

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

Direção de Desenvolvimento de Ensino - Unidade de Indústria

Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial

Trabalho de Conclusão de Curso

Sistema de Recirculação Semi-Automático Aplicado à Piscicultura

Filipe Fragoso de Abreu

Cajazeiras – Paraíba - Brasil
Fevereiro de 2022

Filipe Fragoso de Abreu

Sistema de Recirculação Semi-Automático Aplicado à Piscicultura

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial do Instituto Federal da Paraíba, *Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de conclusão da graduação em Tecnologia em Automação Industrial.

Francisco Augusto Vieira da Silva, Dr.
Orientador

Caio Marco dos Santos Junqueira, Dr.
Coorientador

Cajazeiras - PB
Fevereiro de 2022

**SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO SEMI-AUTOMÁTICO APLICADO À
PISCICULTURA**

FILIPE FRAGOSO DE ABREU

Trabalho de Conclusão de Curso Aprovado em 11/02/2022.

BANCA EXAMINADORA

Francisco Augusto Vieira da Silva

Dr. Francisco Augusto Vieira da Silva

Orientador

Caio Marco dos Santos Junqueira

Dr. Caio Marco dos Santos Junqueira

Coorientador/Membro Externo

Joab Sobreira de Andrade

Dr. Joab Sobreira de Andrade

Membro Interno

Edleusom Saraiva da Silva

Me. Edleusom Saraiva da Silva

Membro Interno

Leonardo Pereira de Lucena Silva

Me. Leonardo Pereira de Lucena Silva

Membro Interno

CAJAZEIRAS – PB

BRASIL

A162s

ABREU, Filipe Fragoso

Sistema de Recirculação Semi-Automático Aplicado à Piscicultura.

Filipe Fragoso de Abreu. - Cajazeiras, 2022. 121f..

TCC (PDF)

Orientador: Francisco Augusto Vieira da Silva.

1. Piscicultura 2. Automação. 3. Circulação de água . I. Filipe Fragoso de Abreu. II. Título.

CDU: 639.3

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha mãe, meu pai, minha irmã e toda a minha família, que me deram total suporte para vencer os desafios e alcançar este objetivo.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente ao meu Pai do céu, que a partir de seus mistérios perpetuou sobre mim bênçãos e me fez um ser humano capaz; à minha família pelo apoio incondicional durante toda a jornada; aos meus colegas, professores e todos os funcionários e servidores do IFPB-*Campus* Cajazeiras, em especial, ao meu orientador Dr. Francisco Augusto Vieira da Silva e coorientador Dr. Caio Marco dos Santos Junqueira, que depositaram confiança no projeto e contribuíram para minha formação acadêmica, profissional e pessoal.

Resumo

O aumento populacional, aliado à degradação dos solos e recursos hídricos, tem acentuado a dificuldade de produção de alimentos de qualidade. Equitativamente, a produção de organismos aquáticos, usados na alimentação, sofre com os danos ambientais e está entre as mais afetadas com a poluição. Logo, o Sistema de Recirculação de Água (SRA) surge como uma alternativa para a produção de nutrientes com baixa agressão ao meio ambiente, uma vez que a água usada no sistema é constantemente tratada e reutilizada, além disso, o SRA pode substituir os meios convencionais de produção de animais aquáticos, que carecem de grandes investimentos e necessitam de grandes espaços. Desta forma, o presente trabalho oportuniza o desenvolvimento de um SRA semi-automático de modo que seja possível produzir alimento de forma eficaz com a aliança entre os benefícios de um sistema de recirculação e os ganhos atribuídos pela automação. O sistema empregou o uso de um microcontrolador, sensores de temperatura, pH e nível, calibrados e integrados aos atuadores. Essa abordagem permitiu o monitoramento e controle dos mensurandos, além de possibilitar a interação entre o produtor e a performance do sistema por meio de um *display*. Além disso, foi elaborada a construção de um comedouro com foco em aumentar a autonomia do meio. Para avaliação do sistema, foram desempenhados testes com o intuito de gerar perturbações físico-químicas na água, de modo a promover a ação dos componentes eletromecânicos e a coleta de dados. Assim, o protótipo foi testado em duas etapas com duração de 5 dias cada. A primeira foi realizada sem animais, com alterações pré estabelecidas e, na segunda etapa, foram adicionados 28 peixes no tanque. Ao fim do trabalho, pôde-se constatar que o protótipo atingiu os objetivos propostos. Com relação ao desempenho, o sistema proposto respondeu satisfatoriamente às perturbações e testes realizados em relação a automação aplicada, e, entre as principais vantagens, verificou-se o consumo reduzido de água, condições ideais para habitat dos peixes e redução da influência humana para funcionar de forma adequada.

Palavras-chave: *Peixe; Automação; Sistema de Recirculação de Água.*

Abstract

The growing population and the degradation of soils and water resources have accentuated the difficulty of producing quality food. It is also highlighted that the production of aquatic organisms in food suffers from environmental damage and is among the most affected by pollution. Therefore, the Water Recirculating System (WRS) appears like an alternative for producing nutrients with low aggression to the environment since the water used in the system is constantly treated and reused. Moreover, the WRS can replace the conventional methods of producing aquatic animals, requiring large investments and large spaces. In this way, the present work aims to develop a semi-automatic WRS so that it is possible to produce food efficiently with the alliance between the benefits of a recirculating system and the gains attributed by automation. The system employed a microcontroller, temperature, pH, and level sensors. They were calibrated and integrated into the actuators. This approach allowed the monitoring and control of the measurands and enabled the interaction between the producer and the performance of the system through a display. Besides, a food dispenser was designed to increase the environment autonomy. To evaluate the system, tests were performed to generate physical-chemical disturbances in the water to promote the action of the electromechanical components and the data collection. Thus, the prototype was tested in two stages lasting five days each. The first was carried out without animals, with pre-established changes, and, in the second one, 28 fishes were added to the tank. It was possible to verify that the prototype reached the proposed objectives. Regarding performance, the proposed system responded satisfactorily to the disturbances and tests carried out in relation to the applied automation, and, among the main advantages, there was reduced water consumption, ideal conditions for fish habitat and reduction of human influence to function properly.

Keywords: fish; Automation; Water Recirculating System.

Sumário

Resumo	iii
Abstract	iv
Lista de figuras	viii
Lista de quadros	x
Lista de tabelas	xi
Lista de abreviaturas e siglas	xii
Lista de símbolos e unidades	xiii
Capítulo 1	15
Introdução	15
1.1 Introdução	15
1.2 Motivação	16
1.3 Objetivos	17
Capítulo 2	18
Revisão Bibliográfica	18
2.1 Introdução	18
2.2 Piscicultura	18
2.2.1 A Tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	20
2.3 Um breve histórico da cultura da Tilápia do Nilo	21
2.4 Piscicultura em SRA no Brasil: trabalhos mais relevantes	21
Capítulo 3	27
Técnicas da piscicultura	27
3.1 Introdução	27
3.2 Sistemas de cultivo	27
3.2.1 Tanque rede	27
3.2.2 Tanques escavados	28
3.2.3 Sistema de Recirculação para Aquicultura (SRA)	29
3.3 Classificação dos sistemas	33
3.3.1 Sistema extensivo	33
3.3.2 Semi-intensivo	33
3.3.3 Intensivo	33
3.3.4 Superintensivo	34
Capítulo 4	35
Sistema de Recirculação de Água Proposto	35

4.1	Introdução	35
4.2	Sistema de Recirculação de Água Semi-automatizado Aplicado a Piscicultura (SRAAP)	35
4.3	Elementos constituintes do SRAAP	35
4.3.1	Sensores	35
4.3.1.1	Sensor de temperatura	37
4.3.1.2	Sensor de potencial hidrogeniônico (pH)	38
4.3.1.3	Sensor de nível	41
4.3.2	Controlador	43
4.3.3	Elementos eletromecânicos	44
4.3.3.1	Aquecedor	45
4.3.3.2	Motobomba	46
4.3.3.3	Oxigenador	47
4.3.3.4	Válvula solenoide	48
4.3.3.5	Comedouro	48
4.3.4	Elementos eletroeletrônicos	50
4.3.4.1	Módulo Relé	51
4.3.4.2	<i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	52
4.3.4.3	Modulo <i>Real Time Clock</i> (RTC)	53
4.3.4.4	Alarme de emergência	54
4.3.5	Elementos hidráulicos	54
4.3.5.1	<i>Overflow</i>	55
4.3.5.2	Tubo Venturi	56
Capítulo 5		57
	Instrumentação do SRAAP	57
5.1	Introdução	57
5.2	Calibração dos sensores analógicos	57
5.2.1	Calibração do sensor de temperatura PT100	57
5.2.1.1	Componentes do erro de medição para o sensor PT100	57
5.2.2	Calibração do Sensor PH-4502C	63
5.2.2.1	Componentes do erro de medição para o Sensor PH-4502C	65
5.3	Sistema hidráulico do Motobomba	66
Capítulo 6		69
	Resultados e Discussões	69
6.1.	Introdução	69
6.2.	Análise sem animais	70

6.2.1. Coleta de dados da temperatura	71
6.2.2. Coleta de dados do pH.....	72
6.3. Análise com animais	73
6.3.1. Coleta de dados da temperatura	74
6.3.2. Coleta de dados do pH.....	75
Capítulo 7	76
Conclusões	76
Referências	78
ANEXOS	80
Anexo A - Dados da perda de carga e comprimento equivalente.....	80
APÊNDICES.....	81
Apêndice A – Programação em códigos C e C++.....	81
Apêndice B – Circuitos controlados.....	86
Apêndice C – Medições com os sensores analógicos.....	88
Apêndice D – Fluxogramas da programação do SRAAP	89
Apêndice E – Memória de cálculo do motobomba	92
Apêndice F – Custos do projeto final.....	93
Apêndice G – Projeto de extensão SRAAP	94

Lista de figuras

Figura 1. Média da pluviosidade de três cidades do sertão paraibano durante período de estiagem.....	15
Figura 2. Ciclo de vida dos peixes.....	19
Figura 3. Tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	20
Figura 4. Exemplo de viveiro Tanque rede	28
Figura 5. Viveiro Tanque escavado	29
Figura 6. Viveiro Sistema de recirculação	30
Figura 7. Esboço do protótipo	36
Figura 8. Sensor de Temperatura PT100	37
Figura 9. Circuito do controle da temperatura.....	38
Figura 10. Faixa de variação do pH	39
Figura 11. Sensor PH-4502C.....	40
Figura 12. Circuito coleta de dados do pH	41
Figura 13. Sensor de nível	42
Figura 14. Circuito do sistema controle de nível	43
Figura 15. Arduino Uno	45
Figura 16. Aquecedor de Água de Elétrico	46
Figura 17. Bomba Submersa Sarlo Better.....	47
Figura 18. Oxigenador JAD sc-7500	48
Figura 19. Válvula solenóide	49
Figura 20. Materiais utilizados no comedouro	50
Figura 21. Comedouro montado.....	50
Figura 22. Teste de vazão mássica do comedouro	51
Figura 23. Módulo Relé com Optoacoplador	52
Figura 24. Módulo Display LCD.....	53
Figura 25. Módulo RTC	54
Figura 26. Circuito de ativação do módulo RTC	55
Figura 27. Construção do <i>overflow</i>	56
Figura 28. <i>Overflow</i> montado	56
Figura 29. Tubo Venturi montado.....	58
Figura 30. Multímetro utilizado nos testes	58
Figura 31. Termômetro infravermelho utilizado nos testes	63

Figura 32. Curva de erro do sensor PT-100	63
Figura 33. Obtenção do Offset do módulo da sonda	64
Figura 34. Registro da programação usada no processo	64
Figura 35. Averiguação do pH das substâncias pré definidas	65
Figura 36. Substâncias pré definidas	65
Figura 37. Curva de erro do sensor PH-4502C	66
Figura 38. Sistema de Recirculação Semi-Automático Aplicado à Piscicultura	69
Figura 39. Protótipo preenchido com água de poço artesiano	71
Figura 40. Gráfico das variações de temperatura da primeira etapa	72
Figura 41. Gráfico das variações de pH da primeira etapa	73
Figura 42. Restos de ração após alimentação dos peixes	73
Figura 43. Gráfico das variações de temperatura da segunda etapa	74
Figura 44. Gráfico das variações de temperatura da segunda etapa	74
Figura 45. Gráfico das variações de pH da segunda etapa	75
Figura 46. Gráfico dos valores médios do pH ao longo da segunda etapa	75
Figura 47. Perda de carga localizada/comprimento equivalente em metros de tubulação de PVC	80
Figura 48. Controle do Motor Bomba	86
Figura 49. Controle do Oxigenador	86
Figura 50. Circuito do sistema de alarme	86
Figura 51. Circuito de ativação do Display LCD	87
Figura 52. Circuito de ativação do comedouro	87
Figura 53. Sequência lógica da programação	89
Figura 54. Controle de temperatura	89
Figura 55. Controle de nível	90
Figura 56. Programação para o RTC	90
Figura 57. Controle do pH	91

Lista de quadros

Quadro 1. Forma de nascimento dos peixes	19
Quadro 2. Principais características dos trabalhos citados	26
Quadro 3. Etapas do processo de recirculação	31
Quadro 4. Especificações do Sensor de Temperatura PT100	38
Quadro 5. Especificações do Sensor de PH-4502C	40
Quadro 6. Especificações do sensor de nível de água tipo bóia.....	42
Quadro 7. Especificações do Arduino Uno	44
Quadro 8. Especificações do Aquecedor de Água Elétrico	45
Quadro 9. Especificações da Bomba Submersa Sarlo Better.....	46
Quadro 10. Especificações do Oxigenador JAD sc-7500	47
Quadro 11. Especificações da válvula solenóide.....	48
Quadro 12. Especificações do Módulo Relé com Optoacopladores.....	51
Quadro 13. Especificações do Display LCD	52
Quadro 14. Especificações do Módulo RTC DS3231	53
Quadro 15. Comprimento equivalente de algumas conexões.....	67
Quadro 16. Perturbações pré-definidas para a primeira etapa	70
Quadro 17. Custos envolvendo o protótipo final	93

Lista de tabelas

Tabela 1. Cálculos da tendência para três (3) valores de temperatura.....	59
Tabela 2. Cálculos da correção para três (3) valores de temperatura	60
Tabela 3. Cálculos do Erro aleatório para três (3) valores de temperatura.....	61
Tabela 4. Cálculos da Incerteza padrão para três (3) valores de temperatura.....	62
Tabela 5. Cálculos da repetibilidade para três (3) valores de temperatura para 4 graus de liberdade e 95% de probabilidade.....	63
Tabela 6. Cálculos da tendência, correção, incerteza padrão e repetibilidade de três (3) valores de pH para 19 graus de liberdade e 95% de probabilidade	66
Tabela 7. Medições com o sensor de pH-pH4502c.....	88
Tabela 8. Medições com o sensor de temperatura-PT100	88

Lista de abreviaturas e siglas

a.C	antes de Cristo
AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
kB	kiloByte
NA	Normal Aberto
NF	Normal Fechado
pH	potencial Hidrogeniônico
PVC	Policloreto de vinila
SRA	Sistema de Recirculação de Água
UV	Ultravioleta

Lista de símbolos e unidades

°C	Graus Celsius
A	Ampere
C	Linguagem de programação de nível alto
C++	Linguagem de programação de nível médio
H	Hora
L	Litros
M	Metro
m ³ /h	Metro cúbico por hora
m.c.a	Metro de coluna d'agua
MHz	megahertz
Min	Minuto
Mpa	Megapascal
O ₂	Gás Oxigênio
S	Segundo
V	Volt
W	Watt

Capítulo 1

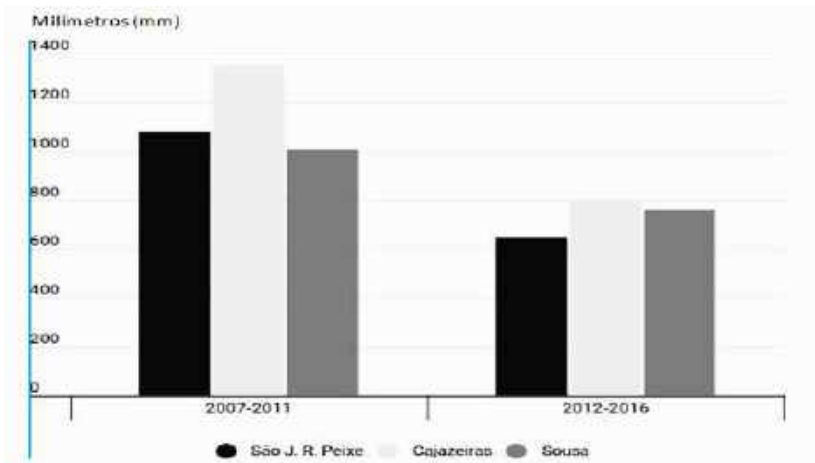
Introdução

1.1 Introdução

Atualmente existe uma grande preocupação com o futuro da humanidade no que diz respeito à alimentação, haja vista que o aumento populacional aliado à degradação dos solos e recursos hídricos, tem acentuado a dificuldade de produção de alimentos de qualidade. Esses efeitos têm evidenciado a desigualdade de alimentação entre povos e setores da sociedade (LEÃO, 2013).

Equitativamente, a produção de organismos aquáticos usados na alimentação sofre com os danos ambientais e está entre as mais afetadas com a poluição, já que o despejo de resíduos sem tratamento nos cursos d'água, a caça intensiva e a retirada da vegetação, modificam toda a cadeia alimentar natural gerando desequilíbrio e extinção de espécies (FERRAZ, 2021). Esses efeitos são ainda mais devastadores quando desencadeado em regiões naturalmente mais secas e áridas, como é o caso da mesoregião sertaneja do estado da Paraíba. O Sertão vem sendo constantemente castigado por baixos índices pluviométricos, como mostra a Figura 1 através dos dados das médias pluviométricas nos períodos de 2007-2011 e 2012-2016, e sendo assolado pela escassez hídrica que teve início no ano de 2012, gerando, conseqüentemente, transtornos para a população, como também, para a fauna e flora.

Figura 1. Média da pluviosidade de três cidades do sertão paraibano durante período de estiagem.



Fonte: Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba (AESA 2021).

Desta forma, torna-se crucial o uso de técnicas e manejos que possibilitem aos produtores o melhor uso dos recursos naturais, obtendo a máxima produção com o menor impacto possível ao meio ambiente, a partir do estudo e aprimoramento de práticas como técnicas que atendam a realidade atual e, assim, acatar as necessidades dos consumidores.

Uma possível solução, é a utilização de sistemas que busquem uma maior produção com os mesmos bens naturais, produzindo, reutilizando e reduzindo o desperdício durante toda a cadeia de produção (MARCOS, 2020).

Com foco em tais demandas, os Sistemas de Recirculação de Água (SRA) trazem uma alternativa para a tradicional produção de peixes, realizados em rios, lagos e tanques, já que possibilitam o tratamento da água do reservatório e sua reutilização, de modo a viabilizar um maior controle sobre as variáveis do sistema e, ainda, diminuir os impactos ao meio ambiente. Além do mais, esse método de cultivo concede uma produção de grandes concentrações de indivíduos por unidade de área, favorecendo a instalação em curtos espaços (FERRAZ, 2021).

1.2 Motivação

Nos últimos anos, a produção de pescado por cultivo tem crescido de forma acentuada, segundo a publicação bianual na “*The State of World Fisheries and Aquaculture*”, a produção já representa 73,8 milhões de toneladas de pescado, chegando a 44% da produção mundial de peixes (SCHULTER; FILHO. 2017).

Já no Brasil, o cenário segue a mesma linha. O país vem obtendo uma evolução ano após ano, se consolidando como uma indústria de destaque no setor das carnes. Em 2020, mesmo em um ano marcado pelas dificuldades impostas pela pandemia, o mercado interno apresentou crescimento de 5,93%, sendo impulsionada pelo cultivo, alcançando 802.930,00 toneladas produzidas (Peixe BR, 2021).

Infelizmente, mesmo com o aumento da oferta de produtos advindos da piscicultura, a fome em todo o mundo também disparou, gerando um quadro de desnutrição que saltou de 8,4% da população mundial em 2019, para quase 10% em 2020. Além do mais, cerca de 30% da população global não tinha acesso à alimentação completa e de qualidade (FAO, 2021).

Logo, torna-se necessário uma maior abrangência na distribuição de alimentos na sociedade, sendo, o Sistema de Recirculação, uma alternativa de ferramenta

devido às qualidades apresentadas. O desenvolvimento deste método de produção não é simples, por vários motivos, mas quando gerenciado de forma correta no que diz respeito aos conhecimentos em torno do sistema, dimensionamento eficiente e a forma de cultivar os animais, pode representar uma fonte de proteína importante para famílias de baixa renda e contribuir para reverter o quadro de desigualdade alimentar (SUMMERFELT et al., 2004).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver um protótipo de um sistema de recirculação semi-automático.

1.3.2 Objetivos específicos

- Parametrizar de tal forma que o permita atender todos os requisitos da produção de pescado, em especial da Tilápia do Nilo;
- Atuar com a semi-automação do controle de temperatura, pH, nível e alimentação dos animais, oportunizando o maior controle de variáveis e amenizando a necessidade de mão de obra;
- Reproduzir de forma artificial e mais próxima possível o ambiente natural dos peixes e sua biodiversidade;
- Operar com a possibilidade ser utilizado também para outras espécies de peixes e até crustáceos, com apenas algumas modificações na rotina da programação.

Capítulo 2

Revisão Bibliográfica

2.1 Introdução

A partir da pesquisa realizada em torno do estado da arte do tema, o presente capítulo traz o embasamento teórico a partir da seleção de informações e conceitos elementares a fim de obter conhecimentos necessários para a composição de um trabalho sólido, bem como, a apuração de obras relevantes para a construção da presente pesquisa.

2.2 Piscicultura

No que se refere a produção de alimentos em meio aquoso, a aquicultura, é a criação e reprodução de organismos, para consumo ou ornamentação. Dentro desse conceito, pode-se destacar a piscicultura que é o ramo da aquicultura que designa a criação de peixes em ambientes controlados. Essa atividade, que é praticada há centenas de anos, vem se tornando, nas últimas décadas, mais recorrente na produção em larga escala, uma vez que a produção de peixes nativos está cada vez mais afetada devido à problemas ambientais, falta de investimentos e de regras claras, dificuldades de logística e problemas de comercialização (Peixe BR, 2021).

A piscicultura engloba uma cadeia complexa de espécies com diferentes níveis de intensidade de produção e manejo. Podendo se tornar extremamente complexa quando o produtor não tem os conhecimentos técnicos básicos essenciais para obter bons resultados nesta atividade (SENAR, 2017), uma vez que, todos os peixes possuem suas características e demandam de entendimento, sobretudo quando se trata de suas funções vitais, como a alimentação, crescimento, respiração, reprodução e excreção.

Os peixes são animais dependentes exclusivamente do meio aquático, que se locomovem usando a cauda e as nadadeiras, respiram por meio de um órgão chamado de brânquias, entre outras peculiaridades (HAYASAKA; NISHIDA, 2021).

Estes animais são classificados em três grandes grupos:

- i. Peixes sem mandíbula.
- ii. Peixes cartilagosos.
- iii. Peixes ósseos.

Quando se trata da reprodução, os peixes recebem outra classificação de acordo com a forma de nascimento dos filhotes, conforme o Quadro 1:

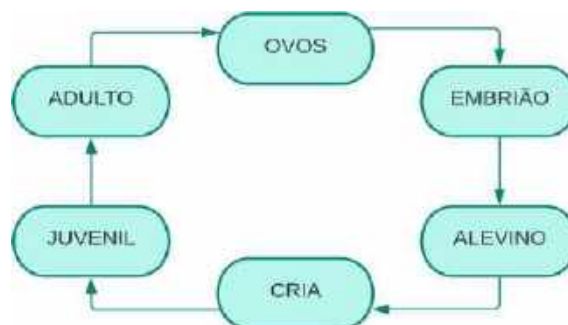
Quadro 1. Forma de nascimento dos peixes.

