

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA - CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETO CONCEITUAL DE EQUIPAMENTO PARA LIMPEZA DE GARRAFAS PARA
UMA MICROCERVEJARIA

por

Christian Hermuth Hofstaetter

Monografia apresentada ao Departamento de
Engenharia Mecânica da Escola de
Engenharia da Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, como parte dos requisitos
para obtenção do diploma de Engenheiro
Mecânico.

Porto Alegre, novembro de 2021

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO

CIP - Catalogação na Publicação

Hofstaetter, Christian Hermuth
PROJETO CONCEITUAL DE EQUIPAMENTO PARA LIMPEZA DE
GARRAFAS PARA UMA MICROCERVEJARIA / Christian Hermuth
Hofstaetter. -- 2021.
27 f.
Orientador: Darci Barnech Campani.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de
Engenharia, Curso de Engenharia Mecânica, Porto
Alegre, BR-RS, 2021.

1. Limpeza de garrafas. 2. Garrafas de cerveja. 3.
Projeto de mecanização. I. Campani, Darci Barnech,
orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Christian Hermuth Hofstaetter

PROJETO CONCEITUAL DE EQUIPAMENTO PARA LIMPEZA DE GARRAFAS PARA
UMA MICROCERVEJARIA

ESTA MONOGRAFIA FOI JULGADA ADEQUADA COMO PARTE DOS
REQUISITOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
ENGENHEIRO MECÂNICO
APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELA BANCA EXAMINADORA DO
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Prof. Cirilo Seppi Bresolin
Coordenador do Curso de Engenharia Mecânica

Área de concentração: Processos de Fabricação

Orientador: Prof. Darci Barnech Campani

Comissão de Avaliação:

Prof. Darci Barnech Campani

Prof. José Antônio E. Mazzaferro

Prof. Tiago Becker

Porto Alegre, novembro de 2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais e irmãos por todo apoio que recebi; minha namorada Luiza que me apoiou com palavras acertadas e compreensão durante esse período; aos professores do departamento de Engenharia Mecânica da UFRGS que estiverem presente na minha caminhada pela universidade; aos professores de Engenharia Mecânica Naval da FURG que foram responsáveis por meu primeiro contato com o meio acadêmico.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA - CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – 2021

PROJETO CONCEITUAL DE EQUIPAMENTO PARA LIMPEZA DE
GARRAFAS PARA UMA MICROCERVEJARIA

Hofstaetter, Christian Hermuth

c.hofstaetter92@gmail.com

Resumo. *Com o aumento do número de microcervejarias artesanais e da instabilidade econômica que o país se encontra, estratégias que economizem recursos são muito importantes para que esses empreendimentos prosperem. Uma das etapas que demanda tempo dentro da produção é a limpeza e sanitização dos vasilhames, normalmente feita de forma manual. O objetivo deste projeto é desenvolver um equipamento que faça a limpeza de garrafas de vidro de forma rápida e eficaz. O conceito selecionado e desenvolvido possui jato potente de água com desincrustante aquecido para limpar a garrafa. Requisitos de segurança e de controle foram descritos, assim como cada etapa do funcionamento do equipamento.*

Palavras-chave: *Limpeza de garrafas, garrafas de cerveja, projetos de mecanização.*

Bottle cleaning equipment project for a microbrewery

Abstract. *With the increase in the number of artisanal microbreweries and the economic instability that the country finds itself in, strategies that save resources are very important for these ventures to prosper. One of the time-consuming steps in production is cleaning and sanitizing the containers, usually done manually. The objective of this project is to develop equipment that cleans glass bottles quickly and efficiently. The concept selected and developed has a powerful jet of water with heated descaling agent to clean the bottle. Safety and control requirements were described, as well as each step of the equipment's operations.*

Keywords: *Bottle cleaning, beer bottles, mechanization projects.*

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJETIVO	1
3.	JUSTIFICATIVA	1
4.	METODOLOGIA	1
5.	PROJETO INFORMACIONAL.....	2
5.1.	Detalhamento e Análise do Problema	2
5.2.	Definição do Mercado	3
5.3.	Atributos Desejáveis para o Produto	3
5.3.1.	Materiais	3
5.3.2.	Motorização	3
5.3.3.	Operação.....	3
5.4.	Legislação Vigente	3
5.5.	Análise de Similares no Mercado	4
5.6.	Pesquisa em Banco de Patentes	4
6.	PROJETO CONCEITUAL.....	5
6.1.	Geração de Conceitos	5
6.1.1.	Conceito para a parte de lavagem.....	5
6.1.2.	Conceito para a parte de enxágue	6
6.2.	Seleção de Conceitos	7
6.3.	Detalhamento do Conceito	7
7.	PROJETO EXECUTIVO	9
7.1.	Detalhamento do controle.....	9
7.2.	Detalhamento da estrutura	10
7.3.	Jatos	14
7.4.	Sistema de aquecimento	14
7.5.	Custos	14
8.	OTIMIZAÇÃO DO PROJETO	15
9.	CONCLUSÃO	15
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
	APÊNDICE I	18
	APÊNDICE II.....	19
	APÊNDICE III.....	20
	APÊNDICE IV	21

1. INTRODUÇÃO

O número de cervejarias registradas no Brasil cresceu 36,4% entre 2015 e 2019, chegando a totalizar 1.209 registros (BRASIL, 2020). A quantidade real de cervejarias existentes no país é certamente superior a esse, já que existem empresas em processo de registro e as que operam fora dele.

Sabendo que 25% das empresas fecham as portas nos primeiros dois anos (EXAME, 2015) e, considerando o estado de instabilidade econômica gerado pela pandemia do novo Corona Vírus em 2020 e em 2021, estratégias que economizem recursos são muito importantes para que esses empreendimentos prosperem.

As microcervejarias trabalham com pequenas quantidades e tendem a realizar os processos de forma manual por falta de capital, de mão de obra ou de equipamentos adequados. Uma das etapas da produção que demanda tempo é a limpeza dos vasilhames antes do envase.

Além das microcervejarias, outro formato que vem crescendo é fazer a própria cerveja em casa, pesquisas feitas no Google sobre métodos de fabricação aumentaram 500% no início da pandemia (VEJA, 2020). Esse formato normalmente é feito por apreciadores curiosos que buscam uma cerveja diferenciada com qualidade alta.

Durante a etapa do envase, é preciso que a garrafa esteja limpa e livre de contaminantes. As garrafas podem ser novas ou reutilizadas. Garrafas novas são compradas em fábricas de vidro e os resíduos que apresentam são de fácil remoção. A garrafa reutilizada já foi utilizada previamente e agora deve ser lavada para um novo uso. Os resíduos de garrafas reutilizadas são de difícil remoção, formados por restos de cerveja que permaneceram dentro da garrafa por um período de tempo não controlado.

As garrafas passam por dois processos de limpeza, o primeiro para remover resíduos orgânicos e inorgânicos visíveis e o segundo para reduzir os microrganismos a níveis muito baixos, sendo esses processos denominados de limpeza e sanitização, respectivamente.

O mercado de garrafas novas é afetado por sazonalidades como qualquer outro e, atualmente, (novembro de 2021) o mercado de garrafas em Porto Alegre passa por um momento de escassez, enfatizando a importância da reutilização de garrafas, principalmente para fabricantes pequenos.

2. OBJETIVO

O objetivo do trabalho é desenvolver o projeto de um equipamento que realize a limpeza das garrafas de forma rápida e eficaz. O equipamento é destinado a microcervejarias ou cervejeiros artesanais que possuem o processo manual e querem diminuir o tempo empenhado no processo de limpeza.

3. JUSTIFICATIVA

Para a comercialização e distribuição, ou mesmo para facilitar o consumo próprio é necessário envasar a cerveja em recipientes. Alguns cervejeiros mantem a cerveja dentro do barril o que diminui o número de vasilhames para lavar, mas a grande maioria utiliza garrafas, essas precisam serem limpas e isso demanda um longo tempo quando realizado de forma manual.

