



Diógenes Sartori
Luis Gustavo Mocelin

**DESENVOLVIMENTO DO PROJETO PARA FABRICAÇÃO DE UMA CHOPEIRA
ELÉTRICA**

Horizontina - RS
2019

Diógenes Sartori
Luis Gustavo Mocelin

**DESENVOLVIMENTO DO PROJETO PARA FABRICAÇÃO DE UMA CHOPEIRA
ELÉTRICA**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica na Faculdade Horizontina, sob a orientação da professora Francine Centenaro Gomes, Me.

Horizontina - RS

2019

FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

“Desenvolvimento do projeto para fabricação de uma chopeira elétrica”

Elaborada por:
Diógenes Sartori
Luis Gustavo Mocelin

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Mecânica

Aprovado em: 04/12/2019
Pela Comissão Examinadora


Mestra Francine Centenaro Gomes
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador


Mestre Sirnei Cesar Kach
FAHOR – Faculdade Horizontalina


Mestre Paulo Marcos Flores
FAHOR – Faculdade Horizontalina

Horizontalina - RS

2019

Às nossas famílias, por sua capacidade de acreditar e investir em nós. Especialmente aos nossos pais que nos deram todo o suporte necessário para realização desse sonho.

Agradecemos a todos que direta ou indiretamente fizeram parte dessa formação, de forma extremamente especial aos nossos pais, as nossas esposas e nossos filhos que entenderam nossa ausência em diversos momentos e continuaram nos apoiando. A instituição, professores e colegas que caminharam conosco, o nosso muito obrigado.

“Coisas incríveis levam tempo para acontecerem, não adianta acelerar. Foque no processo. É duro, mas valerá a pena”.

(Autor desconhecido)

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de projeto para fabricação de uma chopeira elétrica, utilizando a metodologia adaptada de Amaral como base principal para o desenvolvimento de todo o projeto. Diante da grande importância desse processo, o objetivo é fabricar uma chopeira de pequeno porte que atenda pequenos consumidores, bem como, ter um produto de baixo custo de fabricação e que seja leve. Seguindo as etapas de acordo com a metodologia escolhida e de acordo com as demais referências bibliográficas estudadas, foi possível atingir os objetivos desejados, desenvolvendo e fabricando o produto proposto, garantindo a boa qualidade do mesmo, as suas especificações, o registro documentado de cada etapa e ainda, o seu baixo custo e peso. Também, foi possível perceber o impacto que a utilização de uma metodologia adequada possui, fazendo com que todas as fases dos processos fluam de forma assertiva, o que por sua vez, reduz a chance de imprevistos no decorrer de todo o processo e evita possíveis falhas.

Palavras-chave: Desenvolvimento. Projeto. Chopeira.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama operacional de uma chopeira profissional de uma via.	19
Figura 2: Sistema de extração.....	19
Figura 3: Sistema de refrigeração.	20
Figura 4: Sistema de serviço.	20
Figura 5: Fluxograma do projeto.	30
Figura 6: Aplicativo Chemours com 25psi(g) e 35psi(g) de pressão.	34
Figura 7: Aplicativo Danfoss 25psi(g) e 35psi(g) de pressão.	34
Figura 8: Resultados da hierarquização dos requisitos.	39
Figura 9: QFD (Quality Function Deployment).	41
Figura 10: Função Global.	44
Figura 11: Estrutura Simplificada.	44
Figura 12: Estrutura Funcional.	45
Figura 13: Concepções.	48
Figura 14: Variantes de Concepção.	50
Figura 15: Parte interna e externa da chopeira pronta.	52
Figura 16: Peso da Chopeira.....	52
Figura 17: Principais componentes.	53
Figura 18: Modelos 3D da chopeira.	55
Figura 19: Imagem do regulador.	60
Figura 20: Dados do setor cervejeiro nacional.	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Pressão x Temperatura.....	33
Quadro 2: Requisitos dos clientes.....	37
Quadro 3: Requisitos do Projeto.	38
Quadro 4: Hierarquia dos requisitos do cliente.....	40
Quadro 5: Requisitos do Projeto (Grupo 1).	43
Quadro 6: Requisitos do Projeto (Grupo 2).	43
Quadro 7: Requisitos do Projeto (Grupo 3).	43
Quadro 8: Descrição das Funções.	45
Quadro 9: Princípios de Solução.....	46
Quadro 10: Combinação de Princípios de Solução.....	47
Quadro 11: Resultados do diagrama de Pugh.	49
Quadro 12: Descrição dos principais componentes.	54
Quadro 13: Lista de Componentes.....	56
Quadro 14: Orçamento Estimado do Projeto.....	57
Quadro 15: Apresentação dos resultados gerais dos testes.	62

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 TEMA	13
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	13
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	13
1.4 HIPÓTESES.....	13
1.5 JUSTIFICATIVA	14
1.6 OBJETIVOS	14
1.6.1 Objetivo Geral	15
1.6.2 Objetivos Específicos	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 CONSUMO DO CHOPP E CERVEJA ARTESANAL	16
2.2 ARMAZENAMENTO DO CHOPP	17
2.3 REFRIGERAÇÃO.....	18
2.4 FUNCIONAMENTO DA CHOPEIRA ELÉTRICA.....	21
2.5 PROJETO INFORMACIONAL.....	21
2.5.1 Requisitos do Cliente	22
2.5.2 Requisitos do Produto	23
2.5.3 Diagrama de Mudge	24
2.6 PROJETO CONCEITUAL	24
2.6.1 Estrutura Funcional	25
2.6.2 Princípios de Solução	26
2.6.3 Combinando os Princípios de Solução	26
2.6.4 Concepções	27
2.6.5 Seleção Concepções	27
2.6.6 Evoluir em Variantes de Concepção	28
2.6.7 Avaliação e Aprovação de Fase	29
2.7 PROJETO DETALHADO.....	29
3 METODOLOGIA	30
4 RESULTADOS E ANÁLISES	32
4.1 FUNCIONAMENTO DA CHOPEIRA ELÉTRICA.....	32
4.2 FABRICAÇÃO DA CHOPEIRA ELÉTRICA	35
4.2.1 Especificações técnicas	35
4.2.2 Recursos Necessários	35
4.2.3 Componentes e funções	36
4.2.4 Requisitos do Cliente	37
4.2.5 Requisitos do Projeto	38
4.2.6 Hierarquização dos Requisitos	39
4.2.7 QFD - Desdobramento da Função Qualidade	40
4.2.8 Estabelecimento dos Requisitos do Projeto	42
4.2.9 Estrutura Funcional	44
4.2.10 Princípios de Solução	46
4.2.11 Combinando os Princípios de Solução	47
4.2.12 Concepções	48
4.2.13 Diagrama de Pugh	49
4.2.14 Variantes de Concepção	50
4.2.15 Chopeira pronta	51
4.3 PROJETO DETALHADO.....	53
4.3.1 Vista explodida e principais componentes	53

4.3.2 Modelamento e Detalhamento.....	54
4.4 TESTES E AVALIAÇÕES	58
5.4.1 Teste do sistema de refrigeração	58
5.4.2 Teste de vazão.....	58
5.4.3 Teste de temperatura do liquido	59
4.4.1 Validação dos Testes.....	60
4.4.2 Aspectos gerais dos testes	62
5 CONCLUSÃO	63
6 REFERÊNCIAS.....	64
APÊNDICE A - DETALHAMENTO DAS PEÇAS A LASER.....	67
APÊNDICE B – DETALHAMENTO DAS PEÇAS GALVANIXADAS.....	70
APÊNDICE C – MONTAGEM DO TANQUE E SERPENTINA	74
APÊNDICE D – MONTAGEM CHOPEIRA ELÉTRICA	75
ANEXO A.....	76

1 INTRODUÇÃO

O mercado cervejeiro está em alta no mundo e é um campo em franca expansão em todos os países, com destaque para nosso país que nos últimos anos vem crescendo o número de cervejeiros.

Segundo a CervBrasil (2017), este mercado representa 1,6% do PIB nacional, tem uma arrecadação de imposto anual de R\$ 21 bilhões, emprega mais de 2.7 milhões de pessoas e no ano de 2017 teve um faturamento de R\$ 107 bilhões. Essas informações podem ser visualizadas no Anexo A.

Ainda, conforme CervBrasil (2017) obtendo como base um estudo realizado pela FGV (Fundação Getúlio Varga), informa que a cada emprego que é criado na indústria cervejeira, são criados também outros 52 novos empregos no restante da cadeia produtiva.

Segundo o MAPA (2018), foi publicado o anuário da cerveja no Brasil com dados sobre o crescimento deste setor em nosso país. Só em 2018 foram concedidos aproximadamente 6.800 registros de produtos para cerveja e chopp.

Ainda de acordo com o MAPA, atualmente no Brasil estão registradas 610 cervejarias, sendo que o número dos estabelecimentos registrados segue em grande crescimento, apresentando um aumento significativo na última década de seis vezes em relação ao ano de 2007.

O Rio Grande do Sul é o terceiro estado com mais processos deferidos, foram mais de 1000 registros. Em 2018 a taxa de crescimento das cervejarias no estado do RS, apresenta um crescimento de 31%, sendo uma região muito próspera no ramo e ficando atrás apenas do estado de São Paulo no que se refere ao número de cervejarias no Brasil (MAPA, 2018).

Diante destes números, identificou-se uma oportunidade de negócio em desenvolver um projeto de produto para fabricar chopeiras elétricas de pequeno porte e com baixo custo de produção, bem como, que a mesma seja mais leve do que as já existentes.

Ainda, um dos intuitos com o desenvolvimento deste projeto é que a chopeira elétrica desenvolvida funcione com expansão direta, sendo que este método foi escolhido devido ao fato de ser quase instantâneo, não havendo a necessidade de ligar a chopeira muito tempo antes de consumir a bebida, ou seja, em 5 minutos após

ligar a bebida já está na temperatura ideal para consumo, o que já é um benefício a mais para os clientes.

Desta forma, os pequenos produtores de cerveja e chopp podem adquirir o equipamento para que o mesmo tenha o uso doméstico ou até mesmo para utilizá-lo em estabelecimentos que possuam uma pequena capacidade de lotação.

1.1 TEMA

Desenvolver um projeto para fabricação de uma chopeira elétrica de pequeno porte, com baixo custo de produção e com regulagem de temperatura.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Desenvolver um projeto para fabricação de uma chopeira elétrica que seja de pequeno porte, com um custo baixo de produção seguindo a metodologia do Amaral.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Os pequenos produtores de cerveja artesanal armazenam seu produto em barris de metal e enfrentam dificuldades e problemas para extrair o chopp com qualidade do barril, pois precisam de uma chopeira elétrica adequada para este processo. Hoje no mercado não é possível encontrar chopeiras que supram as necessidades dos consumidores, pois as chopeiras disponíveis não são ergonômicas devido ao seu tamanho e peso, e também pelo alto valor de compra.

Baseando-se no problema encontrado, busca-se desenvolver um novo conceito de chopeiras elétricas, reduzindo seu tamanho, peso e o custo de fabricação, para que se possa ter um produto mais atrativo no mercado. O desenvolvimento deste projeto irá amenizar o problema relacionado ao tamanho e custo de fabricação das chopeiras elétricas disponíveis no mercado?

1.4 HIPÓTESES

O trabalho foi desenvolvido sob a hipótese de que utilizando uma unidade condensadora menor e uma serpentina de menor proporção, pode ser possível a fabricação de uma chopeira elétrica de pequeno porte, com dimensões menores, com

baixo peso e custo, mas com uma capacidade de refrigerar o chopp a uma temperatura ideal para o consumo.

1.5 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho justifica-se pelo fato que o setor cervejeiro no Brasil vem crescendo significativamente nos últimos anos e já representa 1,6% do PIB nacional, bem como, porque o chopp e a cerveja se tornaram produtos muito apreciados pelo público. Esse por sua vez, está mais exigente no que se refere a consumir uma bebida de boa qualidade e que possua uma variedade interessante de sabores e aromas.

De acordo com os dados do MAPA, até setembro de 2018, constavam nos registros um crescimento de 23% no número de cervejarias artesanais no país, confirmando o crescimento deste setor.

Há dez anos atrás, o país tinha cerca de 70 cervejarias registradas e o consumidor só encontrava as marcas populares de cervejas nos supermercados. Hoje, esta realidade é totalmente diferente, pois é possível encontrar facilmente diversos rótulos de cervejas artesanais nas prateleiras, produzidas por micro, pequenas e grandes empresas. E a previsão para o ano de 2019 é que a indústria de cerveja artesanal continue crescendo, em torno de 25% por ano no número de fábricas.

Juntamente com o crescimento da indústria cervejeira, está o grande aumento na procura por mercadorias qualificadas para extrair a bebida, ou seja, as chopeiras elétricas. Sendo assim, tendo conhecimento desta oportunidade no ramo das cervejas e chopp, optou-se pelo desenvolvimento e também fabricação de uma chopeira elétrica.

O projeto traz consigo o intuito de desenvolver e fabricar uma chopeira elétrica de pequeno porte, leve, com facilidade de locomoção, com um custo acessível ao consumidor e ainda, que seja capaz de manter uma temperatura adequada para o consumo e apreciação da bebida.

1.6 OBJETIVOS

Para o desenvolvimento do projeto, foram definidos objetivos a serem cumpridos.

1.6.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem por objetivo geral fabricar uma chopeira elétrica de pequeno porte, com baixo custo, ergonômico e que atende as necessidades do pequeno produtor de cerveja e chopp, utilizando-se a metodologia de projeto de produto, sendo desenvolvidas as fases do projeto informacional, projeto conceitual e projeto detalhado.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Projetar e fabricar uma chopeira elétrica;
- Realizar testes de refrigeração, vazão e temperatura;
- Obter dados dos testes;
- Validar os resultados dos testes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Até a Idade Média, a produção da cerveja era realizada por mulheres e era considerada uma fonte de vitaminas e minerais importantes para as refeições diárias, sendo ainda considerada uma bebida mais pura do que a água. Normalmente, a população mais simples realizava as produções, porém, é inegável que a bebida caiu no gosto de todas as classes (BELTRAMELLI, 2012).

Embora, por tradição, a produção fosse feminina, foi nos mosteiros que se teve um grande avanço na produção da cerveja, tendo assim melhorias técnicas. Para os monges a cerveja possuía grande importância nos seus jejuns estabelecidos pela religião. Alguns possuem até hoje autorização para fabricar a bebida e vender com o intuito de doar o valor arrecadado para instituições de caridade (MORADO, 2009).

No que diz respeito a opinião de MAPA (2018), o chopp e a cerveja se tornaram uma das bebidas mais consumidas nos últimos tempos, o maior inconveniente é o fato de como refrigerar uma grande quantidade, principalmente quando se necessita de uma maior quantidade de bebidas.

2.1 CONSUMO DO CHOPP E CERVEJA ARTESANAL

Segundo Sindicerv (2017), o Brasil ocupa a terceira posição mundial em produção de cerveja, atrás apenas da China e EUA. E a demanda pela cerveja vem crescendo no país, o que sinaliza a possibilidade de maior participação do produto no cenário econômico. Esse mercado de cerveja tem tido um crescimento generalizado no país, não se restringindo, como no passado, à ampliação do consumo apenas na região Sul/Sudeste.

No Brasil, o perfil sensorial da cerveja vem se modificando ao longo dos anos, tendo por resultado uma cerveja mais leve, refrescante, com um teor alcoólico menor, menos amarga e menos encorpada. Desta forma, este tipo de cerveja se tornou a principal aposta das cervejarias no país, o que lembra uma combinação da cerveja americana com a europeia (BEERLIFE, 2010).

Beerlife (2010), também informa que a padronização deste tipo de cerveja como sendo a principal é um bom negócio, pois representa cerca de 94% do mercado nacional. É importante perceber que há uma variação no consumo da cerveja e do chopp conforme a região do país, sendo que normalmente, as cervejas Premium são muito mais consumidas nas regiões Sul e Sudeste. No que se refere a cerveja em

barril ou chopp, a mesma possui metade do seu consumo nessas duas regiões citadas acima, isso porque se tem facilidade na distribuição da mesma, bem como, nos investimentos para se ter os pontos de venda.

De acordo com Beerlife (2010), as cervejas especiais (artesaniais ou importadas) possuem uma previsão de crescimento maior que as cervejas tradicionais (Pilsen). Isso se confirma ao verificar que as cervejas especiais cresceram 12% em 2007, em comparação a 6,7% das tradicionais no mesmo período. Ainda, para que seja alcançado novos nichos de mercado, as cervejarias estão apostando bastante em projetos de marketing capazes de enraizar ainda mais a cultura cervejeira.

Da mesma maneira que as pessoas possuem interesse em obter novos produtos conseguindo assim o reconhecimento da sociedade, o mesmo acontece com o ramo das bebidas consumidas. Um grande número de consumidores acredita que consumindo uma cerveja artesanal, o seu status social cresce e se aproxima dos consumidores de vinho. Ainda, se acredita que ao consumir uma cerveja artesanal as pessoas estão também preocupadas em vivenciar uma experiência gastronômica diferente e mais prazerosa, o que também aumenta seu status. Esse status possibilita que as cervejarias tenham um aumento crescente no consumo de suas bebidas (BELTRAMELLI, 2012).

Segundo Tapa na Cara (2010), um dos fatores que permite o aumento do consumo da bebida no Brasil se refere a inovação das embalagens, que despertam a atenção e o interesse do público.

2.2 ARMAZENAMENTO DO CHOPP

O armazenamento do chopp é um dos diversos fatores importantes que há para que se tenha uma boa qualidade do produto, uma vez que é preciso considerar aspectos como a temperatura na qual o chopp será mantido, o tempo que o mesmo ficará no seu local de armazenamento, a forma de se servir a bebida, entre tantos outros detalhes (MAXBEER, 2019).

Segundo Maxbeer (2019), ao contrário do que a grande população acredita, o chopp não deve ser armazenado na temperatura mais baixa possível. O mais adequado é que a temperatura da máquina esteja entre 0 e 2 graus, que chegue a mesa quando estiver entre 3 e 4 graus e seja consumido na temperatura que varie de 6 até 8 graus. Este cuidado é de suma importância para que não se tire a sensibilidade da bebida, o que reduz a sensação de aroma e sabor.