Ovíparos	Vivíparos	Ovovivíparos
Os filhotes se desenvolvem fora do corpo da mãe, ou seja, o filhote cresce dentro do ovo até chegar a fase de larva, se alimentando dos nutrientes presentes no mesmo. Mais de 90% dos peixes pertencem a essa categoria.	O embrião se desenvolve dentro do corpo da mãe, onde se alimenta recebendo diretamente dela toda a alimentação necessária.	A fase de desenvolvimento ocorre combinando-se as duas formas anteriores, isto é, os filhotes crescem um certo período dentro do ovo e dentro do corpo da mãe. Em seguida, quando há o nascimento, os filhotes saem do ovo.

Fonte: (SENAR, 2017).

O ciclo de vida dos peixes, em geral, pode ser visualizado na Figura 2:

Figura 2. Ciclo de vida dos peixes.



Fonte: Autoria própria.

2.2.1 A Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

A tilápia é um peixe que pertence ao grupo dos Teleósteos, ordem Piciforme e é integrante da Família *Cichlidae*. Sua origem é dada na bacia do Rio Nilo, localizado no leste da África. Por apresentar um ótimo desenvolvimento em regiões onde as temperaturas variam em torno de 25 a 30°C, se adaptou facilmente ao clima do Brasil, uma vez que temperaturas abaixo desta faixa favorecem a ocorrência de um declínio no crescimento desse tipo de peixe. Além do mais, esta espécie em sistemas de produção, se adaptou bem à ingestão de ração e ganhou espaço rapidamente na produção de pescado (SILVA et al., 2015).

No que se refere às características físicas, este peixe apresenta um formato achatado lateralmente, seu corpo é composto por escamas do tipo ciclóides, com coloração acinzentada, que se sobrepõem umas às outras, de forma a cobrir todo o corpo do animal, como pode ser observado na Figura 3. Além do mais, possui um focinho curto, no qual está localizado a boca que é composta de pequenos dentes, quase imperceptíveis.

Figura 3. Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*).



Fonte:Centro de Produções Técnicas - CPT, 2014.

Quando se trata da reprodução, as tilápias possuem alta taxa de fertilidade e excelente capacidade de se reproduzir, mesmo antes de atingir sua maturidade sexual, o que favorece sua produção em larga escala.

2.3 Um breve histórico da cultura da Tilápia do Nilo

Para chegar às concepções atuais sobre a produção de pescado, o caminho se iniciou há milênios, onde se tem registros de que os egípcios já praticavam a piscicultura 4.000 anos a.C: produzindo a tilápia. Em paralelo, na China, havia o desenvolvimento da cultura da carpa. Com o avanço dos anos e com o surgimento das grandes navegações, espécies de peixes foram transportadas para outros habitats, o que favoreceu a disseminação de espécies mais propícias ao cultivo. Além disso, a necessidade de expansão da extração de alimentos favoreceu a evolução da piscicultura, uma vez que novos estudos, técnicas e tecnologias foram sendo empregadas, permitindo entender de forma mais ampla todo o complexo envolvido para se produzir peixe. Mais recentemente, em torno do ramo, se constituiu uma indústria possibilitando o avanço por melhores resultados, tanto na qualidade do produto quanto na lucratividade (Sansuy, 2019).

O cultivo da tilápia em solo brasileiro teve seu início na década de 1970. Tendo sua origem na África, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foi introduzida no Brasil juntamente com a tilápia de Zanzibar (*Oreochromis hornorum*), pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), em 1971. Na década de 1980, hidroelétricas de São Paulo e Minas Gerais desenvolveram estações de piscicultura, onde foram produzidas grandes quantidades de alevinos¹ para repovoamentos e vendas a produtores rurais (KUBITZA, 2009). Devido sua rápida capacidade de adaptação, a espécie foi introduzida em diversos corpos hídricos e propriedades do Nordeste e do Sudeste, e, mais tarde, ampliada à região Sul, tornando-se, então, uma atividade comercial com o surgimento dos primeiros empreendimentos (Figueiredo Júnior e Valente Júnior, 2008).

2.4 Piscicultura em SRA no Brasil: trabalhos mais relevantes

Dentre a gama de projetos de SRA já concebidos em torno da cultura de peixes, alguns podem servir de alicerce para o presente trabalho, como o desenvolvido por (FILHO, 2000), que teve como objetivo, a identificação de equipamentos e técnicas de produção de peixes em sistema super intensivo com recirculação de água, onde foi determinado padrões de qualidade na produção. Todo o projeto se deu por

¹ Do francês *Alevin*, Alevino é o estágio embrionário dos peixes. Larva de peixe.

intermédio da empresa RECOLAST Impermeabilizações Ltda e por levantamento bibliográfico. Vale ressaltar que tal trabalho foi um dos pioneiros no Brasil, no que se refere às suas características, sendo realizado pesquisas em torno do tanque de criação, filtros (sólido, tela e biológico), ozonização, aquecimento e da oxigenação, além do controle sobre variáveis como temperatura, potencial Hidrogeniônico (pH), alcalinidade, oxigênio, amônia, nitrito, nitrato, gás carbônico, espuma e luminosidade.

Ao término do trabalho, foram elencadas vantagens e desvantagens do SRA que são de grande importância bibliográfica; como pontos positivos, observou-se:

- Tem poucas limitações geográficas em torno do local de produção.
- Permite melhor controle de qualidade se comparado com produtos provenientes de outros sistemas de produção comerciais ou de captura no ambiente natural.
- Admite um controle melhor de doenças e contaminantes.
- Oferece um controle melhor de predadores quando comparado aos sistemas de viveiros.
- Ameniza problemas de administração do desperdício, por possuir volume reduzido de água de descarte.
- Por controlar o ambiente de produção de peixe, provê oportunidade para sincronizar a produção aos sinais do mercado.

Por um outro lado, verificou-se como pontos negativos:

- Custo de tratar e recircular a água.
- As altas densidades de peixe geram disputas por espaços, podendo aumentar a incidência de doenças.
- Apresenta o custo de aeração ou oxigênio suplementar.
- Dispõe do gasto com rações especiais.
- Desembolso em exigências de energias totais para o sistema.
- Contém o custo de remover nitrogênio e controlar gás carbônico.
- Necessita de forma ampla de um investimento de capital muito alto.

Outra importante contribuição vem do trabalho de (ARRUDA, 2008), que desenvolveu um sistema fechado de recirculação de água na fazenda AQUARIUM-Aquicultura do Brasil Ltda. Onde na ocasião foi testado o policultivo de espécies em um único ambiente, com intuito de verificar a redução das perdas de produção, resultantes da incidência de enfermidades virais e bacterianas. Desse modo realizou-se o acompanhamento da produção envolvendo o camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) e a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), obtendo como resultados a rentabilidade da produção em baixa densidade, uma vez que essa espécie de pescado proporcionou um complemento a produção. Porém, o emprego de tilápias *O. niloticus* deve ser implantado em regiões onde há disposição de água com salinidade abaixo de 30%, para assim possibilitar o desenvolvimento adequado do cultivo.

Já o trabalho de (FERRAZ et al., 2012), foi a confecção de um sistema de recirculação no Laboratório de Referência em Limnologia do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Recursos Hídricos do Instituto de Pesca – APTA, SAA. Os autores montaram 40 aquários e dividiram em quatro (4) prateleiras, todos interligados por conexões hidráulicas. A filtragem total da água do sistema ocorreu em um reservatório chamado “*sump*” em duas etapas, sendo a primeira feita em um filtro “*bag*” e, a segunda etapa, realizada em um sequência de filtragens, passando pelo filtro mecânico e filtragem (química e biológica); a água que atravessa estes sistemas, retorna já filtrada para os aquários por bombeamento.

Todo o projeto foi elaborado em prol de reduzir custos mantendo o mesmo padrão de outros sistemas presentes na época. Então, ao longo de um ano, foram coletados dados referentes aos parâmetros de pH, amônia tóxica e nitrito. O pH durante os primeiros seis meses se manteve aproximadamente constante em sete (7). Logo após esse intervalo, houve uma queda razoável chegando a cinco (5), sendo necessário ações de controle para reverter o quadro. Já a amônia tóxica e o nitrito, eles se mantiveram dentro dos padrões aceitáveis para o desenvolvimento da espécie de peixe cultivada.

Com mesma data da proposta anterior, o trabalho de (MIRANDA, 2012) teve o objetivo de preparar um sistema piloto de recirculação de água para avaliação da densidade no cultivo de surubins puros (*Pseudoplatystoma corruscans*), como também, a taxa de renovação de água e densidade no cultivo de seu híbrido (*P. reticulatum* x *P. corruscans*). O projeto foi avaliado através do controle de parâmetros

como: consumo de água, temperatura, pH, oxigênio dissolvido, alcalinidade, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato. Durante o processo foram feitos dois experimentos, onde o primeiro testou densidades de 40, 80 e 120 peixes por metro cúbico, com as linhagens híbridas e pura.

Com relação ao segundo, as densidades testadas foram de 20, 40 e 60 peixes por metro cúbico, contendo apenas a linhagem híbrida, juntamente com duas taxas de renovação de água. Ao fim do trabalho, foi verificado no experimento um (1), um melhor desempenho da espécie híbrida, por outro lado, no experimento 2, a taxa de renovação de água aumentou a qualidade dos peixes frente ao anterior.

(AZEVEDO et al., 2014) desenvolveram um estudo em torno do sistema de recirculação para cultivo de peixes marinhos, que por sua vez, foram analisados equipamentos adequados para a implantação da água salgada. Os processos estudados para a confecção do projeto foram:

- Conjunto de filtragem física realizado por filtros de areia, disco, cartucho, bolsa e rotativos.
- Complexo de filtragem e desinfecção *Skimmer*, composta por um equipamento que detém uma câmara de reação ou de contato cilíndrico, onde uma grande quantidade de água e ar ou, uma mistura de ar mais ozônio, são misturados. Além das partículas orgânicas e inorgânicas removidas, o processo também promove a remoção de micro-organismos.
- Filtragem biológica formada por filtros que possuem um substrato no qual as bactérias se fixam. Havendo grande variedade de filtros biológicos que podem ser utilizados em sistemas de recirculação, tais como, filtro percolador aeróbio (*Trickling filter*), tambor rotativo, filtros de areia e areia fluidizada;
- Filtros de esterilização (UV/Ozônio) onde a sua função é a aplicação de raios ultravioleta (UV) e ozonização (gás ozônio), com a finalidade de remoção de patologias nos organismos cultivados.
- Complexo de aeração (ar/oxigênio) é constituído de sopradores de ar e sistemas de injeção de oxigênio puro, proporcionando o mesmo para os peixes e para as bactérias. As linhas de distribuição de oxigênio a partir de cilindros garantem o fornecimento de oxigênio quando ocorrer a falta de energia elétrica.
- Sistemas de aquecimento/resfriamento que possibilitam o controle da

temperatura da água de acordo com a espécie cultivada, objetivando o melhor conforto térmico para os animais.

- O composto de iluminação é essencial para sistemas de recirculação marinhos, pois permite simular as diferentes intensidades luminosas, possibilitando antecipar os processos de maturação reprodutiva dos peixes.
- Conjunto de segurança, funcionando de modo a garantir a operação do viveiro mesmo em casos de interrupções do fornecimento de energia elétrica, o que pode provocar mortalidades massivas em sistemas de recirculação.

Mais recentemente, (SANTOS et al., 2018) elaboraram um sistema automático de análise de pH e temperatura da água, sendo utilizado a plataforma Arduino Mega, sensores de temperatura e pH. Na verificação da exatidão e calibração dos sensores, foram realizados experimentos com a finalidade de validar a ferramenta desenvolvida. Para calibração do sensor de pH, teve-se uso de substâncias tampão, que possuem um valor de potencial hidrogeniônico fixo. Já na calibração do sensor de temperatura, foram usados termômetros de mercúrio e de álcool. Com base nos resultados obtidos no processo foi constatado a viabilidade do uso do sistema automatizado para análises de pH e temperatura da água de pisciculturas.

Posteriormente, (SIQUEIRA et al., 2019) formularam um trabalho em prol de um sistema automatizado para criação de peixes com recirculação de água, onde o monitoramento foi realizado por meio de um sistema supervisório. Desenvolvido com uma estrutura para o fluxo de água em canos de Policloreto de polivinila (PVC), motores de baixa potência, além de sensores de temperatura, turbidez e pH, o protótipo funcionou em uma pequena escala com quatro tanques na forma de baldes. Para o monitoramento das variáveis, utilizou-se sensores de baixo custo, onde os dados obtidos foram processados por um microcontrolador Arduino Uno, coletando dados de temperatura, turbidez e pH. O Supervisório permitiu o acompanhamento dos parâmetros em tempo real, possibilitando, ao usuário, avaliar e intervir no comportamento das variáveis em prol da qualidade da água. Ao fim do trabalho, chegou-se à conclusão do quão importante é o uso do sensoriamento para auxiliar o piscicultor, ou operador, nas atividades de manutenção dos viveiros, reduzindo esforços laborais e facilitando a identificação de problemas durante o cultivo.

Por fim, o projeto apresentado por (FERNANDES, 2021) trouxe o acompanhamento da produção de espécies de peixes e camarões ornamentais em sistema com recirculação de água no método intensivo, onde os organismos aquáticos

produzidos foram o peixe cauda de espada (*Xiphophorus hellerii*), peixe coridora (*Corydoras aeneus*), e camarão anão (*Neocaridina davidi*).

Para possibilitar a produção destes animais, foi realizada a oxigenação dos tanques e aquários de produção por sopradores em funcionamento contínuo. Já a etapa de purificação da água ocorre quando há passagem por três filtros: o artesanal, individual e coletivo, como também os filtros de esponja de poliuretano. Quando se trata da alimentação, os animais receberam rações caseiras, industrializadas e alimentos vivos. Por fim, todas as atividades realizadas envolveram manejo reprodutivo, alimentar e sanitário, bem como, a separação mensal em lotes por tamanho, cor, destinação a venda, dentre outros.

Dessa forma, torna-se possível a realização de uma comparação entre os trabalhos a título de se conhecer as principais características entre os trabalhos, conforme Quadro 2.

Quadro 2: Principais características dos trabalhos citados

Autor	Sistema		Controle de parâmetros						
	Manual	Semiautomático	Temperatura	Oxigênio	Nível	Nitrito e Nitrato	Amônia	Recirculação	PH
(FILHO, 2000)	X	-	X	X	-	X	X	-	X
(ARRUDA, 2008)	X	-	X	X	X	-	-	X	X
(FERRAZ et al., 2012)	X	-	-	-	-	X	X	-	X
(MIRANDA, 2012)	X	-	X	X	X	X	X	-	X
(AZEVEDO et al., 2014)	X	-	X	X	-	-	-	X	-
(SANTOS et al., 2018)	-	X	X	-	-	-	-	-	X
(SIQUEIRA et al., 2019)	-	X	X	-	-	-	-	X	X
(FERNANDES, 2021)	X	-	-	X	-	-	-	-	-
Sistema proposto	-	X	X	-	X	-	-	X	X

Fonte: Autoria própria

Capítulo 3

Técnicas da piscicultura

3.1 Introdução

Este capítulo apresenta uma visão geral da piscicultura, no que diz respeito aos principais meios de produção e suas singularidades, como também, trata sobre as classificações em relação à intensidade de cultivo.

3.2 Sistemas de cultivo

3.2.1 Tanque rede

O sistema de criação de peixes em tanque rede, ou tanque gaiola, funciona basicamente por uma estrutura composta de redes, telas ou materiais rígidos que podem ser construídos de diversos formatos. É possível a livre circulação da água dentro do espaço em que estão confinados os peixes, se destacando pela possibilidade de se ter uma alta concentração desses animais em pequenos espaços, podendo chegar a 200 indivíduos por metro cúbico. Esse meio de cultivo foi desenvolvido para ficar submerso em grandes reservatórios como represas, rios, lagoas e açudes, como visto na Figura 4. Podem ser fixos, no qual é empregado o uso de estacas ou vigas para fazer a sustentação, ou flutuantes, no qual são usadas bóias ou flutuadores permitindo que a estrutura possa acompanhar possíveis oscilações donível da água (TEIXEIRA et al., 2009).

Outra característica presente nesse meio de cultivo, é a facilidade de promover a despesca, uma vez que o espaço reduzido e a alta concentração possibilita o melhor manejo (BENJAMIM, 2014). Além do mais, esse arranjo apresenta outras vantagens, como um investimento inicial de 70% menor se comparado com a maioria dos tanques escavados e são estes sistemas semi-móveis, o qual permite o seu deslocamento quando necessário sem grandes dificuldades.

Figura 4. Exemplo de viveiro Tanque rede.



Fonte: Associação Nacional dos Municípios Sedes de Usinas Hidroelétricas - AMUSUH, 2020.

Um dos empecilhos que dificultam o uso de tanques rede, é a necessidade de água em abundância para sua instalação, uma vez que é necessário uma grande coluna d'água para submergir o sistema. Além do mais, há dificuldades quanto ao controle de predadores e doenças, já que todo o meio funciona em contato direto com a natureza e com água em grandes quantidades. Por fim, outra desvantagem vem da estrutura do tanque que, em caso de rompimento ou acidente, pode gerar a fuga de todos os indivíduos presentes (TEIXEIRA et al., 2009).

3.2.2 Tanques escavados

As estruturas designadas de tanques escavados são aquelas pelo qual sua construção é desenvolvida no próprio solo e que podem, ou não, possuir no seu interior um revestimento impermeabilizante. Esse meio de criação de peixes é de fácil instalação, podendo ser construído de diversos tamanhos, profundidades e formatos, se adequando às necessidades do produtor, de acordo com a Figura 5. Uma singularidade desse método de cultivo é a possibilidade de reproduzir o ambiente natural dos organismos aquáticos, já que os peixes estão em contato direto com o solo e microorganismos, além da vegetação presente na superfície e no entorno do reservatório (SOARES, 2014).

Além disso, podem-se destacar algumas outras características dos tanques escavados que o tornam atrativo para a produção de pescado, como a maior durabilidade da estrutura, se comparado com outros meios de produção, e a possibilidade de reparos de forma mais simplificada, oferecendo, assim, menos riscos

à produção (SOARES, 2014).

Figura 5. Viveiro Tanque escavado.



Fonte: Colpani Piscicultura, 2017.

Como ponto negativo, pode-se destacar a grande quantidade de água usada nesse conjunto, que deve ser suficiente para encher o tanque, repor as perdas por infiltração, evaporação e também para a renovação desse líquido, que pode ser de forma completa ou parcial, de acordo com as necessidades. Outros obstáculos encontrados estão relacionados com a construção do tanque, que demanda um investimento considerável devido à mão de obra, além do uso de máquinas e equipamentos para a perfuração do solo, da dificuldade de obter controle sobre todas as variáveis do sistema, como por exemplo, a temperatura, e da vulnerabilidade às diversas formas de agentes nocivos à saúde dos peixes, que estão presentes no solo, no ar e em outros animais que estiveram, ou estão, em contato com o reservatório (SOARES, 2014).

3.2.3 Sistema de Recirculação de Água (SRA)

Dentre as técnicas utilizadas na piscicultura, uma, em destaque, apresenta maior ligação entre produção e menor agressão ao meio ambiente, possibilitando um maior controle sobre a utilização dos recursos hídricos e o cultivo de espécies com elevados índices de concentração. Esse método é conhecido como Sistema de

Recirculação de água (SRA) (LOSORDO; MASSER; RAKOCY, 1998).

O SRA funciona com o uso de tanques para o cultivo de peixes e crustáceos (Figura 6), onde a água passa por um circuito de limpeza, cuja mesma é filtrada por filtros mecânicos e biológicos, objetivando a retirada de resíduos e substâncias geradas pelos animais que prejudiquem a produção e, posteriormente, retornando ao reservatório inicial (LIMA; BASTOS; MONTAGNER, 2017).

Figura 6. Viveiro Sistema de recirculação.



Fonte: Panorama da aquicultura, 2019.

Esse meio de produção necessita de uma filtragem que proporcione água com qualidade para o retorno e a utilização de ração para os animais com altos níveis de nutrientes. Desse modo, poderá proporcionar altas estocagens de indivíduos, além decarecer de certa capacitação para o manejo (AZEVEDO et al., 2014).

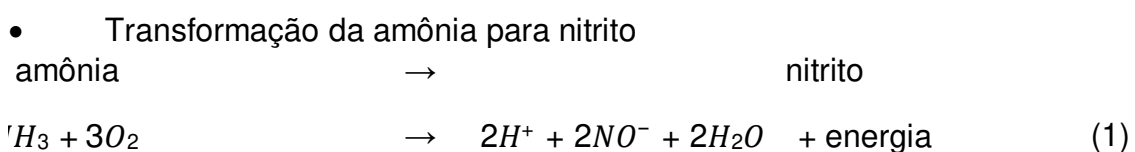
Todas as etapas do processo, descritas no Quadro 2, são importantes para garantir a sinergia do ecossistema, uma vez que todo o meio é composto de seres microscópicos e macroscópicos que possibilitam a purificação da água, como por exemplo, as bactérias e os vegetais.

Quadro 3. Etapas do processo de recirculação.

Etapa	Descrição resumida das principais funções
Tanque principal	Reservatório de maior capacidade responsável por abrigar os seres cultivados no sistema, de forma que possibilite um ambiente apropriado para as necessidades dos animais como: água tratada na devida temperatura adequada, oxigênio e espaço para o movimento dos animais.
Tanque filtro mecânico	Reservatório responsável pela coleta de resíduos sólidos de maior granulometria. É onde ocorre a primeira etapa de tratamento da água, sendo feita a decantação de forma mecânica, devido a geometria da tubulação que faz o líquido girar no interior do tanque e devido às forças atuantes que possibilitam a retenção dos sólidos mais densos no fundo do tanque.
Tanque filtro biológico	Reservatório responsável por dar sequência no tratamento da água por meio das colônias de bactérias, que se formam no filtro construído à base de materiais apropriados, e fazem as conversões de substâncias ofensivas à saúde dos animais em soluções menos tóxicas que são consumidas pelos vegetais.
Tanque filtro vegetal	Reservatório usado para abrigar plantas aquáticas que exercem o papel de purificadoras, uma vez que são responsáveis pelo consumo do material químico gerado pelas bactérias nitrificantes, possibilitando um líquido mais próximo do ideal para os animais.
Tanque reservatório final	Reservatório final do ciclo, responsável pela captação da água tratada antes de retornar ao Tanque principal. É o local mais indicado para a instalação de equipamentos de controle e monitoramento. É também o reservatório usado para abrigar a bomba que faz a recirculação da água.

Fonte: Autoria própria.

As bactérias atuam de modo a fazer a conversão da amônia em nitrito e nitrito em nitrato. A amônia é uma substância tóxica para os peixes e que, em grandes quantidades, pode levar os animais ao óbito. A conversão de amônia em nitrito pode ser expressa pela Eq. 1 e a Eq. 2 apresenta a transformação de nitrito em nitrato.



- Transformação do nitrito para nitrato



Segundo (LIMA; BASTOS; MONTAGNER, 2017), outros pontos importantes do SRA são:

- A possibilidade de redução do consumo de água, uma vez que os gastos, além da evaporação, serão mínimos.
- O controle de doenças.
- A produção em pequenas áreas, podendo ser instalado em espaços próximos de centros de consumo.
- O baixo impacto ao meio ambiente comparado com outros métodos.

Apesar de apresentar diversas vantagens, o SRA também possui alguns empecilhos que dificultam o uso em larga escala, pois, para o seu funcionamento, é necessário um monitoramento frequente, além do custo de instalação que é relativamente alto, e, também, a dificuldade em fazer o controle correto do sistema e de suas variáveis (LIMA; BASTOS; MONTAGNER, 2017).

Segundo (LIMA; BASTOS; MONTAGNER, 2017), outros pontos importantes do SRA são:

- A possibilidade de redução do consumo de água, uma vez que os gastos, além da evaporação, serão mínimos.
- O controle de doenças.
- A produção em pequenas áreas, podendo ser instalado em espaços próximos de centros de consumo.
- O baixo impacto ao meio ambiente comparado com outros métodos.

Apesar de apresentar diversas vantagens, o SRA também possui alguns empecilhos que dificultam o uso em larga escala, pois, para o seu funcionamento, é

necessário um monitoramento frequente, além do custo de instalação que é relativamente alto, e, também, a dificuldade em fazer o controle correto do sistema e de suas variáveis (LIMA; BASTOS; MONTAGNER, 2017).

3.3 Classificação dos sistemas

Essas técnicas de cultivo recebem uma classificação de acordo com a intensidade de produção, podendo ser classificadas como extensivo, semi-intensivo, intensivo e superintensivo.

