

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

ISADORA CAMARGO GÓSS

**DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO – ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO
MECÂNICA E SENSORIAL DE USABILIDADE DE CONCEPÇÕES PARA A
TAMPA DO COMPARTIMENTO EXTRA FRIO DE UM REFRIGERADOR**

**ALEGRETE
2021**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

G677d Góss, Isadora

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO - ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO
MECÂNICA E SENSORIAL DE USABILIDADE DE CONCEPÇÕES PARA A
TAMPA DO COMPARTIMENTO EXTRA FRIO DE UM REFRIGERADOR /
Isadora Góss.

34 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)--
Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA MECÂNICA,
2021.

"Orientação: Tonilson Rosendo".

1. força de arrancamento. 2. usabilidade. I. Título.

ISADORA CAMARGO GÓSS

**DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO – ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO
MECÂNICA E SENSORIAL DE USABILIDADE DE CONCEPÇÕES PARA A
TAMPA DO COMPARTIMENTO EXTRA FRIO DE UM REFRIGERADOR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharela em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. de Souza
Rosendo

**Alegrete
2021**

ISADORA CAMARGO GOSS

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO – ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO MECÂNICA E SENSORIAL DE USABILIDADE DE CONCEPÇÕES PARA A TAMPA DO COMPARTIMENTO EXTRA FRIO DE UM REFRIGERADOR.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título Bacharel em Engenharia Mecânica.

Dissertação defendida e aprovada em: 30, Setembro de 2021.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Tonilson de Souza Rosendo

Orientador

Unipampa

Prof. Dr. Thiago da Silveira

Unipampa

Prof. Dr. Vicente Bergamini Puglia

Unipampa



Assinado eletronicamente por **THIAGO DA SILVEIRA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 07/10/2021, às 15:40, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **TONILSON DE SOUZA ROSENDO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 07/10/2021, às 16:47, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **VICENTE BERGAMINI PUGLIA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 08/10/2021, às 10:40, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0633729** e o código CRC **5B769972**.

Dedico este trabalho ao meu pai, João Luiz, minha mãe, Angelita (*in memoriam*), e aos meus irmãos Geórgia e Vicente, vocês foram e são a minha inspiração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, João Luiz e Angelita, por todo o apoio durante esses longos anos e por me darem liberdade para sonhar sempre alto. Mãe, você se encontra em um outro plano e sei que está radiando aí de cima e iluminando minhas escolhas. Pai, obrigada por apresentar a engenharia, por entender meu caminho, me ensinar a ser resiliente, mas principalmente por ser minha inspiração.

Aos meus irmãos, Geórgia e Vicente, obrigada por existirem e me ensinarem a amar, a vida com vocês é a minha melhor aventura.

Prof. Dr. Tonilson Rosendo, obrigada por todos esses anos de trabalho e estudo, não tenho palavras suficientes para agradecer esses anos de orientação, compartilhando tempo e conhecimento, pelas conversas, e principalmente, pelas oportunidades.

Ao Prof. Dr. Thiago da Silveira por não medir esforços para me ajudar quando precisei, apoiar minhas escolhas e pela amizade.

Aos amigos que tive o prazer de conhecer durante esta jornada, vocês tornaram as coisas mais simples e divertidas. Aniseh e a Kamila, eu não consigo nem imaginar como seria minha graduação sem vocês, sou muito grata por ter o privilégio dessa amizade, que, mesmo cada uma em um cantinho do mundo, se fazem presentes. Isadora, obrigada por compartilhar não só o nome, mas também os vários momentos incríveis dentro e fora da sala de aula, sinto uma falta imensa de sermos as “Isadoras” na chamada. Ao Guilherme, por todo o companheirismo durante todo esse tempo. Ao Felipe, obrigada por toda a parceria desses anos, quer fosse em sala de aula e trabalhos ou em algum bar. Cristhian, obrigada por me lembrar das coisas importantes e sempre vibrar com as minhas conquistas.

Aos engenheiros e colegas da Whirlpool, vocês são fundamentais para a profissional que estou me tornando. Agradeço em especial aos engenheiros Rafael Schmidt e Vinicius Bianchezzi. Rafa, obrigada por todos os ensinamentos, seja de engenharia, economia ou de vida, a confiança que depositou em mim me permitiu evoluir como pessoa e profissional, e é claro permitiu a existência desse trabalho. Vini, obrigada por todo o apoio, e ajudas no desenvolvimento e execução do trabalho, e é claro por todo o conhecimento compartilhado.

“Hope and curiosity about the future seemed better than guarantees. The unknown was always so attractive to me...and still is.”

Hedy Lamarr

RESUMO

Um refrigerador domiciliar é um item indispensável para o bem-estar da humanidade, conservando alimentos por mais tempo do que no ambiente, permitindo que os usuários possam estocar insumos para o dia a dia. Durante o desenvolvimento de um produto, muitos testes precisam ser feitos a fim de atender requisitos e normas, sejam elas internas (institucionais) ou governamentais. Em uma instituição que se preocupa com o seu cliente, apenas atender as normas e requisitos não é o suficiente, um produto de qualidade que passe a sensação de robustez e preocupação com a experiência do usuário é fundamental e para isso alguns estudos extra ao escopo do projeto são fundamentais. No caso de refrigeradores, o estudo das grandezas dimensionais, vetoriais e tolerâncias de encaixe são importantes para poder solucionar problemas que possam ocorrer para peças que são encaixadas, deslizantes e pivotantes, especialmente quando há uma interação do usuário com a peça ou conjunto de peças. Em alguns casos, o usuário pode interagir com a peça de uma maneira pela qual ela não foi projetada, podendo causar algum inconveniente, e estudos sobre essa interação não esperada devem ser feitos. O objetivo geral deste trabalho é avaliar e comparar diferentes propostas para a tampa do compartimento Extra Frio de um refrigerador considerando a interação do usuário. O teste de arrancamento mostra que as diferentes propostas apresentam resultados satisfatórios, e que quando avaliados em conjuntos das respostas do teste sensorial de usabilidade, percebe-se que os usuários, em sua maioria, não percebem de maneira sensorial a diferença das propostas.

Palavras-chave: força de arrancamento, usabilidade.

ABSTRACT

A domestic refrigerator is indispensable for the well being of humanity, keeping the food fresh for a longer time than in the environment, allowing the user to stock everyday supplies. During a product development, many tests need to be done in order to fulfill requirements and standards, internal (institutional) or governmental. In a company that cares about the customer, only that is not enough, a quality product that conveys the feeling of robustness and concern with the user experience is essential and extra studies over the project scope are fundamental. In the case of refrigerators, dimensional and vector quantities studies and stack ups are important to solve problems that may occur for parts that are assembled, sliding and pivoting, especially when there is a user interaction with the part or feature. In some cases, the user may interact with the part in a way that was not designed, which may cause some inconvenience, studies on this unexpected interaction must be done. The general objective of this work is to evaluate and compare different proposals for the Cold Room Compartment of a refrigerator considering the user interaction. The pullout test shows that the different proposals present satisfactory results, and that when evaluated in sets of responses from the sensory usability test, it is clear that users, for the most part, do not perceive the difference between the proposals in a sensory way.

Keywords: pullout force, usability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desdobramento das fases.	4
Figura 2 - Projeto detalhado.	5
Figura 3 - A trilogia da Qualidade de Juran.	7
Figura 4 - Diagrama de Ishikawa.	8
Figura 5 - Exemplo de Diagrama de Pareto.	9
Figura 6 – Fluxograma do trabalho.	10
Figura 7 - Micrômetro interno tubular.	11
Figura 8 - Equipamentos para medição (a) paquímetro tradicional e (b) Tridimensional DEA.	12
Figura 9 - Dinamômetro Instrutherm DD-300 de gancho.	12
Figura 10 - Célula de carga.	13
Figura 11 – Gabinete e compartimento Extra frio.	13
Figura 12 – Folhas de HIPS.	14
Figura 13 – Tetrahidrofurano.	14
Figura 14 - Braçadeira de nylon.	15
Figura 15 - Amostras.	16
Figura 16 - Tampa do compartimento Extra Frio.	18
Figura 17 - Flexão da tampa do compartimento Extra Frio.	18
Figura 18 - Tampa flexionada.	19
Figura 19 - Eixo dos pinos da tampa.	19
Figura 20 - Proposta 1.	20
Figura 21 - Proposta 2.	21
Figura 22 - Proposta 3.	21
Figura 23 - Árvore de teste, arrancamento.	24
Figura 24 - Comparação das médias, proposta 1.	25
Figura 25 - Comparação das médias, proposta 2.	26
Figura 26 - Comparação das médias, proposta 3.	27
Figura 27 - Roteiro do teste sensorial de usabilidade.	28
Figura 28 – Questionário apresentado aos participantes.	30
Figura 29 - Análise de usabilidade.	31
Figura 30 - Detalhe da nervura da proposta 1.	32
Figura 31 - Detalhe da nervura da proposta 2.	33
Figura 32 - Detalhe da nervura da proposta 3.	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões da amostra de referência.....	22
Tabela 2 - Força de arrancamento da amostra de referência.	22
Tabela 3 - Alturas das nervuras das amostras.	23
Tabela 4 – Medições dos comprimentos das amostras	23
Tabela 5 - Força de arrancamento, meio, proposta 1.	24
Tabela 6 - Força de arrancamento, lado, proposta 1.	24
Tabela 7 - Força de arrancamento, meio, proposta 2.	25
Tabela 8 - Força de arrancamento, lado, proposta 2.	26
Tabela 9 - Força de arrancamento, meio, proposta 3.	27
Tabela 10 - Força de arrancamento, lado, proposta 3.	27
Tabela 11 - Resultado da interação do usuário.....	29
Tabela 12 - Ordem das propostas e amostras utilizadas.	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	OBJETIVOS	2
1.1.1	OBJETIVO GERAL.....	2
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.2	JUSTIFICATIVA.....	2
2	CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1	PROJETO DE PRODUTO	3
2.1.1	FASES DE UM PROJETO DE PRODUTO	3
2.1.2	PROJETO DETALHADO	5
2.1.3	USO DE PROTÓTIPOS.....	5
2.2	GESTÃO DA QUALIDADE	6
2.3	USABILIDADE	9
3	MATERIAIS E MÉTODOS	10
3.1	EQUIPAMENTOS, <i>SOFTWARES</i> E MATERIAIS.....	11
3.1.1	EQUIPAMENTOS	11
3.1.2	<i>SOFTWARES</i>.....	13
3.1.3	MATERIAIS	13
3.2	MÉTODOS	15
3.2.1	TESTE DE FORÇA DE ARRANCAMENTO	15
3.2.2	MEDIÇÃO DAS AMOSTRAS.....	15
3.2.3	PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS	16
3.2.4	EXECUÇÃO DO TESTE DE ARRANCAMENTO.....	17
3.3	TESTE SENSORIAL DE USABILIDADE	17
4	DESENVOLVIMENTO	18
4.1	DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO PROBLEMA	18
4.2	CONCEPÇÕES	20
4.2.1	CONCEPÇÃO DA PROPOSTA 1	20
4.2.2	CONCEPÇÃO DA PROPOSTA 2	21
4.2.3	CONCEPÇÃO DA PROPOSTA 3	21
5	RESULTADOS	22
5.1	FORÇA DE ARRANCAMENTO DE UM PRODUTO EM CAMPO.....	22

5.2	CARACTERIZAÇÃO DIMENSIONAL DAS AMOSTRAS.....	22
5.3	TESTE DE ARRANCAMENTO.....	23
5.3.1	RESULTADOS DA PROPOSTA 1	24
5.3.2	RESULTADOS DA PROPOSTA 2	25
5.3.3	RESULTADOS DA PROPOSTA 3	26
5.4	TESTE SENSORIAL DE USABILIDADE	28
5.5	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	31
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
	REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

Um refrigerador domiciliar é um item indispensável para o bem-estar da humanidade, conservando alimentos por mais tempo do que no ambiente, permitindo que os usuários possam estocar insumos para o dia a dia. Nos dias atuais, é muito difícil imaginar como seria a vida sem um refrigerador em casa e os impactos que isso causaria.

