

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

DIEGO RODRIGUES CORRÊA

GUSTAVO MASCHI

**DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE DISPOSITIVO PARA AUXILIAR NO
DESACOPLAMENTO DO CINTO DE SEGURANÇA DE VEÍCULOS
AUTOMOTIVOS**

CURITIBA

2022

DIEGO RODRIGUES CORRÊA

GUSTAVO MASCHI

**DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE DISPOSITIVO PARA AUXILIAR NO
DESACOPLAMENTO DO CINTO DE SEGURANÇA DE VEÍCULOS
AUTOMOTIVOS**

**Development of a device prototype to assist in uncoupling the seat belt of
automotive vehicles**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Carlos Cziulik, Ph.D.

CURITIBA

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

DIEGO RODRIGUES CORRÊA
GUSTAVO MASCHI

**DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE DISPOSITIVO PARA AUXILIAR NO
DESACOPLAMENTO DO CINTO DE SEGURANÇA DE VEÍCULOS
AUTOMOTIVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Mecânica da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Data de aprovação: 16/maio/2022

Carlos Cziulik, Ph.D.
Doutor em Engenharia Mecânica
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Tiago Rodrigues Weller
Doutor em Engenharia Mecânica
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

José Aguiomar Foggiatto
Doutor em Engenharia Mecânica
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

CURITIBA

2022

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter nos concedido vida, saúde e as oportunidades que nos permitiram chegar até aqui.

Às nossas famílias, das quais nunca faltaram apoio e orientação. Aos professores, colegas e amigos que contribuíram de alguma forma durante nossa jornada, seja com seu conhecimento ou suporte.

Ao Prof. Carlos Cziulik, Ph.D. pela valiosa orientação e suporte ao longo do desenvolvimento do projeto.

E, por fim, a todos que de alguma forma contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

RESUMO

O cenário demográfico atual da população mundial é marcado pelo acelerado envelhecimento da população, o que torna mandatória a geração de estratégias que assegurem maior qualidade de vida, autonomia e independência a essa população, grupo mais propenso a certas doenças, como a artrite. Os principais sintomas da artrite provocam dificuldades na realização de diversas atividades comuns do dia a dia. Outro aspecto que merece destaque é que cada vez mais as pessoas estão em busca de autonomia para realizar suas atividades. Um dos mecanismos para a efetivação dessa autonomia se dá através da mobilidade em veículos, que devem ser conduzidos de forma segura. Uma das dificuldades para a condução segura por parte dos portadores de artrite é o acoplamento e desacoplamento do cinto de segurança. Muitos têm dificuldades, demorando para realizar esses processos ou até mesmo deixando de fazê-los. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho é o desenvolvimento completo de um protótipo que auxilia o dia a dia dos portadores de artrite que utilizam veículos automotivos. Para tanto, foi empregada a metodologia de projeto proposta por Pahl et al. (2005), onde implementou-se a fase do projeto informacional, contemplando o levantamento dos dados necessários para o projeto. Com esses dados, elaborou-se o documento de especificações do projeto que estabelece os objetivos e metas a serem atingidos durante o desenvolvimento do produto. Com isso, a concepção do produto foi obtida através da elaboração do projeto conceitual, permitindo que fosse produzida a versão inicial de uma potencial solução. Durante a realização dos testes com esse protótipo inicial, verificou-se a necessidade de se realizar modificações no projeto. Uma vez implementadas alterações, realizou-se um novo conjunto de testes e ao final obteve-se um protótipo que atendeu completamente aos requisitos de projeto estabelecidos anteriormente.

Palavras-chave: Artrite. Autonomia. Qualidade de vida. Cinto de segurança automotivo.

ABSTRACT

The world demographic scenario is marked by the current ageing of the population, which demands a better quality of life, autonomy and independency. On the other hand people in this group of population are more susceptible to diseases such as arthritis. Someone with arthritis presents many difficulties in performing several common daily activities. Another aspect that deserves to be highlighted is that more and more people are looking for autonomy to carry out their activities. One of the mechanisms for ensuring autonomy and mobility for someone is to drive cars in a safe way. People with arthritis can present many difficulties in coupling and decoupling a seat belt when driving a car. Usually, the procedure for them can take time and some even can refrain from using the seat belt, which can compromise their safety. In this way, this work aims at developing the design and prototype of a device that helps people with arthritis to drive automotive vehicles, respecting the safety procedures regarding the seat belt fastening. For this purpose, the design methodology proposed by Pahl et al. (2005), where the informational project was implemented, contemplating the collection of data for the project. With these data, the project specification document was elaborated, which establishes the objectives and goals to be achieved during the product development. With this, the conceptual and embodiment desing of a potential solution was deployed. A first prototype version was produced employing 3D printing resources. When conducting preliminary tests, the team realized the need for modifications in the concept. The model was refined and a new set of dimensioning was implemented. A new set of tests were carried out with people with arthritis. The obtained results were promising and fulfilled the main objectives stated.

Keywords: Arthritis. Autonomy. Quality of life. Automotive seat belt.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Comentários dos usuários a respeito dos dispositivos A, B e C.	18
Figura 2 - Citação do cinto de três pontos e suas dificuldades, nos comentários.	19
Figura 3 - Crescimento da população mundial - 1950 - 2100.....	24
Figura 4 - Pirâmide etária mundial - 1950	25
Figura 5 - Pirâmide etária mundial – 2020	26
Figura 6 - Pirâmide etária mundial – 2100	27
Figura 7 - Taxa de fecundidade total no Brasil e no mundo: 1950 - 2100.....	28
Figura 8 - Taxa bruta de natalidade no Brasil: 2010 - 2060.....	29
Figura 9 - Expectativa de vida ao nascer: 2010 - 2060	29
Figura 10 - Evolução dos grupos etários 2010 - 2060.....	30
Figura 11 - Crescimento da população brasileira: 1950 - 2100	30
Figura 12 - Pirâmide etária brasileira - 1950	31
Figura 13 - Pirâmide etária brasileira - 2020	32
Figura 14 - Pirâmide etária brasileira - 2100	33
Figura 15 - Mãos com artrite	40
Figura 16 - Cinto de segurança de três pontos	47
Figura 17 - Fecho do cinto de segurança com destaque para a tecla.....	48
Figura 18 - Posição correta do motorista no assento automotivo.....	50
Figura 19 - Forma incorreta de posicionar o cadoço do cinto	50
Figura 20 - Forma correta de posicionar o cadoço do cinto	51
Figura 21 - Acoplamento da fivela com o fecho do cinto	51
Figura 22 - Posição correta do cadoço do cinto de segurança	52
Figura 23 - Desacoplamento do cinto de segurança	52
Figura 24 - Cinto de segurança sendo recolhido incorretamente	53
Figura 25 - Função Global.....	62

Figura 26 - Estrutura funcional	63
Figura 27 - Descritivo da concepção 1	65
Figura 28 - Descritivo da concepção 2	66
Figura 29 - Descritivo da concepção 3	67
Figura 30 - Descritivo da concepção 4	68
Figura 31 - Descritivo da concepção 5	69
Figura 32 - Descritivo da concepção 6	70
Figura 33 - Descritivo da concepção 7	71
Figura 34 - Descritivo da concepção 8	72
Figura 35 - Descritivo da concepção 9	73
Figura 36 - Descritivo da concepção 10	74
Figura 37 - Descritivo da concepção 11	75
Figura 38 - Matriz de avaliação relativa das soluções elaboradas	76
Figura 39 - Concepção selecionada com refino de projeto	77
Figura 40 - Vista frontal do fecho	79
Figura 41 - Vista superior do fecho com destaque para a tecla	79
Figura 42 - Escala de Tensão Von Mises para visualização 100x	82
Figura 43 - Escala de deslocamento para visualização 100x	82
Figura 44 - Escala de deformação para visualização 100x	83
Figura 45 - Comparação entre componentes modelados e prototipados	86
Figura 46 - Testes funcionais preliminares	87
Figura 47 - Vista superior do dispositivo preliminar posicionado no fecho	88
Figura 48 - Estrutura do protótipo refinado	89
Figura 49 - Vistas da estrutura do protótipo refinado	90
Figura 50 - Testes funcionais protótipo refinado	91
Figura 51 - Dispositivo para medição da força de desacoplamento	92

Figura 52 - Força de desacoplamento no cenário tradicional.....	93
Figura 53 - Força de desacoplamento com a utilização do protótipo	94
Figura 54 - Teste com portador de artrite 1	95
Figura 55 - Teste com portador de artrite 2	95
Figura 56 - Validação dos requisitos de projeto.....	96
Figura 57 - Histograma de faixa etária dos participantes do questionário	107
Figura 58 - Histograma do sexo dos participantes do questionário.....	107
Figura 59 - Frequência do uso de veículos dos participantes do questionário	108
Figura 60 - Assentos mais utilizados dos participantes do questionário.....	108
Figura 61 - Caracterização da dificuldade de desacoplamento do cinto de segurança	109
Figura 62 - Caracterização do método atual utilizado para desacoplar o cinto	109
Figura 63 - Caracterização do método utilizado para o desacoplamento quando se está com dificuldade	110
Figura 64 - Caracterização do incômodo no desacoplamento do cinto de segurança	110
Figura 65 - Caracterização da dificuldade para desacoplar o cinto de segurança por tipo de assento.....	111
Figura 66 - Pesquisa sobre a crença no produto proposto.....	111
Figura 67 - Sugestões apresentadas com relação ao produto	112

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Custos do protótipo final.....	132
---	-----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dados de venda de três dispositivos para auxílio no desacoplamento do cinto de segurança infantil.....	18
Quadro 2 - Índice de independência nas Atividades Básicas de Vida Diária de Katz	38
Quadro 3 - Questionário de Lawton e Brody	39
Quadro 4 - Comparação do processo de acoplamento/desacoplamento entre usuários com e sem artrite	54
Quadro 5 - Benchmarking de dispositivos de desacoplamento do cinto de segurança	55
Quadro 6 - Necessidades do cliente para utilização do dispositivo	59
Quadro 7 - Requisitos da qualidade do dispositivo	60
Quadro 8 - Especificações do projeto	61
Quadro 9 - Mapa de sub-funções.....	64
Quadro 10 - Restrições dimensionais de projeto.....	78
Quadro 11 - Parâmetros de impressão.....	81

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

ABRAMET – Associação Brasileira de Medicina no Trânsito

ABVD – Atividades Básicas da Vida Diária

AIVD – Atividades Instrumentais da Vida Diária

AVD – Atividades da Vida Diária

CNH – Carteira Nacional de Habilitação

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito

CTB – Código de Trânsito Brasileiro

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LEA – Levantamento do estado da arte

LNC – Levantamento das necessidades do cliente

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

OPAS – Organização Pan-Americana de Saúde

PIA – População em Idade Ativa

PNSPI – Política Nacional de Saúde da Pessoa Idosa

PPP – Proposta do Projeto de Pesquisa

RENAINF – Registro Nacional de Infrações de Trânsito

RP – Requisitos do projeto

SBR – Sociedade Brasileira de Reumatologia

SMR – Sociedade Mineira de Reumatologia

SNT – Sistema Nacional de Trânsito

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Apresentação do Tema	14
1.2	Apresentação da Oportunidade	14
1.2.1	Implicações da Artrite	14
1.2.2	Necessidade de Locomoção	15
1.2.3	O Cinto de Segurança Automotivo	16
1.2.4	A Oportunidade	17
1.3	Objetivos	20
1.3.1	Objetivo Geral	20
1.3.2	Objetivos Específicos	20
1.4	Justificativa	20
1.5	Abordagem Metodológica	20
1.6	Estrutura do Trabalho	21
2	IDOSOS E SUA INDEPENDÊNCIA	23
2.1	Pirâmide Etária	23
2.1.1	Pirâmide Etária Mundial	23
2.1.2	Pirâmide Etária Brasileira	27
2.2	Idosos	33
2.2.1	Tarefas Cotidianas	35
2.2.2	Limitações em Idosos	37
2.2.3	Limitações Funcionais	37
2.2.4	Limitações Físicas	39
2.2.4.1	<u>Doenças Reumáticas e a Artrite</u>	<u>40</u>
2.3	O Ato de Conduzir Veículos Motorizados	41
2.3.1	Normas e Regulamentos	42
2.3.2	Condução de Veículos por Idosos	43
2.3.3	Por que o Cinto de Segurança?	44
2.4	Especificações do Cinto de Segurança	45
2.4.1	O Cinto de Segurança e seus Componentes	46
2.4.2	Requisitos do Cinto de Segurança	47
2.5	O Processo Atual de Acoplamento e Desacoplamento do Cinto de Segurança	49
2.5.1	Funcionamento do Sistema	49
2.5.2	Comparação Entre Públicos Com e Sem Artrite	53

2.6 Benchmarking.....	54
2.6.1 Análise do Benchmarking	55
2.7 Busca de Patentes.....	56
2.8 Caracterização da Oportunidade	57
3 PROJETO INFORMACIONAL	58
3.1 Levantamento das Necessidades do Cliente	58
3.1.1 Técnica para Obtenção das Informações	58
3.1.2 Necessidades do Cliente	59
3.2 Requisitos da Qualidade.....	59
3.3 Casa da Qualidade.....	60
3.4 Especificações do Projeto	60
4 PROJETO CONCEITUAL	62
4.1 Função Global.....	62
4.2 Estrutura Funcional.....	62
4.3 Método para Geração das Concepções.....	63
4.4 Geração das Concepções.....	63
4.4.1 Concepção 1.....	64
4.4.2 Concepção 2.....	65
4.4.3 Concepção 3.....	66
4.4.4 Concepção 4.....	67
4.4.5 Concepção 5.....	68
4.4.6 Concepção 6.....	69
4.4.7 Concepção 7.....	70
4.4.8 Concepção 8.....	71
4.4.9 Concepção 9.....	72
4.4.10 Concepção 10.....	73
4.4.11 Concepção 11.....	74
4.5 Seleção da Concepção.....	75
4.6 Refinamento da Solução Seleccionada	76
4.6.1 Considerações Sobre a Solução Seleccionada.....	77
5 PROJETO PRELIMINAR E DETALHADO.....	78
5.1 Restrições de Projeto.....	78
5.2 Premissas de Projeto	79
5.3 Concepção Dimensionada.....	79
5.3.1 Estrutura do Dispositivo	80
5.3.1.1 <u>Simulação da Estrutura.....</u>	<u>81</u>

5.3.2	Alavanca de Acionamento	83
5.3.3	Eixo de Rotação da Alavanca.....	84
5.4	Desenhos do Protótipo	84
6	CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO E TESTES PRELIMINARES	85
6.1	Estratégias de Confeção.....	85
6.2	Comparativo Entre Modelo e Confeções.....	85
6.3	Testes Preliminares.....	86
6.4	Protótipo Refinado	89
6.5	Testes com o Protótipo Refinado.....	90
6.5.1	Teste Comparativo da Força de Desacoplamento.....	92
6.5.2	Teste com Portadores de Artrite.....	94
6.6	Validação dos Requisitos de Projeto.....	96
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	97
7.1	Conclusões	97
7.2	Recomendações para Trabalhos Futuros	98
	REFERÊNCIAS.....	99
	APÊNDICE A - Questionário	104
	APÊNDICE B – Resultados do Questionário.....	106
	APÊNDICE C – Dimensionamento da Estrutura do Dispositivo.....	113
	APÊNDICE D – Dimensionamento da Alavanca do Dispositivo.....	115
	APÊNDICE E – Desenhos do Protótipo Preliminar.....	118
	APÊNDICE F – Desenhos do Protótipo Refinado	123
	APÊNDICE G – Questionário dos Testes com Portadores de Artrite	129
	APÊNDICE H – Custos do Protótipo Final.....	131

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do Tema

O rápido envelhecimento populacional no Brasil ocorre, principalmente, pela diminuição da taxa de natalidade e pelo aumento da expectativa de vida. O país apresentou, entre os anos de 2010 e 2020, um crescimento de 44,7% de sua população idosa (IBGE, 2018) e projeta um aumento de 143,3% entre os anos de 2020 e 2060 (IBGE, 2018). À medida que o envelhecimento da população cresce, aumentam as incidências de doenças que prevalecem nos idosos, como a artrite (NAKADA, 2019).

Na literatura médica, encontram-se diversos estudos sobre os impactos que os problemas nas articulações causam nas pessoas idosas (TORRES, 2018). Atividades rotineiras que necessitam de um esforço mínimo nas articulações das mãos, por exemplo, são afetadas de modo que o portador da doença não consiga realizá-la de maneira independente. Nesse sentido, esses impactos também alcançam o cuidador do portador, ao menos do ponto de vista emocional (NAGAYOSHI et al., 2017).

Dentre as necessidades básicas de uma pessoa idosa, estão as de locomoção. Ir a uma consulta médica, ao trabalho, na farmácia ou qualquer destino dentro de sua cidade se torna uma atividade incômoda para um portador de artrite. Seja utilizando seu próprio veículo ou através de algum serviço de locomoção privado, o idoso necessita, por exemplo, utilizar de sua mão para acoplar e desacoplar o cinto de segurança do veículo.

Idosos portadores de artrite nas mãos eventualmente podem ter dificuldades para efetuar essa atividade relativamente simples, comprometendo sua autonomia, que é um dos principais pilares do envelhecimento saudável (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006a). Tendo em vista a projeção do crescente número de idosos no Brasil, bem como suas implicações e necessidades, existe um grupo extenso de pessoas que pode ter sua autonomia e qualidade de vida comprometidas.