3.3.1 Sistema extensivo

O sistema extensivo consiste na produção de peixes em lagos, açudes ou represas, onde há uma baixa densidade de povoamento. O objetivo final é voltado para a subsistência ou comércio local, devido a produção final ser pequena. Nesse tipo de produção, é possível a utilização de técnicas de policultivo, quando são produzidas diferentes espécies de forma paralela (RODRIGUES, 2020).

3.3.2 Semi-intensivo

O sistema semi-intensivo é desenvolvido de forma similar ao extensivo, diferenciando-se apenas na densidade que passa a ser maior e no fornecimento de ração para os peixes. Desse modo, a produção passa a possibilitar a exploração econômica e o uso de tecnologias, além disso, gera a necessidade de controle de qualidade tanto da entrada quanto da saída de água (BENJAMIM, 2014).

3.3.3 Intensivo

O sistema intensivo é voltado para a produção em tanques e viveiros construídos de forma projetada, possibilitando uma alta densidade de indivíduos, cuja finalidade é obter uma alta produtividade. Necessita de maior atenção à qualidade da água, uso de ração de alto índice nutritivo, maior adoção de tecnologias e equipamentos (RODRIGUES, 2020).

3.3.4 Superintensivo

O sistema superintensivo é o mais complexo, visto que necessita de um controle de todos os parâmetros da água, dimensionamento adequado do tanque, ração de alto índice nutritivo, alto custo de produção e mão de obra qualificada. Contudo, os benefícios são ainda maiores que nos sistemas anteriores, uma vez que a densidade de indivíduos é a maior possível, conseqüentemente, maior produção, além da qualidade do pescado ser comercialmente de alta competitividade (BENJAMIM, 2014).

Capítulo 4

Sistema de Recirculação de Água Proposto

4.1 Introdução

Este capítulo descreve os conceitos mais importantes do protótipo proposto, bem como, a seleção de componentes para seu desenvolvimento integral. De início, há a definição das características principais e de como o projeto é formulado. Em seguida, são apresentados os componentes selecionados e suas especificações para a composição do trabalho.

4.2 Sistema de Recirculação de Água Semi-automatizado Aplicado a Piscicultura (SRAAP)

Quando se aplica a automação na produção de pescado, pode ser destacado algumas ações de impacto considerável, como o controle de temperatura, a oxigenação do nível dos reservatórios e o monitoramento da qualidade da água. Além disso, facilita-se o manejo, possibilita maior produção em menor espaço e gera alimentos de alta qualidade.

Tendo como base essas características, o sistema de recirculação de água semi automático surge como possibilidade de produção de alimento de qualidade no presente e futuro, tendo em vista a união de um processo que agride menos o meio ambiente quando comparado com as técnicas mais tradicionais, com a possibilidade de produção de forma tecnológica e com maior confiabilidade metrológica. Além do mais, pode ser instalado em locais anteriormente descartados para geração de alimentos.

4.3 Elementos constituintes do SRAAP

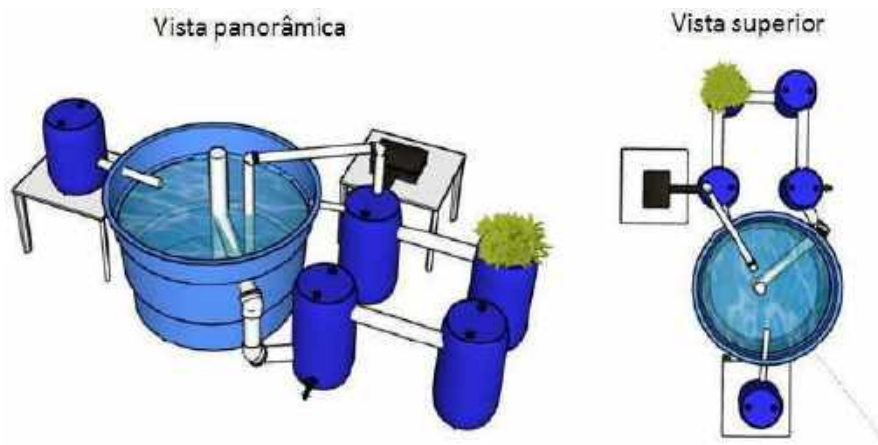
Diante das características de um SRA, é possível destacar pontos, onde a automatização de processos proporcionada pelo uso de elementos eletromecânicos

e eletroeletrônicos, podem se tornar um diferencial, facilitar o manejo e, conseqüentemente, permitir uma produção com maior qualidade, além de reduzir os riscos de perdas. Portanto, a escolha dos equipamentos adequados é primordial para um sistema equilibrado e robusto.

Conhecer as características físicas e químicas da água utilizada na piscicultura é de extrema importância, pois os peixes dependem da mesma para realizar todas as suas funções, ou seja, respirar, se alimentar, reproduzir e excretar (GONÇALVES et al., 2021).

Logo, para garantir que o processo flua adequadamente, o presente protótipo, ilustrado na Figura 7, irá atuar no controle da temperatura e do nível da água, como também, na coleta de dados do pH. Além do que, também controlará o acionamento do oxigenador e da bomba d'água, exibindo as informações em um *display*, para facilitar a interação entre o operador e o sistema.

Figura 7. Esboço do protótipo.



Fonte: Autoria própria (*SketchUp*).

4.3.1 Sensores

Os elementos responsáveis pela aferição de parâmetros físicos e químicos são os sensores. Esses dispositivos informam ao microcontrolador, ações ou eventos que são captados do ambiente ao qual está inserido, ou atuando, e podem ser divididos em analógicos e digitais. Alguns exemplos de parâmetros podem ser pressão, luminosidade, temperatura, vazão, distância, entre outros. O presente trabalho utiliza sensores para aferir a temperatura, o nível e pH da

água.

4.3.1.1 Sensor de temperatura

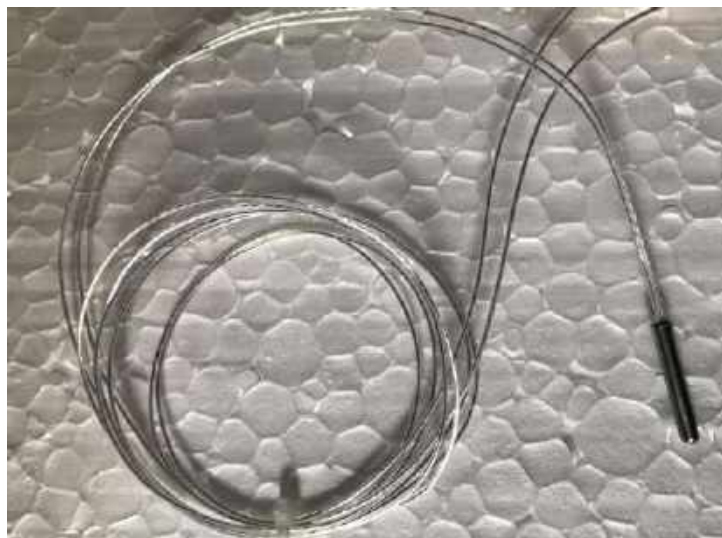
A temperatura é uma variável essencial para o desenvolvimento de toda a vida no sistema, desde os peixes até as bactérias benéficas ao meio.

Os peixes apresentam uma característica que os tornam sensíveis às variações de temperatura, pois são animais peclotérmicos, ou seja, seres de sangue frio. Logo, o metabolismo dos mesmos é afetado por variações térmicas, podendo gerar maior consumo de alimento, oxigênio e maior agilidade em casos de temperaturas mais elevadas ou mais amenas. Essa situação faz com que os peixes deixem de comer e diminuam bastante o seu metabolismo (OSTRENSKY; A. BOEGER, 1998).

Já a faixa térmica indicada para crescimento das bactérias nitrificantes, seria em torno de 17 a 34°C. A indicação térmica abaixo dos 17 °C reduz as taxas de conversão de substâncias feita pelas bactérias devido a baixa taxa metabólica, desse modo, possibilita-se a intoxicação dos peixes e, até mesmo, o óbito (SILVA, 2020).

Tendo em vista a importância do controle da temperatura, visto na Figura 54 (Apêndice D), um dos sensores que atendem as necessidades do sistema é o Sensor de Temperatura PT100, fabricado na China por Ming Dong Seng, Figura 8:

Figura 8. Sensor de Temperatura PT100.



Fonte: Autoria própria

As principais singularidades do sensor PT100 estão descritas no Quadro 4 e o

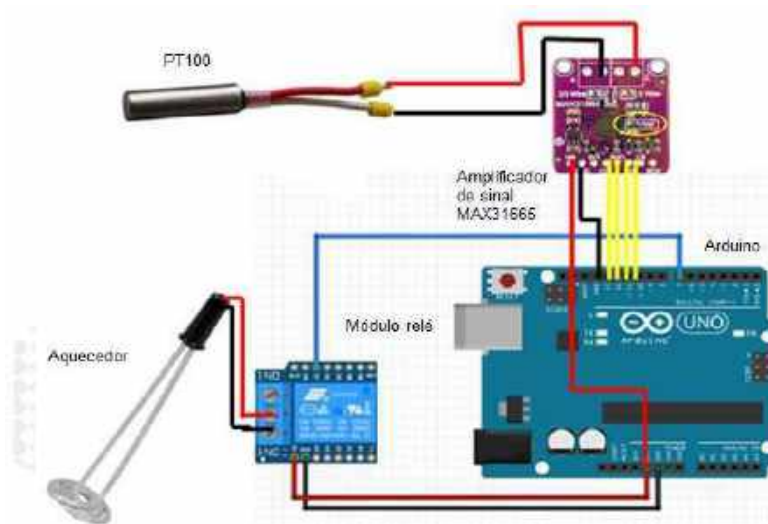
esquema elétrico de controle da temperatura pode ser visto na Figura 9.

Quadro 4. Especificações do Sensor de Temperatura PT100.

Modelo	PT100
Faixa de Temperatura	-20° a ~450°C
Faixa de Temperatura do fio	-60°C a ~ 200°C
Blindagem externa	Aço Inoxidável
Isolação interna	Fibra de vidro
Comprimento do cabo	1 m
Dimensões (DxC)	4x20 mm
Peso	5 g

Fonte: Usinainfo.com

Figura 9. Circuito do controle da temperatura.



Fonte: Autoria própria

4.3.1.2 Sensor de potencial hidrogeniônico (pH)

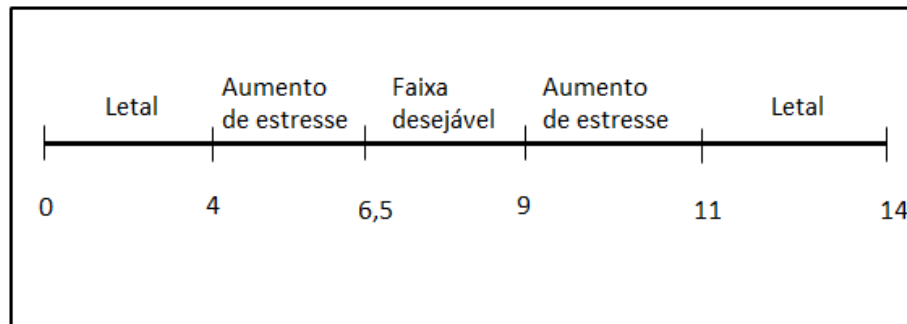
O potencial hidrogeniônico, popularmente conhecido como pH, é um parâmetro preponderante para a qualidade da água, uma vez que o seu descontrole pode prejudicar toda a bio do sistema, tendo em vista que, o ciclo de conversão da amônia

em nitrato é realizado por bactérias nitrificantes que por sua vez são sensíveis a certas variações na qualidade da água (SILVA, 2020).

O adequado é que este parâmetro varie no intervalo de 6 a 8,5, proporcionando assim um desenvolvimento adequado dos peixes, plantas e das colônias de bactérias essenciais ao meio, já que os peixes sobrevivem e crescem melhor em água com pH entre 6,5 – 9,0. Quando os níveis de pH estiverem baixos, haverá uma redução no crescimento dos peixes e, também, impactos na reprodução. De modo similar, ocorrerá quando os valores estiverem acima do adequado, além disso, níveis muito baixos ou muito altos podem gerar a morte de toda a vida do sistema. Se o pH sair dessa faixa, o crescimento do peixe será afetado, por exemplo, se ocorrer valores abaixo de 4,5 ou acima de 10, poderá ocorrer mortalidades (GONÇALVES et al., 2021).

Os autores (OSTRENSKY; A. BOEGER, 1998), trazem os valores aproximados de cada faixa de variação do pH em relação a saúde da bio do sistema, conforme Figura 10:

Figura 10. Faixa de variação do pH.



Fonte: Ostrensky; Boeger, 1998

Vale ressaltar também que, depois de estabelecer o equilíbrio no sistema de piscicultura com a colonização do filtro biológico feita pelas bactérias, observa-se a tendência em reduzir os níveis de pH. Isso ocorre pelo processo de nitrificação gerando íons H^+ que consomem a alcalinidade e abaixam o nível do pH (SILVA, 2020).

Para a aplicação no SRAAP, foi selecionado o Sensor PH-4502C, do fabricante Chinês Voktta, o qual apresenta todas as funcionalidades necessárias, conforme Figura 11. O fluxograma lógico da programação para controle do pH está disposto na Figura 57 (Apêndice D).

Figura 11. Sensor PH-4502C.

Fonte: Autoria própria

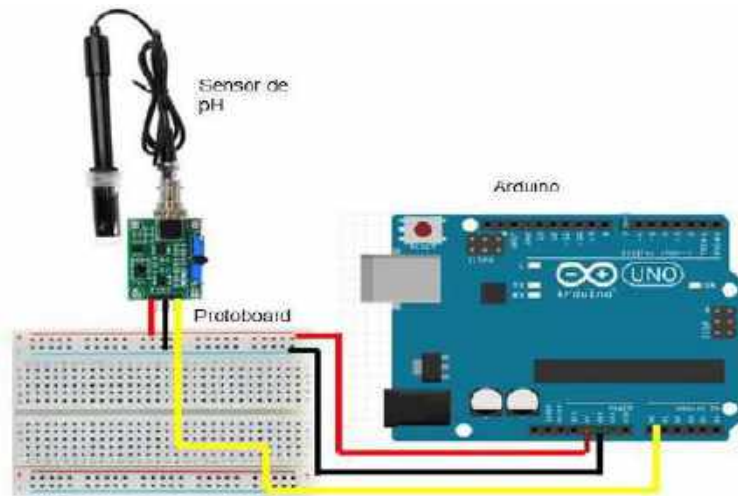
Suas principais especificações estão descritas no Quadro 5 e o circuito pode ser observado na Figura 12.

Quadro 5. Especificações do Sensor de PH-4502C.

Modelo	PH-4502C
Tensão de aquecimento	5 ±0.2V (DC)
Corrente de trabalho:	5-10 mA
Tempo de resposta	5 s
Saída	Analógica
Faixa de medição	0,00 ~ 14,00 pH
Zero ponto	7 +0.5 pH
Erro alcalino	0.2 pH
Comprimento do cabo	1 m
Peso	75 g

Fonte: Usinainfo.com.

Figura 12. Circuito coleta de dados do pH.



Fonte: Autoria própria

4.3.1.3 Sensor de nível

A quantidade ideal de água em um SRA ou em qualquer sistema de criação de animais aquáticos é de grande importância, uma vez que todas as funções fisiológicas desses animais dependem da água de qualidade e em quantidade suficiente. Um descontrole na quantidade de água dos reservatórios pode acarretar problemas, seja quando o volume ficar abaixo do necessário, no qual gera um certo grau de estresse nos animais, aumentando a concentração de substâncias nocivas e, também, diminuindo a quantidade de oxigênio, tendo como consequência o óbito. Já em relação ao volume acima do ideal pode gerar extravasamento da água dos tanques, ocasionando o desperdício e, até mesmo, possibilidade de fuga dos animais. Portanto, se faz necessário um controle ideal do nível de água nos reservatórios para promover o melhor desempenho da produção. Desse modo, o SRAAP funcionará com um controle de volume de água feito por um sensor de nível Bóia ON-OFF, conforme Figura 13. O fluxograma lógico de controle do nível pode ser visualizado na Figura 55 (Apêndice D).

Figura 13. Sensor de nível.



Fonte: Autoria própria

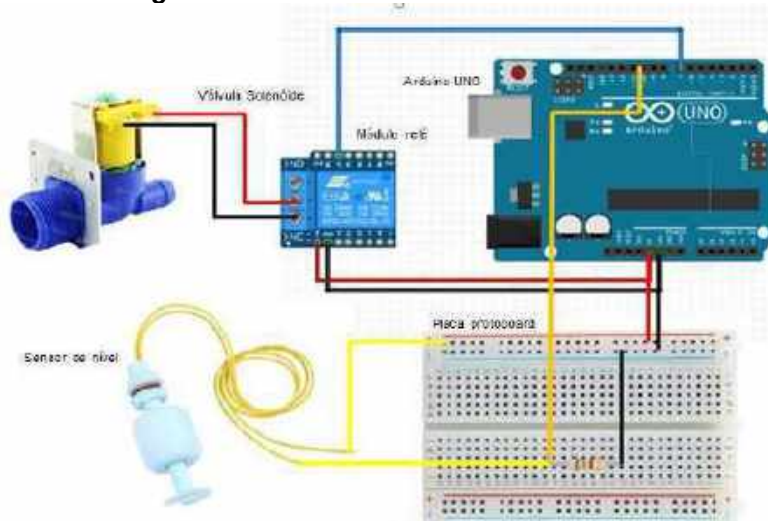
O sensor de nível apresenta as seguintes especificações, conforme o Quadro 6. O circuito de controle do nível pode ser visto na Figura 14:

Quadro 6. Especificações do sensor de nível de água tipo bóia.

Modelo	Bóia ON-OFF
Tensão de chaveamento (máx.)	100V (DC)
Corrente de chaveamento (máx.)	0,5 A
Tensão do contato aberto (máx.)	220V (DC)
Temperatura de operação	-10 ~ +85°C
Extensão do fio	35 cm
Diâmetro da rosca	9,6 mm
Peso	16 g

Fonte: Usinainfo.com

Figura 14. Circuito do sistema controle de nível



Fonte: Autoria própria

4.3.2 Controlador

Para viabilizar a integração de todos os dispositivos de entrada e saída do sistema é necessário o uso de um controlador. Ele gerenciará todas as tarefas de acordo com uma programação. Para esse projeto em específico, o equipamento utilizado é um microcontrolador, dispositivo que contém algumas especificações essenciais, como um núcleo de processador, memória, periféricos programáveis de entrada e saída, em um único circuito integrado, tornando-o assim, um Sistema em um *Chip* (*SoC*) (AMORIM, 2021).

O microcontrolador utilizado neste projeto é o Arduino. Esse dispositivo é uma plataforma eletrônica *open source*, ou seja, que permite a manipulação de códigos de forma livre, sem custos e restrições. Ele possibilita a interação com o ambiente, permitindo o desenvolvimento de dispositivos de entrada e saída de dados, proporcionando inúmeras possibilidades ao usuário. O arduino é programável por linguagem C/C++, possuindo bibliotecas abertas para edição, além do mais, possibilita a integração com outros *hardwares* de controle, o que facilita seu uso em diversas aplicações (ANTONIOLLI, 2019).

O Arduino possui várias versões com diferentes características e, entre as opções, a selecionada para o presente projeto é o Arduino Uno, como mostra a Figura 15. Esse dispositivo atende ao projeto em todos os requisitos necessários para o desenvolvimento das tarefas, códigos e rotinas, como também, por ser de fácil manejo, possuir quantidade de pinos de entrada e saída razoáveis, além de uma vastaliteratura sobre este microcontrolador.

Figura 15. Arduino Uno.



Fonte: Autoria própria

Suas principais características estão dispostas no Quadro 7:

Quadro 7. Especificações do Arduino Uno.

Modelo	ATmega328P
Tensão de operação	5 V
Tensão de entrada (Recomendado)	7-12V
Tensão de entrada (Limite)	6-20V
Pinos de E / S Digitais	14 (dos quais 6 oferecem saída PWM)
Pinos de Entrada Analógica	6
Corrente Dc por Pino de I / O	20 mA
Corrente Dc para Pino de 3,3 V	50 mA
Memória <i>Flash</i>	32 KB, dos quais 0,5 KB são usados pelo bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Velocidade do Relógio	16 MHz
Peso	25 g

Fonte:Usinainfo.com

4.3.3 Elementos eletromecânicos

Durante a execução das funções essenciais para possibilitar a vida no sistema, elementos eletromecânicos exercem funções significativas. Estes são descritos, logo abaixo, juntamente com algumas particularidades e especificações para o

funcionamento dentro do protótipo.

4.3.3.1 Aquecedor

Como destacado anteriormente, a temperatura é um parâmetro vital para o desenvolvimento dos indivíduos do sistema. Sabendo disso, o uso de um aquecedor como forma de garantir que a temperatura da água não caia para além do limite aceitável é fundamental, tendo em conta que as variações de temperatura também afetam o metabolismo dos animais, podendo até facilitar o surgimento de enfermidades. Dessa forma, o elemento aquecedor selecionado foi o Aquecedor de Água Elétrico (Figura 16), fabricado na China, que possui suas características descritas no Quadro 8.

Figura 16. Aquecedor de Água de Elétrico.



Fonte: Autória Própria

Quadro 8. Especificações do Aquecedor de Água Elétrico.

Modelo	Imersão
Material	Aço inoxidável
Potência	2500 W
Tensão do plugue	220 V
Estilo	Vertical

Fonte: Aliexpress.com.

4.3.3.2 Motobomba

Como o próprio nome já introduz, o SRA funciona a partir da recirculação da água do meio, que, por sua vez, é feita a partir de uma bomba que se utiliza de princípios eletromecânicos para movimentar o líquido de um ponto a outro e, conseqüentemente, realiza o trabalho. Para a seleção da bomba do projeto foi realizado um estudo em torno das características e necessidades do sistema, obedecendo os princípios técnicos para a escolha deste componente.

Então, a partir dos dados obtidos da vazão e altura manométrica total, se deu o cálculo (Apêndice E) para a escolha da bomba que satisfaça as necessidades da aplicação, vindo a ser selecionada a Bomba Submersa Sarlo Better do fabricante Grupo Sarlo, vista na Figura 17, que possui as características listadas no Quadro 9. Destaca-se que o circuito de controle da bomba está disposto na Figura 48 (Apêndice B).

Figura 17. Bomba Submersa Sarlo Better.



Fonte: Autoria própria.

Quadro 9. Especificações da Bomba Submersa Sarlo Better.

Modelo	SB 2700
Potência	45 W
Coluna D'água	2,45 m
Vazão	2740 L/h
Frequência	60 Hz
Tensão	220 V
Consumo	32,4 kWh/mês (ligado 24h/dia)

Fonte: Gruposarlo.com.

4.3.1.3 Oxigenador

O oxigênio (O_2) é um dos elementos preponderantes para a vida dos animais, e no SRA não seria diferente, já que toda a bio do sistema necessita de uma oxigenação constante para poder se desenvolver com qualidade. Diante disso, torna-se essencial o uso de um equipamento adequado para possibilitar uma boa quantidade desse gás dissolvido na água, já que a forma mais eficaz e economicamente viável de inserir oxigênio na água é gerando o maior contato do ar ambiente com o meio, promovendo a adição de partículas de O_2 na água e, assim, garantir que todas as etapas do ciclo estejam servidas de oxigênio.

Sendo assim, para executar a injeção de oxigênio no sistema, o componente utilizado é o oxigenador fabricado pela Boyu, o JAD sc-7500, conforme Figura 18. O circuito elétrico usado para acionamento do oxigenador pode ser visualizado na Figura 49 (Apêndice B).

Figura 18. Oxigenador JAD sc-7500.



Fonte:Autoria própria.

Algumas características do produto estão disponíveis no Quadro 10:

Quadro 10. Especificações do Oxigenador JAD sc-7500.

Modelo	sc-7500
Vazão	6 L/m
Pressão	0,012 MPa
Potência	3,5 W
Nº Saídas	2

Fonte: MercadoLivre.com.

4.3.1.4 Válvula solenoide

Como já citado neste projeto, a quantidade de água suficiente para os peixes é o ideal para garantir a produção de qualidade. No presente trabalho o controle do nível é realizado de maneira a garantir a quantidade de água mínima para o funcionamento do protótipo. Para permitir o controle, a utilização de mecanismo para atender essa necessidade se faz imprescindível. Assim foi selecionada a seguinte válvula solenóide (Figura 19), com as suas características descritas no Quadro 10:

Figura 19. Válvula solenóide.