4. METODOLOGIA

Para esse trabalho será utilizado uma metodologia baseado na apresentada por Pahl e Beitz (2007). O resumo do formato utilizado pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 – Resumo da metodologia utilizada

Etapa	Objetivo	Atividades
Projeto Informacional	Identificar o problema e o entorno	Informação sobre o problema
		Informação sobre o consumidor
		Exigências legais
		Estado da técnica
		Identificação dos requisitos de projeto
		Avaliação preliminar da viabilidade do projeto
Projeto conceitual	Elaborar um conceito que solucione o problema	Geração de conceitos
		Seleção do conceito
		Detalhamento do conceito
		Teste de conceito
		Validação do conceito
		Detalhamento do conceito
Projeto executivo	Análise do projeto e dimensionamentos	Patentear o conceito
		Análises de engenharia
		Projeto de controle
		Projeto de fabricação e montagem
		Desenhos de Execução
		Memorial de cálculo
		Construção de protótipo
		Validação do projeto
Otimização	Melhorar o projeto	Correções do projeto
		Melhoria funcional
		Otimização estrutural
		Redução de custos
		Melhoria estética
		Melhoria ergonômica

5. PROJETO INFORMACIONAL

5.1. Detalhamento e Análise do Problema

O processo de limpeza da garrafa foi dividido em 2 partes: a limpeza, onde o objetivo é eliminar resíduos orgânicos e inorgânicos, além de reduzir o número de microrganismos e; a sanitização, com o objetivo de reduzir consideravelmente os microrganismos presentes na superfície. Na primeira etapa, os processos podem ser físicos ou químicos, em alguns casos a combinação dos dois torna o processo mais eficiente. Por último, é feito um banho com sanitizante, sendo os mais comuns o álcool 70%, solução de ácido peracético ou ainda iodoform, todos utilizados na indústria alimentícia (Immig, 2013). Dependendo do produto escolhido é necessário um enxágue (Immig, 2013), o que adiciona mais uma etapa.

O processo manual inicia com a limpeza do local onde irá ser feito o processo, em seguida o material utilizado na limpeza e sanitização deve ser separado. O material utilizado é formado por uma escova de lavar garrafas, esponja, funil, detergente (neutro), fonte de água limpa e filtrada. Um local para aquecimento da água pode ser utilizado.

Para facilitar o processo inicial de limpeza, onde são removidos resíduos das garrafas, a garrafa é preenchida com água quente e detergente, para iniciar o processo de solubilização dos resíduos. Se a garrafa tiver rótulo o mesmo deve ser retirado usando esponja e detergente.

A escova deve ser esterilizada antes de sua utilização, sendo assim fervida durante 30 a 45 minutos em recipiente adequado.

Em seguida, é preciso esfregar a garrafa com a escova até a remoção completa dos resíduos internos e externos. Após, é feito o enxágue e visualizado se resta algum resíduo na garrafa, repetindo o processo até a remoção completa dos resíduos. O enxágue deve ser repetido diversas vezes até a água que sai da garrafa não contenha mais detergente. A garrafa fica escorrendo em um escorredor devidamente limpo.

A garrafa está pronta para a sanitização, processo no qual é utilizado um sanitizante da preferência do usuário, que pode ser álcool 70% ou solução de ácido peracético ou ainda iodofor. Após a aplicação do produto, a garrafa deve permanecer emborcada para que o líquido esorra e, em seguida, a cerveja já pode ser envasada.

As partes mais trabalhosas são esfregar com escova e enxaguar. Desta forma, um equipamento que auxilie na realização das tarefas supracitadas possui aplicação mercadológica.

5.2. Definição do Mercado

O objeto de estudo deste trabalho é direcionado para cervejeiros artesanais ou pequenas cervejarias com uma demanda pequena, que ainda realizam o processo manual e, principalmente, para quem utiliza garrafas reutilizadas.

5.3. Atributos Desejáveis para o Produto

Para a devida limpeza de garrafas é necessário remover a possível camada de cerveja seca e reduzir, consideravelmente, o nível de microrganismos. É preciso enxaguar as garrafas e remover todos os produtos utilizados.

As garrafas podem ser de diversos materiais, formatos e volumes, ou seja, a fixação das mesmas deve ser capaz de fixar um grande número de modelos de garrafa. Neste trabalho a prioridade foi dada a garrafas de vidro com volumes de 300ml até 1000ml.

5.3.1. Materiais

O ambiente de produção alimentícia exige cuidados com a limpeza, sendo indicado a produção do equipamento em aço inoxidável, de preferência em liga AISI 304, devido a sua resistência à corrosão.

Para as partes móveis deve ser evitado qualquer tipo de lubrificação que possa contaminar o produto que está sendo utilizado.

5.3.2. Motorização

O equipamento vai ser dotado de uma bomba para realizar a recirculação do líquido utilizado para a limpeza. Mesmo em pequenas produções de cerveja é comum a cervejaria possuir uma bomba para fazer a transferência da cerveja durante o processo de fabricação, desta forma, seria possível utilizar a mesma bomba e esse valor não seria agregado ao produto final.

5.3.3. Operação

Deve ser de fácil operação e exigir poucas manutenções. Idealmente a operação deve ser iniciada ao apertar de um botão com a possibilidade de ajustes nos parâmetros de lavagem.

5.4. Legislação Vigente

Em todo projeto é importante a verificação de normas que regulamentam o processo a ser realizado e o equipamento a ser projetado. Algumas vezes pode não existir uma norma específica para o determinado assunto, mas pode haver normas para processos semelhantes. A seguir são apresentadas as normas relacionadas ao projeto.

ABNT ISO/TS 22002-4 – Programa de pré-requisitos na segurança de alimentos - Parte 4: Processamento industrial de embalagem para alimentos.

ABNT NBR 14910:2002 – Embalagens de vidro para produtos alimentícios - Requisitos e métodos de ensaio

As normas a seguir não tratam de lavadoras para produtos alimentícios, mas para produtos e utensílios médicos, porém trazem informações importantes sobre as etapas de limpeza.

ABNT NBR ISO 15883-1 – Lavadoras desinfetadoras – Parte 1: Requisitos gerais, termos, definições e ensaios.

ABNT NBR ISO 15883-2 – Lavadoras desinfetadoras – Parte 2: Requisitos e ensaios para lavadoras desinfetadoras automáticas destinadas à desinfecção térmica para instrumentos cirúrgicos, equipamento anestésico, recipientes, utensílios, vidrarias, entre outros.

ABNT NBR ISO 15883-5 – Lavadoras desinfetadoras – Parte 5: Sujidade de teste e métodos para demonstrar eficácia de limpeza.

Normas da ABNT que regulamentam as garrafas:

ABNT NBR 15395:2006 – Garrafa soprada de PET para refrigerantes e águas - Requisitos e métodos de ensaio.

ABNT NBR 7840:1983 – Garrafas retornáveis de uso comum para cervejas, refrigerantes, aguardentes, sodas e águas gaseificadas.

ABNT NBR 7841:1983 – Garrafas retornáveis de uso comum para cervejas, refrigerantes, aguardentes, sodas e águas gaseificadas - Verificação das características.

ABNT NBR 7842 – Garrafas retornáveis de uso comum para cervejas, refrigerantes, aguardentes, sodas e águas gaseificadas - Formatos, dimensões e cores.

Portarias da Anvisa sobre utilização de embalagem de vidro em contato com alimentos:

PORTARIA Nº 27, DE 18 DE MARÇO DE 1996. Aprova o Regulamento Técnico - Critérios Gerais e Classificação de Materiais para Embalagens e Equipamentos em Contato com Alimentos, conforma Anexo da presente Portaria.

RDC Nº 216_ ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. - Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação.

Toda máquina deve seguir a Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho NR-12. Assim como é indispensável avaliar a norma ABNT NBR 13850:2021 – Segurança de máquinas - Função de parada de emergência - Aspectos funcionais - Princípios para projeto.

5.5. Análise de Similares no Mercado

Foram encontrados alguns equipamentos que realizam a limpeza de garrafas. Empresas grandes possuem um equipamento totalmente automatizado de custo elevadíssimo e existem equipamentos que utilizam apenas jatos de líquido provenientes da rede de abastecimento de água, sendo de baixa efetividade. Foram encontrados equipamento para limpeza manual, onde o operador pode segurar uma garrafa em cada mão enquanto escovas giratórias fazem a limpeza da garrafa. Equipamentos para a limpeza de outros utensílios como mamadeira de bebês foram encontrados e os mesmos utilizam soluções normalmente baratas, mas de baixa produtividade, visto que em uma casa não é comum ter um grande volume de mamadeiras para lavar.

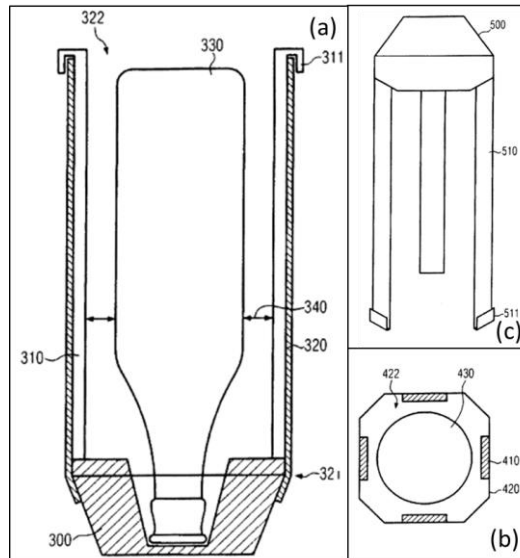
Com a dificuldade de achar equipamentos para o volume e demanda que uma microcervejaria necessita foi dado seguimento no projeto.