1.2 Apresentação da Oportunidade

1.2.1 Implicações da Artrite

A artrite se manifesta em diferentes partes do corpo e em diferentes níveis nas pessoas. O tratamento da artrite se dá de acordo com o estágio da doença, sua

atividade e gravidade, podendo ser utilizadas algumas atividades físicas, com exercícios específicos para as localidades atingidas pela doença e até medicações para controlar as inflamações. Em todos os casos, é indispensável o acompanhamento por um médico reumatologista.

No conjunto de doenças agrupadas sob a denominação de reumatismos, uma merece destaque neste trabalho: a osteoartrite. A osteoartrite, osteoartrose, ou simplesmente artrose, é uma doença articular degenerativa (SBR, 2019). Dentro do conjunto de doenças agrupadas sob a designação de reumatismos, a artrose é a mais frequente, representando cerca de 30% das consultas em ambulatórios de Reumatologia. A incidência de artrose aumenta com o passar dos anos, sendo pouco comum antes dos 40 anos e mais frequente após os 60 anos (SBR, 2019). No presente trabalho, será utilizada a denominação artrite para se referir o conjunto de doenças reumáticas inflamatórias que prejudicam os movimentos, abrangendo as denominações mais específicas, como a artrose citada anteriormente.

Em diversos casos, os sintomas da artrite são dificultadores de atividades diárias, mas algumas situações acabam sendo mais relevantes. A artrite nas mãos pode ser bastante debilitante, devido ao número e a natureza das atividades realizadas com essa parte do corpo. As tarefas mais desafiadoras acabam sendo aquelas que demandam aplicação de força em uma pequena região, onde, geralmente, são utilizados os dedos das mãos.

1.2.2 Necessidade de Locomoção

O padrão de mobilidade da população brasileira vem passando por significativas mudanças desde meados do século passado, reflexo do intenso e acelerado processo de urbanização e crescimento das grandes cidades. Com isso, é cada vez maior o uso do transporte motorizado individual por parte dos brasileiros (IPEA, 2010).

O meio de transporte motorizado individual mais utilizado pelos brasileiros nas grandes cidades é o automóvel (IPEA, 2010). Alguns dos motivos para essa preferência são o conforto oferecido por esse tipo de transporte e, também a agilidade em comparação aos outros meios disponíveis, principalmente, os transportes coletivos.

Em algumas grandes cidades do país, o principal meio de locomoção da população com 60 anos ou mais é o transporte motorizado individual e a maioria dos

deslocamentos é realizada a trabalho (METRÔ, 2017). Além disso, já vem sendo presenciado um aumento do número de pessoas idosas habilitadas para dirigir. Entre os anos de 2015 e 2021, houve um aumento de 45% no número de carteiras nacionais de habilitação de pessoas com 60 anos ou mais no estado de São Paulo (FREITAS, 2021).

Alguns pontos devem ser considerados ao utilizar o automóvel como meio de transporte. Talvez, o mais importante e amplamente conhecido, relacionado à segurança, é a obrigatoriedade do uso do cinto de segurança para o condutor e todos os passageiros, regulamentado pelo Código de Trânsito Brasileiro (CTB).

A utilização do cinto de segurança se caracteriza pelo acoplamento do encaixe do mecanismo antes do veículo começar a se deslocar e, posteriormente, pelo desacoplamento do dispositivo, para sair do veículo ao chegar ao destino desejado. Com relação ao desacoplamento do cinto, sabe-se que essa tarefa pode não ser facilmente realizada por crianças ou por pessoas que possuam alguma limitação motora, principalmente na região das mãos.

Pessoas que sofrem com algum tipo de artrite também podem demonstrar dificuldades ao realizar essa tarefa. Dependendo da região afetada pela inflamação, o indivíduo pode não conseguir aplicar a pressão suficiente à trava de segurança para desacoplar o cinto.

1.2.3 O Cinto de Segurança Automotivo

Os primeiros automóveis, datados do final do século XIX, não possuíam cintos de segurança. O primeiro modelo de cinto de segurança automotivo foi patenteado pelo americano Edward J. Claghorn, em 1885, para poder manter turistas seguros nos táxis de Nova Iorque. No entanto, esse era o modelo de dois pontos, que era preso sob o abdômen. Apesar de ter sido desenvolvido no final do século XIX, foi somente em meados de 1950 que os automóveis passaram a ter, instalado na fábrica, o cinto de segurança (DEFENSIVEDRIVING, 2016).

O cinto de segurança de três pontos disponível hoje foi inventado pelo engenheiro aeronáutico suéco Nils Bohlin, em 1958 (DEFENSIVEDRIVING, 2016). Essa invenção ajudou a popularizar o dispositivo, sendo a partir dessa época que diversos estudos começaram a ser conduzidos em relação ao dispositivo. Também,

foi a época onde começou um movimento para a criação de leis que obrigam os condutores e passageiros dos automóveis a utilizar o cinto de segurança.

No entanto, no Brasil, o equipamento só se tornou obrigatório para condutor e passageiros do veículo em 1997, com a Lei Nº 9503 do CTB (NACCARI, 2021). Essa recente implementação tem reflexo na adesão dos passageiros à utilização do cinto de segurança. Segundo pesquisa realizada pelo IBGE em 2013, quase 80% das pessoas de 18 anos ou mais utilizavam o dispositivo ao andar no banco da frente dos automóveis. Contudo, em relação aos passageiros que vão no banco de trás, esse percentual cai para 50% (IGBE, 2013).

Apesar da adesão por parte dos brasileiros não estar no patamar desejado, a importância da utilização do cinto de segurança ao se utilizar o automóvel é indiscutível, pois o dispositivo ajuda a reduzir os riscos de ferimentos graves em um possível acidente.

1.2.4 A Oportunidade

Tendo em vista o acelerado envelhecimento populacional que ocorre no Brasil, e umas das doenças que mais incide sobre esse grupo etário, a artrite, essa parcela da população tem sua independência e autonomia prejudicadas em algumas atividades do cotidiano, em especial, para este trabalho, o processo de utilização do cinto de segurança.

No que se refere a utilização do cinto de segurança, tem-se dois processos necessários, o de acoplamento e o de desacoplamento do dispositivo, que serão abordados de forma completa no capítulo 2. Em concordância com a motivação deste trabalho, que se deu pela percepção da dificuldade de desacoplamento do cinto de segurança de três pontos, de uma idosa de 87 anos e portadora de artrite nas mãos, percebe-se que o portador de artrite, devido à queda de força nos dedos, possui dificuldade aparente em realizar movimentos que necessitem aplicar pressão com os dedos em uma região localizada.

Para este trabalho, consideram-se dois aspectos importantes relacionados ao foco no desacoplamento. A começar pelas vendas expressivas de dispositivos que auxiliem no desacoplamento do cinto em cadeirinha infantil: ainda que recentes no mercado internacional, onde o primeiro produto desenvolvido tornou-se popular apenas em 2020 (UNBUCKLEME, 2021), os dispositivos para auxílio no

desacoplamento do cinto de quatro pontos apresentam alta demanda. Presente, principalmente, nos Estados Unidos, esses dispositivos apresentam vendas significativas e *feedbacks* que mostram a necessidade das pessoas quanto ao desacoplamento especificamente. Alguns dados de venda e correlação da artrite com o desacoplamento são apresentados no Quadro 1 e Figura 1, respectivamente:

Quadro 1 - Dados de venda de três dispositivos para auxílio no desacoplamento do cinto de segurança infantil

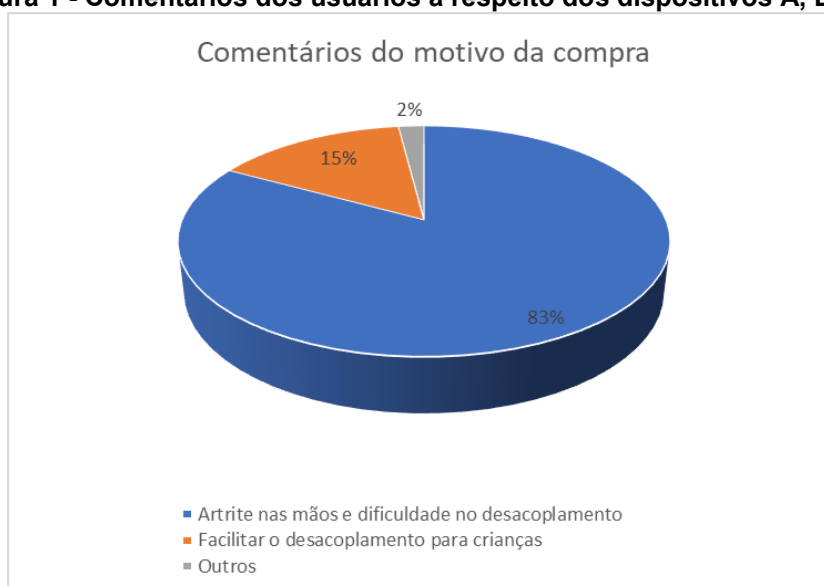
Dispositivo	A	B	C
Vendas	+1800	+2630	+1213
Período	12 meses	12 meses	12 meses
Fonte	Amazon (2021a)	Amazon (2021b)	Amazon (2021c)

Fonte: Autoria própria (2022)

No Quadro 1 é possível observar três dispositivos com funções de auxiliar no desacoplamento do cinto de segurança de quatro pontos, com suas respectivas vendas em um *marketplace*, no período de um ano. Todos os produtos são recentes no mercado internacional.

Na Figura 1, os dados foram coletados e tratados a partir dos comentários dos usuários (AMAZON, 2021), mostrando que mais de 80% dos compradores buscam o produto para auxiliar especificamente no desacoplamento do dispositivo.

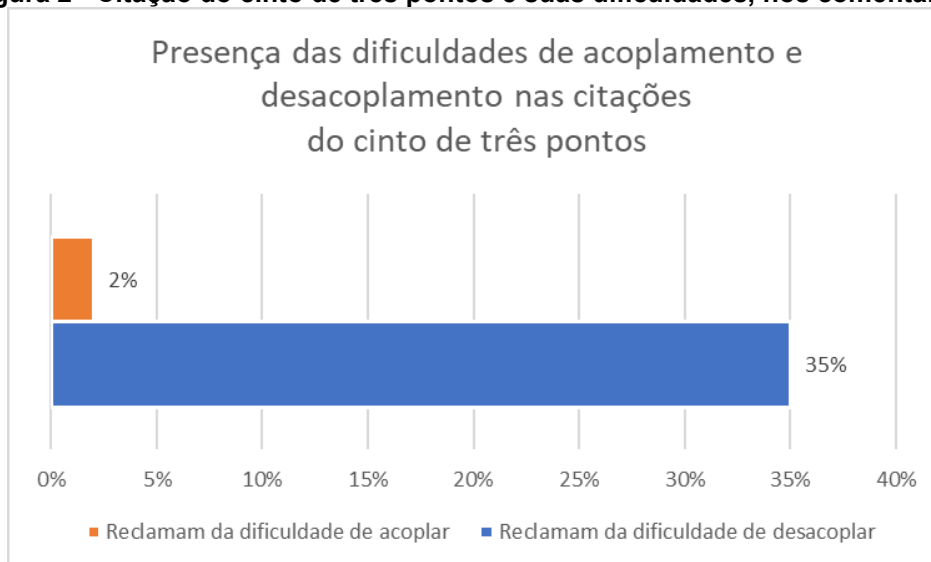
Figura 1 - Comentários dos usuários a respeito dos dispositivos A, B e C.



Fonte: Autoria própria (2022)

Ainda, com relação aos *feedbacks* dos consumidores, tem-se alguns importantes dados sobre o cinto de três pontos e também sobre o acoplamento em si. É possível visualizá-los na Figura 2:

Figura 2 - Citação do cinto de três pontos e suas dificuldades, nos comentários.



Fonte: Autoria própria (2022)

Na Figura 2, é possível observar o resultado do tratamento dos dados dos comentários dos usuários, percebendo que há pelo menos 35% dos consumidores desses produtos citando a dificuldade de desacoplar o cinto de segurança de três pontos pelo mesmo motivo da perda de força nos dedos devido à artrite. Por fim, percebe-se que ao menos estes usuários, em quantidade considerável, não sentem a mesma dificuldade no tocante ao acoplamento do dispositivo.

Outro ponto que merece destaque com relação ao foco no desacoplamento é a solução para uma das dificuldades em relação à utilização do cinto de segurança. Sabe-se que o acoplamento do cinto de segurança eventualmente pode causar incômodo e dificuldade para muitas pessoas. Porém, entende-se a importância de se solucionar ao menos uma das dificuldades quando se utiliza o cinto de segurança. Para tanto, neste trabalho, de acordo com sua motivação e dados concretos da necessidade, focou-se na dificuldade do desacoplamento do dispositivo para portadores de artrite.

Ressalta-se, ainda, que o desenvolvimento de um protótipo que auxilie no desacoplamento dos cintos de três pontos, pode ser uma via para futuros projetos que contemplem maior complexidade, a exemplo do acoplamento do cinto de segurança, que atingirá novos públicos-alvo.

Dessa forma, a oportunidade identificada é a de projetar um dispositivo que auxilie no desacoplamento do cinto de segurança automotivo de maneira prática e rápida. O público-alvo serão pessoas acometidas com a artrite nas mãos que possuem dificuldade ou incapacidade total de realizar essa atividade.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é projetar e prototipar um dispositivo que auxilie no desacoplamento do cinto de segurança, destinado aos portadores de artrite.

1.3.2 Objetivos Específicos

Tendo em vista o objetivo geral deste trabalho, serão necessários os seguintes objetivos específicos para a realização do mesmo:

1. Entender a doença artrite e suas consequências ao portador;
2. Compreender o mecanismo de desacoplamento do cinto de segurança e a física das mãos envolvidas nesta ação.

1.4 Justificativa

A necessidade de uma solução para a oportunidade apresentada torna-se relevante em função dos seguintes aspectos:

- a) Diminuir a ocorrência de condução de veículos por idosos, portadores de artrite, sem o uso do cinto de segurança;
- b) Minimizar os episódios de dores em idosos portadores de artrite, nos membros utilizados no processo de desacoplamento do cinto de segurança;
- c) Proporcionar maior autonomia para o público-alvo em questão, contribuindo assim com sua qualidade de vida e com o envelhecimento saudável.

1.5 Abordagem Metodológica

O desenvolvimento do produto de desacoplamento do cinto de segurança será conduzido segundo a metodologia proposta por Pahl et al. (2005). A seguir tem-se uma breve descrição das etapas a serem desenvolvidas.

- a) Projeto informacional: nesta etapa inicial do desenvolvimento do projeto, será realizado um completo levantamento de dados necessários, que incluem a

- captura das necessidades do cliente e busca por dispositivos existentes que já solucionem tais necessidades;
- b) Projeto conceitual: nesta fase será realizada uma análise funcional a fim de obter soluções para a oportunidade, sendo geradas diversas alternativas que implementem as funções. A partir de então, haverá avaliações dessas alternativas e o resultado do projeto conceitual será a concepção de maior potencial para um produto;
 - c) Projeto preliminar: com a solução selecionada em vista, inicia-se o desenvolvimento do projeto preliminar, onde se definirá a estrutura básica do produto, conforme critérios técnicos e operacionais, e respectivos dimensionamentos;
 - d) Projeto detalhado: a estrutura final do produto será desenvolvida nesta etapa, onde estará definido questões como materiais e custos, bem como todas as informações necessárias para a sua construção;
 - e) Construção do protótipo: nesta etapa será produzido o protótipo, bem como realizados testes para sua validação, com base no projeto detalhado. O resultado final desta fase é caracterizado pela apresentação de um protótipo funcional para a oportunidade.

1.6 Estrutura do Trabalho

O primeiro capítulo deste trabalho apresenta uma visão geral sobre o envelhecimento populacional, algumas necessidades da população nessa faixa etária e também uma das limitações físicas que podem ser impostas pela idade, a artrite. A partir disso, foi traçado um objetivo geral e, a partir desse, objetivos específicos.

O capítulo 2 apresenta uma contextualização detalhada dos pontos abordados na primeira etapa do trabalho. Assim, tem-se uma análise estudando as tendências demográficas, tanto mundiais, como posteriormente brasileiras, para quantificar o envelhecimento populacional. Na sequência, focou-se nos idosos, levantando quais são as atividades cotidianas realizadas por eles, entendendo também as suas limitações, no que elas implicam e como afetam o seu dia a dia. Dentre as atividades realizadas por essa população, foi dado ênfase na condução de veículos motorizados, abrangendo normas e regulamentos e, também, as demandas e cuidados na condução desses veículos por parte da população idosa. Feito isso, foi conduzida uma

análise sobre o cinto de segurança automotivo e o seu processo de acoplamento e desacoplamento, para entender quais eram as dificuldades da população idosa portadora de artrite para realizar essa atividade. Ainda nesse capítulo foi produzido o *benchmarking* e análise de patentes de soluções existentes no mercado para facilitar o desacoplamento do cinto de segurança. E, por fim, com base nas informações levantadas, foi caracterizada a oportunidade.

O projeto informacional contém o mecanismo de coleta de informações, bem como os resultados obtidos para a captação das necessidades dos clientes e requisitos de projeto. Com essas informações, foi possível elaborar a tabela de especificações do produto que encerra o capítulo 3.

O capítulo 4, que contempla o projeto conceitual, define a função global que representa a oportunidade, bem como suas sub-funções, expostas de maneira detalhada. Posteriormente, apresenta-se o método para a geração das concepções e, a seguir, as onze soluções inicialmente concebidas. A partir das necessidades e requisitos da qualidade, selecionou-se a concepção de maior potencial e realizou-se o refino da mesma.