Segundo a Fispal Digital (2019), o chopp deve ser armazenado em um ambiente fechado, com temperatura controlada e, é claro, longe da luz solar. Pode-se reforçar que chopp tem uma validade curta, exatamente por não serem pasteurizados como as cervejas. E logo após a remoção do lacre, é necessário consumi-lo em até, no máximo, 11 dias e após aberto, o barril deve ser consumido o mais rápido, em até dois dias, no máximo.

Esse armazenamento do líquido pode ser feito em barril de madeira, alumínio, aço carbono, aço inox e até mesmo em material plástico. O importante é que se consiga manter as características da bebida (MAXBEER, 2019).

2.3 REFRIGERAÇÃO

Segundo Diamont (2019), os sistemas de refrigeração são aqueles nos quais o fluido refrigerante (fonte fria) se expande com o contato com o fluxo de ar do ambiente (fonte quente). Essa expansão trata-se do processo de evaporação do fluido refrigerante na parte interna da serpentina, que por sua vez, auxilia na absorção que promove a refrigeração, sendo que o nome expansão direta se originou devido a esse processo.

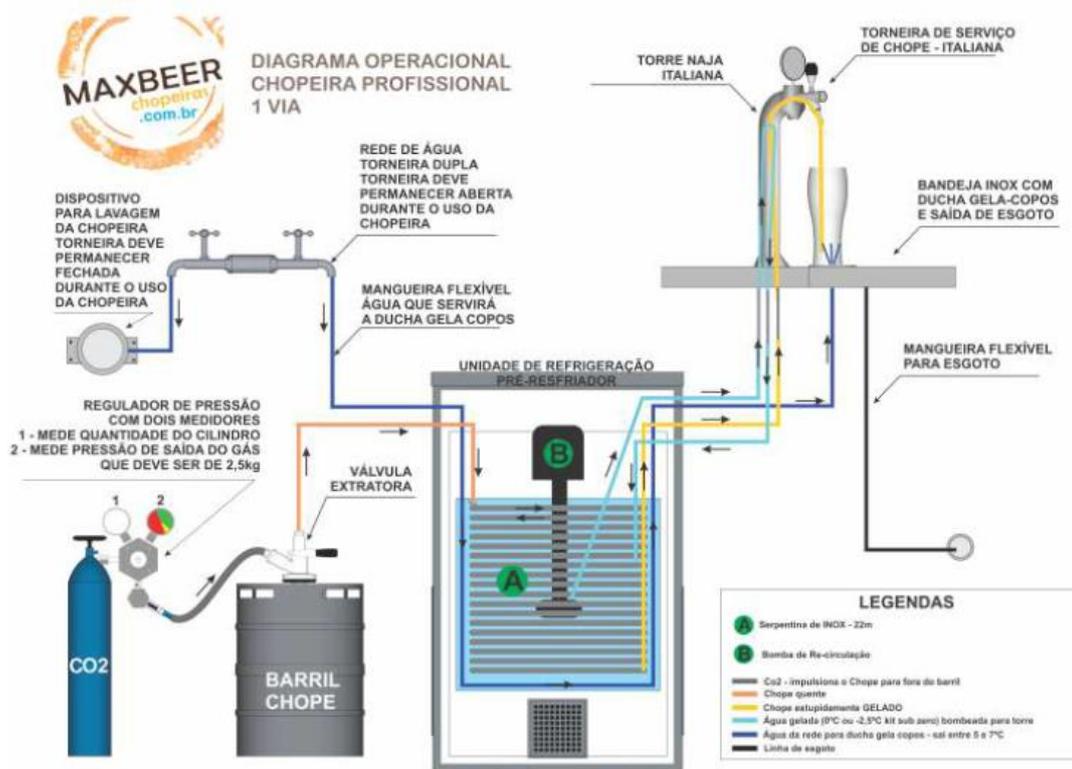
De acordo com Grundfos (2019), o sistema de refrigeração por expansão direta refere-se a um tipo de sistema de arrefecimento no qual o líquido primário é utilizado para realizar a evaporação. Geralmente, esse tipo de sistema é muito útil para sistemas pequenas e isolados, porém, é possível ser utilizado em sistemas industriais.

Grundfos (2019) também informa que antes de ser escolhido o tipo de sistema a ser utilizado, é de suma importância que alguns fatores sejam verificados, como por exemplo, custos, temperatura do ambiente, regulamento entre tantos outros.

Segundo a Maxbeer (2019), o sistema de refrigeração pode ser considerado como um dos pontos principais para a boa qualidade do chopp. Para tanto, é necessário cuidado e conhecimento para escolher os melhores componentes para fabricação da chopeira. Assim, é preciso possuir 3 sistemas principais: o sistema de extração, o sistema de refrigeração e o sistema de serviço.

Na Figura 1 é possível visualizar um diagrama operacional de uma chopeira profissional de uma via.

Figura 1: Diagrama operacional de uma chopeira profissional de uma via.



Fonte: Maxbeer (2019).

Conforme Maxbeer (2019), o sistema de extração refere-se ao sistema que deverá extrair o chopp do barril e levá-lo para o segundo sistema que é o de refrigeração. Para tanto, o regulador de pressão e as válvulas extratores necessitam ser de boa qualidade e precisão. Na Figura 2, segundo Maxbeer (2019), está representado esse sistema de extração.

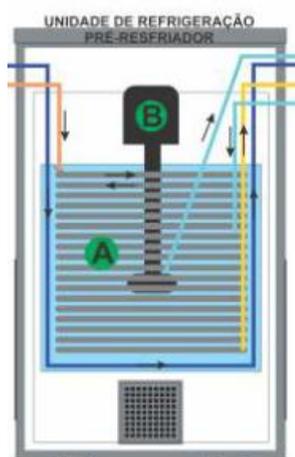
Figura 2: Sistema de extração.



Fonte: Maxbeer (2019).

Em relação ao sistema de refrigeração, Maxbeer (2019) informa que o mesmo deve possuir um refrigerador, uma serpentina ou duas e ainda uma bomba de recirculação para permitir que o chopp possua uma apresentação e gosto profissional. Na Figura 3, demonstra a representação de um sistema de refrigeração.

Figura 3: Sistema de refrigeração.

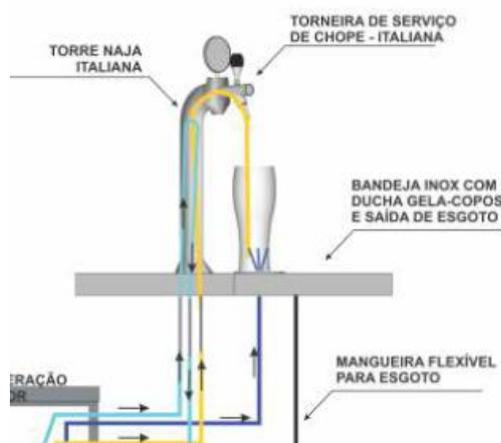


Fonte: Maxbeer (2019).

Ainda podemos dizer que o sistema de refrigeração é um sistema fechado aonde a temperatura em que o refrigerante se evapora ou se condensa é controlada pela pressão. Portanto a pressão desse sistema fechado é regulada para controlar as temperaturas de evaporação e de condensação do fluido refrigerante.

O terceiro sistema é o de serviço, o qual deve ter uma torre e uma torneira para que o chopp seja retirado do barril (Maxbeer, 2019) e pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4: Sistema de serviço.



Fonte: Maxbeer (2019).

Para este estudo optou-se por utilizar o processo de refrigeração por expansão direta. Maxbeer (2019) explica que ocorre através de uma serpentina de cerca de aproximadamente 5 metros que é colocada dentro de uma capsula blindada, onde ocorre de fato a refrigeração. Este processo foi escolhido devido ao fato de não permitir o congelamento da bebida e por ser um dos sistemas mais utilizados em chopeiras elétricas.

No que refere-se ao controle da temperatura, a mesma ocorre através da pressão do fluido refrigerante que no caso está dentro do tanque, sendo que foi utilizado o gás R134a para este estudo. Conforme Maxbeer (2019), esse sistema é quase instantâneo, o que por sua vez apresenta o benefício de não haver a necessidade de ligar a chopeira muito tempo antes de utilizá-la, pois refrigera a bebida em cerca de 5 minutos após ligar a máquina.

Para que se possa entender melhor o comportamento de um fluido refrigerante no sistema, é necessário que se compreenda primeiro quais são as etapas do ciclo de refrigeração. Neste ciclo, o fluido refrigerante passa por uma série de processos termodinâmicos em diferentes componentes do sistema de refrigeração: evaporador, compressor, condensador e válvula de expansão (EMBRAR, 2018).

2.4 FUNCIONAMENTO DA CHOPEIRA ELÉTRICA

Chopeiras elétricas podem ter seu funcionamento através de termostato e expansão direta, onde a serpentina está imersa dentro de um tanque de líquido. No termostato é realizada a regulagem da temperatura de saída do líquido, ou seja, o termostato funciona como se o mesmo fosse uma chave responsável por ligar e desligar de acordo com a temperatura (Maxbeer, 2019).

Em relação ao processo de expansão direta, a refrigeração ocorre em um sistema blindado, onde uma pequena serpentina é colocada em uma cápsula blindada e é neste ambiente que todo processo de refrigeração ocorre (Maxbeer, 2019). Ainda, referente ao controle da temperatura é pela pressão do gás refrigerante que está dentro do tanque, onde é utilizado o R134a.

2.5 PROJETO INFORMACIONAL

Segundo Amaral (2006), o objetivo de um projeto informacional trata-se criar, de forma mais completa possível, um conjunto de informações também conhecido

como especificações-meta do produto. Essas especificações possuem o papel fundamental de fornecer toda a base de dados que será utilizada para todo o posterior desenvolvimento do processo, ou seja, será extremamente importante para montar informações fundamentais como os critérios de avaliação e de tomada de decisão.

Amaral (2006) salienta ainda que, quando esta etapa do projeto é realizada de forma errônea, este erro reflete em todas as etapas do projeto, fazendo com que se crie uma solução diferente do que a desejada para o problema que se tem. Assim, este grupo de informações precisa conseguir refletir exatamente as características que o produto criado deverá conter para que as expectativas dos clientes sejam atendidas.

Desta forma, através da atualização do plano do projeto informacional é possível manter a compatibilidade com o planejamento geral realizado na etapa anterior (AMARAL, 2006).

Conforme (Amaral, 2006) mencionado acima, a próxima etapa se resume em definir o problema do projeto do produto, sendo este o momento em que se busca com total clareza o entendimento de tudo que de fato é o problema a ser solucionado com o projeto, bem como, é nesta etapa onde se procura dados referentes a fatores tecnológicos e de concorrentes.

Na sequência, se realiza o mapeamento do ciclo de vida do produto, onde se estabelece cada um dos ciclos e os seus respectivos clientes com suas necessidades que irão formar o que se chama de requisitos dos clientes. Estes deverão ser descritos através de características técnicas, que consigam ser mensuradas (AMARAL, 2006).

As características definidas nos requisitos dos clientes possibilitam que seja feita a próxima etapa do projeto que são os requisitos do produto. Este por sua vez deve estar de acordo com a linguagem técnica de engenharia e a primeira definição se refere à parte física do produto, sendo que para tanto podem ser utilizadas diversas ferramentas como *brainstorming*, *checklists* e o tão conhecido diagrama de mudge (AMARAL, 2006).

2.5.1 Requisitos do Cliente

Segundo Fonseca (2000), os requisitos dos clientes tratam-se da primeira tradução das necessidades dos mesmos, transformados em uma linguagem que possa ser compreendida por projetistas e produtores.

Conforme Amaral (2006), nesta etapa busca-se ter as necessidades dos clientes de cada uma das fases do ciclo de vida do produto. Estas podem ser encontradas de diversas formas como através do uso de listas de verificação, observação direta, entrevistas, entre tantos outros métodos existentes.

Depois de obtidas as necessidades, é fundamental classificá-las e ordená-las, considerando aquelas que já foram identificadas no escopo do produto. O agrupamento pode ocorrer conforme a fase do ciclo de vida ou mesmo por afinidades, sendo que este agrupamento permite observar as necessidades que são similares, o que possibilita que sejam eliminadas possíveis repetições (AMARAL, 2006).

De acordo com Reis (2003), os dados adquiridos precisam ser transformados, pela equipe do projeto, para a linguagem da engenharia, sendo que para tanto é de suma importância que a equipe tenha conhecimento das reais necessidades do cliente.

Amaral (2006) informa que após o agrupamento, as necessidades podem ser reescritas de maneira diferente, podendo ser relacionadas aos mais diversos aspectos como, por exemplo, desempenho funcional, espaço, recursos, entre tantos outros. Ainda, reafirma a importância de se ter clareza do que o cliente realmente espera do produto, fazendo assim, com que a “voz do cliente” seja ouvida.

2.5.2 Requisitos do Produto

Definidos todos os requisitos dos clientes, é preciso que os mesmos sejam convertidos em requisitos do projeto, segundo atribuições físicas. Ainda, Fonseca (2000), é responsável por contribuir de forma grandiosa neste cenário por dividir os requisitos do produto em atributos gerais e específicos, podendo ainda, classificá-los de forma hierárquica de acordo com a importância dos mesmos em relação as suas funcionalidades.

Conforme Amaral (2006), nesta fase do projeto, torna-se necessário que os requisitos dos clientes sejam associados às características do produto que possam ser mensuradas. Devido ao fato, as necessidades dos clientes serem informações que, normalmente, tendem a demonstrar os desejos dos mesmos, elas são geralmente qualitativas e em poucos casos, vagas. Porém, infelizmente, informações nestas condições não possibilitam que se crie uma comunicação clara e adequada para o desenvolvimento de um produto.

Para que se crie a comunicação adequada, é preciso que as informações estejam com linguagem técnica de engenharia, isto é, expressa em números (que significa possuir características técnicas mensuradas), segundo Amaral (2006).

Fonseca (2000), no que diz respeito a definir um grau de importância para que seja possível converter os requisitos dos clientes em requisitos do produto, uma vez que desta forma, consegue-se realizar a definição de parâmetros críticos do produto em questão.

2.5.3 Diagrama de Mudge

Conforme Rocco e Silveira (2007), o diagrama de Mudge trata-se de uma ferramenta que possibilita realizar a comparação de funções, de duas em duas, com o intuito de conseguir classificá-las conforme a sua importância.

Nickel et al (2010), informa que a comparação realizada através do diagrama é normalmente feita enumerando cada uma das funções como 1, 2, 3... e em seguida, atribui-se os valores para cada comparação.

Mantovani (2011), confirma que pode-se utilizar o diagrama para comparar as funções e dar valores as mesmas para uso na casa da qualidade, que refere-se a uma matriz na qual compara-se os itens da primeira linha em relação a coluna, levando em conta qual é o mais importante e na sequência, o nível de importância na comparação.

2.6 PROJETO CONCEITUAL

Segundo Forcellini (2002), o projeto conceitual refere-se a etapa de maior importância durante todo o projeto de um produto, devido as decisões que esta fase possui, uma vez que todas as decisões tomadas neste momento possuem uma grande influência nos resultados das etapas seguintes. Nesta fase do projeto, após se ter a necessidade do cliente bem determinada e clara, cria-se as concepções do produto para o mesmo seja capaz de atender da melhor maneira possível a necessidade definida, bem como, é o momento onde se tem as restrições do projeto e dos recursos envolvidos, tudo com o intuito de ao final desta etapa se ter a concepção do produto pronta.

De acordo com Amaral (2006), essa primeira fase do projeto conceitual é o momento no qual busca-se realizar um estudo completo do problema existente em um plano abstrato, com o objetivo de possibilitar melhores resoluções. Ainda segundo

Amaral (2006), uma forma de evitar que as experiências, convenções e preconceitos limitem a solução do problema, é focar no que é geral ao projeto e não nas particularidades do mesmo. Do ponto de vista de Forcellini (2002), essa generalização permite que o entendimento das restrições sejam claras e não considerem uma solução prévia.

Considerando o ponto de vista de Mantovani (2011), para alcançar o cerne da tarefa é preciso que se conheça a natureza do problema, sendo que para tanto se fazem necessárias algumas indagações, como:

- Aperfeiçoar as funções técnicas do produto.
- Reduzir peso ou espaço.
- Reduzir custos.
- Abreviar prazos de entrega.
- Melhorar métodos de produção.

2.6.1 Estrutura Funcional

Segundo Amaral (2006), nesta etapa a formulação do problema continua sendo realizada de maneira abstrata, através das funções que o produto terá que realizar, independentemente de qualquer particularidade. Na etapa anterior, que foi o ponto de partida, foi possível estabelecer de forma criteriosa a função global do sistema, sendo que o resultado, é a estrutura das funções.

Conforme Fornecellini (2002), a subdivisão das funções possui o objetivo principal de criar estruturas funcionais que facilitem a busca por soluções.

Em seguida, conforme Amaral (2006), várias possíveis soluções são propostas para atender cada função. Para cada alternativa criada gera-se uma arquitetura que contenha a estrutura do produto no que diz respeito aos componentes e as conexões dos mesmos. Este pensamento também é confirmado por Rozenfeld et al (2006).

Desta forma, ainda segundo Amaral (2006), é possível criar as concepções do produto, onde se tem informações de estilos e fornecedores. Assim, essas concepções fazem parte de um processo de seleção, que seja capaz de informar a concepção que melhor atende as especificações-meta. A concepção escolhida é uma descrição aproximada, frequentemente apresentada em formas de esquema ou modelos tridimensionais, dos princípios de funcionamento, formas e tecnologias do

produto. Ou seja, trata-se de uma descrição de como o produto atenderá as necessidades dos clientes.

Por fim, se tem as tarefas finais desta fase que envolvem atividades como monitoramento da viabilidade econômica, os registros das decisões que foram tomadas, bem como, as lições aprendidas (AMARAL, 2006).

2.6.2 Princípios de Solução

Nesta etapa, inicia-se a transição do abstrato para o concreto, ou seja, da função para a forma. Para cada função definida na etapa anterior, podem ser atribuídos princípios de solução, podendo ser um ou mais. Para tanto, é fundamental se ter um entendimento correto da função para que seja possível realizar o objetivo da mesma de forma adequada (AMARAL, 2006).

