

Everaldo Barbosa da Silva Júnior
Orientador: Ivenilton Alexandre de Souza Moura
Coorientador: Antônio Hosmylton Carvalho Ferreira

**MEUPEIXE: SISTEMA EMBARCADO E APLICATIVO MOBILE DE GERÊNCIA DA
PRODUÇÃO AQUÍCOLA**

Picos - PI
29 de Junho de 2021

Everaldo Barbosa da Silva Júnior
Orientador: Ivenilton Alexandre de Souza Moura
Coorientador: Antônio Hosmylton Carvalho Ferreira

**MEUPEIXE: SISTEMA EMBARCADO E APLICATIVO MOBILE DE GERÊNCIA DA
PRODUÇÃO AQUÍCOLA**

Trabalho de Conclusão de Curso –
TCC submetido ao Curso de
Bacharelado em Sistemas de
Informação como requisito parcial
para obtenção de grau de Bacharel
em Sistemas de Informação.

Universidade Federal do Piauí
Campus Senador Helvídio Nunes de Barros
Bacharelado em Sistemas de Informação

Picos - PI
29 de Junho de 2021

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Campus Senador Helvídio Nunes de Barros
Biblioteca Setorial José Albano de Macêdo
Serviço de Processamento Técnico

S586m Silva Júnior, Everaldo Barbosa da
Meupeixe: sistema embarcado e aplicativo mobile de gerência da
produção aquícola / Everaldo Barbosa da Silva Júnior – 2021.

Texto digitado

Indexado no catálogo *online* da biblioteca José Albano de Macêdo-
CSHNB

Aberto a pesquisadores, com as restrições da biblioteca

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal
do Piauí, Bacharelado em Sistemas de Informação, Picos-PI, 2021.

“Orientador: Ivenilton Alexandre de Souza Moura”

1. Aplicativo mobile. 2. Arraçoamento. 3. Biometrias. 4. Piscicultura.
5. Água-qualidade. 6. Sistema embarcado-Tecnologia. I. Moura,
Ivenilton Alexandre de Souza. II. Título

CDD 005

Maria José Rodrigues de Castro CRB 3: CE-001510/O



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS SENADOR HELVÍDIO NUNES DE BARROS
Curso de Sistemas de Informação



ATA DE APRESENTAÇÃO DE MONOGRAFIA

Período: 2020.2

Livro: 22, Folha: 03

Instala-se nesta data, 29 de junho de 2021, a Banca Avaliadora da Monografia apresentada pelo(a) Acadêmico(a) Everaldo Barbosa da Silva Júnior, sob o tema: "Meupeixe: Sistema Embarcado e Aplicativo Mobile de Gerência da Produção Aquícola", orientado(a) por mim Ivenilton Alexandre de Souza Moura, composta pelos professores Leonardo Pereira de Sousa e Alan Rafael Ferreira dos Santos, presidida por mim, Ivenilton Alexandre de Souza Moura nos termos do Regimento Interno do Curso de Sistemas de Informação e das normas pertinentes em vigor, como cumprimento do que estabelece a Matriz Curricular e o Projeto Pedagógico do Curso de Sistemas de Informação, devidamente aprovado pela UFPI. Para o que se estabelece:

- O Concluinte disporá de no mínimo 15 (quinze) minutos e no máximo 25 (vinte e cinco) minutos para a apresentação de sua produção, para o que se solicita a não interferência;
- Os componentes da Banca, encerrada a apresentação, disporão de até 25 (vinte e cinco) minutos para a arguição, para cada componente;
- Não será permitida nenhuma manifestação da parte da plenária, antes que seja declarada encerrada a sessão.

Declaramos aberta a sessão, oportunidade em que passamos a palavra ao concluinte para sua exposição, alertando-o para o tempo já anunciado.

APÓS ANÁLISE, CONSIDERA O(A) CONCLUINTE **EVERALDO BARBOSA DA SILVA JÚNIOR**, COM CONCEITO/NOTA 7,5, (X) APROVADO () APROVADO COM RESSALVA () REPROVADO. CASO SEJA UMA DAS DUAS PRIMEIRAS OPÇÕES O CONCLUINTE FICA CONDICIONADO AO PLENO CUMPRIMENTO DAS PROPOSIÇÕES ANUNCIADAS PELA BANCA, NO PRAZO MÁXIMO DE 10 DIAS A CONTAR DESTA DATA, COMO TEMPO MÁXIMO PARA ENTREGA DA VERSÃO FINAL NA COORDENAÇÃO DO CURSO. O NÃO CUMPRIMENTO DAS PROPOSIÇÕES DA BANCA E DO PRAZO ACIMA ESTABELECIDO IMPLICARÁ EM REPROVAÇÃO.

Nada mais havendo a registrar encerro a presente sessão, da qual lavrou-se esta ATA que vai assinada por mim, pelos componentes desta Banca e pelo(a) Concluinte.

Picos, PI, 29 de junho de 2021.

Ivenilton Alexandre de Souza Moura
Presidente/Orientador(a)

Leonardo Pereira de Sousa
Membro/Avaliador(a)

Alan Rafael Ferreira dos Santos
Membro/Avaliador(a)

Everaldo Barbosa da Silva Júnior
Concluinte

AGRADECIMENTOS

Meu agradecimento inicial vai a Deus por conceder a realização desse trabalho, ao meu orientador pela paciência e ensinamentos, ao meu coorientador pelo conhecimento e contribuição no experimento, aos meus amigos por me ajudarem e compartilharem experiências, aos meus familiares pelo apoio incondicional em todos os momentos, aos meus professores e a todos que fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado!

Por fim, a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização e conclusão deste trabalho de conclusão de curso – TCC.

Toda honra e glória a Deus!

“Estamos apostando na nossa visão. Preferimos fazer isso a fabricar produtos iguais aos outros. Vamos deixar outras empresas fazerem isso. Para nós, o objetivo é sempre o próximo sonho.”

(Steve Jobs)

RESUMO

A população brasileira vem a cada dia buscando por alimentos mais saudáveis. A piscicultura, cada vez mais, se torna uma atividade economicamente viável. Por conseguinte, o manejo dos peixes ainda é uma atividade que utiliza poucos recursos tecnológicos. Ademais, os processos realizados normalmente não possuem um tempo de resposta rápido devido ser realizado na maioria das vezes de maneira manual. Alguns fatores para a queda da produção foram a pouca tecnologia disponível, baixos níveis de controle de qualidade da água, tomada de decisão tardia, altos custos de energia e alimentação. Com isso, objetiva-se desenvolver um aplicativo *mobile* e um sistema embarcado, que gerencie a produção dos peixes, com coleta de dados por meio de sensores (quantidade se adequa à necessidade do produtor ou do aporte financeiro para investimento), minimizando os gastos desnecessários com uma tomada de decisão mais rápida. Foi realizado o experimento do sistema MEUPEIXE, o ensaio foi conduzido na Universidade Estadual do Piauí - UESPI, *Campus* Prof. Alexandre Alves de Oliveira, Parnaíba/PI, no Laboratório Experimental de Aquicultura (LEaQUA), onde foram analisados 300 alevinos de tilápia em um período de 30 dias. O sistema se comportou em perfeito funcionamento e cumpriu com os objetivos esperados.

Palavras-chave: Aplicativo mobile, arraçoamento, biometrias, piscicultura, qualidade da água, sistema embarcado, tecnologia.

ABSTRACT

The Brazilian population comes every day looking for healthier foods. Fish farming is increasingly becoming an economically viable activity. Consequently, fish management is still an activity that uses few technological resources. In addition, the processes performed normally do not have a fast response time because they are performed most of the time manually. Some factors for the fall in production were the little technology available, low levels of water quality control, late decision making, high energy and food costs. With this, the objective is to develop a mobile application and an embedded system, which manages the production of fish, with data collection by means of sensors (quantity is adapted to the need of the producer or the financial contribution for investment), minimizing unnecessary expenses. with faster decision making. The MEUPEIXE system experiment was carried out, the test was conducted at the State University of Piauí - UESPI, Campus Prof. Alexandre Alves de Oliveira, Parnaíba / PI, at the Experimental Aquaculture Laboratory (LEaQUA), where 300 tilapia fingerlings were analyzed over a period of 30 days. The system behaved in perfect functioning and fulfilled the expected objectives.