O projeto preliminar e detalhado é apresentado a seguir, no capítulo 5, onde desenvolveu-se a solução conceitual até o seu estado final. Foram apresentados os propagadores de restrição, caracterização dos componentes que formam a solução concebida e os eventuais cálculos dimensionais para desenvolver o dispositivo.

O capítulo 6 contempla a construção do protótipo e os testes realizados, juntamente com os resultados obtidos. Apresenta-se ainda neste capítulo a validação dos requisitos de projeto.

A finalização do trabalho está contida no capítulo 7, onde constam as conclusões e recomendações da equipe sobre o tema e o protótipo desenvolvido.

2 IDOSOS E SUA INDEPENDÊNCIA

2.1 Pirâmide Etária

O entendimento do cenário demográfico de uma população é de extrema importância, pois é possível detectar, de forma antecipada, os impactos que as alterações demográficas causam em um país. A partir da análise da pirâmide etária, consegue-se visualizar o crescimento ou decréscimo populacional por gênero e faixa etária de uma sociedade (ARAUJO, 2019) e, a partir disso, perceber os rumos que uma população está seguindo, bem como suas implicações sociais e econômicas. Neste sentido, examina-se neste tópico a dinâmica do envelhecimento demográfico que vem se concretizando ano após ano no cenário mundial e brasileiro.

2.1.1 Pirâmide Etária Mundial

A população mundial está envelhecendo. O relatório da ONU (Organização das Nações Unidas) (2019) mostra que esse fenômeno ocorre devido ao aumento da expectativa de vida e a queda da taxa de natalidade. Com esse cenário em vista, aumentam os cuidados relacionados ao atingimento de metas globais como a ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - que buscam prosperidade econômica e bem-estar, com proteção ao meio ambiente. Alinhado com isso, é de preocupação mundial entender como ocorre o envelhecimento na população. Ou seja, busca-se compreender a expectativa de vida saudável do indivíduo, que ocorre enquanto o ser humano ainda possui sua independência.

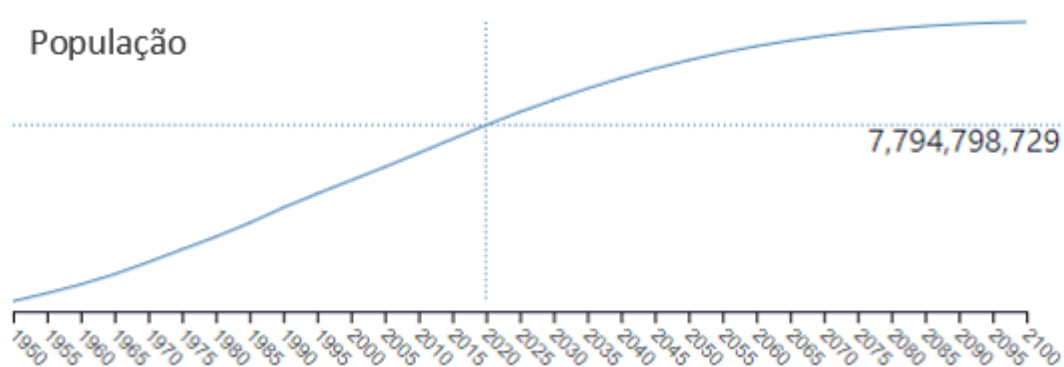
O aumento do número de idosos nos países é uma realidade há anos. Cada vez mais as regiões ao redor do mundo mostram que a taxa de natalidade vem diminuindo, junto com o aumento dos cuidados vitais entre as pessoas, fazendo com que haja maior longevidade e a proporção de pessoas da terceira idade se torne maior dentro de uma região. De acordo com o relatório da ONU (2019), pela primeira vez, em 2018, a quantidade de pessoas com 65 anos ou mais superaram a de crianças menores de cinco anos de idade no mundo. Ainda, em 2019, a proporção era de uma pessoa idosa para cada aproximadamente 11 pessoas no mundo e, essa proporção, até 2050, será de um idoso para cada seis pessoas, representando aproximadamente 16% da população mundial.

Com relação à taxa de natalidade, de acordo com o relatório da ONU (2019) o índice mundial em 1990 era de 3,2 nascimentos por mulher. Já em 2019, esse índice

já era de 2,5 nascimentos e a projeção para o ano de 2050 é de 2,2. Para que haja crescimento populacional a taxa mínima de natalidade deve ser de 2,1 (ONU, 2019). Já com relação a expectativa de vida, nos anos de 1990 uma pessoa esperava viver por aproximadamente 64 anos e em 2019 essa expectativa aumentou para 72,6 anos. A projeção para 2050 ficou em 77,1 anos de vida para uma pessoa (ONU, 2019).

Contudo, ainda que as taxas de natalidade estejam caindo ao longo do tempo, conforme o relatório da ONU (2019) haverá um crescimento populacional de aproximadamente dois bilhões de pessoas nos próximos 30 anos, alcançando quase dez bilhões de habitantes no ano de 2050. Porém, ao mesmo tempo, ocorre o fenômeno da redução da população em alguns países. Desde 2010, mais de 20 países já apresentam queda de aproximadamente 1% em seu tamanho populacional por causa da queda da natalidade, e a projeção é que até o ano de 2050 mais de 50 países apresentem queda em sua população, pelo mesmo principal motivo. O documento mostra que é possível que o crescimento populacional chegue em seu pico por volta do fim deste século, em meados dos anos de 2100, quando a taxa de natalidade será menor do que a mínima para que haja crescimento. Na Figura 3, pode-se observar o gráfico de crescimento populacional mundial ao longo dos anos, confirmando o platô nos anos de 2100.

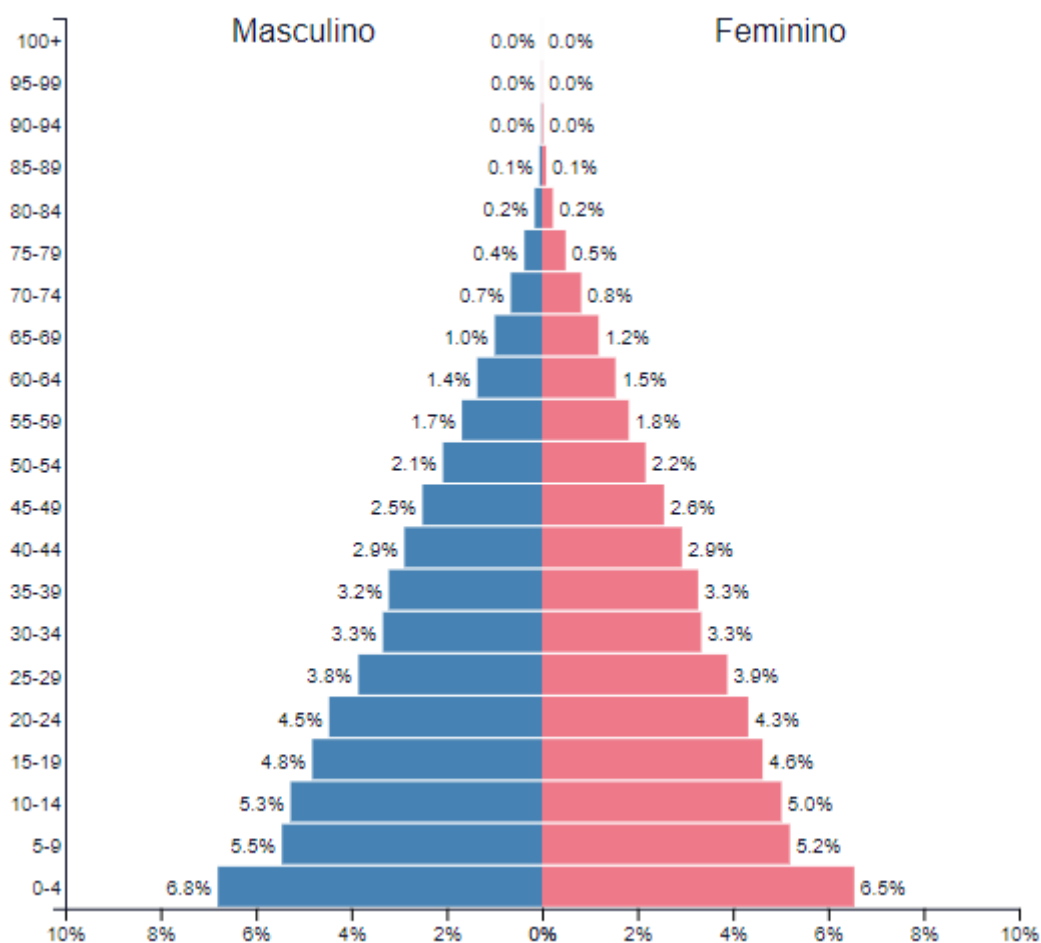
Figura 3 - Crescimento da população mundial - 1950 - 2100



Fonte: POPULATIONPYRAMID (2019)

Nas Figuras 4 e 5 tem-se os cenários de envelhecimento da população mundial ao longo do tempo, desde 1950 até o ano de 2020, através de pirâmides etárias.

Figura 4 - Pirâmide etária mundial - 1950

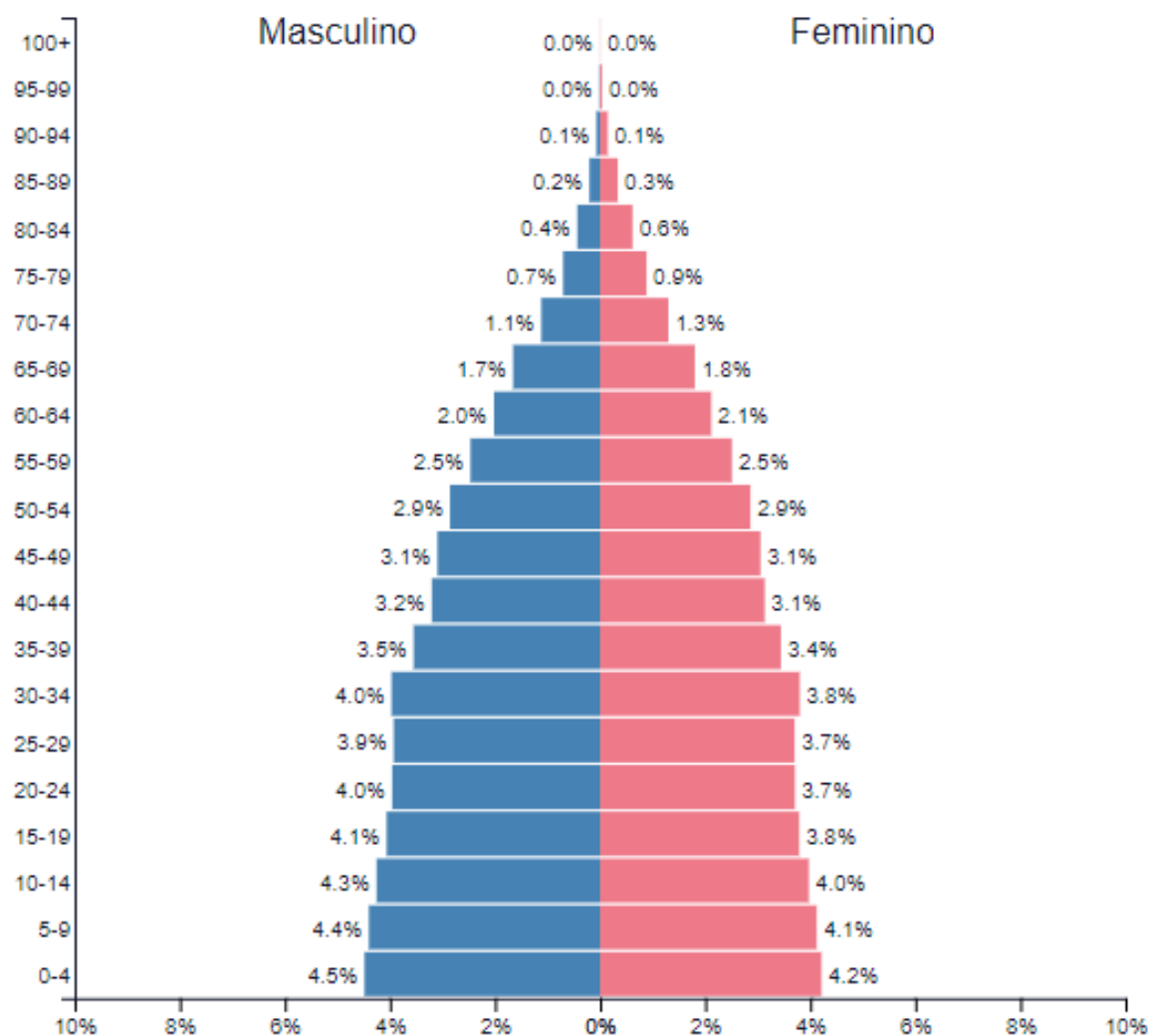


Fonte: POPULATIONPYRAMID (2019)

Analisando o gráfico da pirâmide etária da Figura 4, percebe-se que há um crescimento acelerado da população, com crianças de zero a nove anos correspondendo a uma parcela grande da população e à medida que a idade avança, decresce rapidamente o percentual de pessoas. Esses dados mostram a alta taxa de natalidade nos anos de 1950 e a baixa expectativa de vida da população.

Já na Figura 5, observa-se a pirâmide etária nos anos de 2020. Percebe-se que há uma tendência de uma desaceleração do ritmo da natalidade, onde o nascimento de novas crianças decaiu consideravelmente com relação aos anos de 1950, e à medida que a idade avança, percebe-se um processo de aumento da expectativa de vida.

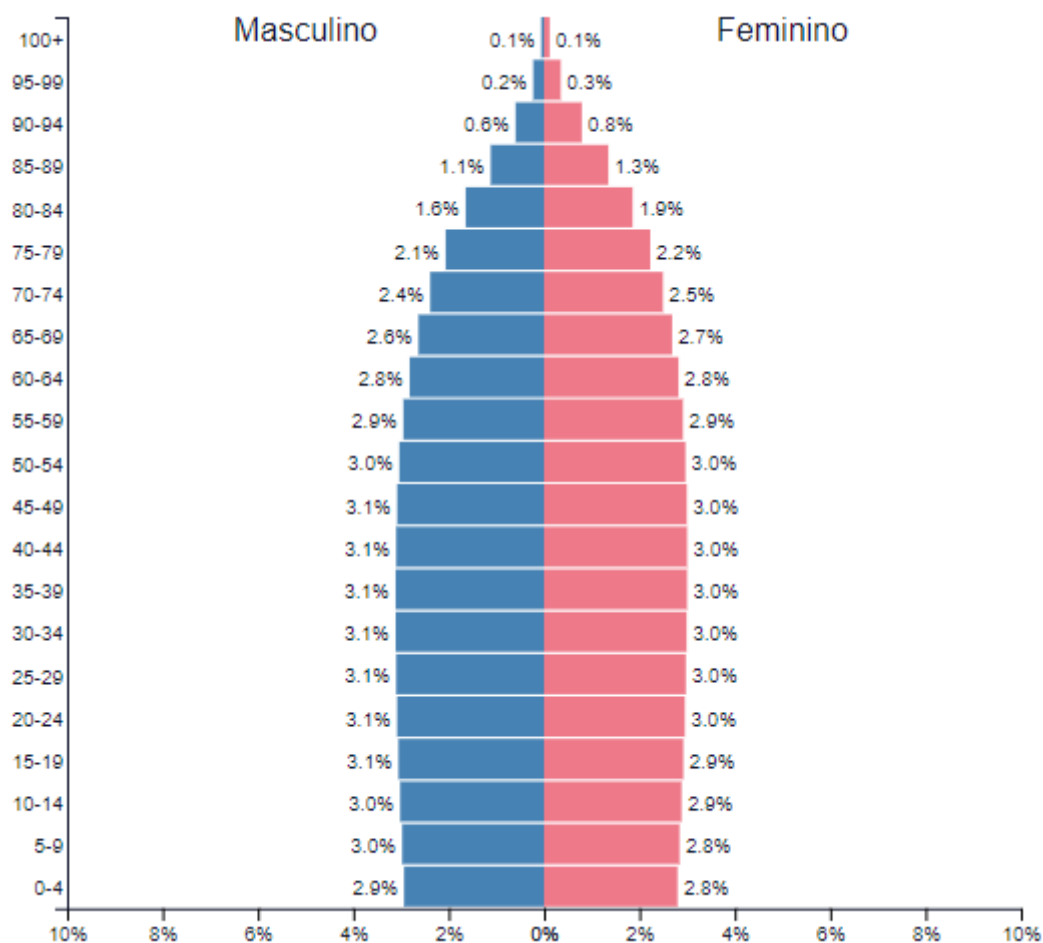
Figura 5 - Pirâmide etária mundial – 2020



Fonte: POPULATIONPYRAMID (2019)

Por fim, tem-se a projeção da ONU com relação a pirâmide etária para o ano de 2100, na Figura 6. Neste caso, percebe-se o fenômeno do envelhecimento populacional em sua plenitude. Ao analisar este gráfico de 2100 e comparar com os anteriores, confirma-se todas as tendências já estudadas pelos órgãos responsáveis de que a taxa de natalidade continuará diminuindo e a expectativa de vida continuará aumentando, à medida que ocorre o avanço tecnológico e se facilita o acesso a informação das pessoas, permitindo que os cuidados com a saúde se torne mais comum.