5.6. Pesquisa em Banco de Patentes

A pesquisa de patentes foi feita no site do INPI onde palavras como: lavadora de garrafa; lavagem de garrafa; limpeza de garrafa; foram utilizadas para procurar patentes. O resultado

foi uma patente com o título CÉLULA DE GARRAFA DE METAL PARA USO EM UM APARELHO DE LIMPEZA DE GARRAFAS, número do pedido: PI 1001305-9 A2, data do depósito: 14/04/2010. Na Figura 2 é possível ver o aparato, mas não foram encontrados equipamentos para limpeza de garrafa.

Figura 2 – Célula de garrafa de metal para uso em um aparelho de limpeza de garrafas, (a) vista em corte 7ª versão, (b) vista superior da 7ª versão, (c) vista em perspectiva da 8ª versão.



Fonte: INPI

6. PROJETO CONCEITUAL

6.1. Geração de Conceitos

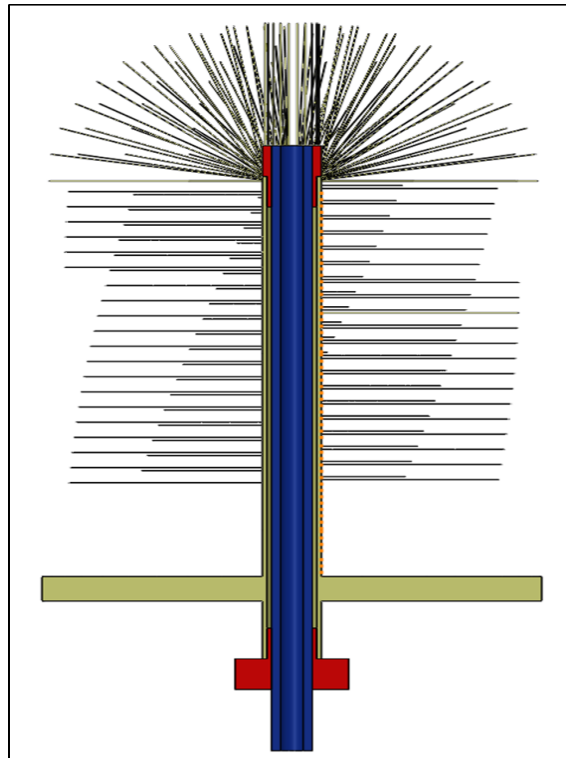
Para esta etapa foram gerados conceitos que poderiam solucionar as demandas levantadas na análise do problema, a primeira etapa do projeto informacional.

Para facilitar o projeto, o equipamento foi dividido em duas partes: lavagem e enxágue. Foram encontradas soluções para cada etapa e essas são descritas a seguir:

6.1.1. Conceito para a parte de lavagem

O primeiro conceito, denominado de A, que utiliza escovas rotativas e um jato d'água por dentro da escova, pode ser contemplado na Figura 3. Um duto base (em azul) serve como eixo para um tubo com cerdas de escova (amarelo). Nesse tubo estão contidas buchas de polímero que permitem a rotação (em vermelho), além de possuir uma engrenagem que faz a transmissão de torque do motor com o tubo, possibilitando que ele gire para fazer a limpeza de garrafas.

Figura 3 – Conceito A



Fonte: Autoria própria

Vantagens:

- A escova é um método muito efetivo de limpeza

Desvantagens:

- Muitas peças móveis;
- Montagem complexa;
- Escova que precisa ser fabricada.

O conceito B não possui a limpeza por escova, mas foi pensado para que um jato potente injete uma mistura de água aquecida com um desincrustante (por exemplo: NaOH ou versões comerciais como Kalyclean C 272). Possui uma cabine fechada para evitar acidentes e as garrafas precisam ter um limitador para não saírem da posição.

Vantagens:

- Poucos componentes
- Peças simples

Desvantagens:

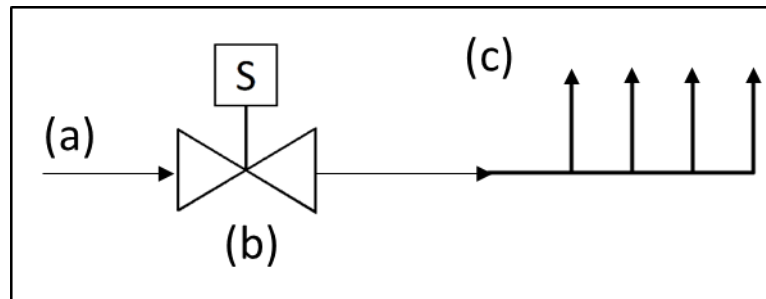
- Bomba que atinja a pressão necessária;
- Utilização de desincrustante;
- Necessidade de um controlador.

6.1.2. Conceito para a parte de enxágue

Para essa parte foi visto que não é preciso pressão elevada, nem outros componentes. A única necessidade é que a água seja limpa e alcance toda a parte interna da garrafa. Para isso não foram criados conceitos e sim um fluxograma, que pode ser visto na Figura 4. É possível

ver em (a) a entrada de água vinda da rede de abastecimento de água, em (b) uma válvula solenoide que abre e fecha a entrada de água da rede, em (c) os bicos que injetam nas garrafas.

Figura 4 – Fluxograma do conceito de lavagem



Fonte: Autoria própria

6.2. Seleção de Conceitos

Para a escolha dos conceitos foi elaborada uma lista de atributos e, para cada conceito, foi analisado o atributo e dado uma nota entre 1 e 3, onde 1 o conceito tem um péssimo desempenho, 2 médio desempenho e 3 alto desempenho. O peso de cada atributo foi escolhido com base no impacto para o equipamento, 1 baixo impacto, 2 médio impacto e 3 alto impacto. A seguir, é possível visualizar na Tabela 1 os atributos e os seus respectivos pesos, assim como a nota de cada conceito para os atributos.

Tabela 1 – Lista de atributos com os pesos e notas dos conceitos

Atributo	Peso	Conceito A	Conceito B
Facilidade de operação	2	2	3
Manutenção	2	1	3
Simplicidade	1	1	3
Confiabilidade	2	2	2
Custo Inicial	3	2	3
Custo de operação	3	2	3
Somatório da nota com peso		23	37

Fonte: Autoria própria

Desta forma o conceito escolhido foi o conceito B, que utiliza água aquecida injetada no interior da garrafa.

6.3. Detalhamento do Conceito

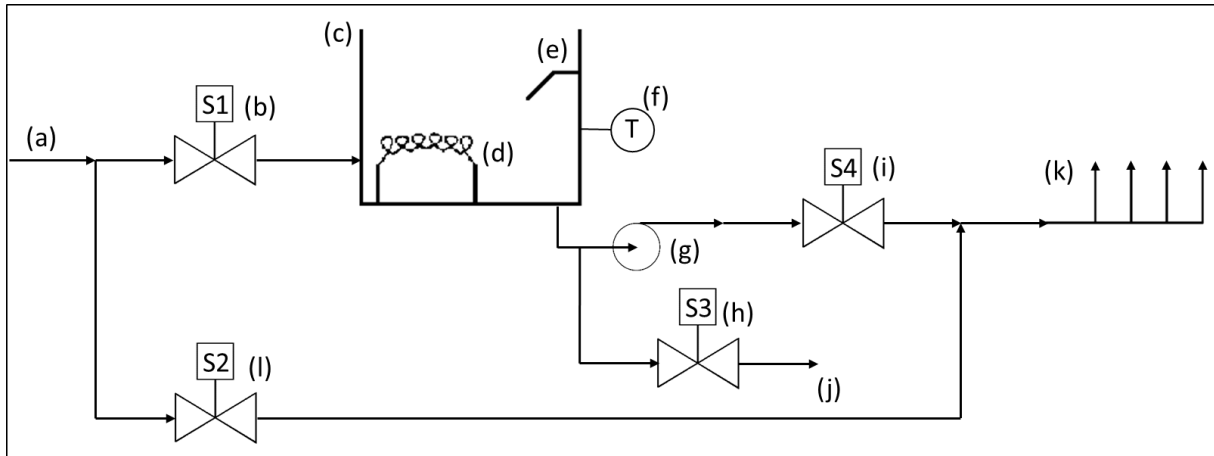
A água provém da rede de distribuição (a) por uma mangueira. Essa mangueira alimenta uma conexão T e as duas saídas da conexão T possuem uma válvula solenoide (que estão normalmente fechadas e são abertas através de alimentação elétrica).

