ração por dia dividida em 6 frequência com 50g em cada trato. Em casos de espécies onívoras como as tilápias as quais apresentam estômago reduzido em relação as espécies carnívoras, existe a necessidade de fornecimento de ração com maior frequência (PEZZATO et al. 2004).

Tabela 2 – Dados iniciais do experimento para o trato de 100 Juvenis de tilápia-do-nilo.

Juvenis de Tilápias (unid.)	Peso Médio Inicial (g)	Desvio Padrão Inicial (g)	Tamanho médio Inicial (cm)	Taxa de Arraçoamento (% PV)	Ração Diária (g)	Frequência Alimentar (vezes)	Ração por Trato (g)
100	72,95	16,33	16,13	4	300	6	50

Fonte: Próprio Autor.

Assim como Castro et. al (2014) e Carmelin Junior (2014b) obtiveram resultados dos seus alimentadores automáticos através da conversão alimentar, que é a situação em que um

animal é submetido a avaliação de ganho ou perda de peso de acordo com a quantidade de alimento consumida, por exemplo, se um peixe se alimenta de 10g de ração, verifica-se se as 10g consumidas foram correspondidas em 10g de peso ganho. Depois de 7 dias de experimento com o alimentador fornecendo ração, foi feito novamente a biometria de 20% do total de peixes no tanque para verificar a média de peso final e avaliar o desempenho de ganho de peso e tamanho.

A quantidade de ração fornecida (QRD) recomendada por Kubitza (2000b) foi aprovada com base em cálculos, fazendo a multiplicação do ganho de peso final (GPF) em gramas (para se ter uma base de ganho de peso com o uso do alimentador) pela taxa de alimentação (TA), logo:

$$QRD = GPF * TA$$

E o ganho de peso diário foi estimado fazendo o uso da mesma multiplicação do peso total pela taxa, dividido pela conversão alimentar esperada (CAE) conforme Carmelin Junior (2014).

$$GPD = \frac{GPF * TA}{CAE}$$

Tabela 3 – Dados finais para o trato de 100 Juvenis de tilápia-do-nylo.

Juvenis de Tilápias (unid.)	Peso Médio Final (g)	Desvio Padrão final (g)	Ganho de Peso Total (g)	Tamanho Médio Final (cm)
100	75,95	14,53	1012,66	16,60

Fonte: Próprio Autor.

Fazendo o uso da primeira fórmula (QRD) verificou-se que a quantidade de ração a ser fornecida diariamente se confirmou em aproximadamente em 303,8g. E o ganho de peso em 7 dias foi de 1012,66g para o total de 100 peixes, considerando que as tilápias obtêm um ganho de peso total aproximado em 1012,66g por semana.

Em boas condições da água, cada unidade de tilápias atingem em média 500g em 4 a 5 meses, valor considerado ideal para a despesca, onde o peixe atinge peso comercial, sendo o peso máximo estimado para o sistema super intensivo onde é possível estocar um total de peixes em 25 a 70g por m³ de acordo com Kubitza (2000b).

O peso ganho da tilápias é de aproximadamente 40,51g por mês, podendo ser estipulado em 202,53g para 5 meses nas condições em que se encontrava o ambiente de

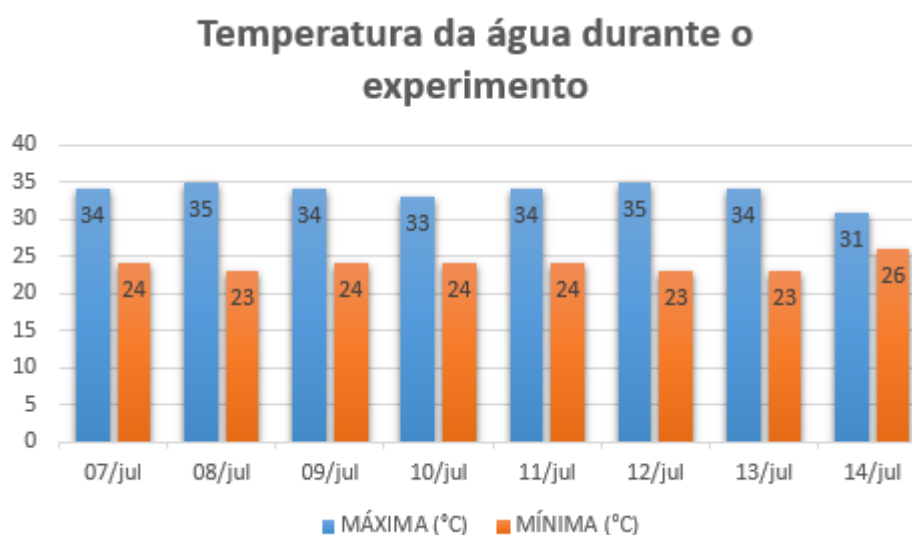
vivencia dos peixes. Durante o experimento não foram avaliados os níveis de qualidade da água como o oxigênio dissolvido na água, o ph, a amônia e a salinidade, elementos que também influenciam no desempenho alimentar do animal.