Keywords: Mobile application, aquaculture, feeding, fish farming, embedded system, technology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Amostragem dos peixes cultivados para realização da biometria (A) e acompanhamento do crescimento dos peixes (B).	21
Figura 2 – Esquema de funcionamento do sistema.	25
Figura 3 – Esquema de múltiplos sistemas embarcados do mesmo domínio de usuário direcionando os dados ao aplicativo principal.	26
Figura 4 – Resultado das biometrias referente aos projetos: 0%, 10%, 20% e 30% do farelo de manga na ração em cada resultado respectivamente.	30
Figura 5 – Gráficos de qualidade da água. Parâmetro referente ao sensor de oxigênio dissolvido do projeto T1R4.	31
Figura 6 – Modelo de árvore do aplicativo.	32
Figura 7 – Avaliação econômica do projeto T1R3.	33
Figura 8 – Página web de configurações do sistema embarcado.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição percentual das rações experimentais.	29
Tabela 2 – Comparativos entre aplicativos.	35

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

A.C.	Antes de Cristo
BE	Biomassa Estimada
CA	Conversão Alimentar
CO ₂	Dióxido de Carbono
CO ₃ ⁻	Carbonato Bivalente
CV	Coefficiente de Variação
DDNS	<i>Dynamic Domain Name System</i>
GP	Ganho de Peso
H	Hora
HCO ₃ ⁻	Bicarbonato de Sódio
KG	Quilograma
L	Litro
MG	Miligrama
N	Nitrogênio
N°	Número
NH ₃ e NH ₄	Amônia
NO ₃	Nitrato
O ₂	Oxigênio
P	Fósforo
PH	Potencial Hidrogeniônico
PM	Peso Médio
TCA	Taxa de Conversão Alimentar
°C	Grau Célsius

SUMÁRIO

1- Introdução	13
2- Objetivos Gerais e Específicos	15
3- Trabalhos Relacionados	16
4- Referencial Teórico	17
4.1- Android	17
4.2- Sistemas Embarcados	17
4.2.1- Protocolo I2C	18
4.3- Principais Parâmetros Avaliados na Piscicultura	18
4.3.1- Temperatura da Água	19
4.3.2- Oxigênio Dissolvido	20
4.3.3- Biometrias na Piscicultura	21
4.3.4- Conversão Alimentar	22
5- Material e Métodos	24
5.1- Organização do Sistema Embarcado	24
5.2- O Aplicativo <i>Mobile</i>	25
5.3- O Experimento	27
5.4- Princípios da Aplicação e Ferramentas	30
6- Resultados e Discussões	32
6.1- Aplicativos Relacionados	37
7- Conclusão	38
REFERÊNCIAS	39

1- Introdução

A população brasileira vem a cada dia buscando por alimentos mais saudáveis. Em uma pesquisa 83% dos entrevistados disseram estar dispostos a gastar mais para comprar um alimento saudável e 79% já substituem alimentos “convencionais” por opções mais saudáveis, dentre estes o peixe (EUROMONITOR, 2017).

Segundo PEIXE BR (2020) o brasileiro consome 9,5 kg/habitante/ano, porém segundo a FAO (2016) o consumo deve ser de 12 kg/habitante/ano, sendo a média mundial de 20 kg/habitante/ano.

Ademais, o Brasil deve registrar um crescimento de 104% na produção da pesca e aquicultura em 2025 (FAO, 2016). A tecnologia tem colocado a piscicultura como atividade capaz de contribuir para o desenvolvimento rural, possibilitando bom retorno econômico aos produtores, colaborando para a geração de emprego e otimização dos recursos naturais existentes nas propriedades. A piscicultura, cada vez mais, se torna uma atividade economicamente viável, principalmente pelo uso das novas tecnologias de criação de peixe (SILVA et al., 2018).

No entanto, o manejo adotado aos peixes ainda é uma atividade que utiliza poucos recursos tecnológicos. Os processos realizados normalmente não possuem uma boa precisão devido a fatores externos como fenômenos naturais ou falha do tratador (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

Além disso, a qualidade da água é outro item de suma importância para a produção dos peixes. Essa sofre variações constantemente, porém é necessário manter um padrão de qualidade que cada espécie necessita, caso queira uma boa produção. Existem inúmeras ações que devem ser tomadas para chegar à qualidade adequada. Ações como acionar aeradores, ofertar ração apenas até a saciedade do animal, entre outras. Estas ações devem ser tomadas da forma mais rápida possível, no contrário a perda da produção será grande (MACEDO; SIPAUBA-TAVARES, 2010).

Outro ponto que deve ser destacado são os insumos utilizados na piscicultura, os quais têm papel fundamental na formação do preço final do produto que será comercializado. No sistema intensivo de cultivo da tilápia, por exemplo, somente a ração tem uma representação média entre 50% e 75% no custo de produção. O

consumo vai depender da conversão alimentar, que, por sua vez, também tem relação com a temperatura média da água de cultivo (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

Frente a toda essa perspectiva, cada vez mais as tecnologias estão convergindo para melhorar a criação de peixes e multiplicar os cultivos, e esses avanços fazem parte da chamada Piscicultura 4.0 (ENGEPECA, 2020). A Piscicultura 4.0 pode ser entendida como a entrada de tecnologias no ambiente da piscicultura.

Tecnologias como o uso de aplicativos e sistemas embarcados são de grande valor no meio de produção. Os sistemas embarcados já estão presentes em praticamente todos os ambientes, cobrindo uma ampla gama de funcionalidades: antenas retransmissoras, fornos micro-ondas, sistema de gerenciamento de aviação, etc (ALMEIDA, 2016). Os sistemas embarcados reduzem bastante o contato do produtor com os animais, o que evita o estresse deste. Dito isto, podemos utilizar este meio na piscicultura.

O sistema desenvolvido neste trabalho vem para contribuir com o gerenciamento da produção. Contando com um aplicativo *mobile* e um sistema embarcado que utiliza hardware de baixo custo.

2- Objetivos Gerais e Específicos

Geral

Desenvolver um aplicativo mobile e um sistema embarcado, que gerencie a produção dos peixes, unindo as principais funções de acompanhamento da produção em um único sistema.

Específicos:

- Realizar a leitura de sensores com intervalos curtos de tempo;
- Mostrar estatísticas de desempenho da produção por meio dos cálculos internos;
- Analisar o consumo de ração;
- Avaliar os parâmetros de qualidade de água;
- Realizar a avaliação econômica.

3- Trabalhos Relacionados

Foi realizada uma busca de aplicativos semelhantes ao projetado ou que exerçam um objetivo/função que se aproxime do que se deseja, para efeito de comparação e viabilização do projeto. Na pesquisa foram encontrados cinco aplicativos/embarcados com objetivos e funções semelhantes.

O Aquinutri (BORANGA 2018), é um aplicativo que calcula o tipo de ração a ser fornecido ao peixe com suas devidas quantidades. Os parâmetros de entrada do aplicativo são: temperatura, médias dos pesos do peixe e quantidade de animais. Porém os dados são inseridos manualmente pelo produtor.

O sistema de aquicultura da Acqua Nativa é composto por um equipamento controlador e um aplicativo web. O equipamento é responsável por coletar os dados dos parâmetros de qualidade da água, através de sensores. O aplicativo web informa ao produtor os valores dos parâmetros em forma de gráficos. O sistema é capaz de acionar aeradores se configurados no sistema. Porém é um equipamento de custo elevado comparado com a solução desenvolvida neste trabalho.

O IO Fish é composto por um equipamento controlador e um aplicativo *mobile*. O equipamento controlador coleta os parâmetros de qualidade da água através de sensores. O aplicativo mostra os valores dos parâmetros coletados. O produtor pode realizar as biometrias no aplicativo e recebe sugestão de ração.

O sistema de (GUIMARÃES 2017), é um sistema embarcado, que coleta dados de sensores de oxigênio dissolvido. Caso os valores capturados estejam abaixo do limite determinado pelo usuário, é acionado os aeradores. O sistema envia os dados dos sensores via comunicação serial ao computador, para que este salve os valores dos sensores. O sistema por utilizar este meio de comunicação, fica refém de um computador ligado durante toda a utilização.

O sistema de (COELHO 2020), é um sistema embarcado, que coleta dados de sensores dos parâmetros de qualidade da água e armazena os dados em nuvem. Possui configuração de acionamento de aeradores caso os valores fiquem abaixo do nível pré estabelecido. Porém, o sistema não utiliza os dados enviados para a nuvem.

4- Referencial Teórico

Para um melhor entendimento do assunto deste trabalho, os tópicos desta sessão abordarão os conceitos de alguns dos principais elementos trabalhados. Estes são: Android, Sistemas embarcados e os principais parâmetros avaliados na piscicultura (com seus devidos subtópicos).

4.1- Android

O Android é uma plataforma open source de código aberto. Criado para que um aplicativo acesse toda a capacidade do hardware e todos os seus periféricos de entrada e saída. Foi desenvolvida com base no sistema operacional Linux e é composta por um conjunto de ferramentas que atua em todas as fases do desenvolvimento do projeto, desde a execução a criação de softwares específicos (PEREIRA et al., 2009).

Por ser uma plataforma de código aberto e o sistema disponibilizar acesso aos periféricos de hardware, muitos questionam sobre a segurança dos dados. Porém segundo PEREIRA (2009), o android possui uma segurança muito forte, devido a execução ser em um kernel Linux, pois cria um novo usuário para cada aplicativo na sua instalação, o que bloqueia o acesso às informações das demais aplicações, forçando ao usuário a permitir ou não o acesso.

4.2- Sistemas Embarcados

Os sistemas embarcados atualmente estão presentes em quase todos os lugares. São os responsáveis por melhorar a qualidade de vida das pessoas. Exemplos destes sistemas temos os fornos de microondas, televisores, impressoras, celulares, etc.

Uma das definições de sistemas embarcados é que, são sistemas eletrônicos microprocessados que, após serem programados, possuem uma função específica que geralmente não pode ser alterada (ALMEIDA, 2016).

Com característica de ser composto por uma unidade de processamento, que é um circuito integrado, fixado a um circuito impresso (OLIVEIRA, 2010). São sistemas que possuem uma capacidade de processamento de informações vinda de um software que está sendo processado internamente nesta unidade (OLIVEIRA, 2010).