O 1º caminho, após a primeira válvula solenoide (b), vai para dentro de um recipiente (c), onde possui uma resistência revestida de inox (d), um sensor de nível de líquido (e) e um sensor de temperatura (f). Na parte inferior do recipiente existe uma saída que é conectada a um T, sendo uma das saídas diretamente para uma bomba (g) a outra para a uma válvula

solenóide (h). Após a terceira válvula solenóide (h), há uma saída para o esgoto (j), que é feito por gravidade. Após a saída da bomba (g) há uma quarta válvula solenóide (i) que possui um T e a saída do T conecta aos bicos que injetam líquido nas garrafas.

O 2º caminho após a segunda válvula solenóide (l) vai direto ao terceiro T, que conecta aos bicos. Um fluxograma que contém as informações acima pode ser visto na Figura 5.

Figura 5 – Fluxograma do conceito escolhido



Fonte: Autoria própria

Passo 1 – O operador posiciona as garrafas e despeja uma medida de desincrustante dentro do equipamento;

Passo 2 – O operador liga o equipamento;

Passo 3 – O equipamento está com todas as válvulas fechadas, abre S1 que permite encher o reservatório (c).

Passo 4 – O equipamento faz leituras do nível de água, quando a chave de nível (e) for acionada a resistência liga, aquecendo a mistura de água e desincrustante, S1 fecha;

Passo 5 – O equipamento começa a circulação da mistura de desincrustante e água, para isso S4 é aberta em seguida a bomba movimenta a mistura até os bicos. A mistura sai dos bicos passa pelas garrafas e é coletada pelo reservatório (c), onde novamente vai até a bomba e assim recircula durante o período de tempo selecionado pelo operador;

Passo 6 – O equipamento desliga a bomba e fecha a válvula S4 e abre a válvula S3, drenando a mistura por gravidade;

Passo 7 – O equipamento abre S2 e permite a passagem de água da rede para os bicos, essa sai dos bicos passa pelas garrafas e é coletada pelo reservatório (c) que destina para o esgoto;

Passo 8 – O equipamento fecha S2 e então desliga;

Passo 9 – O operador retira as garrafas.

Como solução desincrustante, é sugerido utilizar um produto comercial, Kalyclean C 272, conforme a informação contida na FISPQ (Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico). O descarte deve ser realizado conforme as leis Federais, Estaduais, Municipais e locais. O Kalyclean C 272 é um desincrustante alcalino que tem como sua principal composição o hidróxido de sódio, uma base. Para fazer o descarte em coletor público o efluente precisa ter PH entre 6,0 e 8,5, segundo o Decreto Municipal de Porto Alegre Nº 12.961, de 23 de outubro de 2000. Desta forma se faz necessário um controle do rejeito do processo. Para fazer a correção do PH a mistura pode ser diluída ou neutralizada com ácido.

7. PROJETO EXECUTIVO

7.1. Detalhamento do controle

O controle do processo é essencial visto que o projeto possui 4 válvulas solenoides e itens que precisam de determinado nível de água para conseguir trabalhar de forma adequada. Conforme a NBR 13759, é preciso que exista uma proteção para que a porta do equipamento não abra durante o processo de limpeza, evitando o esguicho de líquido com desincrustante para fora do equipamento.

Para garantir o travamento da porta, foi utilizado um atuador solenoide aliado a um sensor magnético (reed switch). O processo de lavagem só inicia após a porta estar fechada e o sensor magnético estar em contato com o ímã presente na porta, permitindo a passagem de corrente.

Quando o operador der início ao processo, o atuador solenoide realizará o travamento da porta. Com a finalização do processo de limpeza, o motor é desligado e a trava da porta é liberada, possibilitando a abertura do equipamento. Além disso, se faz necessário uma botoeira de emergência, que interrompa o processo imediatamente, evitando qualquer acidente.

No início do processo todas as válvulas encontram-se fechadas. Após ligar e configurar o equipamento, alimentando com garrafas e desincrustante, o operador aciona o botão de iniciar processo e então a válvula solenoide S1 abre e permite o recipiente encher. Esse recipiente necessita de determinado nível de água para possibilitar a ligação da resistência sem que aconteça dano a mesma. Quando a água atingir o nível desejado uma luz verde se acende no painel, informando que o reservatório está cheio.

Após o acionamento da resistência, a válvula solenoide S1 fecha a entrada de água e o medidor de temperatura faz leituras para verificar que a água esteja na temperatura desejada. A temperatura pode ser ajustada pelo controlador de temperatura, sendo que quando a água atinge a temperatura escolhida a resistência é desligada e a luz amarela acende, informando ao operador que a água está quente.

A válvula solenoide S4 então é aberta e a bomba injeta líquido nos bicos durante o tempo ajustado pelo operador. No instante que o motor é acionado uma luz vermelha acende no painel, indicando o início da operação. Finalizada essa etapa, a válvula solenoide S3 é aberta e a válvula solenoide S4 é fechada, ocorrendo a drenagem da água com produto de limpeza.

O processo de enxágue inicia com a abertura da válvula solenoide S2, permitindo a água da rede passar pelos bicos injetores. Ao sair da garrafa, a água é coletada pelo sistema de drenagem ainda ativo e, ao finalizar o tempo de enxágue, a válvula S2 é fechada, seguida do fechamento da válvula S3.

O equipamento está pronto para iniciar um novo ciclo, esperando a substituição das garrafas limpas por garrafas sujas e inserção de uma nova porção de hidróxido de sódio. Desta forma as variáveis do processo são temperatura, tempo de lavagem e tempo de enxágue.

Para o sistema de controle foi escolhido um temporizador programável (NT240 da Novus) e um controlador de temperatura (N1030 da Novus). Outras soluções possíveis são utilizar um controlador lógico programável ou, para um protótipo, utilizar um Arduino. Na Figura 6 é possível visualizar uma imagem renderizada do painel de controle, com uma representação dos controladores, das luzes que sinalizam cada processo e dos botões descritos anteriormente.

Figura 6 – Painel de controle



Fonte: Autoria própria

Para sensor de nível foi selecionado o modelo LA26M-40 da EICOS, resistente à produtos químicos e que trabalha na faixa de temperatura de -10°C até 100°C , sendo também resistente ao ambiente do processo. O sensor de temperatura selecionado foi um termopar do tipo T (Cobre/Constantan), que apresenta boa resistência à atmosfera do projeto.

Além dos itens já descritos, se faz necessário uma chave contatora para o acionamento do motor e uma outra chave contatora para o acionamento da resistência. Elas são necessárias para realizar o controle de equipamentos que utilizam uma grande potência (monofásico ou até trifásico) com uma corrente baixa, que pode passar pelo temporizador da Novus.

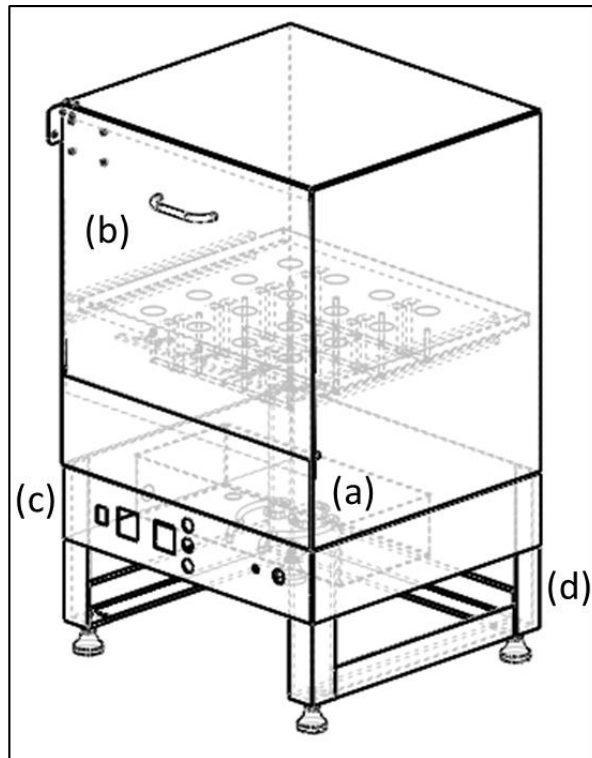
A solução para atender ao critério de redução de custos é desenvolver um sistema próprio para controle de temperatura e tempos dos processos.

7.2. Detalhamento da estrutura

O material utilizado para fazer a estrutura do projeto foram chapas de aço inoxidável AISI 304 com 2mm de espessura, cortadas a laser, dobradas e soldadas, além de cantoneiras de inox.