Fonte: Autoria própria.

Quadro 11. Especificações da válvula solenóide.

Modelo	3/4
Tensão	220V
Fluxo máximo de água	40 L/h
Contato	NA

Fonte: MercadoLivre.com.

4.3.3.5 Comedouro

Considerando a nutrição animal, os alimentos respondem por cerca de 40 a 80% dos custos de produção na piscicultura intensiva. Peixes bem nutridos dispõem de melhores resultados em diversos aspectos como: crescimento, conversão alimentar, eficiência reprodutiva, saúde, tolerância ao manuseio,

rendimento, conservação da carne, entre outros. Logo, a oferta oportuna de alimentos é vital para alcançar os melhores resultados (KUBITZA, 2009).

Portanto, com o objetivo de garantir uma nutrição de qualidade, se deu a construção de um comedouro. Tendo como base o princípio de funcionamento do comedouro desenvolvido pela empresa *Twitti Tech*², o protótipo apresentado foi confeccionado com os materiais destacados na Figura 20.

Figura 20. Materiais utilizados no comedouro.



Fonte: Autoria própria.

Com 4 *Watts* de potencia e com os elementos selecionados se baseando na necessidade do SRA proposto, a montagem foi realizada de forma simples, conforme Figura 21, obedecendo às dimensões e a conectividade de cada componente.

²Empresa fabricante de equipamentos eletromecânicos. Disponível em <<https://www.twitti.com.br/>>, acesso em 19 de Dezembro de 2021.

Figura 21. Comedouro montado.



Fonte: Autoria própria.

Para o teste do produto, foi adicionado a quantidade de um quilograma de milho, a fim de simular a ração, Figura 22. Foi verificada uma vazão mássica máxima de 19,8 kg/h . O circuito do comedouro pode ser visto na Figura 52 (Apêndice B).

Figura 22. Teste de vazão mássica do comedouro.



Fonte: Autoria própria.

4.3.4 Elementos eletroeletrônicos

Para o avanço eficaz do projeto, é substancial o uso de algumas ferramentas que propiciem a automação dos processos, e, entre essas ferramentas, pode-se

destacar o papel fundamental dos eletroeletrônicos que possibilitam a realização de diversos processos por meio das funções específicas de cada componente. Estes elementos são descritos nas próximas sessões.

4.3.4.1 Módulo Relé

Este dispositivo tem como principal propriedade isolar o circuito de controle do circuito controlado, favorecendo seu uso em função da proteção dos componentes de controle, que podem ser sensíveis a variações de tensão, correntes de fuga e oscilações no circuito de força.

Tendo como base tal princípio, o presente trabalho se utiliza de um módulo relé para possibilitar o acionamento de cargas elétricas sem interferir no circuito de controle. O componente selecionado foi o Módulo Relé com Optoacoplador, Figura 23, que possui as especificações apresentadas no Quadro 12:

Figura 23. Módulo Relé com Optoacoplador.



Fonte: Autoria Própria.

Quadro 12. Especificações do Módulo Relé com Optoacopladores.

Modelo	4 Canais
Carga nominal	10 A - 250 V(AC); 10 A - 125 V(AC); 10 A - 30 V(DC); 10 A - 28 V(DC)
Tensão de operação	5V(DC) (VCC e GND)
Tensão de sinal	5 V (DC)
Saídas	Contato reversível NA (normal aberto), NF (normal fechado), C(comum)
Corrente por canal	até 10 A

Fonte: Usinainfo.com

4.3.4.2 Liquid Crystal Display (LCD)

Para facilitar a visualização dos dados coletados pelos sensores, é preciso a utilização de uma interface que possibilite ao usuário acessar essas informações a qualquer momento, tendo em vista que, em caso de falha de algum componente de medição, o operador poderá realizar alguma ação para solucionar o problema. Portanto, o elemento selecionado para exibir dados aos usuários é o *Display LCD*, conforme a Figura 24. O circuito correspondente pode ser visualizado na Figura 51 (Apêndice B).

Figura 24. Módulo Display LCD.



Fonte: Autoria própria.

Algumas características do produto podem ser observadas no Quadro 13:

Quadro 13. Especificações do Display LCD.

Modelo	16x2
Tensão de trabalho	4,5V ~ 5,5V;
Corrente de trabalho	1,0 mA ~ 1,5 mA (backlight desligado)
Controlador	HD447780
Cor do backlight	Azul
Cor da escrita	Branca
Área do visor	64,5 x 14 mm

Fonte: Usinainfo.com.

4.3.4.3 Módulo Real Time Clock (RTC)

Durante o ciclo de funcionamento do conjunto de medições e controle de variáveis do meio, a programação eficiente faz toda a diferença. Logo, para promover cada função no tempo correto, o uso de módulos que mensuram o tempo se faz necessário. Neste projeto, o módulo *Real Time Clock* (RTC), visto na Figura 25, é usado para fazer a função de relógio.

A sequência de passos da programação construída para a ativação do comedouro e do motor bomba nos horários específicos pode ser visualizada por meio do fluxograma da Figura 56 (Apêndice D). Já o circuito elétrico de ativação pode ser visto na Figura 26.

Figura 25. Módulo RTC.



Fonte: Autoria própria.

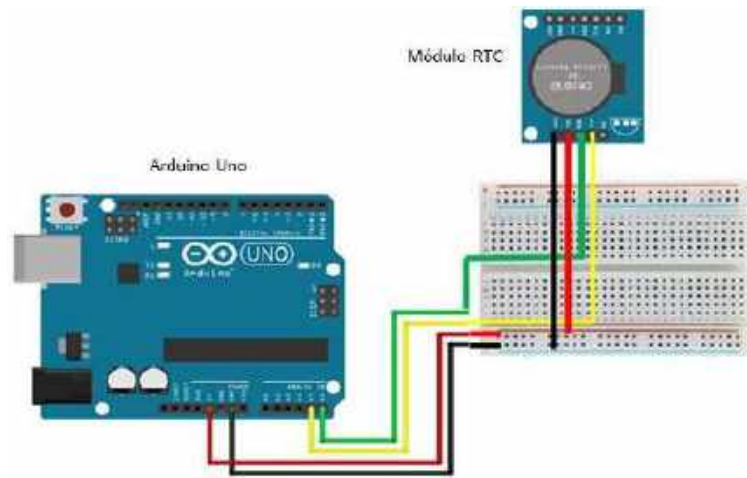
As principais especificações do módulo RTC estão destacadas no Quadro 14.

Quadro 14. Especificações do Módulo RTC DS3231.

Modelo	DS3231
Controlador	DS3231
Tensão de operação	3,3V – 5VDC
Computa	Horas / minutos / segundos / dias da semana / meses / anos (de 2000 a 2099)
Consumo	Menos de 500 nA no modo bateria com oscilador em funcionamento
Interface	I2C
Memória	32Kb
Bateria compatível	CR2032

Fonte: Usinainfo.com

Figura 26. Circuito de ativação do módulo RTC.



Fonte: Autoria própria

4.3.4.4 Alarme de emergência

A energia elétrica é essencial para a vida moderna e para o desenvolvimento tecnológico. Logo, o sistema utiliza eletricidade a todo momento, uma vez que os principais componentes que o compõem são eletroeletrônicos e eletromecânicos. Sendo assim, um problema que pode gerar o colapso da produção, seria a falta de energia por um determinado período de tempo, que pode ser de horas ou até minutos e, a depender da espécie, quantidade de indivíduos, entre outras características da produção, ocorreria a perda de controle do meio e a morte dos animais ali presentes. Como forma de amenizar esse risco, a implantação de um sistema de alarme para queda de energia se mostra interessante, dado que um sistema de *backup* para falta de energia precisaria ser estudado de forma a se atestar a sua viabilidade, além da realização de testes de funcionalidade e configurar o destino do lixo gerado com uso de tais elementos extras. O circuito, utilizado para implementar o sistema de alarme, funciona conforme o esquema da Figura 50 (Apêndice B), onde uma pilha alimenta a sirene quando ocorre a falta de energia. Isso se dá pela programação do microcontrolador que, quando alimentado, envia um pulso para o relé normalmente fechado. Logo, quando esse pulso não estiver acionado, ou seja, quando faltar a energia, o relé fecha os contatos acionando, assim, o alarme.

4.3.5 Elementos hidráulicos

Para promover o funcionamento eficaz do projeto, os elementos hidráulicos são peças fundamentais; entre eles, pode-se destacar alguns que realizam funções específicas. Estes elementos são descritos com seus princípios de funcionamento nas

sessões subsequentes.

4.3.5.1 *Overflow*

O SRA funciona a partir da ciclagem da água, onde cada etapa terá uma finalidade diferente, visando a retirada de impurezas e tornando possível a vida dos animais ali presentes. Desse modo, é adicionado ao sistema um elemento hidráulico que possibilita a circulação e retirada dos resíduos de forma a não oferecer perigo aos animais no sistema. Este componente recebe o nome de *overflow* e é adicionado dentro do tanque principal, possibilitando a vazão d'água para o filtro decantador, em consonância com a Figura 27.

O *overflow* é constituído de tubos de PVC e possui o seguinte princípio de funcionamento:

1. A água composta de sujeira e resíduos sólidos, por ser mais densa, tende a descer para o fundo do reservatório;
2. Por conseguinte, o tubo com alguns sulcos na parte inferior, de acordo com a Figura 28, é adicionado em sentido perpendicular ao fundo do reservatório;
3. Em seu topo, possui uma abertura para que o líquido sofra a pressão atmosférica e mantenha o nível;
4. Por fim, a água poluída do fundo é sugada e direcionada pela tubulação, dando sequência ao ciclo.

Figura 27. Construção do overflow.



Fonte: Autoria própria

Figura 28. Overflow montado.



Fonte: Autoria própria

4.3.5.2 Tubo Venturi

Como destacado anteriormente, a oxigenação é fator primordial para o funcionamento eficiente do sistema. Portanto, além do oxigenador convencional, o protótipo terá outra forma de oxigenar a água. Isso ocorrerá por meio de um dispositivo feito a partir de tubo PVC, Figura 29. Ele replicará o princípio do tubo de *venturi* que tem como objetivo reduzir a área da seção transversal da passagem do escoamento, acarretando um diferencial de pressão e, posteriormente, aumentando para a área da seção transversal inicial com uma abertura na tubulação que fará com que essa diferença de pressão sugue o ar para tentar compensar os espaços vazios e, desse modo, despejar a água com ar no tanque principal (oxigenando a água).

Figura 29. Tubo Venturi montado.



Fonte: Autoria própria

Capítulo 5

Instrumentação do SRAAP

5.1 Introdução

A construção de um correto sistema de medição é vital, mas além disso, outras ações são precisas, como a calibração dos sensores analógicos, seguindo procedimentos pré determinados que garantem uma eficiência nos processos, e, também, uma programação do controlador, construída de acordo com as rotinas pré estabelecidas para a espécie de peixe tilápia-do-Nilo.

5.2 Calibração dos sensores analógicos

Um complexo automatizado ou semi automático requer sensores e/ou elementos de medição para trabalhar suas variáveis e assim garantir a eficiência dos dados mensurados. Infelizmente, o processo de sensoriamento é passível de erros, seja por imperfeições do conjunto de medição, seja pelo ambiente no qual o elemento sensor está inserido ou devido ao operador que não opera corretamente, entre outras possibilidades de erros. Tendo em vista essa exigência, para promover um sistema confiável e ajustado, são necessárias ações que tornem as medições mais exatas possíveis, atenuando os erros de medição que, em maior ou menor grau, sempre estarão presentes no meio. (ALBERTAZZI, 2008).

5.2.1 Calibração do sensor de temperatura PT100

O procedimento de calibração do sensor PT100 foi realizado a partir da sua imersão em ambientes com temperatura controlada, ou seja, foram utilizados meios que oferecessem temperaturas conhecidas e estáveis, de tal modo que se tornou possível tais aferições de forma confiável.

A princípio, foram determinadas três medidas de temperaturas conhecidas: a água a 0°C, a temperatura da água ambiente no momento do processo de 36,5°C e a 100°C; isto permitiu obter o comportamento gráfico do sensor que tem por base a variação de sua resistência interna a partir da variação de temperatura, possibilitando, assim,

averiguar seu funcionamento por meio de um multímetro convencional, de acordo com a Figura 30.

Figura 30. Multímetro utilizado nos testes.



Fonte: Autoria própria

Para garantir a integridade do processo de calibração, foi empregado um termômetro infravermelho digital, em consonância com a Figura 31, a título de certificação da veracidade das medidas. Por conseguinte, foram feitas averiguações da temperatura, em cinco momentos distintos, com intervalo de 5 minutos entre cada imersão, de acordo com as medições da Tabela 8 (Apendice C), de modo a obter os dados da resistência interna do sensor para as temperaturas citadas acima. Em seguida, se deu o cálculo dos componentes do erro de medição.

Figura 31. Termômetro infravermelho utilizado nos testes.



Fonte: Autoria própria

5.2.1.1 Componentes do erro de medição para o sensor PT100

a) Erro sistemático

O erro sistemático de um sistema de medição é estimado a partir de inúmeras medições de um mensurando de valor conhecido. Quanto mais medidas forem efetuadas, mais exata será a estimativa do erro sistemático, Eq. (3); logo:

$$Es = (\bar{I})_{\infty} - VV, \quad (3)$$

Onde, Es é erro sistemático, $(\bar{I})_{\infty}$ é a média de um número infinito de indicações, e VV, valor verdadeiro do mensurando.

Segundo (ALBERTAZZI 2008), a Eq.(3) tem pouca utilidade, uma vez que não se pode realizar infinitas aferições e não se conhece o valor verdadeiro do mensurando. Então, na prática, é realizada uma estimativa denominada de *tendência*. Sabendo que a *tendência* é uma estimativa do erro sistemático, tem-se na Eq. (4) que:

$$Td = \bar{I} - VVC, \quad (4)$$

Onde:

Td, tendência;

\bar{I} , média de um número finito de indicações;

VVC, valor verdadeiro convencional do mensurando.

Na Tabela 1, estão descritos os cálculos da *tendência* para a média das medições de cada valor de temperatura.

Tabela 1. Cálculos da tendência para três (3) valores de temperatura.

Valor de referência em graus Celsius	Valor de referência em Ohm	Cálculo	Tendência em Ohm
0 °C	100 Ω	$Td = 100,78 - 100$	0,78
36,5 °C	114,1885 Ω	$Td = 113,74 - 114,1885$	-0,45
100 °C	138,505 Ω	$Td = 139,32 - 138,505$	0,81

Fonte: Autoria própria

Logo após a determinação da tendência, foi determinada a “Correção” que é um valor somado à indicação, com o objetivo de compensar o erro sistemático de um sistema de medição.

Para o cálculo da correção da temperatura, utiliza-se a Eq. (5):

$$C = -Td = VCC - \bar{I}, \quad (5)$$

Sendo:

C , a correção.

Logo, o valor a ser corrigido está descrito na Tabela 2:

Tabela 2. Cálculos da correção para três (3) valores de temperatura.

Valor de referência em graus Celsius	Valor de referência em Ohm	Cálculo	Correção em Ohm
0 °C	100 Ω	$C = -Td$	-0,78
36,5 °C	114,1885 Ω	$C = -Td$	0,45
100 °C	138,505 Ω	$C = -Td$	-0,81

Fonte: Autoria própria.

b) Erro aleatório

Partindo do ponto da efetivação da correção, o erro médio da indicação é zero. Contudo, os valores obtidos não se repetem em função do erro aleatório. Sendo calculado pela Eq. (6):

$$Ea_i = I_i - \bar{I}, \quad (6)$$

Onde:

Ea_i , erro aleatório da i -ésima indicação;

I_i , i -ésima indicação;

\bar{I} , média das indicações.

Portanto, efetuando os cálculos, tem-se os seguintes resultados na Tabela 3:

Tabela 3. Cálculos do Erro aleatório para três (3) valores de temperatura.

Valor de referência em graus Celsius	Valor de referênciada resistência em Ohm	Cálculo	Erro aleatório em Ohm
0 °C	100 Ω	$Ea_i = I_i - \bar{I}$	0,12
36,5 °C	114,1885 Ω	$Ea_i = I_i - \bar{I}$	-0,24
100 °C	138,505 Ω	$Ea_i = I_i - \bar{I}$	0,18

Fonte: Autoria própria

De acordo com (ALBERTAZZI 2008), o valor do erro aleatório, por si só, tem pouco interesse prático. Sendo frutuoso, então, o cálculo da repetibilidade, que é a faixa de valores dentro da qual o erro aleatório de um sistema de medição é esperado, a partir da incerteza padrão.

Para obter o valor da incerteza padrão, é preciso uma série de medições repetidas do mesmo mensurando, possibilitando obter uma medida da intensidade do erro aleatório do sistema de medição. Portanto, a incerteza padrão corresponde ao desvio padrão dos erros de medição (ALBERTAZZI 2008). O cálculo do desvio padrão é feito com base na Eq. (7):

$$s = \sqrt{\frac{\sum(I_i - \bar{I})^2}{n-1}} \quad (7)$$

Onde:

s, desvio-padrão da amostra;

I_i , i-ésima indicação;

\bar{I} , média das indicações;

n, números de medições repetidas efetuadas.

Desse modo, a Tabela 4 apresenta o valor da incerteza padrão do sistema:

Tabela 4. Cálculos da Incerteza padrão para três (3) valores de temperatura.

Valor de referência em graus Celsius	Valor de referência em Ohm	Cálculo	s em Ohm
0 °C	100 Ω	$s = \sqrt{\frac{\sum(I_i - 100,78)^2}{5 - 1}}$	0,07
36,5 °C	114,1885 Ω	$s = \sqrt{\frac{\sum(I_i - 113,74)^2}{5 - 1}}$	0,16
100 °C	138,505 Ω	$s = \sqrt{\frac{\sum(I_i - 139,32)^2}{5 - 1}}$	0,24

Fonte: Autoria própria

Para caracterização da repetibilidade de um sistema de medição, com segurança, é fundamental reunir grande número de indicações, obtendo assim, uma faixa simétrica de valores dentro da qual, com uma probabilidade estatística definida, se situa o erro aleatório, de acordo com a Eq 8:

$$Re = \pm t \cdot s, \quad (8)$$

Onde:

Re, faixa de dispersão dentro da qual se situa o erro aleatório;

t, coeficiente t-Student;

s, desvio padrão experimental.

Portanto, o valor da repetibilidade para o sensor PT-100 está descrito na Tabela 5:

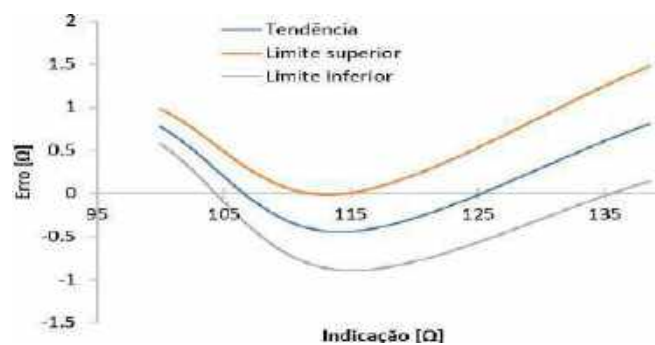
Tabela 5. Cálculos da repetibilidade para três (3) valores de temperatura para 4 graus de liberdade e 95% de probabilidade.

Valor de referência em graus Celsius	Valor de referência em Ohm	Cálculo	Re em Ohm
0 °C	100 Ω	$Re = (\pm 2,776) * (0,07)$	$\pm 0,20 \Omega$
36,5 °C	114,1885 Ω	$Re = (\pm 2,777) * (0,16)$	$\pm 0,44 \Omega$
100 °C	138,505 Ω	$Re = (\pm 2,776) * (0,24)$	$\pm 0,67 \Omega$

Fonte: Autoria própria

Segundo (ALBERTAZZI 2008), o gráfico que representa a curva de erros, representado na Figura 32, detém dados que podem ser usados para determinar a correção e repetibilidade para cada valor de indicação do sistema de medição.

Figura 32. Curva de erro do sensor PT-100.



Fonte: Autoria própria.

5.2.2 Calibração do Sensor PH-4502C

Para proceder com a calibração do sensor de pH, foram utilizados alguns procedimentos padrão para obter valores corretos. De início, é realizada a obtenção do *offset* do módulo da sonda PH.

Sabendo que a porta analógica do Arduino Uno possui tensão máxima de 5 V, o presente sensor possui a definição padrão de 2,5 V referente ao pH 7.

Logo, esse ajuste é feito usando o potenciômetro de deslocamento que se localiza próximo do conector BNC. Antes disso, é preciso desconectar a ponta de prova do circuito e curto-circuitar o interior do conector BNC com a parte externa, para simular um pH neutro (pH 7), de acordo com a Figura 33. Em seguida, é feita a regulagem com o potenciômetro. Para a averiguação dos valores é necessário o uso de uma programação específica para tal fim, de acordo com a Figura 34.

Figura 33. Obtenção do Offset do módulo da sonda.



Fonte: eletroniclinic.com

Figura 34. Registro da programação usada no processo.

```
int valorph;
float tensao;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(valorph, INPUT);
}

void loop()
{
  valorph = analogRead(A0);
  tensao = pH_Value * (5.0 / 1023.0);
  Serial.println(tensao);
  delay(500);
}
```

Fonte: Autoria própria.

Após a ajustagem do potenciômetro, o próximo passo é desfazer do curto-circuito e prosseguir para a montagem da sonda de medições, onde se inicia a calibração mergulhando a sonda em substâncias com pH definido, como visto na Figura 35, a fim de que o valor lido pelo controlador, seja o mais próximo possível do valor da substância. Neste procedimento, a submersão da sonda no líquido deve ser realizada por alguns minutos, de forma a obter a leitura dos dados de forma estável. Entre cada medição, a sonda foi mergulhada em líquido neutro.

Figura 35. Averiguação do pH das substâncias pré definidas.



Fonte: Autoria própria

A calibração é feita corrigindo o valor pelo potenciômetro, de acordo com o pH da substância, para os casos em que ainda tiver uma medição discrepante do valor real. Ao término desses procedimentos, o sensor estará calibrado. Logo em seguida, são coletados dados para cálculo dos componentes do erro de medição, onde foram realizadas vinte medições em substâncias com os valores do potencial hidrogeniônico de 4, 7, 10, respectivamente (Figura 36).

Figura 36. Substâncias pré definidas.



Fonte: Autoria própria.

5.2.2.1 Componentes do erro de medição para o Sensor PH-4502C

Tendo como base as definições já abordadas neste trabalho, obteve-se a tendência, a correção, a incerteza padrão e a repetibilidade do sistema de medição de pH, conforme Tabela 6:

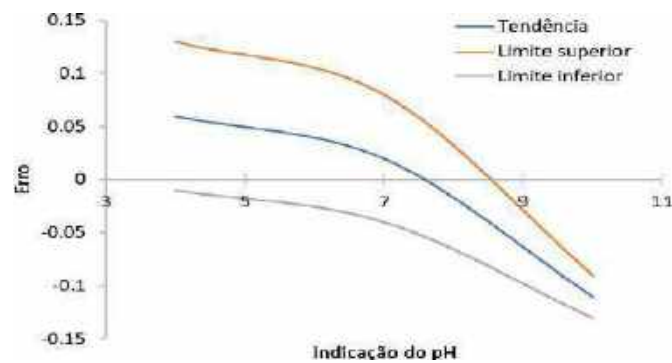
Tabela 6. Cálculos da tendência, correção, incerteza padrão e repetibilidade de três (3) valores de pH para 19 graus de liberdade e 95% de probabilidade.

Valor de referência	Tendência	Correção	Incerteza-padrão	Repetibilidade
pH 4	0,06	-0,06	0,032	0,07
pH 7	0,02	-0,02	0,031	0,06
pH 10	-0,11	0,11	0,011	0,02

Fonte: Autoria própria

A curva de erros referente a medição do pH é representada pela Figura 37:

Figura 37. Curva de erro do sensor PH-4502C.



Fonte: Autoria própria

5.3 Sistema hidráulico do Motobomba

Freitas & Rezende (2010) definem um sistema hidráulico como a composição da instalação de sucção, recalque e conjunto motobomba, onde, para dimensionar cada item deste, é primordial o uso de algumas equações hidráulicas, além de valores da Vazão e Altura Manométrica Total (AMT).

