

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA - CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE METAL MECÂNICA**

VITOR WAGNER JUSTINO

**PROJETO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE UM TRITURADOR PARA O
BENEFICIAMENTO DE CONCHAS**

**Florianópolis
2022**

VITOR WAGNER JUSTINO

PROJETO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE UM TRITURADOR PARA O
BENEFICIAMENTO DE CONCHAS

Trabalho de conclusão de curso submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecatrônica

Orientador: Gabriel Costa Sousa

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Justino, Vitor Wagner
PROJETO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE UM TRITURADOR
PARA O BENEFICIAMENTO DE CONCHAS / Vitor Wagner Justino;
orientação de Gabriel Costa Sousa. - Florianópolis,
SC, 2022.
89 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado
em Engenharia Mecatrônica. Departamento
Acadêmico de Metal Mecânica.
Inclui Referências.

1. Maricultura. 2. Mecatrônica. 3. Triturador. I.
Costa Sousa, Gabriel. II. Instituto Federal de Santa
Catarina. III. PROJETO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE
UM TRITURADOR PARA O BENEFICIAMENTO DE CONCHAS.

VITOR WAGNER JUSTINO

PROJETO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE UM TRITURADOR PARA O
BENEFICIAMENTO DE CONCHAS

Florianópolis, março de 2022.

Banca examinadora:

Gabriel Costa Sousa, M. Eng. (Orientador)

Adriano Regis, M. Eng.

Luiz Fernando Segalin Andrade, Dr. Eng

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus por tudo em minha vida

Aos meus pais, Maykon e Patrícia, por todo amor e carinho dado a mim durante toda a minha vida. Pela luta para me dar o melhor estudo possível e guiar o meu caminho em todos os momentos.

Ao meu orientador Gabriel por toda ajuda e ensinamentos durante a realização desse projeto, por aceitar a orientação e sempre estar disposto a contribuir.

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes.”

Isaac Newton

RESUMO

A aquicultura corresponde ao cultivo de animais na água. Tal atividade, apesar de sua evolução nos últimos anos, ainda tem um grande potencial de crescimento. A maricultura é uma das práticas de produção inseridas na aquicultura, tratando-se dos cultivos realizados no mar, sendo que, os mais importantes são a piscicultura, mitilicultura, ostreicultura e carcinicultura. O Ribeirão da Ilha, bairro de Florianópolis, SC, região de estudo do presente projeto, destaca-se como o maior produtor de ostras (ostreicultura) do Brasil. Esta prática proporcionou um grande desenvolvimento da região, além de promover a geração de empregos diretos e indiretos. Em contrapartida, o avanço desta atividade tem como uma das consequências o aumento dos resíduos gerados pelo cultivo e consumo desses animais. Dito isso, o presente trabalho teve como objetivo o projeto e desenvolvimento de um triturador para a redução do volume de conchas de ostras e mariscos. Para o desenvolvimento desse projeto, fez-se o uso de um modelo de metodologia de projeto adaptado. Na busca pelos requisitos dos clientes, foram realizadas entrevistas com os maricultores do Ribeirão da Ilha associados a AMASI. Gerou-se duas concepções de máquina a partir da matriz morfológica para escolha de soluções, sendo uma concepção destinada a ser um protótipo de testes e outra solução objetivando o equipamento final. Realizou-se o projeto mecânico e eletroeletrônico do equipamento, vale destacar que o projeto mecânico referente a estrutura de sustentação e o sistema de tremonhas foi realizado pelos alunos do CTM. O equipamento de testes pôde ser concluído e teve seu desempenho analisado durante o processo, resultando em propostas de alterações para o equipamento final. Contudo, conclui-se que alguns dos objetivos do trabalho não foram concluídos, logo, recomenda-se a utilização deste presente trabalho para dar continuidade ao projeto para que possa ser fabricado e posteriormente utilizado pelos maricultores.

Palavras-chave: Maricultura. Mecatrônica. Triturador.

ABSTRACT

Aquaculture corresponds to the cultivation of animals in water. Such activity, despite its evolution in recent years, still has great growth potential. The mariculture is one of the production practices included in aquaculture, dealing with the cultures performed at sea, and the most important are the piscicultura, mytiliculture, ostreiculture and carcinicultura. The Ribeirão da Ilha, neighborhood of Florianópolis, the study region of this project, stands out as the largest producer of oysters (oyster farming) in Brazil. This practice has provided a great development of the region, besides promoting the generation of direct and indirect jobs. On the other hand, the advance of this activity has as one of the consequences the increase of waste generated by the cultivation and consumption of these animals. With this in mind, the present work had as its objective the project and development of a shredder to reduce the volume of oyster and shellfish shells. For the development of this project, an adapted project methodology model was used. In the search for customer requirements, interviews were conducted with the shellfish farmers from Ribeirão da Ilha associated with AMASI. Two machine conceptions were generated from the morphological matrix for the choice of solutions, one conception destined to be a test prototype and another solution aiming for the final equipment. The mechanical and electro-electronic design of the equipment was carried out. It is worth mentioning that the mechanical design referring to the support structure and the hopper system was done by the CTM students. The test equipment could be concluded and had its performance analyzed during the process, resulting in proposed changes for the final equipment. However, it is concluded that some of the objectives of the work were not concluded, so it is recommended that this present work be used to continue the project so that it can be manufactured and later used by mariculturists.

Keywords: Mariculture. Mechatronics. Crusher.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de consenso para o projeto sistemático de produtos.....	18
Figura 2 - Interior de uma ostra.....	21
Figura 3 - Ilustração das camadas da conchas de moluscos.....	22
Figura 4 - Cultivo de ostras e mariscos em linha.....	24
Figura 5 - Tanque automático de água quente para limpeza.....	25
Figura 6 - Linha de classificação linear eletrônica.....	25
Figura 7 - Sistema mecânico de limpeza e classificação de ostras.....	26
Figura 8 - Plataforma mecanizada para a colheita de mexilhões.....	26
Figura 9 - Rotor tipo gaiola de esquilo.....	27
Figura 10 - Motor elétrico monofásico WP22.....	28
Figura 11 - Sequência genérica para o acionamento de um motor.....	29
Figura 12 - Arduino Uno.....	31
Figura 13 - ESP32 Wi-Fi & Bluetooth.....	31
Figura 14 - Sensor de corrente ACS712.....	32
Figura 15 - Diagrama de blocos de uma fonte linear.....	33
Figura 16 - Diagrama de blocos de uma fonte chaveada.....	33
Figura 17 - Triturador de plástico e garrafas PET da empresa FragMaq.....	36
Figura 18 - Calibrador elétrico circular da empresa mulot.....	37
Figura 19 - Função global.....	41
Figura 20 - Estrutura de funções.....	42
Figura 21 - Concepção 01 do equipamento.....	45
Figura 22 - Concepção 02 do equipamento.....	46
Figura 23 - Esboço inicial do equipamento de trituração.....	48
Figura 24 - Procedimento de seleção de interfaces e sua localização no processo de desenvolvimento de produtos.....	49
Figura 25 - Estrutura de sustentação do equipamento.....	51
Figura 26 - Estrutura de entrada de conchas.....	52
Figura 27 - Estrutura de saída das conchas.....	53

Figura 28 - Engrenagens para transmissão de movimento ao eixo do sistema de trituração.....	54
Figura 29 - Correias para transmissão de movimento as esteiras transportadoras.....	55
Figura 30 - Dados técnicos do redutor de velocidade.....	56
Figura 31 - Dados técnicos do motor elétrico.....	57
Figura 32 - Etapas de reversão de sentido de giro do motor para o destravamento da máquina.....	58
Figura 33 - Fluxograma de funcionamento do circuito.....	60
Figura 34 - Esquemático do sensor ACS712 na placa.....	61
Figura 35 - Esquemático do sensor encoder na placa.....	62
Figura 36 - Esquema de ligação de um transistor npn.....	63
Figura 37 - Circuito de acionamento dos relés.....	64
Figura 38 - Entrada opto acoplada genérica para a placa.....	65
Figura 39 - Interruptor de fim de curso.....	65
Figura 40 - Fonte chaveada 12V / 5A.....	66
Figura 41 - Divisor de tensão de 12V para 5V.....	67
Figura 42 - Modelo manual para estudo produzido por alunos do CTM.....	68
Figura 43 - Protótipo produzido pelos alunos do CTM integrado ao acionamento, redução e base de sustentação.....	69
Figura 44 - Protótipo de testes adaptado.....	70
Figura 45 - Módulo eletroeletrônico anti travamentos no Proteus a) e o resultado b).....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média de características físicas das conchas de ostras <i>Crassostrea Gigas</i> para ensaio.....	22
Tabela 2 - Média da Força de fratura e Força de deformação de conchas de ostras <i>Crassostrea Gigas</i> obtidos através de ensaio mecânico de compressão.....	22
Tabela 3 - Análise comparativa entre fonte linear e chaveada.....	33
Tabela 4 - Requisitos de projeto.....	38
Tabela 5 - Requisitos dos clientes.....	38
Tabela 6 - Especificações do produto.....	39
Tabela 7 - Matriz morfológica.....	42
Tabela 8 - Parâmetros de projetos já definidos.....	43
Tabela 9 - Avaliação das alternativas.....	43
Tabela 10 - Resultado da análise comparativa entre as concepções geradas.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS

AC - *Alternating Current*

AMASI - Associação de maricultores do Sul da Ilha

A - ampere

CAD - *Computer Aided Design*

CTM - Curso Técnico em Mecânica

CV - Cavalo-Vapor

DC - *Direct Current*

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

IDE - *Integrated Development Environment*

IFSC - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

NA - Normalmente aberto

NF - Normalmente fechado

NR - Norma regulamentadora

rpm - Rotações por minuto

V - Volts

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Definição do problema.....	15
1.2 Justificativa.....	16
1.3 Objetivo Geral.....	16
1.4 Objetivos específicos.....	16
1.5 Metodologia.....	17
1.6 Estrutura do trabalho.....	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1 Processo Produtivo da Maricultura.....	20
2.1.1 Biologia das ostras.....	20
2.1.2 Práticas e locais de cultivo.....	23
2.1.3 Tecnologia no processo.....	24
2.2 Motor e Acionamento.....	26
2.2.1 Motor elétrico de indução monofásico.....	27
2.2.2 Acionamentos de motores elétricos.....	28
2.3 Sistemas de transmissão.....	29
2.3.1 Transmissão por correias.....	29
2.3.2 Transmissão por engrenagens.....	29
2.4 Hardware e Plataforma de Prototipagem.....	30
2.4.1 Arduino.....	30
2.4.2 ESP32.....	31
2.5 Sensores.....	31
2.5.1 Sensor de corrente de efeito hall.....	31
2.6.2 Encoder.....	32
2.6 Fontes de Alimentação.....	32
3 DESENVOLVIMENTO.....	34
3.1 Projeto Informacional.....	34
3.1.1 Definição do problema.....	34
3.1.2 O produto.....	35
3.1.3 Mercado.....	36
3.1.4 Concorrentes.....	36
3.1.5 Requisitos e restrições de projeto.....	37
3.1.6 Especificações do produto.....	39

3.2 Projeto Conceitual.....	40
3.2.1 Funções do produto.....	40
3.2.2 Matriz morfológica.....	42
3.2.3 Concepções iniciais.....	44
3.2.3.1 Concepção 01.....	44
3.2.3.2 Concepção 02.....	45
3.2.4 Avaliação das concepções geradas.....	46
3.3 Projeto Preliminar.....	47
3.3.1 Esboço do produto.....	48
3.3.2 Arquitetura do produto.....	48
3.3.3 Dispositivos e sistemas de segurança.....	50
3.3.4 Configuração mecânica do produto.....	50
3.3.4.1 Estrutura de sustentação da máquina.....	50
3.3.4.2 Câmara de trituração.....	51
3.3.4.3 Dispositivos de entrada e saída do resíduo.....	52
3.3.4.4 Dispositivos de transmissão de movimento.....	53
3.3.5 Projeto eletroeletrônico.....	56
3.3.5.1 Dimensionamento do motor elétrico.....	56
3.3.5.2 Dimensionamento dos dispositivos de manobra.....	57
3.3.5.3 Projeto do módulo eletro eletrônico.....	60
3.4 Projeto Detalhado.....	68
3.5 Construção do Protótipo de Testes.....	68
3.5.1 Protótipo inicial para testes.....	69
3.5.2 Módulo eletroeletrônico inicial anti-travamentos.....	71
3.5.3 Testes de trituração.....	72
4 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS.....	74
5 REFERÊNCIAS.....	76
APÊNDICE A.....	81
APÊNDICE B.....	82
APÊNDICE C.....	84
APÊNDICE D.....	86
APÊNDICE E.....	89

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura trata-se do cultivo da água, podendo este ser feito tanto em lagos e açudes de água doce, quanto no mar (maricultura), sendo as espécies diferentes em cada caso. (IGNEZ S. PAULILO, 2002). A aquicultura pode ser vista também como a ciência de criar organismos aquáticos através de um sistema de manejo (Barroso *et al.*, 2007) .

A atividade da aquicultura, apesar de bastante evoluída, tem um enorme potencial de crescimento, uma vez que, de acordo com Duarte *et al.*,(2009), esta prática corresponde a apenas 2% do suprimento global alimentar, apesar dos oceanos ocuparem a superfície do planeta em aproximadamente 70%.

A maricultura caracteriza-se pela “produção de uma ampla variedade de organismos aquáticos marinhos e estuarinos, desde vegetais como as algas, invertebrados como crustáceos e moluscos, até vertebrados como peixes e répteis”(ENGEPESCA, 2018). Dentre essa variedade, os cultivos mais importantes atualmente são os de peixes (piscicultura), mexilhões (mitilicultura), ostras (ostreicultura) e o cultivo de camarões (carcinicultura).

Tratando-se do Estado de Santa Catarina, o total da produção de moluscos em 2019 foi de 15.156,10 toneladas, sendo o mexilhão responsável por 81,12% desta produção, enquanto as ostras foram responsáveis por aproximadamente 19%. Os municípios de Palhoça e Florianópolis foram respectivamente os dois maiores produtores do estado catarinense neste ano (INFOAGRO, 2020).

A prática de ostreicultura, cultivo de ostras, está bem presente em Santa Catarina, de acordo com Santos *et al.* (2017), somente em 2016, comercializou-se 2.821 toneladas de ostras *Crassostrea gigas*, uma espécie de ostra japonesa, no estado Catarinense. O município de Florianópolis, de acordo com o INFOAGRO (2017), produziu cerca de 1.708,00 toneladas de ostras do total de 2016, sendo responsável por mais de 60% da produção desse molusco no estado.

O Ribeirão da Ilha, local de estudo do presente projeto, é um dos principais representantes do estado nesta área, sendo a prática de extrema importância para a localidade em geral. De acordo com a prefeitura de Florianópolis, em 2015 a atividade nesta região gerou 148 empregos diretos, resultando no fato do Ribeirão

da Ilha ser considerado o maior produtor de ostras, não somente do estado, como também de todo o país.

Todavia, a maricultura não surgiu de um momento bom da região. Segundo Mondo *et al.* (2014), a prática da maricultura foi a alternativa, apresentada pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), para sustentar a economia da região que, no final dos anos 80 estava em decadência. Mas tal atividade teve tanto êxito que reestruturou a região e a tornou um dos principais pontos turísticos de Florianópolis.

Contudo, apesar desse avanço na produtividade e grande notoriedade da região na prática da ostreicultura, a tecnologia em tal processo não esteve tão presente. Dito isso, o projeto de pesquisa e desenvolvimento elaborado irá abranger os cultivos de maricultura, estritamente aqueles presentes na região e que o cultivo se dá por animais que contém conchas, sendo então a mitilicultura e a ostreicultura. Isso porque, uma das grandes dificuldades durante a cadeia de produção deste produto é o destino do resíduo final, as conchas resultantes tanto do cultivo quanto do consumo.

1.1 Definição do problema

Segundo Ostrensky *et al.* (2015), os resíduos do processo da maricultura assim como as ostras mortas devem ser descartados de maneira adequada, necessitando de serem enterradas (idealmente com um pouco de cal virgem) e garantindo que o local escolhido esteja longe de qualquer ponto de captação de água.

Contudo, haja vista a grande produtividade da região, a prática de enterrar os resíduos acaba sendo um empecilho, pois a quantidade de conchas resultantes do cultivo e consumo de ostras e mariscos vêm crescendo anualmente. Vale ressaltar que, em pesquisas realizadas, têm-se informações de que aproximadamente 25% dos resíduos são jogados diretamente no mar, e , em torno de 37% são descartados em conjunto com o lixo comum (PETRIELLI, 2008).

Isto posto, o objetivo deste presente projeto é apresentar as etapas de pesquisa e desenvolvimento de um triturador. Sua capacidade de redução de volume será baseada nos dados referentes à produção dos maricultores do Ribeirão

e, com a sua finalização, espera-se tornar mais fácil dar uma destinação adequada as conchas das ostras.

1.2 Justificativa

O crescente aumento da atividade na região, provoca, por consequência, o aumento dos resíduos provenientes dessa atividade. Ocasionalmente assim, o descarte incorreto do material, ou até mesmo, como informado pelos maricultores, uma possível cobrança adicional na taxa de coleta de resíduos sólidos (TCRS) por parte do órgão responsável, a COMCAP, companhia melhoramentos da capital responsável pela coleta de resíduos sólidos e pela limpeza pública da cidade.

Com a redução do volume das conchas de ostras e mariscos, facilita-se o descarte correto destes resíduos e até mesmo propicia que os maricultores locais tornem estas conchas trituradas em ativos para a região, haja vista a diversidade de produtos que podem ser feitos com a concha.

De acordo com Chierighini *et al.* o carbonato de cálcio (CaCO_3), principal constituinte da concha, pode ser utilizado em diversos produtos, dentre eles: cal virgem, carga em polímeros, pasta de papel, etc. Sendo assim, uma vez que o volume destas conchas é reduzido, o seu encaminhamento para futuros processos se dá com maior facilidade.

Vale destacar que a realização do projeto se deu por uma demanda da AMASI, Associação de Maricultores do Sul da Ilha, a qual, em conjunto com o IFSC, contribuiu para a realização do projeto com o intuito de auxiliar a comunidade do Ribeirão da Ilha.

1.3 Objetivo Geral

Motivando-se no grande acúmulo de conchas de ostras e mariscos resultantes do processo da maricultura, o trabalho proposto teve como objetivo principal o desenvolvimento do projeto de um sistema mecânico capaz de realizar a redução do volume de conchas de ostras e mariscos, dentro dos padrões de qualidade e segurança requeridos pelos maricultores do Ribeirão da Ilha.

1.4 Objetivos específicos

O IFSC-Câmpus Florianópolis, por demanda da AMASI, surgiu com a ideia de fazer um trabalho que englobasse as áreas de saúde, segurança e educação para ajudar a região. O projeto denominou-se de “Maricultura ilha-IFSC: saúde, segurança e educação”. Os projetos destas três áreas seguiram paralelamente nos anos de 2019 e 2020 com o intuito de auxiliar o máximo de pessoas possíveis. Sendo alguns dos objetivos relacionados ao projeto já concluídos. Contudo, dentre os objetivos a serem concluídos têm-se:

- Projetar um equipamento que tenha como base a segurança dos operadores e das demais pessoas envolvidas, tanto na operação como na construção do mesmo.
- Aprimorar o equipamento de testes, tornando-o mais seguro e eficaz para a realização de ensaios.
- Desenvolver um equipamento capaz de triturar uma grande quantidade de conchas, visto que maricultores da região possuem grande capacidade de produção.
- Aprimorar o módulo eletroeletrônico anti travamentos, tornando-o mais confiável e mais suscetível a adaptações.