4.6 VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DA ÁGUA DURANTE O EXPERIMENTO

Durante o experimento foi coletada a temperatura da água em horários diferente para fazer o balanceamento em máxima e mínima que a temperatura da água atingiu.

A temperatura foi coletada durante os horário de 07:00, 12:00 e 17:00, onde as mínimas naturalmente apresentaram nos inícios das manhãs e fins de tarde. Com o uso do alimentador sendo feito apenas durante o dia.

Figura 12 – Temperatura máxima e mínima durante o experimento.



Fonte: Próprio Autor.

A temperatura ambiente na cidade de Parnaíba - PI se manteve na maior parte do dia em medidas favoráveis aos peixes mostrando que a região tem recursos naturais adequados à tilapicultura, favorecendo a criação comercial durante todo o ano.

A alimentação das tilápias normalmente se dá em condições mais quentes, porém é possível que se alimentem em temperatura de até 20°C ainda em condições ideais da água, no entanto, a grande maioria das tilápias têm seu apetite reduzido em faixas de temperatura baixas, podendo conter sobras de ração que é prejudicial à água.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protótipo desenvolvido atendeu as demandas do piscicultor diminuindo seu esforço físico, sem a necessidade de estar frequentemente oferecendo ração, possibilitando o controle da quantidade de a ser fornecida.

O sistema permitiu que o alimento fosse fracionado e pré-programado de acordo com a demanda necessária e não interferiu de forma negativa no ganho de peso e tamanho do animal. O resultado final de aproximadamente 4Kg de peso total de 100 tilápia sem 1 mês, pode-se considerar satisfatório, pois a variáveis de qualidade da água, em questão de oxigênio dissolvido, ph, amônia e salinidade não foram avaliados durante o experimento, podendo interferir no desempenho dos peixes reduzindo o apetite para alguns, caso as mesmas não estejam em boas condições para o bem estar do animal, sem falar que a temperatura da água variou durante o dia, chegando às vezes em intervalos desfavoráveis à alimentação.

A ausência da presença humana no cultivo de tilápias-do-nilo diminuiu o estresse dos animais fazendo com que se alimentassem regularmente obtendo ganho de peso, consequentemente o lucro ao produtor.

Para trabalhos futuros, vale salientar que o microcontrolador arduino possui outras portas de entrada e saída, o que possibilita a adição de componentes, como por exemplo, sensor de ph, sensor de oxigênio dissolvido, entre outros, fazer a utilização de um módulo para conexão com rede sem fio para transmissão de informações de status do viveiro para o produtor, além do desenvolvimento de um campo de interação amigável ao piscicultor, seja através de monitores ou painéis para se ter uma melhor interação homem máquina.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, C. A. **Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos em geral**. 2010.

ALBUQUERQUE, D. M. et al. **Probióticos em dietas para tilápia do Nilo durante a reversão sexual**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 43, n. 8, p. 1503–1508, 2013.

ALMEIDA, G. F. DA S.; MARCELINO, M., A.; CASTAGNOLLI, N. **Controlador Automático para Piscicultura em Tanques Artificiais**. II Congresso Latino Americano de Ingenieria Agrícola, Bauru, SP, n. 1, p. 246, 1996.

ANSCHAU, S. P. **Protótipo de alimentador automático para a larvicultura da tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. p. 49, 2016.

AQUACULTURA, B. **Equipamentos para piscicultura**. Disponível em: <<http://www.beraqua.com.br>>. Acesso em: 5 fev. 2018.

AQUACULTURE, B. **Anuário Peixes BR da Piscicultura 2018**. Disponível em: <<http://www.aquaculturebrasil.com/2018/02/19/peixe-br-lanca-o-anuario-da-piscicultura-2018/>>. Acesso em: 3 fev. 2018.

BALDISSEROTTO. B.; L., C. G. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. [s.l: s.n.].

BARROS, M. M. et al. **Digestibilidade Aparente de Fontes Energéticas pela Tilápia do Nilo**. Simpósio Brasileiro de Aquicultura, Florianópolis, SC, 1988.

BATISTA, R. E. **Sistemas semi-intensivo e intensivo de peixes**. Disponível em: <<http://www.emparncaico.com/2012/03/sistemas-semi-intensivo-e-intensivo-de.html>>Acessado em 18 de maio de 2018.