Figura 6 - Pirâmide etária mundial – 2100



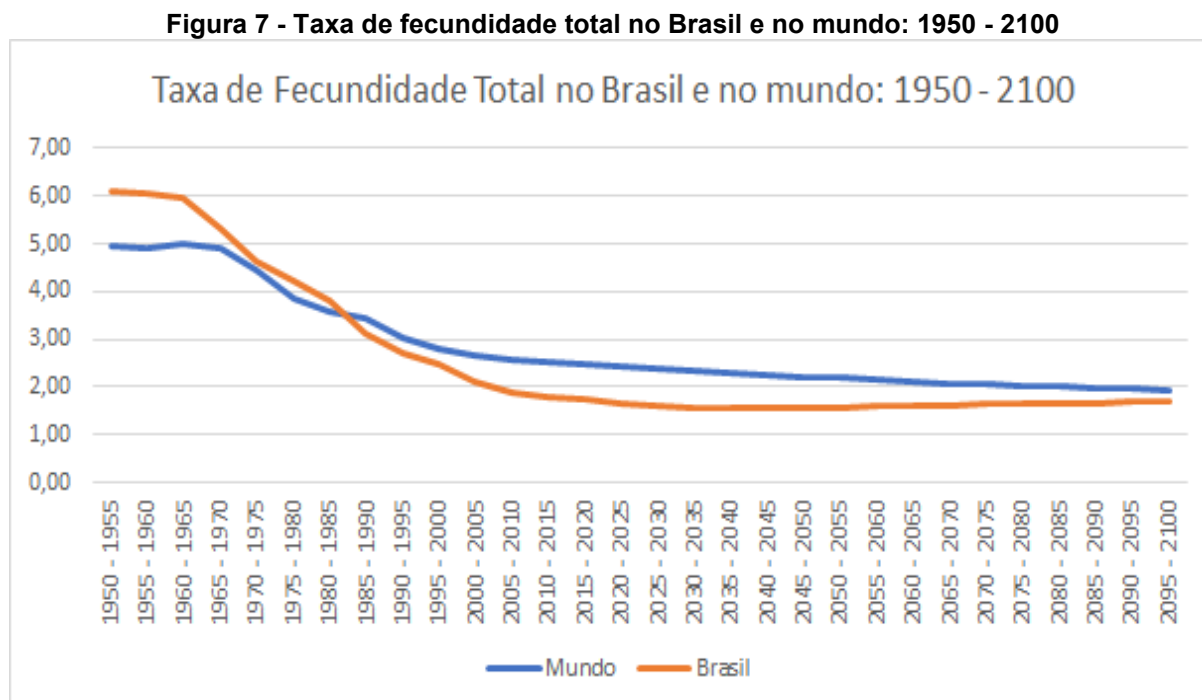
Fonte: POPULATIONPYRAMID (2019)

2.1.2 Pirâmide Etária Brasileira

O Brasil acompanha a tendência mundial do fenômeno do envelhecimento populacional. Sendo o sexto país mais populoso do mundo (VERAS; OLIVEIRA, 2018), com mais de 210 milhões de habitantes, o Brasil se encontra em uma situação de atenção com relação às questões econômicas e sociais devido ao seu acelerado envelhecimento. Por conta de alguns fatores, o aumento do percentual de idosos em relação a crianças no país ocorre de forma acelerada, levando-o a encontrar seu platô de crescimento populacional em algumas décadas antes da média mundial.

A transição demográfica brasileira segue as mesmas principais razões explicitadas a nível mundial, onde a redução da taxa de natalidade e o aumento da expectativa de vida são os principais motivos do envelhecimento populacional brasileiro. Contudo, quando se analisam outros fatores, é necessário também dar importância para a taxa de fecundidade no Brasil, que está abaixo do nível mundial há anos e projeta-se que manterá essa tendência por muito tempo ainda, acelerando

o processo de envelhecimento. Nas Figuras 7 e 8 é possível observar essas taxas ao longo dos anos.

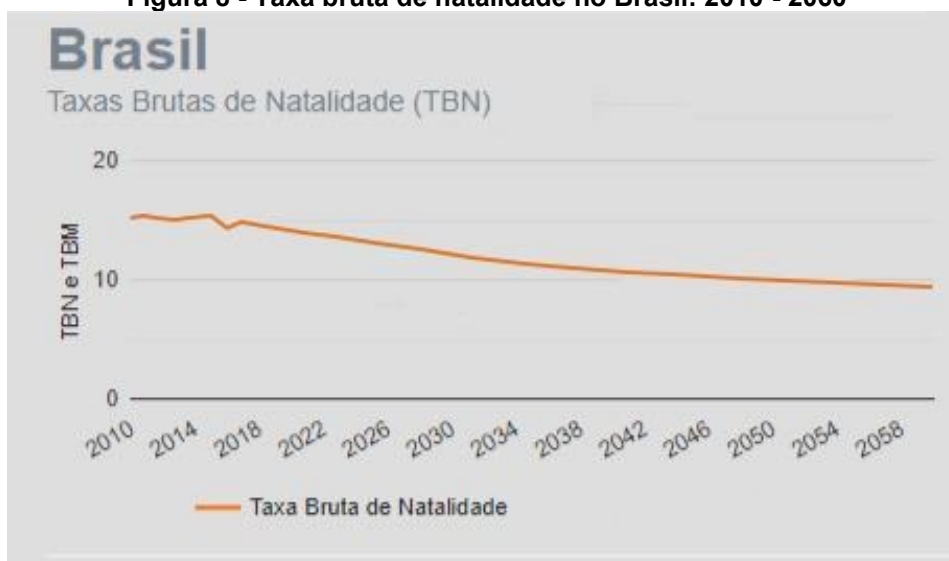


Fonte: Adaptado de ONU (2019)

A partir do gráfico da Figura 7, observa-se que a taxa de fecundidade brasileira se encontra abaixo do nível mundial desde a década de 1980. A partir de então, o número de nascimentos entre a idade fértil da mulher no Brasil é menor do que a média mundial, e ainda que próximo dos anos 2040 haja uma leve tendência à redução entre as diferenças, existe uma disparidade demográfica em relação ao mundo. Enquanto nos anos 2000 o mundo apresentou uma taxa de 2,78 nascimentos, o Brasil já apresentava uma taxa de 2,47. Já para a projeção de 2060, enquanto a média mundial estará em torno de 2,14 nascimentos, o Brasil apresentará cerca de 1,59 nascimentos por mulher em idade fértil. (ONU, 2019)

Com relação à taxa de natalidade no Brasil, a Figura 8 representa sua projeção ao longo do tempo. Pode-se observar ainda a taxa de natalidade brasileira, que apresenta queda há anos e sua projeção também é de redução. A natalidade, diferentemente da fecundidade, avalia o número de nascimentos vivos em relação à população total e, esse índice, é de extrema importância na avaliação do envelhecimento populacional de um país. Conforme o gráfico, à medida que os anos se passam, menos crianças vivas nascem, fazendo com que seu percentual seja menor ao longo do tempo.

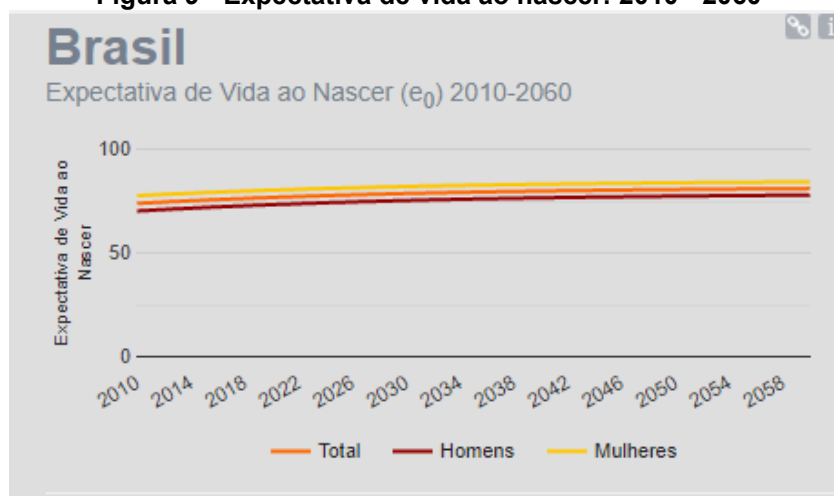
Figura 8 - Taxa bruta de natalidade no Brasil: 2010 - 2060



Fonte: Adaptado de IBGE (2021)

Com relação a expectativa de vida, na Figura 9 pode-se observar sua projeção ao longo do tempo. Observa-se o significativo crescimento da expectativa de vida do brasileiro. No ano de 2010, os homens possuíam uma expectativa de 70,24 anos de idade, enquanto que as mulheres esperavam viver por 77,6 anos, configurando assim, uma média de 73,86 anos de vida do brasileiro. Já no ano de 2060, projeta-se uma expectativa de 77,9 anos para os homens e 84,23 anos para as mulheres, enquanto que a média será de 81,04 anos de vida. Portanto, a expectativa de vida no Brasil, em 50 anos, deve aumentar em aproximadamente 9,7%.

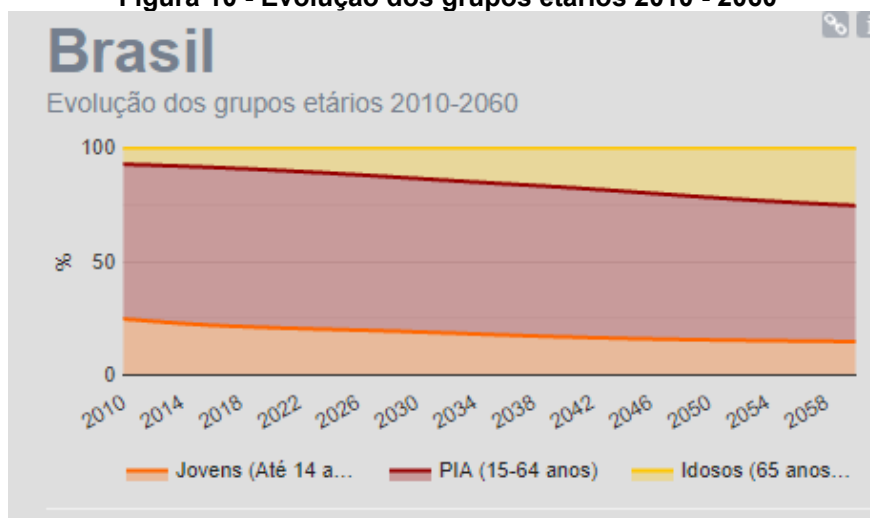
Figura 9 - Expectativa de vida ao nascer: 2010 - 2060



Fonte: IGBE (2021)

Na Figura 10, observa-se a representação da população idosa no país, junto com os outros grupos etários, no mesmo intervalo de 50 anos, em termos percentuais.

Figura 10 - Evolução dos grupos etários 2010 - 2060

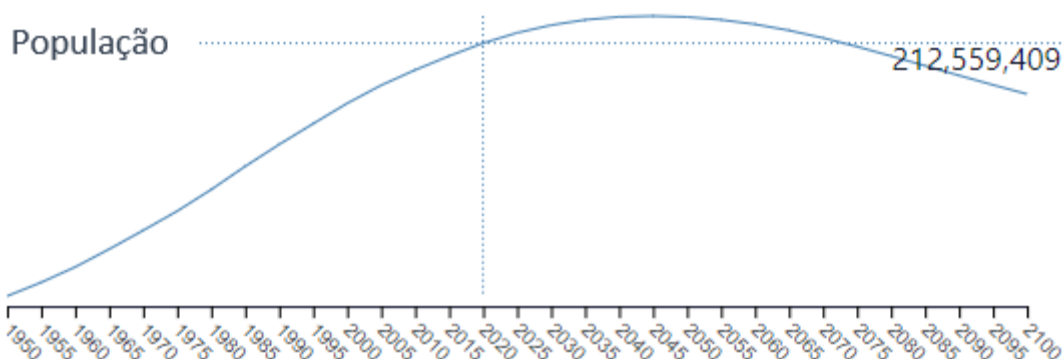


Fonte: IGBE (2021)

Na Figura 10, observam-se os três grupos etários definidos: i) jovens de até 14 anos; ii) população em idade ativa (PIA) de 15 a 64 anos; iii) idosos de 65 anos ou mais. No ano de 2010, os jovens representavam 24,69% da população brasileira, enquanto que a população PIA representava 67,99% e os idosos, 7,32%. Já, para o ano de 2060, a projeção é de que os jovens representem 14,72%, a PIA 59,80% e os idosos 25,49%, configurando um aumento expressivo do envelhecimento populacional.

Conforme citado na seção 2.1.1, haverá um momento em que os países verão sua população reduzindo em números e esse fenômeno não será diferente no Brasil. Não obstante, por conta dos fatores explicados neste tópico, o país chegará em seu platô de crescimento populacional antes da média mundial. A Figura 11 ilustra esse cenário.

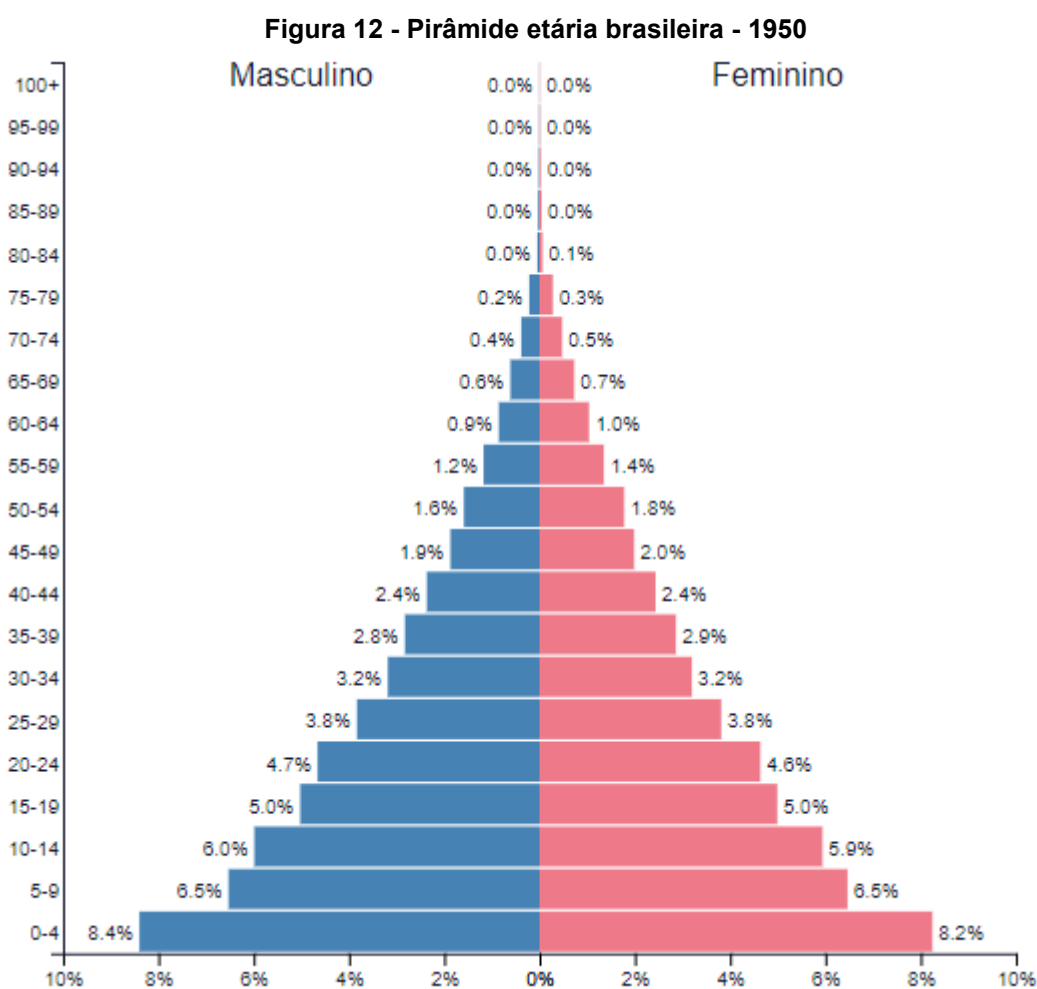
Figura 11 - Crescimento da população brasileira: 1950 - 2100



Fonte: POPULATIONPYRAMID (2019)

O gráfico da Figura 11 confirma que entre os anos de 2040 e 2050 o Brasil deve encontrar seu platô de crescimento e a partir de então a população deve decrescer. O gráfico confirma, ainda, que esse fenômeno ocorrerá antes da média mundial, que deve acontecer por volta dos anos de 2100.

Após o entendimento das principais causas do envelhecimento no Brasil, observa-se nas Figuras 12, 13 e 14 as pirâmides etárias brasileiras dos mesmos períodos das analisadas no âmbito mundial, que foram os anos 1950, 2020 e 2100.