1.5 Metodologia

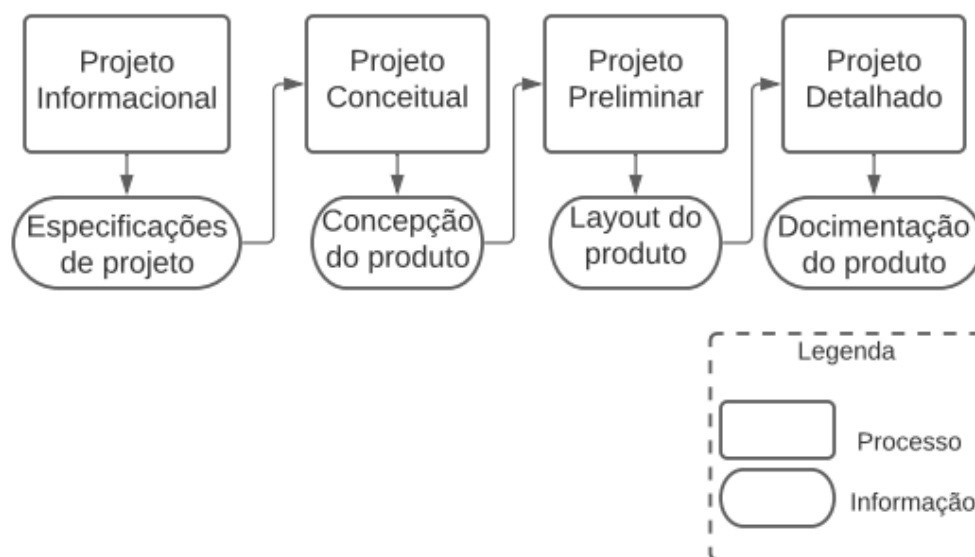
De acordo com Severino (2000, p.162) é nesta fase do projeto que o autor deve declarar o tipo de pesquisa que será desenvolvida. Podendo esta ser empírica, teórica, histórica, ou uma combinação destas pesquisas.

Um projeto, de acordo com Carpes Jr (2014), é um processo desenvolvido através de pessoas, com o uso de ferramentas técnicas e que se encontram dentro de um contexto social, devendo atender as necessidades dos envolvidos. Tal definição se adequa perfeitamente a abordagem realizada pela equipe, uma vez que o projeto de pesquisa e desenvolvimento de um triturador para o beneficiamento de conchas, será realizado e inserido no meio social dos trabalhadores e moradores da região do Ribeirão da Ilha.

Ogliari (1999), levando em consideração abordagens clássicas de projeto de produto de autores como Nelson Back, Gerhard Pahl e Wolfgang Beitz, Vladimir Hubka, Ernst W. Eder e David G. Ullman, agrupou as similaridades obtidas através

da análise dos modelos destes autores e definiu um novo modelo denominado de modelo de consenso. E, suas etapas podem ser vistas na Figura 1.

Figura 1 - Modelo de consenso para o projeto sistemático de produtos



Fonte: Adaptado de Ogliari (1999)

Logo, a metodologia a ser abordada será a de projeto de produtos, aquela baseada no modelo de consenso de Ogliari. Pois, de acordo com Romero *et al.* (2013), tratar um processo de desenvolvimento de produtos através da divisão em fases ou grupos de atividades, é uma maneira de lidar com a complexidade do processo.

1.6 Estrutura do trabalho

A divisão deste presente trabalho partirá de quatro tópicos principais, sendo eles a fundamentação teórica, a metodologia, o desenvolvimento e a conclusão do trabalho. Primeiramente será exibida a fundamentação teórica do trabalho, abordando as pesquisas realizadas que embasaram o projeto e a construção do equipamento. O próximo item a ser abordado é o desenvolvimento, é neste item que inicia-se o passo a passo para a construção do equipamento de acordo com a metodologia escolhida. Por fim, têm-se a conclusão. Na conclusão são exibidos os resultados obtidos pela equipe de acordo com os objetivos estipulados, analisando

se os mesmos foram cumpridos. Também trata do aprendizado individual obtido durante o processo, e sugestões para projetos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção tem como objetivo estabelecer a base de conhecimentos necessários para a compreensão do tema. Serão abordadas pesquisas relacionadas ao processo de produção de moluscos, com foco no Ribeirão da Ilha, além de tecnologias necessárias para a construção do equipamento.

2.1 Processo Produtivo da Maricultura

Nesta parte será abordado um panorama geral relacionado ao processo de produção de ostras, com foco no sistema adotado pelos maricultores do Ribeirão da Ilha. Também será exibido uma parte referente a biologia destes organismos. Tais aspectos se relacionam diretamente com as fases iniciais do projeto. Isto porque, é através dessa análise inicial que a equipe obtém a base de informações referentes ao processo de produção regional e internacional, além de informações sobre as conchas de mariscos, norteando assim o desenvolvimento do produto.

Inicialmente serão apresentados alguns aspectos que se relacionam com a natureza das ostras, mais especificamente suas características biológicas. Após isso, o tema a ser abordado será a prática da maricultura, com foco no sistema abordado pelos fazendeiros do Ribeirão da Ilha. Tal tema será apresentado desde os tipos de cultivos, até a parte correspondente ao descarte das conchas resultantes deste processo.

Devido ao fato de que o presente trabalho aborda a pesquisa e desenvolvimento de um triturador para o beneficiamento de conchas resultantes do processo, é importante relatar sobre as tecnologias já presentes na atividade. Logo, serão mostrados equipamentos que fazem parte do processo, regional ou internacional, com o intuito de expor o nível tecnológico em que se encontra a atividade, e, como este trabalho supre uma das carências existentes.

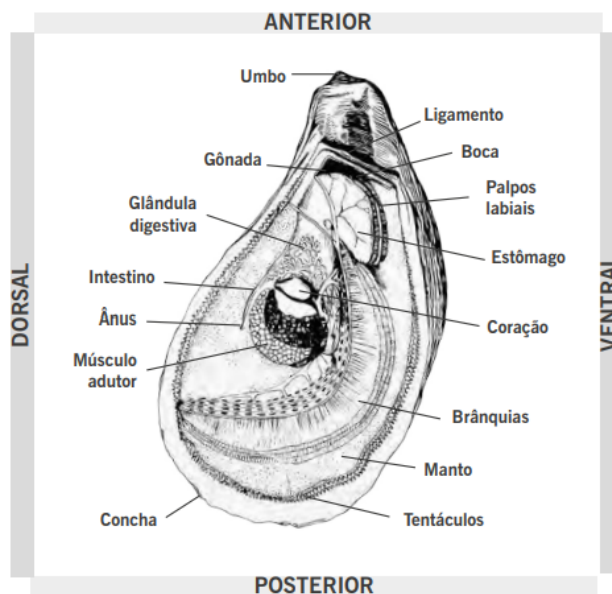
2.1.1 Biologia das ostras

Haja vista que a maior parte dos resíduos a serem triturados serão de conchas de ostras, realizou-se uma pesquisa com o intuito de aprimorar os conhecimentos acerca deste animal. Segundo Ostrensky *et al.* (2015), esses animais têm como característica uma concha que é dividida em duas partes (ou

valvas), e devido a isso são classificadas como moluscos bivalves. Neste grupo também fazem parte os mexilhões, sururus, lambretas, berbigões e as vieiras.

A abertura dessas valvas é controlada através do músculo adutor e, no interior, da mesma maneira que a maioria dos animais, as ostras possuem vários órgãos internos (OSTRENSKY *et al.* 2015), como pode ser visualizado na Figura 2.

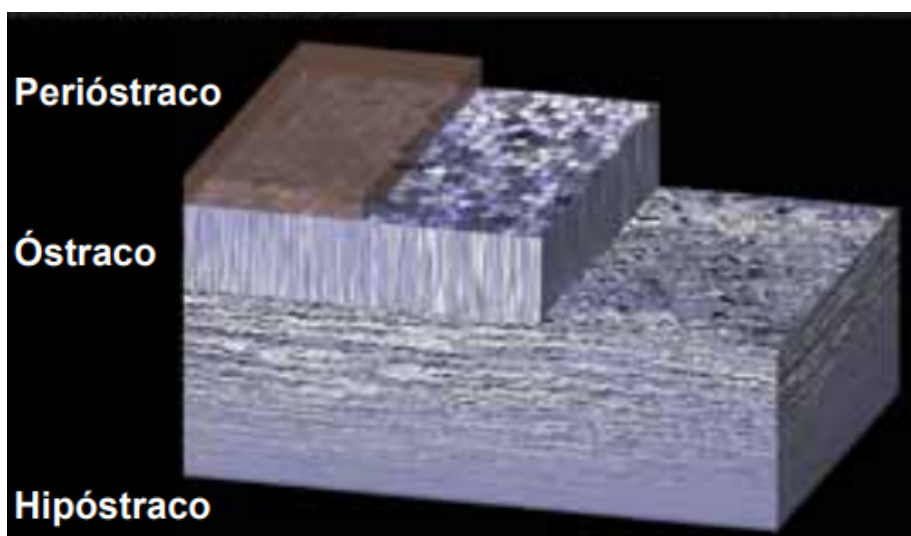
Figura 2 - Interior de uma ostra



Fonte: Sebrae (2015)

Uma das principais características estudadas pela equipe foram as conchas em geral, visto seu papel primordial para a construção da máquina. Sua composição se dá por carbonato de cálcio (CaCO_3) e possui três camadas denominadas de: Perióstraco, Óstraco e Hipóstraco, Figura 3. Sendo que, em sua maioria, estas conchas servem para a proteção ao corpo mole do animal (ABSHER; FERREIRA JR; CHRISTO. 2015)

Figura 3 - Ilustração das camadas da concha de moluscos



Fonte: Adaptado de ABSHER, FERREIRA e CHRISTO (2015)

Analisou-se estudos já existentes sobre a resistência mecânica de conchas de ostras, mais especificamente de *Crassostrea gigas*. Uma pesquisa realizada por Nunes *et al.* (2018) indicou que, conchas com um padrão de massa, comprimento, largura e espessura indicados na Tabela 1, quando submetidas a ensaios mecânicos, tem-se uma média de forças necessárias para fratura indicadas na Tabela 2.

Tabela 1 - Média de características físicas das conchas de ostras *Crassostrea Gigas* para ensaio

Aspecto	Valor
Massa	45,03 g
Comprimento	8,59 cm
Largura	5,38 cm
Espessura	1,73 cm

Fonte: Adaptado de Nunes *et al.*(2018)

Tabela 2 - Média da Força de fratura e Força de deformação de conchas de ostras *Crassostrea Gigas* obtidos através de ensaio mecânico de compressão

	Força de Fratura (N)	Deformação (mm)
Lateromedial	1027,39	2,11

Longitudinal	1024,26	3,23
Transversal	642,78	2,94

Fonte: Adaptado de Nunes *et al.* (2018)

Estes dados serão úteis nas demais etapas de projeto, contribuindo na construção mecânica do triturador.

2.1.2 Práticas e locais de cultivo

De acordo com Nonô (2010), a área a ser escolhida para o cultivo de ostras deve apresentar condições favoráveis quanto aos seguintes aspectos: salinidade, temperatura, produtividade primária, livre de poluição doméstica e industrial e dinâmica das águas. Além de não ser em área de maré vermelha ou com grande circulação de embarcações.

Além destes aspectos, o Ribeirão da Ilha, de acordo com Machado (2002), foi uma área selecionada para o cultivo por motivos como: ser abrigado de ventos e correntes fortes, profundidade na meia maré igual ou superior a um metro e meio, distanciamento de locais de tráfego de embarcações, distanciamento de locais considerados como ancoradouros de embarcações, distanciamento de locais tradicionais de pesca, distanciamento de praias com foco no turismo ou lazer, distanciamento de fozes de rios.

No que diz respeito aos tipos de cultivos de ostras, de acordo com Da Silva, C. e Da Silva, J. (2007) existem quatro tipos de cultivos. Sendo eles espinhel ou *long-lines*, lanterna, travesseiros e rede tubular. Conforme Petrielli (2008), o tipo de cultivo mais utilizado em Santa Catarina é o do tipo em linha(ou *long-lines*), representado na Figura 4, devido principalmente a sua compatibilidade com as variações ambientais.

Figura 4 - Cultivo de ostras e mariscos em linha

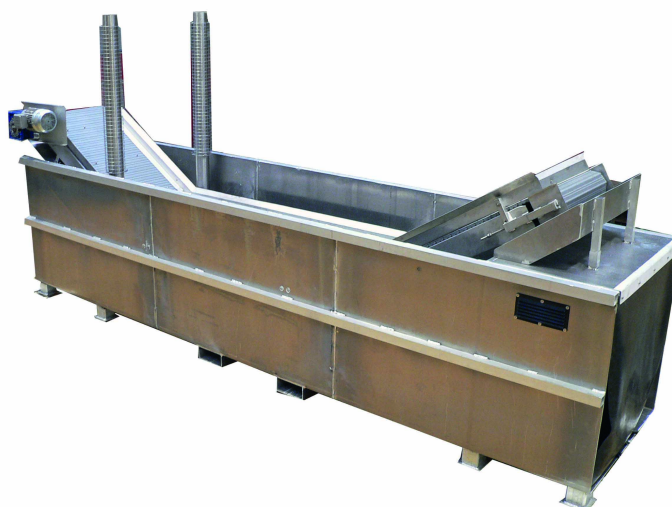


Fonte: Marcos A. Malagoli (2015)

2.1.3 Tecnologia no processo

Acerca da mecanização do processo de produção de ostras, os principais equipamentos encontrados em pesquisas são do exterior e, grande parte, tratando de máquinas de limpeza e classificação. Um exemplo de máquina para a limpeza de ostras encontra-se na Figura 5, equipamento feito pela empresa francesa *mulot*, a qual é especialista em equipamentos para a indústria de marisco desde 1971 (MULOT, 2022). Enquanto na Figura 6, tem-se um exemplar de máquina para classificação de ostras desta mesma fabricante.

Figura 5 - Tanque automático de água quente para limpeza



Fonte: Mulot (2021)

Figura 6 - Linha de classificação linear eletrônica



Fonte: Mulot (2021)

No que se refere a mecanização no cultivo de ostras em Santa Catarina, de acordo com NOVAES (2005) muitos maricultores procuram desenvolver seus próprios equipamentos, contudo, sem muito sucesso. Vale destacar que, dentre as tentativas de equipamentos desenvolvidos, não encontra-se registro de um triturador específico para conchas de ostras e mariscos. Ressaltando a necessidade deste presente projeto.

Contudo, alguns equipamentos foram desenvolvidos para a otimização da prática. Como por exemplo um sistema mecânico de limpeza e classificação de

ostras, Figura 7. Outro exemplo é uma plataforma mecanizada para a colheita de mexilhões em Santa Catarina, Figura 8, apresentado pela EPAGRI.

Figura 7 - Sistema mecânico de limpeza e classificação de ostras



Fonte: Adaptado de Novaes (2005)

Figura 8 - Plataforma mecanizada para a colheita de mexilhões



Fonte: Adaptado de EPAGRI(2016)

2.2 Motor e Acionamento

Para realizar a conversão de energia elétrica da rede de alimentação local em energia mecânica para movimentação dos componentes do triturador, faz-se necessário o uso de um motor elétrico. Dentre os mais utilizados, destaca-se o motor

elétrico de indução. E, para acionar o mesmo, necessita-se determinados dispositivos para proteção e correto funcionamento.

2.2.1 Motor elétrico de indução monofásico

Os motores de corrente alternada atualmente são os motores mais utilizados no mundo, representando mais de 90% de motores instalados. Sua configuração de alimentação pode ser monofásica ou trifásica. Vale destacar que a maioria dos motores CA possuem configuração do rotor tipo gaiola de esquilo, uma gaiola de alumínio ou cobre inserida dentro do rotor de ferro laminado, Figura 9 (PETRUZELLA, 2013).

Figura 9 - Rotor tipo gaiola de esquilo



Fonte: FRANCHI (2018, p.45)

De acordo com Petruzella (2013), os motores de indução monofásicos são construídos para tensões de alimentação que variam de 120 a 240 V, a uma frequência de 60 Hz. Um exemplo de motor elétrico monofásico encontra-se na Figura 10.

Figura 10 - Motor elétrico monofásico WP22



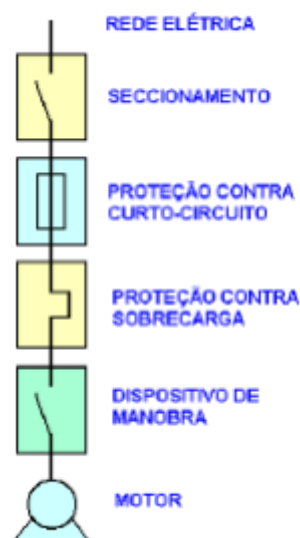
Fonte: WEG (2020)

2.2.2 Acionamentos de motores elétricos

Todos os motores estão sujeitos a variações do ponto de vista elétrico, logo, deve haver medidas de proteção para o mesmo. As proteções necessárias mais comuns são contra: curto-circuito, sobrecargas, baixa tensão, fase aberta, reversão de fase etc. (SOUZA, 2009).

Para que não haja contato do operador com o circuito elétrico de potência, se faz necessário o uso de dispositivos de manobra para o acionamento seguro, gerando assim o circuito de comando (SOUZA, 2009). Um exemplo de circuito genérico de comando encontra-se na Figura 11.

Figura 11 - Sequência genérica para o acionamento de um motor



Fonte: SOUZA (2009, p.8)

Os dispositivos de proteção (fusível, relé térmico, disjuntor, disjuntor motor, entre outros) são empregados em um circuito elétrico com o intuito de proteger equipamentos, circuitos eletroeletrônicos, máquinas e instalações elétricas contra alterações no valor da tensão de alimentação e na corrente elétrica (TAQUES, 2016).

Têm-se ainda os dispositivos de comando, sinalização e auxiliares em um circuito, dentre eles destacam-se: Botões e chaves manuais, contadores, relés temporizadores, relés protetores, sinalizadores visuais e sonoros (TAQUES, 2016).

2.3 Sistemas de transmissão

Um sistema de transmissão, de acordo com Santos (2012, p.1) “é todo mecanismo constituído de elementos de máquina, capaz de transmitir movimento, torque e potência de um eixo de entrada para um eixo de saída”. Engrenagem, correia, polia e acoplamento são alguns exemplos de sistemas de transmissão mecânicos que cumprem tais funções.

2.3.1 Transmissão por correias

Procura-se utilizar correias ou elementos similares quando deseja-se transmitir potência em uma distância relativamente grande a uma engrenagem, eixo ou mancal. Vale destacar, sua vantagem em absorver cargas de choque e isolar os

efeitos causados pela vibração. Contudo, a manutenção neste elemento é maior, tendo este que ser trocado no seu primeiro sinal de deterioração (SHIGLEY, 2011).

2.3.2 Transmissão por engrenagens

Empregadas com o intuito de transmitir força e movimento para outro eixo, as engrenagens de acordo com Shigley (2011), podem ser divididas em quatro tipos principais, sendo esses:

Engrenagem cilíndrica de dentes retos: Os dentes são paralelos ao eixo de rotação, empregadas quando deseja-se transmitir movimento entre eixos paralelos.

Engrenagem helicoidal: Dentes possuem um ângulo de inclinação em relação ao eixo de rotação, em sua maioria empregadas para transmitir movimento entre eixos paralelos, porém com menos ruído.

Engrenagem cônica: Seus dentes formados em superfícies cônicas e são usualmente empregadas para transmitir movimento entre eixos que se interceptam.

Par pinhão-coroa sem-fim: Construídos de modo que os dentes, de um ou de ambos, sejam parcialmente cobertos um ao outro. Geralmente empregados quando têm-se a razão da velocidade dos eixos elevadas.

2.4 Hardware e Plataforma de Prototipagem

Tendo em vista o controle e monitoramento do motor elétrico e também dos possíveis componentes adicionais, faz-se necessário o uso de um microcontrolador para cumprir tal função. Busca-se uma plataforma simples de trabalho e que também seja capaz de adequar-se aos módulos adicionais da máquina.

2.4.1 Arduino

Segundo Banzi (2011, p. 17) “O Arduino é uma plataforma de computação física de fonte aberta, com base em uma placa simples de entrada/saída (input/output, ou I/O)”. Além de sua simplicidade no uso, vale destacar que o mesmo pode ser utilizado para o desenvolvimento de projetos de maneira independente, conectado a um computador, a uma rede, ou até mesmo via internet (MCROBERTS, 2018). Um exemplar do Arduino mais utilizado, o Arduino Uno, encontra-se na Figura 12.