Com o passar do tempo, o desenvolvimento de novas tecnologias, tendências de design, mudança das necessidades dos consumidores e suas expectativas para os refrigeradores, os compartimentos, prateleiras e gavetas foram sendo desenvolvidos para melhor atender as demandas dos usuários.

Durante o desenvolvimento de um produto, muitos testes precisam ser feitos a fim de atender requisitos e normas, sejam elas internas (institucionais) ou governamentais.

Em uma instituição que se preocupa com o seu cliente, apenas atender as normas e requisitos não é o suficiente, um produto de qualidade que passe a sensação de robustez e preocupação com a experiência do usuário é fundamental e para isso alguns estudos extra ao escopo do projeto são fundamentais.

No caso de refrigeradores, o estudo das grandezas dimensionais, vetoriais e tolerâncias de encaixe são importantes para poder solucionar problemas que possam ocorrer para peças que são encaixadas, deslizantes e pivotantes, especialmente quando há uma interação do usuário com a peça ou conjunto de peças. Em alguns casos, o usuário pode interagir com a peça de uma maneira pela qual ela não foi projetada, podendo causar algum inconveniente, e estudos sobre essa interação não esperada devem ser feitos.

Em um refrigerador, existem diversos compartimentos com os quais o usuário pode interagir e movimentar. Neste trabalho, três propostas para a tampa do compartimento extra frio de um refrigerador foram analisadas na busca pela melhor alternativa em termos de robustez e interatividade com o usuário. Aspectos como análise dimensional, interferência de encaixe, força de arrancamento e percepção sensorial de uso do usuário foram caracterizados para as três propostas estudadas.

1.1 Objetivos

Esta seção dedica-se exclusivamente a descrição do objetivo principal e dos objetivos específicos deste trabalho.

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é avaliar e comparar diferentes propostas para a tampa do compartimento Extra Frio de um refrigerador considerando a interação do usuário.

1.1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- 1) Desenvolver, executar e avaliar um teste de arrancamento para três propostas da tampa do compartimento Extra Frio;
- 2) Realizar e avaliar um teste sensorial de uso para o compartimento Extra Frio das três propostas de solução para o uso incorreto.

1.2 Justificativa

A tampa do compartimento Extra Frio foi desenvolvida, dimensionada, fabricada e testada, porém apresentou falha na montagem da peça, ficando com uma interferência insuficiente para o uso apropriado do compartimento.

Uma alteração para aumentar essa interferência foi executada e aprovada, entretanto ainda havia dúvida em relação a robustez da peça, necessitando um estudo da primeira versão da tampa, apenas para comparação de melhoria, da versão atual e outras duas versões mais rígidas.

2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo dedica-se a revisão da literatura e conceitos teóricos fundamentais para a avaliação das propostas para a tampa do compartimento Extra Frio.

2.1 Projeto de produto

O desenvolvimento de produtos e seu projeto tem um conceito muito amplo, afinal o processo inclui fases como pesquisa de mercado até a entrega do produto final para o consumidor, em alguns casos inclui-se no projeto a manutenção e descarte e desativação do projeto (BACK, 2008).

Para Back (2008), existem diversos métodos intuitivos de desenvolvimento de produto, um dos mais recomendados é o *Brainstorm*, que tem como objetivo procurar o máximo de soluções possíveis, sem julgamentos, isso em um primeiro momento. O segundo estágio do método é a avaliação das ideias e soluções propostas, com o fim de escolher as melhores soluções que são aplicáveis.

Back (2008) também cita que a seleção de soluções ocorre durante todas as fases do desenvolvimento do projeto. Entretanto, há diferentes tipos de projetos que dependem de diferentes métodos de resolução de problema. A escolha da solução dentre as propostas varia muito em relação ao que se é esperado do produto pelo consumidor, qualidade percebida, retorno seja financeiro ou menor número de reclamações de um problema específico, se há a possibilidade de desencadear outro problema e, principalmente, o custo do investimento para aplicar a proposta.

2.1.1 Fases de um projeto de produto

Para Back (2008), um projeto de produto se divide nas seguintes fases:

- Projeto informacional – é a primeira fase do desenvolvimento de um produto, onde são analisadas as necessidades do consumidor, a ideia do produto e é determinado os requisitos e especificações;
- Planejamento do projeto – é onde se planeja um novo projeto de acordo com as estratégias da empresa e da organização do trabalho;

- Projeto conceitual – é quando se traduz a voz do consumidor para a voz de engenharia, onde a lista de especificações é a entrada para a fase e como resultado se tem um conjunto de princípios de solução;
- Projeto preliminar – é onde se determina a configuração do produto em conformidade com as especificações;
- Projeto detalhado – é a última fase do projeto, onde se tem a documentação necessária para permitir a produção do produto;
- Preparação da produção – é a preparação da produção e da implementação do planejamento de marketing;
- Lançamento – é quando ocorre o lançamento do produto final no mercado;
- Validação do produto – nessa fase ocorre a validação do produto junto aos usuários.

Na Figura 1 pode-se observar o desdobramento das fases de um projeto de produto.

Figura 1 - Desdobramento das fases.

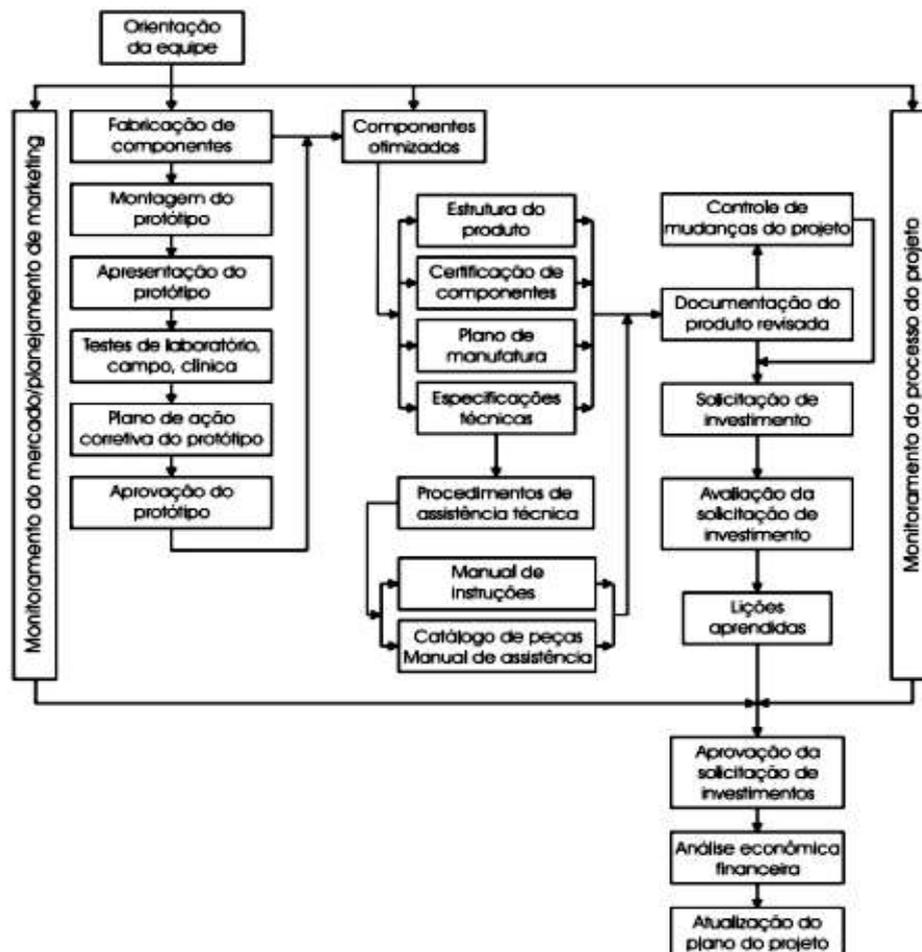
Fase do processo de desenvolvimento do produto							
Número da atividade	Entradas	Atividades	Tarefas	Domínios de conhecimento	Mecanismos	Controles	Saídas
n	Entradas para atividade X_n	Atividade X_n	X_{n1}	....	....	....	Saídas da atividade X_n
			X_{n2}	....	....	....
			X_{n3}	....	....	....
			X_{n4}	....	....	....
			
n + 1	....	....	....	....	....	....
			
Indicação do número de ordem da atividade da fase	Descrição dos dados ou informações necessárias para executar a atividade	Declaração da atividade a ser executada	Declaração da tarefa resultante do desdobramento da atividade	Relação dos domínios de conhecimento necessários para executar a tarefa	Descrição dos mecanismos, métodos ou ferramentas utilizados na elaboração da tarefa	Formas de monitoramento e controle de execução da tarefa	Descrição dos resultados obtidos pela execução da atividade

Fonte: Adaptado de Back (2008) *apud* Romano (2003).

2.1.2 Projeto detalhado

É nessa fase do projeto de produto que se destina a aprovação de protótipos, finalização das especificações dos componentes, testes em laboratórios e testes em campo. É analisada a segurança do produto e de seus componentes (BACK, 2008). Um esquema das fases pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 - Projeto detalhado.



Fonte: Adaptado de Back (2008).

