



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO**

José Eduardo Borba Queiroz

Sistema de monitoração e automatização para Carcinicultura

**Campina Grande- PB
2021**

José Eduardo Borba Queiroz

Sistema de monitoração e automatização para Carcinicultura

Trabalho de Conclusão de Curso em
Ciência da Computação da Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito
parcial à obtenção do título de bacharel
em Ciência da Computação.

Área de concentração: Engenharia de
Software.

Orientador: Profa. Me. Luciana de Queiroz Leal Gomes

**Campina Grande- PB
2021**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

Q3s Queiroz, José Eduardo Borba.
Sistema de monitoração e automatização para
Carcinicultura [manuscrito] / Jose Eduardo Borba Queiroz. -
2021.
54 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
Computação) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de
Ciências e Tecnologia , 2021.

"Orientação : Profa. Ma. Luciana de Queiroz Leal Gomes ,
Coordenação do Curso de Computação - CCT."

1. Camarão. 2. Carcinicultura. 3. Automação. 4.
Engenharia de software. I. Título

21. ed. CDD 005.1

JOSÉ EDUARDO BORBA QUEIROZ

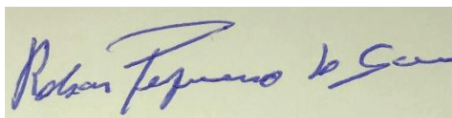
Sistema de Monitoração e Automatização de Carcinicultura

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Ciência da Computação da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovada em 09 de Junho de 2021.

Luciana de Queiroz Leal Gomes

Profa. Me. Luciana de Queiroz Leal Gomes (DC - UEPB)
Orientador(a)



Prof. Dr. Robson Pequeno (DC - UEPB)
Examinador(a)

Paulo Barbosa

Prof. Dr. Paulo Eduardo S. Barbosa (DC- UEPB)
Examinador(a)

Pelo carinho, afeto, dedicação e cuidado que meus pais me deram durante toda a minha existência, e a minha noiva, Cassandra, cuja presença sempre afetou positivamente a minha vida, em todos os aspectos. Dedico.

AGRADECIMENTOS

Com gratidão, dedico este trabalho a Deus. Devo a Ele tudo o que sou.

À professora Me. Luciana de Queiroz por ser uma constante fonte de motivação e incentivo ao longo de todo o projeto. Muito obrigado.

“A dúvida é o princípio da sabedoria.”
(Aristóteles)

RESUMO

A qualidade da água passou a ser um relevante recurso para a monitoração da produção de camarão em cativeiros, principalmente para o pequeno produtor que os monitoram de forma manual. Alguns aspectos relacionados à qualidade da água vêm diminuindo o desempenho do *L. vannamei* (*camarão-branco-do-pacífico*) em água de baixa salinidade. E as condições da água estão sempre mudando, alterando efeitos significativos sobre o bem-estar e saúde dos camarões. Controlar estes efeitos com a monitoração é um dos pontos mais delicados durante o ciclo de vida na carcinicultura. Devido a fatores externos e internos que englobam a criação de camarões em cativeiro, surgiu a necessidade de ferramentas que venham a ajudar no manejo deste ciclo, de forma que se beneficie através do uso de dispositivos que são utilizados manualmente no dia a dia. Devido à falta de informações por parte do pequeno produtor com relação a monitoração da qualidade da água no cultivo de camarões, este trabalho propõe e-camarão, uma ferramenta que tem o objetivo de auxiliar o carcinicultor na monitoração de parâmetros que interferem na qualidade da água (medidor de ph, medidor de oxigênio, temperatura) e atividades de carcinicultura (controle de aeradores e acesso as câmeras de segurança).

Palavras-Chave: Carcinicultura. Qualidade da água na carcinicultura. Auxílio de manejo na carcinicultura.

ABSTRACT

Water quality has become an important resource for shrimp's monitoring production in captivity, especially for small producers who monitor them manually. Some aspects related to the water's quality, decrease the performance of *L. vannamei* (pacific white shrimp) in low salinity water. And the water conditions are always changing, affecting on shrimps welfare and health. Controlling these effects with monitoring is one of the most delicate points during the life cycle in shrimp farming. Attributes to external and internal factors that include the creation of shrimp in captivity, the need arose for tools that will help in the cycle management, so that it benefits through the devices that are used manually in daily management. Due to the lack of information from small producers, regarding the monitoring of water quality in shrimp farming, this work proposes *E-Camarão*, a tool that aims to assist the shrimp farmer in monitoring parameters that interfere on water quality (ph meter, oxygen meter, temperature) and shrimp farming activities (aerators and security cameras controls).

Keywords: Shrimp farming. Water quality in shrimp farming. Management aid in shrimp farming.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de processo produtivo de Carcinicultura de cativeiro.....	16
Figura 2. Gráficos da produção de camarão, tambaqui e tilápia.....	19
Figura 3. Logo da ferramenta desenvolvida, o E-camarão.....	25
Figura 4. Sítio Juá localizado no município de Itatuba no estado da Paraíba.	27
Figura 5. Mapa de localização do município de Itatuba no estado da Paraíba-PB. ..	27
Figura 6. Viveiro de camarão, sítio Juá.	28
Figura 7. Registro de dados de viveiros de forma manual.	28
Figura 8. Tela inicial - (Lista de viveiros / Novo viveiro).	29
Figura 9. Tela referente ao Viveiro selecionado.....	30
Figura 10. Tela de controle de ração do viveiro.	30
Figura 11. Modal de coleta da ração.	31
Figura 12. Tela de exibição das câmeras de segurança do viveiro.....	31
Figura 13. Tela - Manter medições coletas	32
Figura 14. Tela de controle e monitoração dos aeradores do viveiro.....	33
Figura 15. Aerador – Modelo de pás.	33
Figura 16. Dados gerais e relatórios para possíveis melhorias no manejo.	34
Figura 17. Esquema de arquitetura Cliente x Servidor.....	23
Figura 18. Modelagem do Banco de dados.....	24
Figura 19. Esquema de trabalho back-end, front-end e Arduino desenvolvido	25
Figura 20. Esquema da prototipagem utilizada com Arduino.	26
Figura 21. Estrutura de pastas do back-end.....	28
Figura 22. Interface para informar predições ao usuário.....	34
Figura 23. Interface para informar predições com mensagem na tela.	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Níveis de parâmetros de qualidade da água.....	21
Tabela 2. Comparativa de softwares disponíveis no mercado e o E-camarão.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Poticam	Associação Dos Criadores de Camarão do Oeste Potiguar
SIABI	Sistema Integrado de Automação de Bibliotecas.
ABCC	Associação Brasileira de Criadores de Camarão.

Sumário

1. Introdução.....	12
1.1 Objetivos	13
1.1.1 Objetivo Geral	13
2. Referencial Teórico.....	15
2.1 O que é Carcinicultura	15
2.2 Panorama da Carcinicultura no Brasil	17
2.3 Qualidade da água para a Carcinicultura	20
2.4 Tecnologia aplicada à carcinicultura	22
2.5 Trabalhos relacionados	22
3. Metodologia	24
4. E-Camarão: Uma ferramenta de manejo e monitoração para pequeno produtor de camarão.	25
4.1 Levantamento de Requisitos para o E-Camarão	26
4.2 Módulos do E-Camarão	29
5. Tecnologias Aplicadas na Solução e Modelagem do Sistema.....	35
5.1 Diagramas	35
5.2 Sistemas Embarcados	37
5.3 Tecnologias utilizadas no front-end	38
5.4 Back-end	39
6. Resultados e Discussões.....	42
7. Considerações Finais e Trabalhos Futuros	45
8. Referências bibliográficas.....	48
9. Apêndice A – Diagrama de Classes	54

1 Introdução

O setor de carcinicultura no Brasil expandiu a partir da década de 70, ocorrendo as primeiras tentativas de cultivo de camarões marinhos, tendo início com as espécies nativas e posteriormente as exóticas (Ribeiro, 2017). No entanto, o sucesso do setor aconteceu com a chegada do camarão-branco do Pacífico (*Litopenaeus vannamei*), introduzido na década de 90 que apresentou excelente adaptação para o cultivo no Brasil (Barbieri Júnior et.al., 2001). Apesar do enorme crescimento da carcinicultura, os pequenos produtores têm enfrentado dificuldades, especialmente em função da alta competitividade do setor, queda dos preços e, principalmente, a falta de assistência técnica. A ausência de assistência técnica reflete diretamente no pequeno produtor, pois se deparam com empresas altamente competitivas. Estas empresas, por sua vez, usufruem do auxílio de ferramentas tecnológicas robustas capazes de melhorar, monitorar e controlar o desempenho da sua produção.

Segundo o presidente da Poticam, existe uma enorme carência de tecnologias voltadas para o pequeno produtor que possibilitem o uso de insumos mais baratos e acessíveis, além de informações ao pequeno produtor no manejo do camarão e na monitoração da qualidade da água.

A importância da monitoração da qualidade da água no cultivo de camarão se deve ao processo histórico de adaptação do camarão em água de baixa salinidade. Isso porque, a cultura de cultivo do camarão passou a se deslocar da área costeira para regiões interioranas. Esse processo surgiu como uma alternativa para a diminuição de custos do cultivo de espécies marinhas, com água de baixa salinidade em relação à do mar (Sowers et al., 2005). Nesse contexto, a espécie *L. vannamei* por ser tipicamente eurialina e possuir habilidade de tolerar larga variação de salinidade (0,5–40%) surge como a melhor alternativa. Tal característica a consagrou como espécie popular para a cultura em baixa salinidade (McGraw et al., 2002).

Devido à falta de informações por parte do pequeno produtor com relação à monitoração da qualidade da água no cultivo de camarões, este trabalho propõe o e-Camarão, uma ferramenta que tem o objetivo de auxiliar o carcinicultor na

monitoração de parâmetros que interferem na qualidade da água (medidor de ph, medidor de oxigênio, temperatura) e atividades de carcinicultura (controle de aeradores e acesso as câmeras de segurança), e que pode ser adquirida de forma gratuita.

Depois de implementado, o sistema foi apresentado a carcinicultores localizados nos municípios de Itatuba e Salgado de São Felix, lhes foi introduzido sobre como o sistema funcionaria, e os problemas na carcinicultura que ele estaria apto a resolver, como: a monitoração da ração por viveiro, controle de câmeras de segurança, controle de dados coletados relacionados a qualidade da água e a possibilidade de controlar os aeradores a distância.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho é propor uma ferramenta que auxilie no manejo e monitoração de atividades de carcinicultura, que facilite as atividades cotidianas do carcinicultor durante a fase de engorda dos camarões.

1.1.2 Objetivos específicos

Podem ser elencados como objetivos específicos deste trabalho os seguintes:

- Pesquisar e analisar as ferramentas que possuem funcionalidades semelhantes ao E-Camarão;
- Identificar requisitos importantes para a ferramenta proposta;
- Realizar coleta de dados em viveiros para realização de testes na ferramenta;
- Identificar elementos a serem utilizados na parte instrumental (Arduino).

1.2 Estrutura do TCC

Este trabalho está estruturado da seguinte maneira, primeira seção é referente à introdução. A seção 2 traz o Referencial Teórico, que apresenta tópicos importantes sobre o tema, como definição de carcinicultura, panorama da carcinicultura no Brasil, aspectos relacionados à importância da qualidade da água, tecnologias que podem auxiliar no setor da carcinicultura, trabalhos relacionados.

A seção 3 apresenta os subsistemas que compõem o e-camarão que são: Frontend (interface entre cliente e servidor), Back-end (responsável pelas regras de negócio) e a Arquitetura de microcontroladores (Arduino, controle de aeradores). A quarta seção apresenta materiais e métodos, localização onde os requisitos utilizados no E-camarão, desenvolvimento da solução.

A seção 4, apresenta os resultados e discussões do trabalho, apresentando uma comparação com outras ferramentas disponíveis no mercado. E a última seção refere-se as considerações finais e trabalhos futuros.