BEERLI, E. L.; LOGATO, P. V. R. **Peixes de importância para a piscicultura brasileira**. Disponível em: <<http://www.editora.ufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol65.pdf>>. Acesso em: 20

nov. 2017.

CALIL, B. M. **Automação de piscicultura em tanques artificiais.** [s.l.] Universidade de Taubaté, 2005.

CARMELIN JUNIOR, C. A. **Sistema automatizado de alimentação de juvenis de tilápia.** [s.l.] Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014a.

CARMELIN JUNIOR, C. A. [UNESP]. **Sistema automatizado de alimentação de juvenis de tilápia.** Aleph, p. vii, 36 : il., il.tabs, 2014b.

CASTRO, C. S. ET AL. **Polyculture of frogs and tilapia in cages with high feeding frequency.** Aquacultural Engineering, v. 61, p. 43–48, 2014.

ENCARNAÇÃO, R. J. J. **Análise do perfil de ácidos gordos de camarinha, Palaemonetes varians.** [s.l.] Universidade Técnica de Lisboa, 2013.

FAO. **Global Aquaculture Production.** Disponível em:
<<ftp://ftp.fao.org/FI/STAT/summary/a-0a.pdf>>. Acesso em: 8 dez. 2017.

FURUYA, W. M. **Tabelas brasileiras para nutrição das Tilápias.** Toledo: GFM, p. 100, 2010.

JUELL, J. E.; WESTERBERG, H. **An ultrasonic telemetric system for automatic positioning of individual fish used to track Atlantic Salmon in sea cage.** Aquacult. Eng., v. 12, p. 1–18, 1993.

KUBITZA, F. **Qualidade do alimento, qualidade da água e manejo alimentar na produção de peixes.** [s.l.] CBNA Piracicaba, 1997.

KUBITZA, F. **Tilápias : Qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e sanidade – Parte I.** Panorama da Aquicultura, v. 10, p. 1–11, 2000a.

KUBITZA, F. **Tilápias Manejo Nutricional e Alimentar**. Panorama da Aquicultura, 2000b.

KUBITZA, F. **Aquicultura no Brasil. Panaroma da Aquicultura**. v. 25, p. 10–23, 2015.

LEKANG, O. **Aquaculture engineering**. Blackwell Publishing Ltd, p. 340, 2009.

LOVSHIN, L. . **Tilapia farming: a growing worldwide aquaculture industry**. [s.l.] CBNA Piracicaba, 1997.

MARTINELLI, G. M. **Automação do fornecimento de ração e fracionamento da ração diária para tilápias criadas em ambiente controlado com dieta balanceada**. p. 11–22, 2017.

MIHELAKAKIS, A.; TSOLKAS, C.; YOSHIMATSU, T. **Optimization of feeding rate of hatchery- produced juvenile gilthead sea bream *Sparus aurata***. Journal of the World Aquaculture Society, v. 33, n. 2, p. 169–175, 2002.

MPA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**. Brasília: MPA, p. 128, 2011.

MPA. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura – 2011**. Disponível em: <http://www.pesca.sp.gov.br/noticia.php?id_not=12963>. Acesso em: 12 dez. 2017.

MTP. **Manual Técnico Piscicultura Tropical de Água Doce**. Mogiana Alimentos, Campinas, SP, 2002.

OLIVEIRA, F. A. **Taxas e intervalos de alimentação na produção de tilápias em tanque-rede com dispensador automático de ração**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista Botucatu, 2007.

OLIVEIRA, L. C. **Altas frequências de arrazoamento nas fases iniciais da criação de tilápias em hapas**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

PAPANDROLAKIS, N. **Na automated feeding system for intensive hatcheries**. Aquacult.

Eng, p. 14–26, 2002.

PEZZATO, L. E. .; CYRINO, J. E. P. .; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M.;
CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva.**
[s.l: s.n.].

POLPA, T. J.; PHELPS, R. P. **Status report to commercial tilapia producers on monosex
fingerling productions techniques.** [s.l: s.n.].

POPMA, T. J.; LOVSHIN, L. . L. **Worldwide prospects for commercial production of
tilapia.** [s.l.] Alabama: International Center for Aquaculture and Aquatic Environments, 1996.

POPMA, T. J.; MASSER, M. **Tilapia life story and biology.** [s.l.] SRAC Publication,
Mississippi State University, 1999.

ROTTA, M. A.; QUEIROZ, J. F. **Boas práticas de manejo (BPMs) para produção de
peixes em tanques-redes.** n. 47, 2003.

SÁNCHEZ- VAZQUEZ, F. J. **Design and performace of an accurate demand feeder for
the study of feededing behavior in Sea Bass, Dicentrarchus labrax L.** *Physiol. Behav*, v.
56, p. 789–794, 1994.