2.1.3 Uso de protótipos

Ensaio com protótipos são realizados durante a fase de projeto detalhado e estes são fabricados, usualmente, com base nos desenhos para a fabricação dos produtos e são empregados para validar ou homologar o produto. É através de protótipos que se verifica o funcionamento, montagem, desempenho e verifica-se

sua concordância com o projeto. Em geral, protótipos são produzidos com características semelhantes às do produto final, o que seria ideal, mas caro de se obter (AMARAL, 2006).

Após alguns testes é possível verificar se os resultados obtidos estão compatíveis com o projetado e quais parâmetros devem ser controlados. Durante a execução dos testes com os protótipos é possível avaliar as especificações que contribuem para eliminar efeitos de ruídos (AMARAL, 2006).

2.2 Gestão da qualidade

As noções de qualidade, até a Segunda Guerra Mundial, eram baseadas apenas nas características do produto, afinal, a demanda era muito maior que a oferta e seu controle era feito por um padrão pré-estabelecido (LOBO, 2010).

O desinteresse pela necessidade do cliente e a pouca importância com a rigorosidade de controle do processo acompanhado da produção em massa acabou sendo substituído por um método mais exigente em termos de qualidade do produto por volta dos anos de 1950 (LOBO, 2010).

Com o aumento da demanda e da concorrência, uma reação do mercado consumidor foi questionar a utilidades dos produtos que compravam. As empresas precisaram se adaptar e começaram a estudar o mercado consumidor e que a qualidade não seria atingida enquanto os produtos não fossem bem projetados, executados, distribuídos para o mercado consumidor errado, e é claro, sem acompanhamento de pós venda (LOBO, 2010).

Dentro de uma indústria, a metrologia e a gestão de qualidades trabalham lado a lado. A qualidade do produto produzido é influenciada a partir das medições realizadas no pós produção, afim de verificar se os requisitos de desenho (projeto) estão sendo atendidos (LIXANDRÃO, 2018).

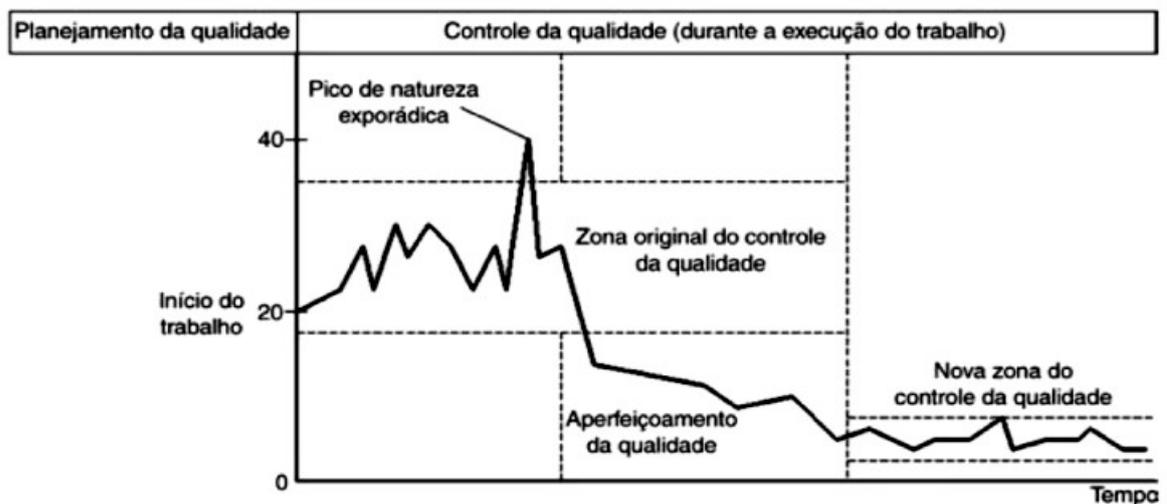
Sistemas de gestão de qualidade tem como intenção garantir e melhorar a qualidade esperada pelo consumidor por meio de métodos e ferramentas que ajudam no desafio de alcançar esse objetivo. Diversos autores desenvolveram conceitos e táticas (TOLEDO, 2012).

O Controle Total da Qualidade foi definido por Armand Feigenbaum como um sistema efetivo de integração de esforços, envolvendo desenvolvimento,

manutenção e aprimoramento da qualidade entre todos os grupos de uma organização (TOLEDO, 2012).

Joseph Moses Juran teve como sua maior contribuição a Trilogia da Qualidade, que consiste em estabelecer três processos administrativos para auxiliar o gerenciamento da qualidade: planejamento da qualidade, controle da qualidade e o aprimoramento da qualidade. Esses três processos estão inter-relacionados, por meio da Trilogia de Juran e está demonstrado na Figura 3 (TOLEDO, 2012).

Figura 3 - A trilogia da Qualidade de Juran.



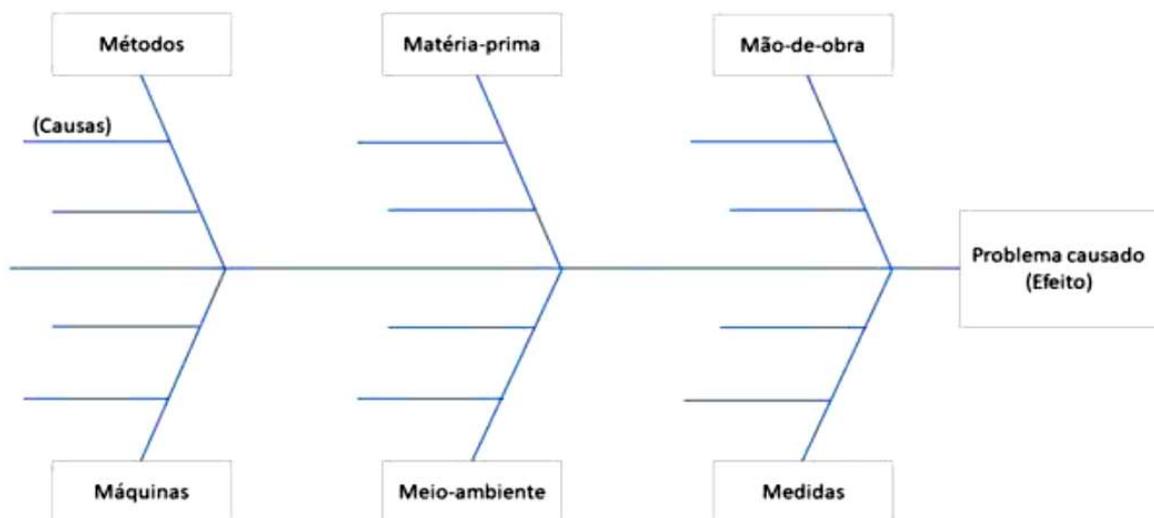
Fonte: Toledo (2012).

Toledo (2012), também cita que, para Philip Crosby, a qualidade de uma empresa não deve ser mensurada apenas através de seus produtos finais, todos os processos e atividades devem ser somados ao medir a qualidade da empresa. Crosby define quatro princípios para a gestão da qualidade: Definição da Qualidade, Sistema da Qualidade, Padrão de Desempenho e Medidas de Qualidade.

William Edwards Deming construiu sua filosofia de gestão de qualidade a partir da importância estratégica da qualidade e sua interferência na competitividade da empresa. Essa filosofia foi baseada nas diferenças das práticas de empresas estadunidenses e empresas japonesas. Deming estabeleceu o Programa de Gestão de Qualidade, que são 14 pontos baseados nas diferenças entre essas indústrias, em que ao se atingir o autocontrole em todos esses pontos da organização, esta estaria sob controle (TOLEDO, 2012).

A qualidade do Japão está diretamente ligada ao nome de Kaoru Ishikawa e da JUSE (*Union Japanese of Scientists and Engineers*), afinal estes nomes desempenharam um papel importante ao difundir a melhoria da qualidade em empresas japonesas. Em 1943, foi desenvolvido o Diagrama de Causa e Efeito, também conhecido como Diagrama Espinha de Peixe e pode ser observado na Figura 4 (TOLEDO, 2012).

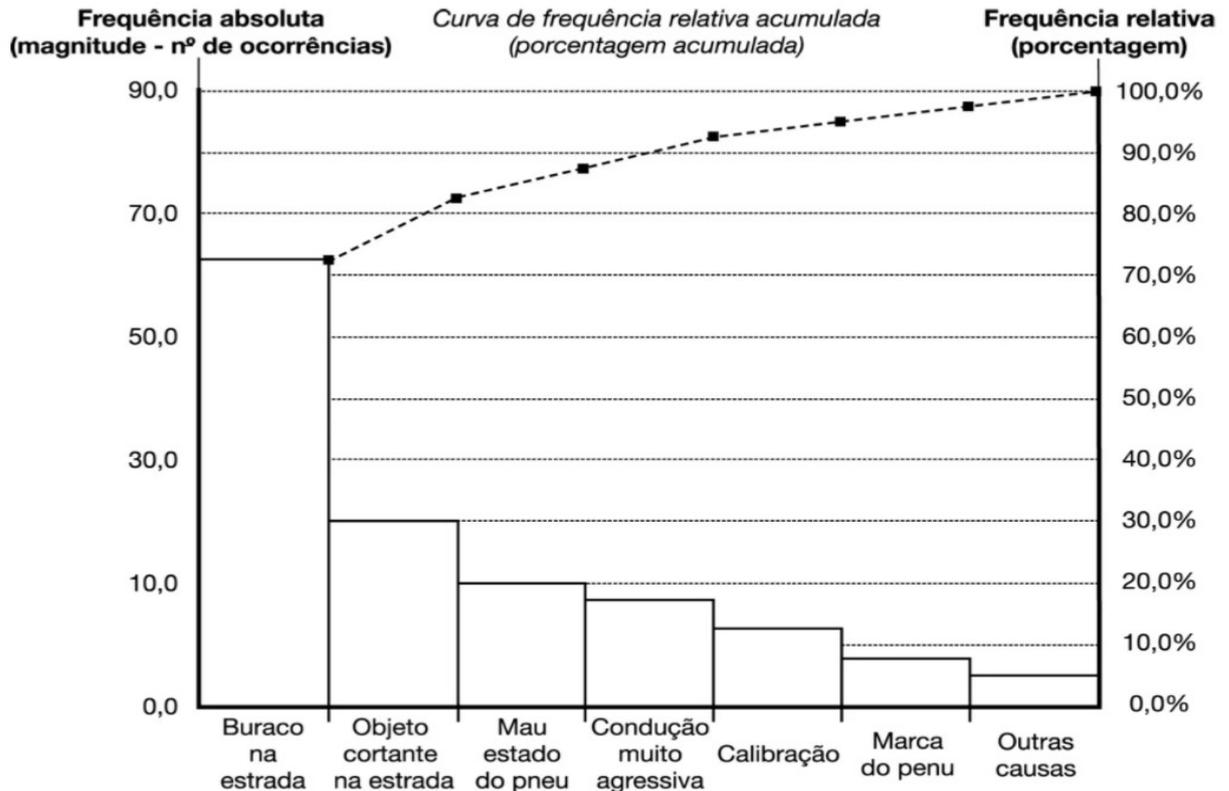
Figura 4 - Diagrama de Ishikawa.