Figura 12 - Arduino Uno

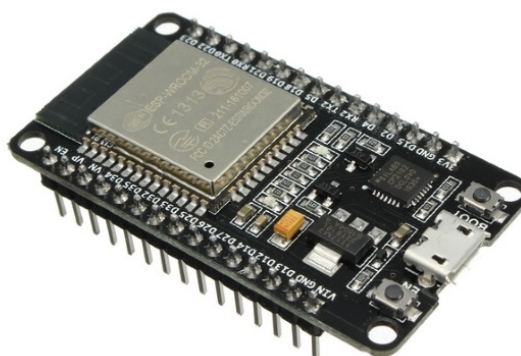


Fonte: FILIPEFLOP (2014)

2.4.2 ESP32

De acordo com KURNIAWAN (2019), o ESP32 é um chip de baixo custo com o mesmo microcontrolador do Arduino UNO, o MCU. Vale destacar que sua capacidade de comunicação, sem o uso de módulos, via internet e/ou *bluetooth* facilitam o uso em projetos ou aplicações em IOT (*Internet of things*). Um exemplar deste dispositivo encontra-se na Figura 13.

Figura 13 - ESP32 Wi-Fi & Bluetooth



Fonte: FILIPEFLOP (2020)

2.5 Sensores

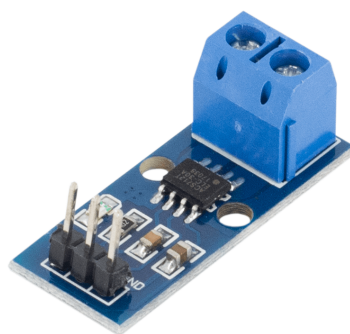
Para fazer a conversão do estado da máquina, ou de um equipamento específico, para a posterior interpretação do microcontrolador, é preciso que haja um sensor. De acordo com THOMAZINI (2020), sensores são dispositivos que reagem quando submetidos a algum tipo de energia, seja esta luminosa, térmica ou cinética.

2.5.1 Sensor de corrente de efeito hall

Descoberto por Edwin H. Hall em 1879, o efeito Hall consiste na geração de uma força, força de Lorentz, a partir do fluxo dos portadores de carga de uma corrente, I_c , em uma fina camada de material condutor, os quais são afetados por um fluxo magnético externo B . (ALMEIDA, 2009)

Um exemplo do uso desta descoberta é o sensor de corrente ACS712, Figura 14, sensor invasivo que faz o uso deste efeito para medições de corrente alternada e corrente contínua dentro de uma faixa estipulada.

Figura 14 - Sensor de corrente ACS712



Fonte: FILIPEFLOP (2017)

2.6.2 Encoder

Os encoders são utilizados quando deseja-se interpretar um movimento rotativo ou linear para um sinal digital, geralmente empregado em aplicações de controle de movimento, distância, velocidade ou posição (INST TOOLS, 2017). Um encoder é composto basicamente por um disco com marcações, tendo um componente emissor e outro receptor para analisar suas revoluções.

2.6 Fontes de Alimentação

Para a alimentação dos dispositivos eletrônicos, é necessário a utilização de uma fonte. Os dois principais tipos de fontes de alimentação CA - CC são lineares ou chaveadas. Petry (2007), elenca as principais vantagens e desvantagens desses dois tipos de acordo com a Tabela 3.

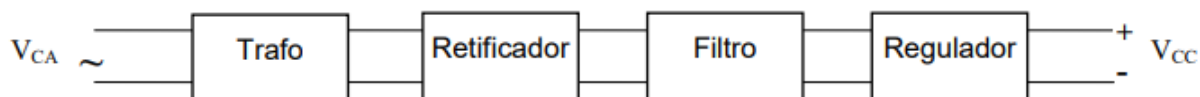
Tabela 3 - Análise comparativa entre fonte linear e chaveada

Fonte Linear		Fonte Chaveada	
Vantagens	Desvantagens	Vantagens	Desvantagens
Simplicidade	Apenas uma saída para cada regulador	Múltiplas saídas	Maior complexidade
Operação silenciosa	Baixa eficiência	Alta eficiência	Ruídos audíveis
Robusta	Grande volume	Baixo volume	Tempo de resposta maior
Custo reduzido	Apenas diminuem a tensão	Podem diminuir ou aumentar a tensão	Custo de manutenção maior

Fonte: Adaptado de Petry (2007)

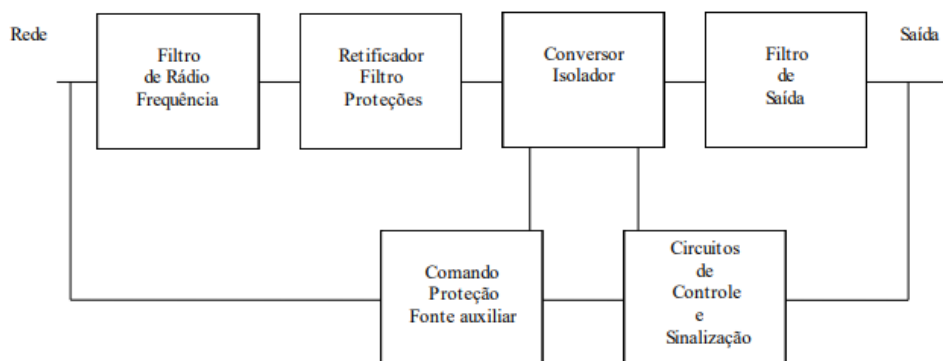
As figuras 15 e 16 representam respectivamente o diagrama em blocos do modelo de construção de uma fonte linear e chaveada. Demonstrando uma forma construtiva muito mais simples das fontes lineares em comparação às chaveadas, contudo, isso resulta em algumas desvantagens, como as citadas na Tabela 3.

Figura 15 - Diagrama de blocos de uma fonte linear



Fonte: Souza & Silva Jr (2012)

Figura 16 - Diagrama de blocos de uma fonte chaveada



Fonte: Souza & Silva Jr (2012)

3 DESENVOLVIMENTO

Neste item serão abordadas as etapas utilizadas durante o projeto do triturador. Tais etapas são baseadas na metodologia de projeto de produtos apresentada, onde no final de cada subitem tem-se um resultado parcial do projeto.

3.1 Projeto Informacional

O projeto informacional tem como objetivo principal a obtenção das informações de entrada e transformá-las em especificações de projeto. Ou seja, inicia-se esta etapa com uma análise sobre o problema, levantando informações para a resolução do mesmo, e termina com a declaração das especificações técnicas do produto. De acordo com CARPES JR (2014), o projeto informacional divide-se em seis partes, sendo elas: Definição do problema, produto, mercado, concorrentes, requisitos e restrições de projeto, especificações do produto.

Foram realizados encontros entre a equipe de projeto e os maricultores, questionários e troca de informações. Com a finalidade de saber o nível tecnológico das produções, quais as necessidades principais, e a demanda que o equipamento teria.

3.1.1 Definição do problema

A comunidade de maricultores do Ribeirão da Ilha tem uma grande capacidade de produção de moluscos, visto que é o principal produtor do país. Contudo, tal fato traz consigo uma consequência direta, o grande volume de resíduos de conchas. Levando em consideração os anos de 2006 e 2007, o resíduo mensal varia de 22,3 toneladas, em meses de baixa, até 170,7 toneladas, em meses de alta (PETRIELLI, 2008).

WOLF (2018), através de uma pesquisa realizada com os Ostreicultores e restaurantes do bairro Ribeirão da Ilha, sobre o destino final das conchas de ostras, obteve os seguintes dados: 70% dos ostreicultores despejavam as conchas em lixo comum, e, aproximadamente 90% dos restaurantes faziam o mesmo. Sendo este problema relacionado diretamente à falta de articuladores intermediários para fazer esta coleta.

Logo, tendo este problema relacionado ao acúmulo de resíduos, o objetivo principal do produto é reduzir o volume das conchas resultantes do processo de cultivo e consumo de ostras e mariscos. Desta forma, não somente o descarte é beneficiado, como também facilita-se o uso deste resíduo para processos futuros por meio de intermediários, tornando o que antes era tratado como lixo, em um ativo para a comunidade.

3.1.2 O produto

De acordo com ALMEIDA e TOLEDO (1992), a definição de um produto depende do ponto de vista. O ponto de vista de projetistas e administradores da produção está focado nos aspectos técnicos do produto, enquanto do ponto de vista do consumidor o foco é na satisfação que aquele produto trará. Ainda têm-se o ponto de vista econômico e o do vendedor, os quais não serão válidos ao presente projeto.

Ainda pode-se destacar uma divisão de produtos em duas classes, bens ou serviços (ALMEIDA E TOLEDO, 1992). O presente projeto trata-se de um produto relacionado a um bem, mais especificamente um bem durável. Tal equipamento terá foco no ponto de vista do cliente, contudo, não deixando de lado a visão da equipe de projeto.

Como o principal problema se trata de uma alta concentração de resíduos, o equipamento terá de suprir esta necessidade dos moradores e maricultores, tendo que reduzir o volume do material resultante do processo. Logo o dispositivo trata-se de um triturador, o qual será projetado com o objetivo de diminuir o volume de uma grande quantidade de conchas úmidas ou secas.

A máquina será compacta, devendo atender uma fazenda apenas, porém com possíveis adaptações para que aumente esta ação. Será fabricada de modo que possa ser usada no ambiente de trabalho cotidiano do maricultor, sem que sofra danos devido às condições impostas. Seus componentes estruturais serão preferencialmente de materiais já disponíveis no Campus do IFSC, assim diminuindo o custo de fabricação, contudo, mantendo o produto confiável e robusto.

Vale destacar que a saúde e segurança do operador são aspectos prioritários da equipe no que diz respeito a criação do equipamento. Desta forma, dispositivos e sistemas serão realizados para a garantia de tais aspectos.

3.1.3 Mercado

A máquina de trituração deverá atender uma grande quantidade de maricultores, principalmente aqueles associados a AMASI, Associação de Maricultores Do Sul Da Ilha, empreendedores individuais e moradores da região. Contudo, este projeto trata-se de uma parceria do IFSC com esta associação e os moradores, abrangendo também questões como saúde, segurança e educação. E com isso, definiu-se que o produto não será comercializado preferencialmente.

3.1.4 Concorrentes

Algumas empresas trabalham na área de trituração hoje em dia, como CID, FragMAQ, Garthen e Trapp, entre outras. Tais empresas fabricam trituradores e se encontram estáveis no mercado nacional atualmente. Contudo, estas empresas focam na trituração de materiais como plástico, metal, madeira, entre outros. Um exemplo é o triturador de plásticos da empresa FragMAQ que encontra-se na Figura 17. Contudo, isto não atenderia a demanda necessária dos maricultores da região, haja vista que a concha da ostra e/ou marisco é um material muito específico e com seus próprios desafios.

Figura 17 - Triturador de plástico e garrafas PET da empresa FragMaq



Fonte: FragMaq (2016)

Porém, quando visto o mercado internacional algumas empresas já atuam nesta área, como por exemplo a empresa francesa *mulot*, a qual confecciona uma

máquina com um sistema de separação e classificação de ostras bastante avançado, um exemplo na Figura 18. Porém, além de não se ter especificamente um triturador, tratando-se de uma empresa estrangeira, o custo ficaria elevado assim como dificuldades de manutenção estariam presentes no caso de uma obtenção deste equipamento.

Figura 18 - Calibrador elétrico circular da empresa *mulot*



Fonte: Mulot (2019)

3.1.5 Requisitos e restrições de projeto

De acordo com Fonseca (2000), existem dois métodos para a obtenção das especificações de projeto. O primeiro método trata-se de obter diretamente as especificações de projeto, auxiliado ou não por um *check-list*, não levando em consideração o trabalho prévio com as necessidades dos usuários. O segundo método, por sua vez, obtém as especificações de projeto baseado nas necessidades dos usuários, dos produtores e de outros envolvidos no projeto em questão

O grupo dos servidores participantes da Instituição de ensino juntamente com os estagiários encarregados, baseados no segundo método indicado por Fonseca, efetuaram uma reunião com o comitê técnico da AMASI, definindo assim grande parte das diretrizes do projeto. Dentre as pautas, foram observadas as principais necessidades dos maricultores no que se diz respeito ao equipamento. Também foi analisado pela equipe os principais atributos que deveriam se cumprir durante o

projeto. As anotações referentes às entrevistas realizadas encontram-se no Apêndice A.

A partir dessas informações foram formulados alguns requisitos de projeto, resultando em uma tabela de requisitos, Tabela 4. Foram divididos de acordo com as fases em que o produto se encontrará, e o que pretende-se atingir ou esperar desta fase. Desta maneira, pode-se ver o cumprimento dos requisitos, e futuramente especificações, durante o andamento do projeto, e não somente ao final.

Tabela 4 - Requisitos de projeto

Fases	Requisitos
Projeto	Baixa potência de acionamento
	Baixo volume ocupado
	Grande capacidade de trituração
	Seja adaptável a avanços
Fabricação	Baixo custo de fabricação
	Baixa complexidade de fabricação
	Baixo tempo de fabricação
Operação	Seguro
Manutenção	Longo tempo de vida útil
	Baixa frequência de manutenção

Fonte: Do autor (2019)

Também foram analisados os requisitos dos clientes, suas necessidades foram dispostas na Tabela 5.

Tabela 5 - Requisitos dos clientes

Fases	Requisitos
Projeto	Independência entre as partes
	Capaz de triturar conchas úmidas
Fabricação	Baixa complexidade de fabricação
	Baixo custo de montagem
	Baixo custo de fabricação

Operação	Facilidade de transporte
	Baixo consumo de energia
	Compatível com a rede elétrica local
Manutenção	Baixo custo de manutenção
	Baixa complexidade exigida para manutenção

Fonte: Do autor (2019)

3.1.6 Especificações do produto

Os requisitos do projeto, apesar de serem a referência para o desenvolvimento do produto, sua subjetividade e a margem para variação ou interpretação acabam por gerar incertezas, divergências e conflitos (Carpes Jr, 2014). De acordo com BAXTER (2011), é de extrema importância fazer estudos detalhados sobre a viabilidade do produto e suas especificações antes de começar o projeto.

Com isso, há a necessidade de transformar estes requisitos de projeto, e dos clientes, em especificações, pois estas são quantitativas e mensuráveis. Por conseguinte, esta transição resultou em uma tabela de requisitos com um limite de valores indicado, Tabela 6.

Tabela 6 - Especificações do produto

Especificação	Unidade	Valor	Comentários
Potência de acionamento	CV	<2CV	--
Volume ocupado	m ³	< 2	--
Produtividade (conchas trituradas)	Litros/min	20	Projeção do valor com o auxílio de entrevistas realizadas
Adaptação à avanços	--	Máximo possível	Projeto do produto de maneira modular para facilitar o cumprimento deste tópico

Custo de fabricação	R\$	<=10.000,00	Valor estipulado inicialmente pelo Projeto Maricultura Ilha-IFSC
Baixa complexidade de fabricação	--	Menor número de processos de fabricação possível	
Tempo de fabricação	Anos	<2	Tempo não alcançado devido à suspensão das atividades presenciais
Segurança	-	Máxima segurança possível	Adequação às normas de segurança
Tensão de alimentação	Volts	220V - Monofásica	
Estimativa de vida útil	Anos	>= 5	
Frequência de manutenção	Nº	Uma manutenção por semestre	

Fonte: Do autor (2019)

3.2 Projeto Conceitual

O projeto conceitual é uma das partes mais importantes do projeto, pois nele define-se diretrizes para o restante da formação do produto. De acordo com Carpes Jr (2014) o projeto conceitual inicia com as especificações do produto e o resultado desta fase é um conjunto de princípios de soluções que são avaliadas segundo critérios técnicos e econômicos.

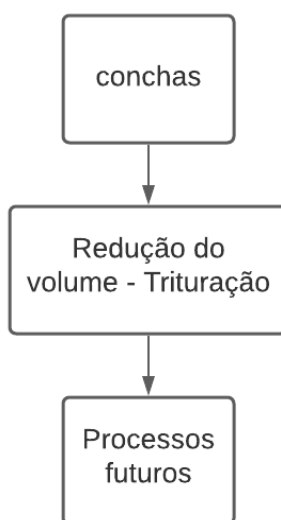
Nesta etapa realiza-se uma análise mais profunda do produto, como quais funções deve desempenhar, a fim de atender o problema levantado na seção informacional. As diversas alternativas para realização de cada função são percorridas e, através de dados, classificar e adotar a melhor opção para obter um maior grau de confiabilidade e eficácia.

3.2.1 Funções do produto

O primeiro passo desta etapa é apresentar a função global do produto, isto é, o motivo pelo qual este será feito. A função global, de acordo com Maribondo (1998),

trata-se da função mais abrangente do produto, a qual deve ser descrita na forma de um verbo, substantivo e mais algum complemento, além das entradas e saídas para a realização desta. A função global do presente produto, Figura 19, é a de “triturar conchas de ostras e mariscos para redução de volume”, sendo a sua entrada do processo as conchas, e a saída a utilização destas conchas trituradas em processos industriais futuros ou simplesmente a facilitação do dia a dia dos maricultores.

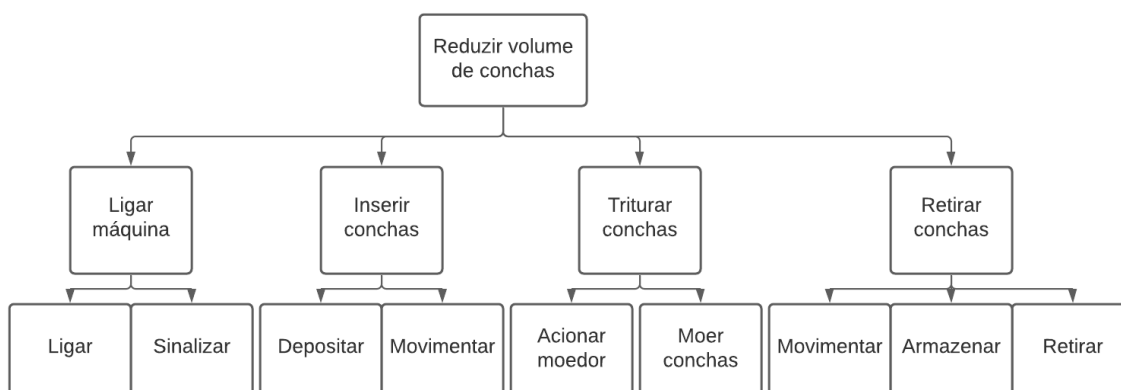
Figura 19 - Função global



Fonte: Do autor (2019)

Contudo, de acordo com SANTOS *et al.*(2012), a função global é abstrata e imprecisa, sendo assim necessário desdobrá-la em subfunções. Analisando o objetivo da máquina e as funções que ela deve cumprir, formulou-se uma estrutura de funções, Figura 20, para o protótipo cuja principal função é a de reduzir o volume de conchas. E, para tal, são apresentados as suas subfunções, funções secundárias com que conjuntas alcançam a função principal do produto, as quais posteriormente terão uma solução bem definida.

Figura 20 - Estrutura de funções



Fonte: Do autor (2019)

As funções e subfunções da máquina definem um caminho a ser seguido para a construção do protótipo, uma vez que o mesmo será produzido com a finalidade de cumprir de forma eficaz estes objetivos.

3.2.2 Matriz morfológica

Com a estrutura de funções já bem definida, o próximo passo é fazer uma matriz morfológica, que é um método de criatividade sistemático onde se insere os parâmetros ou subfunções onde se deseja buscar alternativas de solução ou princípios físicos aplicáveis (CARPES JR, 2014). Logo, para cada subfunção da Figura 18, escolheu-se quatro alternativas para uma possível solução, resultando na Tabela 7.

Tabela 7 - Matriz morfológica

Parâmetro	Solução 1	Solução 2	Solução 3	Solução 4
Sinalizar	LEDs	display LCD	Sinal sonoro	Sinaleiro
Movimentação das conchas	Queda direta na câmara de trituração	Esteira transportadora	Funil	Locomoção por fuso
Moer conchas	Sistema de tremonhas	Hélice	Trituração por martelos	Trituração por rolos
Movimentar conchas na saída	Rampa/Calha	Esteira transportadora	Locomoção por fuso	Gravidade

Armazenar concha na saída	Saco de aniagem	Caixa	Reservatório monitorado	Coletor cilíndrico
----------------------------------	-----------------	-------	-------------------------	--------------------

Fonte: Do autor(2019)

Vale destacar que alguns parâmetros de projeto já foram previamente definidos, baseados na viabilidade e/ou no fato da disponibilidade do dispositivo no câmpus do IFSC - Florianópolis. Os princípios antecipadamente escolhidos estão na Tabela 8.