Mantovani (2011) recomenda que se utilize a matriz morfológica para efetuar a compilação dos dados, o que se denomina como busca discursiva. Ainda, o autor também comenta a aplicação da busca convencional baseada nas buscas através de catálogos e patentes que já existem.

De acordo com Ferreira (1997), os princípios de solução necessitam representar as formas dos elementos da maneira mais próxima possível, no entanto, não se deve fazer referências para com as dimensões, exceto, quando elas são extremamente necessárias para que seja possível entender a função.

2.6.3 Combinando os Princípios de Solução

Segundo Amaral (2006), depois de realizado os princípios de solução, o próximo passo é a combinação dos mesmos, com o intuito de estabelecer os princípios de soluções totais para o produto.

Conforme Back (2008), é possível se ter diversas configurações diferentes com os mais diferentes princípios de solução, porém, é de suma importância que se tenha cuidado com as restrições impostas devido a compatibilidade física e geométrica entre cada opção. O autor ainda cita que:

“soluções criativas são encontradas, às vezes, ao se formarem novas combinações de funções, objetos, processos ou ideias já existentes”.

Amaral (2006) informa que uma das ferramentas mais adequadas para que realize-se a combinação dos princípios de solução é a matriz morfológica, que

apresenta simultaneamente as funções que fazem parte da estrutura funcional do produto.

A construção da matriz morfológica ocorre colocando-se na primeira coluna, cada uma das funções da estrutura funcional e, nas colunas ao lado, procura-se criar o as possíveis soluções para cada função, o que posteriormente, forma-se os princípios de solução totais. Esses são representados de maneira genérica, não muito específica e podem ser apresentados de diferentes formas, sendo elas: descrições textuais, croquis, diagramas de bloco, entre tantas outras maneiras existentes (AMARAL, 2006).

2.6.4 Concepções

De acordo com Amaral (2006), o objetivo desta etapa é escolher o melhor conceito entre as concepções criadas nas etapas anteriores, o qual se tornará no produto final.

Segundo Pahl et al (2005), a concepção escolhida é a principal proposta de solução capaz de satisfazer a função global e sustentar a promessa de realização da atividade.

Baxter (2000), comenta que este momento do processo é a fase que possui o maior potencial de otimizar o retorno do investimento feito ao longo de todo projeto, o que pode representar baixo custo e alto benefício. Também, é uma fase que possui grande dependência do conhecimento e criatividade das pessoas que fazem parte da equipe do projeto. É o momento que o abstrato se transforma em concreto, contribuindo para o processo seguinte que é a seleção das concepções criadas.

A grande dificuldade desta fase encontra-se nas informações técnicas que ainda são abstratas. Por isso, torna-se fundamental a utilização de procedimentos ou métodos que facilitem a tomada de decisão em relação à qual será a melhor concepção (AMARAL, 2006).

2.6.5 Seleção Concepções

Conforme Amaral (2006), na etapa de seleção das concepções criadas, a fim de definir qual concepção será utilizada, é fundamental notar que o termo seleção implica atos de valoração, bem como, comparação e tomada de decisão.

Há dois tipos de comparação para ser fazer neste momento: absoluta ou relativa. No primeiro tipo cada conceito é comparado com algum estudo, informação, já existente, enquanto que no segundo tipo os conceitos são comparados entre si (AMARAL, 2006).

Uma das formas mais utilizadas para realizar a avaliação das diversas alternativas de concepções, é a Matriz de Decisão. Esta matriz permite que as alternativas e os critérios de avaliação sejam adicionados, respectivamente, na primeira linha e na primeira coluna. Esses critérios podem ser todas ou apenas algumas das especificações-meta. Também, quando se tem níveis muito elevados de abstração, é possível que as necessidades dos clientes sejam utilizadas como critérios. Ainda, pode-se acrescentar outros critérios relacionados a aspectos como: parcerias de co-desenvolvimento e estética do produto (AMARAL, 2006).

Seguindo a Matriz de Decisão, escolhe-se uma das possíveis concepções como referências e todas as demais são comparadas com essa que foi escolhida como referência. Para cada um dos critérios comparados, a comparação pode ser através de indicação se o mesmo é “melhor que”, “igual”, ou “pior que” a concepção referência. Ao finalizar esta análise, monta-se um escore para cada concepção alternativa. Aqueles critérios que forem considerados melhores receberão um “+”, os considerados iguais receberão “S” e os que forem estabelecidos como pior, receberão um “-“. As concepções que tiverem os índices mais altos serão consideradas como as mais adequadas (AMARAL, 2006).

2.6.6 Evoluir em Variantes de Concepção

De acordo com Amaral (2006), nesta fase compreende-se o que pode ser chamado de refinamento da tarefa anterior, na qual identifica-se e analisa-se os aspectos críticos do produto.

De forma geral, deve-se realizar o detalhamento de um modelo de concepção para que seja possível verificar os custos, dimensões totais aproximadas, pesos, entre outros fatores (AMARAL, 2006).

Ainda, segundo Amaral (2006), essas características podem ser apresentadas de diversas formas, como por exemplo, desenhos ou esboços.

2.6.7 Avaliação e Aprovação de Fase

Segundo Amaral (2006), esta fase é semelhante a respectiva etapa do projeto informacional, sendo que a única diferença está no fato de que neste momento fala-se em especificações físicas, o que possibilita que julgar de forma mais precisa a concepção desejada, sendo que para tantos são considerados alguns pontos como recursos disponíveis para construção, montagem e desenvolvimento, bem como, as ferramentas, componentes e seus custos.

2.7 PROJETO DETALHADO

Conforme Amaral (2006), o projeto detalhado é a continuação da etapa anterior e possui o objetivo de desenvolver e finalizar todas as especificações que o produto tem, para que o mesmo possa ser manufaturado e encaminhado para as demais fases do desenvolvimento. Isso engloba todas as matérias necessários, bem como, os desenhos dos mesmos, além dos recursos e fornecedores necessários.

Neste momento é preciso discutir a natureza desta fase do projeto detalhado, na qual as tarefas aqui realizadas não serão de maneira sequencial, mas sim, através de tipos de ciclos que são capazes de possibilitar o paralelismo entre todas as atividades (AMARAL, 2006).

Segundo Amaral (2006), a principal atividade desta fase trata-se da criação e detalhamento dos sistemas, subsistemas e componentes (SSCs). Isso porque é nesta etapa que ocorre o ciclo do detalhamento (que é a criação e integração desses SSCs e suas tarefas), que posteriormente, dará origem ao ciclo de aquisição (onde se decide fazer ou comprar os SSCs e desenvolver aqueles que serão os fornecedores) e depois disso, há o ciclo de otimização (momento no qual os SSCs são avaliados, configurados e documentados de acordo com o produto e processo, sempre buscando otimizá-los).

Em paralelo aos ciclos citados acima, ocorre o planejamento do processo de fabricação e também da montagem, bem como, dos recursos necessários (AMARAL, 2006). O final dos ciclos acontece quando conclui-se a atividade de avaliar os SSCs, onde todas as especificações já foram aprovadas.

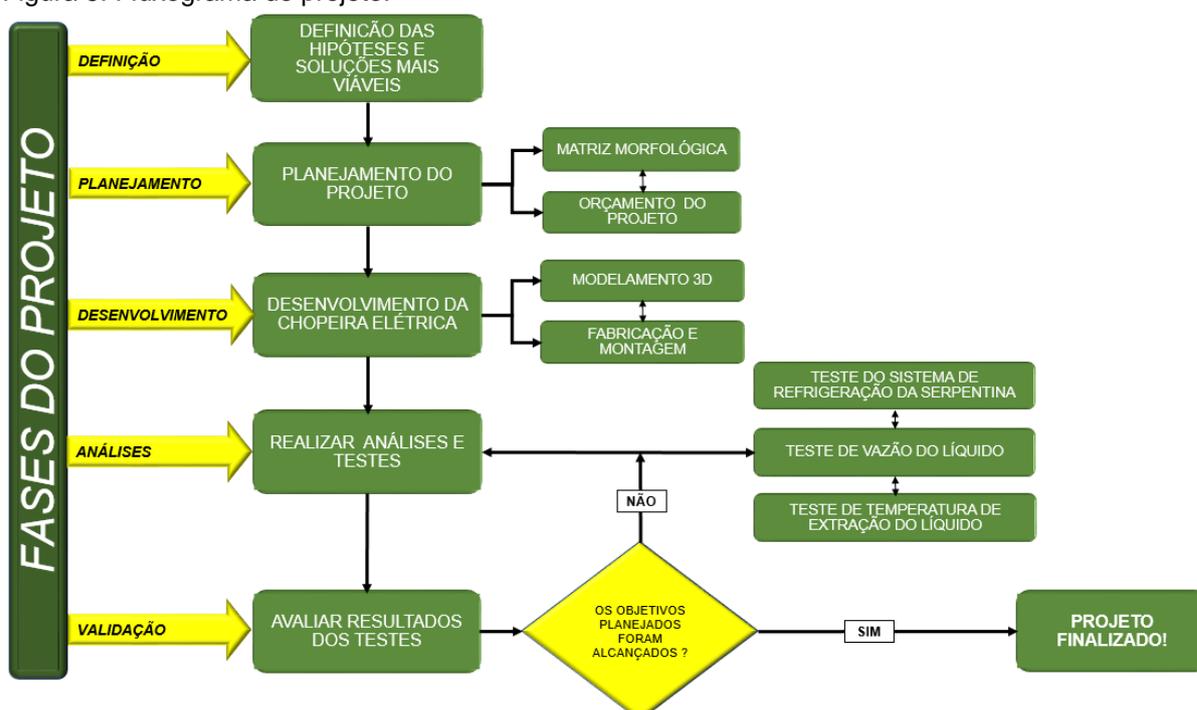
3 METODOLOGIA

Na elaboração do estudo utilizou-se das fases do projeto informacional, projeto conceitual e projeto detalhado, da metodologia adaptada de Projeto de Desenvolvimento de Produto do Amaral (2006).

De acordo com Mello (2008), o fluxograma é uma técnica na qual utiliza-se símbolos específicos para cada fase de um processo e permite apresentá-lo de forma simples e clara, fazendo com que o mesmo torne-se entendível e confiável. Ainda, é possível observar inúmeros benefícios gerados pela utilização de um fluxograma, como: fácil conexão de cada etapa de um processo, rápido entendimento dos passos de cada atividade, visualização clara dos sistemas existentes.

Na Figura 5, é possível visualizar o fluxograma do projeto.

Figura 5: Fluxograma do projeto.



Fonte: Autores (2019).

De acordo com a Figura 5, é possível verificar o fluxograma do projeto, indicando as fases do mesmo, sendo elas: definição, planejamento, desenvolvimento, análises e validação.

Para a fase da definição das hipóteses e as soluções mais viáveis, serão utilizadas as ferramentas do método de projeto de produto, como definição dos requisitos do produto, requisitos do projeto e do cliente. Já para o planejamento do

projeto deve-se seguir a metodologia de projeto do produto, utilizando as ferramentas adequadas para cada fase e etapa do projeto, como por exemplo, a matriz morfológica e o orçamento do projeto.

Em relação ao desenvolvimento da chopeira, para realização do modelamento 3D e o detalhamento 2D da chopeira elétrica, vai ser utilizado o software SolidWorks versão estudantil gratuita, e para fabricação das peças e a montagem final, e será utilizado ferramentas adequadas para cada etapa do projeto. Para os testes de refrigeração, vazão e temperatura, será necessário um barril de chopp conectado a um cilindro de gás carbônico CO₂ e na chopeira.

Todos os resultados serão analisados e validados, e caso seja identificado alguma necessidade de modificação no projeto para o melhor funcionamento da chopeira, as mesmas devem ser avaliadas. Para que o projeto seja considerado finalizado, os objetivos planejados devem ser alcançados.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Para garantir que os seus objetivos de um projeto sejam alcançados conforme planejado, é de suma importância que os resultados sejam analisados.

Ao realizar esta análise, é possível identificar se há necessidade de alterações em determinado momento ou situação, ou se de fato, todos os objetivos foram atingidos.

4.1 FUNCIONAMENTO DA CHOPEIRA ELÉTRICA

A chopeira elétrica em estudo tem seu funcionamento por termostato e expansão direta, onde a serpentina está imersa dentro de um tanque de líquido. No termostato é realizada a regulação da temperatura de saída do líquido e no processo de expansão direta, a refrigeração ocorre em um sistema blindado, onde uma pequena serpentina de 5 metros é colocada em uma cápsula blindada e é ali que todo processo de refrigeração ocorre.

O controle da temperatura é pela pressão do gás líquido que está dentro do tanque, onde é utilizado o gás refrigerante R134a. Conforme tabela 1, o R134a tem uma especificação de pressão x temperatura, como por exemplo: quando estiver a -2°C de temperatura vai estar com uma pressão de 24.5psi(g), e o sistema de funcionamento da chopeira ocorre da seguinte forma:

Quando o líquido estiver a -1.8°C o tanque vai estar com 25psi(g) de pressão, com isso o sistema se desliga automaticamente, e rearma com 35psi(g) e temperatura de $4,4^{\circ}\text{C}$. Então o motor se liga, mandando pressão para o sistema, fazendo a pressão baixar novamente para 25psi(g), no momento em que sai o líquido gelado e entra o quente, o tanque recebe um choque térmico e expande o gás, com isso a pressão passa para 35psi(g) e rearma/liga o motor para refrigerar e baixar a pressão para 25psi(g).

O Quadro 1 referente a pressão x temperatura do fluido refrigerante R134a.

Quadro 1: Pressão x Temperatura.

Pressão X Temperatura	
R-134 ^a	
°C	VAPOR (psig)
-12	11,9
-10	14,4
-8	17
-6	19,1
-4	22,1
-2	24,5
-1.8	25
0	27,8
2	31,3
4	34,1
4.4	35
6	38
8	41,1
10	45,5
12	50

Fonte: Autores (2019).

De acordo com o Quadro 1, pode-se verificar a relação entre temperatura e pressão, de acordo com cada uma delas referente ao gás refrigerante R134a.

Acredita-se que esse é o melhor sistema em chopeiras elétricas para controlar a temperatura pela pressão, devido ao fato desse processo ser praticamente instantâneo. Quando se tem um termômetro, o mesmo não faz a leitura na mesma velocidade, ele demora alguns segundos para ler a temperatura, enquanto na pressão é instantâneo, o pressostato faz isso muito rápido.

Conforme Figuras 6 e 7, foram utilizados dois aplicativos, Chemours e o Danfoss para simular a utilização do sistema por pressão e verificar qual a temperatura iríamos conseguir alcançar, dependendo da pressão informado, utilizado o gás refrigerante R134a.

Os dois aplicativos mencionados funcionam de forma muito simples, basta o usuário informar a pressão e o aplicativo apresentará na tela qual a temperatura daquele momento.

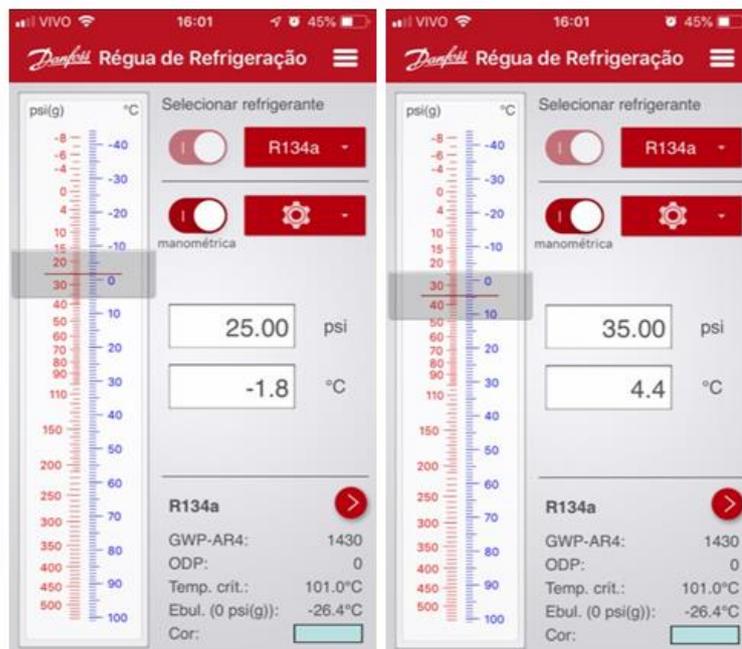
Figura 6: Aplicativo Chemours com 25psi(g) e 35psi(g) de pressão.



Fonte: Chemours (2019).

A Figura 6 apresenta a interface do aplicativo Chemours, sendo possível verificar a temperatura conforme a pressão inserida no aplicativo.

Figura 7: Aplicativo Danfoss 25psi(g) e 35psi(g) de pressão.



Fonte: Danfoss (2019).

A Figura 7 apresenta a interface do aplicativo Danfoss, no qual é possível verificar a temperatura conforme a pressão inserida no aplicativo.

No sistema de expansão direta não há a necessidade de se ligar a chopeira com antecedência, ou seja, em 5 minutos após a ligação elétrica serve se chopp gelado.

4.2 FABRICAÇÃO DA CHOPEIRA ELÉTRICA

Juntamente com o desenvolvimento da chopeira elétrica, este projeto também possui o intuito de fabricar a chopeira desenvolvida. Para tanto, entende-se que há necessidade de apresentar algumas informações extremamente importantes como as especificações técnicas do produto, os recursos necessários, bem como, o funcionamento de cada um dos componentes que compõem a máquina.

4.2.1 Especificações técnicas

Conforme indicado abaixo, seguem as particularidades técnicas que fazem parte da chopeira elétrica desenvolvida e fabricada através deste estudo.