Fonte: Dicionário financeiro (2021).

Para Toledo (2012), o Diagrama de Pareto é uma ferramenta da qualidade que representa graficamente os dados obtidos de um problema que permitem ajudar a identificar os aspectos que devem ser trabalhados. Criado por Wilfredo Pareto e tem como fundamento de que uma pequena parcela (20%) das causas produz a maioria (80%) dos defeitos, por isso essa ferramenta também é conhecida como Diagrama 20-80, na Figura 5 pode ser observado um exemplo de diagrama de Pareto para as causas de furos de pneu em caminhões.

Figura 5 - Exemplo de Diagrama de Pareto.



Fonte: Toledo (2012).

2.3 Usabilidade

Durante o projeto de algum produto é interessante avaliar alguns aspectos relacionados à operação do mesmo, como forma e intensidade, por exemplo. A usabilidade é um dos aspectos que devem ser levados em conta e se refere ao grau de facilidade de interação com o usuário (CARPES, 2014).

Para Carpes (2014), pode-se definir a usabilidade como um conjunto de condições que tornam mais fácil o uso de um produto considerando um fácil aprendizado e memorização de uso, redução de erros durante a operação, eficiência e satisfação do usuário, além de que uma boa usabilidade promove mais segurança e prolonga a vida útil do produto.

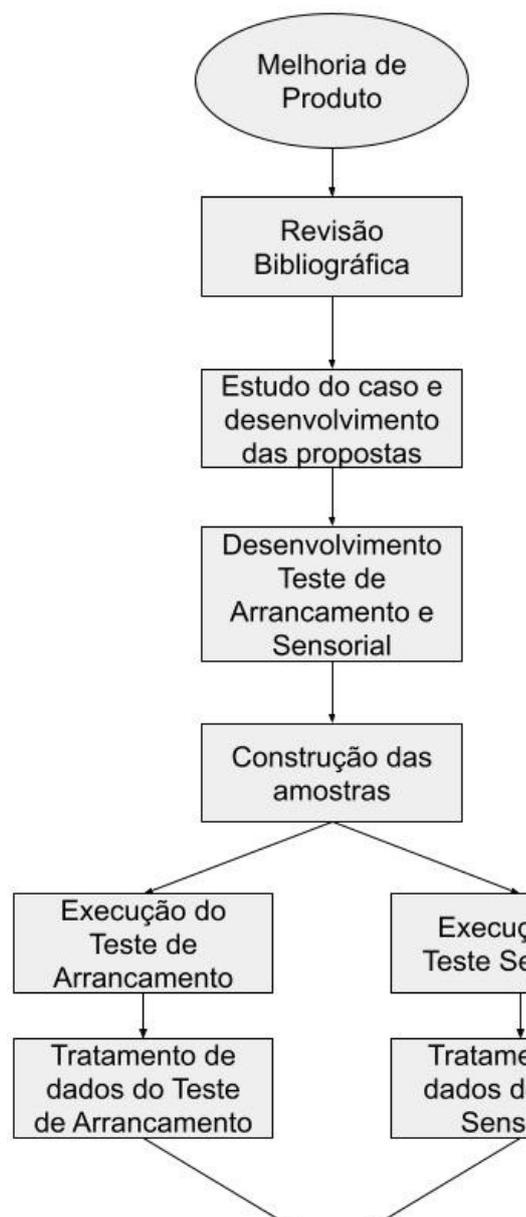
Carpes (2014), também cita que uma boa usabilidade deve seguir algumas recomendações como a equidade na utilização, flexibilidade no uso, simplicidade e intuitividade, comunicação com o usuário, tolerância com os erros de utilização, operação com mínimo esforço físico e espaço e tamanho adequados para o uso.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta seção é dedicada a descrever os materiais utilizados, incluindo maquinário, softwares e peças, e os métodos para desenvolvimento dos testes e como estes foram realizados.

A Figura 6 apresenta um fluxograma do trabalho, mostrando as etapas que foram realizadas.

Figura 6 – Fluxograma do trabalho.



Fonte: a autora (2021).

3.1 Equipamentos, *softwares* e materiais

Esta seção dedica-se a apresentar os equipamentos, *softwares* e materiais utilizados para a realização deste trabalho

3.1.1 Equipamentos

Para determinar a largura do gabinete do refrigerador foi utilizado um micrometro interno tubular Mitutoyo, como o que pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 - Micrômetro interno tubular.



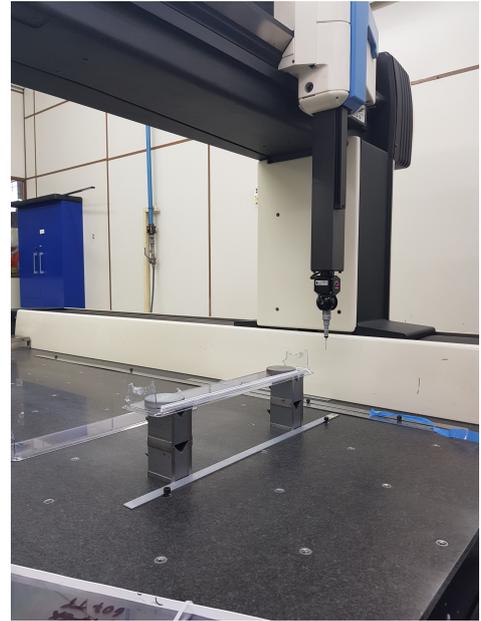
Fonte: a autora (2021).

Para determinar o tamanho dos pinos, dos batentes, das nervuras e do comprimento total das tampas utilizadas nos testes de força de arrancamento e sensorial foram utilizados um paquímetro tradicional como o da Figura 8(a) e uma máquina Tridimensional DEA como a da Figura 8(b).

Figura 8 - Equipamentos para medição (a) paquímetro tradicional e (b) Tridimensional DEA.



(a)



(b)

Fonte: a autora (2021).

Para a coleta de dados de força foi utilizado um dinamômetro Instrutherm DD - 300 de gancho, como mostra a Figura 9.

Figura 9 - Dinamômetro Instrutherm DD-300 de gancho.



Fonte: a autora (2021).

O equipamento utilizado para a leitura da força foi uma célula de carga de compressão apresentada na Figura 10.

Figura 10 - Célula de carga.



Fonte: a autora (2021).

3.1.2 Softwares

Para a organização dos dados coletados, tanto do teste de força de arrancamento quanto do teste sensorial foi utilizado o Google Planilhas.

Para o desenho do roteiro do teste sensorial foi utilizado o Google Desenhos.

Para o desenho 3D da tampa do compartimento Extra Frio, foi utilizado o software CREO Parametrics.

3.1.3 Materiais

Gabinete e compartimento Extra Frio mostrado na Figura 11.

Figura 11 – Gabinete e compartimento Extra frio.



Fonte: a autora (2021).

Folhas de *High Impact Polystyrene* (HIPS) de 2,2 mm de espessura como as da Figura 12 para a construção das nervuras das propostas de tampas.

Figura 12 – Folhas de HIPS.



Fonte: a autora (2021).

O solvente Tetrahidrofurano, como o da Figura 13, foi utilizado para a soldagem das nervuras de HIPS nas tampas para a montagem das propostas.

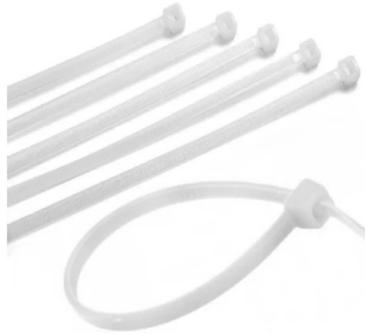
Figura 13 – Tetrahidrofurano.



Fonte: Zaralab (2021).

Braçadeiras de nylon (Figura 14) foram utilizadas para viabilizar o teste de arrancamento.

Figura 14 - Braçadeira de nylon.



Fonte: Net Elétrica (2021).

3.2 Métodos

Esta seção é dedicada a descrever os métodos utilizados para a execução deste trabalho.

3.2.1 Teste de força de arrancamento

O teste de força de arrancamento necessita de alguns passos para sua execução, como a definição das propostas, uma árvore de amostragem, quais pontos da tampa em que se aplica a força para remover a peça, como essas amostras seriam preparadas, como medi-las e a execução do teste em si.

3.2.2 Medição das amostras

As tampas foram medidas numa máquina tridimensional DEA para melhor precisão da medida.

O gabinete foi medido utilizando um micrometro interno tubular.

3.2.3 Preparação das amostras

Foram preparadas seis amostras para o teste de arrancamento, adicionando as tiras à peça para garantir a mesma interferência em cada amostra.

A preparação das amostras consistiu em:

- 1) Cortar seis tiras de 6 mm e 10 mm de uma chapa de HIPS de 2,2 mm de espessura e de comprimento de 600 mm;
- 2) Após as tiras cortadas, foi soldada primeiro as tiras de 6mm depois da primeira rodada de teste em cada uma das seis tampas, esperando 24 horas dia para secar o solvente e realizar a segunda rodada;
- 3) Após a segunda rodada de testes, foi soldada a nervura de 10 mm em cada uma das tampas para realizar a terceira e última rodada de teste após 24 horas.

A as mostras podem ser observadas na Figura 15.

Figura 15 - Amostras.



Fonte: a autora (2021).

3.2.4 Execução do teste de arrancamento

Para conseguir executar o teste e coletar os dados de força com o dinamômetro, foram feitas alças com braçadeiras de nylon, garantindo os pontos de medição e do eixo dos pinos.

Para a coleta dos dados de força do teste foi utilizado um dinamômetro Instrutherm DD-300 de gancho e uma célula de carga de 100 kg.

O procedimento para o teste de arrancamento deve ser realizado em todas as propostas, para todas as amostras e nas duas posições do ponto de medição e deve seguir o passo a passo a seguir:

- 1) Marcar as posições dos pontos de medição;
- 2) Fixar as braçadeiras de nylon, formando as alças;
- 3) Montar a tampa no gabinete e posicionar de maneira que a maior interferência entre pino e gabinete seja do lado direito;
- 4) Encaixar o gancho do dinamômetro na alça e puxar perpendicular a tampa até arrancá-la do gabinete;
- 5) Anotar a força coletada no dinamômetro.