2 Referencial Teórico

Esta seção apresenta tópicos sobre carcinicultura. O primeiro tópico dessa seção discorre sobre a definição da carcinicultura, fases em seu processo produtivo, ambientes de produção e classificação de modelos e sistema de cultivo de camarão. Já o segundo tópico, relata o panorama da carcinicultura no Brasil, abordando o histórico e dados referentes aos estados produtores. Em seguida, no terceiro tópico, são discutidos os aspectos importantes da qualidade da água (ph, alcalinidade, oxigênio, salubridade, dureza etc.). É discutido também sobre a importância da tecnologia aplicada à carcinicultura, e apresentado trabalhos correlacionados ao tema, como, ferramentas similares encontradas no mercado.

2.1 O que é Carcinicultura

A carcinicultura parte de uma abordagem da compreensão do cultivo de organismos em ambientes marinhos, em água salobra ou doce, que é definido como aquicultura. Dentre os diversos ramos desta prática algumas culturas são conhecidas, entre elas, a criação de ostras (ostreicultura), peixes (piscicultura), rãs (ranicultura) e camarões (carcinicultura) (Pullin et al., 1993; Camargo & Pouey, 2005; Pillay & Kutty, 2005). Assim, entende-se que a prática de cultivo de camarão é a carcinicultura. Ao longo da história da carcinicultura esta atividade ocorreu em ambientes com água doce (continental) ou água salgada.

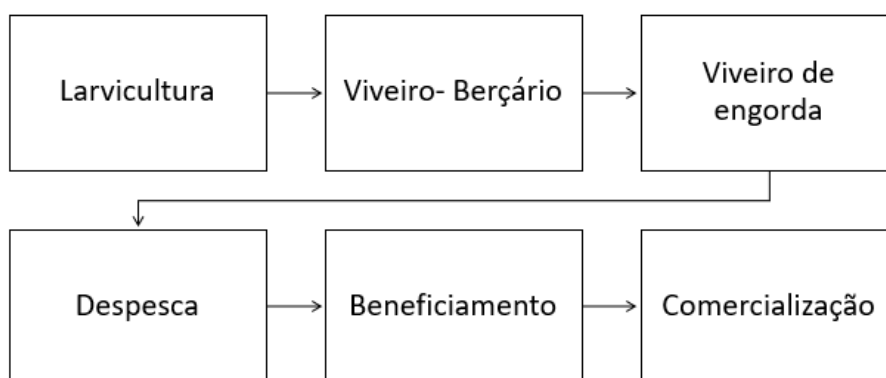
No que diz respeito as características do cultivo em domínio continental são realizadas em áreas que apresentam características como: solo impermeável (argiloso), topografia plana com o máximo de 5% de declividade, água abundante e de qualidade. Já no cultivo de camarão em água salgada, a principal espécie de camarão marinho cultivado em fazendas na faixa costeira do país é a *Litopenaeus vannamei*, conhecido popularmente como camarão branco do pacífico devido a sua rusticidade, tolerância às mudanças na concentração de salinidade, as oscilações de temperatura e altas taxas de densidade em viveiro, apresenta também uma boa conversão alimentar e aceitação à ração.

O camarão *Litopenaeus vannamei*, ainda se destacou no processo de expansão crescente de seu cultivo em águas interioranas (Saoud et. al.,2003). Durante todo o ano. *L. vannamei* é encontrado em habitats marinhos tropicais, sendo que os adultos vivem e se reproduzem em mar aberto, enquanto pós-larvas

migram para o litoral para passar a fase de juvenil nos estuários, lagoas costeiras e manguezais onde tem abundância de alimento (Decamp et. al., 2003). No Brasil, esta espécie ganha cada vez mais destaque devido à sua adaptabilidade a condições de cultivo em cativeiros juntamente com seus altos índices produtivos.

As condições de cultivo em cativeiros correspondem às suas respectivas fases na qual o camarão é submetido até a produção. Estas diferentes etapas estão apresentadas em sequência na Figura 1. A primeira fase é a larvicultura, tendo grande importância para a sustentabilidade da carcinicultura. A segunda etapa do processo produtivo é a de engorda e está se tornando prática comum entre os carcinicultores a utilização de tanques berçários em um estágio inicial de adaptação das pós-larvas ao novo ambiente. Os processos envolvidos são o de adaptação das pós-larvas oriundas dos laboratórios no pré-berçário e de engorda dos camarões juvenis nos viveiros próprios e de despesca, assim, esta fase é encerrada com o esvaziamento dos viveiros para o recolhimento do camarão em redes. Em seguida é realizado a fase do beneficiamento e comercialização. Todas estas fases do processo de cultivo podem ser realizadas por empresas independentes, o que é mais comum, ou por grupos empresariais que dominam todo o processo de cultivo do camarão (Albuquerque, 2005; BNDES, 2004).

Figura 1. Esquema de processo produtivo de Carcinicultura de cativeiro.



Fonte: Adaptado de (Albuquerque, 2015).

Até aqui, vimos que a produção de camarão se dá tanto em ambientes marinhos (regiões costeiras) quanto em cativeiros (ambientes continentais) e as respectivas fases do cultivo do camarão em cativeiro. Essas fases que um viveiro possui pode variar de acordo com as prioridades do produtor. Essa variação de

etapas pode ser classificada na literatura como modelos (monofásico, bifásico e trifásico) do cultivo de camarão.

Esses modelos se diferenciam principalmente pelas suas etapas no processo de cultivo, por exemplo, o cultivo monofásico é aquele onde a fazenda não possui tanques berçários, ou seja, as pós-larvas procedentes de laboratórios são diretamente alocadas nos viveiros de engorda. Já o cultivo bifásico apresenta um adicional sistema de tanques berçários (Magalhães, 2004). Enquanto o cultivo trifásico é composto de uma fase primeira de pós-larvas introduzidas em pré-berçários, outra fase na qual as pós-larvas preencheram os viveiros de terra em altas densidades populacionais, e uma terceira fase em que as pós-larvas, já juvenis, ocupam os viveiros de engorda (ABCC, 2018).

O cultivo de camarão ainda pode ser classificado de acordo com a estrutura em que foi criado. Essa classificação corresponde aos sistemas de camarões. A cultura carcinífera apresenta diversos sistemas de cultivo de camarões, que são utilizados por vários produtores em todo o mundo, como viveiros escavados em terra, tanques à base de concreto, gaiolas flutuantes e cercados. A principal diferença nesses tipos de sistema se deve pela forma de alimentação, bem como taxas de renovação de água, sendo que quanto maior a densidade de camarões por área cultivada, maior quantidade de alimento e maiores também as taxas de renovação de água necessárias (Poersch et al., 2006).

Os sistemas de cultivo de camarão ainda estão ganhando uma nova classificação de acordo com sistema tecnológico e econômico na produção que se encontra o sistema de cultivo de camarão, esses podem ser classificados em três tipos: extensivo, semi-intensivo e intensivo, baseados nestas diferenças, podendo ter efeitos significativos na viabilidade socioeconômica e ambiental (Ling et al., 1999).

Percebe-se que o cultivo de camarão começou em ambientes marinhos, expandiu para cultivo em cativeiros ganhos os interiores e evoluiu até sistemas que podem ser classificados de acordo com as tecnologias adotadas em sua produção.

2.2 Panorama da Carcinicultura no Brasil

A produção da carcinicultura brasileira ocorreu entre os anos de 1972 e 1974. Iniciada pela *Ralston-Purina* conjuntamente com alguns pesquisadores pertencentes

à Universidade Federal Rural de Pernambuco, ao conduzirem testes para a produção de diferentes espécies de camarão na Ilha de Itamaracá (Natori et al., 2011). Paralelamente o estado do Rio Grande do Norte avançava com o “Projeto Camarão”, visando estudar a viabilidade do cultivo de camarões em salinas desativadas. A primeira espécie introduzida foi a *Penaeus japonicus* para a produção no período entre 1978 e 1984, devido aos conhecimentos prévios de técnicas relacionadas à sua reprodução e cultivo (Araújo, 2003). Nesta mesma década Santa Catarina desenvolveu a primeira tecnologia capaz de produzir pós-larva em laboratório pela primeira vez na América Latina. Somente na década de 80 a espécie *Litopenaeus vannamei*, ficou conhecida como “Camarão Branco do Pacífico”. (Sanches et al., 2008).

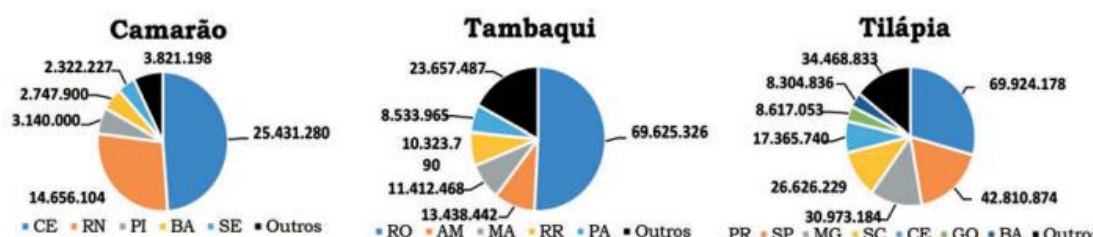
Porém, foi em 1998 a 2003 que o grande desenvolvimento da carcinicultura no Brasil se deu, crescendo em um ritmo acelerado, com grandes avanços nas etapas de larvicultura, beneficiamento e despesca. Um ano após esse pico de crescimento, em 2004, começou a correr declínio da produção no Brasil devido as enfermidades, em particular a infecção causada pelo vírus da *Mionecrose Infeciosa* (IMNV), se espalhando pela maior região produtora, Nordeste (Rocha, 2008; Natori et al., 2011). O motivo do espalhamento do vírus esteve relacionado às excessivas chuvas, carregamentos de agrotóxicos, e resíduo. O vírus, no entanto, causou efeitos negativos na produção da carcinicultura, e com isso a necessidade de soluções que diminuíssem os seus impactos para o meio ambiente, já que a carcinicultura também interfere na ocupação territorial, principalmente nas zonas costeiras, nos manguezais, na utilização de recursos hídricos e na biodiversidade, havendo impactos químicos e socioeconômicos (Pegado, 2004; Rocha, 2008).

Mesmo com o surgimento de enfermidades afetando a produção os países produtores de camarão conseguiram se manter em *rankings* mundiais. Os países asiáticos se apresentaram como os maiores produtores de camarão cultivado em 2013, onde grande parte do montante final de 4,5 milhões de toneladas produzidas, 85,1% são originários desses países (Tahim et al. 2018). Destacaram-se ainda como principais produtores China (39,2%), Indonésia (14,0%), Vietnã (12,1%), Tailândia (7,4%) e Índia (6,5%). Na América, a produção está concentrada nos países do Centro/Sul, correspondendo a 14,5% da produção mundial, destacando-se como maiores produtores deste continente Equador (47,4%), México (18,7%) e Brasil (10,0%). Os dez maiores países produtores mundiais concentram, em média, 92,3%

da produção total (FAO, 2015). O Brasil é o nono dessa lista, correspondendo a 1,5% do total produzido (FAO, 2015).

O nono posicionamento do Brasil na lista de produção em 2015 se deve algumas condições favoráveis que possui como: a extensão da costa litorânea, grandes reservatórios de água doce, mão de obra barata, principalmente no nordeste brasileiro, e mercado ascendente (ABCC, 2018). As principais espécies cultivadas no país são: tilápia - *Oreochromis niloticus*; tambaqui - *Colossoma macropomum* e o camarão - *Litopenaeus vannamei*) (ABCC, 2018). A indústria de cultivo de camarão se apresenta como um segmento organizado do setor pesqueiro nacional, obtendo destaques pela sua trajetória tecnológica e pelo ordenamento da cadeia produtiva, permitindo o desenvolvimento em grande escala.

Figura 2. Gráficos da produção de camarão, tambaqui e tilápia em kg dos estados brasileiros.



Fonte: IBGE (2016) e ESALQ/USP- Pecege.