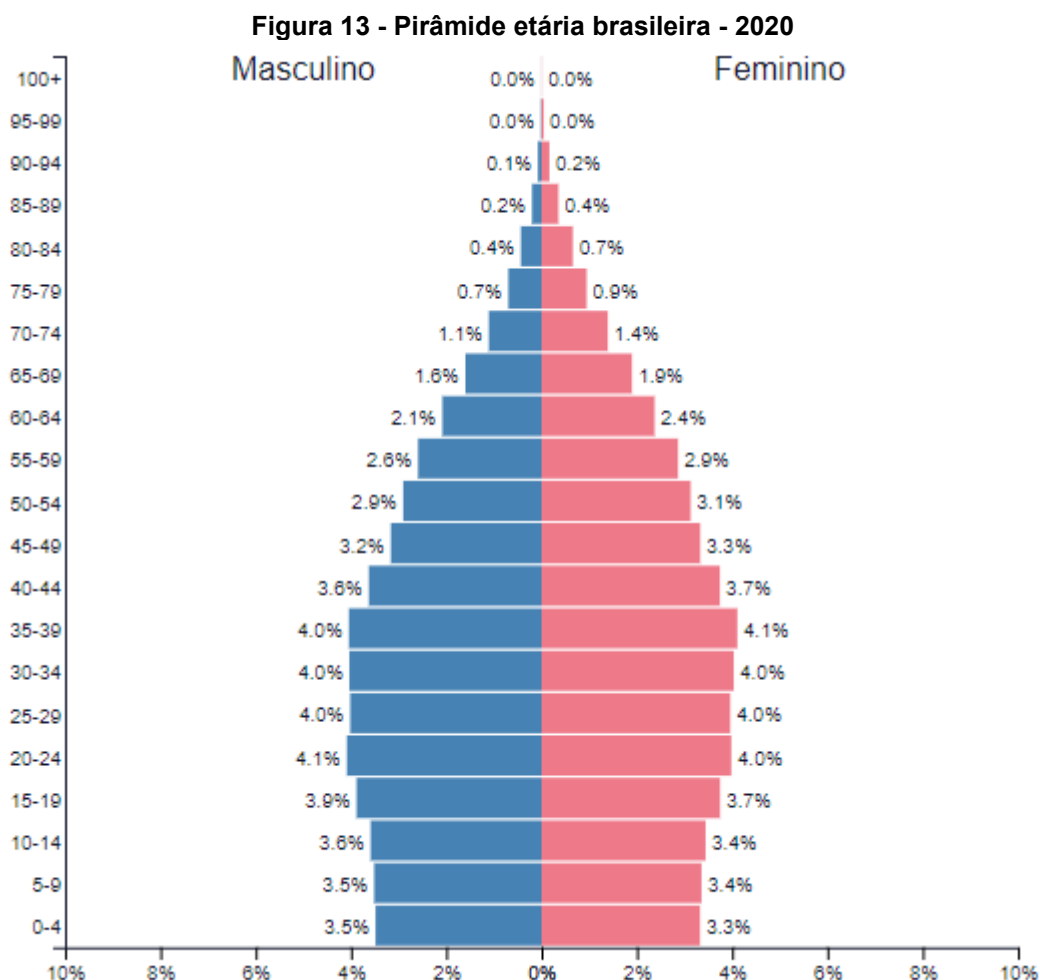


Fonte: POPULATIONPYRAMID (2019)

O gráfico da pirâmide etária da Figura 12 mostra que em 1950 o Brasil acompanhava a tendência mundial de alto crescimento populacional e baixa expectativa de vida. Porém, de forma mais acentuada, observa-se uma disparidade maior entre o número de crianças de até cinco anos com relação aos outros grupos etários e, principalmente, ao de idosos de mais de 65 anos de idade. Dentre outros

fatores, a caracterização do Brasil como país subdesenvolvido explica o alto índice de nascimento de crianças.

Na Figura 13 é possível visualizar a configuração da demografia brasileira no ano de 2020.

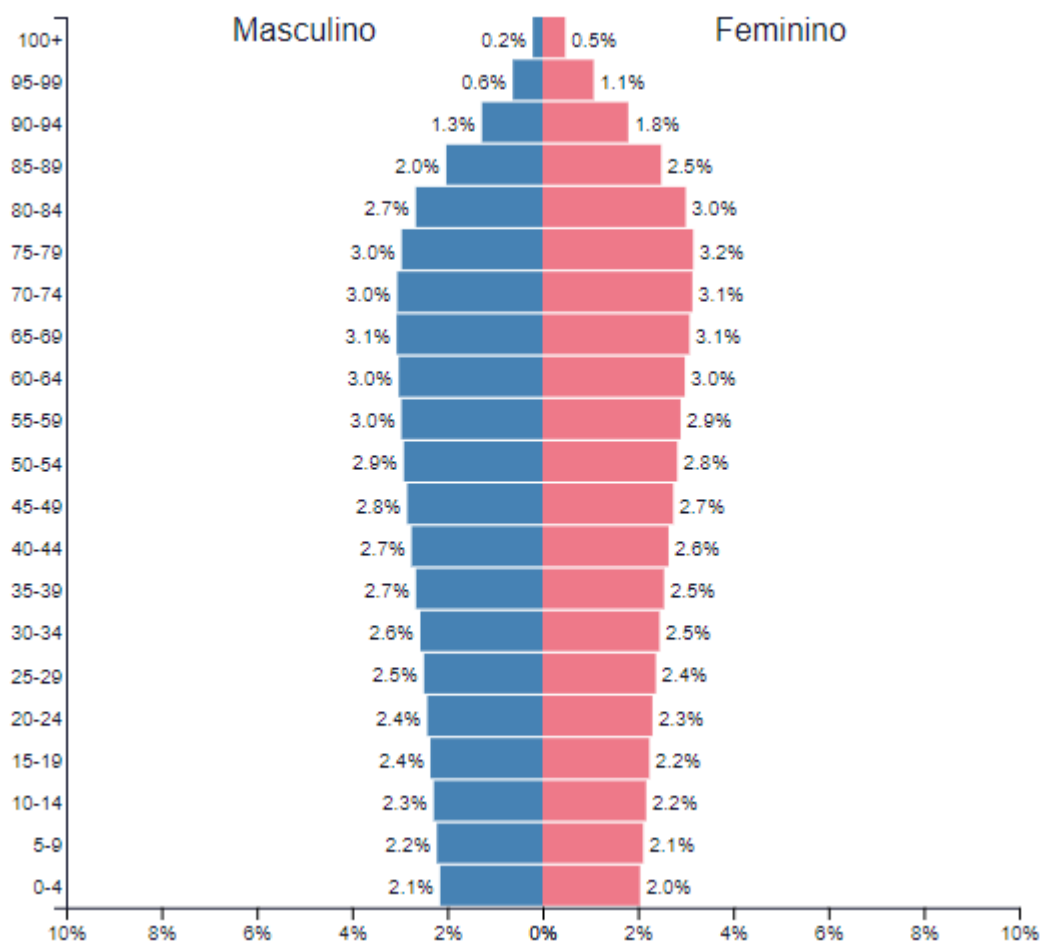


Fonte: POPULATIONPYRAMID (2019)

Neste caso, é possível observar que o Brasil acompanha novamente a tendência mundial de desaceleração da taxa de natalidade com relação a 1950. Contudo mais uma vez de forma mais acentuada, apresentando uma mudança demográfica mais radical em relação aos índices mundiais. Também, é perceptível o aumento da expectativa de vida em relação ao mesmo período.

Por fim, pode-se observar a projeção da ONU para a população brasileira para o ano de 2100, na Figura 14.

Figura 14 - Pirâmide etária brasileira - 2100



Fonte: POPULATIONPYRAMID (2019)

Observa-se aqui, que se confirmam os estudos realizados nesta seção indicando que o envelhecimento no Brasil está acontecendo de forma rápida e que a estrutura demográfica do país está mudando. Observa-se também que o país segue a tendência mundial de redução da taxa de natalidade e aumento da expectativa de vida, ainda que este fenômeno tenha se iniciado mais tardiamente quando se comparado com países mais desenvolvidos.

2.2 Idosos

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU, 1982), a definição de idoso varia de acordo com o país em que o indivíduo reside. Nos países desenvolvidos, a idade para uma pessoa ser considerada idosa é de 65 anos. Já nos países em desenvolvimento, idoso é aquele indivíduo que possui idade igual ou superior a 60 anos. No Brasil, de acordo com a Política Nacional do Idoso (Lei 8.842,

1994) e o Estatuto do Idoso (Lei 10.741, 2003), a idade para uma pessoa ser considerada idosa também é de 60 anos.

Conforme abordado na seção 2.1.2, com relação à pirâmide etária brasileira, é possível observar a evidente tendência de crescimento da população idosa devido aos motivos citados. No ano de 2010 a população brasileira era composta somente por 7,14% de idosos. No entanto, para o ano de 2060, a projeção é que a população idosa ultrapasse um quarto da população brasileira total, representando um crescimento de mais de três vezes. Já com relação ao gênero, historicamente a mulher sempre apresentou uma expectativa de vida maior com relação ao homem, e essa tendência se mantém nas projeções futuras, apesar de ambas as expectativas de vida aumentarem em comparação com os valores atuais. Dessa forma, fica evidente que a população brasileira irá envelhecer.

No entanto, o envelhecimento da população por si só não é o suficiente. Viver mais é importante desde que seja possível agregar qualidade de vida aos anos adicionais de vida que vêm sendo conquistados, superando algumas particularidades já conhecidas da população em idade avançada, como mais doenças crônicas e fragilidades, mais custos e menos recursos sociais e financeiros, haja vista que o processo de envelhecimento, ainda que sem doenças crônicas, envolve alguma perda funcional (VERAS; OLIVEIRA, 2015).

Com o aumento da expectativa de vida, as pessoas não só estão vivendo mais, como também estão chegando em idades mais avançadas com uma melhor disposição e capacidade funcional. Dessa forma, a imagem do idoso que fica recluso dentro de casa, com uma vida sedentária e monótona está ficando para trás. Atualmente, já existem diversos grupos que buscam o envelhecimento saudável preconizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), com uma rotina mais ativa, praticando esportes e tendo mais momentos de lazer entre amigos.

Outro ponto que merece destaque com relação à população idosa é o tempo de exercício de suas profissões. Muitas pessoas nessa faixa etária continuam exercendo suas profissões normalmente. Existem diferentes motivações para tal. É sabido que nas classes sociais mais baixas, muitos trabalham por necessidade, pois com o envelhecimento da população e o aumento da expectativa de vida, há também um movimento natural de aumento no tempo de contribuição exigido pelos governos para que o indivíduo se aposente. Entretanto, mais do que ganhar um salário, o trabalho também é uma ferramenta poderosa para a construção e manutenção da vida social

do indivíduo, além de fornecer uma sensação de reconhecimento e pertencimento por parte da sociedade (TORELLY, 2008).

Todas as atividades citadas anteriormente exercidas pela população idosa são ainda mais prazerosas para o indivíduo quando ele consegue realizá-las de maneira autônoma. Conforme a própria Política Nacional de Saúde da Pessoa Idosa - PNSPI (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006b) propõe, a autonomia é uma das principais vertentes do envelhecimento saudável, e promover a autonomia das pessoas idosas, o direito à autodeterminação, mantendo sua dignidade, integridade e liberdade de escolha é essencial para a promoção da sua qualidade de vida.

2.2.1 Tarefas Cotidianas

Dentre os diferentes conceitos presentes na geriatria, especialidade médica que busca a promoção de saúde, prevenção e tratamento de doenças, reabilitação e cuidados paliativos de indivíduos idosos, e na gerontologia, campo do conhecimento responsável pelo estudo do envelhecimento, tem-se aqueles que servem como métricas para determinar a autonomia dos idosos, e esses conceitos estão relacionados com as atividades rotineiras realizadas pelo indivíduo.

Dessa forma, essas especialidades médicas denominam as atividades cotidianas como Atividades da Vida Diária (AVD) (SBGG, 2021), e esta se divide em dois principais grupos, as Atividades Básicas da Vida Diária (ABVD), sendo atividades básicas de autocuidado, e que, no caso de existir uma limitação para desempenhá-las, normalmente, requerem a presença de um cuidador para auxiliar a pessoa idosa a realizá-las. São exemplos dessas atividades os atos de alimentar-se, ir ao banheiro, banhar-se e cuidar da higiene pessoal. O outro grupo é denominado de Atividades Instrumentais da Vida Diária (AIVD), que estão relacionadas à participação do idoso em seu entorno social e indicam a capacidade do indivíduo de levar uma vida independente dentro da comunidade. Dentro desse grupo tem-se tarefas como o gerenciamento de finanças, preparo de refeições, realização de tarefas domésticas em geral e uso de transporte, seja dirigindo ou utilizando transporte público (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006b).

Conforme a própria denominação implica, as atividades da vida diária são realizadas cotidianamente pela população idosa que detém capacidade funcional para realizar essas tarefas. Existem situações onde o idoso, morando com algum familiar

ou sendo acompanhado por um cuidador, recebe auxílio para a realização dessas atividades quando o mesmo não consegue realizá-las de maneira independente.

No entanto, estudos apontam que 15% dos idosos do Brasil moram sozinhos, sendo que na região Sul esse valor chega a quase 18%. Esse fator ainda cresce proporcionalmente a idade, sendo que um em cada cinco idosos com mais 75 anos no Brasil moram em residências unipessoais (NEGRINI et al., 2018). Sendo assim, esses idosos, mesmo apresentando alguma dificuldade, são os protagonistas do seu dia a dia e acabam realizando a maior parte das atividades da vida diária, básicas e instrumentais, de maneira autônoma.

Com relação às atividades básicas de vida diária, pesquisas apontam que o brasileiro de maneira geral vem se empenhando mais nos afazeres domésticos nos últimos anos, tendo como principais atividades realizadas o preparo de alimentos, a lavagem de louças, o cuidado com a limpeza de roupas e sapatos e, também, do domicílio (IGBE, 2019).

Com relação às atividades um pouco mais complexas realizadas pela população idosa, as denominadas instrumentais, uma merece destaque, a atividade relacionada ao transporte. Conforme mencionado na seção 2.1.2, o envelhecimento da população naturalmente faz com que mais idosos continuem exercendo suas profissões e, estudos apontam que, em grandes centros urbanos, a maioria dos deslocamentos da população com mais de 60 anos é realizada a trabalho, e o principal meio de locomoção utilizado por esse grupo é o transporte motorizado individual (METRÔ, 2017).

Além da necessidade de locomoção em si e do maior conforto oferecido pelo transporte motorizado individual em relação ao transporte coletivo, existe outro fator relevante que deve ser considerado: a sensação de independência proporcionada ao conduzir o próprio veículo, não só pelo ato de dirigir em si, mas também pela liberdade de ir e vir em qualquer hora do dia, sem precisar depender de terceiros para se locomover. Essa independência fornece mais autonomia aos idosos, e isso ajuda a combater o maior medo presente nessa faixa etária, a dependência (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006b).

2.2.2 Limitações em Idosos

Segundo a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS), o envelhecimento pode ser definido como um processo individual, sequencial, cumulativo e não patológico, de deterioração de um organismo maduro, de maneira que o tempo o torne menos capaz de fazer frente ao estresse do meio ambiente (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006b). Dessa forma, o envelhecimento se caracteriza por diminuir gradativamente a capacidade funcional do indivíduo.

2.2.3 Limitações Funcionais

De acordo com a OMS e o seu relatório mundial de envelhecimento e saúde, a capacidade funcional pode ser definida como um atributo relacionado à saúde que possibilita que os idosos sejam ou façam o que valorizam de maneira autônoma e independente. É importante ressaltar que a capacidade funcional tem a tendência a diminuir progressivamente com o avanço da idade, no entanto, os hábitos, escolhas e intervenções são os fatores determinantes na trajetória do indivíduo (OMS, 2015). Dessa forma, fica evidente que o envelhecimento não é um processo único, mas sim heterogêneo e se apresenta de maneira diferente de acordo com o indivíduo, podendo ser uma experiência mais ou menos prazerosa.

Sendo assim, a saúde dos idosos está diretamente ligada à sua independência funcional, que por sua vez é avaliada através da realização das Atividades da Vida Diária citadas na seção 2.2.1. A incapacidade funcional consiste justamente na inaptidão do desenvolvimento das tarefas relacionadas ao autocuidado do idoso nas suas atividades diárias, o que por consequência o torna dependente do auxílio de terceiros, indo de encontro ao que é benéfico para a saúde da pessoa idosa, sua autonomia e independência (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006b). Um dos instrumentos mais utilizados para avaliar as Atividades Básicas de Vida Diária é o Índice de Independência nas Atividades de Vida Diária de Katz, classificando as pessoas idosas em dependentes ou independentes com base em seis atividades (banho, vestir-se, ir ao banheiro, transferência, continência e alimentação) (KATZ et al., 1963). A classificação é dada de acordo com o Quadro 2.

Quadro 2 - Índice de independência nas Atividades Básicas de Vida Diária de Katz

Índice de AVDs (Katz)	Tipo de classificação
A	Independente para todas as atividades.
B	Independente para todas as atividades menos uma.
C	Independente para todas as atividades menos banho e mais uma adicional.
D	Independente para todas as atividades menos banho, vestir-se e mais uma adicional.
E	Independente para todas as atividades menos banho, vestir-se, ir ao banheiro e mais uma adicional.
F	Independente para todas as atividades menos banho, vestir-se, ir ao banheiro, transferência e mais uma adicional.
G	Dependente para todas as atividades.
Outro	Dependente em pelo menos duas funções, mas que não se classificasse em C,D,E e F.

Fonte: Adaptado de MINISTÉRIO DA SAÚDE (2006)

Para realizar a avaliação das Atividades Instrumentais de Vida Diária, um método bastante conhecido é a escala de Lawton e Brody (LAWTON; BRODY, 1969). Com esse método é possível avaliar se a pessoa idosa é ou não capaz de manter uma vida independente. O método consiste na realização de um questionário que avalia a independência do idoso com relação à diferentes atividades conforme o Quadro 3.