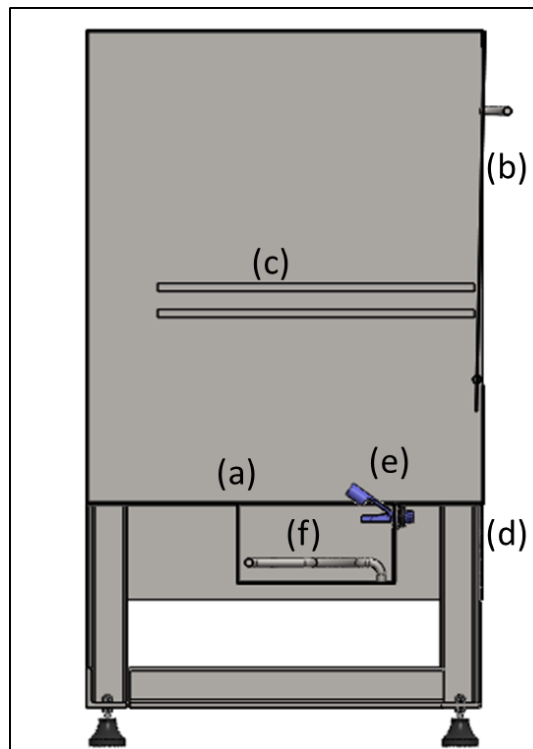
Para a estrutura foi necessária uma câmara para evitar respingos, visto que o produto utilizado para fazer a lavagem tem na composição o hidróxido de sódio (NaOH), de natureza corrosiva. Dentro desta câmara existe um rebaixo para armazenagem do líquido, onde a porção de desincrustante é despejada, também sendo o local onde ocorre o aquecimento do líquido. Na Figura 7 é possível ver a câmara e o rebaixo e na Figura 8 é apresentada uma vista da seção do limpador de garrafas.

Figura 7 – Estrutura do equipamento de limpeza de garrafas (a) Reservatório, (b) Porta, (c) Painel de controle, (d) Espaço reservado para bomba e o motor



Fonte: Autoria própria

Figura 8 – Vista de seção da estrutura do equipamento de limpeza de garrafas (a) Reservatório, (b) Porta, (c) Trilho, (d) Painel de controle, (e) Sensor de nível, (f) Resistência

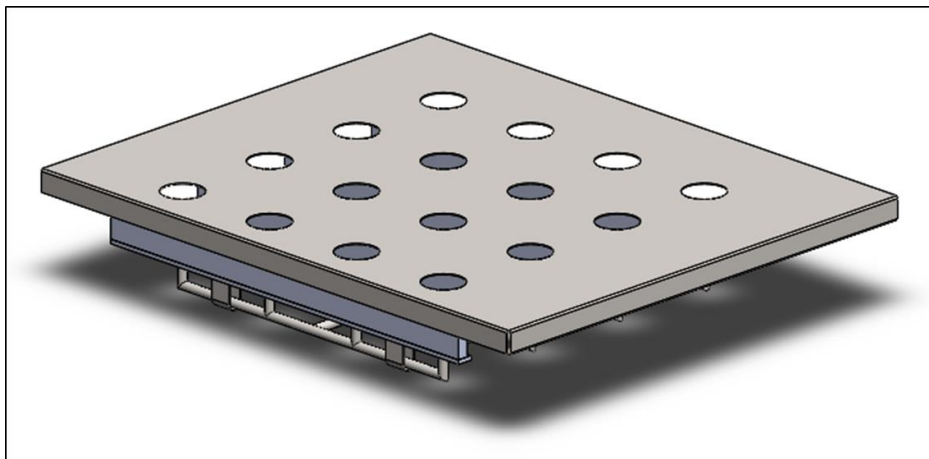


Fonte: Autoria própria

Outra estrutura considerada necessária foi para posicionar as garrafas sobre os bicos e segurá-las nesta posição, evitando que o jato de líquido as remova do local. Para isso, foi projetada uma bandeja que escorrega para fora do gabinete, facilitando a operação de inserir e retirar as garrafas do equipamento, que pode ser visualizada na Figura 9. Além da estrutura supracitada, foi desenvolvido um grampo que após o gargalo passar pelo furo da estrutura é posicionado na garrafa conforme a Figura 10.

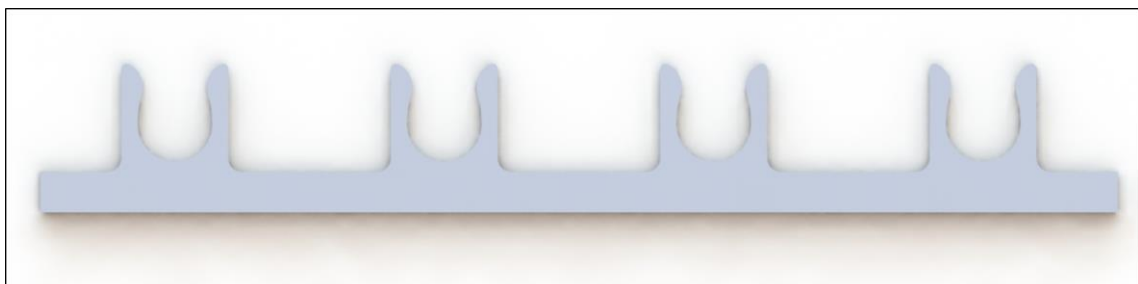
Visto que a NBR 7842 (NBR 7842 - Garrafas retornáveis de uso comum para cervejas, refrigerantes, aguardentes, sodas e águas gaseificadas - Formatos, dimensões e cores) define as dimensões da coroa da garrafa, a estrutura e o grampo foram projetados a partir destas informações. As dimensões informadas na norma podem ser visualizadas na Figura 11 e são as seguintes: diâmetro externo da parte com maior diâmetro do bocal (medida T), medida máxima de 29,4mm e mínima de 27,8mm e diâmetro interno (medida I), medida máxima de 18,3mm e mínima de 16,1mm.

Figura 9 – Estrutura para posicionar as garrafas



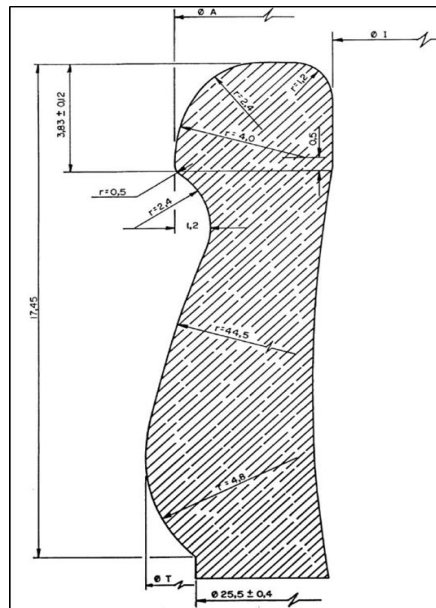
Fonte: Autoria própria

Figura 10 – Grampo de fixação para 4 garrafas



Fonte: Autoria própria

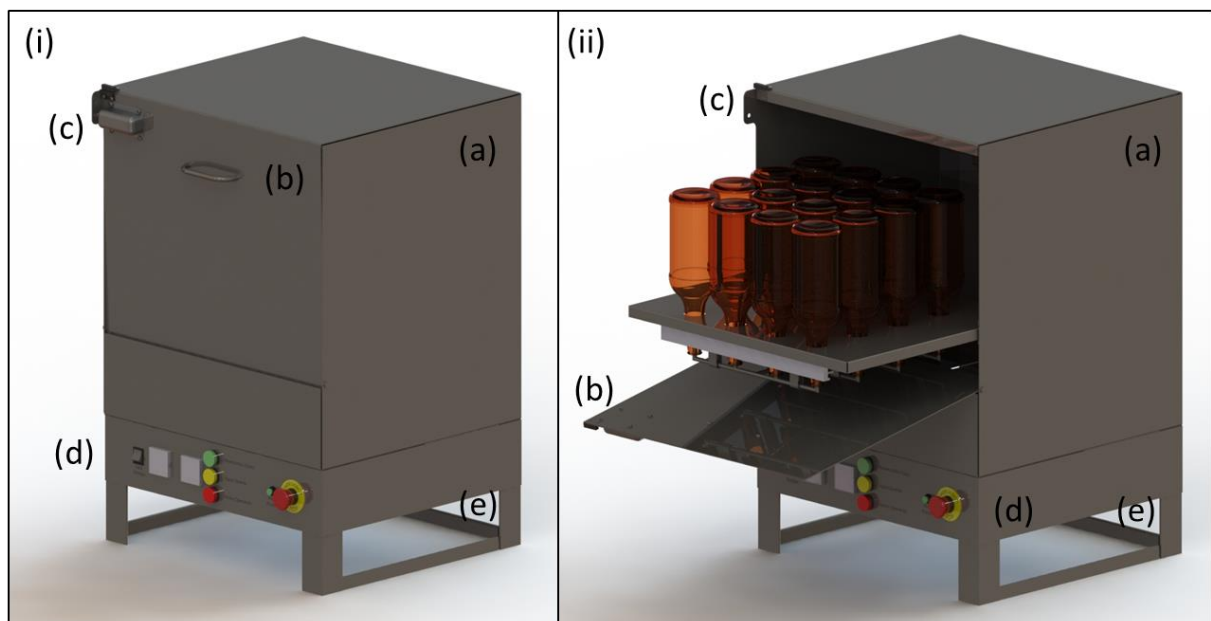
Figura 11 – Vista de corte de meio bocal da garrafa normatizada pela NBR 7842



Fonte: NBR 7842

Na Figura 12 é possível ver o equipamento completo, gabinete para contenção dos respingos (a), juntamente com a porta (b), o sistema de trava (c), o painel de controle (d) e o espaço destinado ao motor e a bomba (e). O equipamento está com garrafas de 1 litro.