A Figura 2 apresenta a concentração de produção de camarão, Tambaqui e Tilápia das regiões no Brasil, em 2016. Mesmo que o cultivo de camarão em cativeiro esteja distribuído geograficamente nas regiões Sul, Norte e Nordeste do Brasil, o Nordeste brasileiro é a principal região produtora de camarão nacional, destacando os estados do Ceará (CE), Rio Grande do Norte (RN), Piauí (PI), Bahia (BA) e Sergipe (SE), verificando-se intensa concentração de produtores ao longo de suas áreas costeiras e estuarinas (ABCC, 2018). Essa região produz 99,63% do camarão nacional e conta com 92% do total de produtores, seguida pela região Sul (0,37%) são dados de 2015 publicados na Seafood Brasil (Tahim et al, 2018). O Rio Grande do Norte e o Ceará, são os maiores produtores de camarão, concentrando o maior número de empreendimentos, com 33,2% e 33%, respectivamente, e responsáveis por 83,53% da produção brasileira de camarão em 2014 (Torres, 2015).

2.3 Qualidade da água para a Carcinicultura

O sucesso da produção do camarão está diretamente ligado com controle da qualidade da água. Uma boa condição de qualidade da água é essencial para a aquicultura, pois afeta diretamente a reprodução, o crescimento e a sobrevivência dos organismos aquáticos. Os critérios para avaliação de água de boa qualidade dependem do tipo de organismos a serem estudados e são claramente estabelecidos por níveis de segurança (Boyd & Musin, 1992). Na carcinicultura, os critérios para avaliação estão relacionados com os índices classificatórios da qualidade da água, que serão apresentados adiante neste tópico.

Estes critérios de qualidade, foram analisados por um grupo de pesquisadores afim de definir o Índice de Qualidade da Água, com foco na monitoração de fazendas de camarão. Normalmente, vários parâmetros de qualidade da água são monitorados e medidos em uma fazenda de camarão durante o período de cultivo. Esses parâmetros estão associados com as propriedades físico-químicas da água e que influenciam no bem-estar do organismo cultivado, além fatores ambientais, temperatura, oxigênio dissolvido, alcalinidade total, dureza total, salinidade, pH, gás carbônico e compostos nitrogenados podem ter um efeito significativo no desencadeamento de processos infecciosos nos camarões (Hernández et al., 2012). Tabela 1 apresenta os parâmetros da qualidade de água e seus respectivos limites considerados desejáveis ao cultivo de camarão. Podemos agora analisar os impactos de alguns parâmetros apresentados para produção de camarão.

A temperatura da água, por exemplo, é relevante para o cultivo de camarões, pois influencia diretamente o metabolismo do crustáceo, o crescimento e a sobrevivência, o consumo de oxigênio e a resposta imunológica (Le Moullac & Haffner, 2000; 2005; Allan et al., 2006). Já oxigênio dissolvido é considerado um dos parâmetros de qualidade de água mais críticos, tanto para os sistemas naturais quanto para os viveiros de cultivo (Páez-Osuna, 2001; Jiang et al.2005).

Em relação a amônia, ela é convertida a nitrato através do processo de nitrificação e o nitrito é formado como um produto intermediário. Se a conversão para nitrato é impedida, concentrações significantes de nitrito podem acumular no ambiente (Thurston, et al., 1978). E o fósforo é um elemento nutritivo, sendo a forma mineral majoritária o ortofosfato, essencial à vida aquática. Observe que a Tabela 1

apresenta os níveis aceitáveis no controle da qualidade da água para estes parâmetros apresentados.

Tabela 1 - Níveis de parâmetros de qualidade da água

Níveis ideais para parâmetros de qualidade da água.			
Parâmetros de qualidade da água	Unidades	Desvio (d)	Faixa ($I_b - I_a$)
Monitorado diariamente			
Temperatura	° C	1.0	20-30
Oxigênio dissolvido (DO)	ppm	0,5	<5
Salinidade (Sal)	ppm	1.0	15-23
pH		0,5	6,5–9,5
Monitorado semanalmente			
Amônia total (NH)	mg / l	0,10	0,1-1,0
Nitrato (NO₃)	µg / l	100	400-800
Nitrito (NO₂)	mg / l	0,10	0–0,5
Amônia não ionizada (NH₃)	mg / l	0,01	0–0,1
Turbidez (Tb)	cm	1,00	35-45
Monitorado por requisito			
Alcalinidade (Ak)	mg / l	10	<140
Fósforo (P)	mg / l	0,01	<0,3
Sulfeto de hidrogênio (H₂S)	mg / l	0,01	<0,1
Sulfeto hidrogênio não ionizado (HS⁻)	mg / l	0,001	<0,005
Dióxido de carbono (CO₂)	mg / l	2	<20
Sólidos suspensos (Ss)	mg / l	5	<150
Redox potencial (Px)	mV	10	<500
Silicato (Si)	mg / l	0,2	<4,0
Clorofila A (ChA)	µg / l	5	<75
Nitrogênio inorgânico total (N)	mg / l	0,2	<4
Bactéria marinha total (Tmb)	UFC / ml	1000	<10.000
Vibrio (Vb)	UFC / ml	100	<1000
Coliformes fecais (Fc)	MPN / ml	100	<1000

Fonte: Hernández et al. (2012)

2.4 Tecnologia aplicada à carcinicultura

Devido à internacionalização de produtos e serviços em todos os segmentos, há um amplo estímulo à competitividade empresarial, a qual torna importante a adequação das empresas aos padrões mundiais de qualidade e produtividade, uma vez que as exigências apresentadas pelo mercado consumidor vêm crescendo de forma significativa. A somatória dos diversos fatores tende a acelerar o dinamismo de inovações tecnológicas e administrativas (Gonçalves, 2005).

Muitos dos avanços da tecnologia na carcinicultura se deram em relação à um conjunto de fatores, podendo citar: a reprodução e engorda, a autossuficiência na produção de pós-larvas, a oferta de uma ração de qualidade e o processamento do produto, os quais tornaram a carcinicultura brasileira competitiva para atingir o mercado externo e o consumidor final (Couto Junior, 2007). Este último ponto, mais precisamente de beneficiamento e industrialização, é um meio para a disseminação da indústria, comércio, população e todos os agentes integrantes desta cadeia.

É possível associar tecnologias de baixo custo ao processo de produção, como o Arduino, além de realizar análise dos dados obtidos durante o cultivo e tomar decisões que favoreçam o processo de cultivo do camarão através de Machine learning com o intuito de auxiliar no desenvolvimento de novas ferramentas no mercado da carcinicultura. O Arduino é bastante utilizado, desde projetos básicos até grandes projetos complexos. Com vantagens de ser de baixo custo e com uma IDE fácil de interagir, a aplicação fica a critério do usuário.

2.5 Trabalhos relacionados

A tecnologia tem ajudado no setor de carcinicultura tanto no desenvolvimento do camarão, quanto na tomada de decisão em relação às doenças que assolam fazendas de criação em todo o mundo, como a síndrome da mancha branca (Natori, 2011).

Outras soluções se encontram no mercado disponíveis para o produtor, como softwares mais robustos, que possuem funcionalidades de auxílio mais complexas, como a utilização de sensores à laser de coleta de dados da água em tempo real. A seguir, apresentamos algumas destas soluções que possuem similaridades com a proposta presente na seção 3. Desta forma, por serem ferramentas mais robustas, essas soluções possuem um alto custo, o que inviabilizam a sua utilização para

pequenos produtores, além da impossibilidade de inserção em locais de difícil acesso para essas empresas, como o caso das fazendas de camarão situadas em municípios (Salgado de São Felix, Itabaiana, Itatuba) próximos às margens do rio Paraíba. Tornando-se pouco viáveis ao pequeno produtor, que é o público-alvo deste trabalho.

O *Aquaweb* é uma solução para controle da criação de camarões e peixes em cativeiro, desenvolvido pela FCA Tecnologias. É uma solução que cobra pelo uso do software através de planos com duração de 6 meses. As principais características são o fácil uso em tablets, smartphones e desktops, e baixo custo de manutenção.

AquaManager é um software que foi desenvolvido em Atenas, na Grécia, em 1997, e com parcerias em vários países como Brasil, Espanha, França. Apresenta soluções para fase de engorda com controle em tempo real, controle de custos de cada viveiro, rápido e fácil registro de todas as atividades diárias por meio de telas de fácil interação ou aparelhos móveis.

O *Aqua Tracker* é um software robusto que está presente em vários lugares do mundo, e é hospedado na plataforma Microsoft Azure e Azure. Suas principais características são: fácil uso em celulares, tablets e desktop, controle em tempo real, acesso de qualquer lugar e rastreabilidade.

Estas ferramentas citadas se tornam muitas vezes inacessíveis ao pequeno produtor. Neste sentido, a próxima seção irá apresentar a ferramenta proposta e-camarão, que busca disponibilizar recursos tecnológicos para o pequeno produtor.

3 Metodologia

O presente trabalho de elaboração e construção de uma ferramenta para auxílio no manejo do camarão será iniciado com a coleta de requisitos no sítio Juá, localizado no município de Itatuba - PB. Para que o desenvolvimento da ferramenta seja possível, além do levantamento dos requisitos, será realizado um levantamento bibliográfico sobre o processo da carcinicultura e as principais dificuldades do pequeno produtor de camarão. A partir deste passo, serão levantados os critérios para a construção da ferramenta.

A metodologia utilizada para realizar essa pesquisa foi a seguinte:

- 1) Levantamento bibliográfico da área de interesse
Apresentação da região onde se englobam os viveiros de camarão utilizados como exemplo nesse trabalho, relatando características geográficas e técnicas da carcinicultura no local.
- 2) Levantamento de requisitos em viveiros localizados no sítio Juá, município de Itatuba – PB.
- 3) Modelagem do sistema e tecnologias utilizadas
Referente às tecnologias, modelagens, e arquitetura utilizadas no desenvolvimento da ferramenta;
- 4) Desenvolvimento da ferramenta proposta utilizando as tecnologias mencionadas na seção

4 E-Camarão: Uma ferramenta de manejo e monitoração para pequeno produtor de camarão.

O desenvolvimento de ferramentas focando o contexto de manejo e monitoração que facilita a vida do carcinicultor durante a fase de engorda dos camarões é um grande aliado na atividade de carcinicultura. Essas ferramentas corroboram para a eficiência da monitoração de viveiros e automação do processo do carcinicultor. Neste contexto, este trabalho propõe a ferramenta e-Camarão (com logotipo apresentado na Figura 3)., uma ferramenta que tem a proposta de realizar monitoração e controle da atividade de carcinicultura. As principais funcionalidades observadas no e-camarão são: a possibilidade do controle de maiores números de viveiros (quantos o produtor desejar), o registro e o armazenamento dos dados coletados nos viveiros (ph, temperatura, alcalinidade entre outros), o acesso a câmeras dos viveiros, a monitoração do controle dos aeradores e a possibilidade de uso através de smartphone ou desktop.

Figura 3. Logo da ferramenta desenvolvida, o E-camarão.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

A ferramenta E-Camarão, desenvolvida em arquitetura cliente-servidor, é composta por:

- 1) Automação e monitoração de dispositivos eletrônicos (aeradores);
- 2) Atividade de coleta de dados; e
- 3) API de predição de dados.

A parte de automação se trata de uma aplicação instrumental, implementado utilizando Arduino, e que auxilia a monitoração de dispositivo eletrônicos como as câmeras de segurança e aeradores. Isso permite que a monitoração seja realizada de qualquer lugar pelo produtor acessando o E-Camarão. Esse acesso é fundamental para o controle dos aeradores, trabalho normalmente realizado com controle humano (trabalhadores responsáveis pelo controle), e estes equipamentos não podem ser desligados, pois auxiliam na boa qualidade água. O acesso às

câmeras de segurança pelo sistema permite que seja verificado o status do aerador, proporcionando assim um controle eficiente e redução de custo.

A coleta e controle de dados são fornecidos pelos produtores de camarão, e utilizando o E-Camarão, a atividade de coleta e controle de dados ganha uma capacidade de armazenamento de dados de viveiros, ou seja, de quantos viveiros o produtor deseja controlar. Isso permite um acompanhamento dos dados individuais para cada viveiro cadastrado e a visualização por período (quantidade de dias coletados) de cada um deles para análise das variantes que influenciam na qualidade da água (temperatura, ph, da água). Esses dados poderão ser visualizados através de *dashboard* com auxílio de gráficos.