Para saber qual a vazão é necessária, deve-se conhecer os dados referentes à quantidade de líquido que pretende ser movimentado ao longo do tempo. Quando se trata do SRA, o ideal é que seja feita a recirculação no mínimo uma vez a cada hora, para que haja a retirada constante das impurezas do reservatório. O tanque principal, utilizado no presente trabalho, possui a capacidade de 1000 litros. Sendo assim, o valor de vazão mínima estabelecida é de $1 \text{ m}^3/\text{h}$.

Já para calcular a AMT, é necessário ter os valores de Altura de Sucção (AS),

Altura de Recalque (AR) e Perda de Carga (PC), onde:

- AS: É a distância entre o local onde a bomba está instalada até a superfície do líquido.
- AR: É a distância que se refere ao local entre a bomba e o ponto mais alto da instalação hidráulica.
- PC: É a perda de energia dinâmica que o fluido sofre quando ele percorre a tubulação.

Pelas dimensões do protótipo, pode-se extrair AS e AR. Logo, o valor da altura de sucção é nulo, uma vez que o equipamento irá trabalhar no nível do líquido, ou seja, AS é zero. Já para a AR, tem-se 0,5 metros de coluna d'água (m.c.a).

Para se obter o valor da PC, é utilizada a equação de Hazen-Williams (Eq. 9); além de ter como base o diâmetro da tubulação (32 mm) e o Comprimento Equivalente (CE) da utilização de quatro conexões, conforme Quadro 15, configurando uma extensão da tubulação de acordo com a Figura 43 (Anexo A).

$$PC = CT \times 10,67 \times Q^{1,85} / C^{1,85} \times d^{4,87} \quad (9)$$

Onde:

CT Comprimento total da tubulação (CN+ CE) (m) Q Vazão (m^3/s)

C Coeficiente de rugosidade (Para tubo PVC abaixo de 75mm de diâmetro)

d Diâmetro interno (m)

Quadro 15. Comprimento equivalente de algumas conexões.

Joelho 45º soldável	1 m
Joelho 90º soldável	2 m
Tê passagem direta soldável	1,5 m
Redução 32-25	0,9 m

Fonte: Macintyre, 1990.

Tendo como base o memorial de cálculo (Apêndice E), as especificações do motobomba determinadas a partir dos cálculos tiveram os seguintes resultados:

- Vazão de um metro cúbico por hora ($1 \text{ m}^3/h$);
- Perda de Carga da tubulação (PC) de 0,14428 (m.c.a).
- Altura de Sucção (AS) é meio metro negativo de coluna d'água (-0,5 m.c.a).
- Altura de Recalque (AR) é um metro de coluna d'água (1,0 m.c.a);
- Altura Manométrica Total (AMT) é 0,676 (m.c.a).

Com essas informações, foi possível selecionar o motobomba adequado para a aplicação.

Capítulo 6

Resultados e Discussões

6.1. Introdução

Com o fim da construção, calibração dos sensores e da fase de testes dos atuadores, o protótipo final tem a concepção física conforme Figura 38, onde é possível averiguar cada componente.

Figura 38. Sistema de Recirculação Semi-Automático Aplicado à Piscicultura.



Fonte: Autoria própria.

Posteriormente a sua conclusão tornou-se possível estipular o valor final do protótipo com todos os custos envolvidos, tendo como base o valor médio dos itens no período das suas aquisições, além da inclusão do valor da mão de obra, conforme Quadro 17 (Apendice F).

A partir de então, iniciou-se à coleta de dados, procedida ao longo de dez dias no qual se realizou a obtenção dos resultados. Para desenvolver essa fase, decorreram-se duas etapas para análise durante todo o processo: perturbação do sistema a vazio, ou seja, sem a presença de peixes, e colonização do meio por alevinos de tilápia-do-Nilo.

6.2 Análise sem animais

Durante o período de análise a vazio, o protótipo sofreu alterações definidas previamente, (Quadro 15), em busca de trazer diversos distúrbios diferentes para o meio.

Quadro 16. Perturbações pré-definidas para a primeira etapa.

	Manhã	Tarde	Noite
1º dia	Sem perturbação	Sem perturbação	Sem perturbação
2º dia	Sem perturbação	Sem perturbação	Sem perturbação
3º dia	Alteração da temperatura pela adição de gelo	Alteração do pH pela adição de substância básica	Neutralização do pH
4º dia	Alteração do pH pela adição de substância ácida	Neutralização do pH	Alteração da temperatura pela adição de água quente
5º dia	Alteração do pH pela adição de substância ácida	Alteração da temperatura pela adição de gelo	Neutralização do pH

Fonte: Autoria própria.

Para iniciar a coleta, o sistema foi preenchido com água de poço artesiano até ficar completamente cheio, conforme Figura 39. A partir de então, passou a ser monitorado os parâmetros de temperatura, pH e o nível do sistema, no qual, foi registrado em gráficos, os valores dos sensores analógicos de temperatura e pH. Em relação ao sensor de nível, o mesmo se manteve inalterado em nível lógico alto, ou seja, durante o período de coleta de dados, a quantidade de água do meio se manteve praticamente constante durante os dez dias.

Figura 39. Protótipo preenchido com água de poço artesiano.



Fonte: Autoria própria

6.1.1. Coleta de dados da temperatura

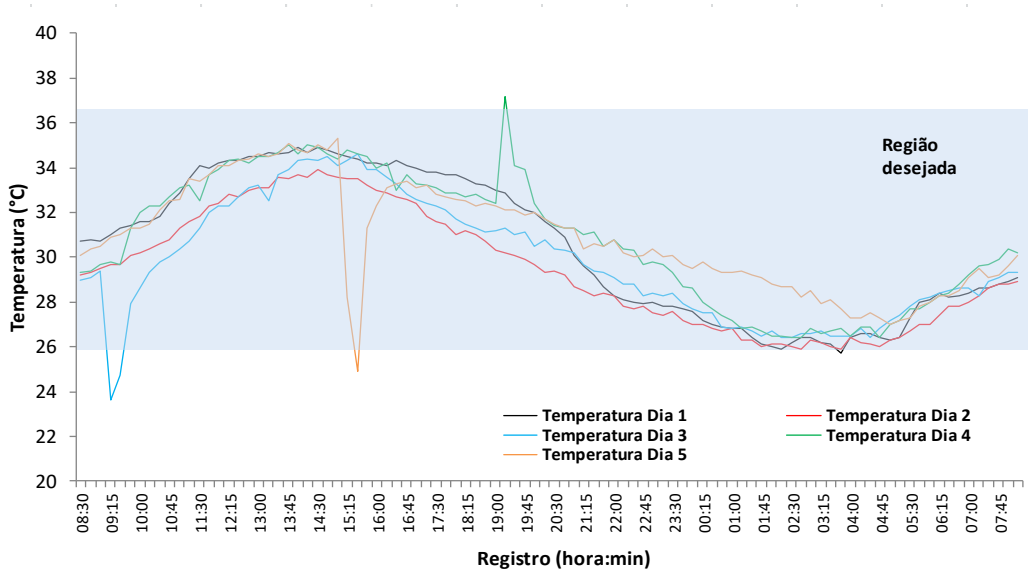
Durante os primeiros dois dias, a temperatura do sistema apresentou comportamento, no qual não houve variação brusca do meio ao longo do tempo. O mensurando seguiu uma variação parecida em ambos os dias, com uma pequena diferença na temperatura que possivelmente foi causada pela chuva que caiu durante a madrugada do Dia 1, o que posteriormente tornou menor a temperatura do dia seguinte.

Durante o terceiro dia, o meio foi perturbado, conforme descrito no Quadro 15, no qual, no turno da manhã, especificamente às 09h, foi adicionado um balde com gelo, gerando uma queda repentina da temperatura o que gerou valores que extrapolaram a região desejada. Após tais medições abaixo do ideal, ou seja, abaixo dos 26°C, o aquecedor foi acionado e em cerca de 20 minutos depois, o quadro foi restabelecido para os valores cabíveis à produção.

No quarto dia de coleta, às 19h, foi adicionado água quente ao meio. Em resposta, o sistema acionou o alarme de segurança, de modo que o quadro só foi revertido após a atuação do sistema semi-automático, por meio da adição de água em baixa temperatura. Já no quinto e último dia da primeira etapa de coleta de dados, o sistema foi modificado de modo a ter adição de gelo às 15h, provocando a queda brusca na temperatura até chegar aos 24,9°C, na ocasião, o aquecedor foi e

por volta de 33 minutos depois, a temperatura já estava totalmente dentro dos moldes programados. Todos os dados obtidos durante os cinco dias iniciais estão descritos na Figura 40.

Figura 40. Gráfico das variações de temperatura da primeira etapa.



Fonte: Autoria própria.

6.1.2. Coleta de dados do pH

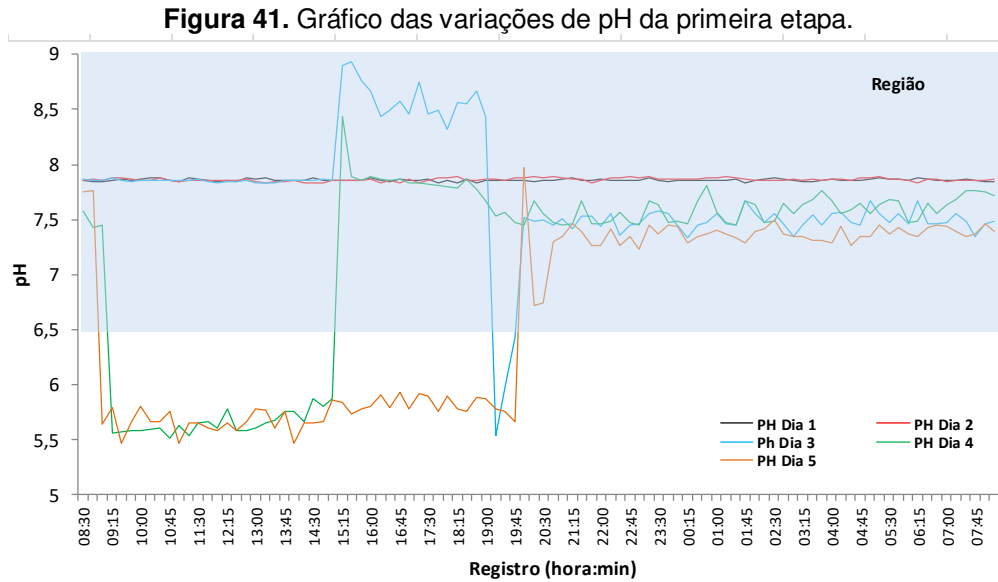
Durante os primeiros dois dias, o comportamento do pH ao longo do tempo foi praticamente estável, sem variações bruscas. Isso ocorreu devido à inexistência de substâncias que pudessem mudar a qualidade da água.

No terceiro dia, houve algumas variações a partir das 15h, na ocasião, foi adicionado uma substância básica, produzindo a elevação do pH, e às 19h, o meio foi neutralizado com a adição de substância ácida no intuito de equilibrar, mas devido ao acréscimo em excesso, o resultado foi uma queda considerável do pH, acionando o alarme de segurança.

No quarto dia, o sistema continuou a ser posto a prova com a adição de substância ácida às 09h, provocando assim o deslocamento das medições para fora da região desejada no intuito de testar o sensor também em regiões não desejadas para o sistema e garantir seu funcionamento adequado, fato que provocou o acionamento do alarme para controle, que foi realizado de forma manual com adição de substância básica sendo neutralizado às 15h.

No quinto e último dia da primeira etapa de coleta de dados, o sistema foi perturbado de modo a ter a água ácida às 09h, como consequência foi acionando

assim o alarme de segurança. Posteriormente foi realizada manualmente a adição de substância básica às 19h como forma de controle e neutralização do meio. Todos os dados obtidos durante os cinco dias iniciais estão descritos na Figura 41.



Fonte: Autoria própria

6.2. Análise com animais

Durante o período de análise com os peixes, o protótipo foi povoado com 28 alevinos de tilápia-do-Nilo, espécie pela qual a programação foi desenvolvida. Assim, o sistema teve alteração de suas variáveis causado pela variação da temperatura ao longo do dia, do pH dos detritos gerados pelos peixes e por restos de ração, Figura 38.

Figura 42. Restos de ração após alimentação dos peixes.

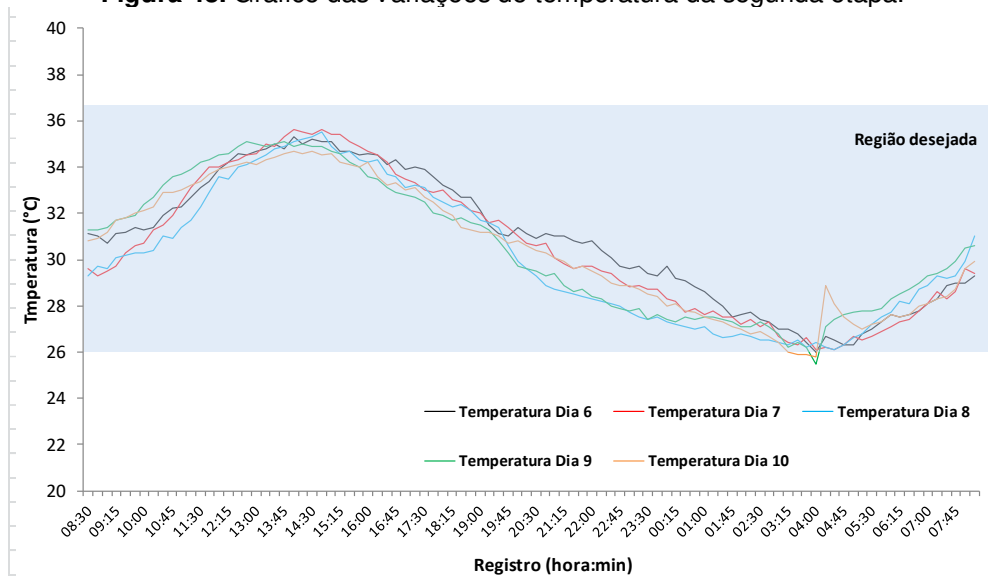


Fonte: Autoria própria

6.2.1. Coleta de dados da temperatura

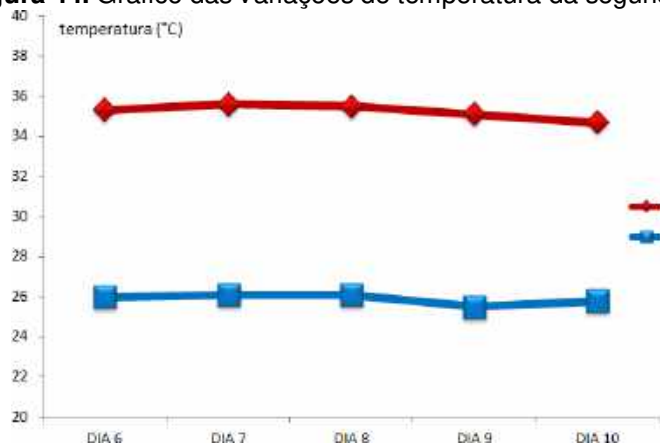
No primeiro dia de coleta de dados com a presença dos alevinos, o protótipo registrou as medições normalmente e sem variações bruscas de temperatura. No período referente aos dias seguintes, o comportamento gráfico da temperatura teve comportamento semelhante e sem variações acentuadas conforme Figura 43. Os valores máximos e mínimos, 35,6 °C e 25,5 °C respectivamente registrados ao longo dos dias estão ilustrados na Figura 44.

Figura 43. Gráfico das variações de temperatura da segunda etapa.



Fonte: Autoria própria

Figura 44. Gráfico das variações de temperatura da segunda etapa.

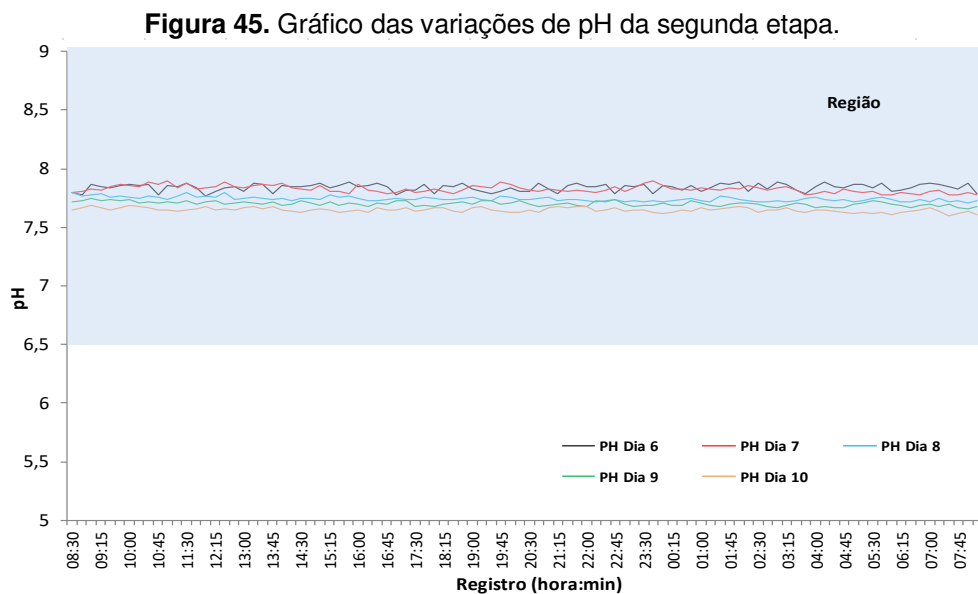


Fonte: Autoria própria

6.2.2. Coleta de dados do pH

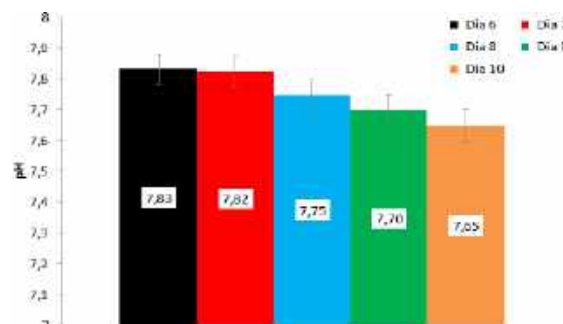
A obtenção de dados da variação do pH na segunda etapa foi realizada seguindo os mesmos procedimentos de medição que a etapa anterior. No qual, o primeiro dia da segunda etapa, o sistema registrou poucas variações.

Durante os dias seguintes, o comportamento gráfico da variável seguiu linhas parecidas e sem variações bruscas (Figura 45), apresentando um pequeno decréscimo dos valores médios com o passar do tempo, conforme Figura 46, causado provavelmente pela ineficiência do filtro biológico, responsável pelo controle da variável, que só inicia a filtragem a partir do desenvolvimento das colônias de bactérias, que por sua vez duram dias ou até semanas para serem formadas, a depender da espécie animal habitante do sistema.



Fonte: Autoria própria

Figura 46. Gráfico dos valores médios do pH ao longo da segunda etapa.



Fonte: Autoria própria

Capítulo 7

Conclusões

Ao fim da pesquisa, pôde-se constatar que o protótipo atingiu os objetivos propostos, como também, proporcionou uma integração de vários conhecimentos, pois necessitou do desenvolvimento de diversos artifícios, circuitos, códigos, dispositivos e sistemas para sua operação.

Em relação ao desempenho, o SRAAP respondeu satisfatoriamente às perturbações e testes realizados, já que os sensores e atuadores trabalharam obedecendo a programação, oferecendo o conforto necessário para o desenvolvimento da espécie cultivada, como também se mostrou apto a ser utilizado com outras espécies, tendo em vista que algumas modificações na programação com ajustes nas faixas de atuação do controle de temperatura e pH, seriam suficientes para proporcionar o desenvolvimento dos animais. Além do mais, pode-se comprovar a eficiência do comedouro, do circuito de alarme para falta de energia, entre outros componentes.

Dentre as principais vantagens, destaca-se o baixo consumo de água que o sistema proporciona, tendo em vista que durante a coleta de dados, o nível do mesmo permaneceu praticamente constante. Outro ponto interessante é que foi deduzido o baixo consumo de energia elétrica, já que o motobomba e o oxigenador foram os atuadores acionados com maior frequência e apresentam somados 48,5 *Watts* de potência. O restante dos atuadores foram acionados em momentos específicos (caso do aquecedor). Além disso, o sistema proporcionou para os peixes, um habitat com condições parecidas com as encontradas na natureza e requereu baixa influência humana para funcionar de forma adequada, isto é, a automação aplicada aos processos tiveram o efeito esperado, que é facilitar a vida humana.

Alguns problemas também foram observados ao longo dos testes, no qual, no início da segunda etapa, ocorreu uma pane no sistema, onde as medições de temperatura tiveram valores discrepantes da realidade, sendo necessário uma intervenção no intuito de retomar a exatidão da coleta dos dados. Então, foi desmontada a parte elétrica e reinstalada, permanecendo insistentemente o erro. Logo, foram revistas todas as conexões, cabos e sensores.

O sistema voltou a funcionar após a substituição do Arduíno Uno pelo Arduino Mega 2556, onde, na ocasião, foram elencados as possíveis causas da interferência que resultou na troca de microcontrolador:

- O microcontrolador sobrecarregou devido ao grande número de conexões, que possivelmente demandaram uma corrente acima do suportado pelo Arduino Uno.
- O grande agrupamento de fios próximos uns dos outros, pode ter gerado interferências.
- Algumas oscilações na rede que possivelmente afetaram o funcionamento do microcontrolador.
- O acionamento de algum dos atuadores pode ter gerado algumas interferências.

Tendo como base os resultados obtidos, algumas melhorias podem ser geradas com implementações, futuramente oportunas, as quais compreendem:

- Desenvolver um sistema de *backup* para falta de energia elétrica, de forma que não altere bruscamente o valor final do meio e seja alinhado com o eixo temático do sistema que é reduzir os impactos da produção ao meio ambiente sem diminuir a qualidade final.
- Aplicar uma técnica que possibilite o controle automático do pH, já que o atual sistema apenas realiza o monitoramento e informa sobre possíveis problemas a partir de sistema sonoro de alarme.
- Estudar outros modelos de microcontroladores, uma vez que o Arduino Uno possui algumas limitações, o que possivelmente tenha gerado a queda no controle durante a segunda etapa de coleta de dados, como também, esteve vulnerável a interferências, como vento e vibrações.
- Realizar a conexão do sistema com a internet, possibilitando o acompanhamento das variáveis de forma remota, evitando assim, perdas e gastos extras.
- Implementar a produção de vegetais para consumo humano, evoluindo o sistema para uma aquaponia (produção de peixes e vegetais em conjunto).

Referências

- ARRUDA, A. F. DE. **Acompanhamento de um policultivo envolvendo o Camarão marinho, *Litopenaeus vannamei*, e a Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, em sistema de recirculação.** p. 37, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. **Anuário Brasileiro da Piscicultura. Anuário 2021 Peixe Br**, 71p, 2021.
- AZEVEDO, V. G. DE et al. **Sistemas de Recirculação para Cultivo de Peixes Marinhos - Procedimento Operacional Padrão (POP)**. October, 2014.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. ***The State of World Fisheries and Aquaculture***. Rome: FAO, 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en>>. Acesso em: 05 de maio de 2021
- FIGUEIREDO JÚNIOR, C. A.; VALENTE JÚNIOR, A. S. **Cultivo de tilápia no Brasil: origens e cenário atual**. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 46., 2008, Rio Branco: SOBER, 2008
- FREITAS, S.A; REZENDE, R. **.Hidráulica para acadêmicos das ciências agrárias**. Departamento de Agronomia, Maringá, 107p, 2010.
- GONÇALVES, V. G. F. et al. **Qualidade da água em produções de pescados da espécie tambaqui na agricultura familiar em Jaru/RO**. v. 2, p. 1–18, 2021.
- HAYASAKA, Enio Yoshinori. NISHIDA, Silvia Mitiko. **Reprodução dos peixes**, 2021. Disponível em <https://www2.ibb.unesp.br/Museu_Escola/Ensino_Fundamental/Origami/Documents/Peixes.htm>, acesso em 13 de dezembro de 2021.
- SANSUY. **História da piscicultura: veja como a atividade surgiu e evoluiu!** Blog Sansuy, 2019. Disponível em <<https://blog.sansuy.com.br/historia-da-piscicultura/>>, acesso em 23 de novembro de 2021.
- LEÃO, Marília. **O direito humano à alimentação adequada e o sistema nacional de segurança alimentar e nutricional**. ABRANDH, 2013. Disponível em <http://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/seguranca_alimentar/DHAA_SAN.pdf>, acesso em 04 de setembro de 2021.
- LOSORDO, T. M.; MASSER, M. P.; RAKOCY, J. ***Recirculating aquaculture tank production systems: An overview of critical considerations***. p. 18–31, 1998.
- LIMA, J. D. F.; BASTOS, A. M.; MONTAGNER, D. **Sistema simples de recirculação para recria de peixes e de camarões**. February, 2017.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **O Estado da Insegurança Alimentar e Nutrição no Mundo**. FAO, 2021. Disponível em <<https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1415747/>>, acesso em 04 de novembro de 2021.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Manual de instalações hidráulicas e sanitárias**. LTC-Livros Técnicos e Científicos, 1990.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Piscicultura: fundamentos da produção de peixes**. SENAR, 2017. Disponível em <<https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/195-PISCICULTURA.pdf>>, acesso em 23 de dezembro de 2021.