Tabela 8 - Parâmetros de projetos já definidos

Parâmetro	Restrição
Acionamento do motor	Botoeiras NA e NF
Depósito das conchas	Manual
Retirada das conchas	Manual
Acionamento do sistema de trituração	Motor elétrico

Fonte: Do autor (2019)

A partir das possíveis soluções elaboradas, o seguinte passo do projeto foi analisar estas alternativas (com notas de 0 a 10) de acordo com critérios de avaliação, sendo estes critérios: Economia, segurança e confiabilidade, Tabela 9. Assim, pode-se ter um filtro em relação ao uso dessas soluções.

Tabela 9 - Avaliação das alternativas

AValiação da Sinalização da Máquina				
Critério	Economia	Segurança	Confiabilidade	Total
LEDs	9	8	8	25
Display LCD	7	7	8	22
Sinal sonoro	8	6	8	22
Sinaleiro	7	9	9	25
AValiação da Entrada das Conchas				
Critério	Economia	Segurança	Confiabilidade	Total
Direto na câmara	9	2	3	14
Esteira transportadora	5	9	9	23
Funil	8	7	7	22
Por fuso	5	9	8	22

AVALIAÇÃO DA TRITURAÇÃO DAS CONCHAS				
Critério	Economia	Segurança	Confiabilidade	Total
Tremonhas	8	8	7	23
Hélice	6	7	8	21
Trituração por martelos	5	8	7	20
Trituração por Rolos	6	8	7	21
AVALIAÇÃO DA SAÍDA DAS CONCHAS				
Critério	Economia	Segurança	Confiabilidade	Total
Rampa/Calha	8	7	6	21
Esteira transportadora	5	9	9	23
Por fuso	5	8	8	21
Gravidade	8	6	5	19
AVALIAÇÃO DO ARMAZENAMENTO DAS CONCHAS				
Critério	Economia	Segurança	Confiabilidade	Total
Saco de anagem	9	6	6	21
Caixa	9	6	6	21
Reservatório monitorado	5	9	8	22
Coletor cilíndrico	8	6	6	20

Fonte: Do autor (2019)

A partir da avaliação das soluções indicadas, decidiu-se gerar algumas concepções, com as melhores soluções, para se ter uma análise mais concreta da viabilidade do projeto.

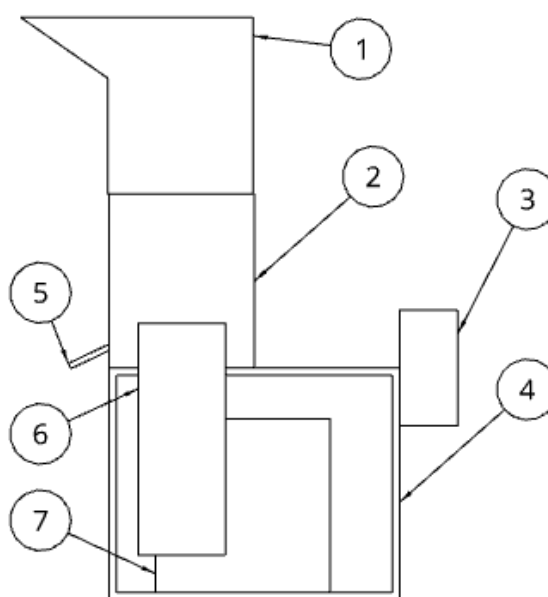
3.2.3 Concepções iniciais

Decidiu-se fazer duas concepções de máquina, devido ao fato de se ter pouco conhecimento sobre o comportamento das conchas quando submetidas ao processo de trituração. Estes modelos simplificados serão posteriormente analisados no que diz respeito às suas características construtivas bem como vantagens e desvantagens de cada modelo. Contudo, o comparativo entre estas concepções servirá apenas de cunho informativo, visto que o objetivo na construção é diferente em cada caso.

3.2.3.1 Concepção 01

Nesta primeira concepção de máquina, Figura 21, buscou uma maior simplicidade em geometria e funcionamento geral. Suas formas simples e os poucos processos de manufatura economizariam tempo e recursos do projeto. Contudo, a segurança não seria no nível desejado e sua produtividade seria reduzida.

Figura 21 - Concepção 01 do equipamento



Legenda

1. Funil de entrada das conchas
2. Câmara de trituração
3. Painel de acionamento
4. Base estrutural
5. Rampa de saída das conchas
6. Sistema de transmissão
7. Motor e sistema de redução

Fonte: Do autor (2020)

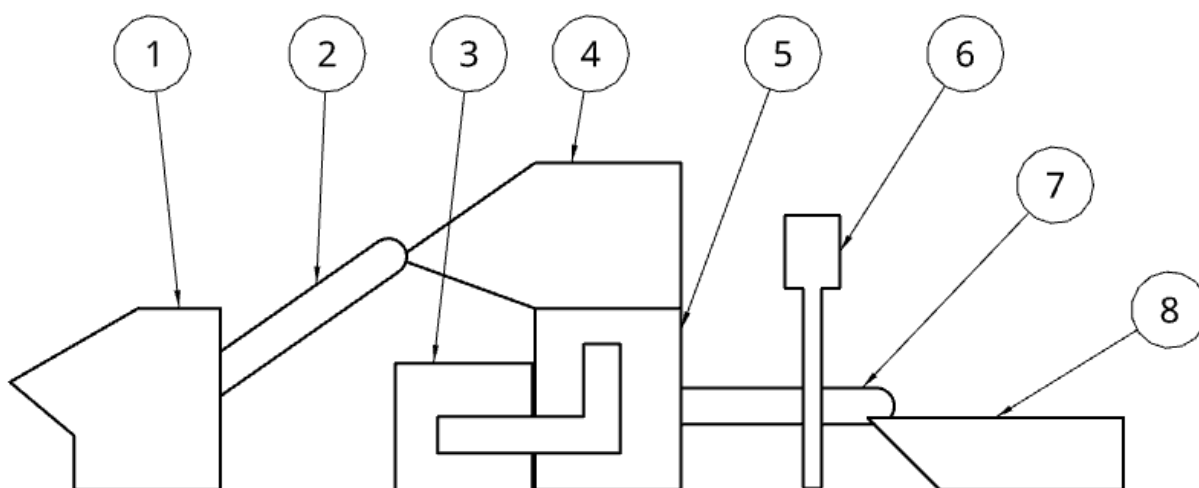
Nesta concepção, as conchas entram no sistema através do funil (1), são trituradas na câmara de trituração (2) e seguem para um armazenamento externo estipulado pelos maricultores.

3.2.3.2 Concepção 02

A concepção 02, Figura 22, do equipamento teve como princípios a eficiência e produtividade da máquina, além de elevar os índices de segurança. Contudo, sua

estrutura é mais complexa e a integração das partes apresentadas exige mais tempo e recursos financeiros da equipe.

Figura 22 - Concepção 02 do equipamento



Legenda

1. Funil de entrada;
2. Esteira de entrada;
3. Motor e sistema de transmissão;
4. Funil para entrada da trituração;
5. Câmara de trituração e sustentação da câmara;
6. Haste e painel de acionamento;
7. Esteira de saída;
8. Caixa de armazenamento do resíduo.

Fonte: Do autor (2020)

Nesta concepção têm-se as conchas entrando pelo funil de entrada (1), se encaminhando até o funil de trituração (4) através da esteira de entrada (2). Após triturado na câmara de trituração (5), encaminha-se até o local de armazenamento final (8) através da esteira de saída (7).

3.2.4 Avaliação das concepções geradas

Decidiu-se fazer uma análise comparativa entre as concepções geradas, Tabela 10. Desta forma, têm-se um auxílio na tomada de decisão do projeto.

Tabela 10 - Resultado da análise comparativa entre as concepções geradas

Concepção 01		Concepção 02	
Vantagens	Desvantagens	Vantagens	Desvantagens
Custo reduzido	Segurança reduzida	Maior segurança	Custo elevado
Fabricação simples	Eficiência reduzida	Maior produtividade	Fabricação complexa
Pouco volume ocupado	Maior exigência de esforços físicos do operador	Menor exigência de esforços físicos do operador	Maior volume ocupado
Menor consumo de energia	Menor capacidade de otimização	Maior capacidade de otimização	Maior consumo de energia

Fonte: Do autor (2020)

Considerando a quantidade reduzida de informações acerca do comportamento das conchas durante a trituração, decidiu-se montar um equipamento simples para analisar tal comportamento e adaptar ao produto final. Este protótipo de testes baseou-se na concepção 01 da Figura 21, pois, o objetivo da equipe com a construção deste protótipo teve-se principalmente aos testes de trituração, contudo, analisou-se também o comportamento geral do equipamento e o tamanho do resíduo final.

A concepção 02, Figura 22, servirá como base para o projeto/construção do equipamento final. Tal produto sofrerá influências dos testes feitos com a concepção 01 e, com a construção desse produto, pretende-se cumprir com maior êxito os quesitos de avaliação indicados na Tabela 9.

3.3 Projeto Preliminar

Com a definição das soluções para os parâmetros impostos para o sistema de trituração de ostras, dá-se início ao projeto preliminar. De acordo com CARPES JR (2014) esta parte do projeto é onde se determina a configuração do produto, iniciando com os princípios de solução que são configurados de forma a permitir a produção e o funcionamento, em conformidade com as especificações.

Visa-se um cumprimento das especificações nesta etapa, assim como pretende-se ter um equipamento simples, uma vez que produtos complexos e

difíceis de entender em relação aos seus aspectos, principalmente os funcionais, são produtos que podem ocasionar problemas.

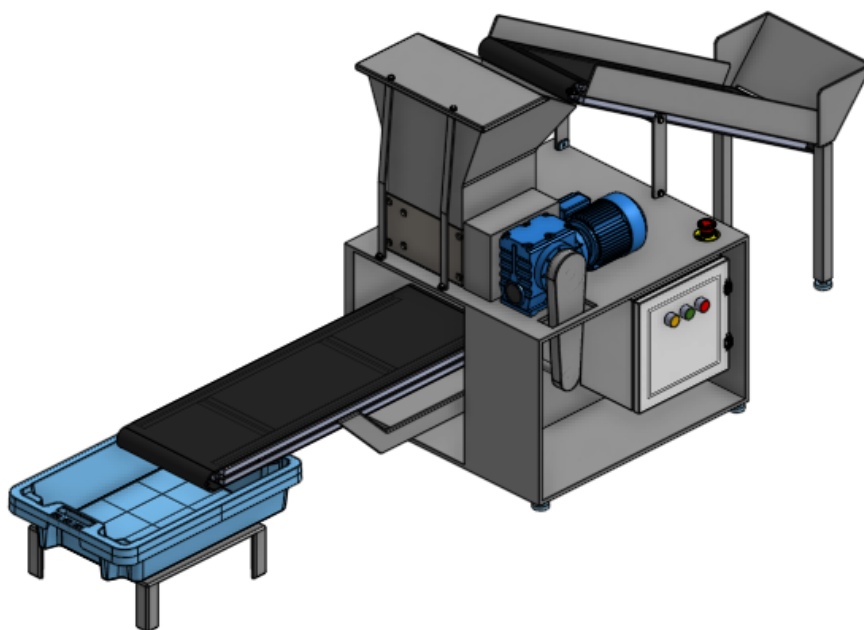
Com isso em vista, decidiu-se separar o produto em três partes, sendo elas: Estrutura geral da máquina, Câmara de trituração e Componentes eletromecânicos.

3.3.1 Esboço do produto

A partir desta fase do projeto já se tem uma base sólida para a idealização do mesmo, para isso, foi feito um esboço do produto. Um esboço, até mesmo de maneira informal, de acordo com Rohleder, Speck e Gómez (2000), comunicam um conceito e ajudam uma ideia a tomar forma.

Foi elaborado, com o auxílio de uma ferramenta CAD (*Computer Aided Design*) um esboço inicial do produto, Figura 23. Este por sua vez servirá como base para construção e visualização dos módulos de maneira separada.

Figura 23 - Esboço inicial do equipamento de trituração



Fonte: Do autor (2022)

3.3.2 Arquitetura do produto

Para a parte de arquitetura do projeto, o quesito principal a ser analisado é se o produto será feito de maneira integrada ou modular. Ou seja, se o produto será

construído de maneira única ou em partes separadas, definidas por suas funções, que serão unidas posteriormente para formá-lo.

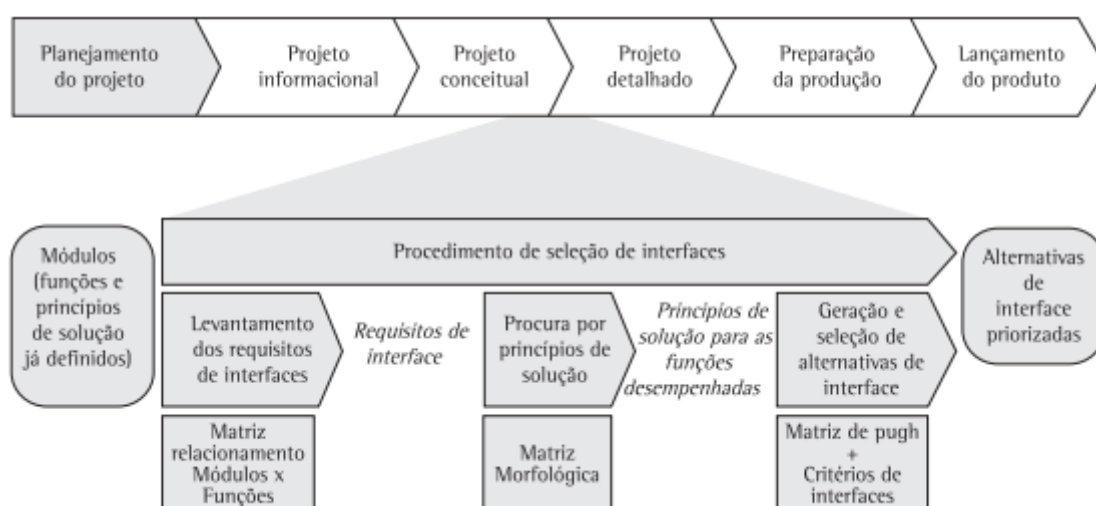
Um produto modular, em comparação a um produto integral, de acordo com ULRICH e EPPINGER (2004) possui uma maior flexibilidade e é propício a uma maior versatilidade, sendo que, um dos requisitos para tal é possuir as interfaces bem definidas.

Vale ressaltar que uma arquitetura modular proporciona uma independência funcional entre os módulos, além de ser um facilitador em questões como alterações no decorrer do projeto. Tornando-o mais adaptável e suscetível a mudanças.

A escolha da arquitetura de produto modular baseou-se também no fato de que essas partes separadas podem ser feitas de maneira separada. Deste modo, inclui-se com maior facilidade os alunos do CTM, além de facilitar na continuação do projeto.

Para isso, deve-se seguir o procedimento de seleção de interface (PSI) elaborado por Scalice, Andrade e Forcellini (2012), o qual inicia-se com o levantamentos dos requisitos de interface, objetivando determinar quais serão as funções técnicas entre os módulos definidos. A Figura 24 indica o procedimento de seleção de interfaces, bem como sua disposição no projeto do produto.

Figura 24 - Procedimento de seleção de interfaces e sua localização no processo de desenvolvimento de produtos



Fonte: Scalice, Andrade e Forcellini (2012)

3.3.3 Dispositivos e sistemas de segurança

O equipamento contará com algumas características destinadas a aumentar o nível de segurança, as quais serão:

- Anulação de cantos vivos. O equipamento deverá conter o mínimo de cantos vivos possíveis, desta forma, previne-se pequenos acidentes ou lesões do operador.
- Acesso ao sistema de trituração somente com a máquina desligada, inserção de um sensor fim de curso em série com o circuito de comando. O mesmo será instalado de modo a abrir quando o funil de proteção for retirado. Desta forma, o operador só terá acesso ao sistema de trituração, para manutenção ou visualização, se o equipamento estiver desligado.
- Indicadores luminosos para informar o estado da máquina.
- Parte elétrica embutida, não visíveis.
- Aviso para o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs).

3.3.4 Configuração mecânica do produto

A parte mecânica do produto foi dividida em quatro partes, desta forma, o projeto pôde encaminhar esses segmentos de maneira separada. Sendo estas partes a estrutura de sustentação da máquina, a câmara de trituração, os dispositivos de entrada e saída do resíduo e os dispositivos de transmissão de movimento.

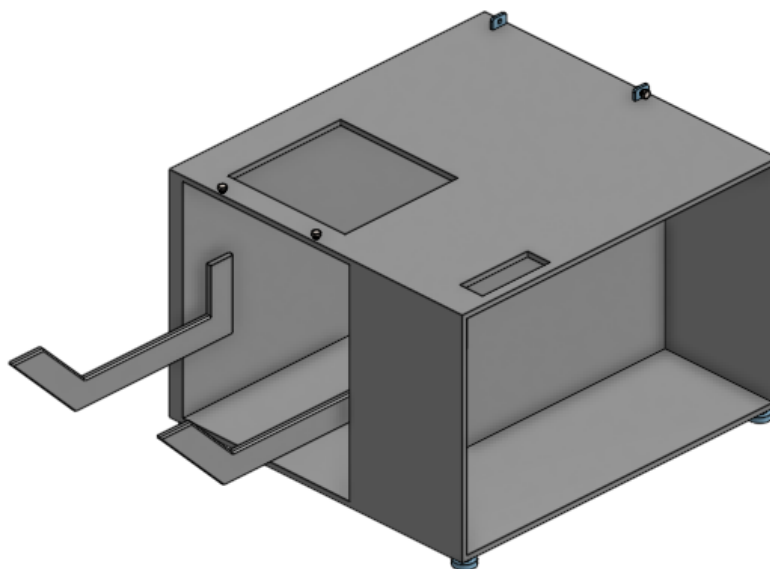
3.3.4.1 Estrutura de sustentação da máquina

Trata-se do conjunto estrutural da máquina, parte responsável tanto pela sustentação do equipamento quanto pela agregação dos demais componentes, Figura 25. Este componente será responsável pela sustentação dos seguintes dispositivos: Câmara de trituração, funil, motor, redutor, além de possíveis configurações do produto onde esta parte tenha de suportar o painel elétrico e uma parte da carga das esteiras de entrada e saída do resíduo.

Será construída de modo a sustentar as partes listadas e propiciar a modularidade do equipamento. Ou seja, com mecanismos que permitam a fixação

ou retirada de módulos adicionais sem que haja deformação ou desgaste acelerado na estrutura.

Figura 25 - Estrutura de sustentação do equipamento



Fonte: Do autor (2022)

3.3.4.2 Câmara de trituração

Parte amparada pela estrutura de sustentação, este é o conjunto onde de fato ocorre a diminuição do volume das conchas. Seus componentes principais são o disco dentado e o disco espaçador, contudo, inclui-se nele as engrenagens de sincronização e a parte que firma estes componentes listados.

Vale destacar que o desenvolvimento desta câmara foi realizado em grande parte pelos estudantes do curso técnico em mecânica do IFSC - câmpus Florianópolis. Tanto o desenvolvimento das tremonhas para o equipamento teste quanto para o equipamento final.

Para o produto final, todavia, foi alterado o valor da folga para variar de 3 a 5mm, o número de dentes passou de 3 para 5, além da espessura dos discos ser 10 mm e o raio do dente em torno de 8mm.