O controle de crescimento e engorda do camarão, passa também pelo controle da ração diariamente. Assim, o E-Camarão apresentará o armazenamento da quantidade de ração manejada no viveiro, possibilitando ao usuário fazer gestão de ração. O recurso estará disponível para cada viveiro, o que possibilita acompanhar de forma individual o controle da quantidade de ração ou possível déficit.

A qualidade da água é um ponto crucial do sucesso para o bom crescimento do camarão e neste trabalho a avaliação desta qualidade é proposta no módulo que trata da coleta de dados e análise através de técnicas de machine learning. O objetivo é, através dos dados coletados, auxiliar o produtor com dicas de boas práticas de manejo para melhorar o estado atual do seu viveiro, como o controle de parâmetros essenciais para uma boa qualidade da água baseado no índice de qualidade da água e já apresentados aqui (pH, oxigênio, salinidade entre outros), apresentando-lhe soluções práticas de manejo, para controlar cada um destes parâmetros.

Todo o sistema poderá ser acessado pelo produtor de forma híbrida, *mobile* e *desktop*. Isso permite o fácil acesso ao sistema e rapidez para a monitoração da qualidade da água, redução de custo, armazenamento de dados e ampliação de produção.

4.1 Levantamento de Requisitos para o E-Camarão

O levantamento dos requisitos para o E-Camarão foi realizado no sítio Juá (Figura 4), localizado no município de Itatuba no estado da Paraíba- PB (Figura 5). O município possui uma população estimada em 10.201 habitantes e área territorial de 244 km². O município está incluído na área geográfica de abrangência do semiárido

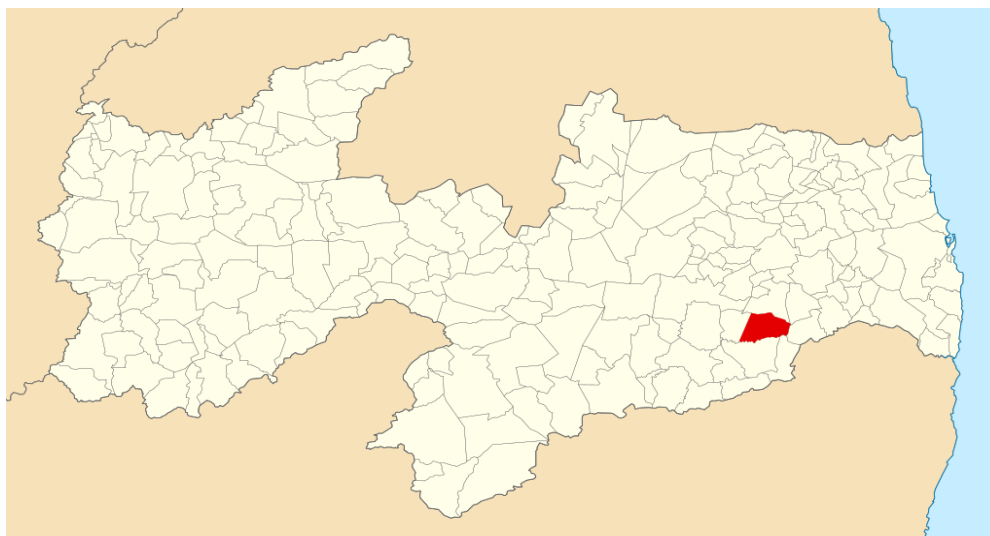
brasileiro. Esta delimitação tem como critérios o índice pluviométrico, o índice de aridez e o risco de seca segundo o IBGE.

Figura 4. Sítio Juá localizado no município de Itatuba no estado da Paraíba.



Fonte: Google Maps, 2021.

Figura 5. Mapa de localização do município de Itatuba no estado da Paraíba-PB.



Fonte: Wikipedia, 2019.

A Figura 6 apresenta a imagem de um viveiro de camarão do sítio Juá. Atualmente, todo o trabalho de engorda através da ração, o registro dos parâmetros da qualidade da água, a monitoração dos aeradores é realizada de forma presencial e por um trabalhador. A Figura 7, apresenta um registro de como os dados são coletados diariamente dos viveiros, de forma manual.

Figura 6. Viveiro de camarão, sítio Juá.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Figura 7. Registro de dados de viveiros de forma manual.

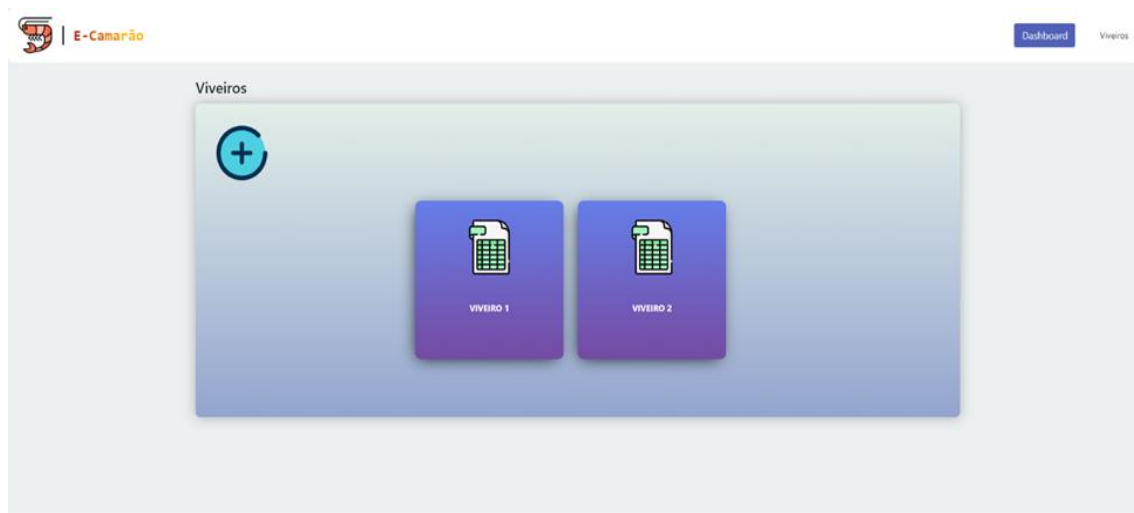
DATA	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5	V-9	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5	V-9
16	250	400	400	250	350	400	2	4	4	2	2	10
17	250	400	400	250	350	400	2	4	4	2	2	10
18	11	11	11	11	11	11	3.13	5.16	5.1	3.14	2.14	15.13
19	11	11	11	11	11	11	4.1	6.15	5.1	4.1	4.1	10.1
20	11	11	11	11	11	11	4.24	5.15	5.1	4.1	4.1	10.1
21	11	11	11	11	11	11	4.1	5.1	5.1	4.1	4.1	10.1
22	11	11	11	11	11	11	4.1	5.1	5.1	3.13	4.14	15.13
23	11	11	11	11	11	11	3.1	5.1	5.1	3.1	4.1	15.13
24	11	11	11	11	11	11	3.1	5.13	5.13	3.15	4.16	13.118
25	11	11	11	11	11	11	3.13	7.14	7.10	4.17	5.18	13.120
26	11	11	11	11	11	11	13	7.14	7.10	5.17	6.16	10.175
27	11	11	11	11	11	11	2.13	6.17	8.1	6.1	6.1	10.1
28	11	11	11	11	11	11	2.13	6.17	8.1	6.1	6.1	10.1
29	11	11	11	11	11	11	2.12	5.18	5.15	4.18	4.16	15.118
30	11	11	11	11	11	11	2.12	5.18	5.15	4.18	4.16	15.118
31	11	11	11	11	11	11	2.12	5.18	5.15	4.18	4.16	15.118
1/6/20	11	11	11	11	11	11	2.12	5.18	5.15	4.18	4.16	15.118
2	500	500	500	500	500	500	3.14	8.1	5.16	6.17	6.17	18.1
3	11	11	11	11	11	11	4.1	8.1	6.16	7.17	7.17	18.1
4	11	11	11	11	11	11	4.15	8.18	6.17	7.17	7.17	18.1
5	7.12	2.14	2.14	2.12	2.12	11.1	5.15	8.18	7.17	7.17	7.17	24.1
6	2.1	4.1	4.1	2.1	2.1	11.1	1.15	8.18	7.17	7.17	7.17	24.1
7	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
8	2.12	4.14	4.14	2.12	2.12	7.16	11	11	11	11	11	11
9	2.12	4.14	4.14	2.12	2.12	7.16	11	11	11	11	11	11
10	2.1	4.1	4.1	2.1	2.1	7.16	11	11	11	11	11	11
11	2.12	4.14	4.14	2.12	2.12	7.16	11	11	11	11	11	11
12	2.1	4.1	4.1	2.1	2.1	7.16	11	11	11	11	11	11
13	2.14	4.18	4.18	2.14	2.14	7.16	11	11	11	11	11	11
14	11	11	11	11	11	7.16	11	11	11	11	11	11
15	11	11	11	11	11	7.16	11	11	11	11	11	11

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

4.2 Módulos do E-Camarão

As Figuras abaixo, apresentam as telas da interface do E- Camarão. A Figura 8 apresenta a tela inicial com uma configuração simples, possibilitando ao usuário acrescentar a quantidade de viveiros a ser monitorada.

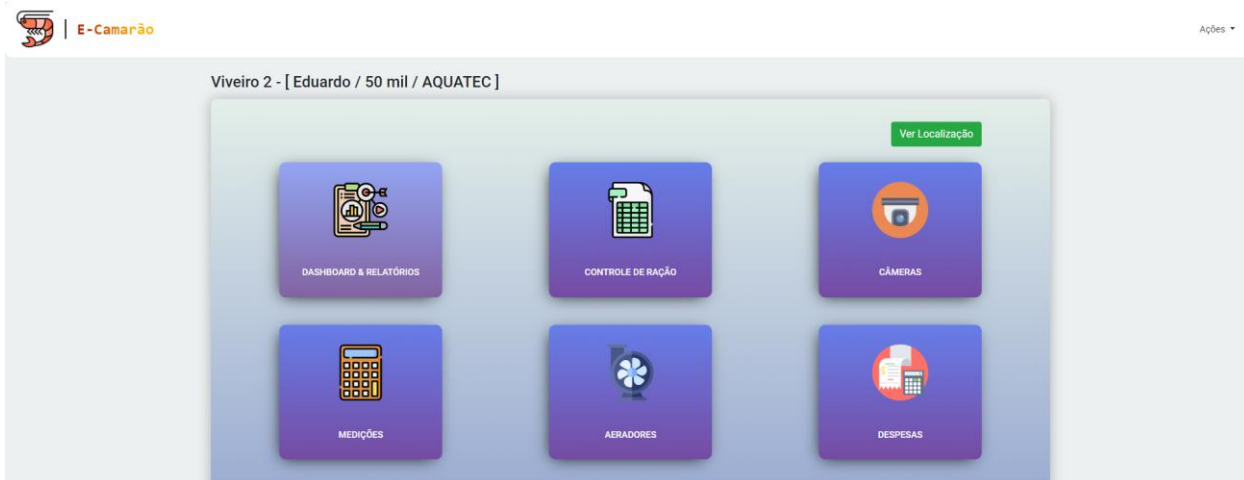
Figura 8. Tela inicial - (Lista de viveiros / Novo viveiro).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

Em seguida, o viveiro a ser monitorado pode ser selecionado e uma outra interface com um painel dinâmico para monitoração pode ser visualizada, neste painel (Figura 9), o usuário pode ter acesso a *Dashboard & Relatórios*, Controle de Ração, Câmeras, Medições, Aeradores e Despesas. Ao selecionar o item controle de ração (Figura 10, a interface permite o preenchimento dos dados de acordo com a data (Figura 11), quantidade de ração e turno (manhã e tarde), possibilitando criar um histórico de dados.

Figura 9. Tela referente ao Viveiro selecionado e seus respectivos módulos para acesso (Dashboard; Controle de Ração; Câmeras; Medições; Aeradores).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

As figuras abaixo são referentes ao fluxo de controle da ração do viveiro. Por meio deste, o usuário poderá manter a ração, e visualizar a estimativa de gastos atuais, e a quantidade total já utilizada.