3.3 Teste sensorial de usabilidade

Para a realização do teste sensorial de usabilidade foi necessário separar as amostras já utilizadas no teste de arrancamento e montar um plano de teste para os seis participantes, variando a ordem das propostas, foi necessário também preparar três amostras da proposta 2 e uma da proposta 1.

Com o plano do teste definido, será necessário montar um roteiro de execução do teste e um questionário.

Para a execução do teste, foram selecionados seis participantes de maneira aleatória, cada participante será avaliado de acordo com o roteiro do teste durante a interação com as três propostas.

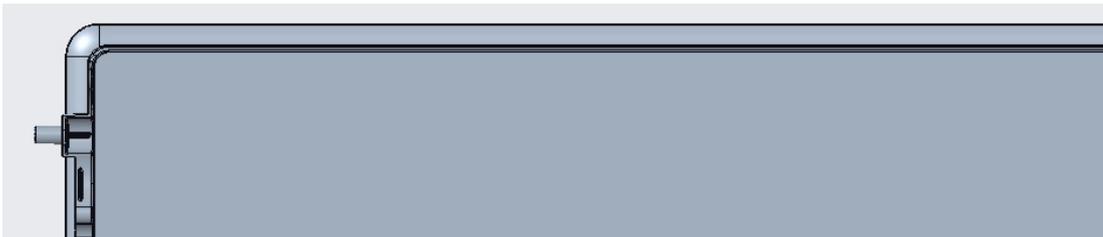
4 DESENVOLVIMENTO

Esta seção descreve o problema encontrado e suas análises.

4.1 Descrição e análise do problema

A tampa do compartimento Extra Frio, mostrada na Figura 16, é feita de poliestireno (PS) que combinado com a geometria se torna uma peça flexível. A montagem da tampa no gabinete do refrigerador é feita por interferência entre os pinos e a caixa interna.

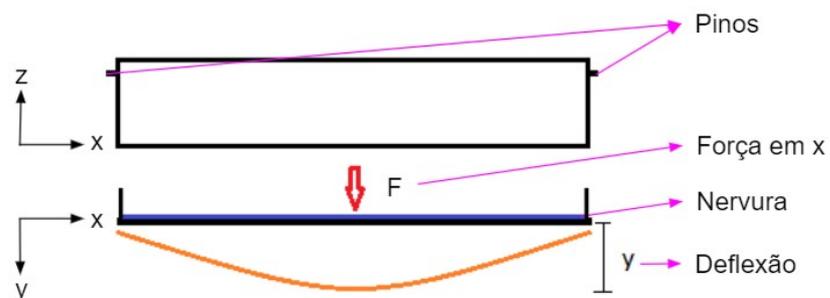
Figura 16 - Tampa do compartimento Extra Frio.



Fonte: a autora (2021).

Ao analisar o uso correto, abrindo o compartimento pela prateleira, e incorreto, abrindo o compartimento pela tampa, é possível perceber uma vulnerabilidade no uso incorreto feito pelo usuário. A vulnerabilidade encontrada é o desencaixe da tampa ao ser puxada para a abertura do compartimento, causado pela flexa, o esquema de forças é mostrado na Figura 17.

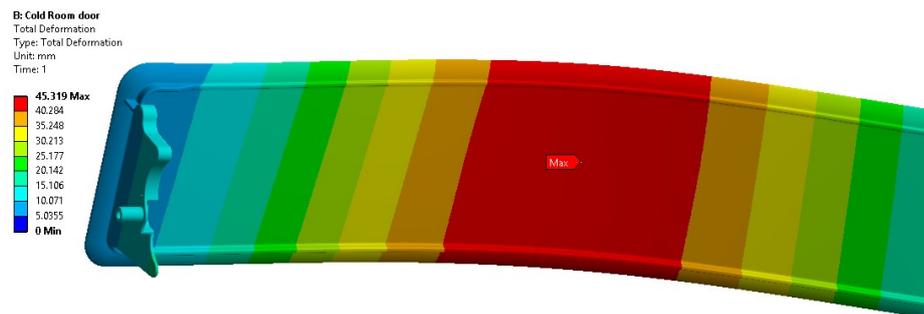
Figura 17 - Flexão da tampa do compartimento Extra Frio.



Fonte: a autora (2021).

Para diminuir a flexão da peça, seria necessário aumentar a nervura mostrada na Figura 18, e deixar a peça mais rígida ao mudar o momento de inércia da nervura, com a finalidade de diminuir a flexão. A tampa flexionada pode ser observada na Figura 18. Três propostas serão analisadas em termos de força de arrancamento e do ponto de vista de usabilidade.

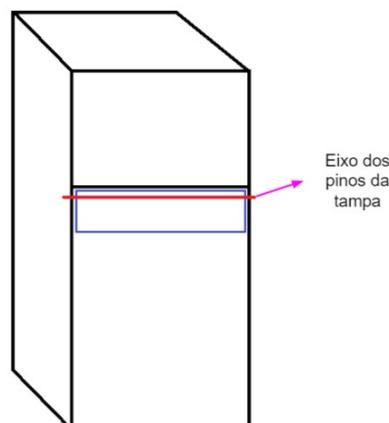
Figura 18 - Tampa flexionada.



Fonte: a autora (2021).

Para o desenvolvimento do teste de arrancamento, primeiro foi necessário determinar quais pontos da tampa seriam mais vulneráveis a ser utilizados pelo consumidor e definido que seria aplicado uma força axial na posição dos pinos. Na Figura 19 é possível observar um esquema do eixo de rotação da tampa do compartimento Extra Frio.

Figura 19 - Eixo dos pinos da tampa.



Fonte: a autora (2021).

A tampa deve ser montada no gabinete de maneira que um dos lados tenha a maior interferência e do outro lado a menor, garantindo que a posição da tampa no gabinete não interfira nos resultados de força de arrancamento.

Para permitir uma melhor análise dos resultados do teste de força de arrancamento, foram necessárias seis amostras para as três propostas, com dois pontos de medição. Além disso um teste sensorial de usabilidade é uma boa análise por mostrar o que o consumidor irá perceber ao ser submetido a um teste sem saber o que está de fato sendo analisado, traz uma visão do consumidor final sem a necessidade de expor o produto antes de um lançamento.

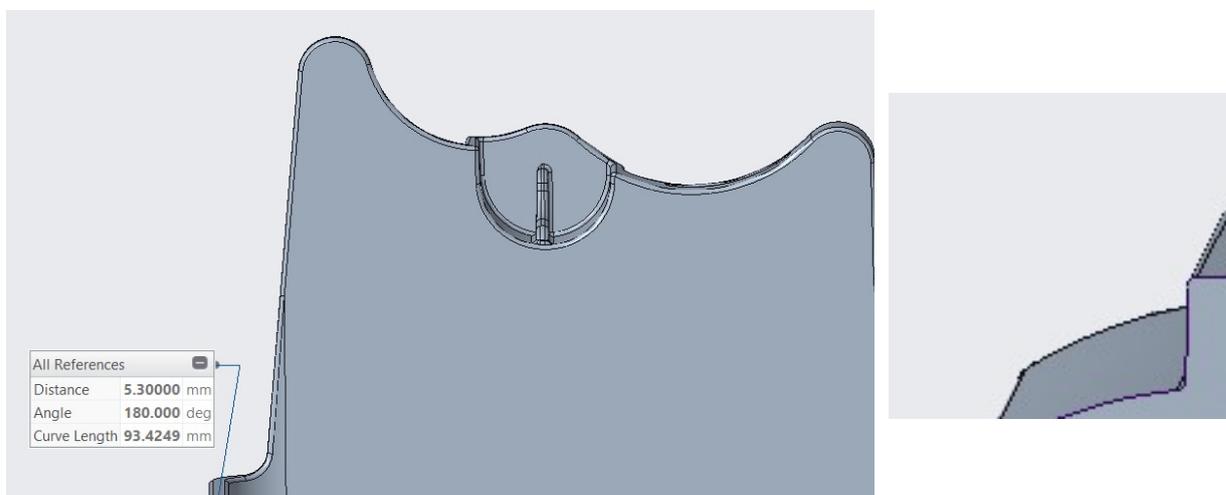
4.2 Concepções

Por meio de um *brainstorm* foram definidas três propostas de estrutura para a tampa do compartimento, levando em consideração o esforço que irá suportar durante o uso da forma incorreta do compartimento.

4.2.1 Concepção da proposta 1

A primeira proposta, chamada de *baseline* por ser a proposta de base, possui uma nervura na parte superior da tampa de 5,3 mm. A Figura 20 apresenta o 3D da peça *baseline*.

Figura 20 - Proposta 1.

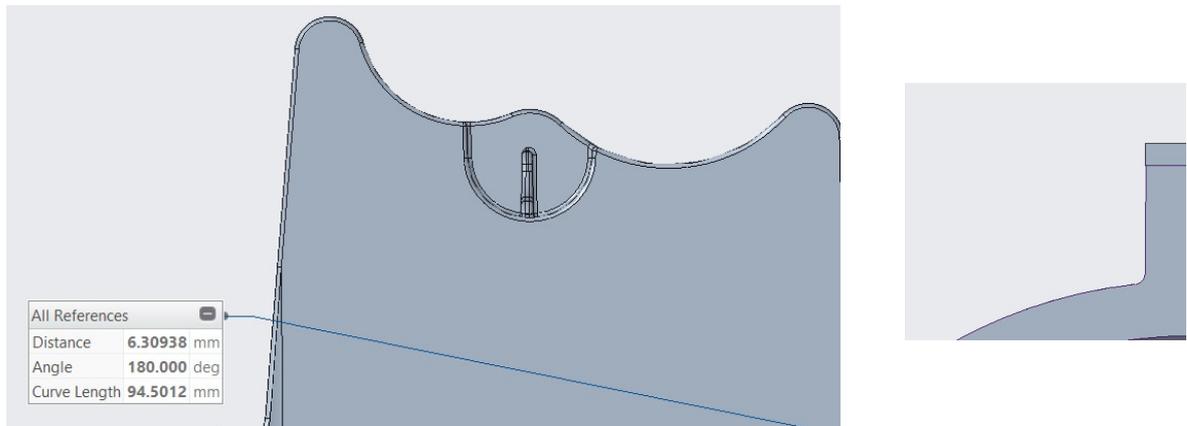


Fonte: a autora (2021).

4.2.2 Concepção da proposta 2

A segunda proposta teve como base uma nervura de 6,3 mm, 1mm a mais que a proposta 1, sendo um pouco menos flexível que a *baseline* e com uma mudança que não afeta a estética da peça. A Figura 21 representa o aumento na nervura, para que o total da altura seja de 6,3 mm.