- Motor utilizado: $\frac{1}{4}$ - bolinha
- Btus: 1600
- Potência: 440w
- Serpentina de inoxidável AISI304: 3/8" x 5 metros
- Estrutura em aço inoxidável AISI 304
- Utiliza R134a (Freon™ R134a)
- Utiliza 2kg de gás
- Torneira tipo italiana
- Peso: 18,5 kg
- Dimensões: 39,7cm x 32cm x 27cm
- Tensão: 220V

4.2.2 Recursos Necessários

Houve a necessidade de analisar quais os recursos mais adequados para a montagem e a fabricação da chopeira elétrica. Os seguintes recursos foram apontados como essenciais e mais adequados:

- Desenvolvimento de uma matriz morfológica;

- Modelamento em 3D e 2D;
- Material de consumo (chapa de inox, chapa galvanizada, motor compressor 1/3, condensador, torneira de chopp, filtro capilar, filtro secador, válvula de manutenção, canos de alumínio, cooler para resfriamento, canos de cobre, parafusos, mangueiras com conexões 5/8, spray de tinta, fios para ligação elétrica, bomba de água, regulador de temperatura e temperatura);
- Material para montagem (Silicone em pistola, chave de fenda e philips, furadeira, maçarico, cortador de cano, alargador de cabo, gás, manifold, bomba de vácuo);
- Montagem das peças e componentes;
- Material para realização dos testes (notebook, cilindro de CO₂, regulador de CO₂ com manômetro de uma saída, válvula extratora do chopp, mangueira de chopp com conexão 5/8 padrão para o chopp, mangueira de gás carbônico CO₂, chave reguladora de manômetro).

4.2.3 Componentes e funções

Considerando que cada parte do processo é muito importante para o resultado final do projeto, abaixo seguem os principais componentes da chopeira elétrica.

- Estrutura: Este componente é responsável pela estrutura de sustentação para a montagem de todos os componentes da chopeira elétrica.
- Condensador: Condensador é responsável por condensar o vapor gerado pelo aquecimento do líquido, sendo de suma importância que o mesmo seja de boa qualidade para que consiga realizar a sua função.
- Cooler: A função principal do cooler está em reduzir o calor gerado pelos componentes da máquina, através da ventilação.
- Filtro capilar: Tem por função receber o fluido refrigerante do condensador e levar até a entrada do evaporador.
- Tanque e serpentina: Possuem a função de gelar e conduzir o líquido refrigerado até que o mesmo seja extraído do barril.
- Motor: O motor é o componente que necessita ser eficiente e capaz de refrigerar toda a quantidade de bebida da chopeira.
- Válvula de manutenção: Reduz a pressão do líquido refrigerante para que este evapore ao trocar calor no evaporador.

- Termostato: O termostato é responsável por controlar a temperatura.
- Capacitor: Componente eletrônico capaz de armazenar carga elétrica.
- Torneira: É a torneira padrão para chopeira elétrica e tem a função de realizar a saída do líquido.

4.2.4 Requisitos do Cliente

Para estruturação dos requisitos do cliente, destacaram-se 6 partes, sendo elas:

- Projeto
- Testes
- Produção
- Comercialização
- Voltagem
- Utilização

Desta forma, somando todos os requisitos das 6 partes já mencionadas, se obteve um total de 20 requisitos. Os requisitos foram definidos com base nas informações e declarações encontradas em pesquisas da internet onde os consumidores relataram suas opiniões e necessidades. Os mesmos estão descritos conforme Quadro 2 abaixo.

Quadro 2: Requisitos dos clientes.

CLIENTES	REQUISITOS
PROJETO	Capacidade de refrigeração Funcionamento Tamanho Peso, Material, Cor
TESTES	Confiabilidade Sistema de refrigeração Vazão do líquido Temperatura de saída do líquido
PRODUÇÃO	Confiabilidade Desempenho Fabricabilidade
COMERCIALIZAÇÃO	Baixo custo Qualidade Fácil manuseio Facilidade para transporte
VOLTAGEM	220 volts
UTILIZAÇÃO	Ergonomia Segurança Confiabilidade Usabilidade

Fonte: Autores (2019).

De acordo com o Quadro 2, os 20 requisitos apresentados no mesmo foram definidos pelos autores deste estudo como sendo os principais requisitos dos clientes.

4.2.5 Requisitos do Projeto

Para realizar os requisitos do projeto foi preciso dividi-los em duas partes, sendo que a primeira teve uma subdivisão na qual se tem 9 categorias. Na segunda parte, a subdivisão resultou em 4 categorias. No total, são 34 requisitos.

Os requisitos mencionados acima podem ser visualizados no Quadro 3 abaixo, no qual estão apresentadas detalhadamente as informações citadas acima.

Quadro 3: Requisitos do Projeto.

	Categoria	Requisito
Atributos gerais	Funcionamento	Capacidade de refrigerar; Capacidade de extração do líquido;
	Ergonômico	Baixo peso; Fácil manuseio; Pequeno porte;
	Econômico	Não ultrapassar o orçamento máximo do projeto, R\$2000,00; Usar peças de baixo valor comercial;
	Segurança	Utilizar peças de boa resistência; Estrutura livre de rebarbas e cantos vivos; Cabos e fios bem isolados; Parte elétrica funcionando em perfeitas condições;
	Impacto Ambiental	Utilizar gás adequado; Utilizar material adequado para fabricação;
	Confiabilidade	Utilizar material resistente; Peças deverão resistir pelo menos 36 meses;
	Fabricabilidade	De fácil construção; De acordo com o desenho; Chopeira deve ser fabricado em metal, plástico, borracha, cobre, espuma isolante, gás R134a; Chopeira deverá ter controle de temperatura;
	Montabilidade	Chopeira deverá ser soldada e parafusada; Utilizar recursos adequados; Utilizar motor disponível no mercado; Utilizar torneira adequada para extração do líquido; Seguir um padrão de parafusos e porcas;
	Usabilidade	Extração de líquidos;
Atributos específicos	Dimensões	Largura máxima 300 mm; Comprimento máximo 600 mm; Altura máxima 500 mm;
	Voltagem	Chopeira 220 volts;
	Peso, Material, Cor	Peso máximo 25kg; Metal, plástico, borracha, cobre, espuma isolante, gás R134a; Cores preta e prata;
	Controle	As peças e medidas devem seguir as especificações do projeto; Realizar teste de desempenho de refrigeração e fluxo de saída do líquido;

Fonte: Autores (2019).

Conforme Quadro 3, é possível visualizar por exemplo, que em relação ao funcionamento do projeto os requisitos são a capacidade de refrigerar e a capacidade de extração do líquido.

4.2.6 Hierarquização dos Requisitos

A hierarquização dos requisitos permite que os requisitos do cliente sejam categorizados através de seu grau de importância. Tanto o diagrama quanto a tabela de hierarquia do mesmo, estão visíveis na Figura 8.

Figura 8: Resultados da hierarquização dos requisitos.

		Número de Requisitos															Soma	%	VC
1	2A	1A	1A	5B	1B	1A	2A	1B	1B	1A	12B	1B	1A	1A	16B	1B	42	11%	11
	2	2A	2A	5B	2B	2A	2A	9B	2B	2B	12A	2C	2A	2B	16B	2B	56	14%	14
		3	4C	5A	6C	7B	8B	9B	10C	11B	12B	3B	14C	3B	16A	3C	7	2%	2
			4	5A	6C	7B	8B	9B	4B	11A	12B	4A	4C	4B	16A	4B	16	4%	4
				5	5B	5B	5B	5C	5C	5C	12C	5B	5B	5B	16B	5B	40	10%	10
					6	6C	6C	9C	6B	11B	12B	6B	6B	6A	16B	6B	17	4%	4
						7	8C	9B	10B	11B	12B	7B	7B	7B	16B	7C	16	4%	4
							8	9B	9B	9C	12C	8B	8B	8B	16B	8B	19	5%	5
								9	9A	9C	12C	9B	9B	16C	9B	33	8%	8	
									10	11B	12B	13B	10B	10C	16A	10C	9	2%	2
										11	12C	11B	11B	11B	16C	11B	29	7%	7
											12	12B	12B	16C	12B	39	10%	10	
												13	13B	13B	16B	13B	12	3%	3
													14	15C	16A	17B	1	0%	0
														15	16B	16A	1	0%	0
															16	16B	50	13%	13
																17	3	1%	1
																Total	390	100%	

LEGENDA		
A =	5	Muito mais importante
B =	3	Medianamente mais importante
C =	1	Pouco mais importante

Fonte: Autores (2019).

Conforme Figura 8, pode-se perceber que o requisito 1 é comparado com o requisito 2, no qual o 2 foi classificado como “muito mais importante” de acordo com a legenda. Sequencialmente, todos os requisitos foram comparados uns com os outros. Ainda, é possível visualizar que cada valor do campo “VC” corresponde a importância de cada requisito, e será utilizado posteriormente na escolha de concepção do projeto. O cálculo de cada valor do campo “VC” corresponde ao percentual do requisito multiplicado por 10.

No Quadro 4, é possível visualizar como ficaram os requisitos do cliente segundo sua ordem de importância.

Quadro 4: Hierarquia dos requisitos do cliente.

#	Requisitos dos Clientes	Importância	VC
1	Funcionamento	56	10
2	Segurança	50	9
3	Capacidade de refrigeração	42	8
4	Confiabilidade	40	8
5	Qualidade	39	7
6	Desempenho	33	6
7	Baixo custo	29	5
8	Temperatura de saída do líquido	19	4
9	Sistema de refrigeração	17	4
10	Peso, Material, Cor	16	3
11	Vazão do líquido	16	3
12	Fácil manuseio	12	3
13	Fabricabilidade	9	2
14	Tamanho	7	2
15	Usabilidade	3	1
16	Facilidade para transporte	1	1
17	220 volts	1	1

Fonte: Autores (2019).

Conforme apresentado no Quadro 4, pode-se analisar que todos os requisitos do cliente que foram hierarquizados anteriormente estão apresentados em ordem de importância, de acordo com o VC.

4.2.7 QFD - Desdobramento da Função Qualidade

Após definir a importância de todos os requisitos dos clientes, é necessário compará-los com os requisitos do projeto, com o intuito de garantir que as características da chopeira sejam capazes de atender as necessidades do cliente. Desta forma, utilizou-se a ferramenta QFD (Quality Function Deployment), conforme Figura 9.

A Figura 9, permite visualizar a comparação dos requisitos do cliente com os requisitos do projeto.

Conforme Figura 9, estão especificados cada um dos requisitos do cliente comparando-os com cada um dos requisitos do projeto. É possível visualizar que as classificações indicam o tipo de relação entre os requisitos, sendo que as mesmas podem ser “fraca”, “moderada” ou “forte”, por exemplo, o funcionamento possui forte relação com a capacidade de refrigerar. Ainda, na parte superior do QFD há uma comparação entre os requisitos do projeto para verificar qual a correlação dos mesmos, sendo que elas podem ser, por exemplo, “positivas fortes”, “positivas”, “negativas” ou “forte negativa”.

4.2.8 Estabelecimento dos Requisitos do Projeto

Os Quadros 5, 6 e 7, mostram os requisitos do projeto ordenados por grau de importância.

Os requisitos do projeto foram divididos em 3 grupos de acordo com o grau importância, os de maior, médio e menor grau de importância. O grau de importância foi definido conforme demonstrado na Figura 9, onde é comparado os requisitos de cliente com requisitos do projeto e classificado qual a relação entre os requisitos, com isso o QFD gera um grau de importância para cada requisito de projeto..

Essa divisão em grupos não significa que os outros requisitos não sejam importantes, apenas são de menor influência sobre as necessidades dos clientes e do projeto.

Nos Quadros 5, 6 e 7, além dos requisitos, também são apresentados os valores das metas, formas de avaliações e aspectos indesejados, esses dados foram definidos para cada requisito, e avaliados pelos autores do projeto.

O Quadro 5 apresenta os dezessete requisitos com maior grau de importância e pontuação na ferramenta na Figura 9.

Quadro 5: Requisitos do Projeto (Grupo 1).

#	REQUISITO	VALOR META	FORMA DE AVALIAÇÃO	ASPECTOS INDESEJADOS
1	Capacidade de refrigerar;	Temperatura de 6 a 8 graus Celsius	Testes	Testes mais aprofundados
2	Cabos e fios bem isolados;	100% dos cabos e fios isolados	Auditoria e verificação	Curtos circuitos
3	Parte elétrica funcionando em perfeitas condições;	100% dos cabos e fios isolados	Testes elétricos	Testes mais aprofundados
4	Realizar teste de desempenho de refrigeração e fluxo de saída do líquido;	Realizar 100% dos testes	Testes	Vazamentos
5	Chopeira deverá ter controle de temperatura;	7 níveis de regulação	Auditoria	Problemas na regulação
6	Utilizar material adequado para fabricação;	Somente peças conhecidas	Auditoria e análise do projeto	Alto custo
7	De acordo com o desenho;	Seguir 98% das especificações	Auditoria e análise do projeto	Folga na montagem
8	Cores preta e prata;	Seguir 98% das especificações	Auditoria e análise do projeto	Alto custo na personalização
9	Utilizar peças de boa resistência;	100% peças de qualidade	Auditoria e análise do projeto	Alto custo
10	Utilizar material resistente;	100% peças de qualidade	Análise do projeto	Alto custo
11	Chopeira deve ser fabricado em metal, plástico, borracha, cobre, espuma isolante, gás R134a;	Seguir 98% das especificações dos desenhos	Auditoria e análise do projeto	-
12	Metal, plástico, borracha, cobre, espuma isolante, gás R134a;	Seguir 98% das especificações dos desenhos	Auditoria e análise do projeto	-
13	As peças e medidas devem seguir as especificações do projeto;	100% das peças e especificações	Auditoria e análise do projeto	Problemas nas especificações
14	Largura máxima 300 mm;	100% das peças e especificações	Medição	Fabricação incorreta
15	Comprimento máximo 600 mm;	100% das peças e especificações	Medição	Fabricação incorreta
16	Altura máxima 500 mm;	100% das peças e especificações	Medição	Fabricação incorreta
17	Utilizar gás adequado;	Utilizar R134a	Auditoria e verificação	Não encontrar o gás

Fonte: Autores (2019).

É possível visualizar, no Quadro 5, que o requisito capacidade de refrigerar possui a meta de ter a temperatura entre 6 a 8 graus Celsius, bem como, sua forma de avaliação será através de testes. Ainda, um aspecto indesejado seria a necessidade de realizar testes mais aprofundados.

O Quadro 6 mostra os treze requisitos com médio grau de importância e pontuação na ferramenta QFD.

Quadro 6: Requisitos do Projeto (Grupo 2).

#	REQUISITO	VALOR META	FORMA DE AVALIAÇÃO	ASPECTOS INDESEJADOS
18	Utilizar torneira adequada para extração do líquido;	Torneira de perfil italiana	Auditoria	Alto custo
19	Utilizar recursos adequados;	90% das ferramentas e instrumentos profissionais	Auditoria	-
20	Estrutura livre de rebarbas e cantos vivos;	0% rebarbas e cantos vivos	Auditoria e análise do projeto	-
21	Peso máximo 25kg;	Máximo 25kg	Pesagem	Elevar o peso
22	Baixo peso;	Máximo 25kg	Pesagem	Elevar o peso
23	Chopeira 220 volts;	Voltagem 220v	Testes elétricos e verificação	-
24	Capacidade de extração do líquido;	Saída de líquido na torneira	Testes	Testes mais aprofundados
25	Extração de líquidos;	Saída de líquido na torneira	Testes	Testes mais aprofundados
26	Fácil manuseio;	100% Ergonômico	Análise do projeto	-
27	Pequeno porte;	100% Ergonômico	Análise do projeto e medição	-
28	Peças deverão resistir pelo menos 36 meses;	80% da meta	Testes	Alto custo
29	Seguir um padrão de parafusos e porcas;	Ter um padrão de 60% de parafuso e porca	Auditoria e verificação	-
30	Não ultrapassar o orçamento máximo do projeto, R\$2000,00;	Máximo R\$2000,00	Análise do projeto e custos	Alto custo das peças

Fonte: Autores (2019).

É possível visualizar, no Quadro 6, que o requisito utilizar torneira adequada para extração do líquido possui a meta de ser uma torneira de perfil italiana, bem como, sua forma de avaliação será através de auditoria. Ainda, um aspecto indesejável para este requisito seria um alto custo do componente.

O Quadro 7 apresenta os quatro requisitos com menor grau de importância e pontuação na ferramenta QFD.

Quadro 7: Requisitos do Projeto (Grupo 3).

#	REQUISITO	VALOR META	FORMA DE AVALIAÇÃO	ASPECTOS INDESEJADOS
31	Usar peças de baixo valor comercial;	Máximo R\$2000,00	Análise do projeto e custos	Alto custo das peças
32	Chopeira deverá ser soldada e parafusada;	Seguir 98% das especificações	Auditoria e verificação	-
33	Utilizar motor disponível no mercado;	Somente motor de marca conhecida	Auditoria	Limitação de motores disponíveis
34	De fácil construção;	Somente peça conhecida	Auditoria e análise do projeto	-

Fonte: Autores (2019).

É possível visualizar, no Quadro 7, que o requisito usar peças de baixo valor comercial possui a meta de ter um custo máximo até R\$2.000,00, bem como, sua forma de avaliação será através de análise do projeto e custos. Ainda, um aspecto indesejável para este requisito seria um alto custo das peças.

4.2.9 Estrutura Funcional

Considerando que na fase anterior foi possível estabelecer de forma criteriosa a função global do sistema, sendo que o resultado é a estrutura das funções, a mesma está representada na Figura 10.

Conforme Figura 10, é possível visualizar a função global elaborada, sendo que depois de ter a mesma, é possível desenvolver a estrutura simplificada, onde está feita a distribuição das funções específicas determinadas no projeto.

Figura 10: Função Global.

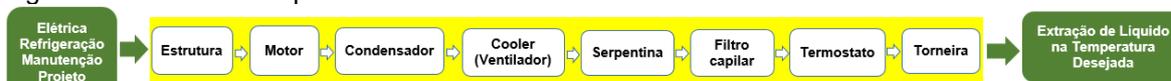


Fonte: Autores (2019).

De acordo com a Figura 10, é possível visualizar que as funções elétricas, de refrigeração, manutenção e projeto antecedem a capacidade de refrigeração, que posteriormente passa para a extração do líquido na temperatura desejada.

Em seguida é realizada a estrutura simplificada, conforme Figura 11 abaixo.

Figura 11: Estrutura Simplificada.