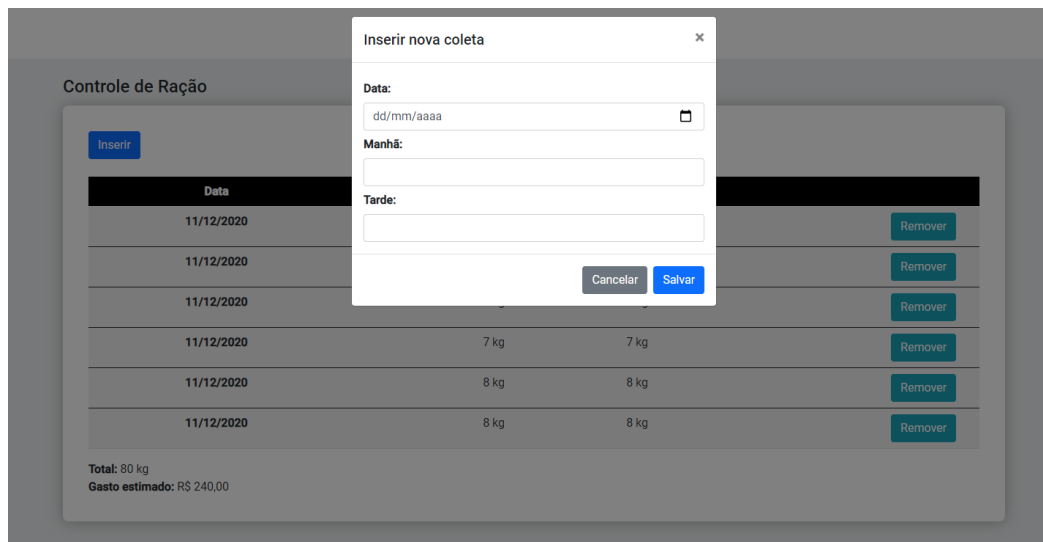
Figura 10. Tela de controle de ração do viveiro.

Data	Manhã	Tarde	
11/12/2020	5 kg	5 kg	Remover
11/12/2020	5 kg	5 kg	Remover
11/12/2020	7 kg	7 kg	Remover
11/12/2020	7 kg	7 kg	Remover
11/12/2020	8 kg	8 kg	Remover
11/12/2020	8 kg	8 kg	Remover

Total: 80 kg
Gasto estimado: R\$ 240,00

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

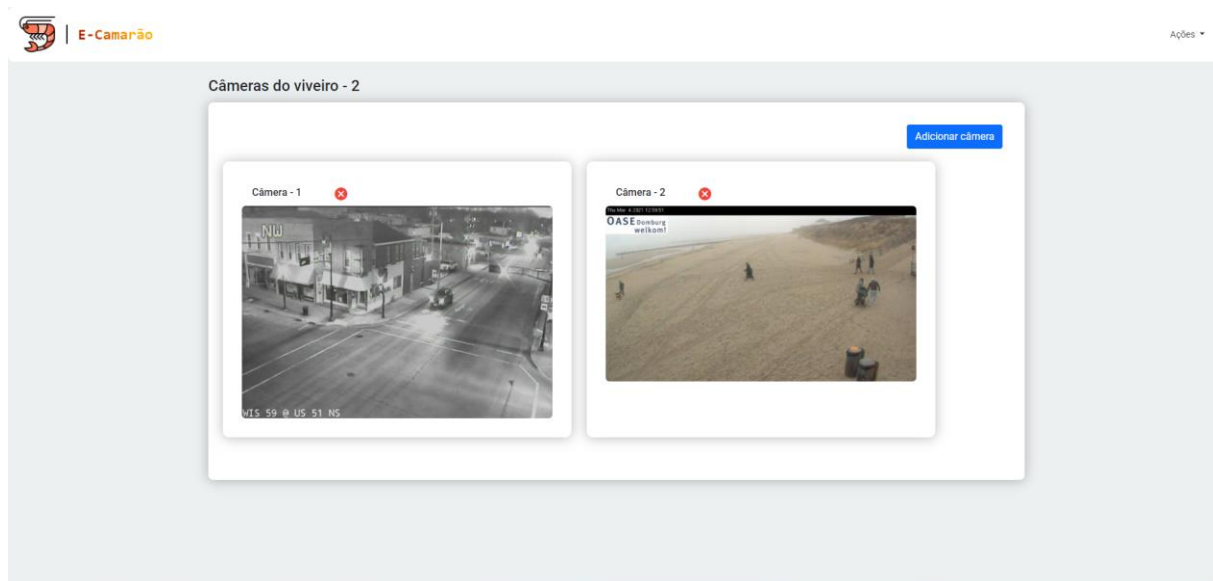
Figura 11. Modal de coleta da ração.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

A interface de monitoração do viveiro permite também acesso ao item câmera (Figura 12 que possibilita a visualização do viveiro que está sendo monitorado e todo o sistema presente, como aos aeradores. Este sistema possibilita a monitoração em qualquer horário com acesso simples de forma *mobile* ou *desktop*.

Figura 12. Tela de exibição das câmeras de segurança do viveiro.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

A Figura 13 apresenta a interface que aparece ao selecionar o item medição, esta função permite manter medições de coletas referente a qualidade da água do viveiro, aqui, os parâmetros correspondentes a qualidade da água (Oxigênio, ph, dureza, alcalinidade, temperatura, transparência) são inseridos na ferramenta possibilitando o armazenamento dos dados ao longo do tempo.

Figura 13. Tela - Manter medições coletas, referente a qualidade da água do viveiro.

The image displays two screenshots of a web application interface for water quality monitoring. The top screenshot shows a table titled "Dados coletados da água" with a table containing five rows of data. Each row has a "Remove" button. The bottom screenshot shows the same interface with a modal form titled "Inserir nova coleta" overlaid, containing input fields for Date, O2, pH, Temperature, Alkalinity, Hardness, and Transparency, along with "Cancelar" and "Salvar" buttons.

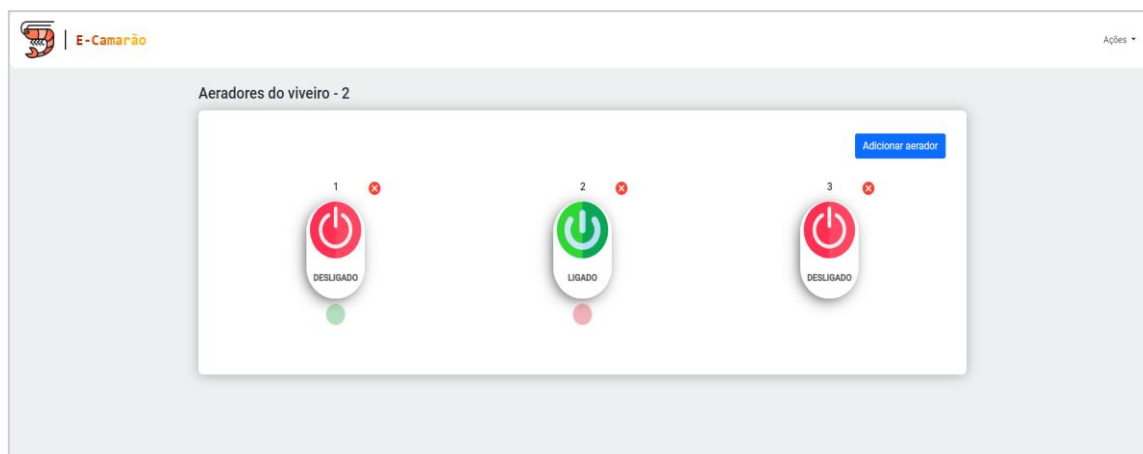
Data	O ₂	pH	Temperatura	Alcalinidade	Dureza	Transparência
19/01/1970, 1:30 PM	22 ppm	22 ppm	22 °C	22 ppm	22 ppm	22 cm
19/01/1970, 1:30 PM	22 ppm	22 ppm	22 °C	22 ppm	22 ppm	22 cm
19/01/1970, 1:30 PM	22 ppm	22 ppm	22 °C	22 ppm	22 ppm	22 cm
19/01/1970, 1:30 PM	22 ppm	22 ppm	22 °C	22 ppm	22 ppm	22 cm
19/01/1970, 1:30 PM	22 ppm	22 ppm	22 °C	22 ppm	22 ppm	22 cm

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

Com o auxílio da parte instrumental desenvolvida para o Arduino, a interface presente para os aeradores, apresenta botões correspondentes às funções de “ligar” e “desligar” (Figura 14). Aqui, pode ser monitorado com facilidade quando os

aeradores (Figura 15) devem estar funcionando de acordo com cada viveiro e auxiliando na qualidade da água.

Figura 14. Tela de controle e monitoração dos aeradores do viveiro.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

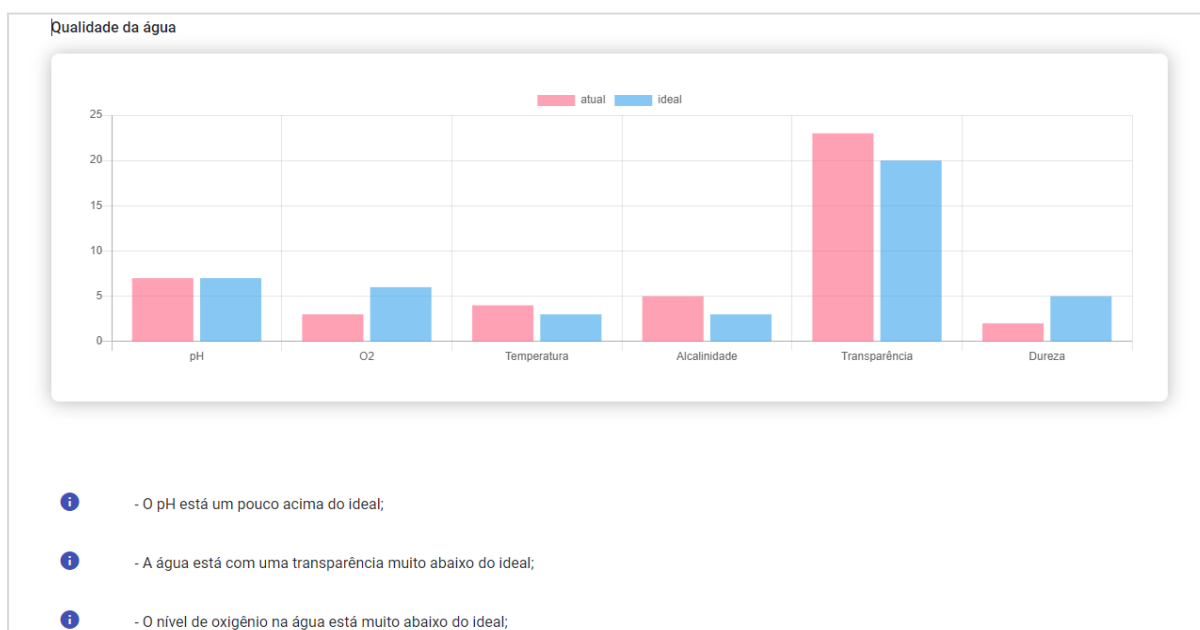
Figura 15. Aerador – Modelo de pás.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

Após a coleta e armazenamentos de dados a ferramenta apresenta em seu painel o item *Dashboard & Relatório* (Figura 16, que possibilita o acompanhamento dos dados armazenado para cada viveiro. A visualização dos relatórios compõe de gráficos em barras, apresentando toda evolução dos parâmetros referente à qualidade da água.