Diversos estudos brasileiros tentam avaliar a capacidade funcional dos idosos e os fatores associados às incapacidades. Um estudo realizado no estado de Minas Gerais, no ano de 2010, utilizando os critérios de Katz e Lawton e Brody apresentados anteriormente, constatou que, dentre os idosos entrevistados, praticamente 62% eram completamente independentes, cerca de 26% eram dependentes somente nas AIVD e pouco mais de 12% eram dependentes nas ABVD e AIVD. Dentre as categorias presentes na análise da AIVD, um dos conjuntos de atividades com maior incapacidade de ser realizada de maneira independente foi o de transporte (BARBOSA et al., 2013).

Quadro 3 - Questionário de Lawton e Brody

Atividade		Avaliação	
1	O(a) Sr(a) consegue usar o telefone?	Sem ajuda	3
		Com ajuda parcial	2
		Não consegue	1
2	O(a) Sr(a) consegue ir a locais distantes, usando algum transporte, sem necessidade de planejamentos especiais?	Sem ajuda	3
		Com ajuda parcial	2
		Não consegue	1
3	O(a) Sr(a) consegue fazer compras?	Sem ajuda	3
		Com ajuda parcial	2
		Não consegue	1
4	O(a) Sr(a) consegue preparar suas próprias refeições?	Sem ajuda	3
		Com ajuda parcial	2
		Não consegue	1
5	O(a) Sr(a) consegue arrumar a casa?	Sem ajuda	3
		Com ajuda parcial	2
		Não consegue	1
6	O(a) Sr(a) consegue fazer trabalhos manuais domésticos, como pequenos reparos?	Sem ajuda	3
		Com ajuda parcial	2
		Não consegue	1
7	O(a) Sr(a) consegue lavar e passar sua roupa?	Sem ajuda	3
		Com ajuda parcial	2
		Não consegue	1
8	O(a) Sr(a) consegue tomar seus remédios na dose e horários corretos?	Sem ajuda	3
		Com ajuda parcial	2
		Não consegue	1
9	O(a) Sr(a) consegue cuidar de suas finanças?	Sem ajuda	3
		Com ajuda parcial	2
		Não consegue	1

Fonte: Adaptado de Lawton e Brody (1969)

2.2.4 Limitações Físicas

O processo de envelhecimento fisiológico traz consigo um conjunto de modificações. Dentre elas, tem-se a perda de massa, redução da resistência e função muscular, rigidez articular e redução da amplitude de movimento. Essas alterações podem comprometer de maneira significativa a capacidade funcional desses indivíduos, aumentando suas limitações físicas, afetando sua autonomia e independência (SILVA et al., 2007).

Estudos apontam que dentre as morbidades responsáveis pelas limitações funcionais em idosos, pouco mais de 20% diz respeito à modificação nas condições reumatológicas, ficando atrás somente das morbidades provenientes de alterações neurológicas e cardiovasculares (CORREIA et al., 2015).

2.2.4.1 Doenças Reumáticas e a Artrite

Doenças reumáticas são um conjunto de diferentes doenças que acometem o aparelho locomotor (e.g. ossos, articulações, cartilagens, músculos, tendões e ligamentos) ou outras partes do corpo, e que podem ocorrer em pessoas de todas as idades (SBR, 2019). A Figura 15 apresenta uma ilustração de mãos com artrite.

A palavra artrite tem por significado a inflamação da articulação, mas é comumente utilizada para se referir a um vasto conjunto de doenças reumáticas que podem causar dor, enrijecimento e edemas das articulações. Essas doenças podem afetar outras partes do corpo além das articulações, como a musculatura, tendões e ligamentos. Dessa forma, para um cidadão recém acometido com a artrite, diversas atividades do dia a dia, que antes eram realizadas de maneira fácil e rápida, podem se tornar grandes desafios. Muitas vezes, para realizar algumas dessas atividades é necessário o auxílio de uma outra pessoa.

Figura 15 - Mãos com artrite



Fonte: SMR (2019)

No conjunto de doenças agrupadas sob a denominação de reumatismos, uma merece destaque neste trabalho: a osteoartrite. A osteoartrite, osteoartrose, ou simplesmente artrose, é uma doença articular degenerativa que se caracteriza pelo desgaste da cartilagem articular e por alterações ósseas, entre elas os osteófitos,

popularmente conhecidos como “bicos de papagaio” (SBR, 2019). A artrose é a doença que possui maior frequência de incidência dentro desse grupo de comorbidades, representando cerca de 30% a 40% das consultas em ambulatórios de reumatologia. A incidência de artrose aumenta com o passar dos anos, sendo pouco comum antes dos 40 anos e mais frequente após os 60 anos. Na faixa etária a partir dos 75 anos, 85% das pessoas têm evidência radiológica ou clínica da doença (SBR, 2019).

Com relação ao gênero do indivíduo acometido pela doença, a artrose tem maior incidência em pessoas do sexo feminino. Existem também localidades preferenciais para a ocorrência da doença com relação ao gênero. Nas mulheres, a artrose é mais comum em mãos e joelhos. Já, nos homens prevalece a incidência na região do fêmur e da bacia (SBR, 2019).

A artrose pode ainda ser classificada com relação à sua causa. A artrose primária possui causa desconhecida. Já, a secundária pode ter diversas causas, indo desde defeitos em articulações, como joelhos com desvios de direção, até alterações do metabolismo. Existe também um fator hereditário que deve ser levado em consideração, responsável por exemplo, pelo aparecimento de nódulos nos dedos das mãos (SBR, 2019).

2.3 O Ato de Conduzir Veículos Motorizados

No mundo moderno, veículos motorizados individuais são, além de um meio de transporte que oferece maior conforto pessoal e familiar com relação ao transporte público, instrumentos de liberdade e de autonomia (PITANGA, 2012). Com eles, é possível frequentar rapidamente praticamente qualquer espaço, sem restrições de horário ou até mesmo de tempo.

No entanto, toda essa liberdade e autonomia fornecida aos usuários de veículos motorizados, em especial aos condutores, não deve ser confundida com uma isenção de responsabilidades e deveres ao se deslocar utilizando esse meio de transporte. Existem diversas normas e regulamentos sancionados por órgãos competentes para que a condução desses veículos seja feita de maneira segura e harmoniosa para todos os envolvidos no meio social em que se apresentam, sejam os próprios condutores e passageiros do veículo, ou os que interagem com os mesmos no dia a dia, como pedestres, ciclistas e os outros veículos presentes nas vias públicas.

2.3.1 Normas e Regulamentos

O Sistema Nacional de Trânsito (SNT) é formado pelo conjunto de órgãos e entidades da federação, dos estados e dos municípios, que cuidam do trânsito no Brasil. Os órgãos podem ser normativos ou executivos, além de serem classificados de acordo com a sua esfera (federal, estadual ou municipal). Os órgãos normativos são responsáveis por estabelecer normas e criar regras para o trânsito e, por sua vez, os executivos são responsáveis por fazer com que as regras e normas sejam cumpridas, sempre orientados pelo Código de Trânsito Brasileiro (CTB).

Instituído pela Lei Federal 9.503, de 1997 (CASA CIVIL, 1997), o CTB é o principal documento que rege as leis de trânsito em território nacional, possuindo diversos artigos que disciplinam o modo como um indivíduo deve conduzir em todas as circunstâncias. Muitas vezes, interpretado como um documento que prevê somente a aplicação de penalidades em caso de infrações, as conhecidas multas, o CTB deve ser olhado como um guia para se dirigir de maneira adequada, garantindo em primeiro lugar, para todo cidadão, o direito ao trânsito seguro.

O CTB é um documento bem extenso, abrangendo todas as circunstâncias relacionadas ao trânsito. Nele, existem regulamentos para estabelecer as normas básicas de circulação e conduta para a orientação do fluxo de veículos, como a circulação pela via da direita, definir limites de velocidade de acordo com o tipo de via, estabelecer regras para pedestres, abordando principalmente questões relacionadas às travessias e, também, regulamentos a respeito dos documentos do veículo e do condutor.

Com relação aos idosos no trânsito, é importante ressaltar que o CTB não limita a condução de veículos de acordo com a idade, uma vez que uma pessoa idosa pode estar tão lúcida e saudável para dirigir quanto uma mais jovem. De fato, o que define a permissão para dirigir são as exigências no momento da renovação da Carteira Nacional de Habilitação (CNH). Com relação à CNH, a partir dos 65 anos de idade, a pessoa deverá renovar a sua habilitação no máximo a cada três anos, com esse período podendo ser reduzido de acordo com os resultados obtidos no exame de renovação.

Um direito dos idosos, com mais de 60 anos, garantido pela Lei 10.741, de 2003, diz respeito às vagas exclusivas em locais públicos e privados, garantindo assim maior comodidade e facilidade para se estacionar em vias públicas e acessar os

estabelecimentos de destino. Existe ainda dentro do CTB, o artigo 181, que pune aquelas pessoas que violam essa lei, tendo como penalidade uma multa e a possibilidade de se ter o veículo apreendido.

No presente trabalho, outra seção do CTB que merece destaque é a obrigatoriedade da utilização do cinto de segurança, presente no artigo 65, onde se tem que: “É obrigatório o uso do cinto de segurança para condutor e passageiros em todas as vias do território nacional, salvo em situações regulamentadas pelo CONTRAN”. O CTB ainda prevê autuação caso essa lei não seja cumprida, penalizando o infrator através do artigo 167 do documento. No entanto, mesmo o uso do cinto de segurança sendo obrigatório desde a formulação do CTB, muitos cidadãos ainda não respeitam a lei. De acordo com o Registro Nacional de Infrações de Trânsito (RENAINF), a multa por falta do cinto de segurança é uma das mais aplicadas no país.

2.3.2 Condução de Veículos por Idosos

Dirigir proporciona às pessoas, e em especial aos idosos, liberdade e independência, pois por meio da condução de veículos os idosos conseguem cumprir seus papéis sociais. No entanto, o privilégio de dirigir baseia-se na capacidade de o indivíduo conduzir um veículo automotor, pois é uma atividade complexa que requer habilidades físicas, cognitivas, comportamentais e senso-perceptivas (CHIHURI et al., 2016).

O processo de envelhecimento em si resulta em uma redução gradual da força, coordenação, tempo de reação, capacidade de concentração, visão e audição. Os idosos ainda podem ter menos resistência física e se cansarem mais rapidamente, especialmente em situações que requerem concentração, como é o caso da direção, além de possuírem uma maior dificuldade em realizar mais de uma tarefa simultaneamente (CHIHURI et al., 2016).

Existem ainda alguns problemas de saúde que podem agravar as dificuldades existentes, inerentes ao envelhecimento, para se conduzir um veículo. Dentre eles citam-se a diabetes e a artrite. O nível de açúcar no sangue dos motoristas idosos com diabetes pode oscilar muito, e essas alterações podem interferir na clareza de pensamento, na atenção, na capacidade de concentração e foco, na visão e na sensibilidade dos pés. Já com relação à artrite, essa doença causa dor e rigidez articular, variação limitada de movimentos e pode interferir na capacidade do motorista

manusear os controles do veículo, como por exemplo, uma dor ou rigidez nos joelhos pode afetar a capacidade de acionar os pedais de aceleração ou frenagem do veículo. A artrite pode ainda comprometer o movimento do pescoço, fazendo com que girar a cabeça, movimento necessário para virar ou manobrar o automóvel, se torne uma tarefa difícil e dolorosa (CHIHURI et al., 2016).

Agora, com relação aos riscos que dizem respeito às pessoas idosas na condução de veículos, é importante ressaltar que é mais provável que os acidentes envolvendo motoristas idosos resultam em fatalidades e lesões sérias. Isso pode ser justificado pela maior fragilidade física característica dessa faixa etária. Outro fato relevante é o de que os motoristas idosos são mais propensos a se envolverem em acidentes ao realizarem cruzamentos à esquerda, e essa manobra geralmente deixa o condutor do veículo em uma posição mais vulnerável, aumentando o risco de uma fatalidade (CHIHURI et al., 2016).

Dessa forma, dentre os diversos cuidados que todo motorista deve ter ao conduzir um veículo, existem alguns que devem ser considerados especialmente pelos idosos (CARR; BARCO, 2010).

- a) Utilizar sempre o cinto de segurança;
- b) Redobrar a atenção ao passar por cruzamentos, fazer conversões à esquerda, mudar de faixa e olhar o semáforo;
- c) Ter cuidado ao se aproximar de cruzamentos e olhar duas vezes antes de avançar;
- d) Verificar com os médicos se as medicações utilizadas podem comprometer o ato de direção;
- e) Manter distância segura do veículo a frente, para que haja tempo e espaço suficiente para manobrar em caso de emergência;
- f) Fazer trajetos já conhecidos e ter o caminho em mente antes de sair de casa;
- g) Evitar dirigir a noite caso possua problemas de visão;
- h) Evitar dirigir em horários de muito movimento.

2.3.3 Por que o Cinto de Segurança?

A importância do uso do cinto de segurança ao se utilizar o automóvel, seja por parte do condutor ou dos passageiros, é indiscutível, uma vez que, de acordo com a Associação Brasileira de Medicina no Trânsito (ABRAMET), o dispositivo ajuda a

reduzir os riscos de ferimentos graves em um possível acidente (BVS, 2021). Até mesmo a Organização Mundial da Saúde elegeu o cinto de segurança como um dos cinco fatores para a redução da mortalidade no trânsito.

A utilização do dispositivo evita que o condutor e o passageiro da frente do veículo sejam arremessados contra o para-brisa do carro, ou até mesmo para fora do mesmo. Com relação aos passageiros do banco de trás, o cinto de segurança evita que eles colidam com o banco da frente, causando ferimentos a si e a quem estiver nesse assento, além de também evitar possíveis arremessos para fora do veículo. De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes (DNIT), oito em cada dez pessoas que não usavam cinto de segurança morreram em acidentes com pelo menos um dos veículos a 20 km/h.

Os idosos estão mais propensos a sofrerem acidentes que resultam em fatalidades e lesões sérias, e isso pode ser atribuído a sua maior fragilidade quando comparado à população mais jovem. Dessa forma, se o cinto de segurança já é um acessório importante para qualquer cidadão, seu uso se mostra ainda mais necessário quando um idoso está no veículo, seja como condutor ou como passageiro.

2.4 Especificações do Cinto de Segurança

O cinto de segurança automotivo, por ser um dispositivo de segurança, de uso obrigatório em diversos lugares no mundo e de produção em massa, uma vez que deve acompanhar os veículos de fábrica, possui normas regulamentadoras que regem diversas especificações e ensaios para que o dispositivo seja considerado apto a realizar sua função com máxima eficiência.

No Brasil, a norma NBR 7337 (ABNT, 2014) é a responsável por estabelecer os requisitos exigíveis para os cintos de segurança e os métodos para determinação das características desse dispositivo, utilizados como equipamentos de proteção individual em veículos rodoviários automotores, com o objetivo de reduzir os riscos de lesões corporais em caso de um acidente. A norma brasileira toma como base uma norma europeia, elaborada pela *Economic Commission for Europe* (ECE), no seu regulamento número 16 e, dessa forma, especifica os requisitos de fabricação para os materiais utilizados e seu acabamento, e os ensaios especificados são destinados a estabelecer se o cinto de segurança e seus componentes são adequados.

2.4.1 O Cinto de Segurança e seus Componentes

O cinto de segurança é composto por um conjunto de elementos destinados a limitar a liberdade de movimento do corpo do usuário quando utilizado corretamente, contribuindo assim para reduzir o risco de danos corporais em certos tipos de acidentes e em desacelerações bruscas do veículo.

Dentre os modelos disponíveis desse dispositivo, o mais comum atualmente é o cinto de três pontos, ilustrado na Figura 16, que consiste em um cadarço subabdominal e um diagonal, que passa pela frente do corpo do usuário, diagonalmente ao tórax, de um lado da pélvis, ao ombro oposto. O cadarço é um componente flexível projetado para reter o corpo do ocupante e transmitir esforços para as ancoragens do cinto, enquanto garante que a pressão exercida sobre o corpo do usuário seja a mais uniforme possível sobre toda a largura do cadarço (ABNT, 2014).

Independentemente do tipo de cinto de segurança, todos eles possuem o que é chamado por conjunto de fecho, composto de fecho e lingueta, que é responsável por efetuar o travamento do cinto de segurança, que deve ser incapaz de abrir sem a aplicação de uma força externa, mas ao mesmo tempo, deve permitir um engate/desengate rápido e simples. Esse tipo de conjunto possui algumas variações de projeto abrangidas pela norma, como a protuberância da tecla de destravamento do fecho, que pode ou não ser protuberante com relação à superfície do mesmo, ou ainda o posicionamento no interior do veículo, com alguns fechos ficando livres em cima dos bancos traseiros, com toda sua superfície de contato a mostra, enquanto outros são instalados de modo a ficarem somente com a parte superior, referente ao encaixe e à tecla de destravamento a mostra. O conjunto do fecho e o cadarço são acoplados, através dos elementos de ligação, às ancoragens dos cintos, que são as partes da estrutura do veículo ou do banco, ou qualquer parte do veículo responsável pela fixação dos cintos (ABNT, 2014).

Figura 16 - Cinto de segurança de três pontos



Fonte: Shutterstock (2021)

Um outro dispositivo presente no conjunto do cinto de segurança é o retrator, destinado a alojar de maneira parcial ou completa, o cadarço do cinto, seus diferentes modelos estão baseados no tipo de travamento, podendo ser manual, automático ou de emergência, baseando-se na sensibilidade em relação à desaceleração do veículo ou no desenrolamento do cadarço (ABNT, 2014).