Figura 21 - Proposta 2.

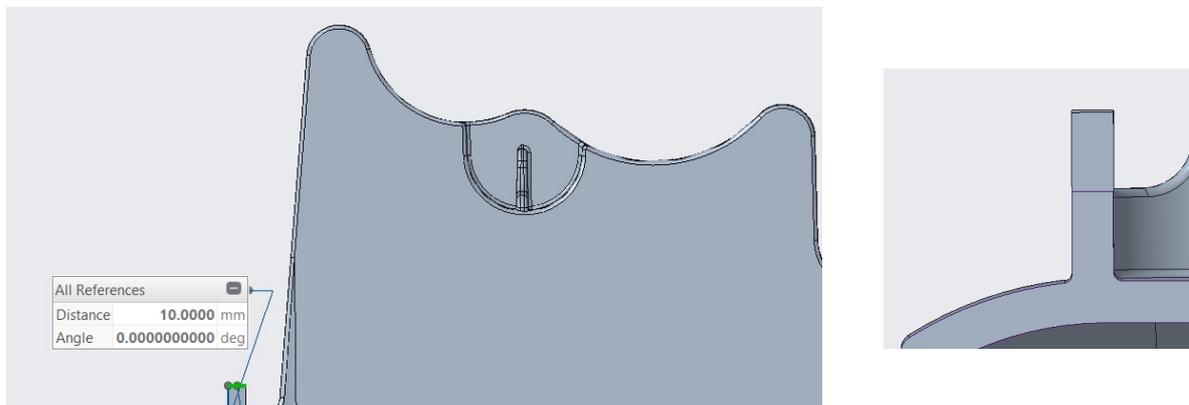


Fonte: a autora (2021).

4.2.3 Concepção da proposta 3

A terceira proposta foi uma nervura de 10 mm, sendo a proposta menos flexível, porém com impacto na estética da peça. A Figura 22 representa o aumento na nervura, para que o total da altura seja de 10 mm.

Figura 22 - Proposta 3.



Fonte: a autora (2021).

5 RESULTADOS

Esta seção é dedicada a apresentação dos resultados obtidos durante a execução deste trabalho.

5.1 Força de arrancamento de um produto em campo

Um produto que está em campo, sem registro de reclamações de tampa do compartimento Extra Frio caindo e com configuração de montagem similar ao do produto estudado neste trabalho, foi submetido ao teste de arrancamento com a finalidade de se ter uma referência de valores.

A Tabela 1 mostra as dimensões da amostra utilizada e a Tabela 2 apresenta os dados de força de arrancamento, sendo essa a referência para não se ter tampa caindo.

Tabela 1 - Dimensões da amostra de referência.

	Largura do gabinete (mm)	Largura da tampa (mm)	Interferência (mm)
Amostra de referência	518,4	531,88	13,48

Fonte: a autora (2021).

Tabela 2 - Força de arrancamento da amostra de referência.

	Posição: Meio (N)			Média (N)
		9,4	9,2	9,2	9,3
Amostra de referência	Posição: Lado (N)			Média (N)
		12,4	13,2	12,2	12,6

Fonte: a autora (2021).

5.2 Caracterização dimensional das amostras

A largura medida para o gabinete do refrigerador usado nos testes, tanto de arrancamento quanto sensorial de usabilidade, é de 587,12 mm.

A Tabela 3 mostra as medições das nervuras para as 6 amostras utilizadas no teste de arrancamento. A proposta 1 obteve uma média de 5,28 mm de altura para a nervura. A proposta 2 obteve uma nervura com altura média de 6,64 mm. A proposta 3 obteve uma nervura de altura média em 10,78 mm. Considerou-se irrelevante a

altura das nervuras das amostras da proposta 2 preparadas exclusivamente para o teste sensorial de usabilidade.

Tabela 3 - Alturas das nervuras das amostras.

Amostra	Proposta 1 (mm) (baseline)	Proposta 2 (mm)	Proposta 3 (mm)
1	5,13	7,07	11,02
2	5,25	6,21	10,29
3	5,45	6,68	10,77
4	5,25	6,53	11,28
5	5,25	6,63	10,36
6	5,45	6,7	10,97
Média	5,28	6,64	10,78

Fonte: a autora (2021).

A Tabela 4 mostra as medições dos comprimentos para cada uma das 10 amostras utilizadas nos testes de arrancamento e sensorial de usabilidade.

Tabela 4 – Medições dos comprimentos das amostras

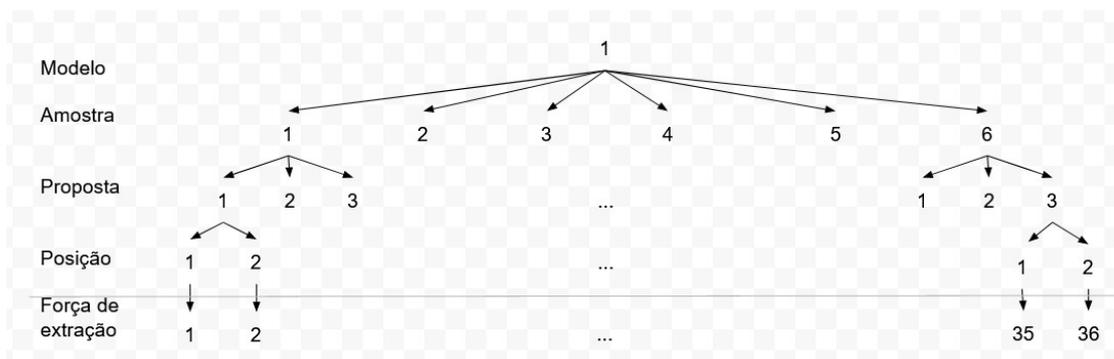
Amostra	Pino a pino (mm)	Batente a batente (mm)	Interferência (mm)
1	606,61	583,33	23,28
2	605,5	582,44	23,06
3	607,55	584,08	23,47
4	606,07	582,89	23,18
5	606,9	583,67	23,23
6	606,5	583,25	23,25
7	606,26	582,98	23,28
8	605,68	582,6	23,08
9	605,71	582,62	23,09
10	607,06	583,79	23,27

Fonte: a autora (2021).

5.3 Teste de arrancamento

A Figura 23 mostra a árvore de teste empregada nos testes de arrancamento.

Figura 23 - Árvore de teste, arrancamento.



Fonte: a autora (2021).

5.3.1 Resultados da proposta 1

A Tabela 5 mostra os resultados de força de arrancamento para a posição meio e sua média.

Tabela 5 - Força de arrancamento, meio, proposta 1.

Amostra	Posição: meio (N)			Média (N)
1	7,8	7,8	8	7,9
2	8,6	8,2	7,8	8,2
3	10,4	10,6	10	10,3
4	8,4	8,6	8,2	8,4
5	8,2	8,6	8,4	8,4
6	8	8	8,2	8,1

Fonte: a autora (2021).

A Tabela 6 mostra os resultados da força de arrancamento para a posição lado e sua média.

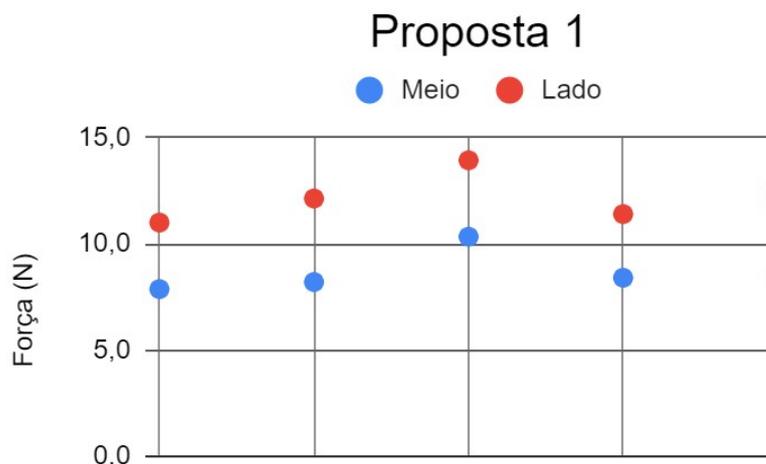
Tabela 6 - Força de arrancamento, lado, proposta 1.

Amostra	Posição: Lado (N)			Média (N)
1	10,6	11,2	11,2	11,0
2	12	11,8	12,6	12,1
3	13,8	12,6	15,4	13,9
4	11,2	11,6	11,4	11,4
5	12,4	12,6	12	12,3
6	12,6	13	12,6	12,7

Fonte: a autora (2021).

A Figura 24 mostra um gráfico comparativo entre as médias das forças de arrancamento do lado e do meio. É uma diferença sutil entre as posições, mas mostra uma maior vulnerabilidade quando se tem uma interação incorreta no meio da peça.

Figura 24 - Comparação das médias, proposta 1.



Fonte: a autora (2021).

5.3.2 Resultados da proposta 2

A Tabela 7 apresenta os resultados da força de arrancamento para a posição meio e sua média.

Tabela 7 - Força de arrancamento, meio, proposta 2.

Amostra	Posição: meio (N)			Média (N)
1	11,6	13,2	13,8	12,9
2	9,8	9,8	10	9,9
3	13,8	12,4	13,8	13,3
4	12,4	13,6	13,4	13,1
5	10,6	11,6	11,2	11,1
6	10,2	10,8	10,8	10,6

Fonte: a autora (2021).

A Tabela 8 apresenta os resultados da força de arrancamento para a posição lado e sua média.

Tabela 8 - Força de arrancamento, lado, proposta 2.

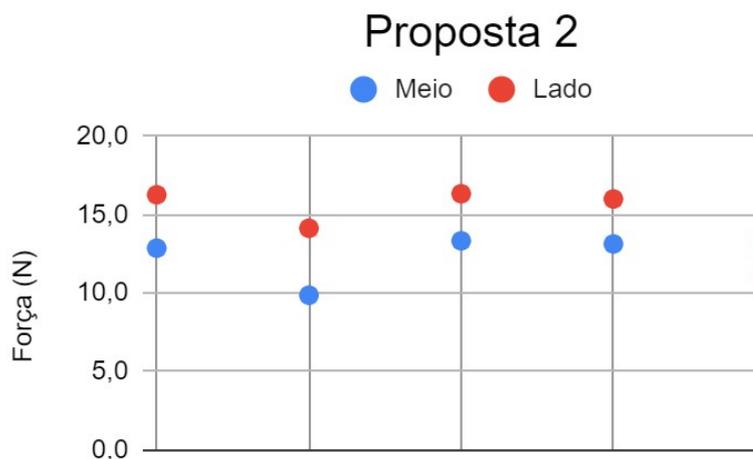
Amostra	Posição: lado (N)			Média (N)
1	17,2	16,4	15,2	16,3
2	14,4	12,4	15,6	14,1
3	17,4	14,6	17	16,3
4	15,8	16,4	15,8	16,0
5	12	14,6	13	13,2
6	12,8	15,4	15	14,4

Fonte: a autora (2021).