Figura 16. Dados gerais e relatórios para possíveis melhorias no manejo.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

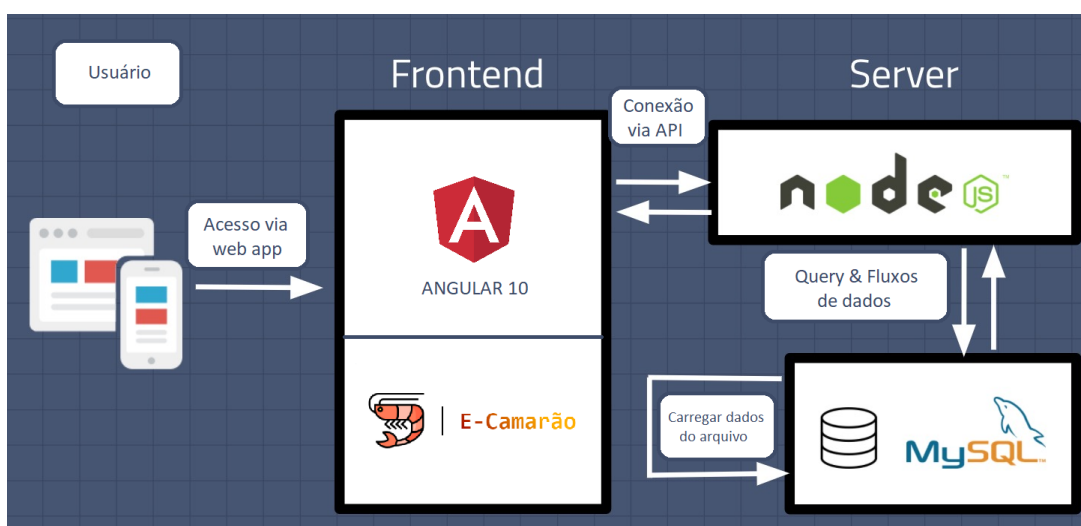
5 Tecnologias Aplicadas na Solução e Modelagem do Sistema

Modelagem do sistema e tecnologias utilizadas

Essa arquitetura foi definida para englobar tecnologias baseadas na linguagem de programação JavaScript (Figura 17), linguagem de programação usada para desenvolver aplicações, sistemas e serviços de alta complexidade.

Foi escolhida por ser uma linguagem que tem alta compatibilidade com plataformas, sistemas e navegadores web, por ser leve e rápida, e os erros de programação são mais fáceis de encontrar e de corrigir.

Figura 17. Esquema de arquitetura – Cliente x Servidor



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

5.1 Diagramas

Diagrama de Classes

Diagramas de classes mapeiam de forma clara a estrutura de um determinado sistema ao modelar suas classes, seus atributos, operações e relações entre objetos.

O Apêndice A, apresenta o modelo de diagrama de classes desenvolvido para o projeto, o qual possui as seguintes entidades:

A entidade *Viveiro* possui as variáveis que são importantes para o controle de um viveiro de camarão, como, laboratório das larvas de camarão atuais, data de

início e fim do ciclo, quantidade de povoamento etc. Essa entidade mantém os viveiros cadastrados e a serem cadastrados pelo usuário.

Aerador, como o nome sugere, é a classe de controle dos aeradores de cada viveiro. Onde um viveiro pode possuir nenhum a muitos aeradores. Possui ações de cadastro de novos aeradores e controle.

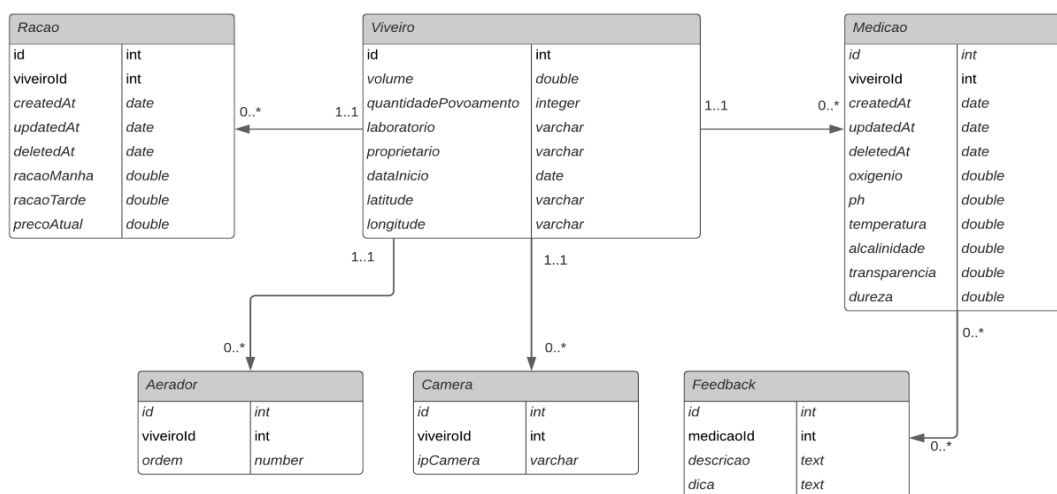
Ração, mantém as características referentes a coleta de dados referente à quantidade de ração administrada.

Câmera, mantém as informações únicas de cada câmera cadastrada para o viveiro, um viveiro pode possuir nenhuma a muitas câmeras.

Medição é a classe que contém as informações dos dados coletados, referente as coletas de parâmetros relacionados à qualidade da água. E que vão servir como base de dados para futuras predições ao auxílio do manejo.

Modelagem do Banco de Dados

Figura 18. Modelagem do Banco de dados



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

O banco de dados utilizado foi o MySQL, baseado em modelo de dados relacionais. É mantido por um sistema conhecido como RDBMS (sistema de gerenciamento de banco de dados relacional). Um banco de dados relacional é fundamentalmente uma coleção de itens de dados com os itens que possuem relacionamentos predefinidos entre eles. Os elementos em um banco de dados relacional (Figura 18) são armazenados na forma de tabelas com linhas e colunas. As

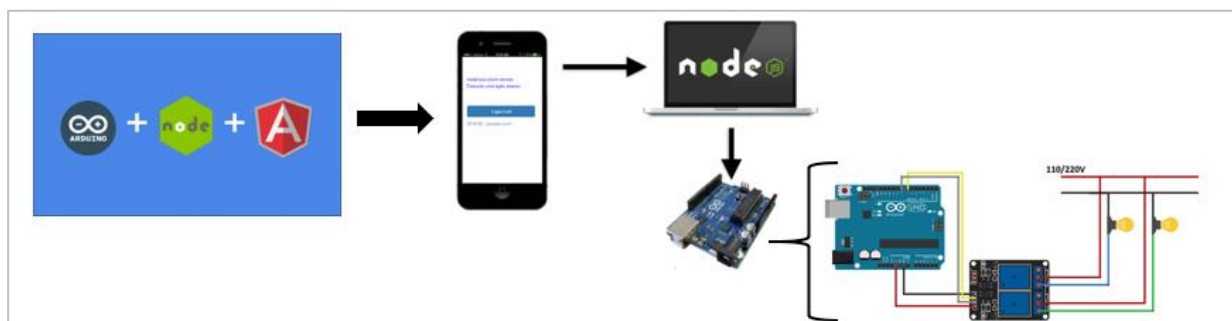
tabelas contêm informações relacionadas aos objetos representados em um banco de dados relacional.

5.2 Sistemas embarcados

Com relação aos sistemas embarcados propostos por este trabalho para controle de aeradores, foi utilizada a placa Arduino. Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre e baixo custo, o que permite que a viabilidade do sistema seja expandida e diferenciada de outros sistemas encontrados no mercado. Assim, nesta pesquisa a utilização do Arduino foi motivada para facilitar o acesso direto aos aeradores e câmeras de segurança, para a sua monitoração.

A placa utilizada neste projeto foi o Arduino. Na figura 19, é observada a arquitetura das tecnologias do sistema, até chegar ao Arduino.

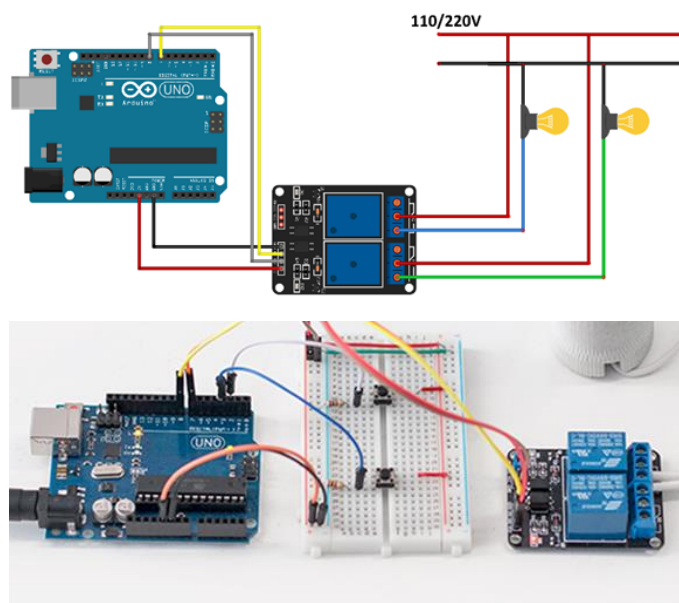
Figura 19. Esquema de trabalho back-end, front-end e Arduino desenvolvido.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

A parte gerencial dos controles de dispositivos eletrônicos dos viveiros foi desenvolvida em volta do microcontrolador Arduino uno (Ethernet shield), utilizando acessórios como cabo usb para conexão com o computador como fonte de energia, porém isso pode ser facilmente substituído por uma bateria, permitindo a mobilidade do sistema na parte instrumental. Os cabos jumper macho-macho e Protoboard 400 Pontos e leds. O módulo relé foi utilizado para controle de energia e ele funciona exatamente como uma chave (interruptor). A Figura 20 apresenta um esquema utilizando Arduino e a montagem do mesmo para aplicação.

Figura 20. Esquema da prototipagem utilizada com Arduino.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

Para o funcionamento de qualquer projeto utilizando Arduino é necessário desenvolver um código simples, que pode ser feito na IDE (*Integrated Development Environment*) do Arduino. A linguagem de programação do Arduino é similar à linguagem C, o que facilita o acesso ao sistema.

5.3 Tecnologias usadas no front-end

Front-end está relacionado com a interface web ligado diretamente ao navegador. Segundo EIS (2015) as linguagens de *front-end* são divididas em HTML, CSS e Javascript. Assim, as linguagens, permitem que as páginas web ganhem vida e permitem uma melhor experiência do usuário através de uma interface bem desenvolvida. O *front-end* permite que o usuário interaja com aplicações web e alimenta entradas onde o back-end irá processar. É do *front-end* a responsabilidade de receber dados de entrada dos usuários e enviar para o servidor, onde esses dados serão processados (Almeida, 2018).

Neste trabalho o *front-end* está relacionado com o desenvolvimento da interface entre o cliente, e o servidor, este engloba as telas de controle e visualização dos dados dos viveiros de camarão. E foi desenvolvido utilizando a versão mais recente do framework Angular (Angular 11).

Um framework pode ser descrito como um conjunto de padrões e boas práticas de desenvolvimento, onde o programador deve seguir as diretrizes que foram estabelecidas para o desenvolvimento, ele não pode decidir sozinho como deve funcionar sua aplicação, ele deve seguir exatamente os padrões de desenvolvimento que foi usado para poder obter o resultado que deseja e utiliza alguns padrões de desenvolvimento MVC (Model, View, Controller) (Duarte, 2015).

Angular é um Framework com o intuito de automatizar o processo de desenvolvimento de aplicações SPA (Single Page Applications) para aplicações web, diferente do padrão Multiple Page Application, que são padrões de desenvolvimento com paradigmas bem diferentes principalmente na implementação, pois o SPA trabalha com uma única página, onde contém todas as outras embutidas internamente sendo gerenciadas através de rotas que o usuário requisita, e cada rota que o usuário solicita (Estefani, 2019).

Utilizando o *Typescript* da Microsoft como linguagem de programação base, o framework angular roda em cima da plataforma *NodeJS* para o processo de desenvolvimento e testes. *NodeJS* é considerada uma plataforma que integra diversos módulos e bibliotecas *Javascript*, que foi implementada sobre o interpretador *Javascript* V8 do Google Chrome de uma das maiores empresas de tecnologia a Google. Através do *NodeJS* é possível executar códigos *Javascript* do lado do servidor, ou seja, server-side (Alves, 2019).