SCHNAITTACHEIR, G.; KING, W.; BERLINSKY, D. L. **The effects of feeding frequency
on growth of juvenile Atlantic halibut, Hippoglossus hippoglossus L.** *Aquac. Int.*, v. 36, p.
370–377, 2005.

SOUZA. **Piscicultura em tanques SR.** Disponível em:

<<http://www.criacaodepeixes.com/como-criar-peixes-em-caixas-dagua>>. Acesso em: 19
maio. 2018.

SUGANUMA, C. H. **Caracterização de estoques de tilapia do Nilo (*Oreochromis
niloticus*) através do uso de microssatélites.** [s.l.] Universidade Estadual Paulista,
Jaboticabal, 2004.

VALENTE, L. M. P. ET AL. Feed intake and growth of fast and slow growing strains of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed by automatic feeders or by self - feeders.
Aquac, v. 195, p. 121–131, 2001.

APÊNDICE A – Código-fonte desenvolvido para o alimentador

```
const int sensorTemperatura = 0; //define a porta analógica 0
unsigned int temperaturaLida = 0; // define temperaturalida como variavel inteira
int tempo = 0; // define tempo como variavel inteira
int rele = 12; //define a porta 12 para controle do relé
int ledFrio = 10; //define a porta digital 10 para o led que representa a água fria
int ledQuente = 9; //define a porta digital 9 para o led que representa a água quente
int optico = 2; // define a porta digital 2 para o sensor optico

void setup() {
  //inicia a porta serial com taxa de transmissão de 9600 bits por segundo
  Serial.begin(9600);
  //define as portas como entrada e saída
  pinMode(rele, OUTPUT);
  pinMode(ledFrio, OUTPUT);
  pinMode(ledQuente, OUTPUT);
  pinMode(optico, INPUT);
}

void temperatura(){
  //atribui o valor lido pelo sensor conectado a porta analógica
  temperaturaLida = analogRead(sensorTemperatura);
  // transforma a voltagem em proporção a temperatura
  temperaturaLida = (500 * temperaturaLida) / 1024;
  Serial.println(" temperatura lida:...");
  Serial.print(temperaturaLida);
  Serial.println("°C");
  delay(500);
}

void temporizador(){
  tempo = 0;
  digitalWrite(rele, HIGH); // aciona o rele e liga o motor
```

```

int sinalOptico = digitalRead(optico); //atribui o valor lido do sensor optico
Serial.print(" Valor do sensor OPTICO:");
Serial.println(sinalOptico);

if((temperaturaLida >=27) && (temperaturaLida <=32)){ //verifica a faixa ideal de
temperatura para alimentar
    Serial.println(" Temperatura ADEQUADA! \n");
    if(sinalOptico != 1){ //sensor óptico com sinal 0 quando paleta está fora do sensor
        digitalWrite(rele, HIGH); //aciona o rele e liga o motor

    }else{ //sensor optico com sinal 1 quando paleta está dentro do sensor
        digitalWrite(rele, LOW); //desaciona o rele e desliga o motor
        Serial.print(" tempo de 5 segundos \n");
        while(tempo < 7200){ //Inicia pausa de 7200 segundos = 2 horas
            tempo = tempo + 1; //Soma mais 1 no valor atual do tempo
            delay(1000); //Espera 1 segundo

            Serial.println(String(tempo)); // mostra o tempo
        }
    }
}

if(sinalOptico == 1){
    digitalWrite(rele, HIGH);
    delay(2000);
}

if((temperaturaLida < 27)){
    digitalWrite(ledFrio, HIGH); //aciona o led para indicar que a temperatura da água está
fria
    digitalWrite(rele, LOW); //desaciona o rele e desliga o motor
    Serial.println(" Temperatura da agua esta fria!!");
    delay(60000); // 1 minuto = 60.000 milissegundos tempo de espera para
reavaliar a temperatura da água

```

```
}else if((temperaturaLida > 32)){
    digitalWrite(ledQuente, HIGH); //aciona o led para indicar que a temperatura da água
está quente
    digitalWrite(rele, LOW); //desaciona o rele e desliga o motor
    Serial.println(" Temperatura da agua esta quente!!");
    delay(60000);          // 1 minuto = 60.000 milissegundos tempo de espera para
reavaliar a temperatura da água
}else{
    digitalWrite(ledFrio, LOW); //desliga o led frio
    digitalWrite(ledQuente, LOW); //desliga o led quente
} //fim else
} //fim temporizador

void loop() {
    Serial.print(" inicio do metodo LOOP\n");
    temperatura();          //chamada da função temperatura
    temporizador();        //chamada da função temporizador
}
```

APÊNDICE B – Alimentador construído

Alimentador vista lateral



Vista do painel de conexões