4.2.1- Protocolo I2C

O protocolo I2C é um protocolo de comunicação entre microcontroladores sem a necessidade de uma memória compartilhada, tem como característica o uso de endereçamento de software. Cada dispositivo possui um endereço único. O barramento I2C consiste fisicamente em dois fios ativos e uma conexão de aterramento. Os dois fios ativos são Serial Clock (SCL) e Serial Data (SDA). Esses fios são bidirecionais half duplex por natureza, que transportam informações entre os dispositivos conectados ao barramento (MANKAR, 2014).

Para que seja possível projetar o sistema embarcado e o aplicativo mobile é necessário ter um entendimento mínimo da área da piscicultura, tanto para saber os valores adequados para os sensores que irão ser trabalhados, como o que pode ser feito com cada dado de entrada na aplicação.

4.3- Principais Parâmetros Avaliados na Piscicultura

Nos sistemas de produção intensiva de peixes, pode ser utilizado diversas fontes de água. As fontes de água, devem ser tratadas respeitando as melhores condições do meio para a espécie. Quanto à origem pode ser superficial ou subterrânea.

As superficiais, na maioria das vezes são ricas em oxigênio. Porém deve ser analisada a presença de vida na água, pois caso não possua, é importante verificar o estado de contaminação de algum meio externo. É encontrada principalmente em lagos, rios e açudes.

As subterrâneas, na maioria das vezes, apresentam baixa concentração de oxigênio e grande quantidade de minérios. Caso esta água apresenta grande quantidade de minérios é necessário realizar algum processo para minimizá-los. Um mau exemplo dos minérios podemos citar a presença do ferro, que ocasiona a morte do embrião em desenvolvimento (LOURENÇO et al., 1999).

Dentre os atributos de análise da qualidade da água voltada para a piscicultura podemos citar, o teor de pH, a quantidade de oxigênio dissolvido, turbidez, condutividade elétrica, temperatura, a quantidade de amônia, dentre outros.

Ademais, existem normas para obter produtos de qualidade, por exemplo, o pH deve ser de 6,5 a 8,5 em água doce, enquanto deve ser de 7,0 a 8,5 em água salobra, fora desta faixa pode ocorrer um grande índice de mortalidade (ZHOU et al.,

2009). Os íons bicarbonatos (HCO_3^-) e carbonatos (CO_3^{2-}) são os mais abundantes e responsáveis por praticamente toda a alcalinidade nas águas dos sistemas aquaculturais (KUBITZA, 1998).

Segundo o manual da calagem, as matérias orgânicas resultantes das rações e das fezes dos peixes sofrem decomposição. Este processo de decomposição resulta no consumo de oxigênio, liberação de nutrientes (principalmente fósforo - P e nitrogênio - N), gás carbônico (CO_2) e metabólitos tóxicos (amônia - NH_3 e NH_4^+ e nitrito - NO_2^-). Por fim, essa decomposição provoca uma acidificação do meio, podendo ocasionar o aumento nos níveis de cortisol (hormônio do estresse), redução do apetite, redução no crescimento, problemas reprodutivos ou até mesmo a morte (SCHELEDER, 2016).

O consumo de alimento dos peixes está ligado a temperatura e o oxigênio dissolvido. A temperatura influencia na concentração de oxigênio da água, pois a solubilidade do oxigênio na água reduz com o aumento da temperatura, salinidade da água e com a redução na pressão barométrica (aumento da altitude) do local (FERRAZ et al., 2011). O consumo de oxigênio pelos peixes é praticamente duplicado a cada 10 graus de aumento na temperatura da água, como também aumenta sensivelmente após as refeições e com o nível de atividade dos peixes (KUBITZA, 1998). Segundo o manual da calagem, sobre o oxigênio dissolvido, 16 de 24 h deve ser maior que 5mg / L e o restante não deve ser menor que 3 mg / L (SCHELEDER, 2016).

Pode-se observar que quanto maior o tempo de exposição da ração na água maior os teores de fósforo e condutividade elétrica da água. Demonstrando que quanto mais tempo a ração fica em contato com a água, maior as perdas de nutrientes e possível deterioração da qualidade dessa água (POTRICH et al., 2011).

4.3.1- Temperatura da Água

A temperatura da água é um fator determinante no sucesso da criação de peixes. Podendo fazer com que os animais fiquem estressados ou levar ao aumento da mortalidade quando não está em zona favorável. Por isso, a importância de sempre manter os animais nas faixas recomendadas, entre 26 a 32°C para que não afete o crescimento e engorda da maioria das espécies de peixes tropicais (Lima et al., 2013).

Além do metabolismo dos peixes, a temperatura influencia outros fatores como alguns parâmetros de qualidade da água, desenvolvimento de micro-organismos, disponibilidade de nutrientes e toxicidade de contaminantes, sendo importante seu constante monitoramento na piscicultura (MORO et al., 2013). Como exemplo da influência desses fatores podemos citar o aumento de micro-organismos, que não realizam a fotossíntese, fazendo com que ocorra uma disputa do oxigênio do meio com os peixes.

Segundo o mesmo autor, às mudanças de temperaturas seguidas podem ocasionar um fenômeno chamado estratificação térmica. Este fenômeno ocorre quando a temperatura da água inferior está maior que a superior fazendo com que a água inferior suba e a superior desça. Ao acontecer esse fenômeno junto com a água inferior podem subir/misturar substâncias químicas que contenham amônia, gás sulfídrico e metano, afetando o desenvolvimento dos peixes.

4.3.2- Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido é a principal fonte de respiração dos peixes, que passa pelas brânquias onde são realizadas as trocas gasosas, a concentração dele varia continuamente durante o dia, em consequência de processos físicos, químicos e biológicos. O céu nublado causa um decréscimo na taxa de fotossíntese, e em dias claros aumenta rapidamente (SANTOS, 2018).

Segundo TORRES (2002) o nível de oxigênio dissolvido tem que ser superior a 5 mg/L para que seja considerado normal ou estável. Os parâmetros físico-químicos avaliados entre a superfície e o fundo mostram diferenças significativas, somente para os valores de temperatura e oxigênio dissolvido, sendo que ambos apresentaram os maiores valores na superfície (TRINDADE et al., 2019).

O monitoramento do O₂ em criação de peixes é de suma importância, pois, além dos peixes confinados consumirem boa parte do oxigênio, em baixas quantidades (< 2,5 mg/L), pode matar muitas espécies que sejam intolerantes. (TRINDADE et al., 2019).

Pela manhã, verifica-se a concentração de oxigênio dissolvido está adequado e apenas inicie o fornecimento de ração se essa concentração estiver acima de 3 mg/L. Baixas concentrações de oxigênio dissolvido fazem com que os peixes tenham apetite reduzido e diminuam a capacidade de aproveitamento da ração, atrasando o crescimento e piorando muito a conversão alimentar (SENAR, 2019).

De modo geral, existem duas maneiras de entrada de oxigênio na água. A primeira delas se dá pela atividade de fotossíntese realizada pelos organismos componentes do fitoplâncton, que retiram gás carbônico da água e liberam oxigênio durante o dia. A segunda se dá pela troca de oxigênio na superfície da água em contato direto com o ar (MORO et al., 2013).

4.3.3- Biometrias na Piscicultura

Biometria é um manejo no qual uma amostra dos peixes é verificada e retira informações de interesse, como peso e estado de saúde dos animais (figura 1). Além disso, tais medidas permitiram ajustes no manejo de produção, principalmente na alimentação. O meio utilizado para verificação e análise de desempenho é através das biometrias. É por meio desta análise que é feito as correções adequadas da quantidade de ração e correções no ambiente. É recomendado realizar periodicamente no mínimo uma vez no mês.

Alguns cuidados devem ser tomados durante este processo, como: Os animais devem estar em jejum por um período de 24 horas antes da biometria; deve ser realizado o procedimento durante o período da manhã, pois a temperatura e incidência solar são mais amenas, diminuindo fatores de estresse para o peixe (LIMA et al., 2013).

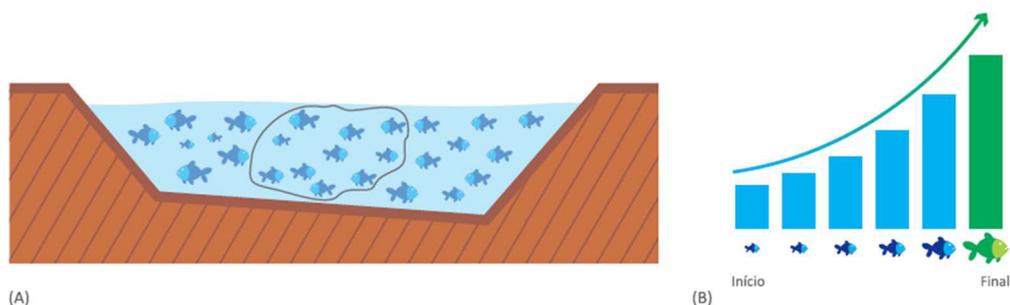


Figura 1. Amostragem dos peixes cultivados para realização da biometria (A) e acompanhamento do crescimento dos peixes (B)

LIMA et al. (2013) fala que o ideal é se pesar o máximo possível de peixes, mas uma taxa de 3% da quantidade total de peixes já gera dados confiáveis. Para a pesagem deve-se conhecer o peso do recipiente em que vai se colocar os peixes, anotando todos os dados coletados. Primeiro pesa o recipiente seco, o recipiente com água, o recipiente com água e os peixes, anota-se todos os dados e a quantidade de peixes pesados. A avaliação de saúde é realizada verificando-se as características externas do animal. O cálculo do peso médio dos animais é realizado primeiro o peso do grupo de animais. exemplo:

Peso dos peixes = (recipiente com água e os peixes) – (o recipiente com água)

$$\text{Peso individual médio} = \frac{(\text{peso dos peixes})}{(\text{número de peixes pesados})}$$

Sabendo o peso médio individual é possível calcular a biomassa de peixes no viveiro. Esta informação será utilizada nos cálculos de ajuste de alimentação, conversão alimentar e ganho de peso no período (LIMA et al., 2013).

$$\text{Biomassa} = (\text{N}^\circ \text{ de peixes no viveiro}^*) \times (\text{Peso médio dos peixes})$$

Considerar o número de peixes estocados menos a mortalidade registrada até o período da biometria (LIMA et al., 2013).