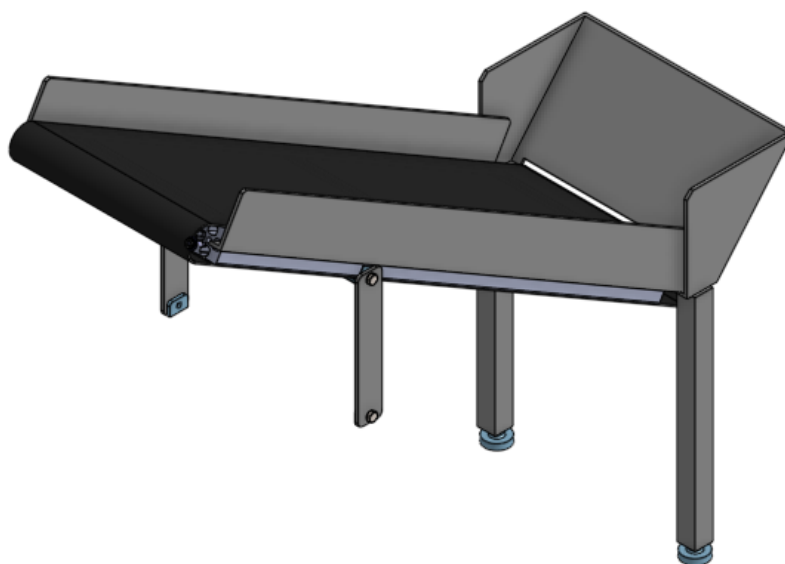
3.3.4.3 Dispositivos de entrada e saída do resíduo

Esta parte corresponde aos dispositivos que serão responsáveis pela entrada e saída do resíduo. Projetados de modo a facilitar o uso do equipamento, inclusive

deixando-o mais ergonomicamente correto, além de aumentar a segurança distanciando o operador do local de maior perigo da máquina, o sistema de trituração.

Na parte inicial, referente a entrada das conchas, será empregado uma esteira transportadora com proteções laterais, Figura 26. Tais proteções servirão tanto para preservação dos operadores, como para um reservatório inicial de conchas. Inclui-se ainda nesta parte as hastes de sustentação da esteira, sendo uma conectada à estrutura de sustentação e a outra fixada no solo.

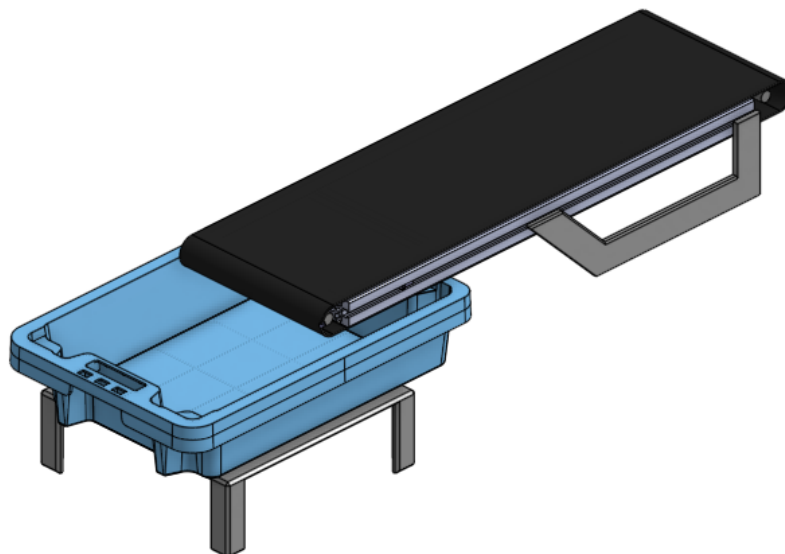
Figura 26 - Estrutura de entrada de conchas



Fonte: Do autor (2022)

No que se refere a saída do material, será empregado uma esteira transportadora para o resíduo já triturado, prevendo a saída deste material em uma caixa padrão de pesca ou saco de aniagem, Figura 27.

Figura 27 - Estrutura de saída das conchas



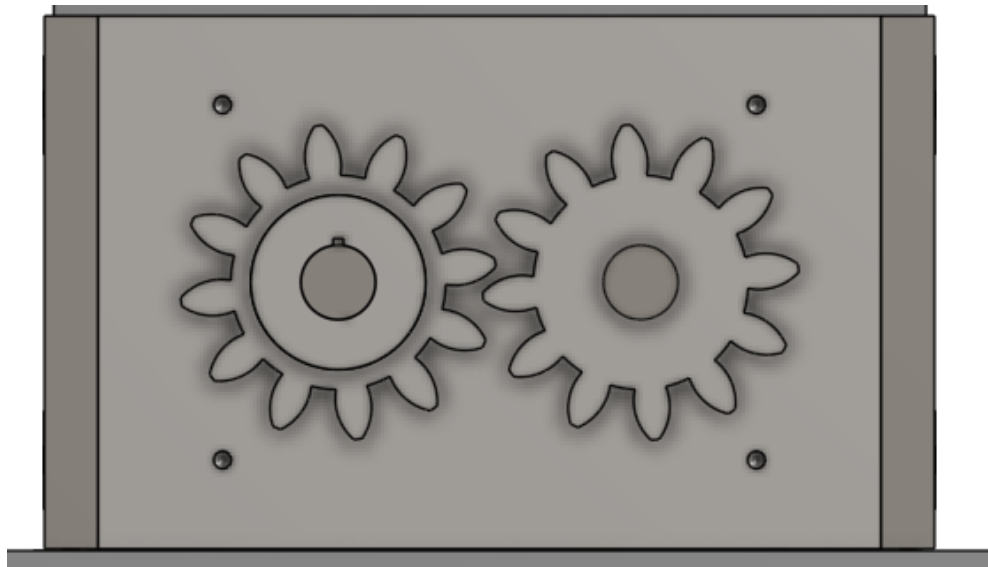
Fonte: Do autor (2022)

3.3.4.4 Dispositivos de transmissão de movimento

Como já apresentado, um dispositivo de transmissão de movimento serve para transferir movimento de um eixo de entrada para um eixo de saída. Para este equipamento, a utilização destes dispositivos será dividida em duas partes. A primeira parte será a transmissão de movimento da saída do redutor para o sistema de tremonhas, já a segunda será o referente a transmissão da saída do redutor para as esteiras transportadoras de entrada e saída do material.

Para esta primeira parte, transferência de movimento para o sistema de tremonhas, será utilizado um par de engrenagens. Escolheu-se essa solução de transmissão por apresentarem uma duração superior a correntes e correias, além de sua relação de transmissão ser sempre constante sem importar o valor da carga transmitida. Contudo, possuem um custo elevado em relação às demais, necessitam de proteção contra ambientes nocivos, além de, na maioria das vezes, necessitam de lubrificação (FLORES E GOMES, 2015). A Figura 28 representa a disposição dessas engrenagens na câmara de trituração.

Figura 28 - Engrenagens para transmissão de movimento ao eixo do sistema de trituração

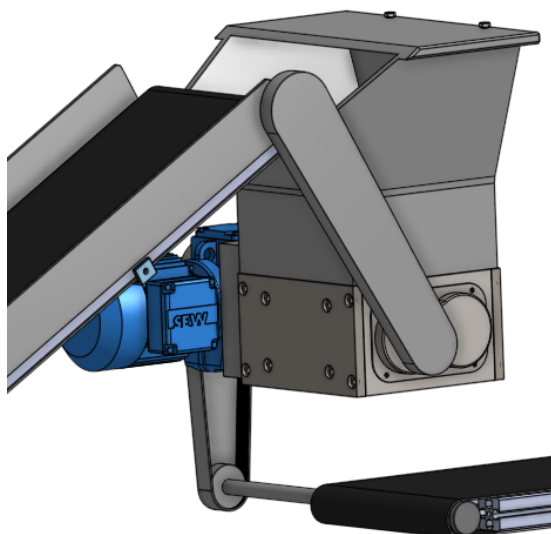


Fonte: Adaptado de Shrestha (2020)

Outra questão que influenciou a escolha desta solução é o fato de engrenagens serem utilizadas quando a distância entre eixos é reduzida. Isto porque, o local projetado para a inserção do motor e do redutor possui proximidade com o sistema de tremonhas, além de ser no mesmo plano, sendo ideal a utilização de engrenagens neste caso.

No que diz respeito à transmissão de movimento do redutor para as esteiras transportadoras, a distância entre eixos será elevada, neste caso então, serão empregados correias. Esta solução possui um custo reduzido, pode durar até 40 mil horas, além de apresentar bom comportamento em relação a condições adversas de ambientes, não necessitando, geralmente, de proteção. (FLORES E GOMES, 2015). A Figura 29 representa a disposição das correias no equipamento, foi utilizado a ferramenta 'esconder' do *software* para facilitar a visualização dos dispositivos.

Figura 29 - Correias para transmissão de movimento as esteiras transportadoras



Fonte: Do autor (2022)

Como pode ser visto, os sistemas de entrada e saída serão acionados também pelo motoredutor. Logo, serão inseridos dispositivos chamados de contra recuo, os quais serão acoplados ao sistema de acionamento, permitindo a rotação em apenas um sentido. Desta forma, no caso de um travamento mecânico do sistema de tremonhas, havendo assim a necessidade de inversão do sentido de giro, não ocorrerá o retorno do material através das esteiras transportadoras.

3.3.5 Projeto eletroeletrônico

Nesta etapa de projeto será abordado como se deu a parte referente ao projeto eletroeletrônico da máquina. Inclui-se nessa etapa o dimensionamento do motor elétrico, dos dispositivos para a realização da partida desse motor e, por fim, do projeto do circuito para evitar travamentos do equipamento.

3.3.5.1 Dimensionamento do motor elétrico

Para realizar o dimensionamento do motor elétrico de indução monofásico, levou-se em consideração a força necessária para quebrar as conchas. Tais forças foram levantadas com a realização de pesquisas, indicadas na Tabela 2, e também com a utilização de um torquímetro durante os ensaios manuais de trituração.

A média de torque necessário obtido foi de 0,9 Nm. Considera-se que, com a Equação (1) encontra-se o valor de torque necessário do motor.

$$T = \frac{7024 \times P}{n_m} \quad (1)$$

Onde:

P = Potência do motor (CV)

T = Torque (Nm)

n_m = Rotação do motor (rpm)

Substituindo o valor de torque por 0,9 Nm, e a rotação do motor por 1800 rpm têm-se um valor de potência necessário de aproximadamente 0,23 CV. Contudo, escolheu-se superdimensionar o motor elétrico em vista dos conjuntos adicionais da máquina.

Sabe-se que a trituração do resíduo ocorre melhor em rotações menores, logo, decidiu-se ao invés de obter um motor e realizar a construção do sistema de redução, adquirir um motoredutor, trazendo assim, mais robustez e confiabilidade ao equipamento. Os dados técnicos referentes ao redutor de velocidade e ao motor escolhido encontram-se respectivamente nas Figuras 30 e 31.

Figura 30 - Dados técnicos do redutor de velocidade

Rotação na entrada do motoredutor	1750 rpm
Redução	29
Rotação na saída do motoredutor	60 rpm
Potência do motor acoplado ao motoredutor	1,5cv (1,1kw)
Torque na saída do motoredutor	97,45Nm (9,93kgfm)
Carga que o motoredutor consegue erguer com diâmetro de 100 milímetros na saída	199 kg
Carga Radial que o eixo do redutor suporta	420 kg
Carga Axial que o eixo do redutor suporta	210 kg
Fator de velocidade com até 1800 rpm de entrada e carga moderada	1
Fator de Partida com até 10 arranques por horas e carga moderada	1
Fator de serviço com tempo de trabalho de até 10 horas por dia e carga moderada	1
Viscosidade do óleo utilizado no redutor em temperatura de até 40°C DIN51519	460
Quantidade de óleo	0,7 Litros
Rendimento	0,555
Peso aproximado do redutor	20kg

Fonte: Lilo Redutores, 2021

Figura 31 - Dados técnicos do motor elétrico

Potência (cv) / (Kw)	1,5cv (1,1kw)
Rotação por minuto (rpm)	1750 rpm (4Polos)
Tensão elétrica	220volts e 380volts
Carcaça	80
Caixa de ligação elétrica	Lateral
Flange de fixação	CDIN120
Forma construtiva	B34D
Grau de proteção	IP-55
Corrente Nominal em 220v	4,14 Amper
Conjugado Nominal	0,314 kgfm
Frequencia	60 Hz
Peso aproximado do Motor (Kg)	17Kg

Fonte: Lilo Redutores (2021)

Os dados referentes às dimensões e possíveis posições de operação do motoredutor encontram-se no Apêndice E.

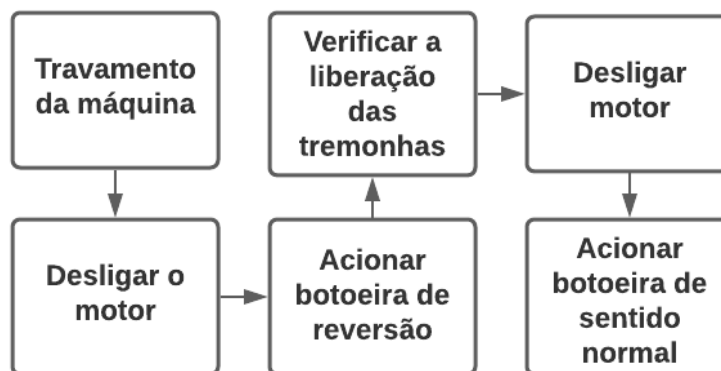
3.3.5.2 Dimensionamento dos dispositivos de manobra

Devido ao fato de que o acionamento do sistema de tremonhas será feito através de um motor elétrico, o equipamento deve contemplar um projeto elétrico com o objetivo de acionar este motor, e, que possua proteções de segurança para a máquina e principalmente para os trabalhadores que a utilizarão.

Inicialmente, pensou-se em realizar o projeto baseando-se em uma partida direta simples de motor, contudo, com os resultados dos ensaios manuais de trituração, realizados com o protótipo de testes, verificou-se travamentos recorrentes. E, além de mudanças na geometria do sistema de tremonhas, uma das soluções encontradas para tal problema foi a reversão do sentido de giro do motor. Dito isso, será apresentado o projeto elétrico de acionamento de um motor elétrico monofásico com reversão do sentido de giro.

Encontrou-se duas possíveis soluções, uma com o uso de dois contadores tetrapolares e outra utilizando-se de três contadores tripolares. Devido à prévia disponibilidade do dispositivo, decidiu-se aplicar a segunda solução, com o uso de três contadores tripolares. A operação de tal reversão é simples, contando com apenas três botoeiras de acionamento. Deve-se apenas seguir os passos indicados na Figura 32.

Figura 32 - Etapas de reversão de sentido de giro do motor para o destravamento da máquina



Fonte: Do autor (2020)

Tal solução foi aplicada no protótipo de testes com êxito, destravando o sistema de trituração quando revertido o sentido de giro. O esquema elétrico referente a esta solução encontra-se no Apêndice B. Vale ressaltar a construção de um módulo eletrônico que tem por objetivo realizar a reversão do sentido de giro de maneira automática, o projeto e construção deste módulo encontra-se no item 3.3.5.3.

Logo, será descrito abaixo o dispositivo, sua funcionalidade, e como se deu o seu dimensionamento.

Disjuntor: De acordo com Brunello (2020) o disjuntor é um dispositivo de proteção termomagnética que preserva o circuito, seus componentes e dispositivos ligados a eles contra curto circuito e sobrecarga de corrente. O tipo de disjuntor a ser utilizado será o disjuntor com curva característica C, pois este modelo de curva é ideal para aplicações em cargas indutivas, onde inclui-se os motores elétricos (DANTAS & MINOTTI, 2021).

Para o dimensionamento do disjuntor, ou seja, o cálculo de sua corrente nominal necessária, utiliza-se a Equação (2).

$$I_{nd} = FS \times I_{nc} \quad (2)$$

Onde:

I_{nd} = Corrente nominal do disjuntor.

FS = Fator de segurança.

I_{nc} = Corrente nominal do circuito.

O fator de serviço utilizado para o cálculo da corrente nominal de disjuntores em cargas indutivas é de 1,15. Além disso, a corrente nominal do circuito

inicialmente se daria pela corrente nominal do motor elétrico, 4,14 A. Logo, tem-se o valor da corrente nominal necessária do disjuntor de 4,8 A.

Contator: De acordo com Silva (2006), os contatores permitem tanto a combinação lógica dos comandos, como a separação do circuito de potência e comando. O funcionamento desse componente consiste basicamente na atração do núcleo magnético, parte móvel, a partir da energização da bobina e assim alterando o estado dos contatos (NA para NF e/ou NF para NA). A fórmula para o dimensionamento do contator encontra-se na Equação (3), aplicando os valores tem-se uma corrente nominal necessária de 4,8 A.

$$I_e \geq I_{nc} \times 1,15 \quad (3)$$

Onde:

I_e = Corrente nominal do contator

I_{nc} = Corrente nominal do circuito.

Relé Térmico: De acordo com Bulgarelli (2006), o relé térmico eletromecânico do tipo bimetalico serve para a proteção contra sobrecarga. Seu funcionamento se dá quando há um aumento na temperatura suficiente para a deformação das lâminas, as quais desarmam tanto o circuito de potência quanto o de comando.(SOUZA, 2009).

Para o dimensionamento do relé térmico, deve-se utilizar um dispositivo que tenha como faixa de ajuste de no mínimo 4,4 A até aproximadamente 7A. Tal faixa compreende desde a corrente nominal do motor até a média de corrente de travamento encontrada.

Botoeiras: Souza (2009), classifica as botoeiras como elementos de sinais e que de acordo com as normas IEC 73 e VDE 0199 devem ser identificadas como:

Vermelho: Parar, desligar ou emergência.

Verde ou preto: Partir, ligar ou pulsar.

Amarelo: Intervenção.

Azul ou branco: Qualquer função exceto as listadas acima.

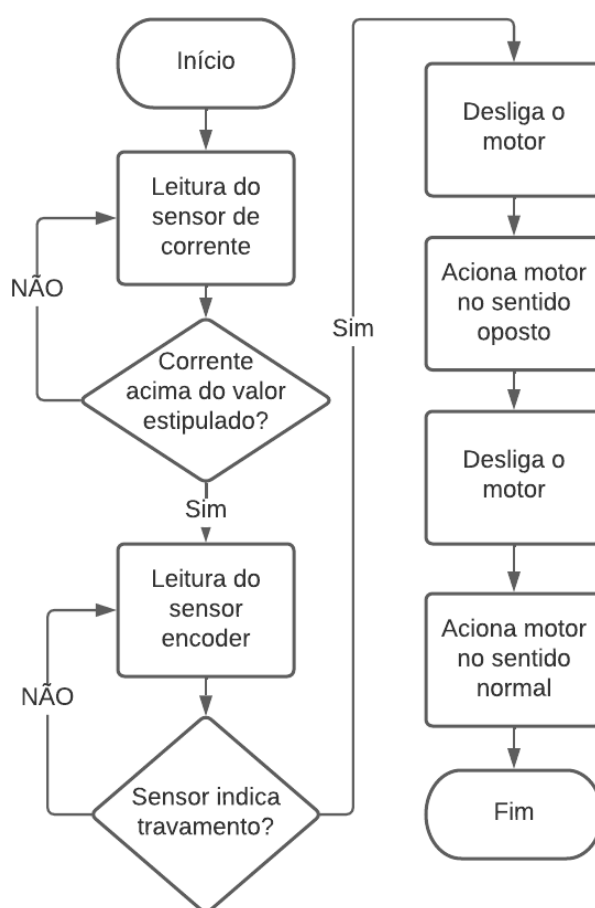
3.3.5.3 Projeto do módulo eletro eletrônico

Com o intuito de aumentar a produtividade e a segurança, projetou-se um circuito eletrônico com o intuito de, além de identificar a ocorrência de um

travamento e simular a ação das botoeiras já instaladas para destravar o sistema de tremonhas, terá a função de controlar e/ou monitorar os módulos adicionais. Desta forma, diminui-se a interação com o operador e previne o desgaste antecipado dos componentes.

Para a parte de identificação de travamentos, foi criado um fluxograma com o objetivo de nortear a equipe de projeto em relação a programação e ao entendimento geral do funcionamento do módulo, tal fluxograma encontra-se na Figura 33.