RODRIGUES, Renato . **Quais são os sistemas de criação de peixes?** Cursos cpt, 2020. Disponível em < <https://www.cpt.com.br/cursos-criacaodepeixes/artigos/quais-sao-os-sistemas-de-criacao-de-peixes/>>, acesso em 26 de maio de 2021.

SCHULTER, E. P.; FILHO, J. E. R. V.. **Evolução da piscicultura no Brasil: Diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia**. Ipea, 2017. Disponível em <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8043/1/td_2328.pdf>, acesso em 21 de outubro de 2021.

SIQUEIRA, R. S. et al. **Sistema automatizado para criação de peixes com recirculação de água**. p 1–20, 2019.

SUMMERFELT, S. T.; WILTON, G.; ROBERTS, D.; RIMMERD, T.; FONKALSRUD, K. **Developments in recirculating systems for Arctic char culture in North America**. Aquacultural Engineering, 2004.

TEIXEIRA, R; CORRÊA, R; FARIA, M; MEYER, G. **Piscicultura em tanques-rede**. **Embrapa Informação Tecnológica**, 2009. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/428268/piscicultura-em-tanques-rede>>, acesso em 23 de outubro de 2021.

ANEXOS

Anexo A - Dados da perda de carga e comprimento equivalente

Figura 47. Perda de carga localizada/comprimento equivalente em metros de tubulação de PVC.

DIÂMETRO NOMINAL	D (ref) mm / pol	TIPO DE PERDA																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
13	1/2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,1	4,9	2,6	0,3	1,0	1,0	3,6	0,4	1,1	1,6
19	3/4	0,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,5	0,1	6,7	3,6	0,4	1,4	1,4	5,6	0,5	1,6	2,4
25	1	0,5	0,7	0,8	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	0,5	1,7	1,7	7,3	0,7	2,1	3,2
32	1 1/4	0,7	0,9	1,1	0,5	0,4	0,6	0,3	0,4	0,9	0,2	11,3	5,6	0,7	2,3	2,3	10,0	0,9	2,7	4,0
39	1 1/2	0,9	1,1	1,3	0,6	0,5	0,7	0,3	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	0,9	2,6	2,6	11,6	1,0	3,2	4,8
50	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4
63	2 1/2	1,3	1,7	2,0	0,9	0,8	1,0	0,5	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	1,3	4,3	4,3	17,0	1,9	5,2	8,1
75	3	1,6	2,1	2,5	1,2	1,0	1,3	0,6	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	1,6	5,2	5,2	20,0	2,2	6,3	9,7
100	4	2,1	2,6	3,4	1,5	1,3	1,6	0,7	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	2,1	6,7	6,7	23,0	3,2	8,4	12,9
125	5	2,7	3,7	4,2	1,9	1,6	2,1	0,9	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	2,7	8,4	8,4	30,0	4,0	10,4	16,1
150	6	3,4	4,3	4,9	2,3	1,9	2,5	1,1	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	3,4	10,0	10,0	39,0	5,0	12,5	19,3
200	8	4,3	5,5	6,4	3,0	2,4	3,3	1,5	3,3	6,0	1,4	67,0	34,0	4,3	13,0	13,0	52,0	6,0	16,0	25,0
250	10	5,5	6,7	7,9	3,6	3,0	4,1	1,8	4,3	7,5	1,7	83,0	43,0	5,5	16,0	16,0	65,0	7,5	20,0	32,0
300	12	6,1	7,9	9,5	4,8	3,8	4,8	2,2	5,5	9,0	2,1	102,0	51,0	6,1	19,0	19,0	78,0	9,0	24,0	36,0
350	14	7,3	9,5	10,5	5,3	4,4	5,4	2,5	6,2	11,0	2,4	120,0	60,0	7,3	22,0	22,0	90,0	11,0	28,0	45,0

Fonte: Macintyre, 1990.

APÊNDICES

Apêndice A – Programação em códigos C e C++

- **Código para coleta de dados do pH**

```
#include <Arduino.h> //Inclusão da biblioteca

int pHSense = A0; // Definindo a porta A0 para o sensor

int amostra = 10; //Definindo quantidade de amostras por medição
float adc_resolution = 1024.0; //Definindo a resolução para 1024
void setup()
{
  Serial.begin(9600); // acionando o monitor serial
  delay(100);
  Serial.println("Medições sensor pH ");
}
//Função para converter mV em valor de PH
float ph (float tensao) {
  return 7+((2.5*tensao) / 0.18);
}
void loop()
{
  int medicoes=0;
  for (int i = 0; i < samples; i++) //classificar o analógico de pequeno para grande
  {
    medicoes += analogRead(pHSense);
    delay(10);
  }
  float tensao = 5 / adc_resolution * medicoes/amostra; //Converter o analógico em milivolt
  Serial.print("pH= ");
  Serial.println(ph(tensao)); // Exibindo o nível de PH na água
  delay(3000);
}
```

- **Código para coleta de dados e controle do nível**

```
#include "Wire.h"; //Inclusão da biblioteca
```

```

#include "LiquidCrystal_I2C.h";// Biblioteca do display usado
#define Sensor 14// porta input
#define válvula 8 // porta output
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);int sensor = 1;
int nivelinicial = 0;
void setup() {
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  Serial.begin(9600);// inicia a serial
  pinMode(Sensor, INPUT);
}
void loop() {
  lcd.clear();// limpa a tela do display
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Verificando ...");
  lcd.setCursor(6, 1);
  lcd.print("ERRO");
  int sensor = digitalRead(Sensor);// leitura do sensor
  if (sensor == 1) {          //condição
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Nivel: Critico")

    digitalWrite(led, LOW);
  } else if (sensor == 0) {
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Nivel: Cheio"); //exibe no LCD o valor do nivel
    digitalWrite(led, HIGH);
  }
  else {
    //lcd.setCursor(0, 1);
    //lcd.print("ALERTA - ERRO");
  }
  Serial.println(sensor);// exibe no serial o valor do sensor
  delay(1000);//espera 1 segundo
}

```

- **Código para coleta de dados e controle da temperatura**

```

#include <Adafruit_MAX31865.h> // inclusão da biblioteca
Adafruit_MAX31865 thermo = Adafruit_MAX31865(10, 11, 12, 13); //definição dos pinos do módulo
#define RREF          430.0 // valor de referência do resistor
// A resistência 'nominal' de 0 graus-C do sensor
// 100.0 for PT100
#define RNOMINAL 100.0 // valor 100.0 para o PT100
void setup() {
  Serial.begin(9600); // inicia serial monitor
  Serial.println("Adafruit MAX31865 PT100 Sensor Test!");
  thermo.begin(MAX31865_2WIRE); // definindo para 2WIRE, ou seja, PT100 de dois fios
  void loop() {
    uint16_t rtd = thermo.readRTD();
    Serial.print("RTD valor: ");
    Serial.println(rtd);
    float ratio = rtd; ratio /= 32768;
    Serial.print("Ratio = ");
    Serial.println(ratio, 8); // exibindo o ratio
    Serial.print("Resistance = ");
    Serial.println(RREF*ratio, 8); // exibindo a resistência
    Serial.print("Temperature = ");
    Serial.println(thermo.temperature(RNOMINALRREF)); // Exibindo a temperatura
    // Verificando e imprimindo qualquer falha
    uint8_t fault = thermo.readFault();
    if (fault) {
      Serial.print("Fault 0x");
      Serial.println(fault, HEX);
      if (fault & MAX31865_FAULT_HIGHTHRESH) {
        Serial.println("RTD High Threshold");
      } if (fault & MAX31865_FAULT_LOWTHRESH) {
        Serial.println("RTD Low Threshold");
      } if (fault & MAX31865_FAULT_REFINLOW) {
        Serial.println("REFIN- > 0.85 x Bias");
      } if (fault & MAX31865_FAULT_REFINHIGH) {
        Serial.println("REFIN- < 0.85 x Bias - FORCE- open");
      } if (fault & MAX31865_FAULT_RTDINLOW) {
        Serial.println("RTDIN- < 0.85 x Bias - FORCE- open");
      }
    }
  }
}

```

```

}
if (fault & MAX31865_FAULT_OVUV) {
  Serial.println("Under/Over voltage");
}
thermo.clearFault();
}
Serial.println();
if (thermo.temperature(RNOMINAL, RREF)<26) {
  digitalWrite(aquecedor, HIGH);
}
else (digitalWrite(aquecedor, LOW));
delay(5000);
}

```

- **Código para uso do Display LCD**

```

#include "Wire.h"; // Inclusão da biblioteca
#include "LiquidCrystal_I2C.h"; // Biblioteca do display usado
// Alterar o endereço conforme módulo I2C
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);
void setup()
{
  lcd.begin (16,2); // Inicia a comunicação com o display LCD
}
void loop()
{
  lcd.clear(); // Limpa o display
  lcd.setCursor(2, 0); // 2 = 2 colunas para a direita. 0 = Primeira linha
  lcd.print("Display LCD"); // Imprime um texto
  lcd.setCursor(2, 1); // 2 = 2 colunas para a direita. 1 = Segunda linha
  lcd.print("** tecnicas.com **");
  delay(5000); // 5 segundos de espera
  lcd.clear(); lcd.setCursor(3, 0);
  lcd.print("Projeto SRAAP!");
  delay(5000); // 5 segundos de espera
}

```

- **Código para uso do RTC**

```

#include "RTClib.h" // Inclui a biblioteca do módulo

```

```

RTC_DS3231 rtc;
//Define os dias da semana em uma string

char daysOfTheWeek[7][12] = {"Domingo", "segunda", "terça", "quarta", "quinta", "sexta", "sábado"};
void setup()
{
  Serial.begin(9600); //inicia a serial
  if (! rtc.begin()) {
    Serial.println("RTC não funciona");// se o RTC não funcionar, exibe a mensagem
    Serial.flush();
    abort();
  }
  if (rtc.lostPower()) { //trecho responsável por testar a bateria e a atualização dos dados
    Serial.println("RTC lost power, let's set the time!");
    // When time needs to be set on a new device, or after a power loss, the

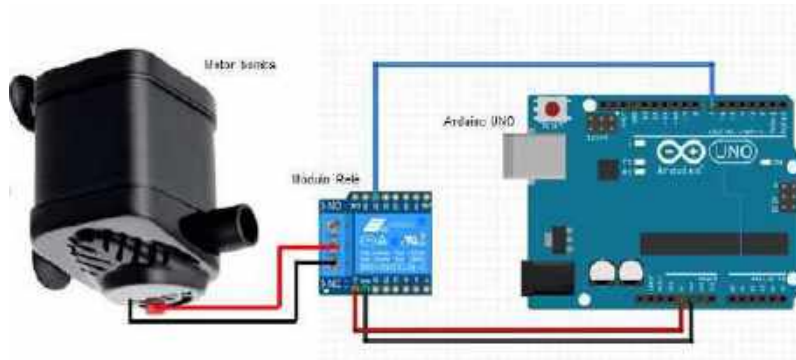
    // following line sets the RTC to the date & time this sketch was compiled
    rtc.adjust(DateTime(F(_DATE_), F(_TIME_)));
    // This line sets the RTC with an explicit date & time, for example to set
    // January 21, 2014 at 3am you would call:
    // rtc.adjust(DateTime(2014, 1, 21, 3, 0, 0));
  }
}

void loop()      {
  delay(1000);           // 1 segundo de delay
  DateTime now = rtc.now();
  Serial.print(now.year(), DEC);
  Serial.print("/");//exibe os dados de ano
  Serial.print(now.month(), DEC);
  Serial.print("/");
  Serial.print(now.day(), DEC);//exibe os dados de mes
  Serial.print(" ");
  Serial.print(daysOfTheWeek[now.dayOfTheWeek()]); //exibe os dados de dia
  Serial.print(" "); Serial.print(now.hour(), DEC); //exibe os dados de hora
  Serial.print(":"); Serial.print(now.minute(), DEC); //exibe os dados de minutos
  Serial.print(":"); Serial.print(now.second(), DEC); //exibe os dados de segundos
  Serial.println();
}

```

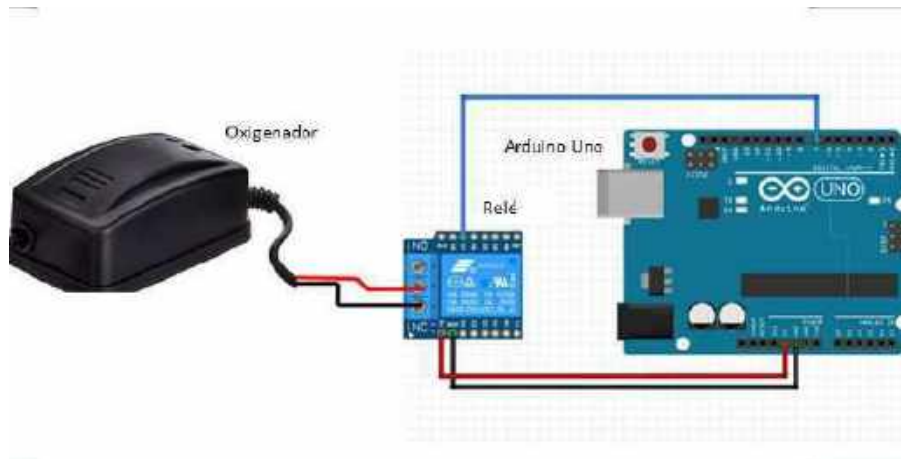

Apêndice B – Circuitos controlados

Figura 48. Controle do Motor Bomba.



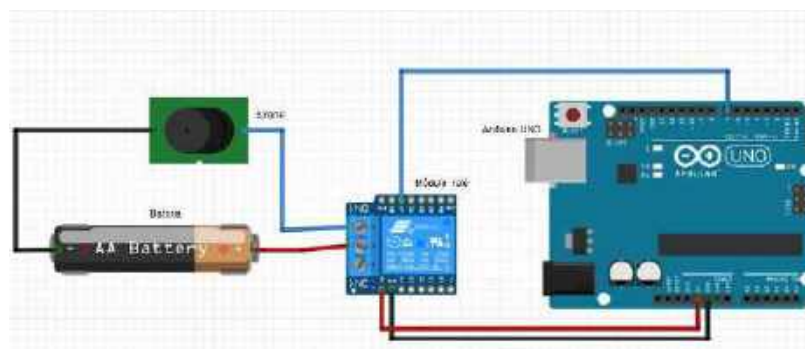
Fonte: Autoria própria

Figura 49. Controle do Oxigenador.



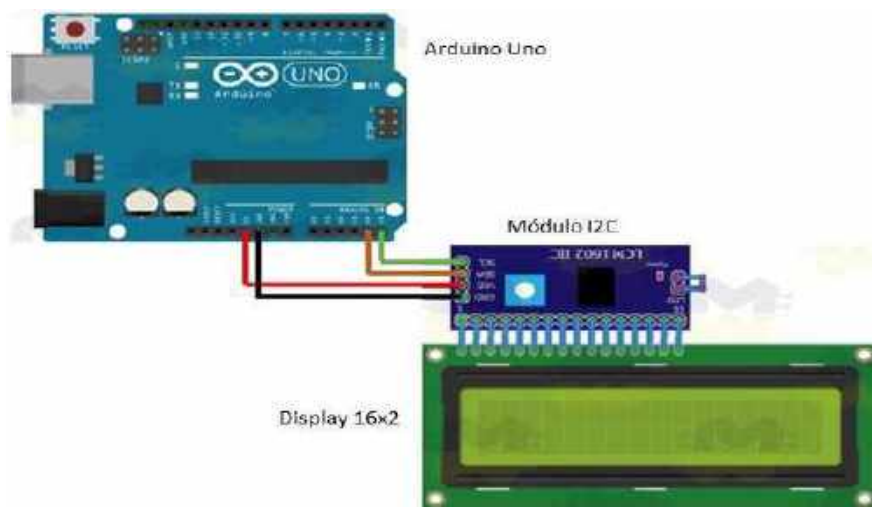
Fonte: Autoria própria

Figura 50. Circuito do sistema de alarme.



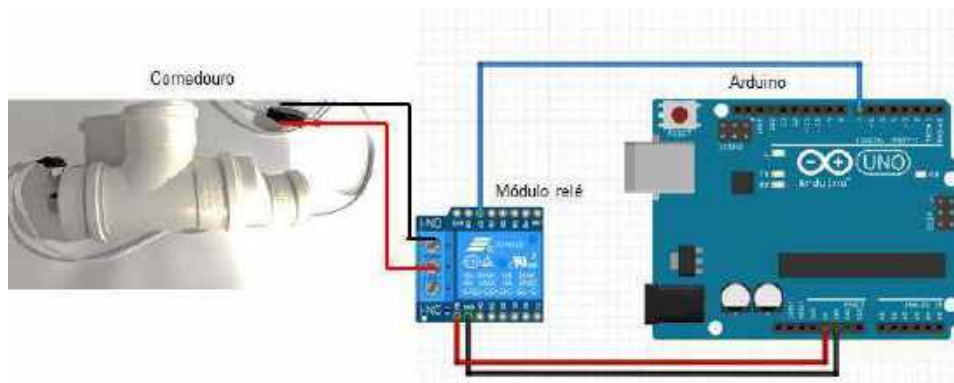
Fonte: Autoria própria

Figura 51. Circuito de ativação do Display LCD.



Fonte: Autoria própria

Figura 52. Circuito de ativação do comedouro.



Fonte: Autoria própria

Apêndice C – Medições com os sensores analógicos

Tabela 7. Medições com o sensor de pH-pH4502c.

pH da substância	Medições com o sensor pós calibragem manual																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
pH 4	4,05	4,06	4,09	4,04	4,07	4,12	4,11	4,02	4,05	4,08	4,12	4,02	4,04	4,08	4,09	4,02	4,04	4,03	4,05	4,05
pH 7	6,99	7,01	7,03	6,96	7,01	7,05	6,98	7	7,01	7,03	6,99	6,97	7,04	7,07	7	7,05	7,07	7,02	7	7,03
pH 10	9,88	9,87	9,88	9,88	9,89	9,87	9,89	9,87	9,88	9,9	9,89	9,9	9,89	9,88	9,89	9,9	9,88	9,91	9,9	9,89

Fonte: Autoria própria

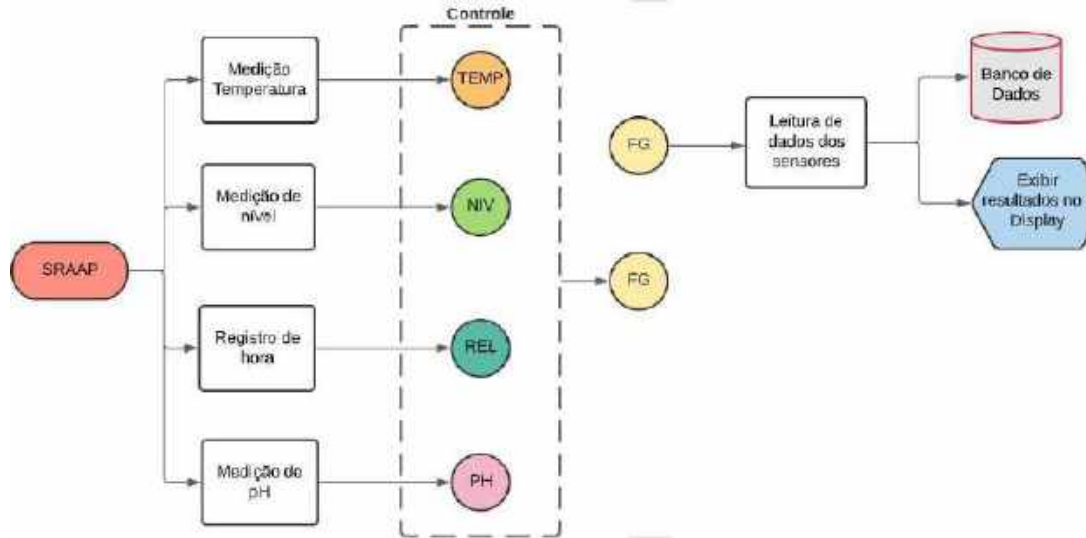
Tabela 8. Medições com o sensor de temperatura-PT100.

Meio	Termometro laser (°C)	Medições com o sensor PT100 (Ω)					
		1	2	3	4	5	
Balde com gelo	1	0	100,8	100,7	100,8	100,7	100,9
Temperatura ambiente	2	36,5	113,7	114	113,8	113,7	113,5
Água ambiente	3	33,4	112,1	112,2	112,2	112,1	112,1
Água fervente	4	100	139,1	139,7	139,1	139,2	139,5

Fonte: Autoria própria

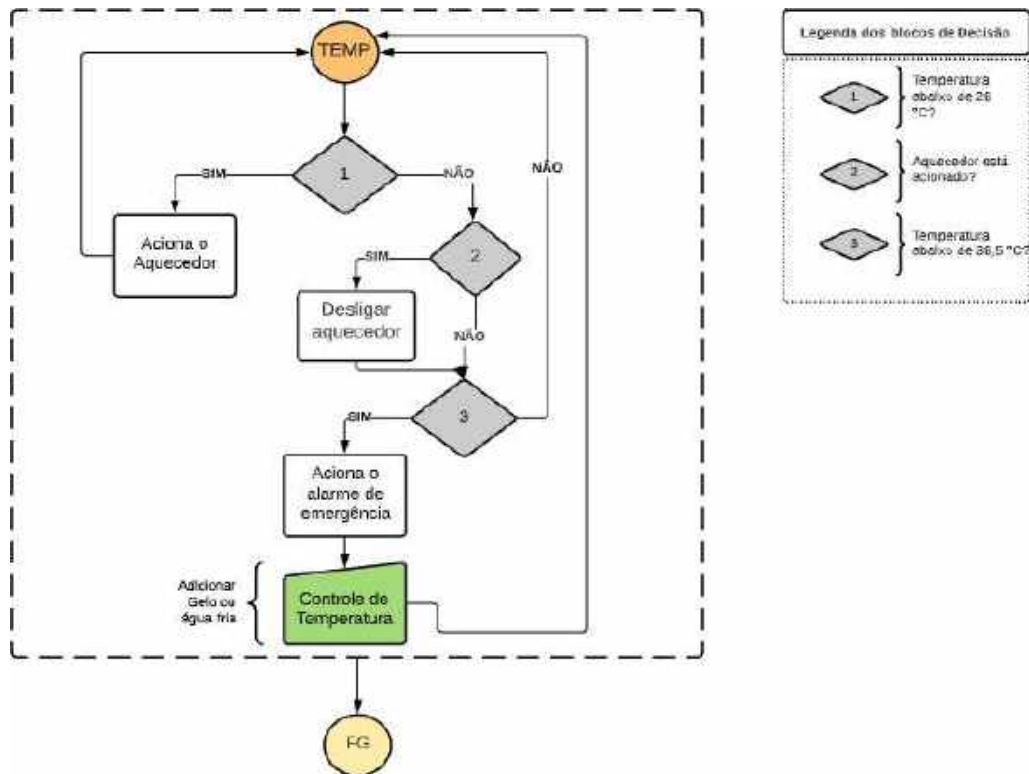
Apêndice D – Fluxogramas da programação do SRAAP

Figura 53. Sequência lógica da programação.



