



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA  
CURSO DE ENGENHARIA DE AQUICULTURA

Matheus Pereira Rubi

**Desempenho das operações mecanizadas em uma fazenda de cultivo de ostras  
em Florianópolis**

Florianópolis  
2023

Matheus Pereira Rubi

**Desempenho das operações mecanizadas em uma fazenda de cultivo de ostras  
de Florianópolis**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia de Aquicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Aquicultura.

Orientador: Prof. Alberto Kazushi Nagaoka

Florianópolis

2023

RUBI, Matheus Pereira

Desempenho das operações mecanizadas em uma fazenda de cultivo de ostras de Florianópolis / Matheus Pereira RUBI ; orientador, Alberto Kazushi Nagaoka, 2023.

50 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Graduação em Engenharia de Aquicultura, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia de Aquicultura. 2. Engenharia de Aquicultura. 3. Mecanização. 4. Fazenda marinha. 5. Ostras. I. Nagaoka, Alberto Kazushi. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Aquicultura. III. Título.

Matheus Pereira Rubi

**Desempenho das operações mecanizadas em uma fazenda de cultivo de ostras  
de Florianópolis**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Aquicultura e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia de Aquicultura.

Florianópolis, 14 de junho de 2023.

Insira neste espaço  
a assinatura

Marcos C. P. de Albuquerque  
Coordenação do Curso

**Banca examinadora**

Insira neste espaço  
a assinatura

Prof.(a) Alberto Kazushi Nagaoka  
Orientador(a)

Insira neste espaço  
a assinatura

Eng. Bruno Raupp Lisboa  
Fazenda Marinha *Freguesia Oyster Bar*

Insira neste espaço  
a assinatura

Carlos Henrique Araujo de Miranda Gomes, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 2023.

*Dedico este trabalho à minha mãe, Jaqueline, que é por quem eu enfrento todas as minhas batalhas; e a minha noiva Alana, que serve de força para enfrentá-las.*

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de começar os meus agradecimentos com a pessoa mais importante em minha vida, que está ao meu lado sempre, dando suporte, carinho e muito amor: minha mãe Jaqueline. Também agradeço muito a minha família, por me acompanharem neste período, me auxiliando a superar todas as adversidades que enfrentei para chegar até este momento.

Agradeço a minha noiva, Alana, por não sair do meu lado, mesmo nos momentos mais difíceis, me mantendo focado, forte e sendo o motivo da minha inspiração.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Alberto Kazushi Nagaoka, por acreditar em mim, e prover todo o suporte necessário para que eu conseguisse concluir esta monografia.

Agradeço aos amigos que fiz neste curso e levo para a vida, em especial ao Bruno, ao Douglas e ao Valério, que se tornaram parceiros dentro e fora da sala de aula.

Agradeço também a toda a equipe da fazenda marinha *Freguesia Oyster Bar*, Cibelle, Igor, Albano, Gilvanei, Pierre e Seu Oédio, pelo companheirismo e suporte para que este trabalho pudesse ser realizado, em especial ao proprietário Leonardo Costa, por dividir seus conhecimentos comigo, e por me inspirar a ser um profissional melhor a cada dia.

E por fim, não poderia deixar de agradecer a Universidade Federal de Santa Catarina, que por meio do Centro de Ciências Agrárias, foi a minha segunda casa nesta longa caminhada; agradeço também ao Departamento de Aquicultura, e a todos os professores que tive durante o meu trajeto no curso, por terem contribuído junto a minha formação profissional, o meu crescimento pessoal.

## RESUMO

Santa Catarina é o estado líder na produção de moluscos no Brasil, e Florianópolis desponta como o maior produtor de ostras da região. No entanto, a adoção de mecanismos de produção por parte dos produtores ainda é limitada devido à falta de investimentos em equipamentos especializados. Apesar deste cenário, uma fazenda em Florianópolis tem se destacado ao investir em tecnologias e equipamentos mecanizados. A fazenda *Freguesia Oyster Bar* busca otimizar seu processo produtivo, enquanto enfrenta um desafio específico: a contabilização manual de ostras. Para melhorar este processo, foi desenvolvido um protótipo de máquina contadora de ostras, visando automatizar essa etapa e permitir que os funcionários realizem outras tarefas simultaneamente. Diante disso, surgiu a necessidade de avaliar o desempenho operacional das diferentes etapas produtivas da fazenda, que já são mecanizadas, com o objetivo de analisar a capacidade, rendimento e benefícios da mecanização na produção de ostras. Com este estudo, este trabalho visa colaborar com a divulgação dos benefícios que a implementação de tecnologias mecanizadas pode trazer para a produção de moluscos, como o aumento de eficiência e produtividade nas fazendas de cultivo.

**Palavras-chave:** Ostras; Mecanização; Fazenda Marinha.

## ABSTRACT

Santa Catarina is the leading state in the shellfish production in Brazil, and Florianópolis stands out as the largest producer of oysters in the region. However, the adoption of production mechanisms by producers is still limited due to the lack of investment in specialized equipment. Despite this scenario, a sea farm in Florianópolis has stood out by investing in technologies and mechanized equipment. The Freguesia Oyster Bar sea farm seeks to optimize its production process, while facing a specific challenge: the manual counting of oysters. To improve this process, a prototype of an oyster counting machine was developed, aiming to automate this step and allow employees to perform other tasks simultaneously. For that reason, the need arose to evaluate the operational performance of the different productive stages of the sea farm, which are already mechanized, with the objective of analyzing the capacity, yield and benefits of mechanization in the production of oysters. With this study, this work aims to collaborate with the dissemination of the benefits that the implementation of mechanized technologies can bring to the production of molluscs, such as increasing efficiency and productivity in culture farms.

**Keywords:** Oysters; Mechanization; Sea Farm.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção de moluscos por toneladas .....	15
Figura 2 - <i>Ranking</i> dos municípios com maior produção de ostras.....	16
Figura 3 - Produção por município em toneladas de ostras .....	17
Figura 4 - Fluxograma do processo produtivo de ostras na fazenda de cultivo .....	26

## LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 - Balsa flutuante .....	23
Imagem 2 - Cilindros berçários.....	23
Imagem 3 - Travesseiros na água.....	24
Imagem 4 - Lanternas .....	24
Imagem 5 - Seleccionadora .....	27
Imagem 6 - Ligação entre a máquina seleccionadora e a contadora de ostras .....	28
Imagem 7 - Esteiras da contadora de ostras.....	28
Imagem 8 - Registro do rompimento da correia da máquina contadora de ostras .....	37

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Simbologia padronizada para fluxogramas .....	21
Quadro 2 - Abrangência dos estudos de desempenho operacional.....	29
Quadro 3 - Tipos de Capacidade Operacional .....	31

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados do ensaio de Capacidade Operacional da lavagem de ostras .....	39
Tabela 2 - Resultados de Capacidade de Manipulação Operacional e Capacidade de Produção Operacional da máquina lavadora de ostras.....	40
Tabela 3 - Dados do ensaio da máquina contadora de ostras para obter a Capacidade de Produção Operacional.....	41
Tabela 4 - Dados do ensaio da máquina contadora de ostras para obtenção de Capacidade de Produção Operacional (Verificador 1) .....	41
Tabela 5 - Dados do ensaio da máquina contadora de ostras para obtenção de Capacidade de Produção Operacional (Verificador 2) .....	42
Tabela 6 - Capacidade de produção operacional da contadora de ostras .....	42
Tabela 7 - Capacidade de produção operacional do Verificador 1 .....	43
Tabela 8 - Capacidade de produção operacional do Verificador 2.....	43
Tabela 9 - Erro relativo da máquina contadora de ostras.....	44
Tabela 10 - Dados do ensaio da selecionadora para obter a Capacidade Operacional .....	45
Tabela 11 - Capacidade de Manipulação Operacional da selecionadora .....	46
Tabela 12 - Capacidade Operacional Efetiva da selecionadora.....	46
Tabela 13 - Resultados do ensaio de rendimento efetivo da selecionadora .....	46

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ACARPESC Associação de Crédito e Assistência Pesqueira

EPAGRI Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1	PROBLEMA E JUSTIFICATIVA.....	18
1.2	OBJETIVO GERAL .....	19
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
<b>2</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>20</b>
2.1	REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
<b>2.1.1</b>	<b>Análise de processos</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Descrição da fazenda de cultivo</b> .....	<b>22</b>
2.1.2.1	<i>Atividades desenvolvidas</i> .....	25
2.1.2.2	<i>Descrição das mecanizações</i> .....	26
2.1.2.2.1	Máquina selecionadora.....	26
2.1.2.2.2	Protótipo de máquina contadora de ostras .....	27
2.1.2.2.3	Lavadora de alta pressão .....	29
<b>2.1.3</b>	<b>Desempenho operacional de máquinas na maricultura</b> .....	<b>29</b>
2.1.3.1	<i>Avaliação do desempenho operacional das máquinas</i> .....	32
2.1.3.2	<i>Cálculo de erro relativo</i> .....	33
2.2	MATERIAIS E MÉTODOS .....	34
<b>2.2.1</b>	<b>Classificação estratégica da pesquisa</b> .....	<b>34</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Procedimento metodológico</b> .....	<b>35</b>
2.2.2.1	<i>Ensaio da máquina selecionadora</i> .....	35
2.2.2.2	<i>Ensaio do protótipo da contadora de ostras</i> .....	36
2.2.2.3	<i>Ensaio sobre a lavação de ostras</i> .....	37
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	38
<b>3</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>47</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A aquicultura pode ser definida como a produção de animais e plantas aquáticas (Souza, Silva e Novaes, 2022). Dentre os animais produzidos encontram-se os moluscos. Segundo Abrunhosa (2011), a produção de moluscos, denominada malacocultura, é representada no Brasil por ostras, vieiras e mexilhões.