Figura 12 – Equipamento de limpeza de garrafas de cerveja (i) fechado, (ii) aberto



Fonte: Autoria própria

Os desenhos para fabricação estão disponíveis nos apêndices I, II, III, IV, onde é possível ver as dimensões do gabinete, do painel de controle, da bandeja e da trava das garrafas, respectivamente.

7.3. Jatos

O número de jatos para o primeiro protótipo foi definido para comportar 16 garrafas, sendo então 16 bicos para dentro das garrafas e mais 5 jatos externos para fazer a limpeza do exterior das mesmas. Para fins de dimensionamento será necessária a realização de testes para definição da pressão e da vazão necessárias. Esses valores são imprescindíveis para selecionar o tipo de bomba que será utilizado no protótipo.

Para a determinação dos valores de pressão e de vazão foi escolhida uma lavadora de alta pressão (utiliza pouca água com uma pressão elevada). Esse equipamento trabalha com pressões superiores a 100bar e com uma vazão próxima de 6l/min, (valores dependem do produto analisado). Os testes serão realizados antes da construção do protótipo.

7.4. Sistema de aquecimento

O Sistema de aquecimento só entra em funcionamento após o nível de água no reservatório ser suficiente para acionar o medidor de nível, de forma que a resistência não fica ligada sem estar em contato com a água, aumentando a sua vida útil da resistência e evitando gastos desnecessários de energia elétrica. A resistência transforma a energia elétrica em energia térmica (por efeito Joule), aquecendo a água até a temperatura desejada pelo operador. A temperatura elevada diminui o tempo de limpeza, auxiliando o processo de solubilização da sujeira e aumentando, também, a velocidade da reação (Carrera, 2015).

7.5. Custos

O custo em um equipamento destinado à comercialização é muito importante, sendo decisivo para a continuidade do produto no mercado. O equipamento proposto não possui todas as peças necessárias selecionadas (que dependem das próximas etapas do projeto) mas uma tabela com os valores das peças já escolhidas foi produzida. Os valores podem ser vistos na Tabela 2.

Tabela 2 – Custo de aquisição dos itens selecionados

	QTD	Unidade	Valor [R\$]	Total [R\$]
Sensor de Nível LA26M-40	1	Un.	R\$ 56,00	R\$ 56,00
Termopar Tipo T	1	Un.	R\$ 98,00	R\$ 98,00
Valvula Solenoide 1/2	4	Un.	R\$ 47,00	R\$ 188,00
N1030 Novus	1	Un.	R\$ 198,35	R\$ 198,35
NT240	1	Un.	R\$ 483,33	R\$ 483,33
Chapa de aço inoxidavel 304	36	kg	R\$ 29,00	R\$ 1.044,00
Solenoide Fechadura	1	Un.	R\$ 44,90	R\$ 44,90
Total				R\$ 2.112,58

Fonte: Autoria própria

Para a construção do protótipo pode ser utilizado um Arduino, o que substituiria o custo do N1030 e do NT240 por um valor inferior a R\$50,00. Após, será necessário desenvolver o próprio controlador ou utilizar soluções comerciais como o N1030 e o NT240.

Outro custo importante para a viabilidade do equipamento é o custo operacional. Esse é o valor gasto para cada ciclo de operação do equipamento. Neste cálculo, além do valor diretamente utilizado com água e desincrustante, é necessário contabilizar o custo das manutenções. Realizar um levantamento deste valor só é possível após a construção do

protótipo, visto que a quantidade de água utilizada irá definir a quantidade de desincrustante a ser utilizado.

8. OTIMIZAÇÃO DO PROJETO

A otimização só pode ocorrer após a construção do protótipo e da visualização de possíveis melhorias, do tipo operacionais, construtivas, estéticas, ergonômicas ou melhorias para redução do custo de fabricação. A construção do protótipo não está inclusa neste trabalho, mas poderá ocorrer no ano de 2022, se alguma microcervejaria se interessar na proposta.

9. CONCLUSÃO

Foi realizado o projeto do conceito de uma lavadora de garrafas, incluindo o funcionamento das válvulas, da bomba e do sistema de controle. No futuro estão previstos testes para levantar as informações de vazão e de pressão necessárias para o correto funcionamento do equipamento, que serão imprescindíveis para a escolha da bomba e do motor. Após esses testes será possível dar continuidade aos cálculos de projeto e, com o interesse de uma microcervejaria em financiar o protótipo, partir para a construção do mesmo.

A remoção de rótulo das garrafas continua sendo realizada de forma manual, porém essa atividade é mais fácil de ser feita, visto que o rótulo fica na parte externa da garrafa.

Assim, será possível chegar à um produto pronto para comercialização, considerando a necessidade de pequenos ajustes estruturais, ergonômicos e construtivos conforme os resultados obtidos com o protótipo. Projetar um equipamento com foco em comercialização sempre será um desafio visto a quantidade de normas que regulamentam cada atividade, principalmente para o ramo alimentício.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em: www.abnt.org.br. Acesso em: 30 out. 2021

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7840**: Garrafas retornáveis de uso comum para cervejas, refrigerantes, aguardentes, sodas e águas gaseificadas. Rio de Janeiro: ABNT, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7841**: Garrafas retornáveis de uso comum para cervejas, refrigerantes, aguardentes, sodas e águas gaseificadas - Verificação das características. Rio de Janeiro: ABNT, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7842**: Garrafas retornáveis de uso comum para cervejas, refrigerantes, aguardentes, sodas e águas gaseificadas - Formatos, dimensões e cores. Rio de Janeiro: ABNT, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 13850**: Segurança de máquinas - Função de parada de emergência - Aspectos funcionais - Princípios para projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14910**: Embalagens de vidro para produtos alimentícios - Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 15883-1**: Lavadoras desinfetadoras – Parte 1: Requisitos gerais, termos, definições e ensaios. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 15883-2**: Lavadoras desinfetadoras – Parte 2: Requisitos e ensaios para lavadoras desinfetadoras automáticas destinadas à desinfecção térmica para instrumentos cirúrgicos, equipamento anestésico, recipientes, utensílios, vidrarias, entre outros. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ISO TS 15883-5**: Lavadoras desinfetadoras – Parte 5: Sujidade de teste e métodos para demonstrar eficácia de limpeza. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ISO TS 22002-4**: Programa de pré-requisitos na segurança de alimentos - Parte 4: Processamento industrial de embalagem para alimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária- ANVISA. Resolução – RDC Nº 216, de 15 de Setembro de 2004. Brasília, DF, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. “**Anuário da cerveja: 2019**”, Brasília : MAPA/SDA, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 27, de 18 de março de 1996. Brasília, DF, 1996.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2021.

CARRERA, S. C. Validação do processo CIP como ferramenta para melhorar a qualidade e a produtividade: estudo de caso em microcervejaria. 2015. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/136331/335952.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acessado em 13 nov. 2021

EXAME. Abril. 2015 “**O que leva uma empresa a fechar – e como evitar**” Disponível em: <https://exame.com/pme/o-que-leva-uma-empresa-a-fechar-e-como-evitar-isso/> Acesso em: 22 mar. 2021.