Figura 33 - Fluxograma de funcionamento do circuito



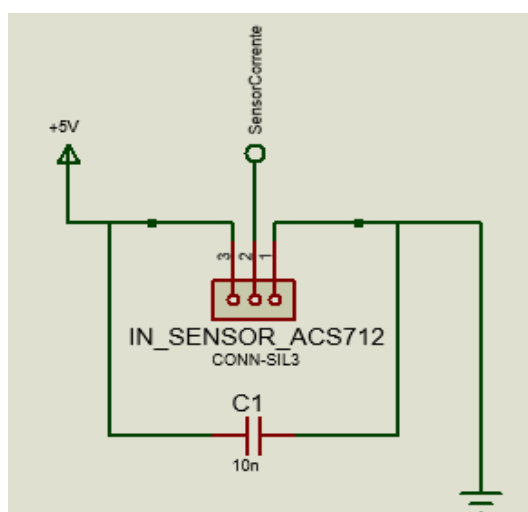
Fonte: Do autor(2021)

Vale ressaltar que, de acordo com os ensaios realizados, o tempo ideal de reversão de sentido se dá em torno de 3 segundos. Sendo assim, suficiente para o destravamento do sistema.

Para a identificação da alteração do valor da corrente, será utilizado o sensor de corrente ACS712, o qual identifica este valor por meio do efeito Hall. Trata-se de um sensor invasivo, de tamanho consideravelmente reduzido e com uma faixa de medição de +30A a -30A, podendo ser em corrente contínua ou alternada. Ressalta-se que os bornes de ligação do sensor, os quais estarão conectados diretamente ao motor elétrico, possuem isolamento da saída do microcontrolador.

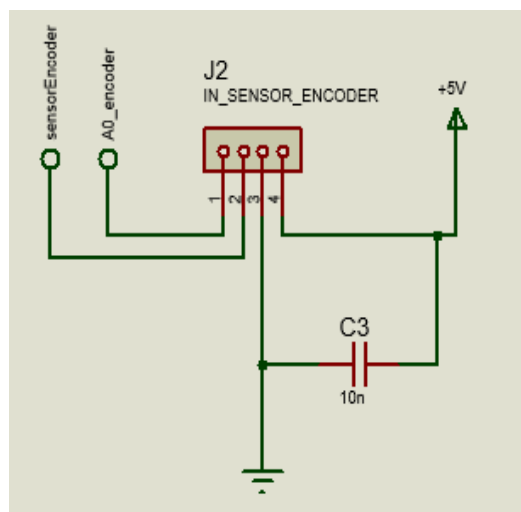
Para conferir uma maior confiabilidade na identificação deste travamento, será utilizado um sensor encoder. Vale ressaltar que o disco encoder não necessita de tantos furos, pois, não se deseja ter uma precisão na identificação da velocidade, e sim saber apenas se o eixo do sistema de tremonhas não possui rotação. As Figuras 34 e 35 apresentam o esquemático de ligação dos sensores ACS712 e sensor encoder respectivamente. Foi incluído em paralelo a alimentação de ambos os sensores, um capacitor cerâmico de 10nF(nano Faraday) com o intuito de remover picos de tensão ou sinal.

Figura 34 - Esquemático do sensor ACS712 na placa



Fonte: Do autor (2021)

Figura 35 - Esquemático do sensor encoder na placa



Fonte: Do autor (2021)

Para a análise e interpretação deste valor informado pelo sensor, será utilizado o chip ESP 32, devido a questões como: Tamanho reduzido, grande número de portas (proporcionando uma maior adaptabilidade), módulo wifi embutido, além de sua facilidade de uso, podendo ser programada na IDE (*Integrated Development Environment*) do próprio Arduino.

No que diz respeito a simulação das botoeiras, serão empregados relés eletromecânicos. Estes por sua vez, foram escolhidos de modo a serem comandados com 5V na entrada e podendo acionar até 220V em sua saída. Para o acionamento da bobina desses relés, utilizou-se um transistor, pois, de acordo com SCHIEFLER JR (2011) os transistores bipolares são uma ferramenta capaz de controlar dispositivos de alta potência através de baixa potência, podendo ser utilizado tanto para chaveamento quanto amplificação da corrente do circuito, e como a corrente necessária para acionar a bobina do relé é relativamente alta quando comparada a saída do microcontrolador, seu uso se faz necessário.

Primeiramente, necessita-se saber qual o valor de corrente necessário para acionar a bobina do relé e fazer com que ele troque de estado. Tal valor é obtido através da lei de Ohm, Equação (4).

$$V = R \times I_c \quad (4)$$

Onde:

V = Tensão (V)

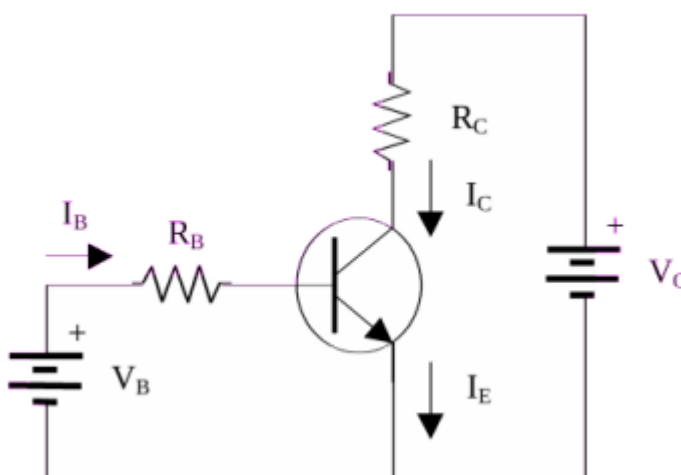
R = Resistência da bobina (ohms)

I_c = Corrente necessária para acionar a bobina(A)

Considerando a tensão de alimentação dos relés como sendo 5V e a resistência como 70 ohms (valor obtido através do *datasheet* do relé escolhido SCA-S-105-C), obtém-se o valor de 71,4 mA de corrente necessários.

O funcionamento de um transistor NPN se dá pelo fluxo de corrente do coletor para o emissor, a qual é controlada pela corrente de base I_b , Figura 36, (PEREIRA, 2014). E, de acordo com o *datasheet* do transistor BC337(transistor escolhido), sabe-se que o mesmo tem um ganho de corrente de até 100 vezes, ou seja, pode oferecer uma corrente 100 vezes maior do que a aplicada em sua base.

Figura 36 - Esquema de ligação de um transistor npn



Fonte: Pereira (2014)

Logo, utilizou-se a Equação (5), a qual de acordo com Schiefler Jr (2011), informa o cálculo para obter a corrente de base .

$$I_b = \frac{V_b - V_{be}}{R_b} \quad (5)$$

Onde:

I_b = Corrente de base (A)

V_b = Tensão de base(V)

V_{be} = Tensão base emissor (igual a 0,7V)

R_b = Resistência de base (ohms)

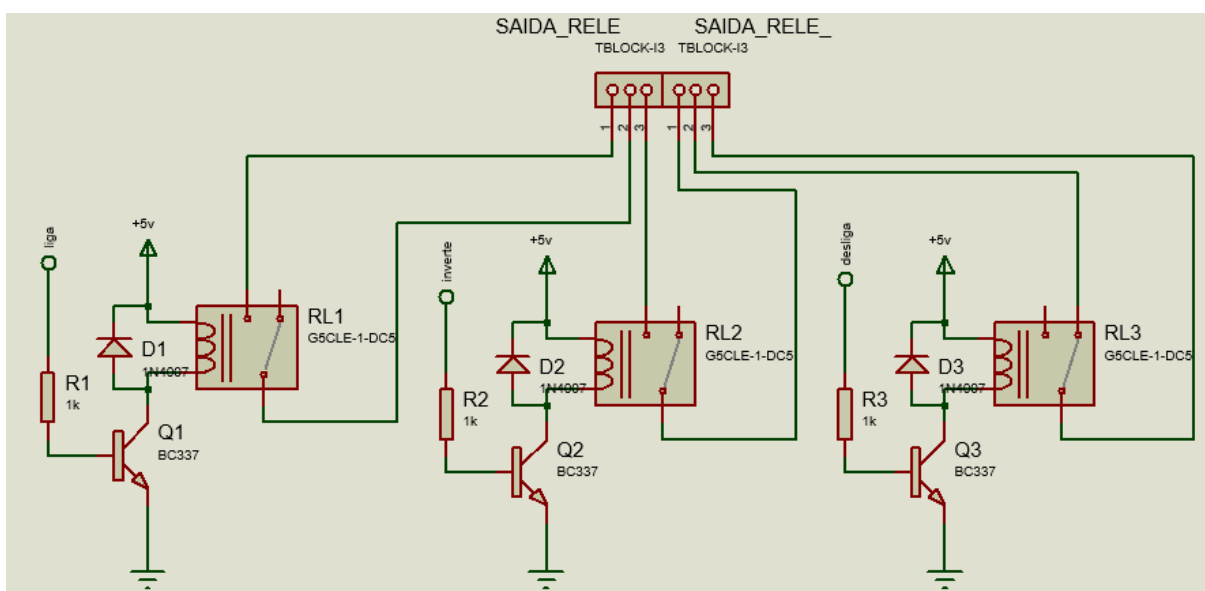
Inserindo uma corrente de base 100 vezes menor do que a corrente de coletor, e considerando a tensão de base como 3,3V, têm-se um valor de resistência necessário próximo de 3,6k Ohms. Contudo, devido a prévia disponibilidade do resistor de 1k Ohms e ao fato de o mesmo atender necessidade do circuito, utilizou-se resistores com este valor na placa.

De acordo com Oliveira (2013), é necessário o uso de um diodo em antiparalelo (ou roda-livre) para descarregar a energia armazenada por uma carga indutiva e inibir uma sobre tensão no transistor. Empregou-se então o diodo 1N4007 para atuar como este diodo de roda livre.

Vale ressaltar que o relé responsável pelo desligamento do circuito, o qual deve ser inserido em série com a botoeira de desligar, está no contato NF do relé. Desta forma, mesmo com um mal funcionamento da placa do circuito anti travamentos, a máquina ainda pode operar normalmente de modo manual.

O circuito referente às ligações para o acionamento dos relés encontra-se na Figura 37. Vale destacar que esta parte do circuito é similar à inserida no módulo de testes.

Figura 37 - Circuito de acionamento dos relés

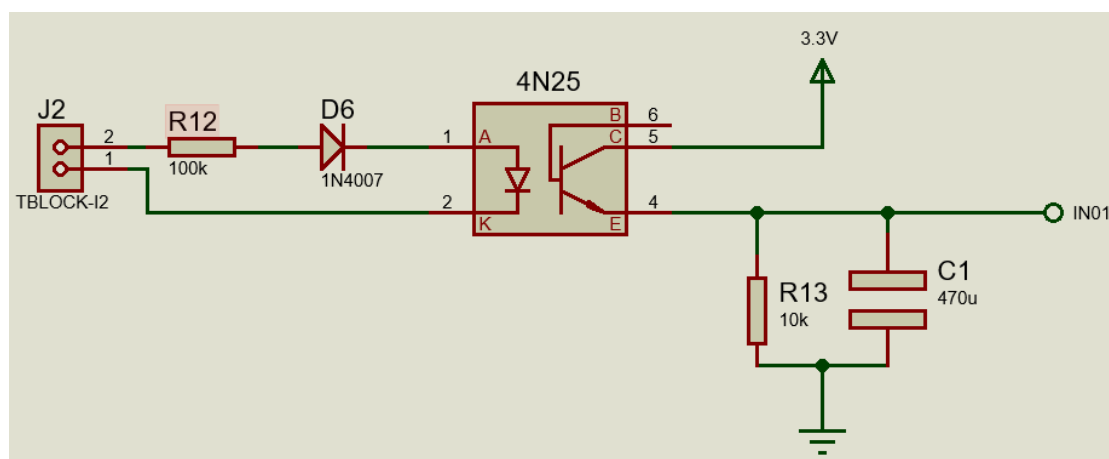


Fonte: Do autor (2019)

Uma vez inserido algum sistema a mais no equipamento, por exemplo a balança para controle de saída, é necessário que tenham não só dispositivos

mecânicos para adaptação, como também o módulo eletrônico deve ser capaz de suprir tais avanços. Dito isso, foi projetada uma entrada genérica de uso geral na placa, a qual possui sua entrada opto acoplada para proteção do microcontrolador. Seu circuito encontra-se na Figura 38.

Figura 38 - Entrada opto acoplada genérica para a placa



Fonte: Do autor (2022)

Como previamente citado, será implantado um sistema de segurança que permite o acesso do operador ao sistema de trituração somente com o equipamento desligado. Para isso, será utilizado um interruptor fim de curso e o interruptor escolhido encontra-se na Figura 39. O modelo BCB 23 é capaz de suportar 5A em até 250V(FILIPEFLOP, 2021), valor em amperes consideravelmente superior ao que o componente será sujeito.

Figura 39 - Interruptor de fim de curso



Fonte: FILIPEFLOP (2021)

Para realizar a alimentação destes componentes da placa de circuito, escolheu-se uma fonte chaveada, Figura 40. O modelo escolhido possui entrada de 220V e saída de +/- 12V fornecendo até 5A, contando com proteções para sobrecarga e curto-circuito.

Figura 40 - Fonte chaveada 12V / 5A



Fonte: Connectparts (2021)

Como recomenda-se alimentar a ESP 32 com 5V, se faz necessário o uso de um divisor de tensão de 12V para 5V. Desta forma, consegue-se fazer o correto acionamento desse chip. O cálculo para saber os valores dos resistores de um divisor de tensão encontra-se na Equação (5).

$$V_{out} = V_{in} \left(\frac{R2}{R1+R2} \right) \quad (6)$$

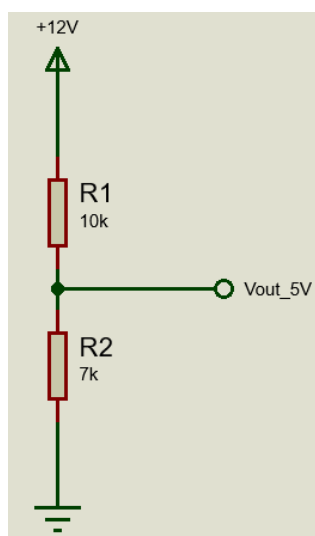
Onde: V_{out} = Tensão de saída (V)

V_{in} = Tensão de entrada (V)

R1 e R2 = Resistores (Valor em ohms)

Inserindo um valor de 10k ohms em R1, tem-se como resultado 7,14k ohms em R2. Podendo ser utilizado então um resistor no valor de 7k ohms. Seu circuito encontra-se na Figura 41.

Figura 41 - Divisor de tensão de 12V para 5V



Fonte: Do autor (2022)

3.4 Projeto Detalhado

De acordo com Barreto (2018), o bom desempenho de um equipamento está ligado ao detalhamento do mesmo e, é no projeto detalhado onde as informações devem ser mais específicas e claras em torno do produto. Isto porque, é nesta fase do projeto que elabora-se uma documentação e informações do produto, de forma a permitir a produção do mesmo (CARPES JR, 2014).

Logo, todos o arquivos referentes ao projeto deste presente trabalho serão disponibilizados aos alunos do Curso Técnico em Mecânica (CTM) e ao Laboratório de Máquinas operatrizes (MOP) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina para que haja uma continuação e finalização desta etapa de projeto.

3.5 Construção do Protótipo de Testes

Este tópico trata-se das etapas de construção do protótipo inicial de trituração e os testes que foram realizados com o mesmo. Nesta parte, houve uma inclusão de alunos do curso técnico em mecânica (CTM) do IFSC - câmpus Florianópolis na parte de fabricação de modelos funcionais para estudos. Os estudantes do CTM tiveram dois principais objetivos durante o processo, sendo eles: a) testar a

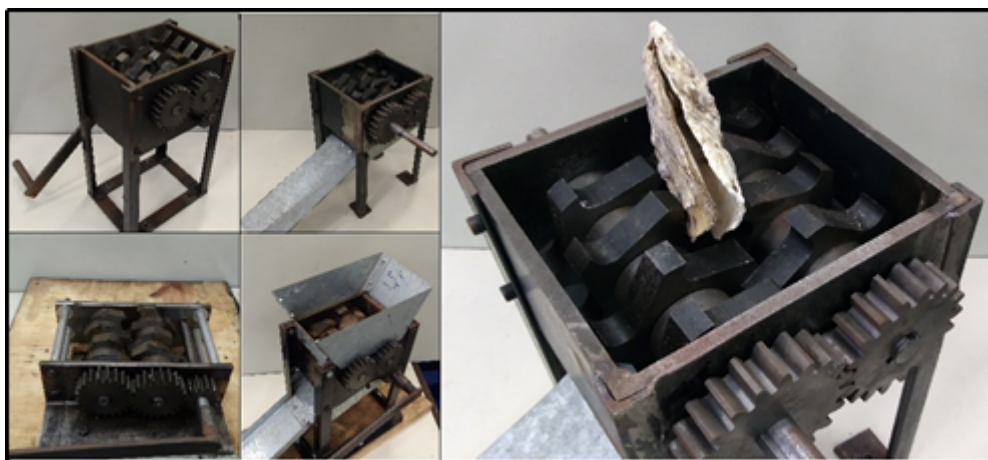
eficiência de trituração variando a geometria dos discos de corte; b) testar a eficiência de montagem da câmara de trituração variando os princípios construtivos.

Vale destacar que o protótipo, baseando-se na concepção 01 (Figura 21), teve como principais objetivos testar a eficiência da trituração, com diferentes tipos de geometria dos discos de corte, assim como verificar a eficiência de montagem da câmara de trituração. Desta forma, com a conclusão desta etapa tem-se uma base sólida para a construção do modelo final.

3.5.1 Protótipo inicial para testes

O resultado obtido através destes alunos durante o ano de 2019 foi satisfatório, tanto no que diz respeito ao aprendizado e inclusão dos estudantes no projeto, quanto no resultado final dos modelos funcionais. Um destes exemplares fabricados está indicado na Figura 42.

Figura 42 - Modelo manual para estudo produzido por alunos do CTM.



Fonte: JUSTINO *et al.* (2019)

Deste protótipo, o fator mais analisado foi a sua eficiência de trituração. Tal fator deve-se principalmente à câmara de trituração, mais especificamente do sistema de tremonhas. A geometria do disco dentado e disco espaçador que contemplam o sistema de tremonhas do protótipo de testes pode ser verificado no Apêndice D.

Através do uso deste protótipo, foi possível verificar que ocorre o travamento mecânico do sistema de trituração. Algo que poderia ser resolvido com a inversão do

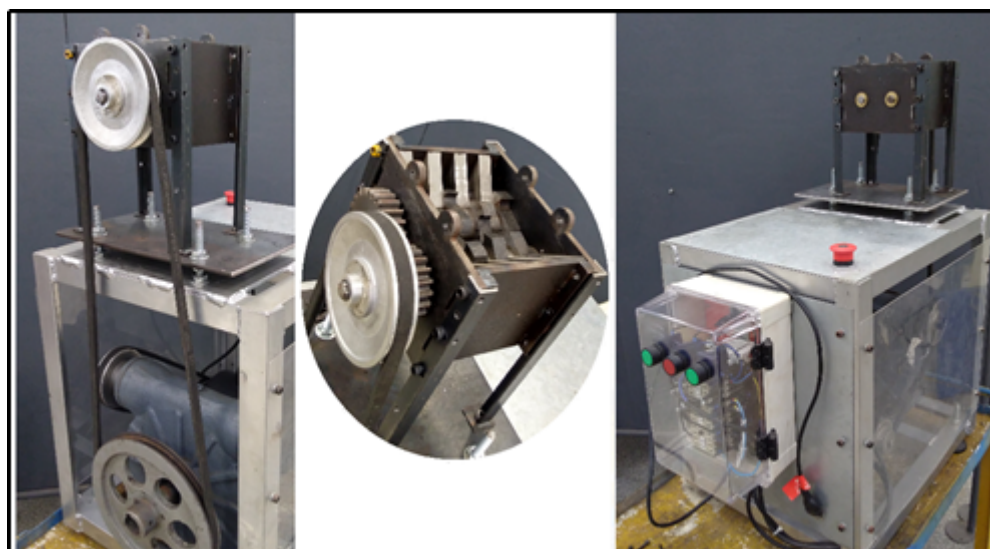
sentido de giro, neste caso da haste(até então movimentada manualmente) responsável pela transmissão do torque para as tremonhas.

A próxima etapa do projeto foi a integração de uma das versões produzidas pelos alunos do CTM, com uma base de sustentação, o acionamento, incluindo o motor elétrico de indução monofásico e, a parte de redução da velocidade, realizados pela equipe de projeto. Tal etapa foi responsável por incluir também as botoeiras encarregadas do acionamento e reversão do motor elétrico.