2.4.2 Requisitos do Cinto de Segurança

Conforme mencionado, a norma NBR 7337 (ABNT, 2014) define os requisitos e ensaios para definir se os componentes do dispositivo são adequados. Esses requisitos são divididos em gerais e específicos. Dentre os requisitos gerais, tem-se a conformidade com o objetivo do dispositivo, ou seja, o cinto deve ser projetado e fabricado para garantir um funcionamento satisfatório quando corretamente instalado e utilizado, de modo a reduzir o risco de lesões corporais em caso de eventuais acidentes. Além disso, as partes rígidas do cinto, destinadas a absorver energia em caso de impacto, não podem ser frágeis e os componentes do cinto devem estar livres de rebarbas e cantos vivos, uma vez que isso pode ferir o usuário ou ainda comprometer a resistência do dispositivo como um todo a longo prazo, através do desgaste ou ruptura dos cadarços por atrito.

Com relação aos requisitos específicos, neste trabalho será abordado somente o conjunto do fecho, que é o principal elemento no processo de desacoplamento do cinto de segurança. Dessa forma, a norma estabelece que o fecho deve ser projetado de modo a impossibilitar a permanência do mesmo em uma condição semi travada,

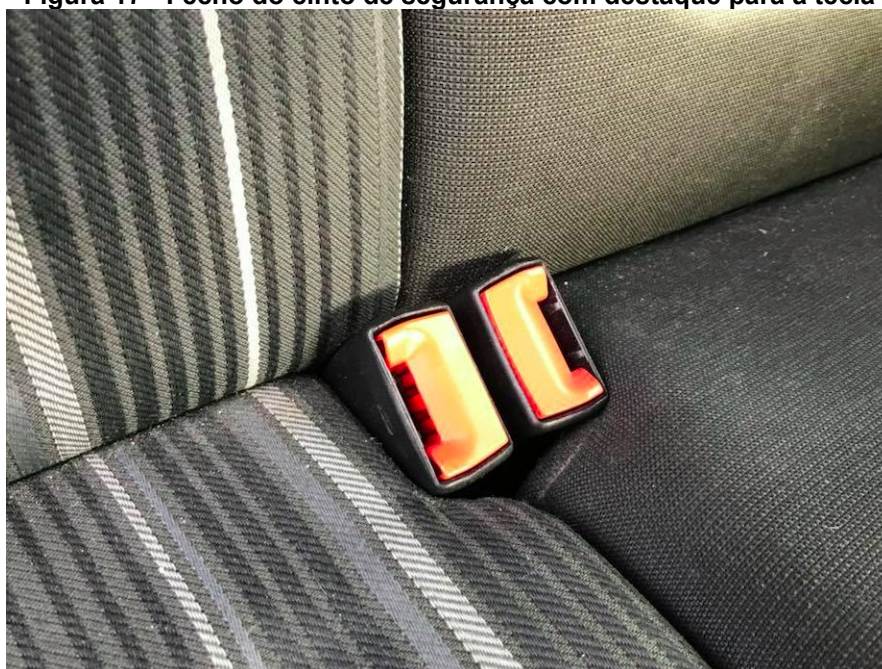
ou seja, o dispositivo deve garantir o travamento, ou então, deixar evidente que o fecho não foi travado corretamente. O fecho deve ainda permanecer fechado em qualquer posição do veículo, mesmo que não esteja sob carga e, também, deve ser de fácil acesso e manuseio, possibilitando o destravamento pelo acionamento da tecla (ABNT, 2014)

Com relação às dimensões do fecho, a norma estabelece que se esse elemento puder tocar o usuário, sem estar inserido no banco do veículo, a sua área de contato não pode ter largura inferior a 46 mm. Já com relação à área do fecho sobre a qual se aplica a carga de abertura, a tecla, ilustrada na Figura 17, a norma estabelece que ela deve ter suas dimensões estabelecidas de acordo com o tipo de tecla, sendo (ABNT, 2014):

- a) Tecla não protuberante: área mínima de 450 mm² e largura mínima de 15 mm;
- b) Tecla protuberante: área mínima de 250 mm² e largura mínima de 10 mm.

Por fim, com relação à carga que deve ser aplicada à tecla para efetuar o destravamento do fecho, a norma estabelece um valor mínimo de 10 N de carga sobre a qual não pode ser permitido o destravamento do fecho, para evitar destravamentos acidentais. E também estabelece que a carga necessária de abertura não deve exceder o valor de 60 N (ABNT, 2014).

Figura 17 - Fecho do cinto de segurança com destaque para a tecla



Fonte: CARSEATADVICE (2021)

2.5 O Processo Atual de Acoplamento e Desacoplamento do Cinto de Segurança

Nesta seção será abordado o modelo atual do acoplamento e desacoplamento do cinto de segurança. Conforme explicitado anteriormente, o ato de conduzir veículos requer extrema segurança a todos e o Brasil obriga, por lei, o uso do cinto de segurança para os passageiros. Dessa forma, será realizada a análise do completo funcionamento do acoplamento e desacoplamento do cinto de segurança. Serão considerados:

- a) O funcionamento do sistema;
- b) Quadro comparativo para pessoas sem e com artrite no uso do cinto de segurança.

2.5.1 Funcionamento do Sistema

Primeiramente, ressalta-se que para o estudo do presente trabalho, considera-se o funcionamento de acoplamento e desacoplamento para o cinto de segurança de três pontos, o tipo mais comum nos veículos de uso diário. Esse dispositivo, assim como qualquer outro, requer que seu manuseio ocorra de forma correta para que cumpra com sua função com máxima eficiência. É possível enumerar o processo de acoplamento e desacoplamento em seis etapas. São elas:

1. Ajustar o assento: o assento, muitas vezes, é utilizado de qualquer maneira entre os condutores. Enquanto algumas pessoas inclinam demasiadamente o assento para trás do nível do cinto de segurança, outros o deixam muito à frente do nível. Contudo, o indicado (RENAULT, 2021) é que a regulação do assento se dê, primeiramente, adequando a distância dos pedais para o condutor, no caso do banco do motorista, e para os demais passageiros que o banco esteja o mais alinhado possível com o suporte do dispositivo. Já em um segundo momento, é importante que a pessoa esteja com as costas totalmente apoiadas no assento, para que haja maior eficiência do dispositivo. A Figura 18 ilustra a correta posição;

Figura 18 - Posição correta do motorista no assento automotivo



Fonte: VOLKSWAGEN (2018)

2. Puxar o cadarço: no processo de puxar o cadarço do cinto, é indicado que o condutor ou passageiro verifique se a mesma está sendo esticada sem que haja dobras ou torções, pois, esse ato afeta diretamente na eficiência do dispositivo. Ainda, o usuário deve, com uma das mãos, puxar através da fivela. Na Figura 19 é possível observar a forma incorreta de posicionar o cadarço do cinto.

Figura 19 - Forma incorreta de posicionar o cadarço do cinto



Fonte: Adaptado de Automaisoficial (2019)

Já, a Figura 20 traz a forma correta de utilização do cadarço do cinto de segurança.

Figura 20 - Forma correta de posicionar o cadarço do cinto



Fonte: CARRO.BLOG.BR (2020)

Aconselha-se, então, que no momento de puxar o cadarço para acoplar a fivela ao fecho, o usuário observe se a mesma não está enrolada/dobrada, para que não haja perda de eficiência em caso de colisão;

3.Acoplar o cinto: o processo de acoplamento da fivela com o fecho do cinto é intuitivo, sendo necessário que encoste a fivela no encaixe do fecho e pressione até que se escute um som de “clique”, confirmando que a fivela está presa. A Figura 21 ilustra o processo de conexão.

Figura 21 - Acoplamento da fivela com o fecho do cinto



Fonte: GÊNESIS SEGUROS (2019)

4.Verificar as alturas dos cadarços superior e inferior: após acoplado o cinto de segurança, é recomendável que o usuário verifique a condição da parte superior e inferior do cadarço do cinto. Assim, a parte superior não deve encostar no pescoço, pois caso haja algum acidente, pode haver danos no pescoço do usuário. O indicado é que seja colocado de uma maneira que o cadarço superior encoste no tórax e no ombro. Já para a parte inferior, o ideal

é que o cadorço encoste na região da bacia, pois caso o usuário deixe na altura da barriga, pode acontecer de a pessoa deslizar e escapar do cinto de segurança em caso de colisão. A Figura 22 ilustra as duas situações, onde o número 1 indica a parte superior do cadorço e o número 2, a parte inferior.

Figura 22 - Posição correta do cadorço do cinto de segurança



Fonte: RENAULT (2021)

5. Desacoplar o cinto: no processo de desacoplamento, o primeiro passo a se fazer é a desconexão entre o fecho e a fivela e esta ação acontece ao pressionar com os dedos da mão, geralmente o polegar, contra o botão de desacoplamento, conforme a Figura 23.

Figura 23 - Desacoplamento do cinto de segurança



Fonte: SINPEF-RS (2016)

6.Recolher o cinto: após a etapa de desacoplar a fivela do fecho, recolhe-se então, o cinto de segurança. Nesse ponto, o usuário deve sempre tomar cuidado com a velocidade que é recolhido o dispositivo, de modo que o cadarço não retorne com dobras, causando futuros defeitos no carretel e, conseqüentemente, afetando a eficiência do cinto. A Figura 24 ilustra potencial ocorrência não conforme.

Figura 24 - Cinto de segurança sendo recolhido incorretamente



Fonte: Adaptado de AUTOMAISOFICIAL (2019)

Essa seção foi dedicada, então, à explicação do funcionamento atual do processo de acoplar e desacoplar o cinto de segurança. A seguir, será abordada uma Tabela comparativa entre pessoas que não possuem artrite nas mãos e àquelas que possuem, de modo a ilustrar observações importantes desse processo atual.

2.5.2 Comparação Entre Públicos Com e Sem Artrite

No Quadro 4, busca-se ilustrar as dificuldades apresentadas em cada uma das etapas examinadas na seção anterior para uma pessoa não portadora de artrite e para uma portadora. Para a sua construção, considerou-se os processos atuais dos passos 1 ao 6, conforme citado anteriormente, sob uma óptica observatória. Ou seja, adicionando observações de possíveis dificuldades encontradas entre os dois públicos. Para a sua leitura, considera-se grau de dificuldade entre 0 e 3, onde o valor 0 representa desconsiderável ou nenhuma dificuldade aparente e o valor 3 representa alto esforço/dificuldade.

Quadro 4 - Comparação do processo de acoplamento/desacoplamento entre usuários com e sem artrite

Etapas	Usuário sem artrose nas mãos		Usuário com artrose nas mãos	
	Grau de dificuldade	Observações	Grau de dificuldade	Observações
1	1	Em veículos com regulagem de assentos não elétricos, há a questão do peso do banco ser alto e esta situação pode tornar a ajustagem incômoda	2	Por conta da perda de força nos dedos dos portadores, pode haver a necessidade de ajuda de um terceiro
2	1	Pessoas com lesões nos braços e os mais idosos que possuem problemas articulares nos ombros podem apresentar dificuldade devido ao movimento de rotação.	1	Podem apresentar dificuldade manter a fivela nas mãos com firmeza para puxar o cinto
3	0	Nenhuma observação	2	Pressionar a fivela contra o furo do fecho do cinto pode ser dificultoso para os portadores devido a perda de força nas mãos
4	0	Nenhuma observação	0	Nenhuma observação
5	0	Nenhuma observação	3	O movimento de desacoplar a fivela costuma ser com os dedos e a perda de força nos mesmos dificulta essa ação
6	0	Nenhuma observação	1	Não conseguindo segurar a fivela no recolhimento, pode haver o enrolamento do cadarço do cinto

Fonte: Autoria própria (2021)

2.6 Benchmarking

Nesta seção será abordado o *benchmarking* realizado no desenvolvimento deste trabalho, onde buscou-se pesquisas e produtos presentes no mercado que solucionam ou buscam solucionar a dificuldade do idoso em desacoplar a fivela do cinto de segurança de maneira independente. Por se tratar de um nicho específico, o processo de *benchmarking* demandou buscar soluções para além do território brasileiro devido à ausência de projetos oficiais que sanem essa necessidade no país.

O Quadro 5 ilustra três principais produtos encontrados no mercado internacional que trazem maior autonomia aos idosos no que diz respeito ao acoplamento e desacoplamento do cinto de segurança.

Quadro 5 - Benchmarking de dispositivos de desacoplamento do cinto de segurança

			
Fabricante	UnbuckleMe	ArLenesEssentials	SeatBealtExtenderPro
Dimensões (mm)	88,9 x 44,45 x 31,75	88,9 x 44,45 x 25,4	69,6 x 50,8 x 47,6
Material	Plástico	Acrílico	Elastômero termoplástico
Peso (g)	18,14	Não informado	Não informado
Preço (USD)	14,99	12	7,99
Aplicação	O dispositivo desacopla o cinto de segurança da cadeirinha para crianças. Os usuários, acoplam o dispositivo no botão para destravar e conseguem pressionar com a palma das mãos, não necessitando utilizar os dedos, que estão fragilizados pela artrite	O dispositivo funciona de maneira semelhante ao Unbuckle me, alterando principalmente a região de apoio, design e material	O dispositivo é fixado no fecho do cinto traseiro, de modo a ficar em posição favorável para crianças e idosos acoplarem e desacoplarem o cinto de segurança de três pontos
Principais vantagens	Leve Usabilidade simples Pequeno Durável	Usabilidade simples Pequeno Suporta altas temperaturas Durável	Usabilidade simples Durável Pode ser fixado nos assentos dos passageiros
Avaliações comerciais	4,9 / 5,0	4,6 / 5,0	4,6 / 5,0
Fonte	UnbuckleMe (2021)	ArLenesEssentials (2021)	SeatBealtExtenderPro (2021)

Fonte: Autoria própria (2021)

2.6.1 Análise do Benchmarking

Os três levantamentos realizados, mostrados no Quadro 5, trazem importantes informações acerca das soluções disponíveis. Com relação ao primeiro produto, destaca-se seu design intuitivo. Os idosos podem desprender o cinto de segurança da cadeirinha de criança de forma autônoma. A excelente avaliação comercial deste produto mostra a importância de um material leve, de fácil usabilidade e de tamanho pequeno, que possa ser carregado sem dificuldades. Embora esse projeto contemple apenas o desacoplamento da cadeirinha de crianças e não o desacoplamento do fecho do cinto de segurança do carro, ele destaca a importância do dispositivo ser de fácil encaixe, intuitivo e que realmente reduz a força necessária para se soltar.

O segundo produto, apresenta semelhança com o primeiro analisado, possuindo o mesmo objetivo de desacoplar o cinto da cadeirinha de criança. Porém, possui

design e material diferente. Embora a empresa responsável pelo seu desenvolvimento não tenha apresentado a especificação do peso, acredita-se que também seja leve, considerando as dimensões e seu material. O ponto mais importante para se observar neste produto é a região de contato que o usuário tem para realizar o movimento de destravamento, sendo mais estreita que o primeiro produto analisado, implicando na maior usabilidade dos dedos dos idosos.

Já o terceiro produto apresenta uma solução para os fechos dos assentos traseiros do veículo. Esses fechos, em geral, permanecem em posição deitada nos bancos e, muitas vezes, acabam adentrando ao fundo do mesmo e esta situação dificulta que idosos com artrite ou até mesmo crianças consigam acoplar e desacoplar o cinto. Dessa maneira, este produto ilustra uma outra dificuldade das pessoas, e traz a solução de manter o fecho em melhor posição de encaixe. Também, este levantamento trouxe a observação de que fixar um dispositivo no fecho pode ser uma boa alternativa, a depender das necessidades.

De modo geral, a busca por produtos ou soluções no mercado se mostrou positiva e estes dados coletados serão utilizados na geração de alternativas para o desenvolvimento do produto, que terá como foco o desacoplamento do fecho do cinto nos assentos dianteiros e traseiros. Na sequência, estão listadas as principais inspirações advindas do *benchmarking*:

- a) Universalidade para os fechos;
- b) Manuseio intuitivo;
- c) Dispositivo fixo ou de acoplamento simples;
- d) Portabilidade.

2.7 Busca de Patentes

Também, foi conduzida uma busca de patentes no cenário brasileiro e internacional, de projetos ou produtos que auxiliem no desacoplamento dos cintos de segurança dianteiros e traseiros dos veículos. Após buscas nos principais repositórios de patentes, confirmou-se o que já fora destacado no *Benchmarking*, que há a ausência de projetos ou produtos que enderecem o contexto aqui examinado.

2.8 Caracterização da Oportunidade

A atual maneira das pessoas desacoplarem a fivela do fecho do cinto é pressionando um botão, necessitando de um esforço maior para aqueles que sofrem de artrite nas mãos. Sabe-se que o público-alvo para o desenvolvimento desse produto são idosos, grupo mais propenso a possuir essa condição e, também, parcela populacional que crescerá significativamente nos próximos anos.

A partir de todos os dados selecionados e analisados até este ponto, a oportunidade se caracteriza pelo desenvolvimento de projeto e protótipo de um dispositivo que auxilie os idosos no processo de desacoplamento do fecho do cinto de segurança automotivo, proporcionando-lhes maior autonomia.

3 PROJETO INFORMACIONAL

Este capítulo tem por objetivo endereçar o projeto informacional do produto. Para isso, será apresentado o levantamento das necessidades do cliente (LNC), bem como os requisitos do projeto (RP). Com essas informações, será construída a casa da qualidade e definidas as especificações do produto.