Ao realizar a biometria é possível obter o acompanhamento do crescimento dos peixes, adquirir uma previsão do tempo de cultivo, ou até mesmo iniciar o tratamento de algum problema detectado, evitando a perda da produção. Alguns itens indicadores de saúde devem ser analisados visualmente nos peixes, como: estado das brânquias, olhos, pele, nadadeiras, coloração, estado das escamas, emagrecimento, entre outros (BASTOS, 2014).

4.3.4- Conversão Alimentar

A Taxa de Conversão Alimentar (TCA) é um índice de desempenho que mede a eficiência de aproveitamento da ração pelos peixes. Para calcular o índice, divide a quantidade total de ração fornecida pelo ganho de peso total dos peixes em um determinado período da criação (SENAR, 2019).

$$\text{Taxa de conversão alimentar} = \frac{\text{Quantidade total de ração fornecida (kg)}}{\text{Ganho de peso total dos peixes (kg)}}$$

Uma taxa de conversão alimentar de 1,5: significa que foi necessário 1,5 kg de ração para cada quilograma de peso ganho pelos peixes. Uma vez garantidas as boas condições de água e saúde, a qualidade da ração será o principal fator de eficiência da produção. Assim, acompanhe continuamente o desempenho dos peixes em termos de ganho de peso e conversão alimentar para avaliar a qualidade de ração (SENAR, 2019).

Os valores nutricionais da ração devem atender as exigências fisiológicas de cada espécie em questão. Caso ocorram déficits nessa oferta a conversão alimentar estará comprometida, levando entre vários fatores o aumento do tempo necessário

para a engorda. Muitas das vezes as negociações na aquisição da ração são pautadas somente de acordo com o preço do produto, sendo que muitos dos detalhes importantes são esquecidos nessa negociação. Entre estas, estão os resultados de crescimento e conversão alimentar, melhora no desempenho reprodutivo, menores impactos sobre a qualidade da água, proporcionando melhores condições de saúde aos animais (THEODORO et al., 2019).

5- Material e Métodos

O sistema é composto de um software na forma de uma aplicação *mobile* e um sistema embarcado. Realiza o gerenciamento e a organização dos dados em informações diretamente no aplicativo.

O aplicativo tem suporte a coleta de dados automática e manual. A coleta automática dos dados é realizada pelo sistema embarcado que possui sensores (quantidade se adequa à necessidade do produtor ou do aporte financeiro para investimento). Os dados coletados dos demais equipamentos já utilizados pelo produtor, podem ser inseridos diretamente no aplicativo.

5.1- Organização do Sistema Embarcado

O sistema embarcado foi construído utilizando Arduino mega 2560 como placa controladora, sensor de temperatura modelo DS18B20, módulo sensor pH modelo PH-4502C, módulo RTC DS1307 e módulo ESP8266.

O Arduino foi escolhido por possuir uma grande compatibilidade com vários dispositivos de entrada e saída e por ser uma plataforma de baixo custo. O concorrente Raspberry Pi, geralmente custa 6 vezes mais que o arduino e por ser um mini computador, ele possui funcionalidades/processamento desnecessário para este projeto que só utiliza portas digitais e analógicas para ler dados de sensores. O meio de comunicação entre o sistema embarcado e o banco de dados é por meio do módulo ESP8266, que é um módulo WIFI bastante utilizado em IoT, é de fácil configuração, baixo consumo de energia, baixo custo e um alcance de 90 metros (distância equivalente a maioria dos roteadores de frequência 2.4Ghz, podendo ser maior de acordo com a antena escolhida).

O módulo RTC DS1307 é responsável por informar a data e hora no momento da leitura dos sensores, ele possui uma bateria acoplada o que impede a dessincronização do tempo caso ocorra falta de energia no sistema. Os sensores PH-4502C e DS18B20 possuem uma proteção à prova d'água, o que foi de suma importância neste projeto.

O Arduino foi ligado ao módulo ESP8266 via comunicação I2C, para realizar a comunicação entre o arduino com os sensores e a rede wifi local que tenha acesso a internet, promovendo a transmissão de todos os dados obtidos até o banco de dados. O banco de dados utilizado foi o firebase, que se encontra em nuvem e

abastece o aplicativo. O firebase possui armazenamento temporário para que não perca as informações antes de serem enviadas ao aplicativo. O usuário ao utilizar o aplicativo saberá onde é necessário realizar ajustes em sua produção. A Figura 2 mostra como foi montado o sistema.



Figura 2. Esquema de funcionamento do sistema.

5.2- O Aplicativo *Mobile*

Esta aplicação possui a aba das biometrias, onde o produtor insere os dados coletados referente às características do animal (Peso, comprimento total e comprimento parcial). É importante ressaltar que, a realização das biometrias são feitas de forma manual e totalmente dependente do piscicultor.

O aplicativo foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação JAVA e Kotlin. A ferramenta de desenvolvimento por sua vez foi o Android Studio. O banco de dados utilizado foi o Firebase.

A união das linguagens de programação Java e Kotlin deu a possibilidade de usufruir dos melhores benefícios que elas podem oferecer. Java possui uma grande documentação e muitos fóruns com resolução de possíveis erros no sistema. Kotlin traz as novidades e as novas tendências dos aplicativos modernos. Estas duas linguagens são totalmente interoperáveis, ou seja, a qualquer momento no código pode ser trabalhado qualquer uma sem a necessidade de converter ou migrar a sintaxe.

O banco de dados Firebase é conhecido pela portabilidade entre sistemas operacionais, o que contribuiu na união dos dados entre o aplicativo android e o

sistema embarcado. Este banco de dados também possui a vantagem de armazenar os valores no local da aplicação até que seja possível efetivar o envio, caso esteja offline, levando em consideração a ordem cronológica das alterações.

A aplicação possui uma boa escalabilidade. Os projetos podem apresentar características distintas uns dos outros, pois os dados são tratados isolados em formato de árvore.

A quantidade de sensores na configuração do aplicativo é ilimitada (pois está organizado como itens em um *RecyclerView*). Quanto ao sistema embarcado vai depender da capacidade do Arduino. No caso do arduino mega (utilizado neste trabalho) para sensores analógicos a quantidade “limite” é 16, por ser esta a quantidade de portas analógicas existente na placa (pode ser usados conversores analógicos digitais nas portas digitais para poder aumentar o número de portas analógicas caso necessário). Porém essa limitação de portas pode ser resolvida com múltiplos equipamentos ligados ao mesmo domínio do usuário, a Figura 3 é um esboço desta solução. Os tipos de sensores que podem ser utilizados vai depender da necessidade do produtor.

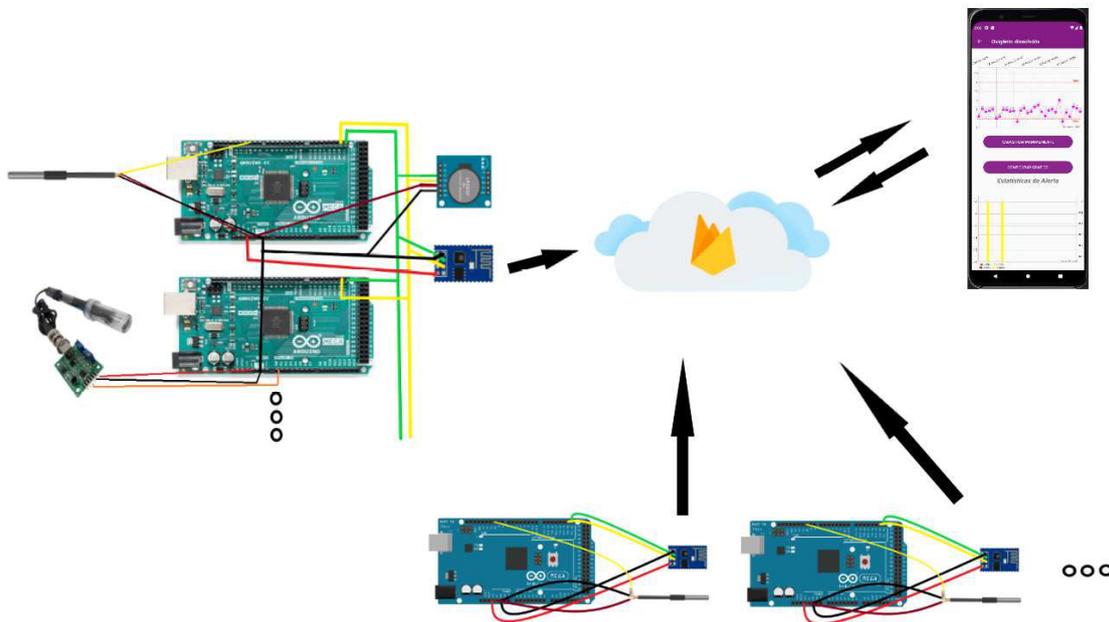


Figura 3. Esquema de múltiplos sistemas embarcados do mesmo domínio de usuário direcionando os dados ao aplicativo principal.