Ao observar os dados de força, juntamente com a

Figura 25, que mostra um gráfico comparativo entre as médias das forças do lado e do meio, é possível perceber uma diferença menor da força de arrancamento entre as posições determinadas, quando comparado com a proposta 1.

Figura 25 - Comparação das médias, proposta 2.



Fonte: a autora (2021).

5.3.3 Resultados da proposta 3

A Tabela 9 apresenta os resultados da força de arrancamento para a posição meio e sua média.

Tabela 9 - Força de arrancamento, meio, proposta 3.

Amostra	Posição: meio (N)			Média (N)
1	19,8	19,4	17,2	18,8
2	16,4	19,0	16,0	17,1
3	21,4	19,0	18,0	19,5
4	16,0	17,6	16,4	16,7
5	16,4	16,4	16,0	16,3
6	16,2	15,2	15,8	15,7

Fonte: a autora (2021).

A Tabela 10 apresenta os resultados da força de arrancamento para a posição lado e sua média.

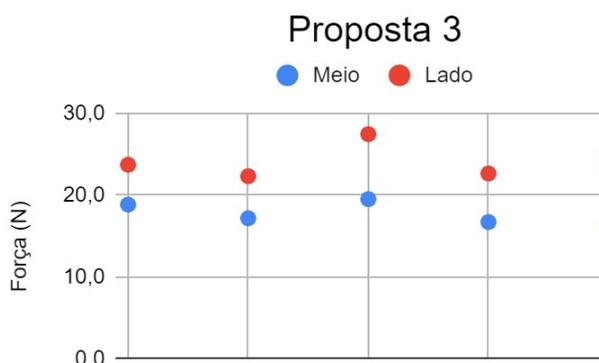
Tabela 10 - Força de arrancamento, lado, proposta 3.

Amostra	Posição: lado (N)			Média (N)
1	27,6	23	20,4	23,7
2	24,4	22	20,4	22,3
3	26,8	26,2	29,2	27,4
4	22,6	25,4	19,8	22,6
5	21,2	26,2	27,4	24,9
6	24,4	23,2	25,8	24,5

Fonte: a autora (2021).

A Figura 26 mostra um gráfico comparativo entre as médias das forças do lado e do meio. Pode-se observar que a maior vulnerabilidade é com a abertura incorreta feita pela posição no meio da peça.

Figura 26 - Comparação das médias, proposta 3.



Fonte: a autora (2021).

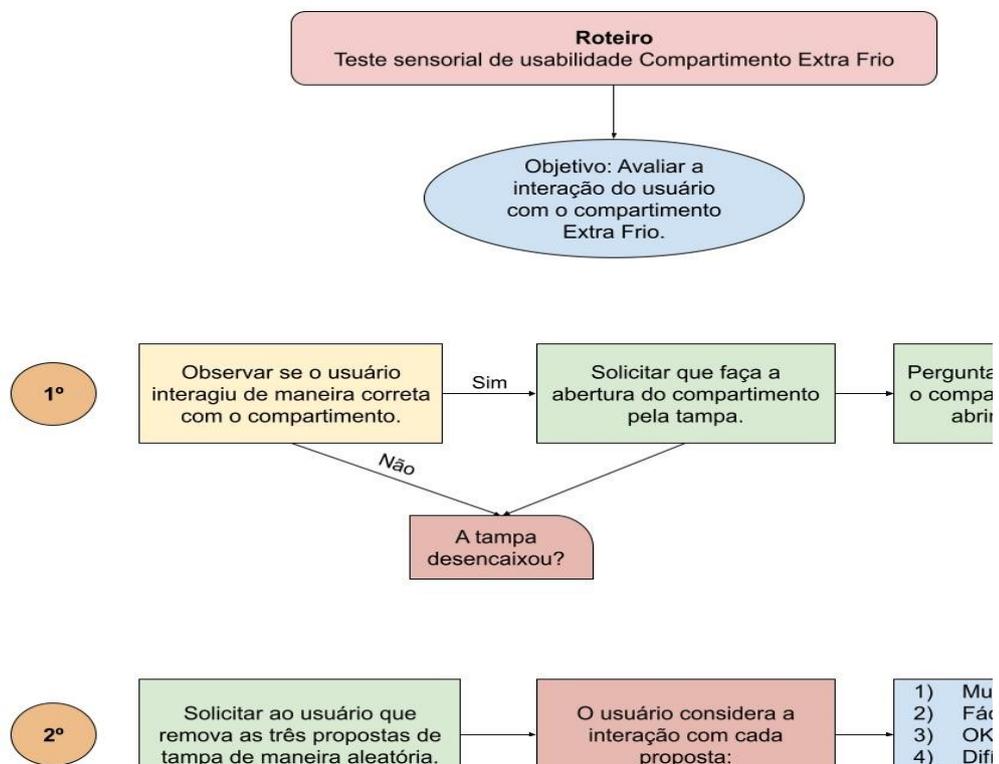
5.4 TESTE SENSORIAL DE USABILIDADE

A

Figura 27 mostra o roteiro do teste sensorial, que consiste em dois passos:

- Observação da interação do usuário com a proposta 1 (*baseline*);
- Interação do usuário com as 3 propostas e aplicação do questionário.

Figura 27 - Roteiro do teste sensorial de usabilidade.



Fonte: a autora (2021).

A Tabela 11 mostra os resultados do teste sensorial de usabilidade durante a interação do usuário com o Compartimento Extra Frio.

Tabela 11 - Resultado da interação do usuário.

Usuário	Análise de usabilidade		
	Interação correta?	A tampa caiu?	Usaria dessa maneira no dia a dia?
1	Não	Não	Sim
2	Sim	Não	Não
3	Sim	Não	Não
4	Sim	Não	Não
5	Sim	Não	Não
6	Não	Não	Sim

Fonte: a autora (2021).

A Tabela 12 apresenta a ordem das propostas e as amostras utilizadas durante a execução do teste.

Tabela 12 - Ordem das propostas e amostras utilizadas.

Ordem de teste		
1º	2º	3º
10	7	2
10	2	7
9	10	5
9	5	10
6	10	8
6	8	10
Onde:		
Baseline	6mm	10mm

Fonte: a autora (2021).

A Figura 28 mostra o questionário que foi apresentado aos participantes, o questionário foi respondido amostra por amostra e questionou-se os participantes de gostariam de responder novamente o questionário após a interação com as 3 propostas.

Figura 28 – Questionário apresentado aos participantes

Você considera a remoção dessa peça:

- 1 - muito fácil
- 2 - Fácil
- 3 - OK
- 4 - Difícil
- 5 - muito difícil

Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3

Baseando-se na força de remoção desse item, você considera que seria possível remover acidentalmente da peça no dia a dia? Sim ou não?

Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3

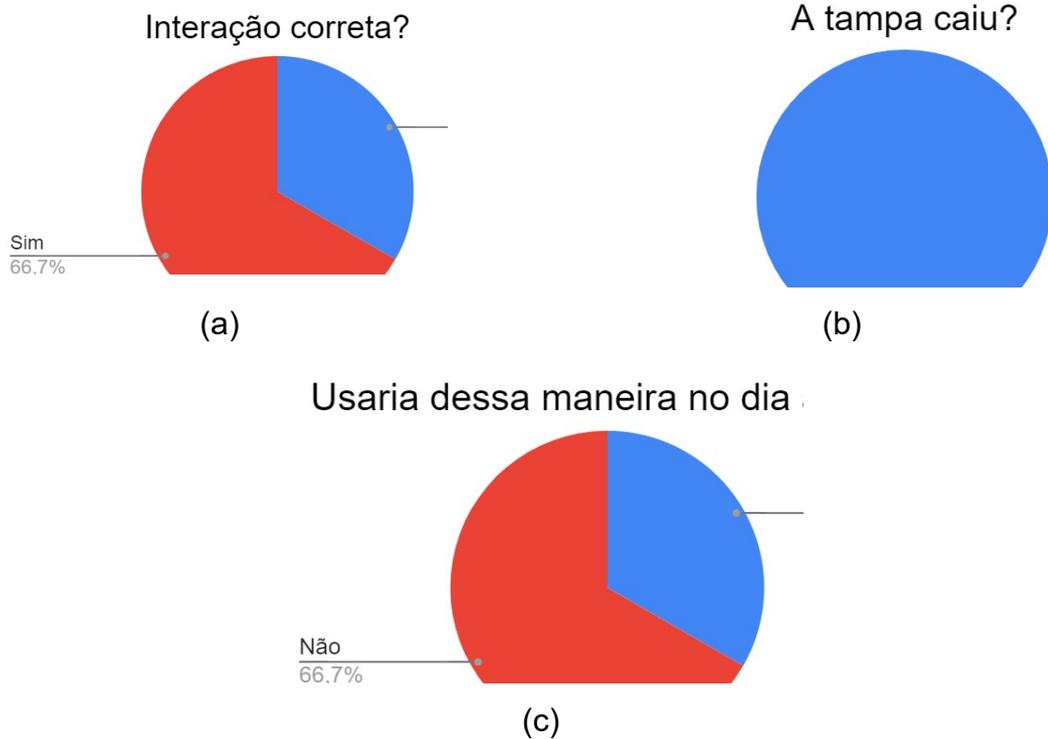
Fonte: a autora (2021).

Considerando as respostas ao questionário, que podem ser encontradas nos Anexos, é possível observar que a maioria dos usuários não perceberam de maneira sensível as diferentes propostas, onde apenas o usuário 1 quis responder o questionário após a avaliação de todas as amostras, os demais mantiveram a mesma resposta.

Com essa análise sensorial de usabilidade, pode-se entender que poucos usuários perceberam a diferença entre as propostas, que é clara nas análises de força de arrancamento.

Para melhor compressão das observações da análise de usabilidade, a Figura 29 (a) mostra que 66,7% dos participantes interagiram de maneira correta com o compartimento ao ser apresentado para o mesmo, na Figura 29 (b) a tampa não caiu em nenhuma primeira interação e na Figura 29 (c) 33,3% dos participantes utilizaria a maneira incorreta para abrir o compartimento durante o dia a dia, e como esperado, são os mesmos participantes que interagiram de maneira incorreta com o compartimento.

Figura 29 - Análise de usabilidade.



Fonte: a autora (2021).

5.5 Discussão dos resultados

Com a percepção sensorial de usabilidade dos participantes, foi possível concluir que a maioria (66,7%) interagiu de maneira correta com o compartimento no primeiro uso e não usariam da maneira incorreta.