No Brasil, há relatos da possibilidade do cultivo de ostra do pacífico (*Crassostrea gigas*) desde 1934, porém apenas no início da década de 1970 que as pesquisas de cultivo iniciaram de fato, através da utilização de espécies de ostras e mexilhões (Poli, 2004). O cultivo no Brasil se desenvolveu com três espécies principais: ostra nativa ou ostra do mangue (*Crassostrea rhizophorae*, GUILLDING), ostra japonesa ou do pacífico (*Crassostrea gigas*, 1852) e o mexilhão *Perna perna*.

Oliveira Neto (2005, apud Silveira, 2012, p. 7) afirma que a partir de 1990, através de parcerias com Laboratório de Moluscos da Universidade Federal de Santa Catarina, em conjunto com a ACARPESC, atual EPAGRI, a maricultura passou a ser enquadrada como atividade econômica em Santa Catarina.

Santa Catarina é responsável por mais de 95% da produção brasileira de moluscos desde o ano de 2013. Os estudos realizados pelo IBGE acompanham a produção de outros nove estados que possuem este mesmo tipo de cultivo, mas é Santa Catarina que lidera o ranking, produzindo 16.253 toneladas/ano (IBGE, 2020), conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 - Produção de moluscos por toneladas



Fonte: Souza, Silva e Novaes (2022)

Segundo uma publicação na revista Panorama da Aquicultura no ano de 2001, o litoral de Santa Catarina é uma região propícia à produção de moluscos por diversos motivos. Entre eles, encontra-se o fato de ser uma localidade contemplada por diversas enseadas e baías, caracterizadas por uma profundidade considerada baixa (entre três e oito metros), além de contar com pouca declividade, promovendo a manutenção da temperatura e da salinidade da água, em média de 16 a 30°C e 30 a 36% de salinidade.

Observando apenas o cultivo de ostras no estado de Santa Catarina, o município de Florianópolis se destaca por ser o maior produtor (ver Figura 2), produzindo no ano de 2021, 1.341 toneladas (INFOAGRO/SC, 2023), em um total de 2.046 toneladas aproximadamente (ver Figura 3). Analisando-se a produção de mexilhão, se comparando em toneladas produzidas, as ostras possuem uma produção de quase seis vezes menor.

Figura 2 - *Ranking* dos municípios com maior produção de ostras



Fonte: INFOAGRO, 2023

Tratando-se de uma atividade comercial que não possui exigência de estruturas aprimoradas, as fazendas de cultivo de ostras operam com materiais reciclados como garrafas pet, boias, cordas e elementos simples. Em sua maioria, os produtores atuam em terra, utilizando barcos para a retirada das lanternas e das caixas da água, as transportando para ranchos, onde então, realizam as tarefas necessárias. Consistindo-se em sua maioria por tarefas realizadas de forma manual, é comum haver problemas relacionados às questões ergonômicas entre os funcionários, bem como questões produtivas, como tempos de espera superiores aos necessários devido às limitações da mão de obra.

Figura 3 - Produção por município em toneladas de ostras

Município	Qtde Total ( Em Tonelada )
<b>Florianópolis</b>	<b>1.340,63</b>
Ostra do Pacífico	1.340,63
<b>São José</b>	<b>491,00</b>
Ostra do Pacífico	491,00
<b>Palhoça</b>	<b>95,00</b>
Ostra do Pacífico	95,00
<b>Governador Celso Ramos</b>	<b>66,00</b>
Ostra do Pacífico	66,00
<b>Porto Belo</b>	<b>25,00</b>
Ostra do Pacífico	25,00
<b>Bombinhas</b>	<b>21,10</b>
Ostra do Pacífico	21,10
<b>São Francisco do Sul</b>	<b>8,00</b>
Ostra do Pacífico	8,00
<b>Total</b>	<b>2.046,73</b>

Fonte: INFOAGRO, 2023

Desta forma, a mecanização na aquicultura se apresenta como uma solução a longo prazo para o trabalho manual, visando facilitar determinadas operações e contribuindo para o aumento da produtividade para o produtor, além de favorecer o aumento da eficiência e influenciar na redução de custos.

Vários países ao redor do mundo têm investido em pesquisas e tecnologias para desenvolver sistemas mecanizados para a produção de ostras. De acordo com Suplicy (2022), a China é o maior produtor de ostras do mundo atualmente, contribuindo com cerca de 85% da produção mundial. E este nível de produtividade é alcançado graças às tecnologias empregadas em seus sistemas de produção.

De acordo com Yang (2014), algumas dessas tecnologias incluem sistemas de alimentação automatizada, técnicas de cultivo em esteiras suspensas e também a utilização de máquinas que realizam a classificação das ostras, bem como sua embalagem.

Ao se tratar de emprego de tecnologias e mecanização na produção de ostras, a França também é um país que se destaca. Sua produção no ano de 2020 chegou a 80.000 toneladas (SUPLICY, 2022). E para Ropert, Robert e Maurer (2013), este êxito se deve aos investimentos em mecanização, que agilizam a produção por meio da implantação de equipamentos tecnológicos, como maquinários para seleção que usam critérios como tamanho, qualidade e peso das ostras.

No Brasil, poucos produtores fazem uso destes mecanismos em sua produção. Para Hamad (2005), isso se deve ao fato de não haver estímulos para a produção nacional de equipamentos direcionado apenas ao cultivo de moluscos, fazendo com que as iniciativas que mais se destacam sejam aquelas desenvolvidas de forma empírica, através de grupos de pesquisa de universidade e, principalmente, pelos próprios produtores, para resolverem seus problemas pontuais.

No entanto, foi possível encontrar na cidade de Florianópolis uma fazenda marinha que é uma exceção dentro deste cenário. A fazenda de cultivo de ostras do *Freguesia Oyster Bar*, no bairro Santo Antônio de Lisboa, tem investido muitos recursos para modernizar a sua produção. A preocupação com aplicação de tecnologias é manifestada nesta fazenda marinha desde o seu tipo de abastecimento energético, que é provido por meio da utilização de energia eólica e solar.

Tais investimentos em tecnologias também foram aplicados na linha de produção da fazenda, por meio de equipamentos mecanizados. Diante desse contexto, surgiu a oportunidade de analisar o desempenho operacional de alguns dos elementos presentes na linha de produção.

Sendo assim, este trabalho irá apresentar ao longo de seu desenvolvimento como foram realizados os ensaios de cada uma dessas estações de trabalho dentro da fazenda de cultivo, visando analisar suas capacidades de manipulação, produção e seus rendimentos.

## 1.1 PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

No processo de produção de ostras da fazenda de cultivo estudada, algumas etapas já foram mecanizadas, como as etapas de seleção de ostras por tamanho e a lavagem. Contudo, a contabilização de ostras permanece sendo feita de forma manual.

Este fato foi identificado e considerado um problema, pois a fazenda possui uma linha de produção com diversas etapas que podem ser realizadas de forma simultânea, e a necessidade de dedicar funcionários de forma exclusiva à etapa de contabilização manual de ostras cria um gargalo no fluxo de trabalho, impedindo que a mão de obra realize outras tarefas em paralelo e aumentando a espera para a realização das operações seguintes.

Perante o exposto, observou-se que para otimizar o processo de contabilização de ostras, seria importante buscar soluções de automação.

Consequentemente, verificou-se a possibilidade de tornar mecanizada mais uma etapa, fazendo-se possível reduzir o tempo de espera das demais tarefas, bem como otimizando as atividades realizadas pela mão de obra da fazenda de cultivo.

Diante deste cenário, o proprietário da fazenda, Leonardo Costa, desenvolveu um protótipo de máquina contadora de ostras, criando a oportunidade de realizar ensaios e análises para testar o funcionamento da máquina.