O sistema realiza o gerenciamento da produção, na qual informa ao produtor a situação da qualidade da água obtida pelos sensores (de acordo com a configuração prévia), mostra uma sugestão na alimentação e realiza os cálculos comparando a

biometria anterior e a atual, mostrando os ganhos ou perdas na produção para que o produtor tome uma decisão o mais rápido possível.

5.3- O Experimento

O ensaio foi conduzido na Universidade Estadual do Piauí - UESPI, *Campus* Prof. Alexandre Alves de Oliveira, Parnaíba/PI, no Laboratório Experimental de Aquicultura (LEaQUA).

Para a avaliação do desempenho dos alevinos, foi feito diferentes níveis de inclusão da farinha de manga na dieta. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em que foram necessários 300 peixes com peso inicial aproximado de 4,5 g. Ao todo foram avaliados quatro tratamentos, com cinco repetições, sendo a unidade experimental representada por 15 peixes em reservatórios de volume de 100 litros. Os níveis de inclusão ou não da farinha de manga nas rações experimentais foram de 0,0%; 10,0%; 20,0% e 30,0%. O ensaio teve duração de 30 dias de cultivo. A Tabela 1 mostra como a ração foi desenvolvida;

As mangas utilizadas foram adquiridas na região. Para a elaboração da farinha de manga, as frutas foram despulpadas, retirado o caroço e cortadas em pequenos pedaços. Posteriormente, foram levadas à estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas. Em seguida, foram trituradas e armazenadas em freezer a -18 °C. Os ingredientes foram moídos por meio do uso de um moinho tipo faca, para depois ser utilizado uma peneira de 0,5 mm. Em seguida as rações foram elaboradas conforme o nível de inclusão. As rações elaboradas estão entre 25,03% a 30,0% PB e 3.200 kcal a 3.578,90 Kcal de ED.kg⁻¹ nas dietas.

No início do experimento, os peixes foram pesados com auxílio de uma balança digital modelo Tavola 3, com precisão de 0,001 g, assim como foi aferido o comprimento total e padrão, por meio de um paquímetro digital. Em seguida, os alevinos foram distribuídos em suas respectivas unidades experimentais. Ao término do período experimental, às tilápias do Nilo foram submetidas a um jejum de 12 horas, para em seguida ser realizada a pesagem.

Os peixes receberam ração até a aparente saciedade, sendo fornecida seis vezes ao dia (7h:00min; 9h:00min; 11h:30min; 14h:00min; 15h:00min e 16h:00min). O sistema adotado no experimento foi o de recirculação de água com a utilização de

biofiltro, durante 24 horas por dia, para manutenção da qualidade da água e aeração para os peixes no local de cultivo.

Foi realizado duas vezes ao dia avaliações da qualidade físico-química da água. Foram aferidos a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e o pH de maneira automática com o sistema embarcado. O oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}) e a condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) foram aferidos manualmente. Foram utilizados, respectivamente, os seguintes equipamentos de captura manual: medidor multiparâmetro INS-47 à prova d'água (Medidor de oxigênio dissolvido) e condutivímetro portátil Q-795P.

Foram determinados os seguintes parâmetros zootécnicos, com as suas respectivas fórmulas:

- ✓ Ganho em peso (GP) = peso final - peso inicial;
- ✓ Ganho de peso diário (GPD) = ganho de peso / total de dias;
- ✓ Ganho de crescimento (GC) = comprimento final – comprimento inicial;
- ✓ Ganho de crescimento diário (GCD) = GC/total de dias;
- ✓ Consumo total de ração (CTR) = \sum de ração dia;
- ✓ Consumo diário de ração (CDR) = CTR/total de dias;
- ✓ Conversão alimentar aparente (CAA) = consumo de ração diário/ ganho em peso;
- ✓ Taxa de crescimento específico (TCE) = $((\ln\text{PF} - \ln\text{Pi}) \times 100) / \text{total de dias}$;
- ✓ Consumo total de proteína bruta (CTPB) = % de PB da ração x CDR;
- ✓ Taxa de eficiência proteica (TEP) = GP/CTPB;
- ✓ Consumo diário de proteína bruta (CDPB) = CTPB/total de dias;
- ✓ Sobrevivência(S) = $100 \times (\text{N}^{\circ} \text{ inicial de peixes} - \text{N}^{\circ} \text{ final de peixes}) / \text{N}^{\circ} \text{ inicial de peixes}$.

Por conseguinte, para a avaliação econômica foram determinadas às seguintes variáveis econômicas, com as respectivas fórmulas:

- ✓ Custo operacional parcial (COP) = $(\text{QR} \times \text{PR}) + (\text{NA} \times \text{PA})$;
- ✓ Receita bruta (RB) = $\text{BT} \times \text{PP}$;
- ✓ Incidência de custo (IC) = COP/BT ;

- ✓ Receita Líquida parcial (RLP) = RB – COP;
- ✓ Percentual do custo com ração (PCR) = (CR x 100)/COP;
- ✓ Percentual do custo com alevinos (PCA) = (PA x 100)/COP;
- ✓ Índice de lucratividade (IL) = (RLP/RB) x 100;

Em que: QR – quantidade média de ração por tratamento; PR – preço por quilograma da ração; NA = número inicial de alevinos por tratamento; PA – preço unitário dos alevinos; BT – biomassa total média produzida por tratamento; PP – preço de venda do quilo de peixe.

Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais

Ingredientes (%)	Tratamentos			
	0%	10%	20%	30%
Farelo de soja 45%	42,12	42,12	42,12	42,12
Farelo de milho	49,90	39,90	29,90	19,90
Farinha de manga	0,00	10,00	20,00	30,00
Farelo de trigo	1,50	1,50	1,50	1,50
Óleo de soja	2,55	2,55	2,55	2,55
Premix mineral e vitamínico ¹	0,50	0,50	0,50	0,50
Fosfato bicálcico	1,33	1,33	1,33	1,33
Calcário calcítico	0,60	0,60	0,60	0,60
Óxido de cromo	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0
Valores calculados ²				
PB – Proteína Bruta (%)	30,00	28,34	26,68	25,03
ED – Energia Digestível Kcal.kg ⁻¹	3200,00	3326,30	3452,60	3578,90
EE – Extrato Etéreo (%)	2,59	2,22	1,86	1,49
FB -Fibra Bruta (%)	3,26	5,13	7,00	8,87
Cálcio (%)	0,71	0,70	0,69	0,68
Fósforo	0,62	0,60	0,57	0,54
Lisina	1,83	1,73	1,63	1,52
Metionina	0,81	0,69	0,57	0,45
Treonina	1,66	1,47	1,28	1,09
Triptofano	0,26	0,25	0,24	0,24

1. Níveis de garantia por kg do produto. Composição premix: Ácido Fólico – 100 mg; Antioxidante – 125 mg; Cobre – 15.000 mg; Coccidiostático – 25.000 mg; Colina – 50.000 mg; Ferro – 10.000 mg; Iodo – 250 mg; Manganês – 24.000 mg; Metionina – 307.000 mg; Niacina – 20.000 mg; Pantotenato de cálcio – 2.000 mg; Selênio – 50 mg; Veículo QSP – 1.000 g; Vitamina A – 300.000 UI; Vitamina B1 – 400 g; Vitamina B12 – 4.000 mcg; Vitamina B2 – 1.320 mg; Vitamina D3 – 100.000 UI; Vitamina E – 4.000 UI; Vitamina K – 98 mg; Zinco – 20.000 mg; promotor de crescimento – 10.000 mg.

2. De acordo com Rostagno et al. (2011).

5.4- Princípios da Aplicação e Ferramentas

Para um melhor entendimento do funcionamento do aplicativo foi realizado alguns dos processos da engenharia de software onde foi realizada a documentação do sistema.

O sistema foi desenvolvido utilizando o modelo de ciclo de vida iterativo e incremental. Este modelo proporcionou a divisão de todo o projeto em pequenos módulos para construção. Cada módulo foi representado por uma funcionalidade do sistema. A seguir está listado a análise de requisitos e o diagrama de caso de uso correspondente.