Fonte: Autoria própria

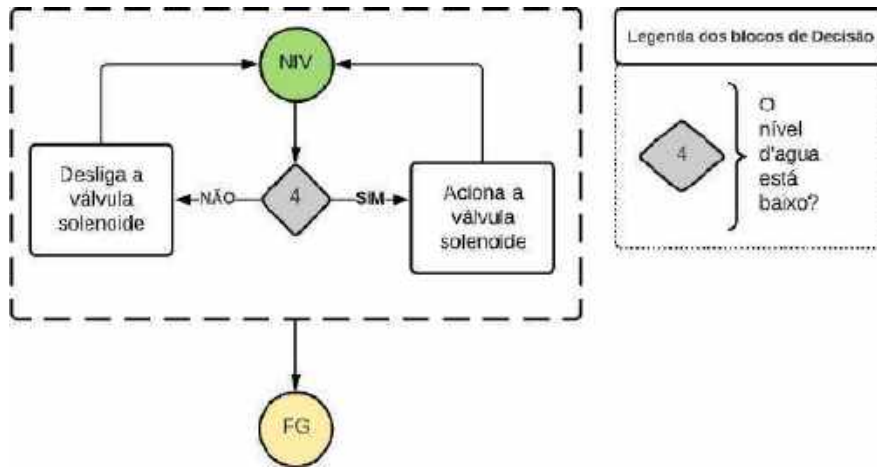
Figura 54. Controle de temperatura.



Legenda dos blocos de Decisão	
1	Temperatura abaixo de 26 °C?
2	Aquecedor está acionado?
3	Temperatura abaixo de 36,5 °C?

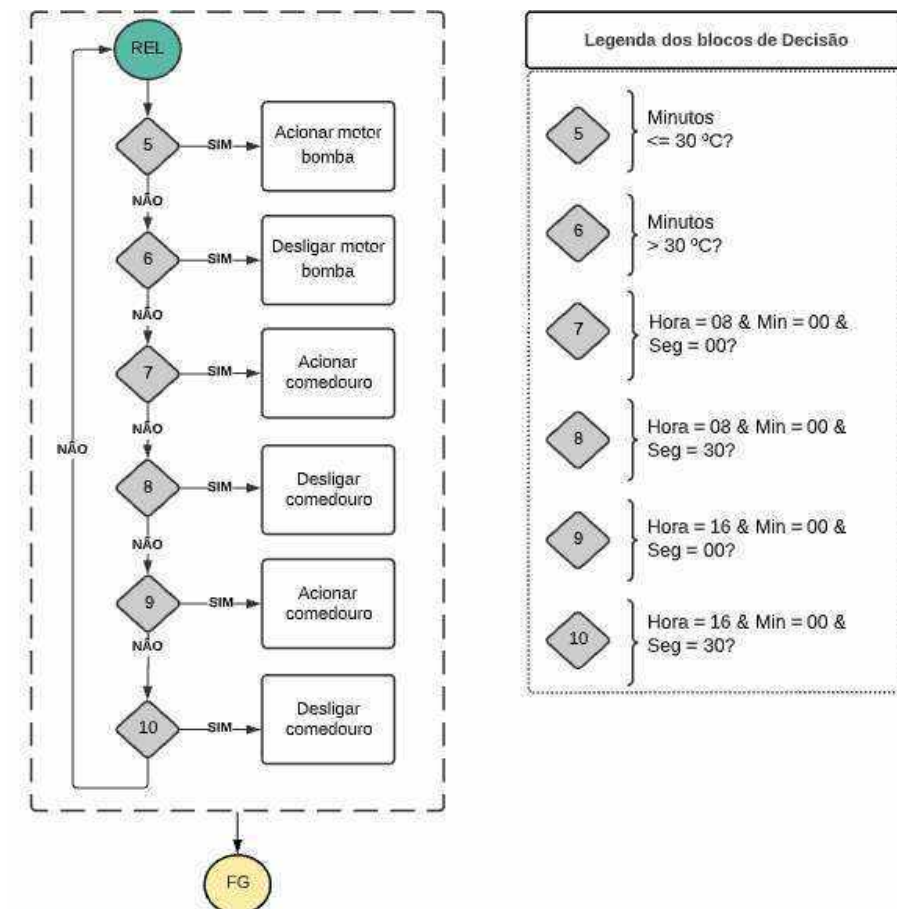
Fonte: Autoria própria

Figura 55. Controle de nível.



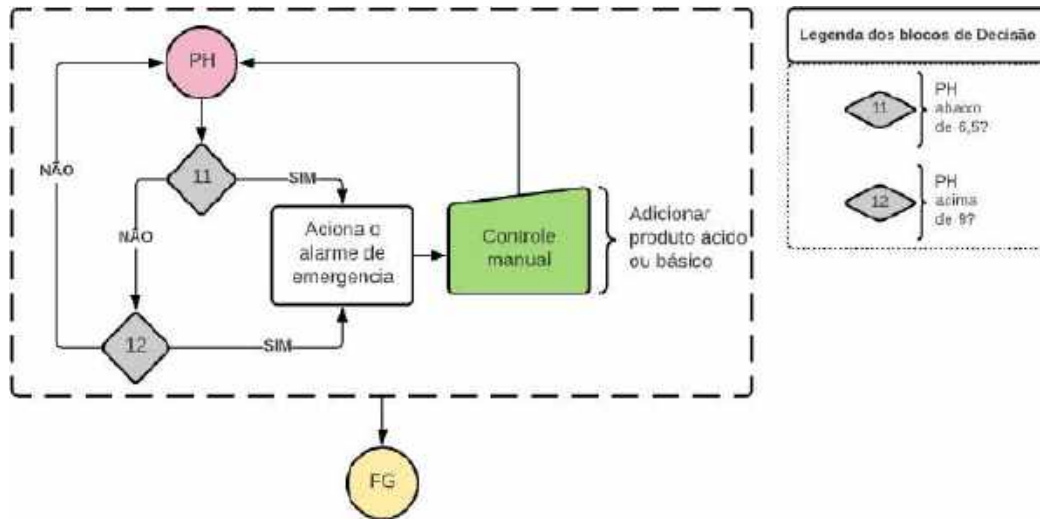
Fonte: Autoria própria

Figura 56. Programação para o RTC.



Fonte: Autoria própria

Figura 57. Controle do pH.



Fonte: Autoria própria

Apêndice E – Memória de cálculo do motobomba

A partir do uso da equação de Hazen-Williams, Eq. 9, tem-se:

$$PC = CT \times 10,67 \times Q^{1,85} / C^{1,85} \times d^{4,87}$$

Onde,

CT Comprimento total da tubulação (CN+ CE) (m)

Q Vazão (m^3/s)

C Coeficiente de rugosidade (Para tubo PVC abaixo de 75mm de diâmetro) d Diâmetro interno (m)

Portanto, sabendo que:

- Comprimento nominal (CN) = 2,0 m
- Comprimento equivalente das conexões (CE) = 5,4 m
- CT = (CN+ CE) = 7,4 m
- Vazão = $2,78 \times 10^{-4} m^3/s$
- C = 125
- d = $25 \times 10^{-3} m$ Assim, tem-se:

$$PC = 7,4 \times 10,7 \times (2,63)^{-7} / 7573,28 \times (5,25)^{-8}$$

$$PC = 0,01045 \times 13,8075$$

$$\mathbf{PC = 0,14428 (m.c.a)}$$

Sabendo que:

- AS = -0,5;
- AR = 1,0 (m.c.a);
- PC = 0,14428 (m.c.a).

Logo, calcula-se, a partir da Eq. (10), a Altura Manométrica Total (AMT).

$$AMT = (AS + AR + PC) + 5\% \text{ (m.c.a)} \quad (10)$$

Portanto,

$$AMT = ((-0,5) + 1,0 + 0,14428) + 5\%$$

$$\mathbf{AMT = 0,676 (m.c.a)}$$

Apêndice F – Custos do produto final

Quadro 17: Custos envolvendo o protótipo final

Construção do protótipo completo			
Material	Valor unitário (R\$)	Quantidade	Valor total (R\$)
Caixa d'água 1000 litros	450,00	1 und.	450,00
Bombona 50 litros	47,00	5 und.	235,00
Tubo 50 mm;	65,00	1 und.	65,00
Tubo 32 mm;	5,00	4 metros.	20,00
Tubo 20 mm;	4,00	1 metro.	4,00
Joelho 90°, 50 mm	5,00	2 und.	10,00
Curva 50 mm;	15,00	1 und.	15,00
Redução 32-20 mm;	2,00	1 und.	2,00
Tê 50 mm;	10,00	2 und.	20,00
Joelho 45°, 32 mm com rosca	4,00	1 und.	4,00
Joelho 90°, 32 mm com rosca	4,00	1 und.	4,00
União 50 mm	4,00	5 und.	20,00
Flange 32 mm	12,00	1 und.	12,00
Flange 20 mm	12,00	1 und.	12,00
Flange 50 mm	15,00	8 und.	120,00
Registro 32 mm	12,00	2 und.	24,00
Registro 50 mm	15,00	1 und.	15,00
Sirene 220V	40,00	1 und.	40,00
5 metros de fio 2,5 mm	3,00	5 metros	15,00
Válvula solenoide 12V	40,00	1 und.	40,00
Bomba submersa Para Aquários	200,00	1 und.	200,00
Placa Uno R3 Arduino + Cabo USB	99,00	1 und.	99,00
Kit calibração de pH 4, 7 10	60,00	1 und.	60,00
Jumper Macho-Fêmea 20 cm - Kit c/ 20 peças	15,00	1 und.	15,00
Sensor PH Módulo PH4502C + PH Eletrodo	200,00	1 und.	200,00
Módulo Relé 5V 10A 4 Canais com Optoacopladores	40,00	2 und.	80,00
Sensor De Temperatura PT100	40,00	1 und.	40,00
Resistor 470R 1/4W - Kit	5,00	1 und.	5,00
Sensor de Nível de Água tipo Boia	20,00	1 und.	20,00
Display LCD 16x2 I2C com Fundo Azul	36,00	1 und.	36,00
Potenciômetro Linear 1K com Eixo Estriado	2,00	1 und.	2,00
Sirene 12V	36,00	1 und.	36,00
Oxigenador	136,00	1 und.	136,00
Aquecedor	78,00	1 und.	78,00
Fonte 12V 10A	60,00	1 und.	60,00
Valor do protótipo sem o comedouro			2194,00
Construção do comedouro			
Cap 50 mm		1 und.	10,00
Tê 75 mm		1 und.	10,00
Tubo PVC 75mm		1/2 metro.	5,00
Tubo PVC 50mm		1/2 metro.	5,00
Motor para Prato de Microondas 220V 5/6 RPM		1 und.	30,00
Valor do comedouro			60,00
Valor final do protótipo + Adicional mão de obra (30% do valor total)			2254,00 + 664,00 = 2918,00

Fonte: Autoria própria

Apêndice G – Projeto de extensão SRAAP

Os documentos produzidos pelo projeto de extensão “Sistema de Recirculação de Água Automatizado aplicado à Piscicultura”, fomentado pelo Edital 12/2021 – PROAF/IFPB, estão disponíveis nas próximas páginas.

Sistema de Recirculação de Água Automatizado aplicado a Piscicultura

Campus Cajazeiras Meta: 2 | Atividade:1

Caracterização da comunidade

Localizada no sertão paraibano na zona rural da cidade de São João do Rio do Peixe, a comunidade que recebe o nome de Araças é composta por aproximadamente 86 famílias, sendo boa parte delas ligadas por laços de parentesco e caracterizada em sua maioria por uma população idosa, apresentando como principal fonte de renda, atividades da agricultura familiar.

O clima predominante é o semiárido e, conseqüentemente, sua vegetação é a caatinga, bem como um relevo plano ou levemente ondulado. Veja abaixo um pequeno esquema ilustrativo sem escala de sua localização:

Figura 01- Localização de Araças



Fonte: Google Maps

Ademais, vale ressaltar que o Rio do Peixe corta sua área territorial, de acordo com a Figura 02. No entanto, devido às degradações causadas pelo desmatamento de sua mata ciliar, como também, a poluição no seu curso de água, estes fatores acabam por denegrir a vida animal e vegetal do local, desfavorecendo o exercício da pesca e o lazer neste ambiente.

Figura 02 - Rio do Peixe



Fonte: Autoral

Como uma das características marcantes da comunidade, tem-se a religiosidade que é fundamentada, principalmente, no catolicismo: o que explica a presença de dois monumentos religiosos - a capela do padroeiro São João Batista, construída mais recentemente, e a capela da padroeira Nossa Senhora do Perpétuo Socorro. Tais monumentos podem ser observados nas figuras abaixo:

Figura 03 - Capela de Nsra. Perpétuo Socorro



Fonte: Autoral

Figura 04 - Capela de São João Batista



Fonte: Autoral

A comunidade apresentava como centro de ensino o “Grupo Escolar”, entretanto, este, atualmente, se encontra fechado; mas por muitos anos, ele foi um ponto de destaque na formação do ensino básico da região. Na imagem abaixo é possível averiguar a construção com aspectos de deterioração:

Figura 05 – Grupo Escolar



Fonte: Autoral

Como ponto de lazer, tem o campo de futebol, como mostrado na Figura 06, onde ele é frequentemente usado pelos moradores do sítio e circunvizinhanças para a realização da prática de esportes.

Figura 06 – Campo de futebol



Fonte: Autoral

Assim como relatado anteriormente, as atividades executadas em sua grande maioria são da agricultura familiar, porém, alguns moradores buscam outras fontes de recurso para complementar à renda mensal, e, entre elas, se encontra a piscicultura, ou seja, produção de peixes em diferentes métodos de criação. Infelizmente, devido à baixa quantidade de chuvas na região, desfavorece desta maneira, o desenvolvimento desta cultura, já que o método de produção de pescado utilizado é o de sistema tanque escavado. Devido a grande escassez hídrica, é natural que alguns perdem boa parte de sua produção ou, até mesmo, toda cultura, como pode ser visto nas Figs. 07 e 08:

Figura 07 – Viveiro escavado abastecido



Fonte: Autoral

Figura 08 – Viveiro escavado seco



Fonte: Autoral

PROJETO SRAAP: Sistema de Recirculação de Água Automatizado para Piscicultura.

* Sobre o projeto:

A piscicultura, ramo da aquicultura que abrange a criação de peixes em ambientes controlados, pode funcionar como uma fonte de alimentação e renda para famílias do alto sertão, principalmente nos locais mais afetados pela seca, uma vez que dentre as diversas técnicas de se trabalhar a criação desses animais, o atual projeto se baseia no Sistema de Recirculação de Água para Aquicultura (SRA) que viabiliza o cultivo com baixíssimo consumo de água. Esse conjunto, aliado às técnicas de automatização, proporciona um maior controle de variáveis e, conseqüentemente, um maior domínio sobre a produção.

* Objetivo do projeto:

Beneficiar a comunidade de Araçás, zona rural de São João do Rio do Peixe- PB, através da construção de um protótipo de um Sistema de Recirculação de Água para a criação de peixes.

* Objetivo de formulário:

Conhecer, brevemente, o perfil dos moradores da comunidade de Araçás, São João do Rio do Peixe/PB.

* Data de aplicação do formulário

Este formulário estará aberto para o envio de respostas até 10 de outubro de 2021.

* Informações importantes

1. Os responsáveis pelo projeto garantem que todos os dados serão apenas utilizados para tomadas de decisão no âmbito do projeto.
2. O projeto SRAAP financiado e aprovado pelo Edital nº 12/2021 - PROAF-IFPB sob a coordenação do professor Francisco Augusto Vieira da Silva.

***Obrigatório**

1. Qual nome completo do senhor(a)? *
-
-

Sim

Não

3. Qual é a sua idade? *

4. O senhor(a) possui qual escolaridade? *

5. O senhor(a) é ativo(a)? (Trabalha)

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Estou desempregado

Já trabalhei, mas hoje sou aposentado

6. Qual é sua profissão? *

- Até um salário mínimo
- Mais de um salário mínimo
- Dois salários mínimos
- Mais de dois salários mínimos

8. Qual a principal fonte de renda da família?

9. O senhor(a) possui acesso a internet? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- As vezes

10. O senhor(a) produz algum tipo de alimento? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

11. Se sim, qual?

12. O senhor(a) já recebeu algum apoio técnico para produção de alimentos? *

Sim

Não

13. O senhor(a) conhece o sistema de recirculação de água para a produção de pescado? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Já ouvi algo a respeito

14. Estou ciente de que: 1. Li todas as informações contidas no cabeçalho deste formulário; 2. Todas as informações, prestadas acima, são verdadeiras e foram respondidas por decisão própria. *

Marque todas que se aplicam.

De acordo

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

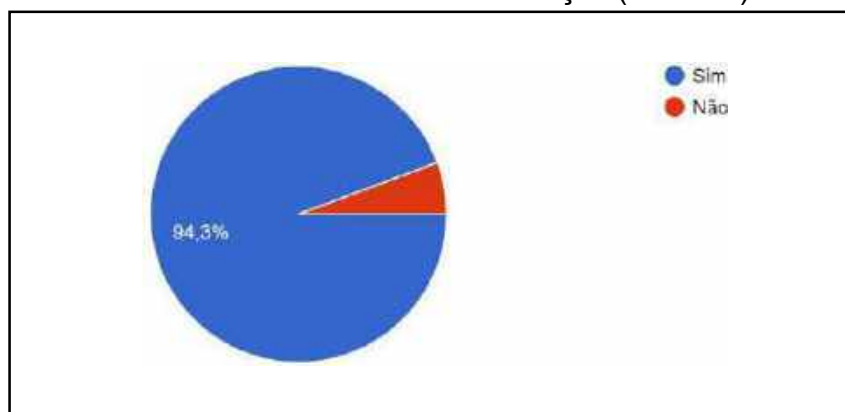
Sistema de Recirculação de Água Automatizado aplicado a Piscicultura

Campus Cajazeiras Meta: 2 | Atividade:1 [Link do formulário](#)

Pesquisa para caracterização dos moradores da comunidade de Araçás

Foram entrevistadas 53 pessoas, onde cada pessoa pertencia a um conjunto familiar distinto. Dessas pessoas que participaram, 94,3% eram moradores da localidade, (Gráfico 1) e o restante pertencia a sítios vizinhos.

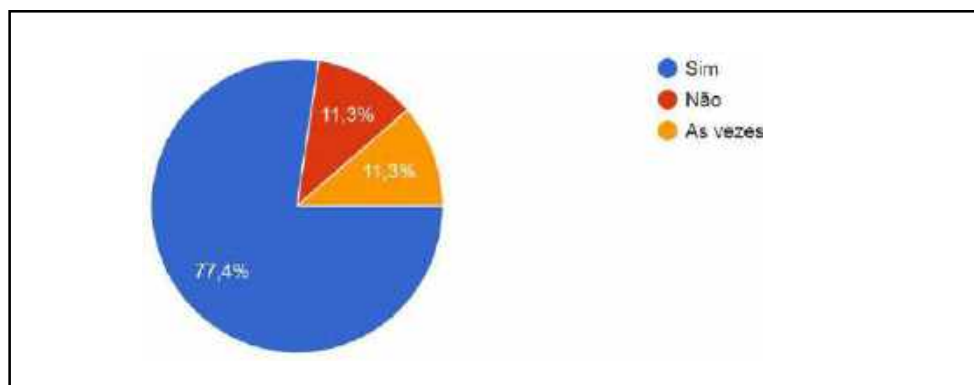
Gráfico 1. Percentual de moradores de Araçás (em azul) e sítios vizinhos.



Fonte: Autoria própria

Todos os entrevistados possuíam entre 20 e 87 anos e em sua grande maioria não possuíam o ensino médio completo e apenas 5,66% tinham curso superior. Quando se trata de acesso à internet, na comunidade chega a 77,4% dos entrevistados usufruindo desse item (Gráfico 2).

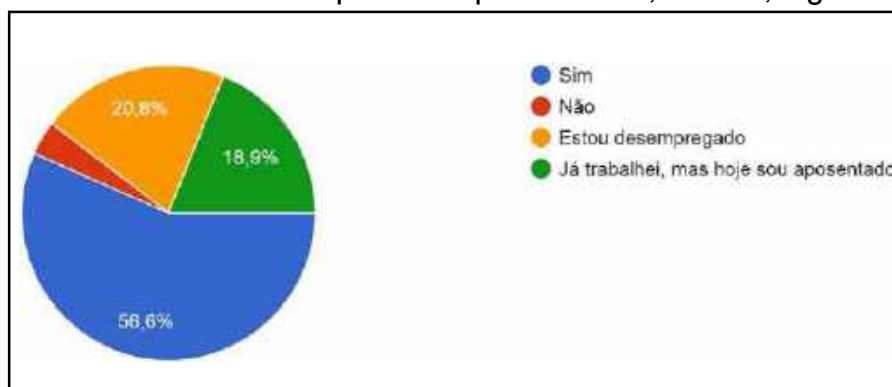
Gráfico 2. Internet presente nas residências



Fonte: Autoria própria

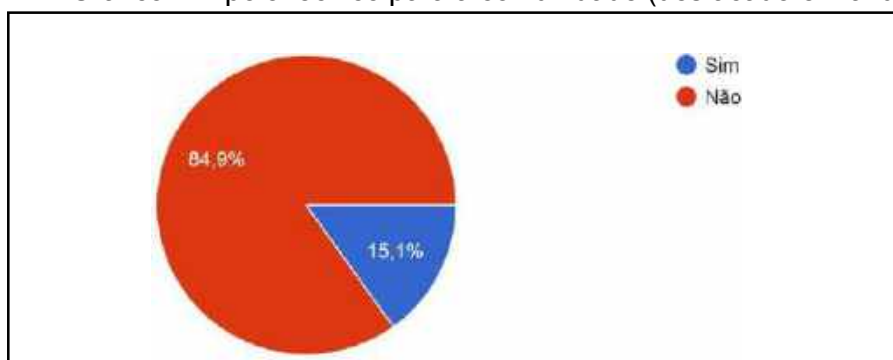
Em relação ao trabalho, 56,6% trabalham. A grande maioria exercendo o papel de agricultor familiar e o restante se dividindo entre aposentados, desempregados ou que não trabalham (Gráfico 3). Com rendimentos provenientes, na grande maioria, das atividades de agricultura, criação de animais e programas sociais, inclusive, 67,9% produzem algum tipo de alimento, entre os principais tem-se: milho, feijão, legumes e algumas frutas, mesmo sendo relatado por 84,9% que não recebem apoio técnico para isso (Gráfico 4).

Gráfico 3. Percentuais de pessoas que exercem, ou não, alguma atividade



Fonte: Autoria própria

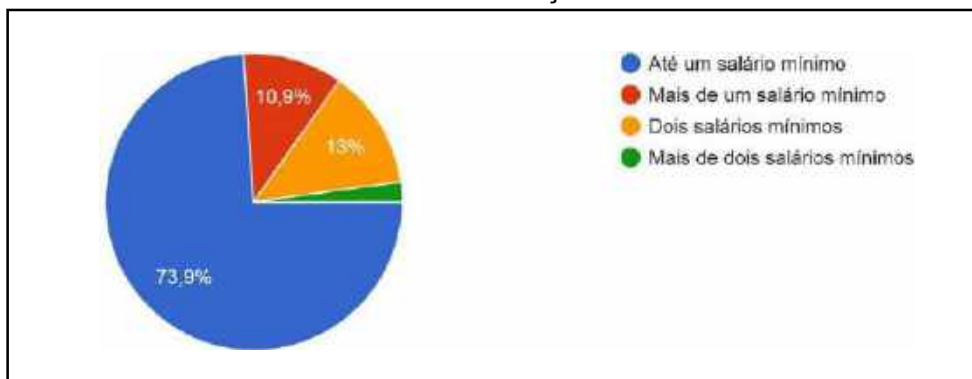
Gráfico 4. Apoio técnico para a comunidade (destacado em azul).



Fonte: Autoria própria

Quando se trata da faixa salarial predominante, 73,9 % responderam que só recebem até um salário mínimo (Gráfico 5), ou seja, grande parte da população local é de baixa renda.