De forma análoga, viu-se a oportunidade de aplicar o mesmo raciocínio às demais etapas produtivas da fazenda de cultivo que já são mecanizadas. Assim sendo, a realização de uma avaliação do desempenho operacional torna viável a verificação de capacidade, rendimento e benefícios que a implementação da mecanização pode trazer à produção da fazenda de cultivo de ostras do restaurante *Freguesia Oyster Bar*.

Sendo assim, tem-se como foco deste trabalho os objetivos apresentados nos itens 1.2 e 1.3 a seguir.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Analisar o desempenho operacional das máquinas utilizadas na fazenda de cultivo de ostras *Freguesia Oyster Bar*.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para que seja possível alcançar o objetivo geral, dividiu-se este trabalho nos seguintes objetivos específicos:

- a) Obter informações do processo produtivo;
- b) Realizar ensaios com os maquinários;
- c) Analisar o desempenho operacional das máquinas no processo de produção de ostras.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

Neste capítulo, serão abordados todos os conceitos necessários para a compreensão do trabalho por meio do Referencial Teórico; será apresentada a metodologia definida para a realização dos ensaios no item de Materiais e Métodos; e, por fim, as análises dos ensaios serão elaboradas através do item de Resultados e Discussão.

### **2.1 REFERENCIAL TEÓRICO**

Por se tratar de um trabalho que visa desenvolver uma análise de desempenho operacional de máquinas presentes na linha de produção de uma fazenda de cultivo de ostras, é de suma importância que seja apresentado neste capítulo uma base sólida a respeito dos principais assuntos que permeiam este estudo.

Desta maneira, julga-se fundamental, primeiramente, esclarecer os principais conceitos acerca de análise de processos, para prover as ferramentas necessárias para mapear o processo produtivo existente na fazenda. De forma análoga, busca-se apresentar todas as informações que caracterizam a fazenda de cultivo estudada, bem como suas atividades desenvolvidas, de forma a contextualizar o local onde o trabalho foi desenvolvido. Por fim, as definições de desempenho operacional de máquinas são apresentadas, afim de prover o lastro teórico necessário para a realização dos cálculos desenvolvidos após os ensaios do maquinário.

#### **2.1.1 Análise de processos**

De acordo com Shingo (1996), um processo pode ser definido como o “caminho pelo qual a matéria prima é transformada em produto”. Segundo o autor, essa transformação ocorre por meio de diferentes atividades individuais que, juntas, formam cada etapa do processo.

E com o intuito de manter o processo produtivo funcionando da melhor maneira possível, é necessário que se verifique a qualidade do mesmo. Para Picchi

(2017), essa verificação pode ser realizada através da identificação de desperdícios, ou seja, tudo que consome recursos, mas não agrega valor ao cliente.

Segundo Ohno (1988), além da eliminação do desperdício, é necessário aumentar a produtividade para que haja melhoria nos processos. Desta forma, torna-se necessário observar a sequência de atividades à procura de meios de otimizar o tempo, espaço, recursos e mão de obra.

Para simplificar a observação das atividades estudadas, apresenta-se o processo por meio de fluxogramas, o tornando visível e facilitando sua análise, bem como, simplificando a identificação de pontos de melhoria (DAMELIO, 2011).

Entre as simbologias existentes para representar os fluxogramas graficamente, tem-se a BPMN (em português, Modelo e Notação de Processos de Negócios) que visa facilitar a compreensão dos processos através de ícones padronizados (UFMG, 2019), conforme ilustra o Quadro 1.

Quadro 1 - Simbologia padronizada para fluxogramas

Símbolos		Definição
 Início	 Fim	Eventos: Marcam o início e o fim do processo
		Atividades: Descrevem a ação que ocorre na etapa
		Fluxo: Indicam a direção da sequência de atividades
		<i>Gateway</i> : Pontos de desvio no processo, como atividades em paralelo.

Fonte: Adaptado da UFMG, 2019

Com esta ferramenta é possível registrar as atividades desenvolvidas na fazenda de cultivo, permitindo aos produtores a detecção de gargalos de processo, e estimulando a implementação de providências para reduzir os desperdícios, bem como a inclusão de novas tecnologias para tornar o sistema de cultivo mais eficiente.

### 2.1.2 Descrição da fazenda de cultivo

Na cidade de Florianópolis, entre os bairros que se destacam por serem locais propícios ao cultivo de ostras, encontra-se Santo Antônio de Lisboa. O bairro está localizado na região noroeste da ilha de Florianópolis, e é conhecido por ser uma localidade histórica e turística. O bairro conta com muitos restaurantes de frutos do mar e também com fazendas de cultivo de ostras.

Uma das fazendas situadas em Santo Antônio de Lisboa, é a fazenda marinha *Freguesia Oyster Bar*, que foi utilizada para realizar este trabalho. Esta fazenda de cultivo foca na produção de ostras da espécie *Crassostrea gigas*, a sua produção é voltado a outros produtores que iniciam os seus cultivos a partir da fase de engorda.

Deste modo, o objetivo da produção não é fornecer um produto comercial visando o consumidor final, e sim em entregar as ostras em tempo adequado e hábil para suprir as demandas vinda dos maricultores.

Atualmente, a produção conta com cinco funcionários sob a orientação do proprietário da fazenda e de um engenheiro de aquicultura, e a produção anual costuma gerar cerca de 216 mil dúzias de ostras.

Esta fazenda marinha se distingue na região por ser uma empresa que visa a melhoria contínua de suas estruturas, inovando com o uso de tecnologias em prol da sua produção. Entre as suas características que mais se destacam, encontra-se o fato de ser a primeira fazenda que utiliza uma estrutura de balsa flutuante (ver Imagem 1), transferindo a operação para mais perto da sua área de cultivo, facilitando assim o manejo diário.

Esta estrutura flutuante é autônoma, possui um sistema de geração própria de energia, por meio da utilização de oito placas solares como principal forma de abastecimento energético, e de duas estações de energia eólica, que servem como um sistema complementar.

A balsa é o local de trabalho dos funcionários, e conta com duas máquinas selecionadoras de ostras, uma sala fechada que funciona como um almoxarifado, uma sala de controle onde estão as baterias de energia e uma mesa para realização de ações necessárias na rotina diária.

Imagem 1 - Balsa flutuante



Fonte: Autoria própria, 2023

A área total da fazenda abrange 1 hectare, e esta área está dividida por setores para acomodar as estruturas de três fases de cultivo. Na etapa inicial, as sementes são colocadas em cilindros berçários, que são estruturas adaptadas pelo proprietário para substituir as caixas de madeira que são usualmente utilizadas na maioria das fazendas de cultivo. Estes cilindros são colocados na água do mar, onde ficam flutuando ligados em série por cabos (ver Imagem 2).

Imagem 2 - Cilindros berçários



Fonte: Autoria própria, 2023

Na segunda fase, as ostras de tamanho intermediário são transferidas de cilindros berçários para estruturas semelhantes a cestos de malha plástica, onde são fixados a flutuadores que os mantêm logo abaixo da superfície do mar. Segundo Suplicy (2021), estas estruturas foram popularizadas no Brasil como “travesseiros” (ver Imagem 3), o autor complementa afirmando que a fazenda de cultivo do *Freguesia*

*Oyster Bar* é a única fazenda marinha do país que cultiva ostras utilizando esse sistema misto de cilindros berçários e travesseiros.

Imagem 3 - Travesseiros na água



Fonte: Autoria própria, 2023

Por fim, na terceira etapa do cultivo, as ostras que possuem o tamanho superior a 50 mm são realocadas em lanternas (ver Imagem 4-a), que são presas em estruturas suspensas (Imagem 4-b).

Imagem 4 - Lanternas



Fonte - Autoria própria, 2023

### 2.1.2.1 *Atividades desenvolvidas*

As tarefas da fazenda de cultivo podem dar início a partir do momento em que é realizada a colheita dos cilindros, travesseiros e das lanternas no mar. Para isso, é preciso que primeiramente um dos colaboradores se locomova até as respectivas estruturas da fazenda com auxílio de um barco.

Ao retornar a balsa, os equipamentos são abertos e inicia-se a passagem das ostras na primeira máquina, chamada de selecionadora, onde ocorre a seleção de ostras por tamanho.