IMMING, J. O. Higienização na indústria de alimentos. 2013. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/95136> . Acessado em: 11 nov. 2021

INPI. Instituto Nacional de Propriedade Industrial. Disponível em: www.pesquisa.inpi.gov.br. Acesso em: 30 out. 21

NIESSEN, W. **Célula de garrafa de metal para uso em um aparelho de limpeza de garrafas**. Depositante: Kronos AG. David do Nascimento Advogados Associados. PI 1001305-9 A2 Deposito: 14 abr. 2010

NOVUS. N1030. Disponível em: https://www.novus.com.br/site/default.asp?Idioma=55&TroncoID=508083&SecaoID=547383&SubsecaoID=727292&Template=../catalogos/layout_produto.asp&ProdutoID=637294
Acessado dia 07 nov. 2021

NOVUS. NT240. Disponível em: https://www.novus.com.br/site/default.asp?Idioma=55&TroncoID=508083&SecaoID=547383&SubsecaoID=827270&Template=../catalogos/layout_produto.asp&ProdutoID=929174
Acessado em: 07 nov. 2021

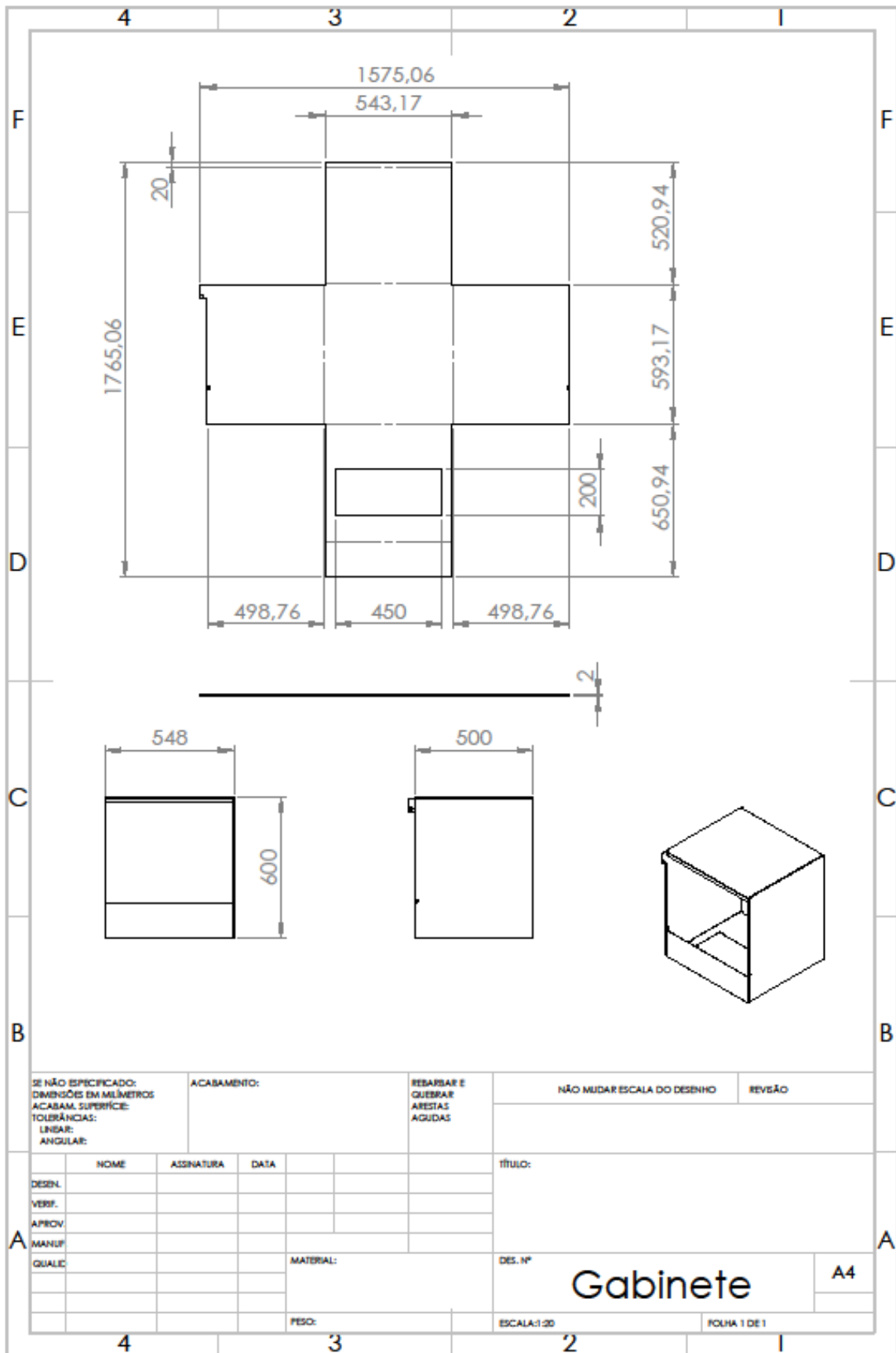
PAHL, G.; BEITZ, W; FELDHUSEN, J.; GROTE, K.-H. **“Engineering Design – A Systematic Approach”**, Springer, Third Edition, 2007.

PORTO ALEGRE. Prefeitura Municipal. Decreto N° 12.961, de 23 de outubro de 2000. Porto Alegre, RS, 2000.

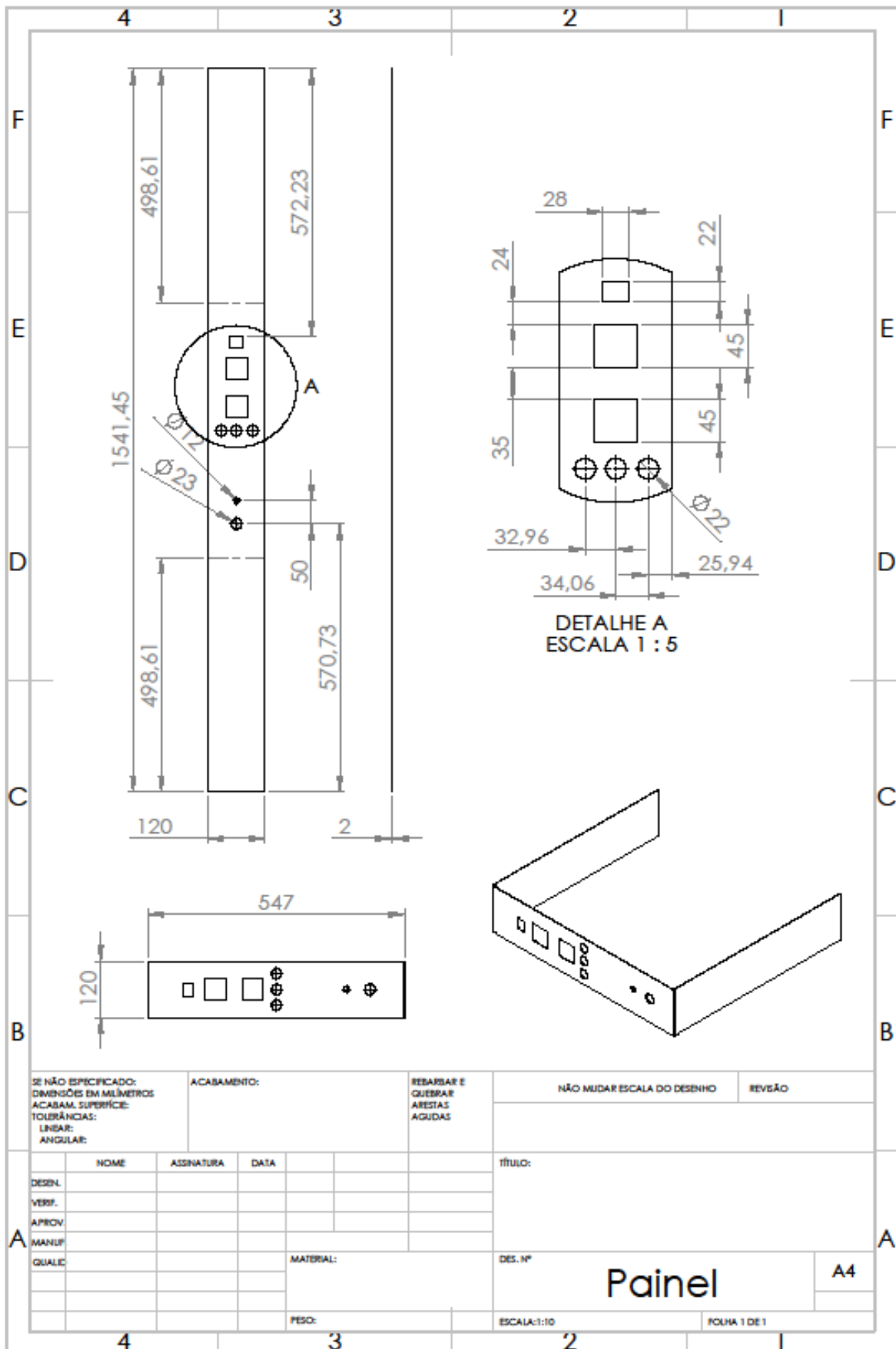
SEBRAE. **“Como montar uma microcervejaria”**, <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-microcervejaria>.
Acessado em 27/09/2021.