5.4 Back-end

O *back-end* concentra as atividades que funcionam no servidor, deixando as páginas dinâmicas e interativas. Além disso, é capaz de organizar a informação no servidor, processar formulários, organizar o banco de dados e utilizar linguagens *server-side* (Robbins, 2012).

No que diz respeito ao Back-end, as APIs do servidor foram desenvolvidas na linguagem JavaScript utilizando o Node.js, mapeadas por uma API *gateway*, que garantirá uma maior segurança para a utilização dele. Todas as APIs de acesso e controle de dados foram desenvolvidas utilizando o node.js.

Node.js é uma plataforma construída sobre o runtime JavaScript V8 para a fácil implementação de aplicações de redes rápidas e escaláveis. Node.js utiliza um

modelo orientado a eventos que não bloqueia em operações de entrada e saída (non-blocking I/O), o que o torna leve e eficiente, perfeita para aplicações de dados intensivas em tempo real que rodam distribuídas em dispositivos diversos.

Na Figura 21, é exibida a estrutura de pastas do projeto, que pode ser utilizada para apresentar sua arquitetura simplificada.

Figura 21. Estrutura de pastas do back-end.

```

src
|  app.js          # Classe app
|  server.js       # Server para iniciar o app
└─api
   └─controllers  # Funções da controllers do express route
   └─models        # Modelos do banco de dados
   └─services      # Regras de negócio
   └─subscribers   # Eventos async
   └─repositories* # Query builders
└─config           # Configuração das variaveis de ambiente
└─jobs            # Tarefas de rotinas
└─loaders         # Modulos para utilizado no app
└─utils           # Trechos de código pequeno
└─helpers         # Trechos de arquitetura de código
└─routes          # Definição de rotas express
└─types           # Tipagem (d.ts) para Typescript

```

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

A camada *Jobs* é criada para armazenar tarefas agendadas que precisam ser feitas automaticamente em curto intervalo de tempo. Devido a forma como o node funciona é melhor evitar a utilização de formas primitivas para agendar uma tarefa e com isso você ganha um controle melhor dos retornos da ação executada.

A camada *Models*, determina a estrutura lógica que representa uma entidade do banco de dados e da forma na qual os dados podem ser manipulados e organizados. Na camada *Database*, é onde estão organizadas as migrations, para que se tenha o controle do versionamento do banco de dados e dos seeders para popular o banco com dados inserido. *Utils* contém trechos de códigos pequenos que

são utilizados por mais de uma classe. Funções que são utilizadas para auxiliar na construção de um código maior e podendo ser utilizado em qualquer parte das camadas aplicação. A utilização de constantes é muito importante para você poder centralizar uma palavra de retorno de erro, sucesso, status HTTP, nome de uma entidade que se repete por várias partes do código pois na hora quando houver uma mudança de valor naquela constante todas as partes que utilizarem vão ser alteradas sem a necessidade de ficar procurando em cada arquivo pelo projeto. *Config* é a camada onde vamos centralizar todas as nossas variáveis de ambiente e outras configurações que utilizaremos pela aplicação, como: acesso a banco de dados, chave secreta, e-mail e testes.

As rotas foram separadas dos controllers, pois uma rota pode ter vários tipos de requisições (POST, GET, PUT, DELETE, OPTION) e assim mantemos o código limpo. Na arquitetura proposta, o controle (*controllers*) deve se preocupar em aceitar a solicitação, repassar para o serviço de domínio correto processe a solicitação e entregue a resposta ao cliente. A camada *services* é um *design pattern* que ajuda a abstrair as regras de negócio, deixando a *controllers* mais limpa e com a responsabilidade única.

Ter consultas SQL no código de uma *services* torna um código grande e ilegível, por isso atribuímos aos *repositories* o trabalho de ser uma camada de acesso e interação com as entidades do banco de dados. Dois aspectos podem ser tratados para falar da utilização de um *repositor*: centralizar regras de recuperação e persistência de dados, e abstrair a utilização de ORMs possibilitando a troca por outros ORMs.

Quando se tem uma aplicação onde ela utiliza serviços de terceiros e geralmente fazemos uso na camada de controllers junto com a regras de negócio.

6 Resultados e Discussões

O E-camarão foi uma proposta visando obter soluções fáceis e de livre acesso a produtores da carcinicultura. O resultado deste trabalho, foi um sistema capaz de fazer uma análise das variáveis referentes a qualidade da água, do acompanhamento de engorda nos viveiros, e do processo de controle de aeradores.

No entanto, alguns sistemas com finalidade para controle da criação de camarões e peixes em cativeiro se encontram disponíveis no mercado, como, o “Aquaweb” e o “Aqua Tracker” (citados na seção 2.5 sobre trabalhos relacionados). Estes sistemas são mais robustos, disponibilizam serviços de manutenção e assistência de software até armazenamento em nuvens. Esta robustez agrega preço ao produto oferecido em ambos os softwares.

Para analisar os benefícios oferecidos pela ferramenta desenvolvida neste trabalho (E-camarão) a Tabela 2 dispõe dos benefícios, custos e interface oferecidos pelos softwares disponíveis no mercado (Aquaweb e Aqua Tracker) e o e-Camarão. É possível observar que o serviço oferecido pelos softwares apresenta custos significativos variando de € 40 por mês a R\$633,33, funcionando como sistema de assinaturas. O sistema de assinaturas altera os serviços disponibilizados pelo software, como, a quantidade de viveiros que o produtor pode monitorar e números de usuários, no caso do software Aquaweb. O controle de notificação aparece como benefícios disponíveis no software Aqua Tracker, um recurso útil e atrativo para usuários, uma interface híbrida e mobilidade também se encontra entre os recursos disponíveis e cobrados em forma de plano.

A mobilidade, interface híbrida, armazenamento de dados, visualização em *dashboard*, são os recursos disponíveis em todos os softwares apresentados. Todavia, o E-camarão se destaca por ser gratuito, possui acesso a monitoração de câmeras, serviços de acionamento de aeradores e quantidade livre de monitoração de viveiros, focando o pequeno produtor e seus problemas cotidianos.

Na tabela abaixo, foram mapeadas as comparações entre os softwares disponíveis, relacionados ao auxílio na carcinicultura e o E-Camarão. Os critérios usados foram: *Recursos disponíveis*, onde são definidas as funcionalidades que cada determinado software possui; *Custo*, que é o valor a ser pago para o uso do sistema; e as *Interfaces*, que descrevem os dispositivos onde o sistema está disponível.

Estes critérios foram escolhidos baseados apenas nas características básicas de comparação de softwares, no que se diz respeito ao que o consumidor possui conhecimento, ou seja, sem levar em consideração características técnicas dos sistemas, como as tecnologias utilizadas em seus desenvolvimentos.

Tabela 2. Comparativa de softwares disponíveis no mercado e o E-Camarão.

Software	Recursos Disponíveis	Custo	Interface(s)
Aqua Tracker	Fácil de usar; Controle em tempo real (controle de notificação, mortalidade, alimento, temperatura); Acesso de qualquer lugar; Rastreabilidade Completa;	€ 40 por mês.	Híbrido (celular, tablet, desktop)
Aquaweb	Disponibilizado como serviço; Disponibilizado na nuvem de dados(cloud) da FCA; Facilidade de Uso; Mobilidade; Custo zero com manutenção de infraestrutura;	Plano mensal (Alfa, Beta, Gama, Delta) variando de R\$ 158,33 a R\$633,33 Cada plano altera o número de usuários e tanques/viveiros	Híbrido (celular, tablet, desktop) Tablet com aplicativo específico para consulta online e coleta de dados offline
e-Camarão	Interface intuitiva; Mobilidade; Redução de custo do processo de monitoração; Armazenamento de dados; Visualização de dados e histórico; Acesso a câmeras de segurança; Acionamento de Aeradores; Monitoração de ração; Quantidade de viveiros ilimitada;	Gratuito	Híbrido (celular, tablet, desktop)
AquaManager	Produção de larvas e adaptação à Ração; Acompanhamento de engorda; Otimização das estratégias de alimentação dos peixes; Rápido e fácil registro de todas as atividades diárias; Gestão de estoques;	Pago (o valor não disponível)	Híbrido (celular, tablet, desktop)

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Os *softwares* encontrados e serviram de comparação com o *E-Camarão* são o *AquaWeb*, *AquaManager* e *AquaTracker*. Estes *softwares* buscam ajudar a transformar os dados do setor da aquicultura em conhecimento e a usá-los para melhorar o desempenho do negócio, além de utilizar uma proposta de otimização do uso da ração, melhorias de estratégias de gestão, armazenamento de dados e outros benefícios que podem ser consultados no site do respectivo *software*. Algumas características destas ferramentas serão analisadas aqui.

7 Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Cada ponto citado apresenta relevância para o pequeno produtor e destaca a potencialidade do E-Camarão. Isso porque, vimos que monitorar o viveiro influencia no processo de engorda do camarão, no aumento da produção, o acesso às câmeras e acionamento dos aeradores reduz custos no processo produtivo ao produtor podendo haver diminuição de funcionários uma vez que o acesso remoto pode ser realizado pelo produtor.

Os objetivos do sistema, de auxiliar o produtor e facilitar o manejo do camarão, foram priorizados no processo de desenvolvimento da ferramenta, onde o trabalho final resultou em um sistema gratuita e de fácil acesso, necessitando apenas de dispositivos básicos para o uso dela, como um smartphone ou computador.

Durante as pesquisas feitas para esta ferramenta, foram observados pontos de necessidades no auxílio na carcinicultura, principalmente para o pequeno produtor, que por grande parte destes não possuem conhecimentos técnicos, mantem o manejo de forma rudimentar (utilizando lousas para controle de ração, sem controle de coleta de dados etc.).

7.1 Trabalhos Futuros

A partir dos dados coletados, como os dados referentes a qualidade da água (ph, transparência, dureza, alcalinidade, O₂ e temperatura) será possível analisar os dados e para isto um dos trabalhos futuros proposto é uma API de *Machine learning*. Esta API permitirá otimizar o processo da análise de dados, a exemplo da manutenção dos dados (limpeza de dados, armazenamento). Ao utilizar esse módulo será possível realizar pesquisas que permitirão fazer previsões importantes para o usuário.

Para a Interface de programação de aplicações (API) de Inteligência Artificial (IA) a proposta foi o desenvolvimento de uma API que utilize os dados coletados dos viveiros, e predizer alguns cenários para a carcinicultura, e assim auxiliar nas tomadas de decisões, sobre o que o usuário pode fazer para melhorar o desempenho do desenvolvimento dentro viveiro, e assim um aumento no crescimento do camarão mais rápido e seguro. Estas APIs foram desenvolvidas na

linguagem Python, utilizando suas diversas ferramentas para o *Machine Learning* (Pandas, sklearn etc.).

Referente a predição, temos o Machine Learning, que é método de análise de dados onde os computadores têm a capacidade de aprender de acordo com as respostas esperadas por meio associações de diferentes dados, os quais podem ser imagens, números e tudo que essa tecnologia possa identificar.

Quando se desenvolve um sistema de aprendizado de máquina, a estrutura utilizada na programação é diferente da programação de software tradicional. No método tradicional se cria um conjunto de regras para gerar uma resposta a partir do processamento dos dados introduzidos. Já os algoritmos de Machine Learning são criados a partir dos dados que serão analisados e as repostas (ou resultados) que se esperam dessa análise, no final do processo o sistema cria as próprias regras ou perguntas.

O foco dessa API será o *feedback* apresentado ao usuário, de forma que melhore o desenvolvimento do seu camarão, lhe indicando técnicas de manejo comprovadas, para a correção das características que estejam negativas. As prevenções de doenças que afligem os camarões também serão priorizadas, de forma que venham a ajudar no controle de futuros casos que possam ser previstos, por exemplo, a mancha branca. Pela análise de dados que estejam caracterizados nos estados de riscos elevados para essa doença, o usuário receberia práticas de controle, em principal da qualidade da água, para que consiga controlar este quadro.