Requisitos funcionais:

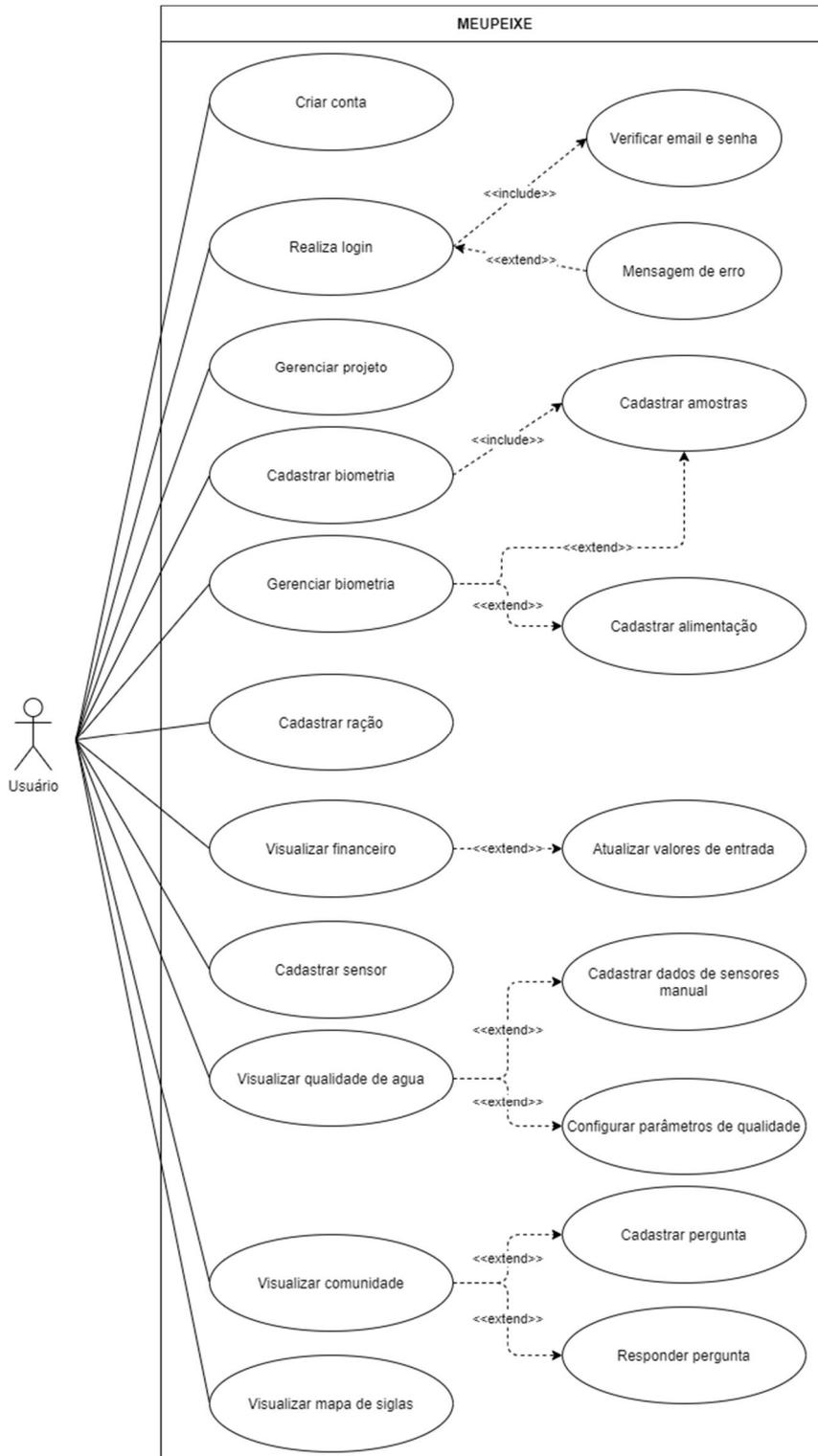
- O sistema deve permitir criar uma conta de usuário e realizar login.
- O usuário poderá ter vários projetos para acompanhamento.
- Em cada projeto o usuário poderá cadastrar várias biometrias.
- O usuário poderá adicionar a quantidade de amostras que desejar nas biometrias.
- Cada amostra conterà peso, comprimento parcial e comprimento total.
- Em cada projeto o usuário poderá analisar a qualidade da água.
- O usuário poderá inserir quantos sensores desejar para análise da qualidade da água.
- O usuário poderá inserir valores dos sensores manualmente se necessário.
- O usuário poderá cadastrar as rações de interesse.
- O usuário poderá informar a qualidade de ração ofertada.
- O sistema deve mostrar a avaliação econômica.
- O usuário poderá informar o valor de venda do quilograma do animal na avaliação econômica.
- O usuário poderá cadastrar perguntas/dúvidas na comunidade.
- O usuário poderá responder perguntas existentes na comunidade.
- O sistema deverá conter um mapa de siglas para entendimento das mesmas.

Requisitos não funcionais:

- Cada usuário deverá acessar apenas os seus dados, exceto na comunidade.

- Os nomes dos cálculos das biometrias devem ser no formato de siglas, para facilitar a visualização.
- O sistema deve retornar mensagens de erro caso ocorra.

Diagrama de caso de uso:



6- Resultados e Discussões

Os resultados que o aplicativo fornece para o produtor são satisfatórios quanto aos cálculos realizados dentro da plataforma. Foram utilizados os mesmos cálculos da planilha excel nas quais eram trabalhadas anteriormente, antes da adoção do aplicativo. No entanto, o aplicativo fornece a vantagem dos dados inseridos de maneira mais dinâmica sem a preocupação de exceder as configurações de uma planilha estática. A Figura 4 mostra o resultado dos cálculos das biometria.

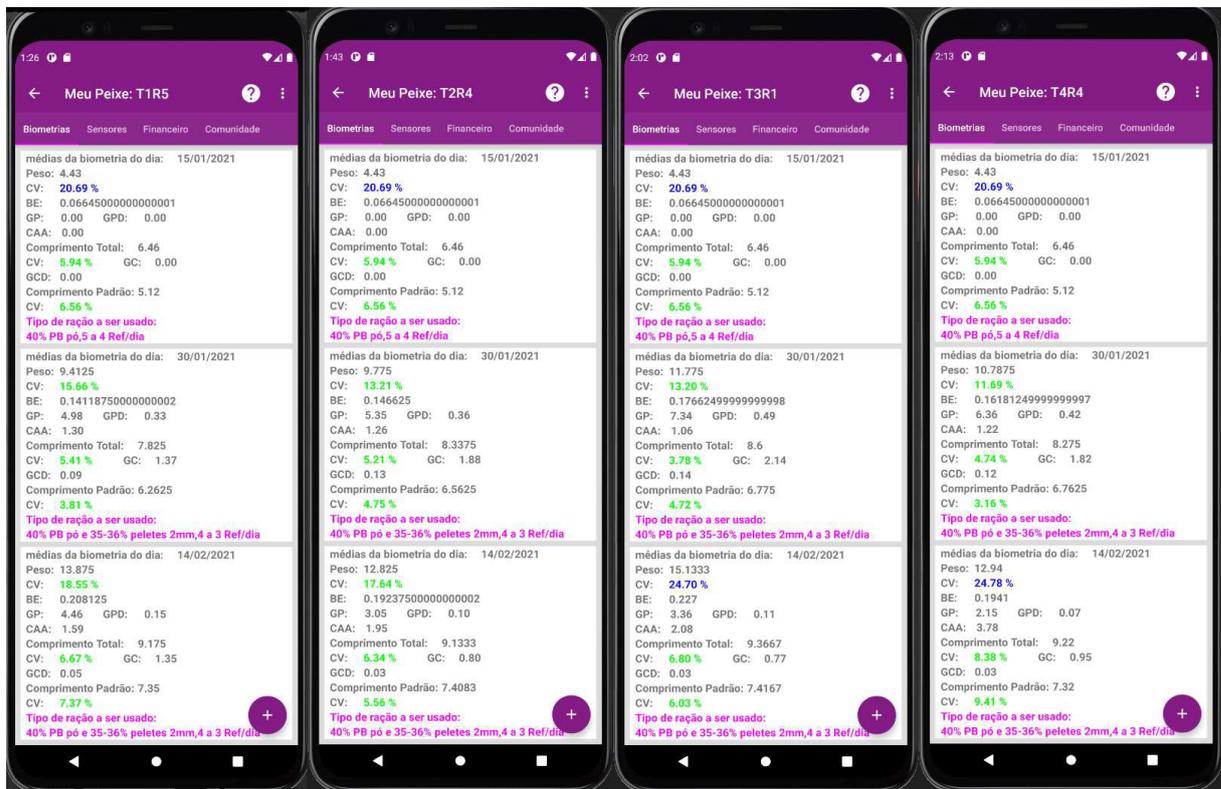


Figura 4. Resultado das biometrias referente aos projetos: 0%, 10%, 20% e 30% do farelo de manga na ração em cada resultado respectivamente.

Observa-se na figura 4 a mudança das cores dos valores (varia entre verde, azul e vermelho). Essa mudança ajuda a identificar se o projeto está ou não aceitável quanto a sua eficiência.

Quanto aos resultados dos projetos os mais eficientes quanto o consumo de ração no ganho de peso foram os projetos identificados como T1R5 (0% farelo de manga na ração) e T2R4 (10% farelo de manga na ração) respectivamente, por apresentarem valores de CAA (conversão alimentar aparente) relativamente inferiores aos demais.