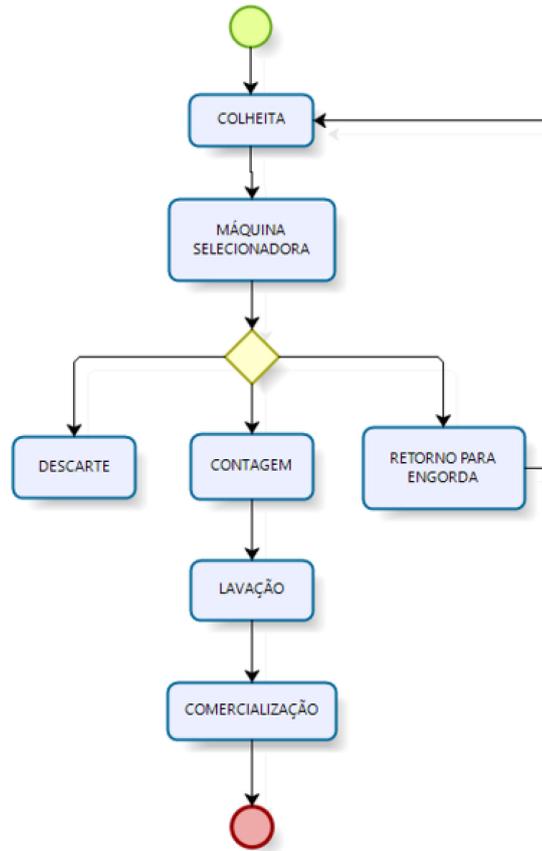
A seleção ocorre por meio da separação das ostras entre três tamanhos diferentes: o primeiro conjunto engloba as ostras que ainda não atingiram o seu tamanho comercial e necessitam retornar ao mar; o segundo grupo abrange as ostras que alcançaram tamanho intermediário e, portanto, estão aptas a serem enviadas aos clientes da fazenda; por fim, as ostras que obtiveram maior crescimento são encaminhadas ao restaurante da fazenda de cultivo.

Os próximos passos da operação são determinados de acordo com o tamanho das ostras, onde as ostras que não atingiram o tamanho comercial são transferidas para os equipamentos imediatamente posteriores à fase de cultivo em que se encontravam. As ostras que atingiram 8 cm, tamanho comercial adotado pela empresa, passam pela fase de contagem, que atualmente é efetuada de forma manual.

Já no fim do processo, após a contagem é realizado o procedimento de lavagem das ostras com uma lavadora de alta pressão. Com as ostras contadas e lavadas, já é possível encaminhá-las para a comercialização e entrega aos clientes.

Uma vez que o processo foi dissertado em detalhes, apresenta-se a mesma série de atividades exibindo-as através de um fluxograma (ver Figura 3) para melhor representar o processo produtivo existente na fazenda marinha estudada.

Figura 4 - Fluxograma do processo produtivo de ostras na fazenda de cultivo



Fonte: Elaboração própria, 2023

### 2.1.2.2 Descrição das mecanizações

Conforme mencionado no item 2.1.2, a fazenda marinha *Freguesia Oyster Bar* se destaca por ser uma fazenda de cultivo que visa à implementação de mecanização e inovações para facilitar e complementar a sua produção. Dentre elas destacam-se as máquinas citadas a seguir:

#### 2.1.2.2.1 Máquina selecionadora

De acordo com Suplicy (2022), as máquinas selecionadoras podem ser mais simples, munidas de telas vibratórias, ou com aberturas de diâmetros diferentes; mas também podem ser mais sofisticadas, com leitores óticos, que separam as ostras de acordo com seus pesos individuais ou até mesmo, de acordo com o formato de suas conchas.

Na fazenda marinha estudada, a seleção é efetuada de forma mecanizada, por meio da utilização de uma máquina selecionadora que consiste em um cilindro com furações de tamanho determinado conforme as especificações da empresa (ver Imagem 5).

Imagem 5 - Selecionadora



Fonte: Autoria própria, 2023

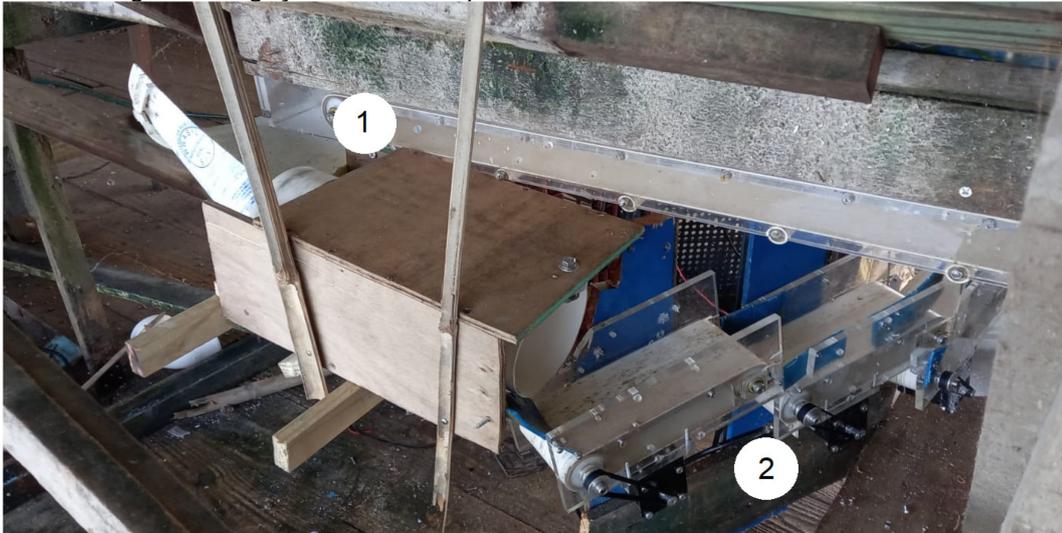
Tratando-se de um animal cujo crescimento não é equalizado entre os indivíduos, a classificação permite selecionar as ostras que possuem um crescimento mais acelerado que as outras, alocando-as em instrumentos de cultivo condizentes. Segundo Suplicy (2022), é de suma importância para obter um bom manejo de cultivo, que as ostras sejam classificadas por tamanho e densidades corretas.

#### 2.1.2.2.2 Protótipo de máquina contadora de ostras

Através de conhecimento empírico, o proprietário Leonardo Costa, juntamente ao responsável técnico, Engenheiro de Aquicultura Bruno Lisboa, chegaram a um modelo de protótipo de uma máquina contadora de ostras, cuja função é a de realizar a contagem de ostras de forma mecanizada com auxílio de sensores eletrônicos.

Conforme é ilustrado por meio da Imagem 6, a máquina em questão será acoplada à máquina selecionadora. Na imagem, é possível verificar o tubo (detalhe 1) pelo qual as ostras passam para cair da selecionadora e serem direcionadas à primeira esteira da máquina contadora de ostras (detalhe 2).

Imagem 6 - Ligação entre a máquina selecionadora e a contadora de ostras

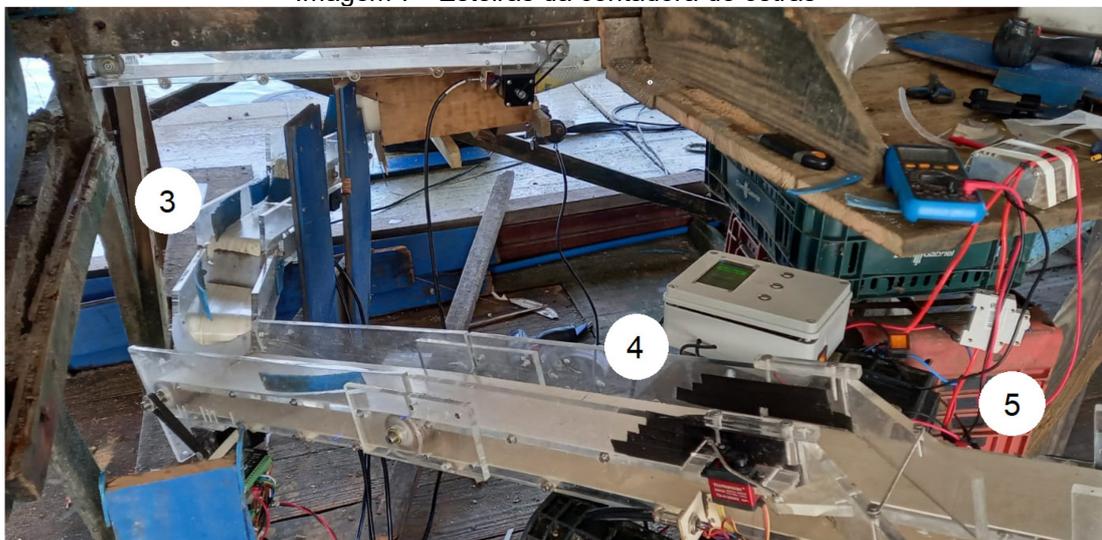


Fonte: Autoria própria, 2023

A máquina contadora de ostras consta de um conjunto de cinco esteiras, por onde as ostras irão percorrer (ver Imagem 7). Cada esteira possui uma velocidade, sendo que as velocidades são aumentadas gradativamente a cada esteira (do detalhe 3 ao detalhe 4). A última esteira possui um sensor óptico (detalhe 4), onde a cada passagem de ostra, o sinal do sensor é interrompido, e uma contagem é efetuada. Por fim, as ostras já contabilizadas são direcionadas a uma caixa, após passarem pela última esteira (detalhe 5).