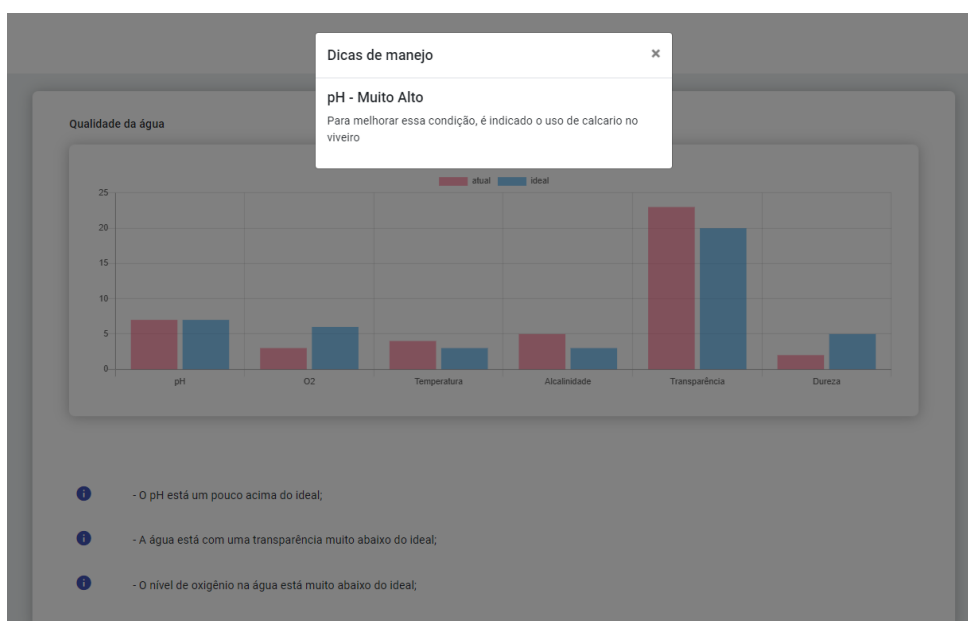
Uma dessas predições é o mapeamento das variantes da qualidade da água. Essas variantes apresentam índices de qualidade da água, que foram caracterizados por Carbja Hernández et.al (2011) para monitoração da qualidade da água. Uma vez reconhecidos os poluentes do ambiente aquático e conhecidos os limites dos parâmetros monitorados, os dados poderão ser mapeados com índices de qualidade da água. Esta API já está sendo desenvolvida, com interface apresentada nas Figuras 22 e 23.

Figura 22. Interface para informar predições ao usuário.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

Figura 23. Interface para informar predições com mensagem na tela.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

8 Referências bibliográficas

ABCC. **Levantamento da infraestrutura produtiva e dos aspectos tecnológicos, econômicos, Sociais e ambientais da carcinicultura marinha no Brasil em 2011.** ABCC/MPA, Natal, RN, 2013.

ALBUQUERQUE, L. F. **Estudo da oxidação do metabissulfito de sódio contido no efluente da carcinicultura.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2005.

ALLAN, E.L.; FRONEMAN, P.W.; HODGSON, A.N. **Effects of temperature and salinity on the standard metabolic rate (SMR) of the caridean shrimp *Palaemon peringueyi*.** J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 337, p. 103–108, 2006.

Almeida, F. E. V. **Um comparativo entre frameworks javascript para desenvolvimento de aplicações Front-End.** Universidade Federal do Ceará, p. 45, 2018.

ALVES, L. C.; URQUIZA, M. F.; ROLAND, C. E. de F. **Gestor de tcc: desenvolvimento de sistema para gestão de trabalhos acadêmicos.** Revista Eletrônica de Sistemas de Informação e Gestão Tecnológica, Franca, v. 7, n. 1, p.1-22, 2016.

ARAÚJO, D. C. **Avaliação do programa nacional de desenvolvimento da aqüicultura: o caso da carcinicultura marinha no Nordeste.** Dissertação (Mestrado) p Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 139, 2003.

BARBIERI JÚNIOR, R. C. J.; OSTRENSKY NETO, A. **Camarões marinhos: Reprodução, Maturação e Larvicultura.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2001.

BNDES Setorial. **A carcinicultura brasileira.** Rio de Janeiro, n. 19, p. 91-118, 2004.

BOYD & MUSIN, C. Boyd, Y. Musin. **Efluentes de viveiro de camarão: observações da natureza das fazendas comerciais problemáticas.** Anais da Sessão Especial sobre Agricultura de Camarão, World Aquaculture Society, EUA, 1992.

CAMARGO, S.G.O.; Pouey, J.L.O.F. (2005) - **Aquicultura - um mercado em expansão.** *Revista Brasileira Agrociência.* Pelotas, RS, Brasil.

CARVALHO, J.M.M. *et al.* **A perspectiva para o desenvolvimento da carcinicultura no nordeste brasileiro.** Fortaleza: BNB, 2005. (Série Documentos do ETENE, nº 2).

CHENG, W.; WANG, L.U.; CHEN, J.C. **Effect of water temperature on the immune response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* to *Vibrio alginolyticus*.** *Aquaculture* 250, p.592–601, 2005.

CHIEN. **Chien Water quality requirements and management for marine shrimp culture** *Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming.* World Aquaculture Society, USA, p. 144-156, 1992.

CHIEN, Y., **Water quality requirements and management for marine shrimp culture.** In: *Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming.* World Aquaculture Society, USA, p. 144–156, 1992.

COSTA, T. C. P. **Impacto da carcinicultura marinha sobre o mangue.** Universidade Federal do Goiás/ Trabalho de conclusão de curso. p. 29, 2013.

COUTO-JUNIOR, O. C. **Densidades de estocagem para sistema intensivo com recirculação de água na criação do camarão *Litopenaeus vannamei*.** Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesca, São Paulo, p. 45, 2007.

DECAMP, O.; CODY, J.; CONQUEST, L.; DELANOY, G.; TACON, A. G. J. **Effect of salinity on natural community and production of *Litopenaeus vannamei***

(Boone), within experimental zero-water exchange culture systems. *Aquaculture Research*, v. 34, p. 345-355, 2003.

DUARTE, N. F. B. **Frameworks e Bibliotecas Javascript.** Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Informática — Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2015.

EIS, D. **O caminho das pedras para ser um dev Front-End.** [S.l.]: Casa do Código, 2015.

ESTEFANI, J. S. M. **Desenvolvimento de um protótipo de um sistema web para gestão de trabalhos acadêmicos.** Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Graduação em, Araranguá, 144 p, 2019.

FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations) **The State of World Fisheries and Aquaculture.** Rome, p. 209, 2012.

FERREIRA, N., Bonetti, C., Seiffert, W., 2011. **Hydrological and Water Quality Indices as management tools in marine shrimp culture.** *Aquaculture (Elsevier)* p. 425–433.

GONÇALVES, A. A. **Estudo do processo de congelamento de camarão associado ao uso do aditivo fosfato.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 170, 2005.

GUAN, Y.; YU, Z.; LI, C. **The effects of temperature on white spot syndrome infections in *Marsupenaeus japonicus*.** *Journal of Invertebrate Pathology* 83, p.257–260, 2003.

H.C., 1994. **Semi-intensive sensation: a ase study in marine shrimp pond management.** *World Aquaculture*. Clifford, p. 6–12.

HÉRNANDEZ, J. Z.; NUNES, A.J. P. **Biossegurança no cultivo de camarão marinho: qualidade da água e fatores ambientais.** Revista da ABCC, v. 2, p. 55-56, 2001.

JIANG, L.; PAN, L.; FANG-BO. **Effect of dissolved oxygen on immune parameters of the white shrimp *Litopenaeus vannamei*.** Fish & Shellfish Immunology 18, p.185-188,

Le MOULLAC, G.; HAFFNER, P. **Environmental factors affecting immune responses in Crustacea.** Aquaculture 191, p.121-131, 2000.

LING, B.H.; LEUNG, P.S.; SHANG, Y.C. **Comparing Asian shrimp farming: the domestic resource cost approach.** Aquaculture, Amsterdam, Vol. 175, Issues 1-2, p. 31-48, 1999.

MAGALHÃES, M. E. S. **Cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em sistema multifásico.** Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Departamento de Pesca, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2004.

MCGRAW, W.J.; DAVIS, D.A.; TEICHERT-CODDINGTON, D.; ROUSE, D.B. **Acclimation of *Litopenaeus vannamei* post larvae to low salinity: influence of age, salinity endpoint, and rate of salinity reduction.** Journal of the World Aquaculture Society, v.33, p.78-84, 2002.

NATORI, M.N. *et al.* **Desenvolvimento da carcinicultura marinha no Brasil e no mundo: avanços tecnológicos e desafios.** *Informações Econômicas*, v. 41, p. 61-73, 2011.

PÁEZ-OSUNA, F., **The environmental impact of shrimp aquaculture: causes, effects and mitigating alternatives.** Environ. Manage. 28, p.131–140, 2001.

PEGADO, E. A. C. **Impactos da legislação ambiental brasileira na exportação de camarão: um estudo com exportadores de camarão do Rio Grande do Norte.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, p. 78, 2004.

PILLAY, T.V.R.; Kutty, M.N- **Aquaculture: Principles and practices**. 640p., Wiley-Blackwell Publishing, Oxford, U.K. ISBN: 1405105321, 2005.

POERSCH, Luís et al. **Perspectivas para o desenvolvimento dos cultivos de camarões marinhos no estuário da Lagoa dos Patos, RS**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, n.4, p.1.337- 1343, jul/ago, 2006.

PULLIN, R.S.V.; Rosenthal, H.; Maclean, J.J. **Environment and aquaculture in developing countries**. Conference on Environment and Aquaculture in Developing Countries. ISBN: 971-8709-05.

RIBEIRO, P.R. **Carcinicultura no agreste paraibano: qualidade da água, um fator limitante**. Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba- Trabalho de conclusão de curso. p. 41, 2017.

ROBBINS, Jennifer Niederst. **Learning web design: A beginner's guide to HTML, CSS, JavaScript, and web graphics**. Cambridge, UK: O'Reilly Media, 2012.

ROCHA, I. P. **Desempenho da carcinicultura brasileira em 2007: desafios e oportunidades para 2008**. *Revista da ABCC*, Recife, ano 10, mar. 2008.

ROCHA, I.P. **A importância da aquicultura e da carcinicultura no contexto da produção mundial de pescado: desafios e oportunidades para o Brasil**. *Revista ABCC*, v. 15, n. 2, p. 16-26, 2013.

SAMOCHA, T.M.; HAMPER, L.; EMBERSON, C.R.; DAVIS, A.D.; MCINTOSH, D.; LAWRENCE, A.L.; VAN WYK, P.M. **Review of some recent developments in sustainable shrimp farming practices in Texas, Arizona, and Florida**. *Journal of Applied Aquaculture*, v.12, p.1-30, 2002.

SANCHES, E. G.; PANNUTI, C. V.; SEBASTIANI, E.F., **A piscicultura marinha como opção para a carcinicultura brasileira**. *Revista Aquicultura & Pesca*, n. 36, p. 12-19, 2008.

SAOUD, I. P.; DAVIS, D. A.; ROUSE, D. B. **Suitability studies of inlandwell Waters for *Litopenaeus vannamei* culture.** *Aquaculture*, p. 373-383, 2003.

SOWERS, A.D.; GATLIN, D.M.; YOUNG, S.P.; ISLEY, J.J.; BROWDY, C.L.; TOMASSO, J.R. **Responses of *Litopenaeus vannamei* (Boone) in water containing low concentrations of total dissolved solids.** *Aquaculture Research*, v.36, p.819-823, 2005.

TAHIM, E. F. **Inovação e meio ambiente: o desafio dos arranjos produtivos de cultivo de camarão em cativeiro no estado do Ceará,** p. 318, 2008.

THURSTON, RV, RC RUSSO & CE SMITH. **Acute toxicity of ammonia and nitrite to cutthroat trout fry.** *Trans. Am. fish. Soc.*, p. 361-368. 1978.

TORRRES, R. **Os mistérios do Ceará: a terra onde o litoral come o camarão e a tilápia produzidos em pleno sertão.** *Seafood Brasil*, p. 22, 2015.

WICKINS, J. **The tolerance of warm-water prawns to recirculated water.** *Aquaculture*, p.19–37, 1976.

9 Apêndice A – Diagrama de Classes