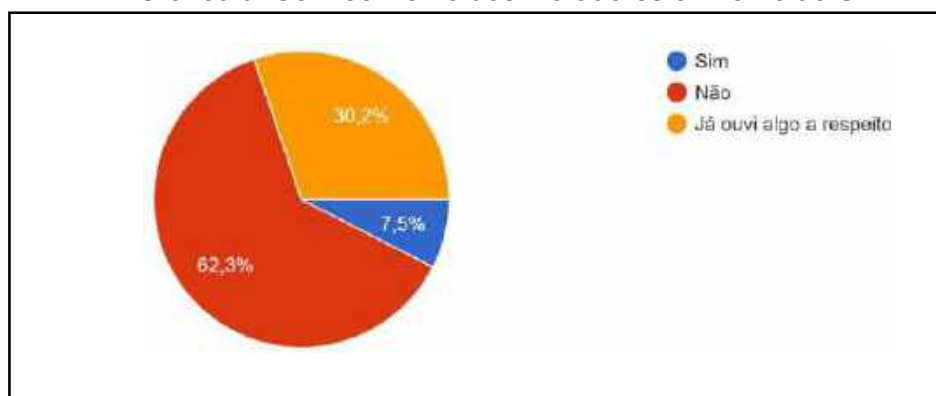
Gráfico 5. Remuneração dos moradores



Fonte: Autoria própria

Mesmo a grande maioria trabalhando de agricultor e produzindo alimento, apenas 7,5% conhecem o sistema de recirculação de água para a criação de pescado(Gráfico 6).

Gráfico 6. Conhecimento dos moradores em torno do SRA



Fonte: Autoria própria

Sistema de Recirculação de Água Automatizado aplicado a Piscicultura

Campus Cajazeiras Meta: 2 | Atividade:1

Pesquisa com produtores de pescado de Araçás

Foram entrevistados quatro (4) moradores da região de Araçás que produzem pescado, em grande parte, como forma de diversificar a fonte de alimentação e utilizam do viveiro escavado como meio de produção.

O questionário simples teve como objetivo situar o projeto quanto aos desafios e oportunidades que o mesmo pode gerar para a população.

As perguntas realizadas tiveram os seguintes resultados:

Produtor 1

- Espécie cultivada?
Tilápia (*Tilapia rendalli*) e Tambaqui (*Colossoma macropomum*).
- Uma média da produção anual em unidade?150 unidades anuais.
- Dificuldades enfrentadas no sistema de criação?Água escassa no período da seca;
Abastecimento do criatório com água de poço artesiano;Criatório de pequeno porte.
- Vantagens associadas ao sistema?Fonte de renda extra;
Produção de alimentos de qualidade.

Produtor 2

- Espécie cultivada?
Tilápia (*Tilapia rendalli*) e Tambaqui (*Colossoma macropomum*).
- Uma média da produção anual em unidade?48 unidades anuais.
- Dificuldades enfrentadas no sistema de criação? Abastecimento com água do poço artesiano no período de seca;Falta de oxigenação na água.

- Vantagens associadas ao sistema? Produção de pescado de qualidade.

Produtor 3

- Espécie cultivada?
Tambaqui (*Colossoma macropomum*).
- Uma média da produção anual em unidade? 1500 unidades anuais.
- Dificuldades enfrentadas no sistema de criação? Produção recente e sem problemas até o presente momento
- Vantagens associadas ao sistema? Facilidade no manejo; Produto de qualidade.

Produtor 4

- Espécie cultivada?
Tilápia (*Tilapia rendalli*) e Curimatã (*Prochilodus lineatus*).
- Uma média da produção anual em unidade? 200 unidades anuais.
- Dificuldades enfrentadas no sistema de criação? Água escassa no período da seca.
- Vantagens associadas ao sistema? Alimento extra de qualidade.

Sistema de Recirculação de Água Automatizado aplicado a Piscicultura

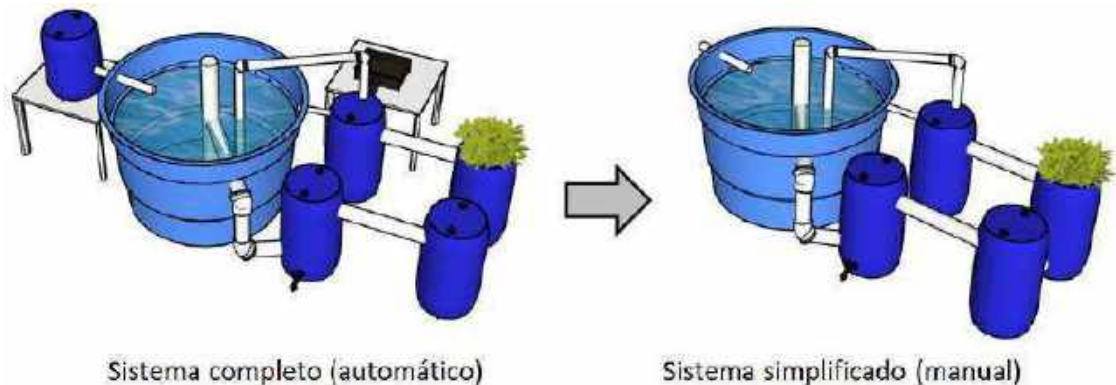
Campus Cajazeiras Meta: 3 | Atividade: 3

Tutorial de substituição das medições automáticas por manuais

Para a utilização e, principalmente, para a **manutenção** do Sistema de Recirculação Automático (SRAAP), são necessários alguns conhecimentos nas áreas de elétrica, hidráulica e programação, de tal modo que, para muitos usuários, pode gerar empecilhos no decorrer da produção.

Com o objetivo de popularizar a utilização do sistema, o presente tutorial promove o aprendizado de técnicas que são úteis para a substituição da automação empregada por formas manuais de realizar os mesmos procedimentos.

A princípio, o sistema deve ter em funcionamento constante do motor bomba e do oxigenador, que podem ser instalados diretamente na energia da residência. Já os outros elementos podem ser substituídos por ações manuais, tornando mais simples a forma de utilização, conforme a ilustração a seguir.



Em relação às medições de temperatura e pH, faz-se necessário a aquisição de equipamentos que possam oferecer, ao usuário, a segurança para obter medições de qualidade e com exatidão. Esses equipamentos são encontrados, geralmente, em casas de aquicultores ou em lojas na internet dedicadas aos produtores de pescado.

Modo de operação manual para medição de temperatura

- Equipamento sugerido

Figura. Aparência de um termômetro digital para aquário.



- Passo a Passo

1. Leia o manual de instruções do produto e verifique as condições para utilizar o equipamento, como:

- a. Faixa de medição.
- b. Temperatura máxima e mínima para a utilização.
- c. Possibilidade de ser submerso em água totalmente ou parcialmente.
- d. Os riscos contra a saúde humana ele pode oferecer.

2. Após salientar-se sobre as instruções de uso, verifique se o produto está

funcionando corretamente: Para isso, é necessário o uso de **outro termômetro** que esteja medindo com exatidão. Esse novo termômetro será utilizado para comparar as medidas.

3. Depois de conferir o funcionamento adequado do equipamento, utilize o seu medidor na prática. Para isso como medidor em mãos:

- a. insira-o na água do reservatório
- b. espere pelo menos um (1) minuto
- c. verifique se o valor de temperatura informado no visor está estável
- d. Se não, espere mais 1 (um) minuto
- e. Caso esteja estável, o valor está equilibrado e é esse o valor aproximado da temperatura da água do reservatório.
- f. Anote o valor da temperatura para manter o controle pessoal.

Antes da medição, mexa a água do tanque de forma a não ter diferentes temperaturas nas partes mais profundas do reservatório.

Modo de operação manual para medição de pH

- Equipamento sugerido

Figura. Aparência de um medidor de pH.



- Passo a passo

1. Leia o manual de instruções do produto e verifique as condições para utilizar o equipamento, como:

- a. Faixa de medição.
- b. Temperatura máxima e mínima para a utilização.
- c. Possibilidade de ser submerso em água totalmente ou parcialmente
- d. Os riscos contra a saúde humana ele pode oferecer.

2. Após salientar-se sobre as instruções de uso, verifique se o produto está funcionando corretamente:

- a. Utilize em um produto cujo pH é conhecido (procure produtos que tenham o pH descrito na embalagem).

3. Depois de conferir o funcionamento adequado do equipamento, realize os seguintes procedimentos:

- a. Insira-o na água do reservatório

- b. Espere pelo menos 1 (um) minuto e verifique se o valor de pH informado no visor está estável.

- c. Se não, espere mais 1 (um) minuto,

- d. Caso esteja estável, o valor está equilibrado e é esse o valor aproximado do pH da água do reservatório.

- e. Anote o valor do pH para manter o controle pessoal.

Antes da medição, mexa a água do tanque de forma a não ter diferentes temperaturas nas partes mais profundas do reservatório.

A PISCICULTURA

A piscicultura é em um ramo da aquicultura, que tem como finalidade o desenvolvimento do cultivo de peixes e outros organismos aquáticos, podendo impulsionar e controlar a reprodução, a qual aplica-se a aquários, tanques, rios ou outros espaços que tenham a água como meio principal. Sendo uma cultura milenar, com o passar dos anos novas técnicas foram sendo introduzidas a partir do conhecimento adquirido, permitindo a sua expansão e aumento de produtividade.

1. DEFINIÇÃO DA ESPÉCIE A SER CULTIVADA E DONÍVEL DE MANEJO QUE SERÁ EMPREGADO

Antes de escolher qual o tipo de espécie, vale observar a seguir algumas das recomendações principais:

<i>Crítérios mercadológicos</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Existência de negócio para a espécie que se quer produzir. 2. Conhecimento das características exigidas pelo mercado (tamanho mínimo, uniformidade do lote, sabor, etc.).
<i>Crítérios econômicos</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Preço a ser obtido pelo produto e custos de construção e manejo dos viveiros para cultivo dessa espécie. 2. Estimativa do gasto de produção de cada quilo de peixe e tempo previsto para o retorno do capital investido.
<i>Crítérios econômicos</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Facilidade de reprodução e de cultivo. 2. Grande resistência a enfermidades (rusticidade) e boa taxa de sobrevivência no sistema. 3. Rápido crescimento. 4. Exigências nutricionais (muitas vezes, acaba-se optando por espécies que aceitam bem dietas mais simples e baratas). 5. Clima adequado, água de boa qualidade e na quantidade necessária.

2. POVOAMENTO DOS VIVEIROS

O povoamento ou peixamento corresponde a transportação dos alevinos, em sacos plásticos, para os viveiros, podendo esse ser de engorda ou crescimento. Sendo aconselhado a execução desta etapa nas horas menos quentes do dia, com intuito de diminuir o estresse dos peixes.

3. MANUTENÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

É enorme a importância da qualidade da água, pois os peixes dependem dela para executar as suas funções básicas. Deste modo, as etapas e suas devidas observações que devem ser analisadas para que a água esteja com qualidade são:

a) Temperatura da água O que é a Temperatura?

Trata-se de uma grandeza escalar que determina o grau de agitação das moléculas de um corpo, indicando se ele está quente ou frio.

Porque é importante conhecer a Temperatura?

Quando a temperatura cai, os peixes deixam de comer e diminuem bastante o seu ritmo biológico e cada espécie tem seus limites aceitáveis de temperatura.

No caso da tilápia, a temperatura mínima é de 26 °C e a temperatura máxima é de 36 °C.

Quais as medidas que devem ser adotadas para controlar a temperatura?

Usar aeradores para acabar com a estratificação térmica (águas com diferentes temperaturas nos viveiros).

Controle da densidade nos viveiros, evitando estocar os peixes em altas densidades.

Fornecimento de ração de boa qualidade e evitando-se as sobras.

Manutenção da qualidade da água.

b) Gás Oxigênio

O que é o Gás Oxigênio?

É um elemento gasoso sem cor, gosto ou cheiro, encontrado na atmosfera, na água, na maioria das rochas e minerais, e, em numerosos compostos orgânicos. Porque é importante conhecer sobre o gás oxigênio? É fundamental para a vida de todos os seres vivos, inclusive dos peixes.

Quais os sintomas da queda das concentrações de oxigênio dissolvido nos viveiros?

Peixes param de se alimentar.

Mudança na coloração da água que passa de verde para marrom.

Peixes abrindo e fechando a boca (boqueando) na superfície. Quando perturbados afundam, mas logo retornam à superfície.

Concentração de peixes próximo à entrada de água do viveiro.

Peixes na superfície nas primeiras horas da manhã, mas nas áreas mais fundas do viveiro à tarde.

Morte de peixes maiores (geralmente, os maiores morrem primeiro). O que fazer?

Manejo adequado dos viveiros, monitoramento e uso de aeração de emergência; Suspensão da alimentação e renovar intensamente a água.

Quais as causas da diminuição de oxigênio nos viveiros? Chuvas ou ventos

fortes.

Superpopulação de peixes nos viveiros.

Falha nos equipamentos de aeração ou excesso de alimento.

c) pH

O que é o pH?

pH é um parâmetro que está relacionado com a concentração de Íons hidrogênio(H^+) na água.

pH MENOR que 7, a água é ácida. pH IGUAL a 7, a água é neutra.

pH MAIOR que 7, a água é básica (alcalina).

Por que é importante conhecer o pH?

O pH é importante porque quase todas as reações ou fenômenos químicos que acontecem na água e, também, no interior das células dos seres vivos, são influenciados pelo pH.

No caso da Tilápia, a faixa de pH recomendável está entre 6 e 9. Como diminuir o pH?

O produto mais recomendável para diminuição do pH da água é o sulfato de alumínio.

d) Amônia

O que é a Amônia?

A amônia (NH_3) é um composto químico invisível altamente tóxico para os peixes.

Porque é importante conhecer a Amônia?

Ela está presente no sistema por meio dos restos de ração não consumidos, excreção dos peixes, fertilização dos viveiros e renovação da água.

A sua toxicidade causa desconfortos como: peixes nadando erraticamente (sem rumo) e, quando capturados, os peixes ficam "tremendo", mas não conseguem saltar.

Como diminuir a Amônia?

Como forma de tratar o seu excesso é indicado a renovação da água (retirando-se a água pelo fundo e fazendo a reposição pela superfície), aeração da água, redução do pH da água, suspensão da fertilização dos viveiros, suspensão do fornecimento de rações.

e) Nitrito

O que é o Nitrito?

É um composto nitrogenado que se acumula na água e pode colocar em risco o desempenho, a saúde e a sobrevivência dos peixes.

Porque é importante conhecer o Nitrito?

Em geral, o nitrito passa a ser tóxico para os peixes quando as concentrações na água passam de 0,5 mg/l.

O nitrito quando combinado com a hemoglobina impede que os peixes sejam capazes de transportar o oxigênio. Ocasionalmente na morte desses por falta de oxigênio.

Como diminuir o Nitrito?

Como forma de tratar e evitar que o nitrito se encontre em concentrações elevadas, é necessário controlar as quantidades de ração que é usada nos cultivos, como também inserir sal (NaCl) na água como forma de impedir que o nitrito entre na corrente sanguínea dos peixes.

4. MANEJO DE PEIXES DURANTE O CULTIVO

Há inúmeras técnicas que podem ser utilizadas com sucesso no manejo de peixes durante o cultivo, a principal é a Técnica da amostragem. Sobre a técnica da amostra, destaca-se os seguintes pontos:

Retirada de uma amostra dos peixes de um viveiro e a análise das características do cultivo.

A forma mais comum de capturar os peixes é através do uso de tarrafas. As amostragens devem ser feitas pelo menos uma vez a cada 15-30 dias.

A quantidade de peixes a serem capturadas depende da quantidade de peixes que existem no viveiro.

Os peixes capturados deverão ser avaliados rapidamente para identificação de possíveis enfermidades. Depois, devem ser medidos e pesados um a um, antes de serem devolvidos ao viveiro.

5. ENFERMIDADES

O peixe fica doente como qualquer outro animal. Sabendo disso, o controle de doenças assume importância fundamental quando se busca atingir uma boa produtividade. O conhecimento sobre doenças e como agir é necessário para a produção de peixes.

Quais são os tipos de doenças?

As doenças encontradas em peixes cultivados podem ser subdivididas em:

Doenças não infecciosas (ou não transmissíveis):

- Ambientais, nutricionais e neoplasias.

Doenças infecciosas (ou transmissíveis de peixe para peixe):

- Vírus, bactérias, fungos e parasitas.

Essas doenças podem atingir a criação e causar diversos danos. Por isso, mais importante que tratar doenças é prevenir cada uma delas. Vamos ver a seguir, algumas boas dicas de como evitar que seus peixes adoeçam:

- Evitar grande densidade de peixes cultivados para pouco espaço;
- Manter a boa qualidade da água;
- Não proceder com um manuseio errado na hora da captura com o uso de redes inadequadas;
- Proteger os peixes do contato com animais de fora do tanque;
- Evitar estresse no transporte e promover uma alimentação de qualidade.



6. DESPESCA

Essa etapa encerra o cultivo e inicia a fase de comercialização da produção; Para analisar a qualidade dos peixes é visto alguns aspectos, como: peixes apresentando bom apetite, baixos índices de mortalidade e sem enfermidades.

Os peixes deverão ser mantidos em jejum por um ou dois dias antes da despesca; Os dois métodos de despesca mais utilizados são:

Drenagem dos viveiros.

Coleta dos peixes com redes ou com caixas de coleta.

A despesca é o momento em que o resultado dos cultivos podem ser melhor avaliados. Essa avaliação deve ser feita com base em parâmetros como: número de peixes produzidos, peso médio dos peixes, taxa final de sobrevivência, produção alcançada e produtividade;

Após o uso, as redes deverão ser lavadas em água corrente e secas à sombra.



REFERÊNCIAS

OSTRENSKY,
Antonio.

Piscicultura : fundamentos e técnicas de manejo /Antonio Ostrensky, Walter Boeger. - - Guaíba : Agropecuária, 1998.

211 p.

PRODUÇÃO DE PEIXES EM CAIXAS D'ÁGUA



Projeto: Sistema de Recirculação de Água Automatizado Aplicado à Piscicultura

INTRODUÇÃO E DEFINIÇÃO DO SRA

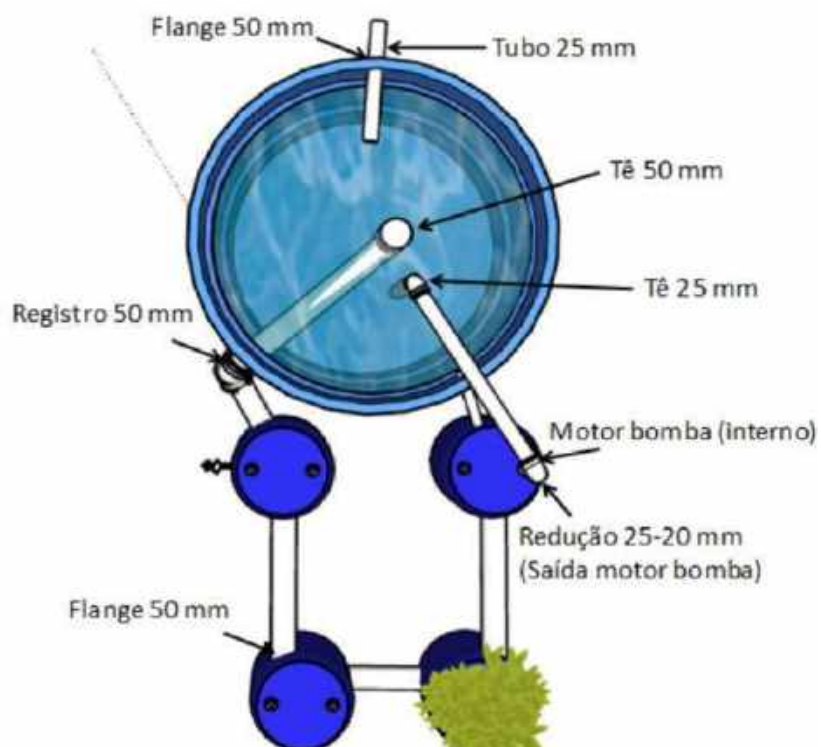
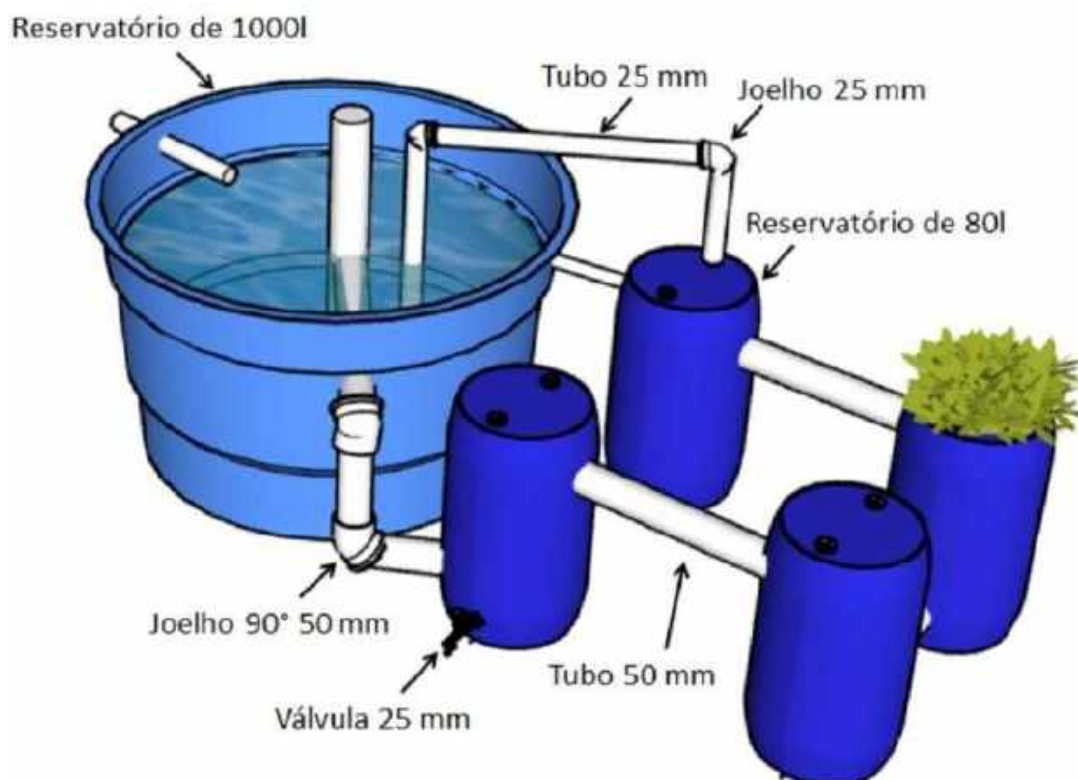
Sistema de recirculação para a aquicultura ou SRA, é um meio de produção de pescado em que se utiliza um reservatório com um circuito de filtros para limpeza constante da água, de forma que não se desperdice os recursos hídricos e possa produzir um alimento de qualidade.

CONSTRUÇÃO DO SRA

Para construir um sistema de recirculação simples, são necessários os seguintes componentes:

Produto	Descrição	Quantidade
Reservatório de 1000 l	Caixa d'água comum	1 Unidade
Motobomba	Que possua vazão de 1000 l/h (mínimo)	1 Unidade
Reservatórios de 80 l	(pode ser tanques ou bombonas)	4 Unidades
Joelhos 90° 50 mm;	Conexão hidráulica	2 Unidades
Registro 25 mm;	Conexão hidráulica	1 Unidade
Flanges 50 mm;	Conexão hidráulica	8 Unidades
Registro 50 mm;	Conexão hidráulica	1 Unidade
Tubo 50 mm;	Tubo hidráulico	4 metros
Tê 50 mm;	Conexão hidráulica	1 Unidade
de tubo 25 mm;	Tubo hidráulico	2 metros
Joelhos 25 mm;	Conexão hidráulica	2 Unidades
Tê 25 mm;	Conexão hidráulica	1 Unidade
Redução 25-20 mm;	Conexão hidráulica	1 Unidade

MONTAGEM DO SISTEMA



Documento Digitalizado Restrito

Trabalho de conclusão do curso

Assunto: Trabalho de conclusão do curso
Assinado por: Filipe Abreu
Tipo do Documento: Anexo
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Restrito
Hipótese Legal: Informação Pessoal (Art. 31 da Lei no 12.527/2011)
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Filipe Fragoso de Abreu, ALUNO (201812030004) DE TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL - CAJAZEIRAS, em 25/02/2022 16:20:56.

Este documento foi armazenado no SUAP em 25/02/2022. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 448869

Código de Autenticação: fc3f7d4738