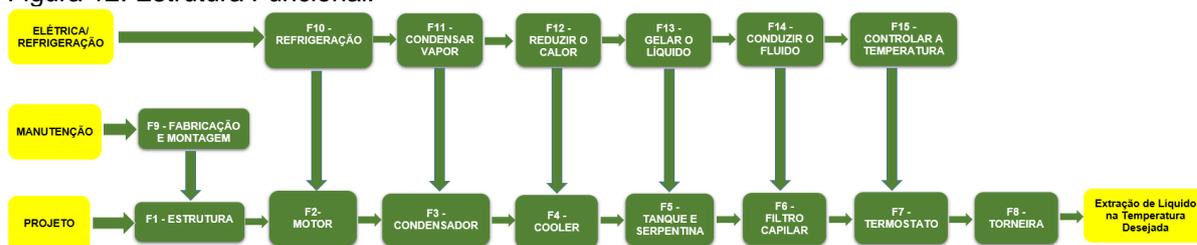


Fonte: Autores (2019).

Com a função simplificada realizada, conforme imagem 11 acima, pode-se visualizar que entre o ponto inicial da estrutura funcional e o ponto final, é necessário ter uma estrutura, motor, condensador, cooler, serpentina, filtro capilar, termostato e uma torneira.

Na Figura 12 está representada a estrutura funcional elaborada após a análise dos conjuntos de funções.

Figura 12: Estrutura Funcional.



Fonte: Autores (2019).

Na Figura 12, pode-se visualizar cada uma das funções que fazem parte das três funções globais como, por exemplo, a função de refrigeração que compõe a parte elétrica e de refrigeração.

Em seguida, analisa-se o que surgiu com os questionamentos realizados pelo grupo e se cria uma tabela com cada função, onde as mesmas possuem suas descrições, entradas e saídas, conforme Quadro 8.

De acordo com o Quadro 8, é possível visualizar as funções e suas descrições, respectivamente. Ainda, este Quadro possibilita verificar quais são as entradas e as saídas para cada função existente.

Quadro 8: Descrição das Funções.

FUNÇÃO	DESCRIÇÃO	ENTRADAS	SAÍDA
F1 - ESTRUTURA	Estrutura de sustentação para a montagem de todos os componentes da choqueira elétrica	Fixar as peças e componentes do projeto	Choqueira com estrutura de chapas em inox
F2 - MOTOR	Motor eficiente e capaz de refrigerar	Modelo de pequeno porte 1/4	Refrigerar o sistema
F3 - CONDENSADOR	Condensador de boa capacidade	Condensar	Condensar vapor gerado pelo aquecimento do líquido
F4 - COOLER	Reduzir calor gerado pelos componentes da máquina	Ventilação	Reduzir o calor
F5 - TANQUE E SERPENTINA	Gelar e conduzir o líquido	Armazenar o líquido	Liberar o líquido refrigerado
F6 - FILTRO CAPILAR	Receber o fluido refrigerante do condensador e levar até a entrada do evaporador	Receber o fluido	Levar até o evaporador
F7- TERMOSTATO	Controlar a temperatura	Regulagem	Determinar a temperatura pré-estabelecida
F8 - TORNEIRA	Torneira padrão para choqueiras	Modelo compatível para a choqueira	Saída do líquido
F9 - FABRICAÇÃO E MONTAGEM	Montagem adequada das peças	Ajustes conforme tolerância para montagem dos componentes	Fabricação e montagem de acordo com o projeto
F10 - REFRIGERAÇÃO	Refrigerar o líquido	Troca de temperatura	Temperatura específica
F11 - CONDENSAR VAPOR	Condensador de boa capacidade	Condensar	Condensar vapor gerado pelo aquecimento do líquido
F12 - REDUZIR O CALOR	Reduzir calor gerado pelos componentes da máquina	Ventilação	Reduzir o calor
F13 - GELAR O LÍQUIDO	Tanque e serpentina	Temperatura ambiente	Temperatura estabelecida
F14- CONDUZIR O FLUÍDO	Filtro capilar	Receber o fluido	Conduzir o fluido
F15- CONTROLAR A TEMPERATURA	Termostato	Regulagem específica	Manter o líquido na temperatura regulada

Fonte: Autores (2019).

Conforme Quadro 8, podemos verificar por exemplo, que a estrutura possui a função de sustentação para a montagem de todos os componentes da choqueira

elétrica, tendo como entrada fixar as pelas e componentes do projeto e saída a chopeira com estrutura de chapa em inox.

4.2.10 Princípios de Solução

Para criar os princípios de solução, foram selecionados os padrões de busca para a criação da matriz morfológica, através de princípios que já existiam em outros produtos, conforme método de procura discursiva. Realizou-se uma busca casual, de acordo com a metodologia indicada.

Ainda, pensando em baixo custo de produção, considerou-se componentes e elementos já disponíveis no mercado nacional e de fácil acesso no comércio.

De acordo com o Quadro 9, é possível visualizar cada uma das funções elementares, bem como, a matriz morfológica informando três possíveis opções para cada função.

Quadro 9: Princípios de Solução.

FUNÇÕES ELEMENTARES	MATRIZ MORFOLÓGICA		
	1	2	3
F1 - ESTRUTURA			
F2 - MOTOR			
F3 - CONDENSADOR			
F4 - COOLER			
F5 - TANQUE E SERPENTINA			
F6 - FILTRO CAPILAR			
F7 - TERMOSTATO			
F8 - TORNEIRA			

Fonte: Autores (2019).

De acordo com o Quadro 9, pode-se visualizar as imagens dos componentes para cada uma das três concepções, para as funções elementares, como por exemplo, 3 conceitos diferentes para a estrutura.

4.2.11 Combinando os Princípios de Solução

Após definidos alguns princípios de solução, o próximo passo é a combinação dos mesmos, com o intuito de estabelecer os princípios de soluções totais para o produto, isso significa, relacionar a estrutura funcional e as diferentes formas de solução para ela.

Seguindo os conceitos demonstrados na matriz morfológica, foi possível obter as alternativas de resoluções que atendam a função global do projeto. Sendo assim, nesta fase, combinaram-se as peças e conjuntos que tenham maiores chances de atender as expectativas dos clientes e do projeto, conforme Quadro 10.

Conforme Quadro 10, pode-se visualizar quais são as melhores combinações para cada sistema.

Quadro 10: Combinação de Princípios de Solução.

FUNÇÕES ELEMENTARES	MATRIZ MORFOLÓGICA		
	1	2	3
F1 - ESTRUTURA			
F2 - MOTOR			
F3 - CONDENSADOR			
F4 - COOLER			
F5 - TANQUE E SERPENTINA			
F6 - FILTRO CAPILAR			
F7 - TERMOSTATO			
F8 - TORNEIRA			

Fonte: Autores (2019).

No Quadro 10, é possível classificar qual o melhor conceito para cada uma das três concepções como, por exemplo, o termostato que teve seu componente alterado da concepção 3 para a concepção 1.

Então, foi realizada uma pesquisa para as principais características das concepções 1 e 2 com o objetivo de estudar as mesmas de maneira mais assertiva, o que facilita a escolha da melhor concepção considerando as especificações do projeto.

No que diz respeito à concepção 3, a mesma foi descartada por possuir uma estrutura de fibra de vidro, o que dificulta bastante a sua fabricação e montagem.

4.2.12 Concepções

Conforme a relação demonstrada no item anterior, foi realizada uma análise com cada princípio levando em consideração as especificações do projeto, considerando os requisitos importantes conforme o projeto informacional nos aponta. Foi definido dois modelos semelhantes à concepção 1 e 2 que apresentam de forma direta maior probabilidade de contemplar a definição final do projeto.

Na Figura 13, é possível visualizar as duas concepções.

Figura 13: Concepções.



Fonte: Memo (2019).

A concepção 1 apresentada na Figura 13, é uma chopeira de menor porte, onde contém um motor de média potência capaz de refrigerar em média 30 litros/hora, contém uma serpentina interna e uma torneira externa, suas dimensões são de médio porte, seu peso pode variar de 25kg a 35kg dependendo do modelo, o sistema de

refrigeração é através de expansão direta e utiliza um termostato para regulação da temperatura. Um modelo similar de chopeira elétrica da marca Memo custa aproximadamente R\$3.590,00 (MEMO, 2019).

Na concepção 2 apresentada na Figura 13, o *design* é similar a concepção 1, tem maior capacidade de gelar, porém suas medidas de altura, comprimento e largura são maiores, seu peso pode variar até o dobro da concepção 1, utiliza um motor de maior potência, contém duas serpentinas internas e duas torneiras externas que possibilita ter dois barris conectados ao mesmo tempo e contém um regulador de temperatura digital. Mas tudo isso impacta diretamente no seu custo, um modelo similar de chopeira elétrica da marca Memo custa aproximadamente R\$5.690,00 (MEMO, 2019).

4.2.13 Diagrama de Pugh

Considerando que as duas concepções citadas anteriormente poderiam atender as expectativas até esse ponto do projeto, foi usado o método do Diagrama de Pugh para definir o conceito que melhor se enquadra nos requisitos do projeto.

Esse método possibilita uma comparação clara e direta, avaliando cada concepção, levando em consideração os requisitos dos clientes e suas respectivas importâncias.

Conforme o Quadro 11 abaixo, é possível verificar que entre as concepções apresentadas, verifica-se que a concepção 1 obteve a melhor pontuação no Diagrama de Pugh, sendo essa a escolhida para o projeto deste trabalho.

Quadro 11: Resultados do diagrama de Pugh.

Requisitos do cliente	VC	Concepções			
		1		2	
Funcionamento	10	1	10	1	10
Segurança	9	1	9	1	9
Capacidade de refrigeração	8	1	8	1	8
Confiabilidade	8	1	8	1	8
Qualidade	7	1	7	1	7
Desempenho	6	1	6	1	6
Baixo custo	5	1	5	-1	-5
Temperatura de saída do líquido	4	1	4	1	4
Sistema de refrigeração	4	1	4	1	4
Peso, Material, Cor	3	1	3	-1	-3
Vazão do líquido	3	0	0	1	3
Fácil manuseio	3	1	3	1	3
Fabricabilidade	2	1	2	1	2
Tamanho	2	1	2	-1	-2
Usabilidade	1	1	1	1	1
Facilidade para transporte	1	1	1	-1	-1
220 volts	1	1	1	1	1
Peso da Concepção		69		56	

Legenda	
1	Vantagem sobre conceito de referência
0	Equivalentes
-1	Desvantagem sobre conceito de referência

Fonte: Autores (2019).

De acordo com o Quadro 11, considerando o VC definido na hierarquia dos requisitos, ocorre a comparação da concepção 1 com a 2, na qual são analisadas as vantagens sobre o conceito de referência, o que é equivalente e o que é desvantagem sobre o conceito de referência.

4.2.14 Variantes de Concepção

Essa etapa compreende uma espécie de refinamento da atividade anterior, no qual são identificados e analisados aspectos críticos do produto. De maneira geral deve-se detalhar um modelo de concepção para ser possível verificar custos, pesos, e dimensões totais aproximadas, e a exequibilidade deve ser assegurada tanto quanto as circunstâncias permitam. Características que podem ser concebidas através de linguagem gráfica, ou seja, em desenhos esquemáticos ou esboços (AMARAL, 2006).

De acordo com a Figura 14, é possível visualizar a variante de concepção.

Figura 14: Variantes de Concepção.



Fonte: Autores (2019).

A Figura 14, é semelhante ao produto que será fabricado, levando em conta que o projeto será construído de uma forma simplificada, com relação ao peso máximo, dimensões e o custo estipulado. A seguir as principais partes destacadas do projeto:

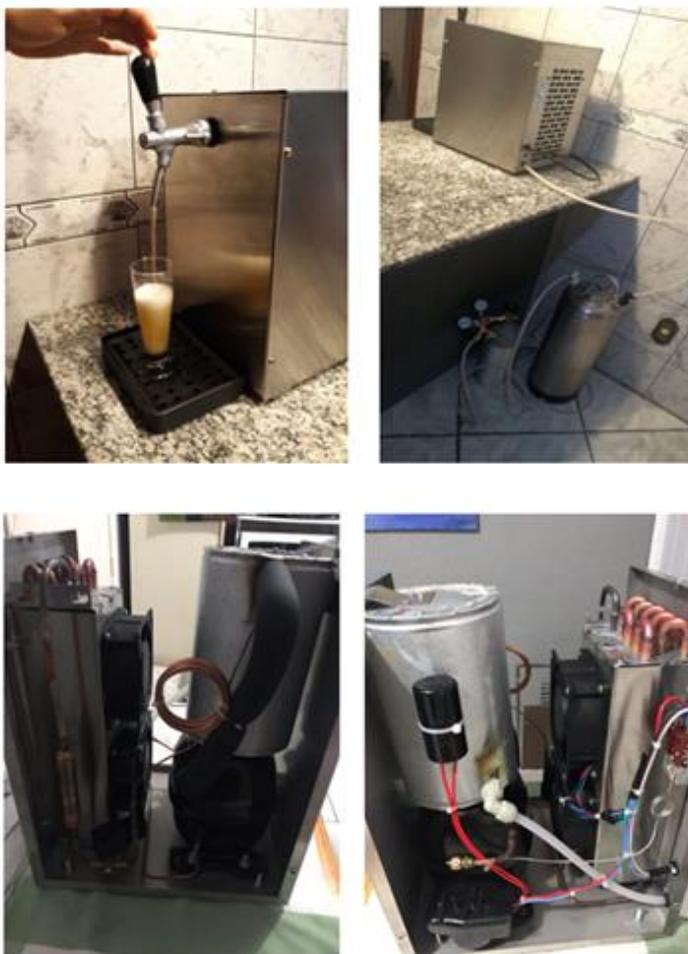
- Estrutura: Será fabricada de chapa aço inox AISI304 com espessura de 1mm, as peças serão cortadas pelo processo de corte a laser e as dobras serão através do viradeira/dobradeira a laser.

- Motor: Será utilizado o motor compressor 1/4 HP da marca Tecumseh, onde é responsável por bombear fluidos refrigerantes que promove a troca de calor. Possui saídas de alta e baixa pressão pois ambos fazem o gás refrigerante R134a circular em todo sistema.
- Condensador: Será utilizado o condensador da marca Elgin, onde tem como finalidade condensar vapores gerados pelo aquecimento de líquidos em processos de destilação simples. É um instrumento que têm aplicação exclusiva na destilação e têm como função condensar (passagem do estado gasoso ao estado líquido) os vapores obtidos na destilação.
- Serpentina: A serpentina utilizada será de aço inoxidável AISI304 3/8", e terá um comprimento total de 5 metros. A serpentina ficará imersa dentro de um tanque de líquido, tem a função de levar o chopp até a torneira, é nesse trajeto que o líquido gela.
- Termostato: O modelo de termostato que será utilizado é o TB53711-2, é um dispositivo destinado a manter constante a temperatura de um determinado ambiente. O termostato controla a pressão do equipamento, que é proporcional à temperatura, onde quanto menor a pressão menor a temperatura de chope extraído. Para fazer a regulagem, girar o botão em sentido anti-horário para aumentar a temperatura do chopp e em sentido horário para diminuir a temperatura do chopp.
- Torneira: Será utilizada uma torneira tipo italiana da marca Talos de material em aço inoxidável, a torneira da chopeira funciona como uma espécie de controle para a pressão do chopp, e conseqüentemente o controle do colarinho.

4.2.15 Choqueira pronta

Conforme Figuras 15 e 16, é possível visualizar como ficou a choqueira elétrica pronta após a fabricação e montagem.

Figura 15: Parte interna e externa da chopeira pronta.



Fonte: Autores (2019).

Na Figura 15, é possível todos os componentes internos e externos da chopeira e como estão fixados na parte interna.

Figura 16: Peso da Chopeira.



Fonte: Autores (2019).

Na Figura 16, é possível visualizar o peso da chopeira, bem como, que a mesma atingiu o objetivo de no máximo 25 kg, tendo 18,5 kg.

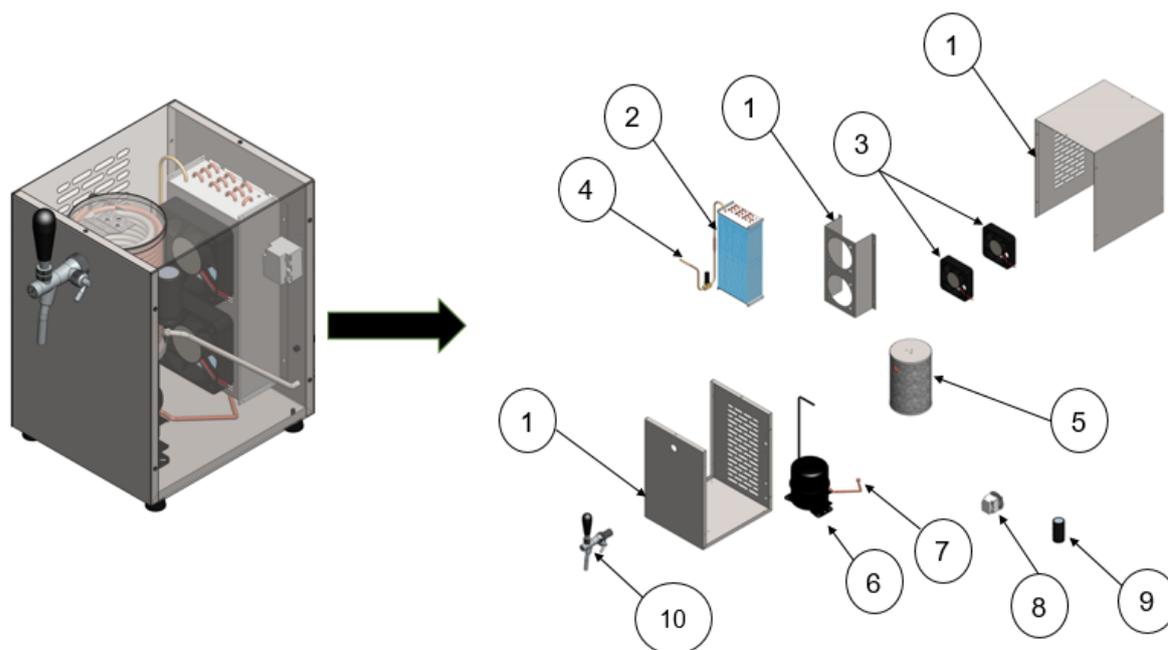
4.3 PROJETO DETALHADO

Depois de finalizar as fases do projeto informacional e do projeto conceitual, trabalhou-se para colocar todas as especificações detalhadamente conforme feito nas fases anteriores.