Vale destacar que, no que diz respeito ao projeto desse protótipo, houveram alterações dimensionais na estrutura. Isto porque, apesar de usar como base os desenhos realizados, teve-se como preferência o uso de materiais e medidas já disponíveis no câmpus, facilitando assim a confecção e economizando tempo e recurso de projeto.

Este protótipo serviu como base para medições do volume de trituração, volume ocupado pela máquina final, valor de corrente em situações indesejadas (travamento mecânico), além dos materiais que podem ser utilizados. O resultado desta etapa encontra-se na Figura 43.

Figura 43 - Protótipo produzido pelos alunos do CTM integrado ao acionamento, redução e base de sustentação.



Fonte: JUSTINO *et al.* (2020)

Vale destacar que um dos objetivos deste trabalho se dá pelo aprimoramento deste equipamento quanto às questões de segurança. As melhorias foram: Inserção de um funil para inacessibilidade do sistema de trituração, inserção de uma rampa

de saída e chapas laterais para melhor despejo do resíduo e introdução de indicadores luminosos para informar o estado da máquina. O resultado encontra-se na Figura 44.

Figura 44 - Protótipo de testes adaptado



Fonte: Do autor (2021)

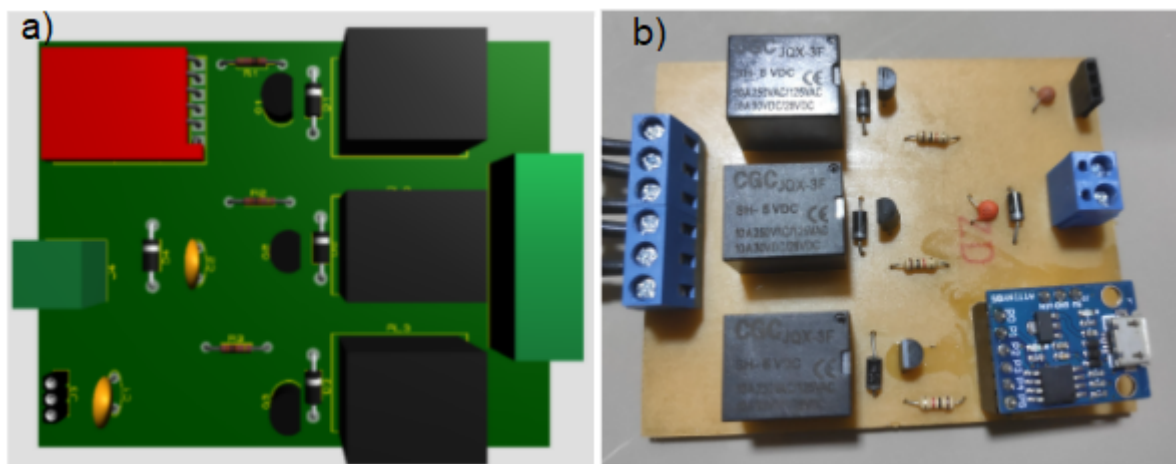
3.5.2 Módulo eletroeletrônico inicial anti-travamentos

Com o intuito de uma maior facilidade e agilidade no processo de reversão do sentido de giro, foi proposto uma automação desta atividade. Ou seja, ao travar o sistema de tremonhas, a máquina deve interpretar as condições e fazer a atividade das 3 botoeiras (liga, desliga, inverte) de maneira automática.

Uma vez ocorrido o travamento do sistema de tremonhas, a carga no motor tende a aumentar e, conseqüentemente, a corrente. Logo, decidiu-se fazer o módulo baseando-se na leitura de um sensor de corrente, que, quando identificasse um sinal de corrente maior ou igual ao que ocasiona o travamento, mandaria um sinal ao microcontrolador, Figura 45. O qual, por sua vez, aciona os relés eletromecânicos que estão em paralelo com as botoeiras de acionamento.

E, a lista de materiais necessários para a construção desta placa e o seu circuito encontram-se no Apêndice C.

Figura 45 - Módulo eletroeletrônico anti travamentos no Proteus a) e o resultado b)



Fonte: Do autor (2019)

Para fazer o controle de comutação dos relés, foi utilizado o arduino ATTINY85, devido ao seu volume reduzido e um número adequado de portas, além de ser “um microcontrolador extremamente pequeno, versátil e acessível” (FILIPEFLOP, 2021). Tais características, e a pouca complexidade exigida, foram determinantes para a escolha deste microcontrolador no circuito anti-travamentos do protótipo de testes.

3.5.3 Testes de trituração

Os testes de trituração realizados pela equipe tiveram como objetivos principais a análise do desempenho do sistema de tremonhas, agora motorizado, e a análise do módulo eletroeletrônico para evitar travamentos.

Em relação ao sistema de tremonhas, os travamentos ainda eram recorrentes, necessitando de ajuste tanto na geometria dos discos como na folga entre os discos opostos.

Para destravar o sistema de tremonhas da máquina, em média, necessita-se de um tempo de três segundos com o motor girando no sentido oposto. Desta forma, após esse tempo, o mesmo pode voltar ao seu estado de operação habitual.

Tratando-se do módulo eletroeletrônico, primeiramente realizou-se a análise da corrente, com o uso de um alicate amperímetro, em caso de travamentos. A

média de corrente durante a ocorrência de bloqueio do sistema foi de 7 A, logo, ajustou-se a programação do microcontrolador para que este fosse o valor de corrente máximo permitido.

O resultado referente ao desempenho deste módulo foi satisfatório, revertendo o sentido do motor quando necessário. Contudo, para o produto final, recomenda-se a criação de uma placa mais robusta e um afastamento da mesma do sistema de trituração, evitando desgaste ou falhas indesejadas.

4 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho foi motivado pela necessidade dos maricultores do Ribeirão da Ilha de resolver o problema relacionado ao descarte das conchas. E, para resolução de tal problema, procurou-se desenvolver um equipamento baseado principalmente na demanda e desejos desses maricultores.

O objetivo principal deste trabalho se deu pelo desenvolvimento de um projeto e construção de um equipamento capaz de reduzir o volume de conchas de ostras e mariscos. Pode-se afirmar que tal objetivo não foi concluído por completo, tal resultado deve-se principalmente ao fato da suspensão das atividades presenciais no câmpus do Instituto no período de 2020 a 2021. Contudo, em relação aos objetivos específicos a serem cumpridos por este trabalho, pode-se dizer que teve-se a maioria deles concluídos, desta forma, facilitando a continuação do projeto para conclusão do equipamento.

Destaca-se o grande aproveitamento da equipe em relação ao uso do protótipo de testes. O mesmo, construído em sua maioria durante o ano de 2019, possibilitou a realização de testes de trituração, nos quais puderam ser avaliados tanto o comportamento do sistema de tremonhas, quanto do módulo de reversão para evitar travamentos.

No que diz respeito ao sistema de tremonhas, o mesmo será alterado para o produto final, devido ao fato de travamentos regulares. Alterando não só a sua geometria quanto o número de discos inseridos no sistema.

Em relação ao módulo anti travamentos, apesar de constatado seu bom funcionamento, a sua confiabilidade a longo prazo depende de torná-lo mais robusto e adepto às vibrações da máquina. Recomenda-se a utilização de uma proteção e componentes resistentes, além de inseri-lo o mais distante possível do sistema de trituração.

Em relação às possíveis adaptações do equipamento, aconselha-se seguir o procedimento de seleção de interface (PSI). Desta forma, tendo as interfaces bem definidas, facilita-se a elaboração de um projeto modular.

A finalização do equipamento completo de trituração de conchas de ostras e mariscos é de grande importância para os maricultores do Ribeirão da Ilha, visto

que, além de facilitar o descarte correto de tal resíduo, pode-se ainda convertê-lo em um ativo para estes maricultores.

5 REFERÊNCIAS

ABSHER, T.M. FERREIRA JR, A.L.; CHRISTO, S.W. 2015 Conchas de Moluscos Marinhos do Paraná. Publiki, Rio de Janeiro, 20p

ALMEIDA, Angelo Maxwell Alves. **Estudo e Implementação de Sensores de Corrente**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2009.

ALMEIDA, Henrique Silveira de; TOLEDO, José Carlos de. Qualidade total do produto. **Production**, v. 2, p. 21-37, 1992.

Banzi, M. (2010). Primeiros passos com o arduino (Primeira ed.). São Paulo, SP, Brasil: Novatec Editora Ltda.

BARRETO, Rita Anne Andrade. **Projeto detalhado de uma máquina CNC router**. Monografia (Bacharel em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.

BARROSO. Cultivo de moluscos em Santa Catarina. **Sistemas de cultivo aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e socioeconômicos**. Rio de Janeiro: UFRJ, p. 87-96, 2007

BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. Editora Blucher, 2011.

BRUNELLO, Roger. **Como funciona o disjuntor?** Cetti, 2020. Disponível em: <<https://www.cetti.com.br/blog/como-funciona-o-disjuntor>>. Acesso em: 14, maio de 2020.

BULGARELLI, Roberval. **Proteção térmica de motores de indução trifásicos industriais**. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

CARPES JR, Widomar P. **Introdução ao projeto de produtos**. Bookman Editora, 2014.

COELHO, Ítalo. Começando com o ATtiny85. FilipeFlop, 2021. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/comecando-com-o-attiny85/>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

CHIERIGHINI, D.; BRIDI, R.; ROCHA, A. A.; LAPA, K. R. **Possibilidades do uso das conchas de moluscos**, In: International Workshop advances in cleaner production, 3., 2011. São Paulo

Dantas, W., & Minotti, C. (2021). PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS CURVAS DE PROTEÇÃO DE DISJUNTORES. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar* - ISSN . Disponível em: <<https://doi.org/10.47820/recima21.v1i1.969>> Acesso em: 15 dez. 2021.

Da Silva, Cecilia Chicoski. Da Silva, Jefferson Chicoski. Dossiê Técnico - Cultivo de Ostras. 2007.

DA SILVA, M. E. **Curso de comandos elétricos**. Piracicaba, 2006. (Apostila).

DE OLIVEIRA NUNES, Alisson José *et al.* **DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DAS CONCHAS DAS OSTRAS DO PACÍFICO (*Crassostrea gigas*)**, p. 1-388-416.

DUARTE, C.M. *et al.* **Will the oceans help feed humanity?** BioScience, American Institute of Biological Sciences, v. 59, n. 11, p. 967-976, 2009. Disponível em: . Acesso em: 29 nov. 2021.

FLORES, Paulo; GOMES, José (2015). **Sistemas de Transmissão de Movimento. Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Mecânica**. Disponível em: <<http://repositorium.uminho.pt/bitstream/1822/35869/1/6.12.52%202015.pdf>>. Acesso em: 10 jan. de 2022

FLORIANÓPOLIS, Prefeitura Municipal de Superintendência de Pesca, Maricultura e Agricultura. Produção de Moluscos 2016/2017.

FONSECA, A.J.H. **Sistematização do processo de obtenção das especificações de projeto de produtos industriais e sua implementação computacional**. 2000. 180 f. Tese(Doutorado em Engenharia Mecânica) CTC/EMC. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

INFOAGRO, Sistema Integrado de Informações Agropecuárias da Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca de Santa Catarina. **Produção Agropecuária: Produção animal**. Disponível em: <<https://www.infoagro.sc.gov.br/index.php/safra/producao-animal-2>> . Acesso em: 3. jan. 2022.

INST TOOLS. **Encoder Working Principle**. [S. l.], 1 set. 2017. Disponível em: <https://instrumentationtools.com/encoder-working-principle/>. Acesso em: 7 jan. 2022.

KURNIAWAN, Agus. **Internet of Things Projects with ESP32: Build exciting and powerful IoT projects using the all-new Espressif ESP32**. Packt Publishing Ltd, 2019.

MACHADO, M. **Maricultura como base produtiva geradora de emprego e renda: estudo de caso para o Distrito de Ribeirão da Ilha, no Município de**

Florianópolis – SC – Brasil. Florianópolis, 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.

Maricultura: Tudo que você precisa saber sobre o mercado. **ENGEPESCA**, 2018.

Disponível em: <

<https://engepesca.com.br/post/maricultura-tudo-que-voce-precisa-saber-sobre-o-mercado>>. Acesso em: 19 set. 2019.

MCROBERTS, Michael. **Arduino básico**. Novatec Editora, 2018.

MONDO, Tiago S.; BORGES, William J. O desenvolvimento territorial sustentável no Ribeirão da Ilha: panorama histórico e perspectivas. *Revista Desarrollo Local Sostenible*, Espanha. v.7, n.18, 2014.

MULOT. **Our Company**. Disponível em :

<<http://www.mulot.fr/societe-mulot-industrie-coquillage.html?lang=2>>. Acesso em: 10 jan. 2022

NONÔ, Ricardo Gomes de Barros. Cultivo de ostras em Alagoas; SEBRAE/AL, 2010.

NOVAES, A.L.T. **Desenvolvimento de um sistema mecânico para limpeza e classificação de ostras**. Dissertação de mestrado em engenharia mecânica, UFSC-SC. Florianópolis, 2005.

OLIVEIRA, T. R. de. **Apostila para a disciplina eletrônica geral**. Betim, 2013 (Apostila)

OSTRENSKY, Antonio *et al.* **OSTREICULTURA** Manual de boas práticas: Qualidade e segurança para bons negócios; Sebrae. Brasília, 2015.

PAULILO, Maria Ignez S. Maricultura e território em Santa Catarina - Brasil. **Geosul**, Florianópolis, v.17, n.34, p 87-112, 2002. Editorial.

PEREIRA, J. **Eletrônica analógica**. Natal, 2014. (Apostila).

Petrielli, F. A. da S. **Viabilidade Técnica e Econômica da Utilização Comercial das Conchas de Ostras Descartadas na Localidade do Ribeirão da Ilha, Florianópolis, Santa Catarina**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC, 2008.

PETRUZELLA, F.D; **Motores Elétricos e Acionamentos**. 1 ed. Porto Alegre, Bookman, 2013.

PETRY, Clóvis Antônio. **Fontes Lineares x Fontes Chaveadas**. 2007. 18 slides. Disponível em: <https://professorpetry.com.br/Ensino/Repositorio/Docencia_CEFET/Eletronica_Basica/2007_1/Aula_18.pdf> Acesso em: 21 nov. 2021.

ROHLEDER, E.; SPECH, H.; GÓMEZ, L. A. A. A importância do desenho no processo de projeto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA. 28. Ouro Preto, 2000. **Anais**. Ouro Preto, Cobenge, 2000.

ROMEIRO, Eduardo *et al.* **Projeto do produto**. Elsevier Brasil, 2013.

SANTOS, Alex Alves *et al.* **Síntese informativa da agricultura 2016-2017**. EPAGRI, Santa Catarina, 2017. MARICULTURA, p. 164-166.

SANTOS, Andrea Cristina Dos. *et al.* **Aplicação de métodos de apoio às fases iniciais ao processo desenvolvimento de produtos mecatrônicos**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2012, Bento Gonçalves. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2012.

SANTOS, R. T., “**Levantamento de Curvas de Rendimento de um Sistema de Transmissão Mecânica por Correia**”, 2012. 15p. Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

SCALICE, R. K; ANDRADE, L. F. S, FORCELLINI, F. A. **Procedimento para seleção de interfaces para produtos modulares baseado no ciclo de projeto de produtos. Produção**. Joinville – SC, v. 22, n. 4, p. 734-750, se. / dez. 2012.

SCHIEFLER JR. Nivaldo T. **Eletrônica Geral I** Diodos e transistores. Joinville, 2011. (Apostila).

SERAFIM, Emerson S. **H7 - Dimensionar relés de sobrecarga para aplicação em circuitos de proteção em motores elétricos**. 2011. 15 slides. Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/b/b0/Aula_5_Acionamentos_Eletricos_H7_reles_sobrecarga.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2021.

Shigley, J.E. Elementos de Máquinas 1, LTC Editora LTDA, Rio de Janeiro: Brasil, 1984, 347 p.

SOUZA, N. S. **Apostila de acionamentos elétricos**. Rio Grande do Norte, 2009. (Apostila).

TAQUES, Mauricio Martins. **Comandos elétricos industriais**. Disponível em: <http://joinville.ifsc.edu.br/~mtaques/Comandos%20Industriais/Apostila_ComandosIn>

dustriais_Teoria_ProfMauricioTaques_Vmar%C3%A7o2016.pdf.>. Acesso em: 10 dez. 2021.

THOMAZINI, D.; ALBUQUERQUE, P. U. B. **Sensores industriais: fundamentos e aplicações**. 8. ed. São Paulo: Érica, 2012.

ULRICH, Karl T.; EPPINGER, Steven D. Product architecture. **Product design and development**, v. 3, p. 163-186, 2004.

APÊNDICE A - Dados da entrevista realizada com os maricultores associados a AMASI

Entrevista realizada com os maricultores associados a AMASI. A entrevista contou, além dos maricultores, com a equipe de projeto do programa “Maricultura ilha-IFSC: saúde, segurança e educação”.



PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO DA PESQUISA E EXTENSÃO AO ENSINO NO CÂMPUS FLORIANÓPOLIS

EDITAL Nº 02/2018/PROPPI/PROEX Câmpus Florianópolis

RELATÓRIO DE REUNIÕES E ENCAMINHAMENTOS

27/03/2019

Reunião com o comitê técnico da AMASI

Expectativas em relação ao projeto Mecânica:

- O projeto deve ter continuidade, pois há vários equipamentos entregues inacabados ou não transferidos para a associação;
- Transferência e autorização de uso para a associação;
- A partir do sistema de trituração, vislumbra um desenvolvimento mais amplo. Além do equipamento, um local e as condições necessárias para o processamento das conchas;
- Possibilidade de triturar conchas úmidas.

Em um prazo mais curto, espera-se que o equipamento possa atender cada produtor em seu local de trabalho, pois o deslocamento a uma central de processamento demanda muito tempo e acarretaria em mais custos. Assim, para triturar as conchas no local de produção, necessita-se de um equipamento compacto, seguro e monofásico (220V).

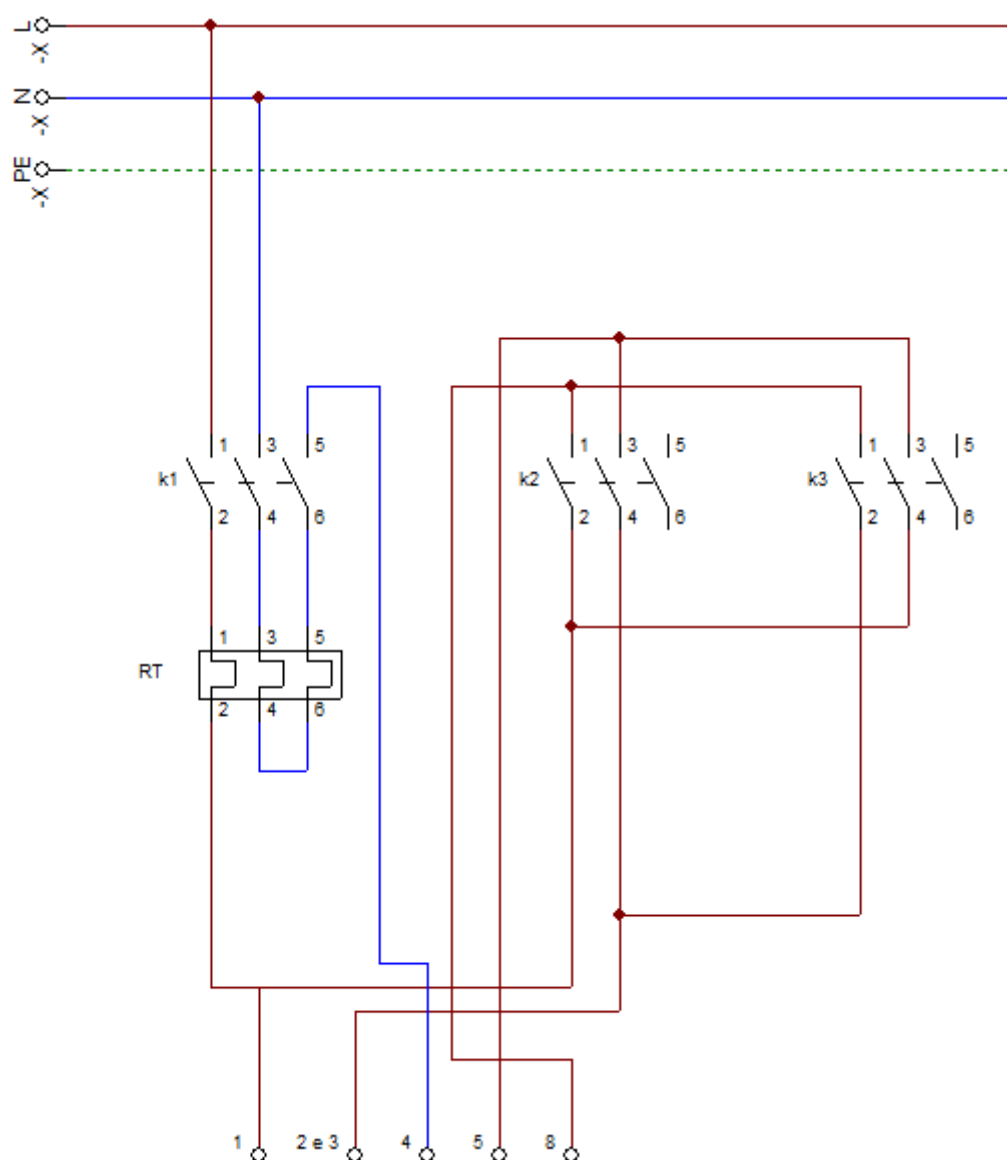
Dados de referência fornecidos por produtores:

- Volume de conchas gerado por dia, durante os três meses de pico: 800 litros (pequena produção) / 8000 litros (grande produção);
- Compra anual de sementes por grandes produtores: 5.000.000;
- Compra anual de sementes em Florianópolis: 50.000.000;
- Descarte total de conchas no Ribeirão: 260 ton / 6 meses.