A alimentação de energia elétrica da máquina contadora de ostras será realizada pelas baterias dentro da balsa flutuante, em corrente contínua a uma tensão na faixa de 24v a 28v.

Imagem 7 - Esteiras da contadora de ostras



Fonte: Autoria própria, 2023

### 2.1.2.2.3 Lavadora de alta pressão

Antes de serem comercializadas, as ostras passam pelo processo de lavação, e para isso a balsa flutuante utiliza bombeamento da água do mar e uma ponteira que lança água com alta pressão. A lavação também é realizada nos petrechos de cultivo.

### 2.1.3 Desempenho operacional de máquinas na maricultura

Através da realização de pesquisa bibliográfica em fontes acadêmicas, identificou-se que o tema de desempenho operacional de máquinas encontra-se em uma vasta gama de estudos que abrangem este tópico sob o âmbito da agricultura, no entanto, pouco se encontra a respeito do mesmo assunto com o viés direcionado à aquicultura.

Contudo, é possível traçar um paralelo entre estas duas áreas para compreender a definição em si de conceitos importantes para o tópico de desempenho operacional.

Para Mialhe (1974), desempenho operacional é “um complexo conjunto de informações que definem, em termos quali-quantitativos, os atributos da maquinaria agrícola quando executam operações sob determinadas condições de trabalho”.

O autor complementa este conceito afirmando que o desempenho operacional pode ser separado em grupos de características operacionais, dinâmicas e de manejo, conforme ilustrado no Quadro 2:

Quadro 2 - Abrangência dos estudos de desempenho operacional

<b>Características</b>	<b>Abrangência</b>
Operacionais	Dados relacionados à quantidade e qualidade do trabalho desenvolvido pela máquina em certa condição de funcionamento
Dinâmicas	Dados relacionados à potência necessária para acionar a máquina e relacionados à velocidade de funcionamento
De Manejo	Dados relacionados às regulagens, reparos, estabilidades etc

Fonte: Adaptado de Mialhe, 1974

Aprofundando-se no conceito de desempenho operacional, é importante ressaltar que os dados devem ser levantados através de ensaios, e de acordo com Mialhe (1996), estes devem obedecer alguns princípios básicos:

- Princípio da especificidade: Exige que o ensaio seja específico em todas as suas dimensões, focando em um determinado objeto de estudo, devidamente identificado e enquadrado em uma classe devidamente definida, a fim de evitar alterações metodológicas que influenciem o resultado;
- Princípio da reprodutibilidade: Exige que os ensaios sejam realizados quantas vezes for necessário sem que o fator de repetição influencie sobre os resultados alcançados;
- Princípio da comparabilidade: Exige que os resultados permitam comparação com outros estudos do mesmo objeto ou objetos similares;
- Princípio da confiabilidade: Exige que os ensaios sejam realizados com os instrumentos adequados, sejam aferidos com precisão e realizados por pessoas com a devida capacitação técnica.

Como exemplo de ensaio que pode ser realizado dentro das análises de desempenho operacional, encontra-se a Capacidade Operacional, que segundo Mialhe (1974), pode ser definida como a quantidade de trabalho que as máquinas são capazes de realizar em certa unidade de tempo, como ilustra a fórmula a seguir:

$$(0) \text{ Capacidade Operacional} = \frac{\text{Quantidade de trabalho executado}}{\text{Unidade de tempo}}$$

O autor supracitado complementa o assunto descrevendo que a Capacidade Operacional pode ser apresentada de várias formas, a depender do objetivo da avaliação a ser realizada, como demonstra o Quadro 3:

Quadro 3 - Tipos de Capacidade Operacional

Finalidade	Tipos
De acordo com o tipo de Operação	Capacidade de campo (Cc)
	Capacidade de produção (Cp)
	Capacidade de manipulação (Cm)
De acordo com as dimensões	Capacidade teórica (CT)
De acordo com o tempo considerado	Capacidade efetiva (CE)
	Capacidade operacional (CO)

Fonte: Adaptado de Mialhe (1974)

Dentro da fazenda de cultivo estudada, tem-se interesse em analisar os maquinários disponíveis por meio da Capacidade de Manipulação, Capacidade de Produção e Capacidade Efetiva, que segundo Mialhe (1974), devem ser calculadas por meio das seguintes fórmulas:

$$(I) \text{ Capacidade de Manipulação} = \frac{\text{Peso ou volume de produto a ser trabalhado}}{\text{Unidade de tempo}}$$

$$(II) \text{ Capacidade de Produção} = \frac{\text{Peso ou volume de produto que foi trabalhado}}{\text{Unidade de tempo}}$$

$$(III) \text{ Capacidade Efetiva} = \frac{\text{Área trabalhada ou "produção"}}{\text{Unidade de tempo de produção}}$$

$$(IV) \text{ Capacidade Operacional} = \frac{\text{Área trabalhada ou "produção"}}{\text{Unidade de tempo máquina}}$$

Destacando-se que para obter a Capacidade efetiva desconsidera-se qualquer perda, analisando exclusivamente o tempo de funcionamento do maquinário, enquanto que para obter a Capacidade Operacional, considera-se qualquer perda, analisando o tempo de paradas durante o funcionamento do maquinário.

Por meio destas fórmulas, torna-se viável verificar quantos quilos de ostras certas máquinas são capazes de processar em intervalos de tempo pré-determinados, verificando se suas capacidades atendem o exigido pelas demandas da empresa, bem como se são compatíveis entre si.

Para tornar as análises deste trabalho ainda mais completas, verificou-se que seria de grande valia a aplicação de um estudo de rendimento das máquinas, como complemento aos cálculos de capacidades, de produção efetiva e operacional e capacidade de manipulação efetiva e operacional.

Mialhe (1974), define rendimento operacional de máquinas como sendo a relação entre a razão das capacidades operacional e efetiva de uma mesma natureza, tendo como resultado a indicação de possíveis perdas, em função do não aproveitamento pleno de capacidade operacional de mecanizações.

O cálculo do rendimento deve ser aplicado na prática por meio da utilização da seguinte fórmula (MIALHE, 1974):

$$(V) \text{ Rendimento de Campo Efetivo} = \frac{\text{Capacidade Operacional}}{\text{Capacidade Efetiva}} \times 100$$

O emprego da fórmula acima permite que os dados obtidos através dos ensaios realizados com o maquinário da fazenda de cultivo estudada gerem informações importantes para a indicação das perdas da produção, em relação ao tempo exigido pela realização de cada tarefa, bem como relativos às interrupções ocorridas durante a jornada de trabalho.

### 2.1.3.1 Avaliação do desempenho operacional das máquinas

De acordo com Drumond (2023), a elaboração de projetos de máquinas visa gerar resultados que aumentem a produção, tragam melhorias aos equipamentos existentes e que se adequem à segurança do trabalho e à ergonomia.

Leão (2022) complementa, afirmando que o investimento em atualização de maquinários possibilita a melhoria da produtividade das empresas e ainda reduzem os custos de produção.

Diante de uma demanda de melhoria dentro de uma linha de produção, é preciso, em primeiro lugar, diagnosticar quais necessidades precisam ser sanadas,

qual a viabilidade de desenvolvimento dos protótipos, bem como a possibilidade de implementação do equipamento (DRUMOND, 2023). Santana (2005) acrescenta, declarando que parte da análise operacional de máquinas está atrelada a verificação da adequação do maquinário às condições sociais, culturais e ambientais de onde a máquina está sendo implementada.

Diante do exposto, é inevitável associar a qualidade do equipamento ao desempenho do mesmo no contexto em que ele precisa ser usado, pois só as condições de contorno em que a máquina está inserida é que podem determinar seu êxito ou insucesso. Em outras palavras, o que determina o bom desempenho do maquinário, é o fato de ele atender ou não as expectativas específicas do produtor em questão. Para isto é necessário fazer os ensaios tanto em condições de campo ou em condições de laboratório.

#### 2.1.3.2 *Cálculo de erro relativo*

Por se tratar de um trabalho que irá analisar o desempenho de um protótipo de máquina contadora de ostras em fase de testes, se faz necessário realizar um ensaio para uma comparação entre o trabalho realizado pela máquina e o trabalho realizado atualmente, que é manual. Desta forma é possível que se obtenha um índice de erro do desempenho da máquina.

Segundo Burden (2008), erro relativo é uma medida utilizada para avaliar a discrepância entre um valor aproximado e um valor real, expressa por meio de um índice percentual do valor real.

No contexto estudado neste trabalho, o valor aproximado é representado pela contagem do protótipo da máquina contadora, e o valor real é obtido por meio de uma contagem manual realizada por verificadores.

Na prática, utiliza-se a seguinte fórmula para obter-se o erro relativo:

$$(VI) \text{ Erro Relativo} = \frac{|\text{Valor real} - \text{Valor aproximado}|}{\text{Valor real}} \times 100$$

Para Matos e Matos (2016), esta é uma forma de verificar a veracidade da medida analisada, e quanto menor for o resultado do erro relativo do objeto estudado, maior será a exatidão de seu desempenho.