A aplicação *mobile* mostra as informações correntes do processo de produção em forma de gráficos, tornando mais intuitiva a compreensão dos dados. A Figura 5 mostra os gráficos referente aos parâmetros da qualidade da água.



Figura 5. Gráficos de qualidade da água. Parâmetro referente ao sensor de oxigênio dissolvido do projeto T1R4.

Os Gráficos da Figura 5 são criados a partir dos dados obtidos dos sensores. O primeiro relaciona o valor obtido no determinado tempo de captura. O segundo é a mineração de todos os valores do sensor, agrupando os dados por horário. A cada horário que o valor do sensor ultrapassa as marcações de perigo há incremento da hora na barra referente. O sistema permite que o usuário marque no gráfico as sinalizações de perigo (são as linhas tracejadas em vermelho), por meio de configuração da aplicação.

Com o gráfico de alerta a probabilidade do produtor encontrar o fator causador da deprecação da qualidade da água é aumentado em relação à plotagem de gráficos sem a mineração dos dados. No experimento havia momentos em que a recirculação de água diminuía (às torneiras entupiam com o excesso de algas ou redução do nível de água da bomba), o que trouxe consigo os alertas plotados no gráfico.

A aplicação possui escalabilidade devido ao modelo de árvore que foi adotado, podendo aumentar a quantidade de sensores, biometrias, projetos, tipos de ração, consumo e quantidade de animais para amostragem. Este modelo está presente na criação de projetos, sensores e biometrias. A Figura 6 mostra o esquema deste modelo.

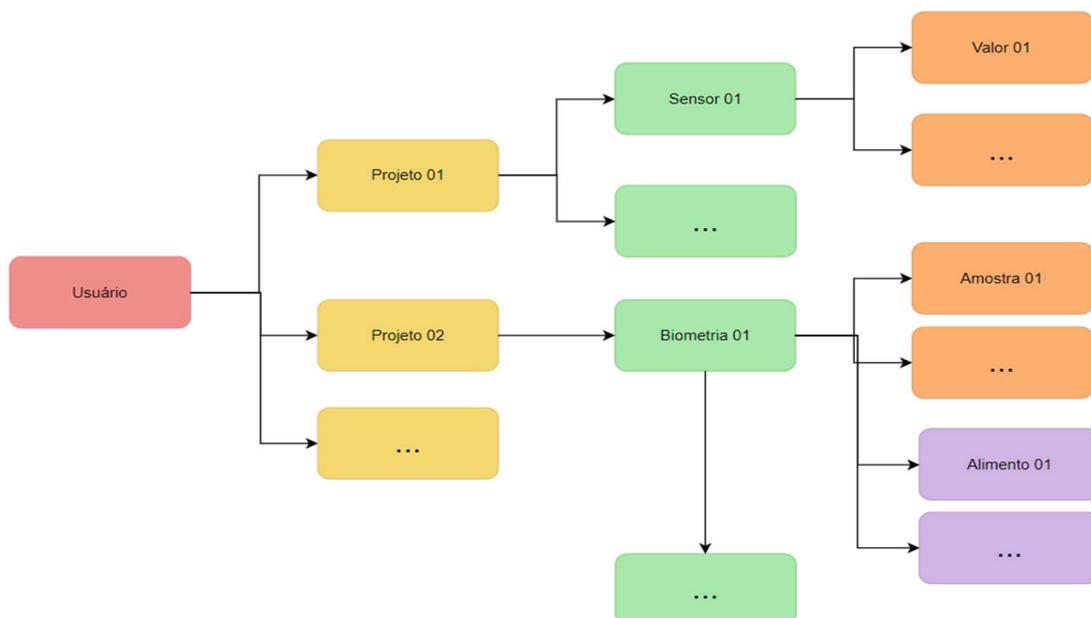


Figura 6. Modelo de árvore do aplicativo.

O aplicativo realiza buscas no banco de dados seguindo a sequência do modelo de árvore da Figura 6. Cada funcionalidade é representada por um nó da árvore. A visualização das funcionalidades de cada usuário vai depender dos dados que foram cadastrados pelos mesmos. Como exemplo temos os sensores (nó), que quando cadastrados pelo usuário, este poderá analisar os seus parâmetros de qualidade.

Comparando com os aplicativos relacionados, pôde-se obter a vantagem da união das principais funcionalidades em um só aplicativo. Dessa forma, é possível a

visualização de funcionalidades intrínsecas de cada projeto percorrendo apenas nós na disposição (em árvore) do banco de dados.

Em relação a avaliação econômica, foram abordadas todas as fórmulas propostas (Custo operacional parcial, receita bruta, incidência de custo, receita líquida parcial, percentual do custo com ração, percentual do custo com alevinos e índice de lucratividade). A cada interação do produtor com preço de venda, o aplicativo recalcula a sua avaliação econômica. Essa avaliação ajuda o produtor a estimar uma redução do preço de venda ao cliente final. Essa avaliação, automática no sistema, possibilita a competitividade no mercado, que é importante para o produtor. A Figura 7 mostra como foi organizado no aplicativo.



Figura 7. avaliação econômica do projeto T1R3.

O aplicativo possibilita a profissionais e pesquisadores o auxílio em experimentos. Ele aborda funcionalidades relacionadas à criação e avaliação de peixes (como a biometria, avaliação econômica, qualidade da água e avaliação de ração). A comparação de rações pode ser realizada no aplicativo, por meio do

cadastro das mesmas de acordo com o interesse do produtor. Na hora do arraçamento pode-se informar qual ração foi ofertada, obtendo estatísticas das quantidades e valores. Dessa forma é possível analisar o potencial das mesmas.

A aba Comunidade, ajudou o compartilhamento de conhecimento entre os produtores. Este é um canal de trocas de conhecimento com um público específico da área. O canal de trocas de conhecimentos ainda é uma tarefa pouco explorada pelos produtores. No entanto, já é esperado essa funcionalidade pois não foi explorada nos aplicativos relacionados. Por conseguinte desejo que possa se tornar “a cereja do bolo”.

O ESP8266 deu a possibilidade de montar um webservice local. No webservice é possível configurar os valores para as variáveis/canais do sistema embarcado, como: ajuste de data/hora, selecionar o nome do projeto, ligar ou desligar canais relacionados a um equipamento externo. É possível configurar um DDNS e realizar um redirecionamento de portas no roteador conectado ao sistema embarcado. Esta configuração possibilita o acesso da página web de qualquer lugar caso esteja conectado à internet. Porém não foi realizado este passo neste projeto por falta de acesso ao roteador da universidade. A Figura 8 mostra a página web do sistema embarcado.

MEUPEIXE

Nome do projeto:
T2R3

Salvar nome do projeto

Status acionamento equipamento externo

canal 1
 canal 2

Salvar

Valores dos sensores

Temperatura: 29.10°C
pH: 6.5

Data e hora:

2/2/2021 14:00

Ajustar data/hora

Figura 8. página web de configurações do sistema embarcado.

6.1- Aplicativos Relacionados

Foi realizada uma pequena comparação entre os aplicativos relacionados e o deste trabalho. Há limitações devido à falta de dados e/ou acesso liberado somente através da compra de pacotes de alguns aplicativos, para uma maior comparação. A Tabela 2 mostra a presença das funcionalidades em cada sistema.

Aplicativos	Realiza cálculos biométricos	Realiza análise da qualidade da água	Sugere ajuste do tipo de ração	Realiza a avaliação econômica	inserção de dados automático	inserção de dados manual	Comunidade
Aquinutri			X			X	
Acqua Nativa		X			X		
IO Fish	X	X	X		X		
Sistema de GUIMARÃES		X			X		
Sistema de COELHO		X			X		
Este Aplicativo	X	X	X	X	X	X	X

Tabela 2. Comparativos entre aplicativos.

O aplicativo proposto possui o conjunto de todas as funcionalidades que se encontram separadas nas demais aplicações. Além de apresentar funcionalidades adicionais como: avaliação econômica, comunidade e a possibilidade de inserir dados manuais (sem a obrigatoriedade de eliminar os sensores que o produtor já possui, possibilitando a adição destes nos gráficos junto com o projeto do aplicativo em andamento). A união das funcionalidades garantem um amplo gerenciamento da produção.

7- Conclusão

Quando referimos a diversidade de recursos tecnológicos que podem ser usados no campo da aquicultura, estes são abundantes. Os sistemas de análise de informação como o deste trabalho agilizam as etapas custosas do dia a dia dos produtores. Dito isto é justificada a constante evolução desses sistemas.

O Sistema MEUPEIXE cumpriu com os objetivos propostos. A interface, no momento dos testes os usuários não apresentaram dificuldades de uso. Os produtores geralmente já possuem algum sensor (geralmente este sensor é de alto custo) e não deseja se desfazer deste. Logo a inserção de dados de forma manual na aba dos parâmetros de qualidade da água do aplicativo também se mostrou como um atrativo interessante. Da mesma maneira, a inserção automática pelo sistema embarcado é essencial na redução das tarefas do produtor. Por ser automático, o sistema evita a presença de pessoas próximas ao viveiro dos peixes, o que reduz o estresse do animal. Com os dados das biometrias obtidas pelo sistema, o produtor é capaz de tomar decisões quanto ao manejo, realizando trocas na alimentação, tendo indícios de disputas na alimentação e também indícios de patologias, possibilitando uma reação rápida através de profissional adequado. Outro ponto positivo do sistema é a possibilidade de previsão de tempo de despesa. Quanto à avaliação econômica, o sistema permite ao produtor a ciência dos seus investimentos e retornos, facilitando o controle financeiro.