Em nenhuma das primeiras interações a tampa *baseline* caiu, sendo possível compreender que a possibilidade de a tampa cair durante a interação do usuário é muito baixa.

As respostas do teste sensorial de usabilidade dependem do julgamento humano e concluindo que os participantes não perceberam de maneira sensível a diferença das propostas, logo a proposta 1 é a que melhor atende o teste.

Além da conclusão do teste sensorial de usabilidade, é necessário incluir o resultado do teste de força de arrancamento para decidir qual a melhor proposta, e para isso é necessário levar em consideração alguns parâmetros:

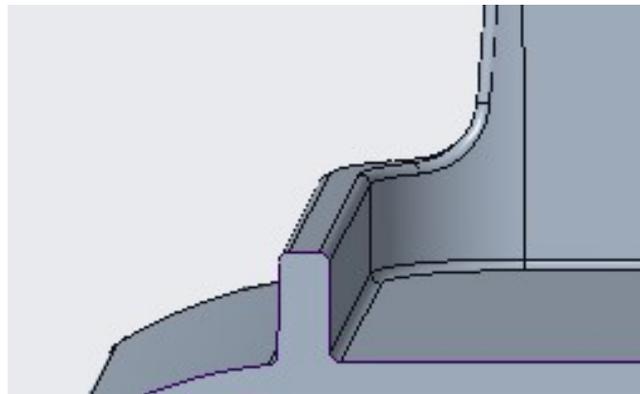
- Força de arrancamento;
- Custo;
- Estética.

A partir das análises realizadas com os parâmetros citados, ficou notório que a proposta 1, Figura 30, é a melhor escolha em termos de estética por ser uma peça *baseline*.

É satisfatória em termos de força de arrancamento, quando comparado com a amostra de referência, a força analisada no meio é 6,80% menor e no lado é apenas 2,74% menor.

Quando se trata de custo é a melhor opção, visto que não há a necessidade de alteração de molde e nem aumento de material, o que causaria um aumento do custo por peça.

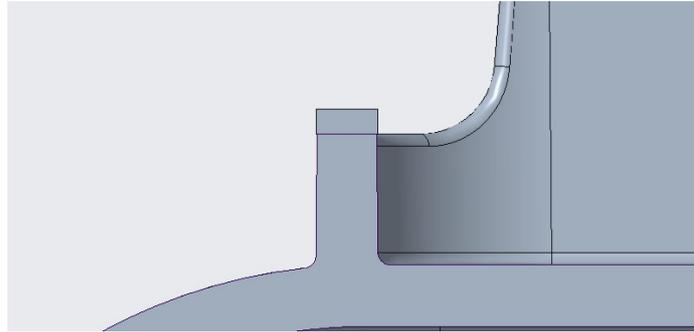
Figura 30 - Detalhe da nervura da proposta 1.



Fonte: a autora (2021).

A proposta 2, Figura 31, tem um aumento de 1 mm na nervura, não afetando esteticamente a peça, mantendo a mesma impressão da peça *baseline*. Em razão da força de arrancamento, o resultado dos testes é satisfatório tendo um acréscimo de força de 38,43% no meio e de 22,90% no lado, mas não é expressivo para justificar uma alteração de molde, que se pode estimar em R\$40.000,00, além do aumento de material utilizado para a fabricação da peça, elevando o custo por peça.

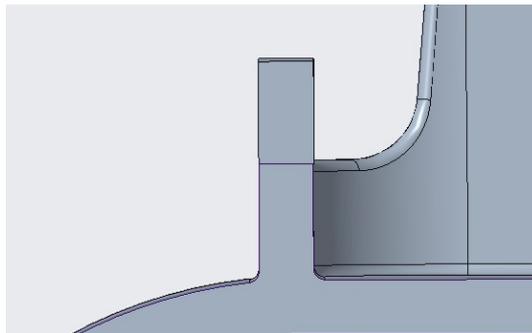
Figura 31 - Detalhe da nervura da proposta 2.



Fonte: a autora (2021).

A proposta 3, Figura 32, é a mais robusta em relação a força de arrancamento, em relação a proposta 1 houve o aumento da força de 103,16% no meio e de 97,82% no lado. Em termos de estética, não é a melhor opção, afinal a tampa do compartimento Extra Frio é uma das peças que fica na parte superior do compartimento do refrigerador, e é facilmente percebido pelo consumidor que a nervura não é compatível com a estética das demais peças e é importante que sejam esteticamente similares. Além do aspecto visual, há também o custo para alterar o molde e o aumento de material, que torna a peça mais cara.

Figura 32 - Detalhe da nervura da proposta 3.



Fonte: a autora (2021).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi feita a elaboração de diferentes propostas para a tampa do compartimento extra frio de um refrigerador de uso doméstico. As propostas foram avaliadas por meio de teste de arrancamento e sensorial com o objetivo de comparar as diferentes propostas para a tampa do compartimento Extra Frio de um refrigerador considerando a interação do usuário. Três propostas de tampa foram analisadas e abaixo seguem conclusões do estudo:

1. Considerando os dois testes realizados durante este estudo, pode-se perceber que, apesar de os dados do teste de arrancamento mostrarem uma efetividade clara do aumento da nervura, a maioria dos consumidores perceberiam essa alteração de maneira significativa e de forma que justifique um investimento em alteração de molde e aumento de material para realizar as alterações.

2. A proposta 1 é satisfatória em termos de estética, força e por ser *baseline* não há a necessidade de investir em alteração de molde e nem aumento de material, sendo a melhor opção para custo.

3. A proposta 2 também é satisfatória em relação a força de arrancamento e a estética, porém há um custo para alterar a geometria da peça e há um aumento de material.

4. A proposta 3 é a mais robusta em relação a força de arrancamento, entretanto não é a melhor escolha por estética e, além da alteração do molde, há um aumento maior de material utilizado do que a proposta 2.

REFERÊNCIAS

AMARAL, D. C.; ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; TOLEDO, J.C. D. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência Para Melhoria do Processo**, 1ª edição. São Paulo: Editora Saraiva, 2006. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502111868/>. Acesso em: 23 set. 2021.

AZ Quotes. Hedy Lamarr. Disponível em: <https://www.azquotes.com/author/8420-Hedy_Lamarr>. Acesso em: 18 de setembro de 2021.

BACK, N.; Ogliari, A.; Dias, A.; Silva, J.C. D. **Projeto Integrado de Produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem**. São Paulo: Editora Manole, 2008.

JR., W.P. C. **Introdução ao projeto de produtos**. Porto Alegre: Grupo A, 2014. 9788582602409. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582602409/>. Acesso em: 22 julho de 2021.

DE, T.J.C.; AIRES, B.M.Á.; COSER, M.R.; HENRIQU, M.G. **Qualidade - Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2012. 978-85-216-2195-9. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2195-9/>. Acesso em: 12 Jul 2021.

Dicionário Financeiro. **Diagrama de Ishikawa** <<https://www.dicionariofinanceiro.com/diagrama-de-ishikawa/>>. Acesso em 03 de agosto de 2021.

GRAHAM, G. **Análise de Dados Qualitativos**. Porto Alegre: Grupo A, 2011

LIXANDRÃO, F.P. H. *et al.* **Metrologia**. Editora SAGAH EDUCAÇÃO S.A., 2018.

NET ELETRICA. **Braçadeiras de Nylon**. <<https://www.neteletrica.com.br/produto/abracadeira-de-nylon-48x200mm-com-100-un-branca-force-line/47829>>. Acesso em 16 de junho de 2021.

LOBO, RENATO N. **Gestão da Qualidade**. Editora Saraiva, 2010.

P., C.J. W. **Introdução ao projeto de produtos**. [Digite o Local da Editora]: Grupo A, 2014. 9788582602409. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582602409/>. Acesso em: 25 Jul 2021.

ZARA LAB. **Tetrahidrofurano**. <<https://www.zaralab.com.br/produtos/tetrahidrofurano>>. Acesso em 16 de junho de 2021.

ANEXOS

Abaixo as respostas dos usuários para o questionário elaborado.

Você considera a remoção dessa peça: Usuário 1 (1)

- 1 - Muito fácil
- 2 - Fácil
- 3 - OK
- 4 - Difícil
- 5 - Muito difícil

Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
1	1	1

Baseando-se na força de remoção desse item, você considera que seria possível remover acidentalmente da peça no dia a dia? Sim ou não?

Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
sim	sim	não

Você considera a remoção dessa peça: Usuário 1 (2)

- 1 - muito fácil
- 2 - Fácil
- 3 - OK
- 4 - Difícil
- 5 - muito difícil

Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
1	1	2

Baseando-se na força de remoção desse item, você considera que seria possível remover acidentalmente da peça no dia a dia? Sim ou não?

Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
sim	sim	não

Você considera a remoção dessa peça: Usuário 2 (=)

- 1 - Muito fácil
- 2 - Fácil
- 3 - OK
- 4 - Difícil
- 5 - Muito difícil

Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
2	2	4

Baseando-se na força de remoção desse item, você considera que seria possível remover acidentalmente da peça no dia a dia? Sim ou não?

Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
sim	sim	não

Você considera a remoção dessa peça: Usuário 3 (=)

- 1 - muito fácil
- 2 - Fácil
- 3 - OK
- 4 - Difícil
- 5 - muito difícil

Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
1	3	4

Baseando-se na força de remoção desse item, você considera que seria possível remover acidentalmente da peça no dia a dia? Sim ou não?

Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
sim	não	não

Você considera a remoção dessa peça: Usuário 4 (=)

- 1 - Muito fácil
- 2 - Fácil
- 3 - OK
- 4 - Difícil
- 5 - Muito difícil

Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
2	3	2

Baseando-se na força de remoção desse item, você considera que seria possível remover acidentalmente da peça no dia a dia? Sim ou não?

Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
não	não	não

Você considera a remoção dessa peça: Usuário 5 (=)

- 1 - Muito fácil
- 2 - Fácil
- 3 - OK
- 4 - Difícil
- 5 - Muito difícil

Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
2	2	2

Baseando-se na força de remoção desse item, você considera que seria possível remover acidentalmente da peça no dia a dia? Sim ou não?

Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
sim <input type="checkbox"/>	sim	sim

Você considera a remoção dessa peça: Usuário 6 (=)

- 1 - muito fácil
- 2 - Fácil
- 3 - OK
- 4 - Difícil
- 5 - muito difícil

Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
1	1	1

Baseando-se na força de remoção desse item, você considera que seria possível remover acidentalmente da peça no dia a dia? Sim ou não?

Amostra 1 <input type="checkbox"/>	Amostra 2	Amostra 3
sim	sim	sim