4.3.1 Vista explodida e principais componentes

Após a definição da concepção mais adequada para fabricação da chopeira elétrica, trabalhou-se em alguns pontos, que tem funções fundamentais no projeto, e que atendem os requisitos necessários do projeto, conforme mostra a Figura 17.

Figura 17: Principais componentes.



Fonte: Autores (2019).

Conforme Figura 17, pode-se visualizar os principais componentes da chopeira de forma explodida e enumerada.

O Quadro 12 apresenta a descrição de cada um dos principais componentes da chopeira elétrica que estão evidenciados na vista explodida da Figura 17.

Quadro 12: Descrição dos principais componentes.

Componentes	Descrições
1	Chapas (estrutura)
2	Condensador
3	Cooler
4	Filtro capilar
5	Tanque e serpentina
6	Motor
7	Valvula de manutenção
8	Termostato
9	Capacitor
10	Torneira

Fonte: Autores (2019).

O Quadro 12 identifica e descreve o nome dos principais componentes da chopeira elétrica, conforme sua enumeração da Figura 17.

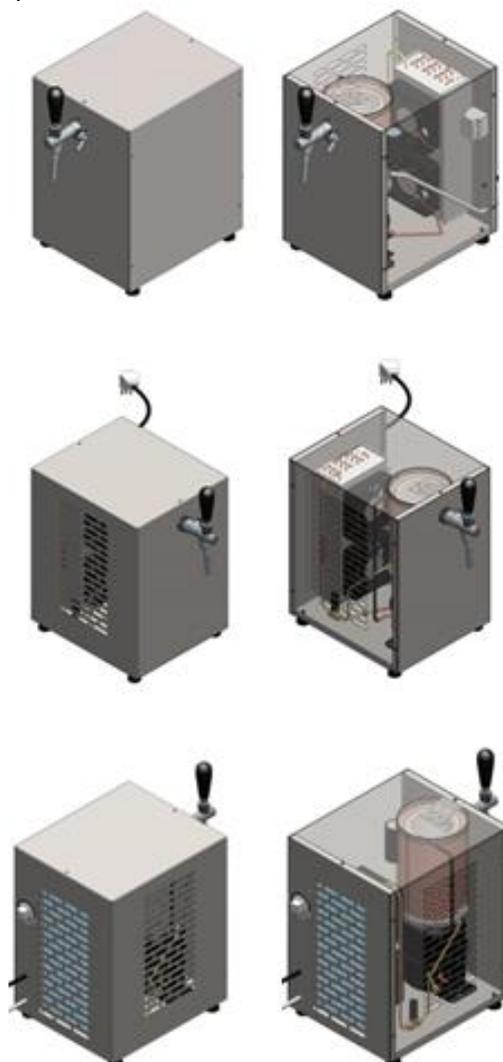
4.3.2 Modelamento e Detalhamento

Para realizar o modelamento e detalhamento da concepção 1, utilizou-se o software SolidWorks, onde possibilitou a realização do modelamento dos componentes e a montagem completa da chopeira elétrica.

Os desenhos detalhados das peças de inox cortadas a laser encontram-se no Apêndice A. Os desenhos detalhados das peças galvanizadas encontram-se no Apêndice B. O desenho detalhado da montagem do tanque e serpentina encontra-se no Apêndice C. O desenho detalhado da montagem completa da chopeira encontra-se no Apêndice D.

Na Figura 18, é possível visualizar os detalhes em 3D da chopeira.

Figura 18: Modelos 3D da chopeira.



Fonte: Autores (2019).

A Figura 18 ilustra várias posições chopeira elétrica modelada em 3D, e ainda mostra de uma forma transparente como é o seu interior com os componentes fixados.

No detalhamento identificou-se as peças necessárias para fabricação da chopeira elétrica, juntamente com a descrição de cada componente, material, quantidade necessária e marca dos componentes, conforme Quadro 13 abaixo.

Quadro 13: Lista de Componentes.

DESCRIÇÃO	MATERIAL	QUANTIDADE		MARCA
Chapas (estrutura)	Aço inoxidável AISI304	3	Unidade	Marca: Nacional
Motor compressor 1/4 HP - 220v	MultiMaterial	1	Unidade	Marca: Tecumseh
Condensador Elgin 1/4 HP	MultiMaterial	1	Unidade	Marca: Elgin
Ventilador cooler	Alumínio	2	Unidade	Marca: EOS
Torneira italiana (Rosca 5/8)	Aço inoxidável	1	Unidade	Marca: Talos
Tanque para serpentina	Aço galvanizado	1	Unidade	Marca: Calha forte
Tampas do tanque	Aço galvanizado	2	Unidade	Marca: Calha forte
Chapa de suporte	Aço galvanizado	1	Unidade	Marca: Calha forte
Filtro capilar 0.50	Cobre	1	Unidade	Marca: Andermaq
Valvula de manutenção	MultiMaterial	1	Unidade	Marca: Schrader
Tubo serpentina 3/8	Aço inoxidável	5	Metros	Marca: Lisboa
Tubo flexível 5/16	Cobre	5	Metros	Marca: Eluma/Cobre Sul
Termostato Tb 53711-2	MultiMaterial	1	Unidade	Marca: Emicol
Capacitor eletrolítico 50/60Hz	MultiMaterial	1	Unidade	Marca: Dugold
Botão regulador de temperatura	Plástico	1	Unidade	Marca: Importado
Mangueira atóxica com conexões 5/8	Plástico	1.5	Metros	Marca: Libell
Conexões 5/8 x 3/8	Plástico	1	Unidade	Marca: Importado
Tomada 3 pinos (10A-250V)	MultiMaterial	1	Unidade	Marca: Perlex
Pé nivelador	Borracha	4	Unidade	Marca: Importado
Pingadeira	Plástico	1	Unidade	Marca: Arpa
Fio cabo elétrico 3mm - Azul	PVC e Cobre	1.5	Metros	Marca: Energy
Fio cabo elétrico 3mm - Vermelho	PVC e Cobre	1.5	Metros	Marca: Energy
Porca rebite com rosca M5	Aço inoxidável	14	Unidade	Marca: Weber
Porca sextavada M6	Aço carbono (Zinc)	8	Unidade	Marca: Vonder
Parafuso philips M4x10	Aço inoxidável 304	2	Unidade	Marca: Emalfix
Parafuso philips M5x20	Aço inoxidável 304	22	Unidade	Marca: Jomarca
Parafuso philips M6x25	Aço inoxidável 304	8	Unidade	Marca: Mbastos
Arruela M6	Borracha	8	Unidade	Marca: Importado
Arruela lisa M6	Aço inoxidável	4	Unidade	Marca: Importado
Rebite pop repuxo (3x6mm)	Alumínio	3	Unidade	Marca: Jcarvalho
Tubo isolante 3/8"	PEBD (polietileno de baixa densidade)	0.3	Metros	Marca: Armaflex

Fonte: Autores (2019).

O Quadro 13 permite visualizar toda a lista de componentes como, por exemplo, a chapa (estrutura) que é feita do material aço inoxidável AISI304, sendo necessário uma quantidade de 3 chapas de marca nacional.

O Quadro 14 detalha o orçamento estimado do projeto, onde está especificando os componentes utilizados na fabricação da chopeira, a quantidade utilizada e o custo total.

Estes valores podem sofrer alterações no momento da fabricação, pois vai depender do local da compra dos componentes e dos serviços utilizados.

Quadro 14: Orçamento Estimado do Projeto.

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE		CUSTO TOTAL	
Motor compressor 1/4 HP	1	Unidade	R\$	410.00
Chapas (estrutura)	3	Unidade	R\$	250.00
Mão de obra (Serviços gerais)	1	Unidade	R\$	200.00
Torneira italiana (Rosca 5/8)	1	Unidade	R\$	165.00
Condensador Elgin 1/4 HP	1	Unidade	R\$	85.00
Ventilador cooler	2	Unidade	R\$	80.00
Pingadeira	1	Unidade	R\$	65.00
Tomada 3 pinos (10A-250V)	1	Unidade	R\$	55.00
Tubo serpentina 3/8	5	Metros	R\$	49.00
Termostato Tb 53711-2	1	Unidade	R\$	48.00
Tubo flexível 5/16	5	Metros	R\$	43.00
Pé nivelador	4	Unidade	R\$	40.00
Capacitor eletrolítico 50/60Hz	1	Unidade	R\$	35.00
Filtro capilar 0.50	1	Unidade	R\$	20.00
Conexões 5/8 x 3/8	1	Unidade	R\$	14.00
Tanque para serpentina	1	Unidade	R\$	10.00
Tampas do tanque	2	Unidade	R\$	10.00
Mangueira atóxica com conexões 5/8	1.5	Metros	R\$	8.00
Botão regulador de temperatura	1	Unidade	R\$	5.00
Valvula de manutenção	1	Unidade	R\$	4.00
Porca rebite com rosca M5	14	Unidade	R\$	3.64
Parafuso philips M5x20	22	Unidade	R\$	3.30
Chapa de suporte	1	Unidade	R\$	3.00
Arruela lisa M6	4	Unidade	R\$	3.00
Tubo isolante 3/8"	0.3	Metros	R\$	3.00
Parafuso philips M6x25	8	Unidade	R\$	2.64
Porca sextavada M6	8	Unidade	R\$	2.40
Fio cabo elétrico 3mm - Azul	1.5	Metros	R\$	2.25
Fio cabo elétrico 3mm - Vermelho	1.5	Metros	R\$	2.25
Arruela M6	8	Unidade	R\$	0.80
Parafuso philips M4x10	2	Unidade	R\$	0.40
Rebite pop repuxo (3x6mm)	3	Unidade	R\$	0.15
TOTAL			R\$	1,622.83

Fonte: Autores (2019).

De acordo com o Quadro 14, é possível visualizar o custo total e a quantidade de cada componente, bem como, o valor total gasto para o projeto sendo o mesmo o valor de R\$1622,83. Os autores consideram um valor baixo considerando com as demais chopeiras existentes no mercado.

4.4 TESTES E AVALIAÇÕES

A realização desses testes é de suma importância para validação do projeto, uma vez que os testes fornecem resultados confiáveis através das análises, e com isso, garantindo uma boa qualidade fabricação da chopeira.

Esta fase complementa a de avaliação e acontece depois de realizado o fechamento do ciclo de otimização. Caso ocorra alguma limitação após esse momento, um novo ciclo deve ser realizado.

Muitas vezes os testes e avaliações são efetuados na presença dos clientes ou órgãos certificados de homologação, sendo que em algumas vezes, é possível que o próprio cliente conduza o teste.

5.4.1 Teste do sistema de refrigeração

Para realizarmos os testes da chopeira, foram utilizados um barril com chopp de 20 litros, um cilindro de CO₂ de 5 kg, onde ambos estavam ligados a uma válvula reguladora de pressão e vazão.

Para obtermos os resultados regula-se a pressão do gás a mais ou menos 2,5 kgf/cm², esta pressão é um fator determinante para extração do líquido.

Após ligado a chopeira, foi feita a regulagem de temperatura, deixando na posição 2 e 3 no regulador, com o objetivo de extrair o líquido a uma temperatura em torno de 3°C e 4°C, ideal para consumo. Na Figura 19, é possível visualizar o regulador de temperatura da chopeira elétrica.

5.4.2 Teste de vazão

Os testes e a verificação da vazão são determinantes para saber se todo o sistema está funcionando perfeitamente, se as conexões e soldas não apresentam falhas e ou vazamentos, e se o líquido está percorrendo todo o sistema sem que ocorra nenhuma interrupção.

A quantidade de saída de líquido na torneira depende de dois fatores, da pressão regulada na válvula do cilindro de CO₂ e da regulagem de vazão do líquido da torneira, essa regulagem determina a quantidade de líquido que sairá na torneira.

Após realização dos testes e da verificação da vazão, conclui-se que o líquido percorreu todo o sistema da chopeira, iniciando pelo cilindro CO₂ percorrendo até o

barril e finalizando na torneira extratora sem apresentar nenhuma falha ou inconsistência no processo.

5.4.3 Teste de temperatura do liquido

Foram feitos alguns testes para medirmos a temperatura de saída do liquido, foram utilizadas duas temperaturas de regulagem no regulador e duas temperaturas do chopp.

No primeiro teste foi utilizado a posição 2 no regulador de temperatura e um barril de chopp a uma temperatura ambiente, a mais ou menos a (28°C) e após 5 minutos da chopeira ligada, foi possível a retirada do chopp com uma temperatura entre 4°C e 5°C na saída da torneira.

Utilizando a mesma posição e colocando o barril de chopp em uma geladeira com uma temperatura a mais ou menos 10°C, por mais ou menos 10 horas, após 2 minutos foi possível a retirada do chopp a uma temperatura entre 3°C e 4°C na saída da torneira.

Para o segundo teste foi utilizado a posição 3 no regulador de temperatura e um barril de chopp a uma temperatura ambiente, a mais ou menos a (28°C) e após 5 minutos da chopeira ligada, foi possível a retirada de um chopp a uma temperatura entre 3°C e 4°C na saída da torneira.

Utilizando a mesma posição e colocando o barril de chopp em uma geladeira com uma temperatura a mais ou menos 10°C, por mais ou menos 10 horas, após 2 minutos possível a retirada de um chopp a uma temperatura entre 2°C e 3°C na saída da torneira.

Desta forma conseguiu-se observar que se tiver um barril de chopp a uma temperatura ambiente (28° C) e regulagem da temperatura na posição 3, é possível retirar o chopp a uma temperatura ideal para consumo.

Na Figura 19, é possível visualizar a imagem do regulador de temperatura, o regular fica posicionado na parte de trás da chopeira elétrica.

Figura 19: Imagem do regulador.



Fonte: Autores (2019).

Conforme Figura 19, o regulador possui 7 posições e está localizado na parte traseira da chopeira.

4.4.1 Validação dos Testes

Para validar o sistema de refrigeração utilizou-se juntamente com a chopeira um barril de chopp e um cilindro de CO₂ com pressão de 2,5 kgf/cm², a regulagem de temperatura da chopeira estava na posição 2 e 3. O sistema de refrigeração utilizado na chopeira é por expansão direta, esse sistema garante que em poucos minutos o líquido já esteja refrigerado na temperatura desejada. Para comprovar a eficiência do sistema de refrigeração, utilizou-se a chopeira por um período de uma hora e retirando líquido a cada 5 minutos, dentro desse período o sistema se acionava sempre ao extrair o líquido da serpentina, e a temperatura do líquido variava entre 2°C a 5°C. Com isso conclui-se que o sistema de refrigeração funcionou perfeitamente, pois em nenhum momento deixou de refrigerar o líquido e manteve uma temperatura conforme regulagens do sistema.

A realização de testes do sistema de vazão foi necessária para poder validar e verificar se todo o sistema está funcionando perfeitamente. Na validação dos testes foram verificados se todas as conexões estavam fixadas corretamente e se as soldas não apresentavam nenhuma falha ou trinca, onde pudesse ocasionar vazamento de líquido ou gás, também foi validado se o líquido e o gás estavam percorrendo todo o sistema sem que houvesse nenhuma interrupção. Após toda a validação do sistema de vazão, foi constatado que o sistema está funcionando em perfeitas condições, onde não apresentou vazamento nem falhas, com isso está apto para ser utilizado.

Para ter um parâmetro de comparação e conseguir validar os testes de temperatura do líquido, buscou-se a informação de qual seria a temperatura ideal para o consumo do chopp, onde segundo Maxbeer (2019), o mais adequado é que a temperatura esteja entre 6 e 8 graus para o consumo. Nos testes de temperatura do líquido, as temperaturas da extração mediram entre 2°C a 5°C dependendo da regulagem da chopeira, considerando que entre a extração até o consumo, a temperatura do líquido sofrerá um aumento de 2 a 6°C, pode-se concluir que o sistema se mostrou extremamente eficiente, mostrando que a chopeira é capaz de garantir temperatura ideal para consumo.

4.4.2 Aspectos gerais dos testes

Os resultados obtidos perante os requisitos encontram-se no Quadro 15.

Quadro 15: Apresentação dos resultados gerais dos testes.

REQUISITOS DE PROJETO PARA O CONCEITO 1	RESULTADO FINAL
Capacidade de refrigerar;	Atende totalmente
Capacidade de extração do líquido;	Atende totalmente
Baixo peso;	Atende totalmente
Fácil manuseio;	Atende totalmente
Pequeno porte;	Atende totalmente
Não ultrapassar o orçamento máximo do projeto, R\$2000,00;	Atende totalmente
Usar peças de baixo valor comercial;	Atende parcialmente
Utilizar peças de boa resistência;	Atende totalmente
Estrutura livre de rebarbas e cantos vivos;	Atende totalmente
Cabos e fios bem isolados;	Atende totalmente
Parte elétrica funcionando em perfeitas condições;	Atende totalmente
Utilizar gás adequado;	Atende totalmente
Utilizar material adequado para fabricação;	Atende totalmente
Utilizar material resistente;	Atende totalmente
De fácil construção;	Atende parcialmente
De acordo com o desenho;	Atende totalmente
Chopeira deve ser fabricado em metal, plástico, borracha, cobre, espuma isolante, gás R134a;	Atende totalmente
Chopeira deverá ter controle de temperatura;	Atende totalmente
Chopeira deverá ser soldada e parafusada;	Atende totalmente
Utilizar recursos adequados;	Atende totalmente
Utilizar motor disponível no mercado;	Atende totalmente
Utilizar torneira adequada para extração do líquido;	Atende totalmente
Seguir um padrão de parafusos e porcas;	Atende parcialmente
Extração de líquidos;	Atende totalmente
Largura máxima 300 mm;	Atende totalmente
Comprimento máximo 600 mm;	Atende totalmente
Altura máxima 500 mm;	Atende totalmente
Chopeira 220 volts;	Atende totalmente
Peso máximo 25kg;	Atende totalmente
Metal, plástico, borracha, cobre, espuma isolante, gás R134a;	Atende totalmente
Cores preta e prata;	Atende parcialmente
As peças e medidas devem seguir as especificações do projeto;	Atende totalmente
Realizar teste de desempenho de refrigeração e fluxo de saída do líquido;	Atende totalmente

Fonte: Autores (2019).