## 2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este item é destinado a esclarecer em qual categoria este trabalho acadêmico se enquadra, bem como quais foram as etapas que definiram o procedimento metodológico utilizado para alcançar os objetivos definidos previamente no Capítulo 1.

### 2.2.1 Classificação estratégica da pesquisa

As pesquisas acadêmicas podem ter diferentes naturezas, podendo ser pesquisas aplicadas e básicas, ou puras. Para Fellows e Liu (2015), as pesquisas básicas focam em descobertas de teorias, e as pesquisas aplicadas são voltadas às utilidades práticas.

Como complemento, Fleury e Werlang (2017) conceituam pesquisas básicas ou puras como aquelas que têm o objetivo de definir conceitos, hipóteses e tipologias; já as pesquisas aplicadas, definem como um grupo de atividades em que os conhecimentos que já foram adquiridos são utilizados para levantar, selecionar e processar fatos e dados com o objetivo de gerar aplicações em problemas que existem em um determinado campo.

De acordo com essas definições, este trabalho encontra-se definido dentro do conceito de pesquisa aplicada, pois tem o objetivo de sanar uma dúvida existente em uma situação real, que é analisar o desempenho operacional das máquinas implementadas em uma fazenda de cultivo.

## 2.2.2 Procedimento metodológico

O procedimento desenvolvido para realizar o trabalho estruturou-se em etapas graduais de obtenção de informações:

- Realização de pesquisa bibliográfica sobre malacocultura e mecanização;
- Estudo sobre as características da fazenda de cultivo de ostras selecionada;
- Realização dos ensaios nos postos de trabalho mecanizados;
- Cálculo do desempenho operacional de cada máquina ensaiada.

Os ensaios de cada máquina foram conduzidos em campo, na fazenda marinha *Freguesia Oyster Bar*, no município de Florianópolis, dirigidos pelo autor desta monografia, e seguindo as etapas de cada experimento conforme descrito em cada tópico a seguir:

### 2.2.2.1 *Ensaio da máquina selecionadora*

Os equipamentos utilizados para coleta e armazenamento de dados foram os seguintes:

- Uma prancheta de MDF, um caderno e uma caneta para anotações;
- Uma caixa plástica utilizada de apoio para os equipamentos;
- Um cronômetro digital de celular, para obter o tempo operacional;
- Uma balança digital, para aferição do peso dos petrechos;
- Um computador para transferir os arquivos para o HD e análise estatística dos dados;
- Equipamentos de proteção individual, como calças e jaquetas para trabalho em ambientes úmidos e botas de plástico;

A coleta de dados consistiu em:

- Cronometrar o tempo da amostragem do processo mecanizado de seleção de ostras por tamanho;
- Anotar o tempo de realização deste processo;

- Anotar o peso de cada travesseiro em suas respectivas amostragens;
- Análise das informações obtidas através dos testes.

O desempenho operacional foi realizado conforme metodologia citada por MIALHE (1974).

#### 2.2.2.2 *Ensaio do protótipo da contadora de ostras*

Os equipamentos utilizados para coleta e armazenamento de dados foram os seguintes:

- Uma prancheta de MDF, um caderno e uma caneta para anotações;
- Uma caixa plástica, para colocar as ostras, e também para transportar equipamentos;
- Um cronômetro digital de celular, para obter o tempo operacional;
- Um computador para transferir os arquivos para o HD e análise estatística dos dados;
- Equipamentos de proteção individual, como calças e jaquetas para trabalho em ambientes úmidos e botas de plástico.

A coleta de dados consistiu em:

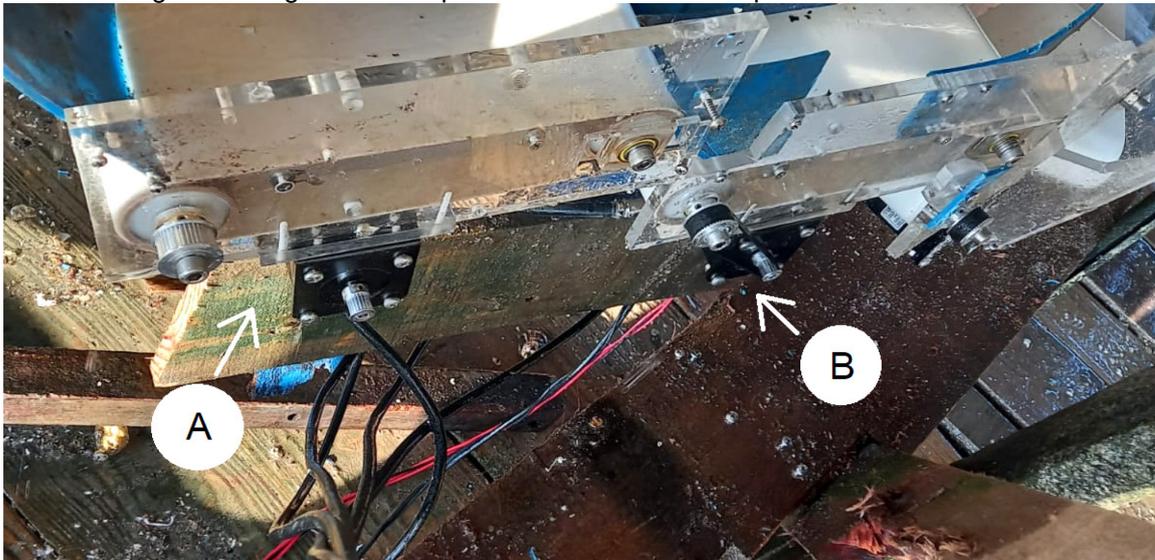
- Cronometrar o tempo de contagem manual e mecanizado de cada amostra de ostras;
- Filmar o funcionamento do protótipo durante os ensaios;
- Anotar quantas ostras foram danificadas, não contadas ou perdidas na contagem manual e mecanizada;
- Realização de testes práticos com o protótipo da máquina contadora de ostras;
- Análise das informações obtidas através dos testes.

O desempenho operacional foi realizado conforme metodologia citada por MIALHE (1974), e calibração do protótipo foi realizada *in loco*, na estrutura da balsa flutuante.

É importante ressaltar que, por se tratar de um protótipo, a análise operacional foi afetada por problemas técnicos da máquina durante a realização dos ensaios.

No decorrer do ensaio, uma das correias de uma das esteiras se rompeu, interrompendo o ensaio e impedindo que o experimento pudesse ser concluído. A Imagem 8 ilustra o momento em que essa falha ocorreu, no detalhe A é possível verificar as polias sem correia, e, em comparação, apresenta-se no detalhe B as polias ainda com correias preservadas.

Imagem 8 - Registro do rompimento da correia da máquina contadora de ostras



Fonte: Autoria própria, 2023

Considerando que a peça de reposição para o conserto não chegou em tempo hábil para a consolidação deste trabalho, considerou-se para as análises de desempenho operacional, os dados obtidos antes de ocorrer a falha relatada.

### 2.2.2.3 *Ensaio sobre a lavagem de ostras*

Os equipamentos utilizados para coleta e armazenamento de dados foram os seguintes:

- Uma prancheta de MDF, um caderno e uma caneta para anotações;
- Uma caixa plástica utilizada de apoio para os equipamentos;
- Um cronômetro digital de celular, para obter o tempo operacional;
- Uma balança digital, para aferição do peso das ostras antes e após a lavagem;

- Um computador para transferir os arquivos para o HD e análise estatística dos dados;
- Equipamentos de proteção individual, como calças e jaquetas para trabalho em ambientes úmidos e botas de plástico;

A coleta de dados consistiu em:

- Cronometrar o tempo da amostragem do processo de lavação das ostras;
- Anotar o tempo de realização deste processo;
- Anotar o peso das ostras antes de iniciar e após terminar a lavação;
- Análise das informações obtidas através dos testes.

O desempenho operacional foi realizado conforme metodologia citada por MIALHE (1974).

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a realização dos ensaios com os maquinários mencionados anteriormente, foi necessário efetuar de acordo com a disponibilidade dos recursos, como por exemplo, a colheita de travesseiros com ostras.