VEJA. Abril, 2020. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/ideias/cresce-o-interesse-pela-producao-de-cerveja-dentro-de-casa> Acessado em: 06 nov. 2021

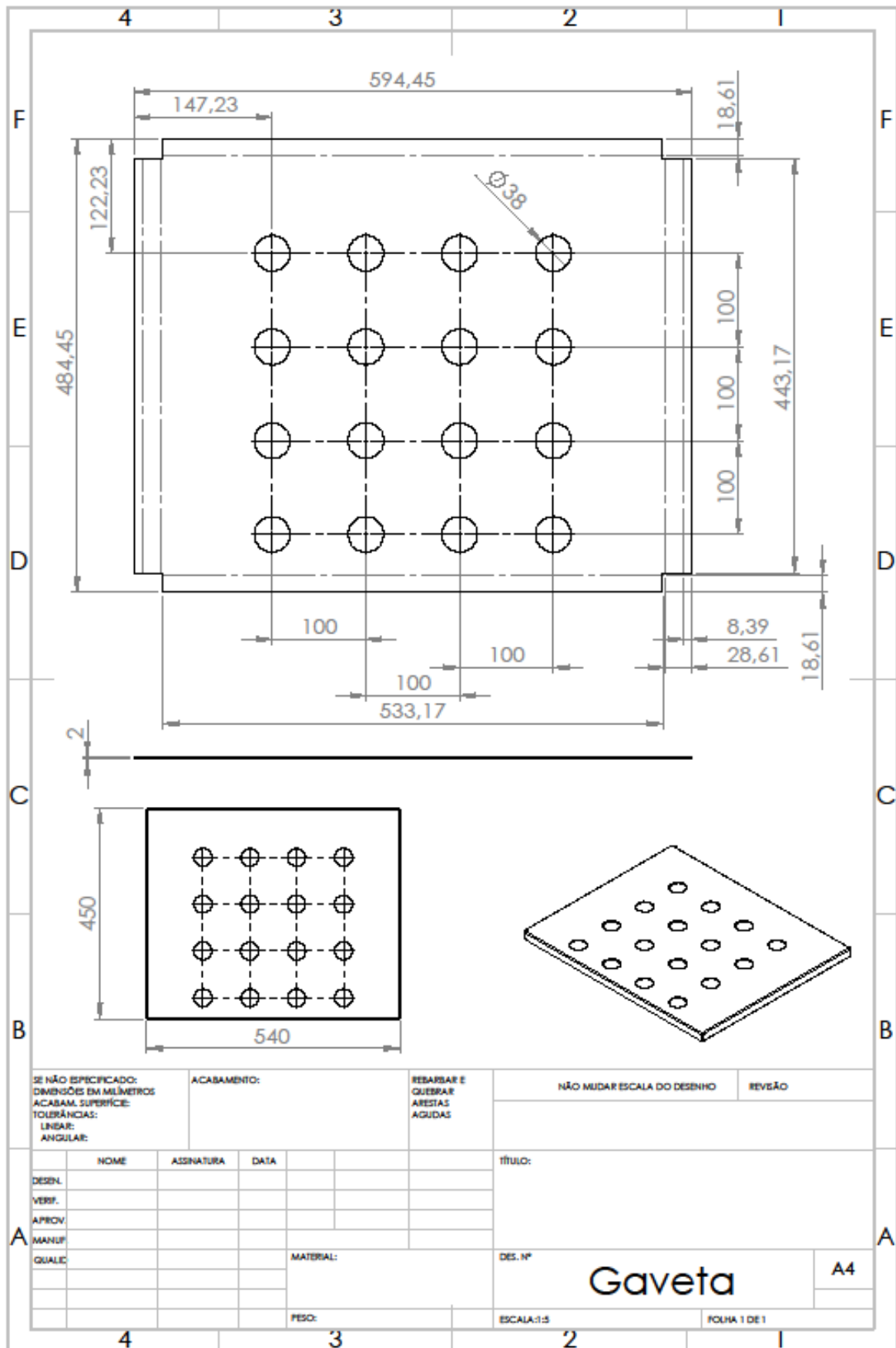
APÊNDICE I



APÊNDICE II

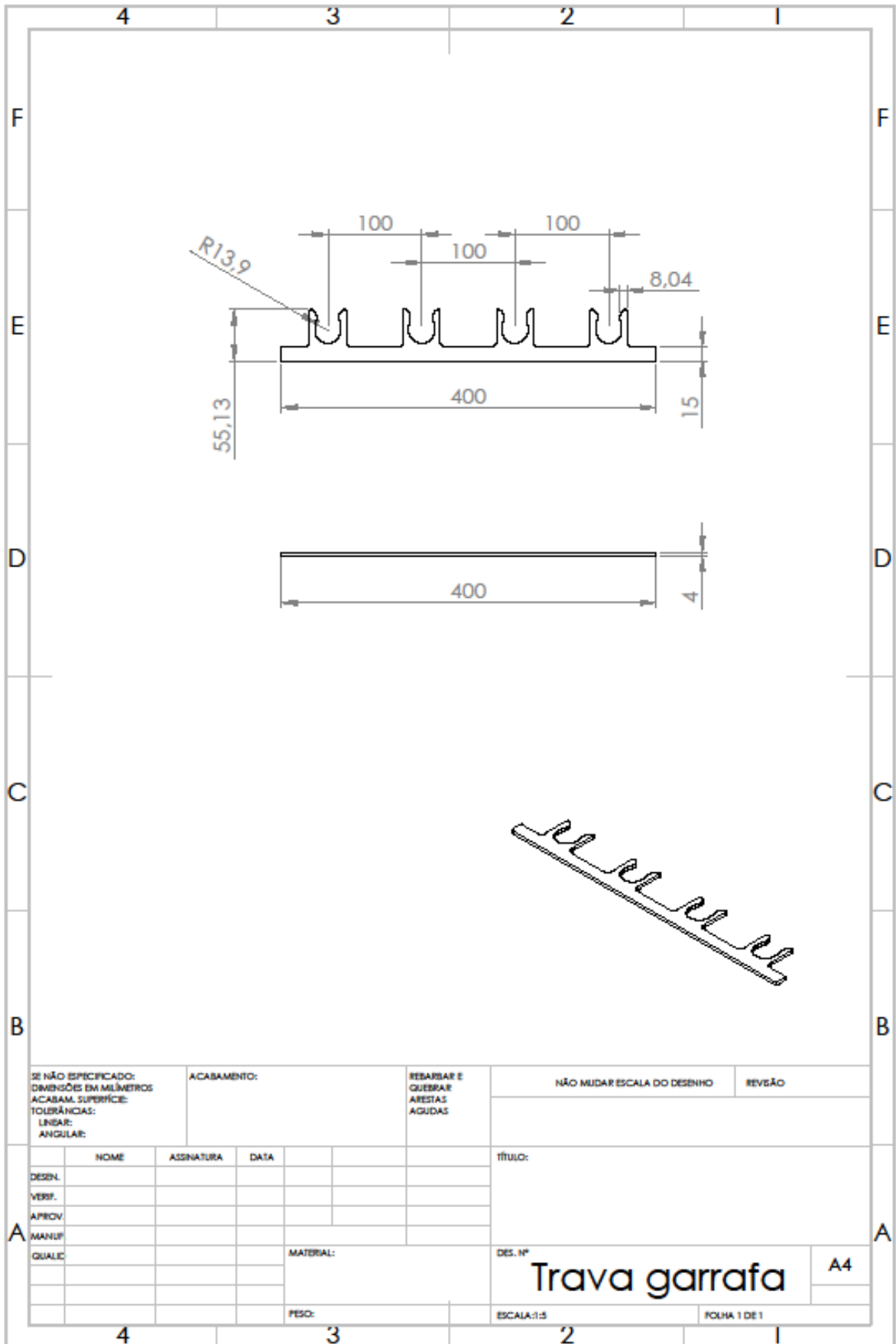


APÊNDICE III



SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS ACABAM. SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS: LINHAS: ANGULARES:		ACABAMENTO:	RESBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS	NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO	REVISÃO
DESEN.	NOME	ASSINATURA	DATA	TÍTULO:	
VERIF.				DES. Nº Gaveta	
APROV.					
MANUF.					
QUALC.				MATERIAL:	A4
				PESO:	ESCALA: 1:5
					FOLHA 1 DE 1

APÊNDICE IV



SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS ACABAM. SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS: LINEAR: ANGULAR:		ACABAMENTO:		REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS		NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO		REVERSO	
DESIN.	NOME	ASSINATURA	DATA			TÍTULO:			
VERIF.									
APROV.									
MANUF.									
QUALI.				MATERIAL:		DES. Nº		A4	
						Trava garrafa			
				PESO:		ESCALA:1:5		FOLHA 1 DE 1	