Conforme Quadro 15, é possível visualizar os requisitos do projeto que atenderam totalmente a expectativa, bem como, aqueles que atenderam parcialmente. Um exemplo, é a capacidade de refrigerar que atendeu totalmente a expectativa.

5 CONCLUSÃO

As contribuições deste estudo para os autores ocorreram na medida em que os mesmos puderam adquirir um conhecimento mais aprofundado sobre o processo de desenvolvimento de produto, tendo oportunidade de conhecer a literatura existente referente ao tema, bem como, as ferramentas adequadas para realização do desenvolvimento do projeto da chopeira elétrica da forma mais assertiva possível.

Em relação ao primeiro objetivo específico, projetar e fabricar uma chopeira elétrica, o mesmo foi totalmente atendido seguindo a literatura encontrada e a metodologia estabelecida, o que possibilitou a utilização das ferramentas adequadas no momento correto conforme cada fase do desenvolvimento da chopeira.

No que se refere ao segundo objetivo específico, realizar testes de refrigeração, vazão e temperatura, foi possível entender claramente a importância dos mesmos para garantir um produto de qualidade e que atenda todas as expectativas definidas. Ainda, é possível concluir com os testes realizados, que a refrigeração ocorreu corretamente permitindo extrair a bebida em temperatura adequada para o consumo, bem como, conclui-se que o sistema de vazão está funcionando corretamente, sem nenhum vazamento ou inadequação. Sobre a temperatura, também concluiu-se que a mesma, além de sair na temperatura ideal para o consumo.

O terceiro objetivo específico, obter dados de vazão, também se enquadra nos benefícios mencionados no parágrafo acima. Ainda, com tantos benefícios, é possível perceber o impacto que a realização de testes possui para certificar que o planejado se comprova na prática.

Sobre o quarto e último objetivo específico, validar os resultados dos testes, tornou-se clara a percepção de que é fundamental que todas as fases do desenvolvimento e fabricação do produto estejam corretamente interligadas, o que garante o funcionamento correto de todos os componentes e todas as funções da chopeira elétrica.

Desta forma, o presente estudo permite concluir que é de suma importância para a boa execução de um projeto, que o mesmo seja desenvolvido de acordo com uma metodologia bem estruturada, clara e coerente, uma vez que isso possibilita que todas as etapas dos processos existentes sejam mais assertivas. Ainda, é possível garantir a qualidade do produto de acordo com as especificações estabelecidas inicialmente.

6 REFERÊNCIAS

AMARAL et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Saraiva, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT 6027. ABNT NBR 6027: informação e documentação: sumário: apresentação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

APCV. **Associação Portuguesa dos Produtores de Cerveja**. 2012 BELTRAMELLI, Mauricio. **Cervejas, brejas e birras**. 2.ed. São Paulo: Leya, 2014. CASCUDO, Luís da Camara. **Prelúdio da cachaça**. São Paulo: Global, 1962.

BACK, N. et al (2008). **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. São Paulo: Manole.

BAXTER. M. (2000). **Projeto de Produto: Guia prático para o design de novos produtos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2a. edição.

BEERLIFE (2010) Disponível em http://www.beerlife.com.br/portal/default.asp?id_texto=28 Acesso em: 05 out. 2019.

CATIRA, **Manual: O Chopp bem tirado**, 2015. Disponível em http://www.catira.com.br/images/stories/manutencaochopeiras/manual_tirador_chopp.pdf Acesso em: 02 jun. 2019.

CERBRASIL. **Dados do Setor**. Disponível em: http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/dados-do-setor/ Acesso em: 16 jun. 2019.

CHOPPMANIA, **Chopeira Manual**, 2013. Disponível em: <https://www.facebook.com/Choppmania/posts/603161769721388/> Acesso em: 09 jun. 2019.

DIAMONTE. **Sistemas de Refrigeração: Expansão Direta vs. Expansão Indireta**. Disponível em <http://diamont.com.br/sistemas-de-refrigeracao-expansao-direta-vs-expansao-indireta/> Acesso em: 07 out. 2019.

EMBRAR. **Como funciona um sistema de refrigeração**, 2018. Disponível em: <http://blog.embrar.com.br/2018/07/12/como-funciona-um-sistema-de-refrigeracao/#:~:targetText=Neste%20ciclo%2C%20o%20flu%C3%ADdo%20refrigerante,refrigerante%20e%20o%20ambiente%20refrigerado>. Acesso em: 06 dez. 2019.

FERREIRA M.G.G. **Utilização de modelos para a representação de produtos no projeto conceitual**, Universidade Federal de Santa Catarina, 1997. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30433278.pdf> Acesso em: 07 out. 2019.

FISPAL DIGITAL. **Dicas para aumentar a venda de chopp**, 2019. Disponível em: <https://digital.fispalfoodservice.com.br/gest-o/dicas-para-aumentar-venda-de-chopp> Acesso em 05 dez. 2019.

FONSECA, A. J. H. **Sistematização do processo de obtenção das especificações de projeto de produtos industriais e sua implementação computacional**. Tese de doutorado em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

FORCELLINI, F. A. **Desenvolvimento de produtos e sua importância para a competitividade**. Cap. 1, 2002

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2002.

GRUNDFOS. **Sistema de expansão direta**. Disponível em <https://pt.grundfos.com/servico/encyclopedia-search/dx-system.html> Acesso em: 18 out. 2019.

IFBA. **Manual sobre Desenvolvimento de Fluxogramas**. Disponível em: <http://www.ifba.edu.br/professores/antonioclodoaldo/04%20FERRAMENTAS%20DA%20Q/Manual%20sobre%20No%C3%A7%C3%B5es%20e%20Desenvolvimento%20de%20Fluxogramas.doc/> Acesso em: 02 jun. 2019.

MANTOVANI, C. A. **Metodologia de projeto de produto**. Faculdade Horizontina 2011. Baseado em REIS, A. V. Desenvolvimento de concepção para a dosagem e deposição de precisão para sementes miúdas. Florianópolis. 2003. Tese – PPGEM – UFSC. Trabalho não publicado.

MAPA. **Anuário da cerveja no Brasil 2018**. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pasta-publicacoes-DIPOV/anuario-da-cerveja-no-brasil-2018>> Acesso em 12 out. 2019.

MAXBEER. **Chopeiras**, 2019. Disponível em <<http://www.maxbeerchopeiras.com.br/>> Acesso em: 04 out. 2019.

MELLO, W. **O refinado corte LASER**. Siderurgia Brasil – 56 ed, 2008.

MEMO. **Dados do setor**. Disponível em: https://www.lojasmemo.com.br/?gclid=EAlaIqobChMItONu4ih5glVVQiRCh18iwJEEAAYASAAEgLYGPD_BwE Acesso em: 07 out. 2019.

MESTRE CERVEJEIRO, **Plano de crescimento**, 2019. Disponível em <<https://mestre-cervejeiro.com/rede-mestre-cervejeiro-com-em-pleno-crescimento/>> Acesso em 05 dez. 2019.

MORADO, RONALDO. **Larousse da cerveja**. 1.ed. São Paulo: Larousse, 2009

NICKEL, Elton Moura et al **Modelo multicritério para referência na fase de Projeto Informacional do Processo de Desenvolvimento de Produtos**. Gestão & Produção. São Carlos, p. 707-720. 02 nov. 2010.

PAHL, G. et al. **Projeto na engenharia: Fundamentos do desenvolvimento eficaz de produto, métodos e aplicações**. Tradução Hans Andreas Wernwe; revisão Nazem Nascimento. – São Paulo: Edgar Blücher; 2005.

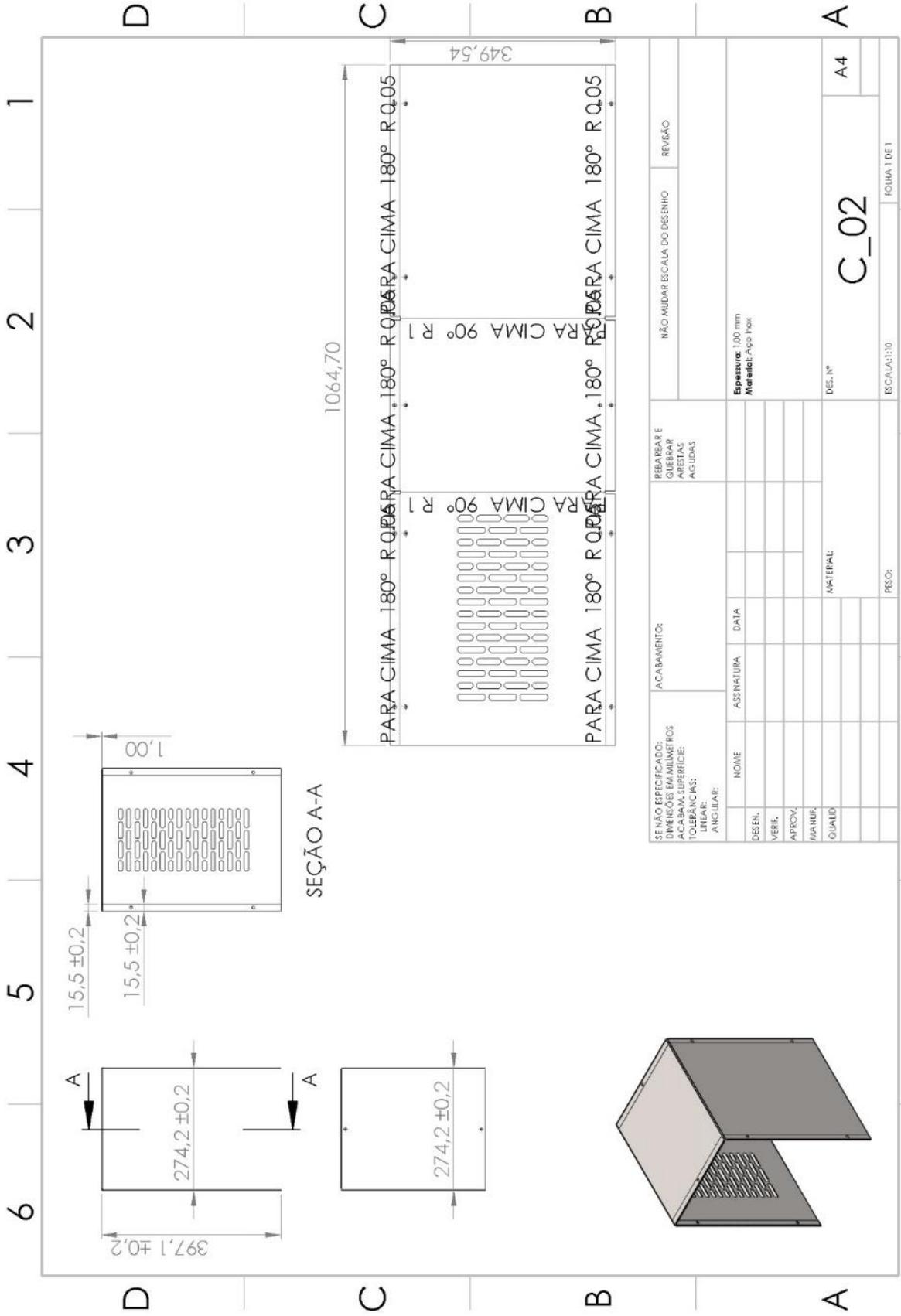
REIS, A.V. **Desenvolvimento de concepção para dosagem e deposição de precisão para sementes miúdas.** Tese Doutorado em projetos de Sistemas Mecânicos CTC/EMC. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2003.

ROCCO, A. M. SILVEIRA, A. D. **Ferramental para eficiência em vendas.** In: Congresso de Administração e Gerência, 2007, Cascavel. Anais... Cascavel: Congresso de Administração e Gerência, 2007.

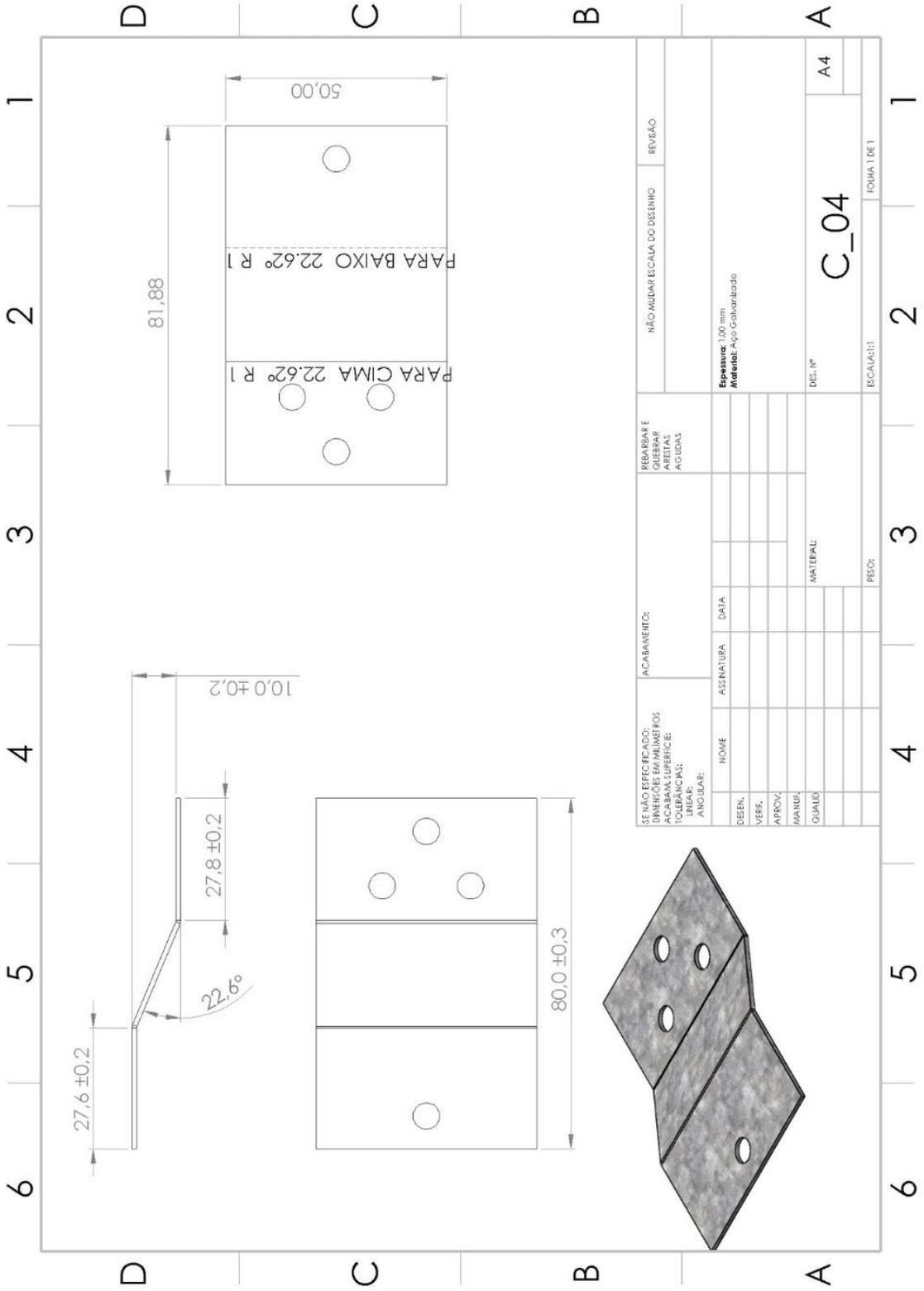
ROSENFELD, H. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos.** Uma referência para melhoria do processo. 1 edição, Ed. Saraiva, São Paulo, SP, 2006.

SINDICERV. **O setor em números,** 2017. Disponível em <<https://www.sindicerv.com.br/o-setor-em-numeros/>> Acesso em 05 dez. 2019.

TAPA NA CARA (2010) Disponível em <http://tapanacara.com.br/blog/2010/01/consumo_de_cerveja_no_brasil.html> tapa na cara 2010>. Acesso em: 30 set. 2019.