Por esse motivo, o primeiro ensaio executado foi o de lavagem das ostras, com a máquina de lavagem rápida (ou lava-jato). Na prática, foram aplicadas as instruções de ensaio previstas por Mialhe (1996) descritas no item 2.1.3, e executou-se o experimento conforme o relatado no item 2.2.2.3. Como resultado do ensaio, obteve-se os tempos e pesos apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados do ensaio de Capacidade Operacional da lavagem de ostras

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Repetição	Tempo (h)	Tempo (s)	Peso Total (Kg) Antes da lavação	Peso Total (Kg) Depois da lavação
1	0,052	183,00	25,6	24,4
2	0,053	191,00	25,6	25,5
3	0,050	178,00	26,4	25,8
4	0,057	204,00	25,7	24,7
5	0,052	186,00	25,2	24,7
<b>Média</b>	0,053	188,4	25,7	25,02

Fonte: Autoria própria, 2023

A coluna “a” da Tabela 1 ilustra que foram realizadas cinco repetições. Cada repetição, continha uma amostra representada por uma caixa de ostras. Todas as amostras foram pesadas antes e depois da lavagem (colunas “d” e “e”), resultando em um peso médio de 25,7 kg e 25,02 kg respectivamente. O registro dos tempos cronometrados resultou em uma média de 188,4 segundos (coluna “c”), mas, visando facilitar os cálculos, os tempos cronometrados foram convertidos em horas. Neste ensaio não foi observado perda.

Para se obter os valores de capacidade operacional de manipulação e de produção, utilizou-se os dados apresentados na Tabela 1, aplicando-os nas fórmulas I e II apresentadas no item 2.1.3 do Capítulo 2, da seguinte maneira:

$$\text{Capacidade de Manipulação Operacional} = \frac{\text{Peso total antes da lavação}}{\text{Tempo total de lavação}}$$

$$\text{Capacidade de Produção Operacional} = \frac{\text{Peso total depois da lavação}}{\text{Tempo total de lavação}}$$

Como resultado, obteve-se os valores apresentados na Tabela 2, apresentada a seguir:

Tabela 2 - Resultados de Capacidade de Manipulação Operacional e Capacidade de Produção Operacional da máquina lavadora de ostras

Repetição	Capacidade de Manipulação (Kg/h)	Capacidade de Produção (Kg/h)
1	489,17	466,24
2	481,50	479,62
3	531,54	519,46
4	450,88	433,33
5	487,74	478,06
<b>Média</b>	488,17	475,35

Fonte: Autoria própria, 2023

De acordo com a Tabela 2, houve uma redução do peso das ostras após a lavação. Isto ocorreu não por perdas de ostras, mas sim pela retirada das impurezas e incrustações, ocasionadas pelo tempo em que as ostras permanecem na água. Ressalta-se que esta diferença de peso não representa nenhuma perda na operação de lavação das ostras.

O segundo ensaio realizado foi com o protótipo de máquina contadora de ostras. Como citado no subitem 2.2.2.2, o ensaio efetuado com o protótipo não foi concluído a tempo do término deste trabalho, devido a uma falha mecânica que ocorreu durante o teste.

No entanto, foi possível registrar e cronometrar a contabilidade de duas repetições antes de ocorrer a falha citada anteriormente, e por esse motivo estes foram os dados considerados para realizar análises de desempenho operacional deste protótipo.

O ensaio com a máquina contadora foi realizado com quatro travesseiros para cada repetição, contando com a participação de dois funcionários da fazenda marinha, atuando como verificadores para realizarem contagens manuais, com o intuito de realizar uma verificação da qualidade de aferição do protótipo.

Os dados levantados por meio do ensaio estão apresentados nas Tabelas de número 3, 4 e 5. Na Tabela 3, são apresentados os dados da máquina contadora de ostras, que registrou uma contagem de 30 dúzias (coluna “d”) ou 360 unidades (coluna “e”), em ambas as repetições.

Tabela 3 - Dados do ensaio da máquina contadora de ostras para obter a Capacidade de Produção Operacional

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
<b>Amostra</b>	<b>Nº de Travesseiros</b>	<b>Tempo (min)</b>	<b>Quantidade (dúzias)</b>	<b>Quantidade (unidades)</b>
1	4	3,33	30	360
2	4	3,73	30	360
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-

Fonte: Autoria própria, 2023

Na Tabela 4 são ilustrados os valores obtidos através da contagem manual realizada pelo Verificador 1. Na coluna “c” foram registradas as contagens em dúzias e na coluna “d” em unidades.

Tabela 4 - Dados do ensaio da máquina contadora de ostras para obtenção de Capacidade de Produção Operacional (Verificador 1)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
<b>Repetição</b>	<b>Nº de Travesseiros</b>	<b>Tempo (min)</b>	<b>Quantidade (dúzias)</b>	<b>Quantidade (unidades)</b>
1	4	6,62	33,5	402
2	4	6,9	34,5	414
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-
<b>Média</b>	4	6,76	34	408

Fonte: Autoria própria, 2023

Como um último contraponto à máquina contadora de ostras, foi registrado na Tabela 5 os dados do segundo verificador:

Tabela 5 - Dados do ensaio da máquina contadora de ostras para obtenção de Capacidade de Produção Operacional (Verificador 2)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Repetição	Nº de Travesseiros	Tempo (min)	Quantidade (dúzias)	Quantidade (unidades)
1	4	7,28	33,5	402
2	4	6,98	34,5	414
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-
<b>Média</b>	4	7,13	34	408

Fonte: Autoria própria, 2023

Conforme citado anteriormente, foi dado prosseguimento a análise de desempenho operacional deste equipamento, utilizando-se apenas os dados das amostras que conseguiram passar pelo teste. Sendo assim, aplicou-se a fórmula II apresentada no item 2.1.3 da seguinte maneira:

$$\text{Capacidade de Produção Operacional} = \frac{\text{Quantidade de trabalho executado}}{\text{Unidade de tempo máquina}}$$

Como resultado, obteve-se os dados apresentados nas tabelas 6, 7 e 8, onde nas colunas “b” constam os valores das contagens em dúzias/min e nas colunas “c”, os valores em unidades/min:

Tabela 6 - Capacidade de produção operacional da contadora de ostras

(a)	(b)	(c)
Repetição	Capacidade de Produção (Dúzia/min)	Capacidade de Produção (unidades/min)
1	9	108
2	8	97
<b>Média</b>	8,5	102,5

Fonte: Autoria própria, 2023

Tabela 7 - Capacidade de produção operacional do Verificador 1

(a)	(b)	(c)
Repetição	Capacidade de Produção (Dúzia/min)	Capacidade de Produção (unidades/min)
1	5	61
2	5	60
<b>Média</b>	5	60,5

Fonte: Autoria própria, 2023

Tabela 8 - Capacidade de produção operacional do Verificador 2

(a)	(b)	(c)
Repetição	Capacidade de Produção (Dúzia/min)	Capacidade de Produção (unidades/min)
1	4,6	55
2	4,9	59
<b>Média</b>	4,75	57

Fonte: Autoria própria, 2023

Ao analisar os resultados de todos os cálculos de capacidade de produção, identificou-se que a capacidade de produção média da máquina é de 102,5 unidades/min, enquanto as capacidades médias dos verificadores 1 e 2 são de 60,5 e 57 unidade/min, respectivamente. Isto favorece o uso da nova máquina contadora de ostras com capacidade 74,5% maior do que a contagem manual.

Além das análises de capacidade operacional do protótipo da máquina contadora de ostras, verificou-se que seria interessante realizar o cálculo do índice de erro relativo ao seu desempenho quando comparada à contagem feita pelos verificadores.

Sendo assim, utilizando-se os dados das amostras ensaiadas, e por meio da fórmula VI apresentada no item 2.1.3.2, realizou-se a análise de erro relativo, como aponta os valores da Tabela 9. O erro relativo médio, calculado com os valores obtidos na tabela a seguir, resultou no valor de 11,7%.

Tabela 9 - Erro relativo da máquina contadora de ostras

<b>Repetição</b>	<b>Erro relativo (%)</b>
1	10,4
2	13,0
<b>Média</b>	11,7

Fonte: Autoria própria, 2023

A empresa já emprega uma margem de 5% relativos a perdas e erros na contagem das ostras realizada manualmente pelos funcionários. Isto significa que o erro verificado da máquina contadora de ostras supera em 6,7% o erro adotado pela empresa.

Recomenda-se fazer regulagens no sistema de contagem e novos ensaios para reduzir o erro, deste protótipo, que tem um grande potencial para reduzir os custos com a mão de obra que representa um gargalo na mecanização das operações da produção de ostras por ser lenta.

Por fim, para obter o desempenho operacional da selecionadora de ostras, foram realizados ensaios, com cinco repetições, fixando-se o número de quatro travesseiros por amostra, conforme apresentado na Tabela 10.

Durante a realização da primeira amostra, devido uma falha técnica no sistema de energia da balsa, o ensaio ficou paralisado por 5 min e 23 s. Enquanto nas repetições 4 e 5, a esteira que transporta as ostras travou por 20 segundos e 15 segundos respectivamente, porém, o problema foi brevemente solucionado e deu-se continuidade ao ensaio.

Com os dados apresentados na Tabela 10, foi possível obter a capacidade de manipulação operacional e a capacidade de manipulação efetiva da selecionadora, por meio das fórmulas I e III apresentadas no item 2.1.3, sendo estes valores demonstrados nas Tabelas 11 e 12, respectivamente.