APÊNDICE B - Circuito elétrico de acionamento do motor elétrico de indução monofásico

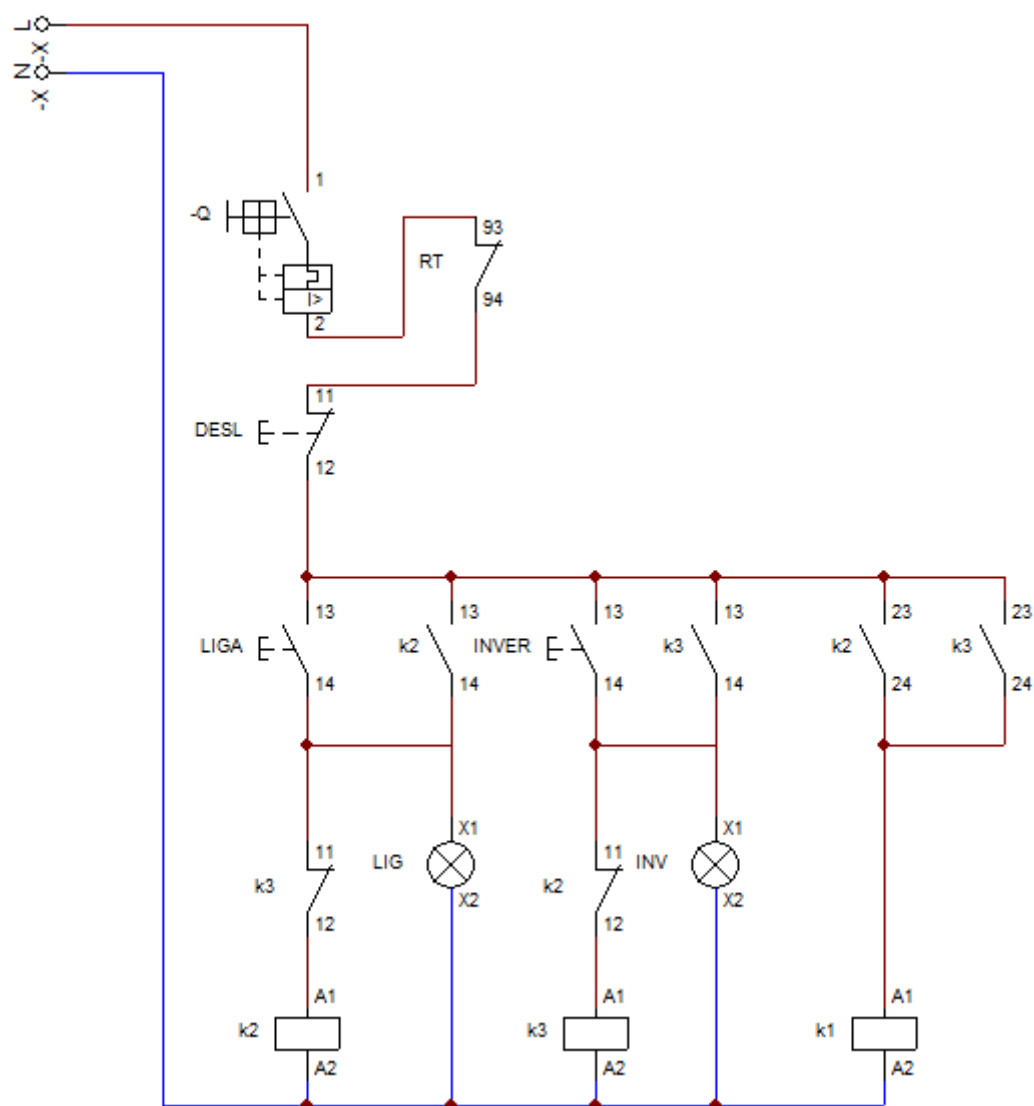
Neste apêndice será apresentado o circuito elétrico de acionamento do motor de indução monofásico. As Figuras B1 e B2 representam respectivamente o circuito elétrico de potência e o circuito elétrico de comando da máquina.

Figura B1 - Circuito elétrico de potência



Fonte: Do autor (2020)

Figura B2 - Circuito elétrico de comando



Fonte: Do autor (2020)

APÊNDICE C - Lista de componentes e circuito para construção do módulo eletro eletrônico anti travamentos

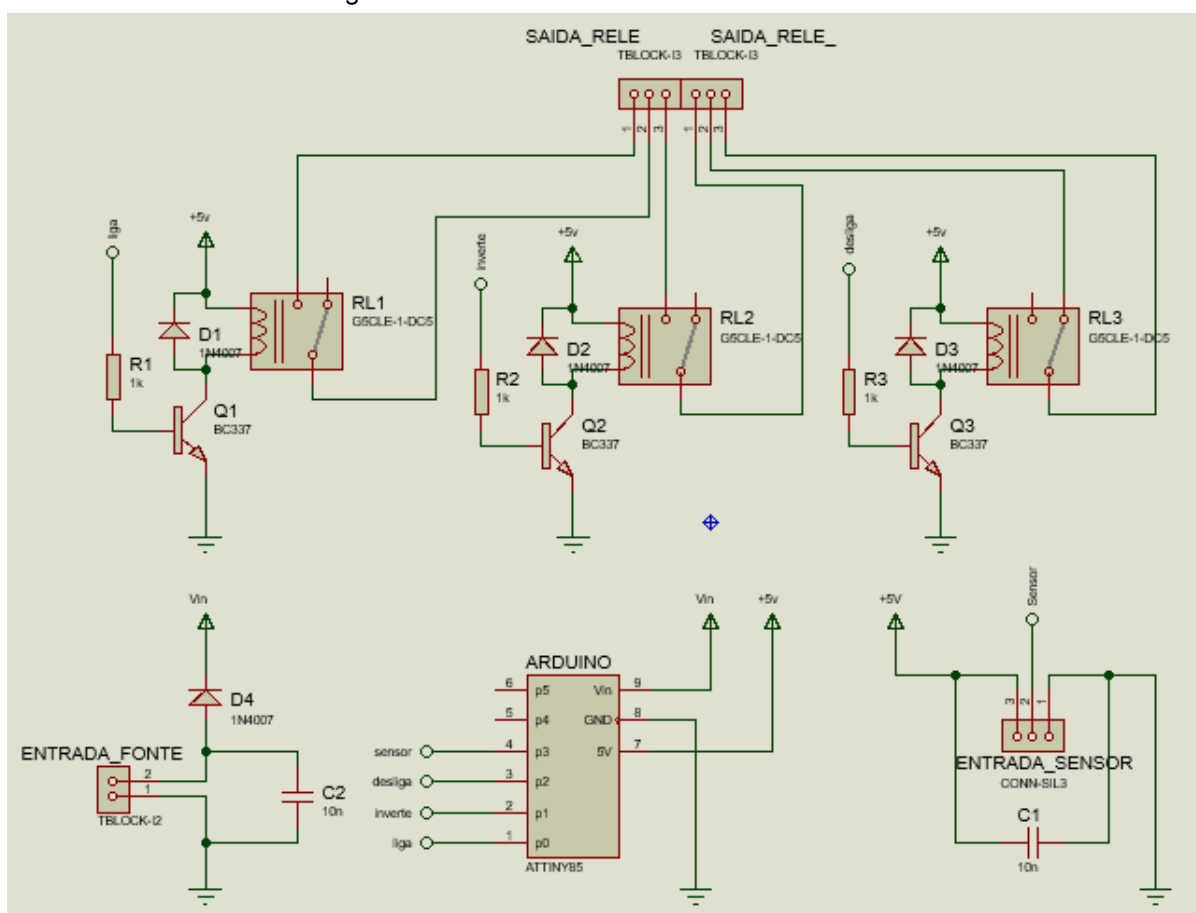
Circuito e lista de componentes necessários para a construção do módulo eletro eletrônico anti travamentos destinado ao equipamento de testes.

Tabela C1 - Lista de componentes do módulo anti travamentos do protótipo de testes

Componente	Características	Quantidade
Capacitor	ceramic 10nF	2
Conn-sil	8 entradas	1
Diodo	1N4007	4
Fonte chaveada	9V / 1A	1
Microcontrolador	ATTINY85	1
Resistor	1k ohms / carbono	3
Relé eletromecânico	220V AC / 5V DC	3
Sensor de corrente	ACS712 - +30/-30A	1
Transistor	NPN - BC337	3
T-Block	3 conexões	2
T-Block	2 conexões	1

Fonte: Do autor (2020)

Figura C1 - Circuito do módulo anti travamentos



Fonte: Do autor (2020)

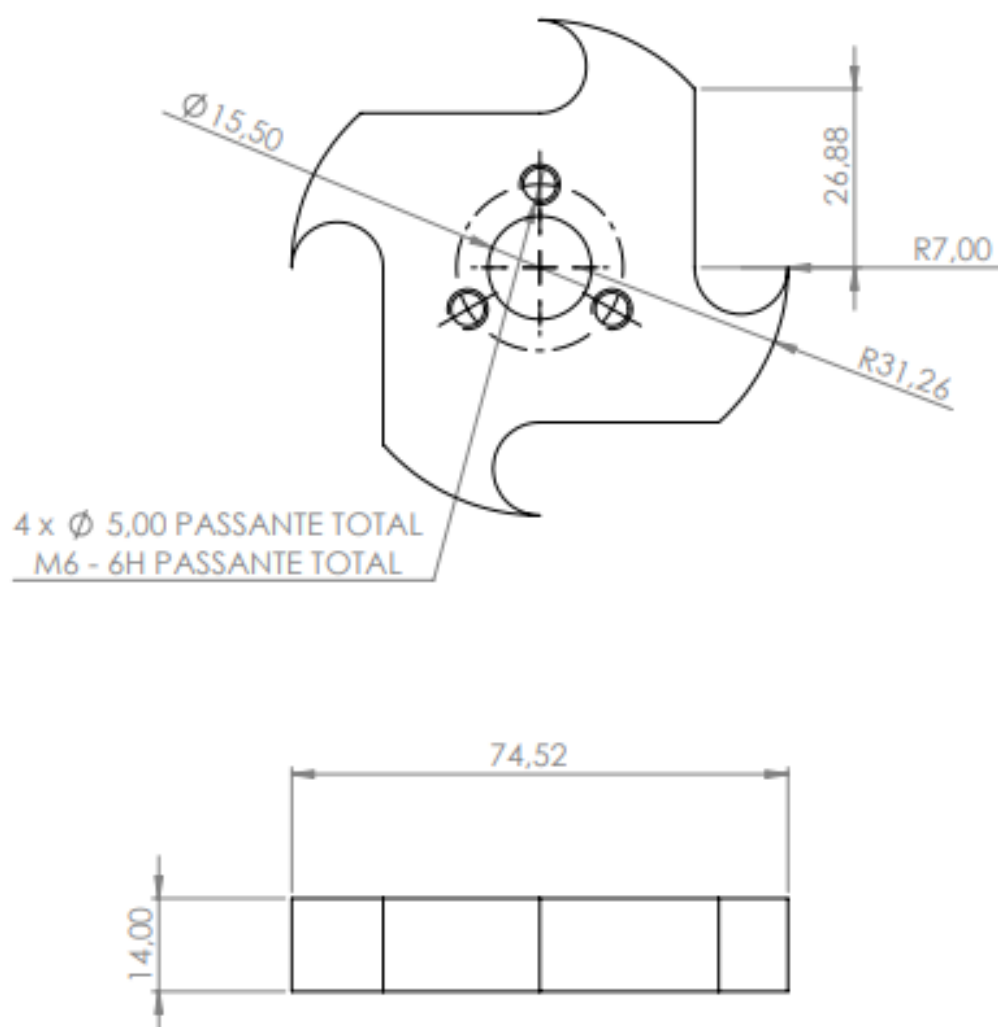
APÊNDICE D - Desenho técnico dos componentes da câmara de trituração do protótipo de testes

Desenho dos principais componentes do protótipo de testes

Neste apêndice são apresentados os principais componentes do protótipo de testes fabricado. Estão exibidos somente aqueles componentes de maior relevância, visto que, além da simplicidade de fabricação dos mesmos, trata-se de um equipamento para ensaios.

Os componentes aqui apresentados são:

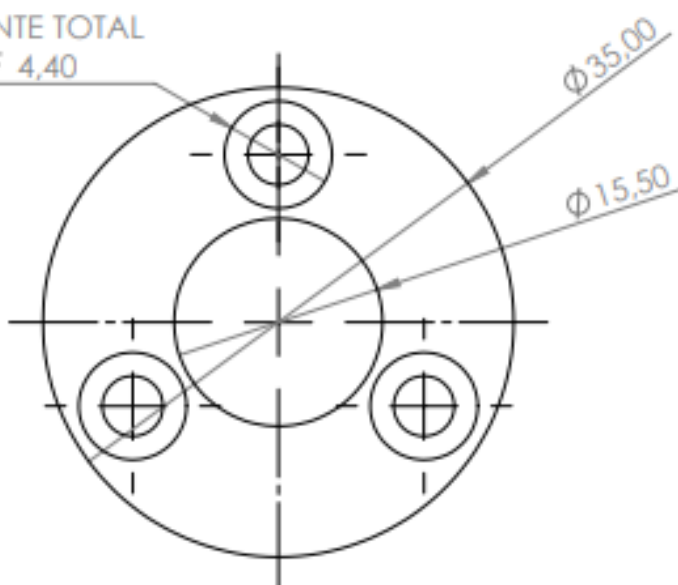
1. Disco dentado.
2. Disco espaçador.



Título		Conjunto triturador - Disco dentado				
 INSTITUTO FEDERAL SANTA CATARINA	Observações: Considerar rasgo de chaveira presente na peça devido ao eixo.	Projetista	Vinicius C. e Vitor W.		Escala	1:1
		Assinatura			Unidade	mm
		Data	Setembro de 2019		Folha	1/1
Local		Av. Mauro Ramos, 950 - Florianópolis/SC				

3 x $\varnothing$ 4,50 PASSANTE TOTAL

$\varnothing$ 8,00 ∇ 4,40



Título:

Conjunto triturador - Disco espaçador



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

Observações: Considerar rasgo
de chaveira presente na peça
devido ao eixo.

Projeto:

Vinicius C. e Vitor W.

Assinatura:

Data:

Setembro de 2019

Local:

Av. Mauro Ramos, 950 - Florianópolis/SC



Escala:

2:1

Unidade:

mm

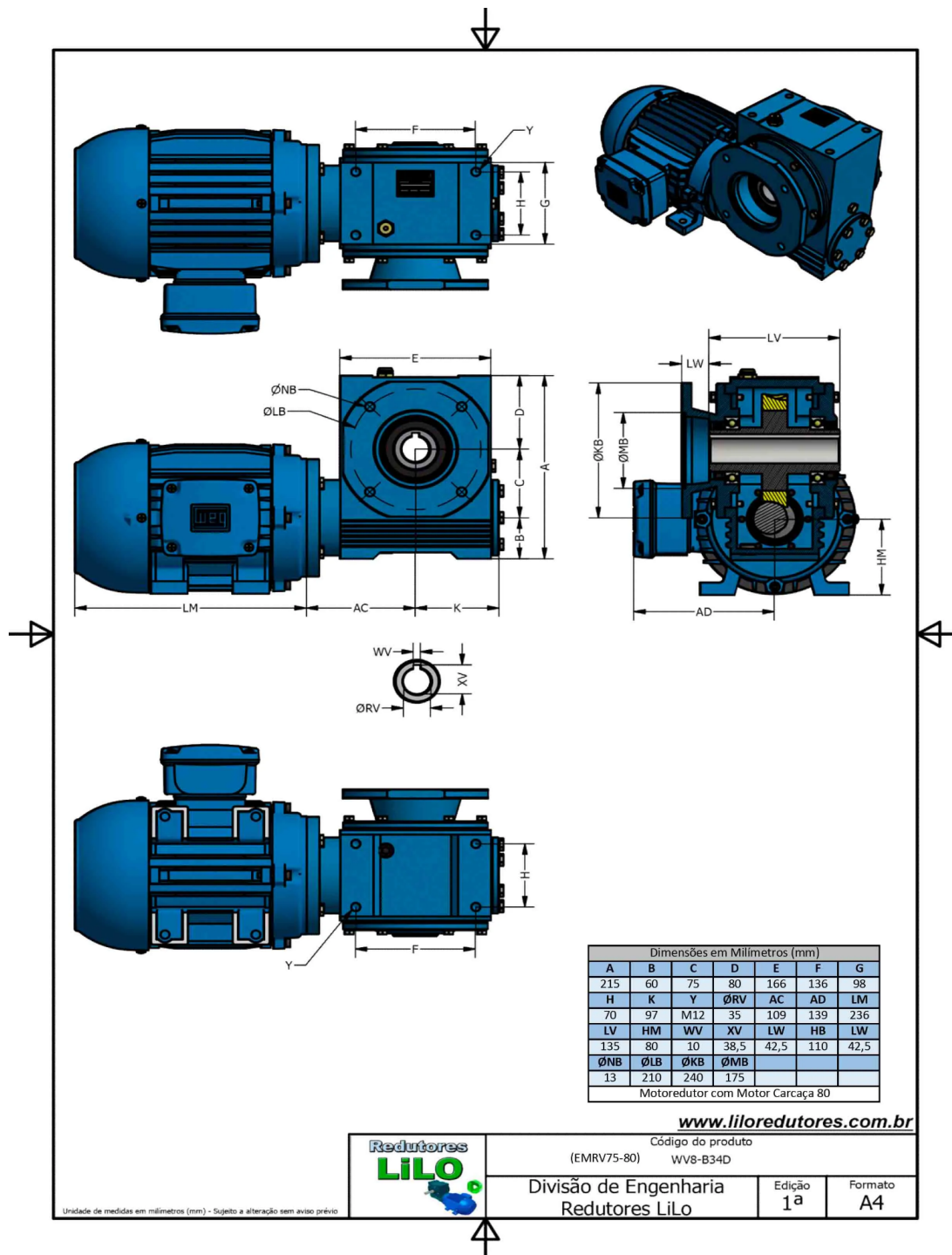
Folha:

1/1

APÊNDICE E - Dimensões e possíveis posições de trabalho do motoredutor

Neste Apêndice serão apresentadas as dimensões e possíveis posições de trabalho do motoredutor adquirido para inserção no equipamento final.

Figura E1 - Dimensões principais do motoredutor



Fonte: Lilo Redutores (2021)

Figura E2 - Possíveis posições de trabalho do motoredutor