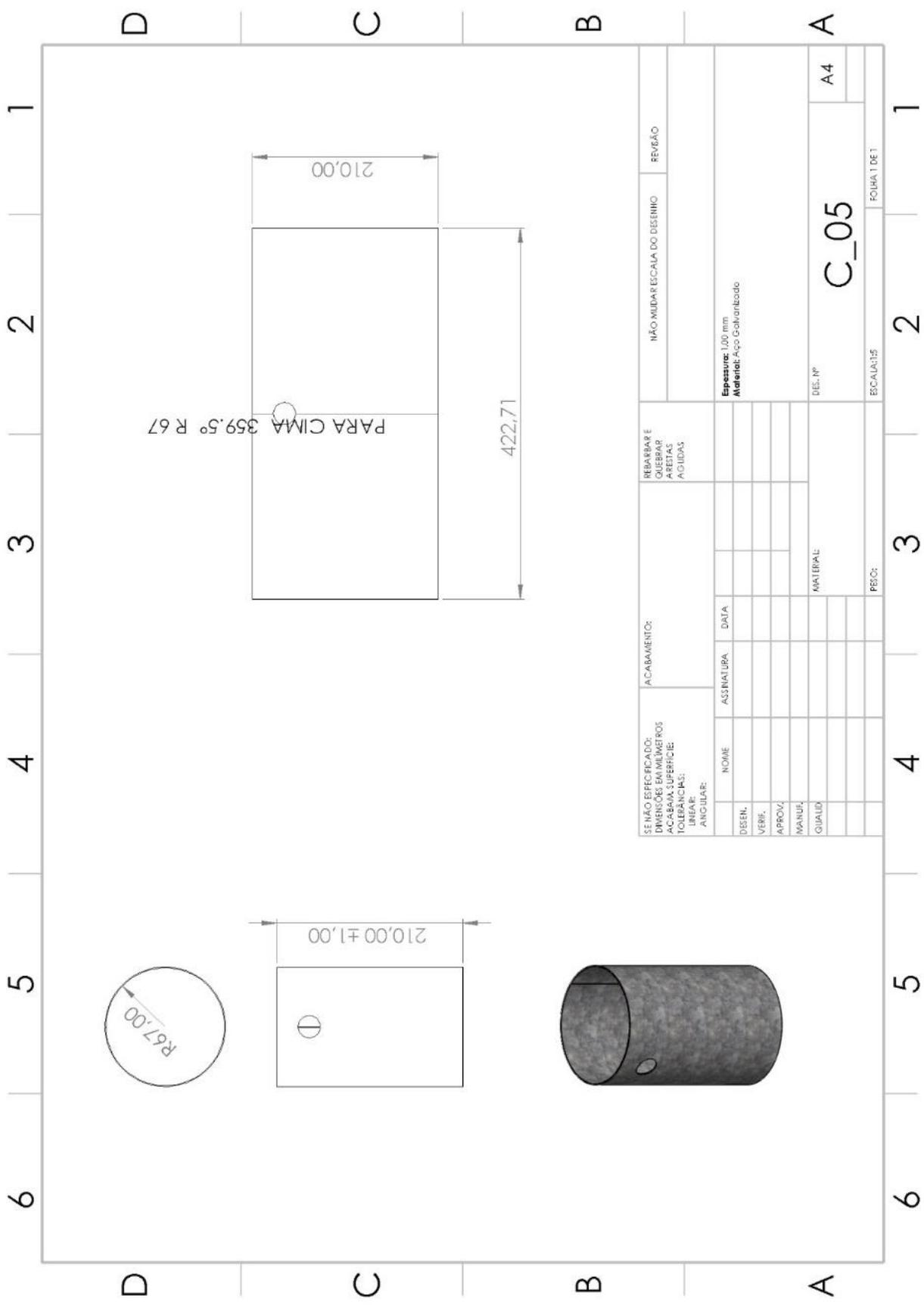


APÊNDICE B – DETALHAMENTO DAS PEÇAS GALVANIZADAS

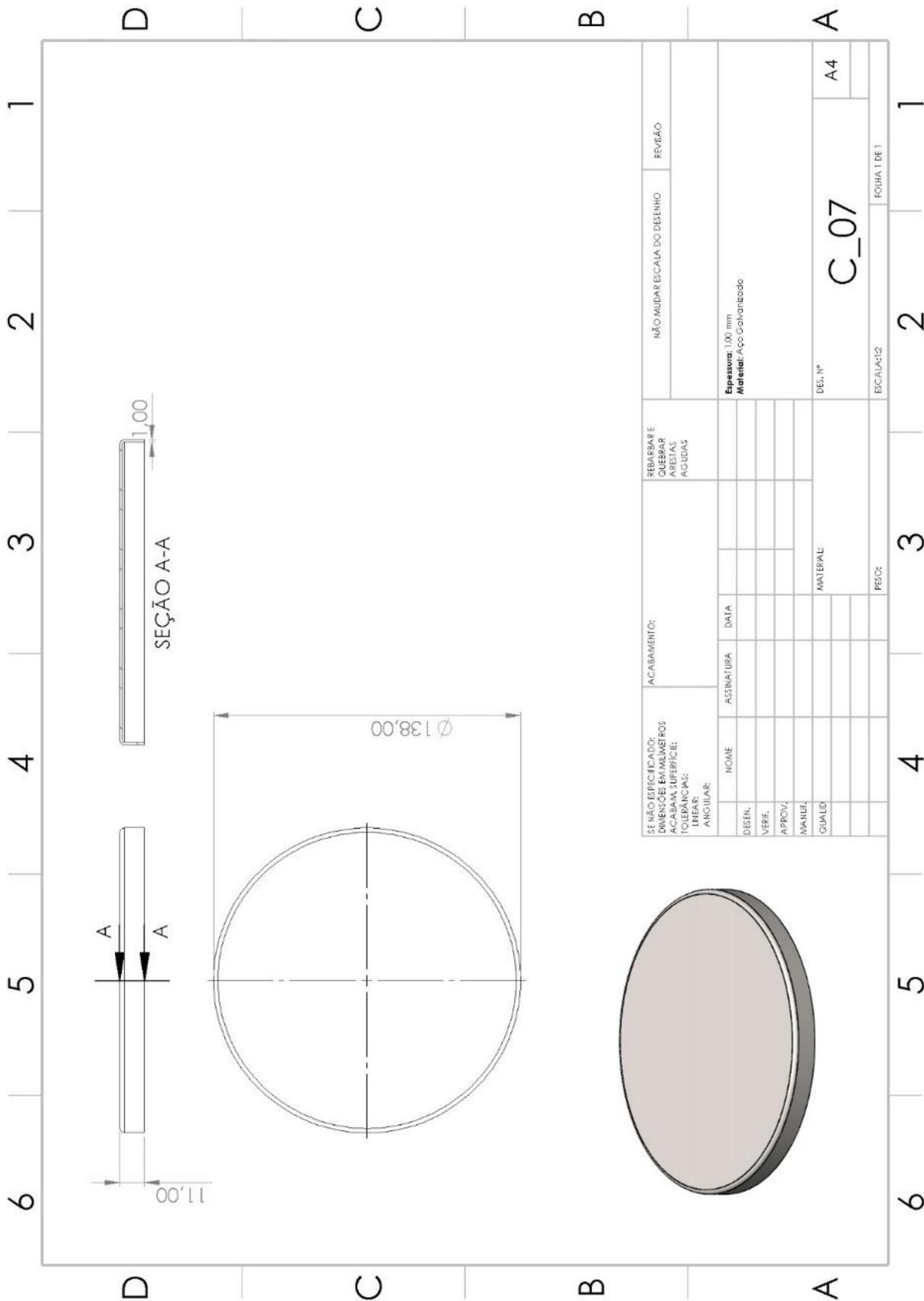


SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS; ACABAMENTO: LISO; TOLERÂNCIAS: LINEAR: ANGULAR:		ACABAMENTO:		REBARBAR E QUEBRAR SEM ACIJDAS		NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO		REVISÃO
DESEN.	NOME	ASSINATURA	DATA					
VERIF.								
APROV.								
MATERIAL								
QUANTO								
				PRÇO:		ESCALA: 1:1		FOYUA 1 DE 1
				DESENHO:		C_04		A4
				DESENHADOR:		DES. Nº		

Espessura: 1,00 mm
#Material: Aço Galvanizado



DESENHO ESPECIFICADO POR: NOME DO DESENHADOR: DATA DO DESENHO: TOLERÂNCIAS: LINEAR: ANGULAR:		ACABAMENTO: NOME: ASSINATURA: DATA:		REBARBAR E QUANTAS ABERTAS AGUÇADAS		NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO		REVISÃO	
DESENH. VERIF. APROV. MANUF. QUALID.	NOME ASSINATURA DATA	MATERIAL:		ESPESSURA: 1,00 mm MATERIAL: Aço Galvanizado		DES. Nº C_05		A4	
PREÇO:				ESCALAS:		FOLHA 1 DE 1		1	



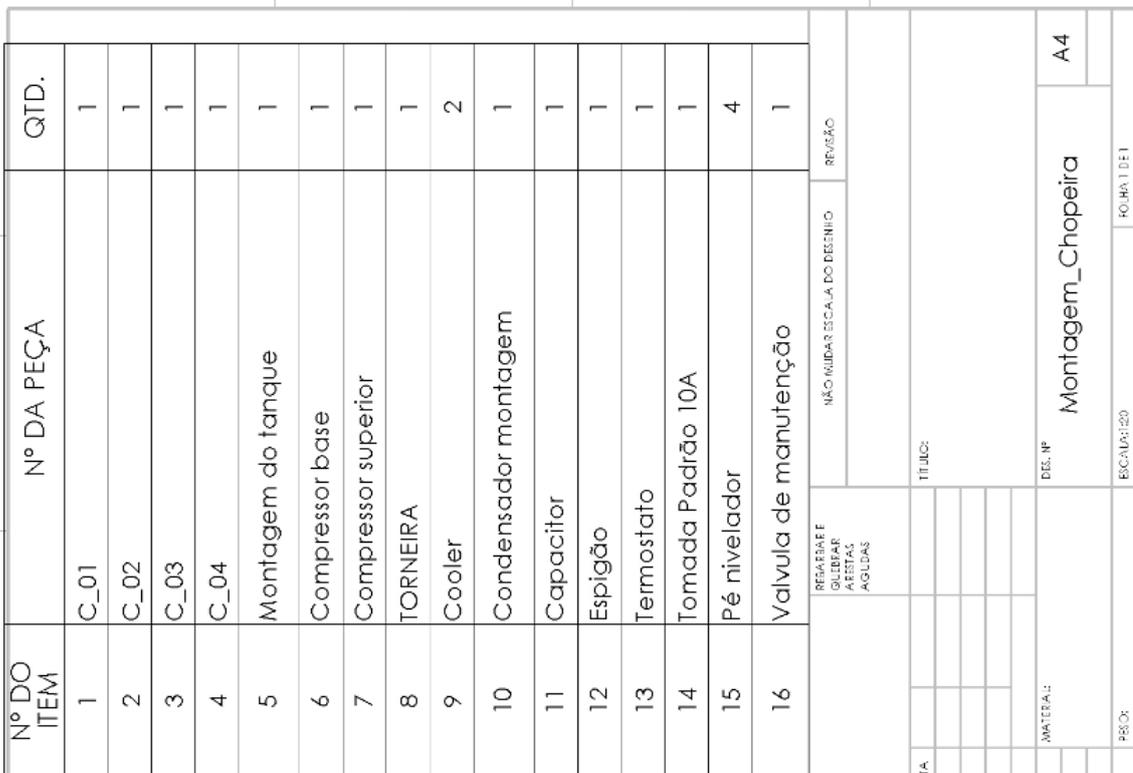
REFINO ETRIFICADO: DIMENSÃO EM MILÍMETROS ACABAMENTO:		NÃO MUDA ESCALA DO DESENHO		REVERSO
TOLERÂNCIAS: LINEAR: ANGULAR:		REBARBAR QUERER ARESTAS AGUDAS		DES. Nº C_07
DESEN. VERB.	NOME ASSINATURA DATA	Espessura: 1,00 mm Material: Aço Galvanizado		A4
APROV. MANUF.	MATERIAL	ESCALA: 1:2		FOLHA 1 DE 1
QUALD	PESO:	ESCALA: 1:2		FOLHA 1 DE 1

APÊNDICE C – MONTAGEM DO TANQUE E SERPENTINA

6	5	4	3	2	1																														
D	C	B	A																																
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Nº DO ITEM</th> <th>Nº DA PEÇA</th> <th>QTD.</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>C_05</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>C_06</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>C_07</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Serpentina de refrigeração 5-16</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Serpentina da bebida 3-8</td> <td>1</td> </tr> </table>				Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	QTD.	1	C_05	1	2	C_06	1	3	C_07	1	4	Serpentina de refrigeração 5-16	1	5	Serpentina da bebida 3-8	1												
Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	QTD.																																	
1	C_05	1																																	
2	C_06	1																																	
3	C_07	1																																	
4	Serpentina de refrigeração 5-16	1																																	
5	Serpentina da bebida 3-8	1																																	
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">REBARBAR E QUEBRAR ACUDAS</td> <td colspan="2">NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO</td> <td colspan="2">REVIÃO</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ACABAMENTO:</td> <td colspan="2">TÍTULO:</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"> DESIGNAÇÃO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS TOLERÂNCIAS: DEGRADAÇÃO: ANGULAR: </td> <td colspan="2"> NOME: ASSINATURA: DATA: </td> <td colspan="2"> DES. Nº: A4 TÍTULO: Montagem do tanque </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> DESENH.: VERIF.: APROV.: MANUSE.: QUALID.: </td> <td colspan="2"> MATERIAL: </td> <td colspan="2"> ESCALA: 1:1 FOLHA 1 DE 1 </td> </tr> <tr> <td colspan="2">PESO:</td> <td colspan="2">PESO:</td> <td colspan="2">PESO:</td> </tr> </table>				REBARBAR E QUEBRAR ACUDAS		NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO		REVIÃO		ACABAMENTO:		TÍTULO:				DESIGNAÇÃO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS TOLERÂNCIAS: DEGRADAÇÃO: ANGULAR:		NOME: ASSINATURA: DATA:		DES. Nº: A4 TÍTULO: Montagem do tanque		DESENH.: VERIF.: APROV.: MANUSE.: QUALID.:		MATERIAL:		ESCALA: 1:1 FOLHA 1 DE 1		PESO:		PESO:		PESO:	
REBARBAR E QUEBRAR ACUDAS		NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO		REVIÃO																															
ACABAMENTO:		TÍTULO:																																	
DESIGNAÇÃO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS TOLERÂNCIAS: DEGRADAÇÃO: ANGULAR:		NOME: ASSINATURA: DATA:		DES. Nº: A4 TÍTULO: Montagem do tanque																															
DESENH.: VERIF.: APROV.: MANUSE.: QUALID.:		MATERIAL:		ESCALA: 1:1 FOLHA 1 DE 1																															
PESO:		PESO:		PESO:																															
6	5	4	3	2	1																														
D	C	B	A																																

APÊNDICE D – MONTAGEM CHOPEIRA ELÉTRICA

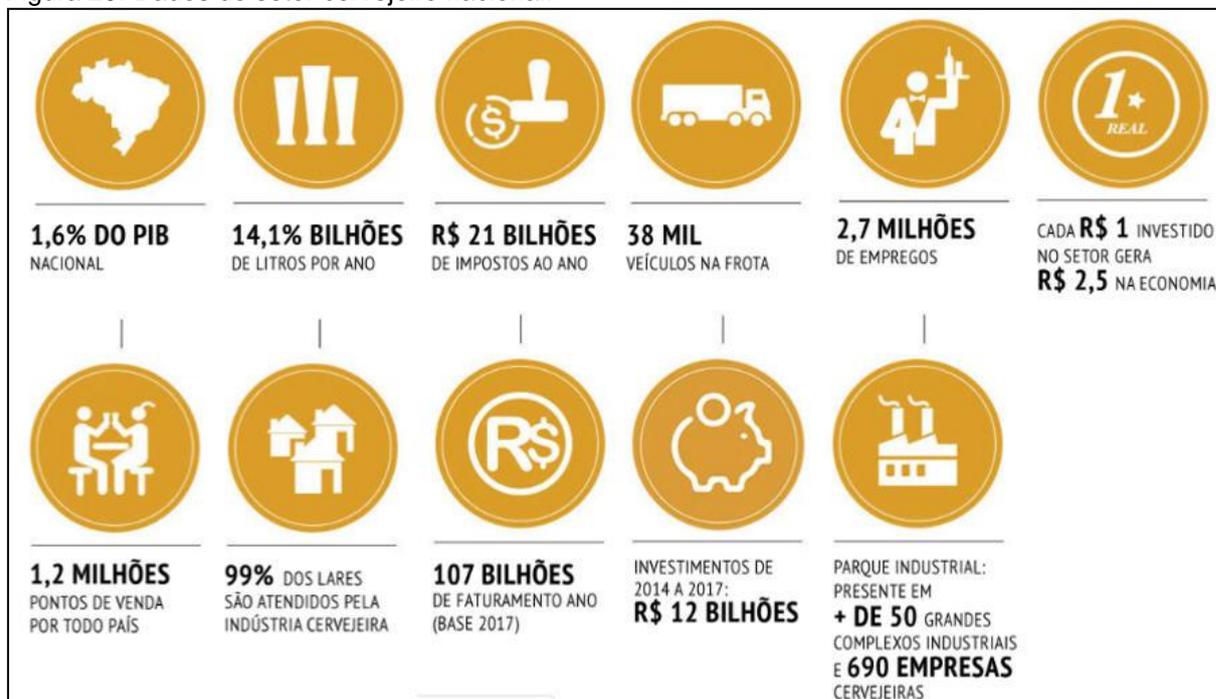
	D	C	B	A
6	10	1	4	6
5	10	8	5	5
4	9	14	4	4
3	3	13	3	3
2	2	11	2	2
1	1	12	1	1
16	16	16	16	16
15	15	15	15	15
14	14	14	14	14
13	13	13	13	13
12	12	12	12	12
11	11	11	11	11
10	10	10	10	10
9	9	9	9	9
8	8	8	8	8
7	7	7	7	7
6	6	6	6	6
5	5	5	5	5
4	4	4	4	4
3	3	3	3	3
2	2	2	2	2
1	1	1	1	1
N° DO ITEM	N° DA PEÇA	QTD.		
1	C_01	1		
2	C_02	1		
3	C_03	1		
4	C_04	1		
5	Montagem do tanque	1		
6	Compressor base	1		
7	Compressor superior	1		
8	TORNEIRA	1		
9	Cooler	2		
10	Condensador montagem	1		
11	Capacitor	1		
12	Espigão	1		
13	Termostato	1		
14	Tomada Padrão 10A	1		
15	Pé nivelador	4		
16	Valvula de manutenção	1		
			REPARAR E CORRETORES ARESTAS AGULHAS	REVISÃO
			NÃO MODIFICAR A ESCALA DO DESENHO	REVISÃO
			TÍTULO:	MONTAGEM CHOPEIRA
			DESENHISTA:	A4
			MATERIAL:	MONTAGEM CHOPEIRA
			PEÇA:	FOUR 1 DE 1



SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS ACABAMENTO: TOLEIRANÇAS: LINEAR: ANGULAR:	ACABAMENTO: QUILIBRAR ARESTAS AGULHAS	REPARAR E CORRETORES ARESTAS AGULHAS	NÃO MODIFICAR A ESCALA DO DESENHO
DESER: VEFF: APROV: ANULIF: QUALID:	NOME: ASSINATURA: DATA:	TÍTULO: DESENHISTA: MATERIAL: PEÇA:	REVISÃO: MONTAGEM CHOPEIRA A4 FOUR 1 DE 1

ANEXO A

Figura 20: Dados do setor cervejeiro nacional.



Fonte: CervBrasil (2017).