Tabela 10 - Dados do ensaio da selecionadora para obter a Capacidade Operacional

Repetição	Tempo Total (h)	Nº de Travesseiros	Peso Parcial (Kg)	Peso Total (Kg)	Observações	Tempo desconsiderando paradas (h)
1	0,236	1	14,2	57,6	O sistema parou por 5 min e 23 s e posteriormente voltou a funcionar	0,147
		1	14,9			
		1	14,1			
		1	14,4			
2	0,106	1	13,2	54,5	-	0,106
		1	13,6			
		1	12,9			
		1	14,8			
3	0,115	1	14,2	56	-	0,115
		1	16,1			
		1	11,1			
		1	14,6			
4	0,147	1	14,9	59,4	Esteira travou por 20 s	0,142
		1	14,3			
		1	15,5			
		1	14,7			
5	0,143	1	13,4	55,5	Esteira travou por 15 s	0,138
		1	13,4			
		1	14,7			
		1	14			

Fonte: Autoria própria, 2023

Para sumarizar os resultados, calculou-se as médias da capacidade de manipulação operacional e da capacidade de manipulação efetiva das repetições, resultando em 407,07 kg/h e 442,36 kg/h, respectivamente.

Tabela 11 - Capacidade de Manipulação Operacional da selecionadora

Repetição	Capacidade de Manipulação Operacional (Kg/h)
1	243,72
2	512,54
3	485,55
4	404,08
5	389,47
<b>Média</b>	407,07

Fonte: Autoria própria, 2023

Tabela 12 - Capacidade Operacional Efetiva da selecionadora

Repetição	Capacidade Operacional Efetiva de Manipulação (Kg/h)
1	392,73
2	512,54
3	485,55
4	419,79
5	401,20
<b>Média</b>	442,36

Fonte: Autoria própria, 2023

Por fim, para complementar as análises da selecionadora, entende-se a importância de verificar o seu rendimento. Ao aplicar a fórmula V demonstrada no item 2.1.3, foram obtidos os seguintes valores apresentados na Tabela 13.

Calculou-se também a média dos resultados da tabela anterior, chegando assim, ao rendimento médio da selecionadora de 91,08%, o que representa um rendimento alto quando comparado com outras máquinas utilizadas na agricultura, que variam de 60 a 90%.

Tabela 13 - Resultados do ensaio de rendimento efetivo da selecionadora

Repetição	Rendimento (%)
1	62,06
2	100,00
3	100,00
4	96,26
5	97,08

Fonte: Autoria própria, 2023

### 3 CONCLUSÃO

Ao retomar o início do trabalho, verifica-se que o objetivo do mesmo foi atingido, bem como seus objetivos específicos.

O ensaio realizado com a lavadora de ostras permitiu chegar ao real dimensionamento sobre este processo, obtendo valores médios de capacidade operacional de manipulação de 488,17 kg/h e capacidade operacional de produção de 475,35 kg/h, o que atende as demandas de produção da fazenda estudada.

Com os ensaios realizados com o protótipo da contadora de ostras, obteve-se resultados médios da capacidade operacional de 102,5 unidade/min em comparação da capacidade operacional manual de 60,5 e 57 unidade/min, o que demonstrou uma máquina muito promissora.

Mesmo que a contadora de ostras tenha operado com um erro médio de 11,7%, e apesar de serem realizadas apenas duas amostragens, o protótipo demonstrou-se uma alternativa viável e com maior capacidade operacional para o processo produtivo da fazenda.

Os ensaios realizados com a máquina selecionadora de ostra permitiram extrair mais dados e informações sobre o uso da tecnologia, por meio dos dados obtidos, bem como, a capacidade operacional de manipulação de 407,07 kg/h e a capacidade operacional efetiva de 442,36 kg/h e, um rendimento médio de 91,08%.

Como recomendação à novos estudos, sugere-se efetuar um novo ensaio da contadora de ostras, após nova regulagem e conserto da correia, para reduzir os erros na operação de contagem e substituir a contagem manual, que é um dos gargalos na produção de ostras.

## REFERÊNCIAS

- ABRUNHOSA, Jaqueline Pompeo. **Novas oportunidades na Aquicultura**. Caderno técnico elaborado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará. 2011. Disponível em: <[http://redeotec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo\\_rec\\_naturais/aquicultura/181012\\_nov\\_op\\_aquic.pdf](http://redeotec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_rec_naturais/aquicultura/181012_nov_op_aquic.pdf)>. Acesso em: Março de 2023.
- BURDEN, R. L., FAIRES, J. D. (2016). **Análise Numérica**. Editora [Cengage Learning].
- DAMELIO, Robert. **The Basics of Process Mapping**. Nova Iorque, NY - Estados Unidos: Productivity Press, 2011.
- DRUMOND, B. **Projeto de máquinas: o que é, objetivo e como elaborar**. (2023) Disponível em: <https://adequada.eng.br/projeto-maquinas/>. Acesso em: Maio de 2023
- FELLOWS, Richard; LIU, Anita. **Research Methods for Construction**. West Sussex: Wiley Blackwell, v. 4ª Edição, 2015.
- FLEURY, Maria Tereza L.; WERLANG, Sérgio. **Pesquisa aplicada - Conceitos e abordagens**. GVPesquisa - Anuário de Pesquisa, p. 10-15, 2017.
- HAMAD, A. F. **Desenvolvimento de um sistema mecânico para deslocamento de estrutura de cultivo de ostras**. Dissertação de mestrado (2005). Universidade Federal de Santa Catarina
- LEÃO, T. **Capacidade produtiva: o que é, qual sua importância e como analisar**. (2022) Disponível em: <https://www.nomus.com.br/blog-industrial/capacidade-produtiva/>. Acesso em: Maio de 2023.
- MATOS, M. A. C, MATOS, R. C. **Erro e tratamento de dados analíticos**. Universidade Federal de Juiz de Fora. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/nupis/>> Acesso em: Junho de 2023
- MIALHE, L. G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo. Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1974. 302 p.

MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas: ensaios & certificação**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. 723 p.

OHNO, Taiichi. (1988). **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997

OLIVEIRA NETO, F. **Diagnóstico do cultivo de moluscos em Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 2005. 67p. (EPAGRI. Documentos, 220).

Panorama da Malacocultura Brasileira, **Panorama da Aquicultura**, 2001. Disponível em: <<https://panoramadaaquicultura.com.br/panorama-da-malacocultura-brasileira/>> Acesso em: Abril de 2023.

PICCHI, Flávio Augusto. **Entenda os “7 desperdícios” que uma empresa pode ter**, 2017. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/artigos/1131/entenda-os-%E2%80%9C7-desperdicios%E2%80%9D-que-uma-empresa-pode-ter.aspx>>. Acesso em: Abril de 2023

POLI, C. R. **Cultivo de ostras do pacífico (*C. gigas*)**. In: Aquicultura. Experiências Brasileiras. Florianópolis: Multitarefa, p. 251-266. 2004.

ROPERT, M., ROBERT, M., & MAURER, D. **Quality and safety management of shellfish production in France**. Aquatic Living Resources, 26(4), P. 349-358. (2013)

SOUZA, R.V. de; SILVA, B. C. da; NOVAES, A.L.T. **A aquicultura de Santa Catarina em números**. Florianópolis, SC, 2022. 39p. (Epagri. Documentos, 354).

SANTA CATARINA. **EPAGRI INFOAGRO. Produção de Moluscos**. Disponível em: <<https://www.infoagro.sc.gov.br/moluscos/>>. Acesso em: Abril de 2023.

SANTANA, F. E. **Desenvolvimento do protótipo de uma máquina para lavagem de lanternas no cultivo de ostras**. Dissertação de mestrado (2005). Universidade Federal de Santa Catarina.

SHINGO, Shingeo. **O sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Tradução de Eduardo Schaan. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SUPLICY, F. M. **Cultivo de ostras em travesseiros flutuantes : Uma nova técnica para maricultores de Santa Catarina**. *Agropecuária Catarinense*, 2021. P. 16–19. Disponível em: <<https://doi.org/10.52945/rac.v34i1.802>>. Acesso em: Maio de 2023.

SUPLICY, F.M. (Org.) **Manual do cultivo de ostras**. Florianópolis: Epagri, 2022. 256p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - DIRETORIA DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO -. **Guia simplificado de boas práticas em modelagem de processos com BPMN**. [S.l.]: [S.n.], 2019. Disponível em: <https://www.ufmg.br/dti/wp-content/uploads/2019/01/POP-0001-ANEXO-A-Guia-simplificado-de-boas-praticas-em-modelagem.pdf>. Acesso em: Abril 2023.

YANG, Z. et. al. **Cultura e cultivo de mariscos na China**. Em: *Aquacultura de mariscos e o meio ambiente*. P. 121-142. (2014)