Para trabalhos futuros, seria proposto:

- Maior quantidade de sensores no sistema embarcado.
- Acionamento automático dos canais ligados a equipamentos de correção para os parâmetros afetados, como por exemplo o acionamento de aeradores ou bombas de abastecimento de água.
- Confecção da placa de circuito impresso.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. M. a.; MORAES, C. H. V.; SERAPHIN, T. F. P. “Programação de sistemas embarcados - Desenvolvendo software para microcontroladores em linguagem C”. Elsevier, 2016.

BASTOS, R. R. Estudo comparativo da alimentação de peixes bentopelágicos no talude continental brasileiro entre 12° e 23° S. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Brasil, 2014.

BORANGA, Renan Sizílio et al. AquiNutri–aplicativo de celular para otimização do arraçoamento de peixes. **Brazilian Journal of Development**, v. 4, n. 6, p. 3553-3564, 2018.

CARMELIN JR., C.A. 2018. Ajuste do fornecimento automático de ração de acordo com a temperatura da água para tilápias criadas em tanques rede. 60 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu.

COELHO, Bárbara. Central de controle de sensores de oxigênio dissolvido. 2020.

ENGEPESCA, 2020. Inovações desenvolvem piscicultura 4.0 por todo país. Setembro/2020. Disponível em: <https://www.engepesca.com.br/post/inovacoes-desenvolvem-piscicultura-4.0-por-todo-pais>. Acessado em 02/01/2021

EUROMONITOR INTERNATIONAL. Top 10 Consumer Trends for 2017. Disponível em: <https://www.euromonitor.com/update-on-our-top-10-global-consumer-trends-for2017-get-real-the-allure-of-authenticity/report>. London, UK: 2017.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA): contributing to food security and nutrition for all. Rome, 2016, 200 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>>. Acesso em: 02/01/2021.

FERRAZ, E. M. et al. Influência da temperatura de cultivo sobre crescimento e diferenciação sexual de robalo-peva, *centropomus parallelus poey*, 1860. Revista Brasileira de Engenharia de Pesca, v. 6, n. 1, p. 1–16, 2011. Citado na página 4.

FERREIRA, A. H. C. et al. Probiótico na alimentação de pós-larvas de tilápias-do-nilo submetidas a desafio sanitário. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v. 16, n. 2, 2015. Citado na página 5.

FURUYA, W. M. Redução do impacto ambiental por meio da ração. Palestra VII Seminário de Aves e Suínos – AcesuiRegiões. III Seminário de Aqüicultura, Maricultura e Pesca, p. 121–139, 2007. Citado na página 2.

GUIMARÃES, Kevin Manoel; LOHMANN, Daniel. Automação de tanques para aqüicultura. **Revista Ilha Digital**, v. 6, p. 34-47, 2017.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes. Panorama Aquicult, v. 8, p. 35–43, 1998. Citado 2 vezes nas páginas 3 e 4.

LARANJEIRA, R. R. Controlo remoto e autónomo de um sistema de aquacultura. (Dissertação Mestrado). Universidade de Aveiro. 2014.

LIMA, A. F.; SILVA, A. P. da; RODRIGUES, A. P. O.; BERGAMIN, G. T.; TORATI, L. S.; PEDROZA FILHO, M. X.; MACIEL, P. O. Biometria de peixes: piscicultura familiar. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2013. 1 Folder. Projeto Divinópolis: Inovação Tecnológica na Piscicultura Familiar. Biometria de peixes: piscicultura familiar.

LOPES, Ivã Guidini; OLIVEIRA, Renan Gracia de; RAMOS, Fabrício Menezes. PERFIL DO CONSUMO DE PEIXES PELA POPULAÇÃO BRASILEIRA. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, [S.l.], v. 6, n. 2, p. 62-65, jun. 2016. ISSN 2179-5746. Disponível em: <<https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/1929>>. Acesso em: 08 jan. 2021. doi:<http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n2p62-65>.

LOURENCO J.N.P., MALTA J.C.O., & SOUSA F.N., A importância de monitorar a qualidade da água na piscicultura, Instruções Técnicas Embrapa. N° 5 p.1-4 Dez/1999.

MACEDO, C. F.; SIPAUBA-TAVARES, L. H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. Bol. Inst. Pesca, v. 36, n. 2, p. 149–163, 2010. Citado na página 2.

MANKAR, Jayant et al. Review of I2C protocol. **International Journal of Research in Advent Technology**, v. 2, n. 1, 2014.

MORO, G. V. et al. Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos. **RODRIGUES, APO; LIMA, AF; ALVES, AL; ROSA, DK**, p. 440, 2013.

OLIVEIRA, André Schneider de; ANDRADE, Fernando Souza de. Sistemas Embarcados: Hardware e Firmware na prática. 2. ed. São Paulo: Érica, 2010. 320 p.

PEREIRA, Lucio Camilo Oliva; DA SILVA, Michel Lourenço. **Android para desenvolvedores**. Brasport, 2009.

PISCICULTURA, A. B. da. Anuário peixebr da piscicultura 2018. Associação Brasileira da Piscicultura, 2018. Citado na página 2.

POTRICH, F. R. et al. Estabilidade e lixiviação de nutrientes com rações de diferentes níveis proteicos. Revista Cultivando o Saber, v. 4, n. 3, p. 77–87, 2011. Citado na página 4.

RODRIGUES, C.; CAETANO, D.; SOUZA, L. de.; PETERSEN, M.; CARVALHO, R. S.; PUHL, E. B. Automação dos manejos de arraçoamento e aeração na piscicultura levando em consideração as condições ambientais. Anais da XV FETEC Feira de Conhecimento Tecnológico e Científico. Agosto/2014.

SANTOS, C. C. de A. dos. PARÂMETROS DA QUALIDADE DE ÁGUA NA PISCICULTURA DE ÁGUA DOCE. (Trabalho de Conclusão de Curso – TCC). Cuiabá/2018.

SCHELEDER, K. S. J. Calagem na piscicultura: técnica de calagem em viveiros de água doce. Curitiba: Instituto GIA, 2016. Disponível em: <<https://gia.org.br/portal/wp-content/uploads/2013/11/ManualCalagemPiscicultura.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 3 e 4.

SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Evolução da Piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia. Rio de Janeiro, 2017.

SENAR, Coleção. Piscicultura: alimentação. 263. ed. Brasília: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, 2019.

SILVA, A. D. R. et al. Cultivo de tambaqui em canais de abastecimento sob diferentes densidades. Acta Amazonica, SciELO Brasil, v. 43, n. 4, 2013. Citado na página 5.

SILVA, L. J. S.; PINHEIRO, J. O. C.; CRESCÊNCIO, R.; CARNEIRO, E. F.; PEREIRA, B. P.; BRITO, V. F. S. Tecnologia e desenvolvimento rural: aspectos do cultivo de tambaqui no município de Rio Preto da Eva, AM. Revista Terceira Margem Amazônia | v. 3, n. 10 • Jan/jun. 2018.

SOARES, J. L. Biologia: volume único. [S.l.]: Scipione, 1993. Citado na página 2.

SUSSEL, F. Alimentação na criação de peixes em tanque-rede. APTA (Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios), Assis, SP, 2008. Citado na página 4.
TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. Corpo Humano-: Fundamentos de Anatomia e Fisiologia. [S.l.]: Artmed Editora, 2016. Citado na página 2.

THEODORO, W.; TEIXEIRA, I de O.; ZUPA, A. E.; NETO, A. F. A. Fatores que influenciam a taxa de conversão alimentar na piscicultura. Revista Saúde. V.13, n.2, ESP, 2019.

TRINDADE, A. T. de L.; FORSBERG, B. R.; BELTRÃO, H.; SOUSA, R. G. C. Impactos da piscicultura em tanques-rede sobre o ambiente e assembleias de peixes residentes no reservatório de Balbina, na Amazônia Central. Congresso brasileiro de engenharia de pesca – xxi conbep. 21 a 24 de outubro de 2019.

ZHOU, Q. et al. Role and functions of beneficial microorganisms in sustainable aquaculture. Bioresource Technology, Elsevier, v. 100, n. 16, p. 3780–3786, 2009. Citado na página 3.



**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL NA BIBLIOTECA
“JOSÉ ALBANO DE MACEDO”**

Identificação do Tipo de Documento

- () Tese
- () Dissertação
- (X) Monografia
- () Artigo

Eu, Everaldo Barbosa da Silva Júnior, autorizo, com base na Lei Federal nº 9.610 de 19 de Fevereiro de 1998 e na Lei nº 10.973 de 02 de dezembro de 2004, a biblioteca da Universidade Federal do Piauí a divulgar, gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, o texto integral da publicação MEUPEIXE: SISTEMA EMBARCADO E APLICATIVO MOBILE DE GERÊNCIA DA PRODUÇÃO AQUÍCOLA, de minha autoria, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão, pela internet a título de divulgação da produção científica gerada pela Universidade.

Picos-PI 26 de julho de 2021.

Everaldo Barbosa da Silva Júnior

Assinatura