3.1 Levantamento das Necessidades do Cliente

O levantamento das necessidades do cliente é essencial para o desenvolvimento do produto, uma vez que essa é a principal etapa para se compreender a “voz do cliente”, que determinará os requisitos e especificações do projeto. Existem, na literatura, diversas metodologias e abordagens para o levantamento das necessidades do cliente, visando extrair o máximo de informações para que o levantamento resulte em uma ótima execução do projeto.

3.1.1 Técnica para Obtenção das Informações

A equipe escolheu a ferramenta de questionário para o levantamento das necessidades. As restrições impostas para redução de contágio devido a COVID-19, durante o desenvolvimento deste trabalho, dificultaram a execução de entrevistas, observação ou simulação, uma vez que essas abordagens apresentam melhores resultados quando são realizadas de forma mais próxima ao cliente, de modo presencial.

Os principais objetivos do questionário foram a identificação das principais dificuldades no processo de desacoplamento do cinto de segurança, o alinhamento das expectativas e a percepção de oportunidades e restrições do projeto. Para tanto, construiu-se um questionário com dez questões objetivas e disponibilizou-se um espaço para sugestões sobre o produto proposto. O questionário foi realizado entre um grupo de 15 portadores de artrite, idosos, que utilizam veículos no dia a dia, pacientes de um hospital em uma universidade de Londrina-PR. Por questões de sigilo e ética, ao se tratar da saúde integral do paciente, não pode ser revelado o nome dos pacientes ou dados do hospital. Para a realização do questionário, foi utilizado a ferramenta *Google Forms*, e o mesmo foi aplicado entre os dias 26 de outubro e 01 de novembro. O questionário em branco, bem como seus resultados já tratados, pode ser verificado nos Apêndices A e B, respectivamente.

3.1.2 Necessidades do Cliente

Após a finalização da coleta de informações, foi possível descrever, de forma geral, o cliente-usuário como um indivíduo portador de artrite, na faixa etária de 70 a 80 anos, do sexo feminino e que utiliza veículos quase todos os dias.

O cliente-usuário tem costume de utilizar tanto os bancos dianteiros quanto os traseiros, com leve vantagem para os dianteiros e possui pouca ou muita dificuldade para desacoplar o cinto de segurança, quando apenas 13,3% relataram não ter dificuldades para desacoplar o cinto de segurança.

A partir de todos os resultados obtidos com o levantamento das necessidades do cliente, juntamente com os dados do *Benchmarking* realizado, foi possível definir o Quadro 6 que descreve as necessidades dos clientes.

Quadro 6 - Necessidades do cliente para utilização do dispositivo

Categorias	Necessidades	Fonte
Operação	Utilização intuitiva	LNC e <i>Benchmarking</i>
	Reduzir a utilização do polegar	LNC
	Reduzir força necessária	LEA, LNC e <i>Benchmarking</i>
	Possibilidade de utilizar com uma mão	LNC
	Região de contato para um fácil acionamento	LNC e <i>Benchmarking</i>
	Rapidez para desacoplar	LNC
Material	Material durável	LNC
	Sem cantos vivos	LNC e <i>Benchmarking</i>
	Material resistente à quedas	LNC e <i>Benchmarking</i>
Custo	Baixo custo	LNC e <i>Benchmarking</i>
Transporte	Portátil	LNC e <i>Benchmarking</i>
	Leve	LNC
	Pequeno	LNC e <i>Benchmarking</i>
Versatilidade	Aplicável para os fechos dianteiros e traseiros	LNC
Adicionais	Aparência	<i>Benchmarking</i>

Fonte: Autoria própria (2021)

3.2 Requisitos da Qualidade

Para o desenvolvimento de um produto, as características do mesmo devem ser quantitativas e concretas, fazendo com que as informações levantadas no Quadro 6, necessitem ser transformadas em uma linguagem técnica de engenharia. Para tanto,

construiu-se o quadro de requisitos da qualidade, que pode ser verificada no Quadro 7.

Quadro 7 - Requisitos da qualidade do dispositivo

Requisitos	Unidade	Tendência
Custo	R\$	↓
Número de poka yokes	nº	↓
Número de fechos compatíveis	nº	↑
Cantos vivos	nº	↓
Massa do dispositivo	kg	↓
Resistência mecânica	Pa	↑
Força média para o desacoplamento do cinto	N	↓
Dimensões externas	mm	↓
Tempo para desacoplar	s	↓

Fonte: Autoria própria (2021)

3.3 Casa da Qualidade

No presente trabalho, não se mostrou vantajosa a construção da casa da qualidade uma vez que o público-alvo analisado foi pequeno, fazendo com que não houvesse dados suficientes para que a ferramenta fosse eficaz em sua plenitude.

3.4 Especificações do Projeto

Para o prosseguimento do projeto em questão, faz-se necessário o estabelecimento de objetivos e metas a serem atingidas pela equipe. A partir das informações das necessidades do cliente, bem como os requisitos da qualidade, construiu-se o Quadro 8 que representa as especificações do projeto.

Quadro 8 - Especificações do projeto

Requisitos	Objetivo	Sensor	Tipo	Saidas indesejáveis
Custo	Máx R\$99,00	Valor	Demanda	Alto custo e não aceitação no mercado
Número de Poka Yokes	Máx 3	Contagem	Demanda	Dificuldade de compreensão do funcionamento do dispositivo
Número de Fechos Compatíveis	Mín 4	Contagem	Demanda	Impossibilidade de utilização nos principais fechos
Cantos vivos	0	Contagem	Demanda	Risco de acidente
Massa do dispositivo	Máx 0,2kg	Balança	Demanda	Dificuldade de utilização e transporte do dispositivo
Resistência mecânica	Mín 15Mpa	Extensômetro	Demanda	Fragilidade e redução da vida útil do dispositivo
Força média para o desacoplamento do cinto	Redução de 40%	Dinamômetro	Demanda	Desmotivação ou impossibilidade na utilização do dispositivo
Dimensões externas	Entre 50 e 180 mm	Paquímetro	Demanda	Dificuldade de encaixe do dispositivo
Tempo para desacoplar	Máx 15s	Cronômetro	Demanda	Desperdício de tempo e não aceitação no mercado

Fonte: Autoria própria (2021)

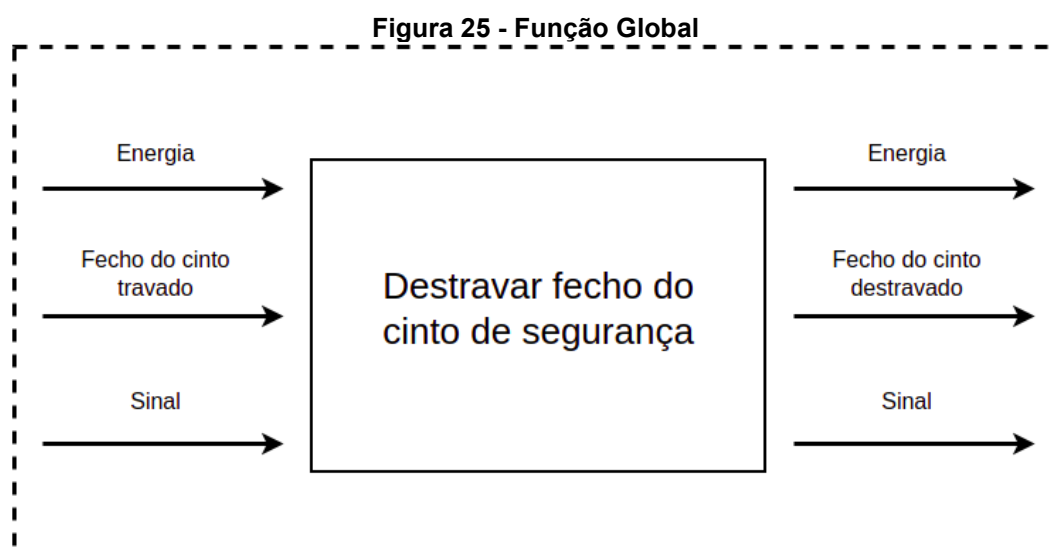
Com as especificações do projeto obtidas, a equipe buscará endereçar os requisitos durante a elaboração do projeto conceitual que se dará na sequência.

4 PROJETO CONCEITUAL

O projeto conceitual é considerado uma das etapas mais importantes durante o desenvolvimento de um projeto de produto, pois as decisões tomadas nessa etapa influenciam diretamente os resultados das fases posteriores. O projeto conceitual é responsável por gerar, a partir das necessidades que foram levantadas durante o projeto informacional, concepções para o produto a ser desenvolvido, para atender, da melhor forma, estas necessidades, sempre levando em consideração as restrições de projeto. O modelo obtido ao final desta etapa é a concepção do produto, que representa a solução fundamental para desempenhar a função global do projeto (FORCELLINI, 2002).

4.1 Função Global

A função global é a função de maior nível do sistema. Ela é a responsável por expressar as relações entre as entradas, que são as informações fornecidas ao produto, a função propriamente dita, que é a ação desempenhada pelo produto e as saídas do sistema, que mostra os resultados da ação do produto sobre as entradas. A Figura 25 exemplifica a função maior que o dispositivo deverá desempenhar:

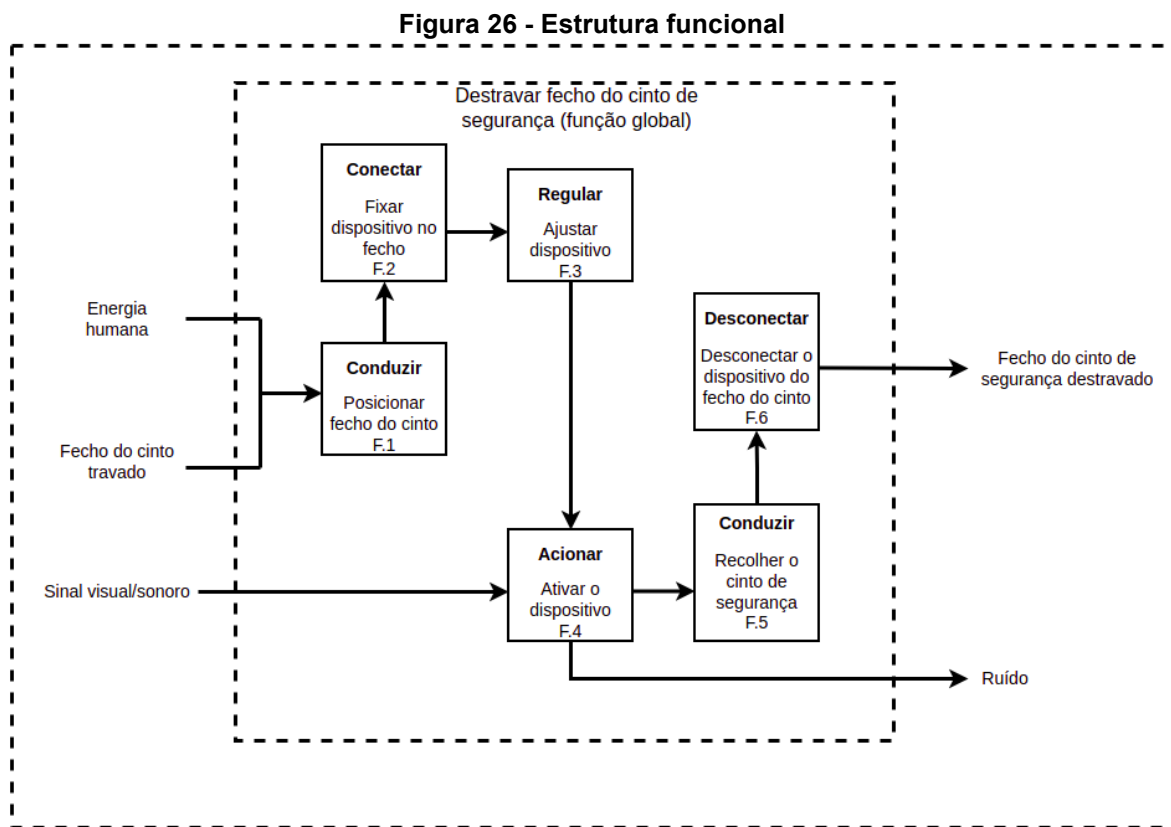


Fonte: Autoria própria (2021)

4.2 Estrutura Funcional

Com a função global definida, deve-se realizar a decomposição da mesma em funções de menor nível, para facilitar a visualização do processo e a concepção do

produto. A Figura 26 apresenta a estrutura funcional, contendo a função global e as respectivas sub-funções.



Fonte: Autoria própria (2022)

O Quadro 9 decompõe as sub-funções em níveis mais simples, até seus níveis de funções elementares. As funções de menor nível, dentro de cada sub-função, irão auxiliar na geração das concepções.

4.3 Método para Geração das Concepções

Nesta etapa do desenvolvimento, a fim de obter princípios de soluções, devido à natureza simples do dispositivo, não necessitando de componentes mecânicos ou elétricos para sua composição, realizou-se um *brainstorming* para gerar as concepções a respeito do produto a ser desenvolvido.

4.4 Geração das Concepções

A partir das informações dispostas na estrutura funcional, é possível gerar concepções, selecionando os princípios de solução para cada sub-função, compondo um conjunto de ideias para a formalização do produto.

Quadro 9 - Mapa de sub-funções

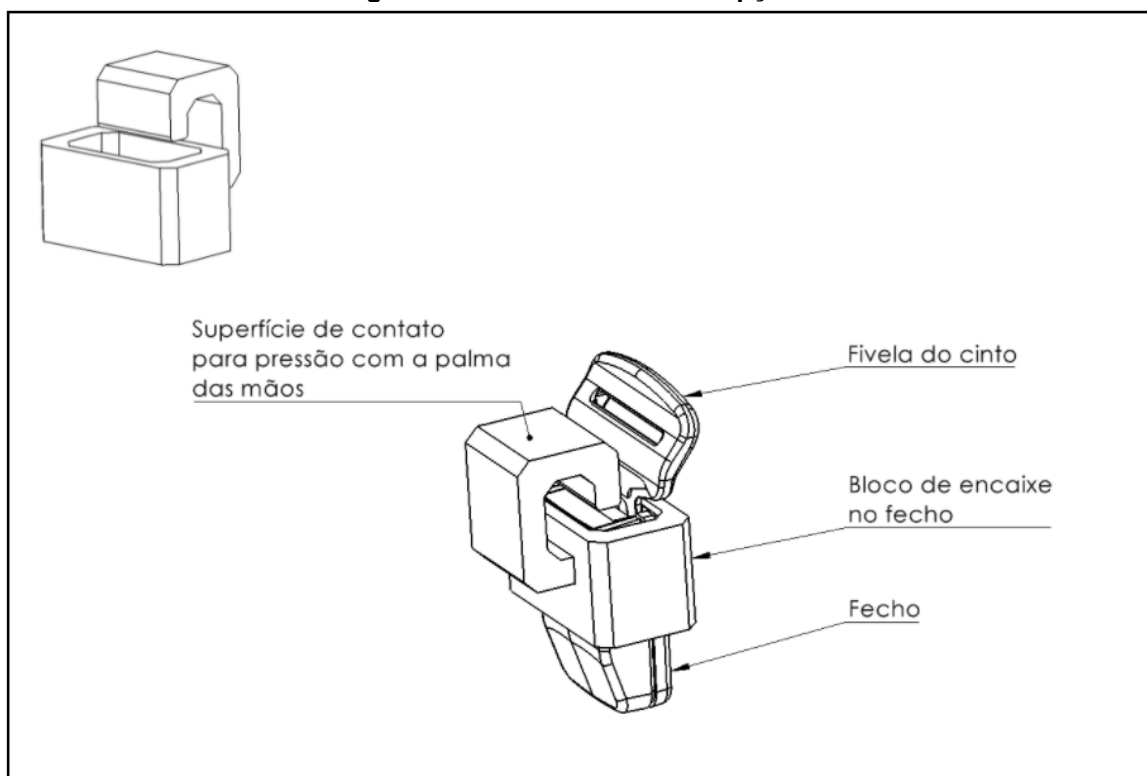
Hierarquia	Funções
Função Global	Destruvar fecho do cinto de segurança
F1	Posicionar o fecho do cinto
F1.1	Identificar fecho
F1.2	Posicionar fecho de modo a preparar para o encaixe do dispositivo
F2	Fixar dispositivo no fecho
F2.1	Identificar dispositivo
F2.2	Posicionar dispositivo no fecho
F2.3	Conectar dispositivo no fecho
F3	Ajustar dispositivo
F3.1	Ajustar mecanismo de ativação do dispositivo
F4	Ativar o dispositivo
F4.1	Identificar mecanismo de ativação
F4.2	Ativar dispositivo através do mecanismo de ativação
F5	Recolher o cinto de segurança
F5.1	Separar cinto de segurança do dispositivo
F5.2	Recolher cinto de segurança
F6	Desconectar o dispositivo do fecho

Fonte: Autoria própria (2022)

4.4.1 Conceção 1

Uma solução simples com foco em obter-se uma região de contato maior que o botão de desacoplamento. Nesta ideia tem-se um dispositivo com acoplamento no fecho de cima para baixo e a força necessária para desacoplamento, no mesmo sentido, embora seja a mesma do que sem o dispositivo, pode ser aplicada com uma região maior, por exemplo com a palma da mão do usuário, evitando assim o uso dos dedos para o desacoplamento. Para o desencaixe do dispositivo, basta puxá-lo para cima.

Figura 27 - Descritivo da concepção 1

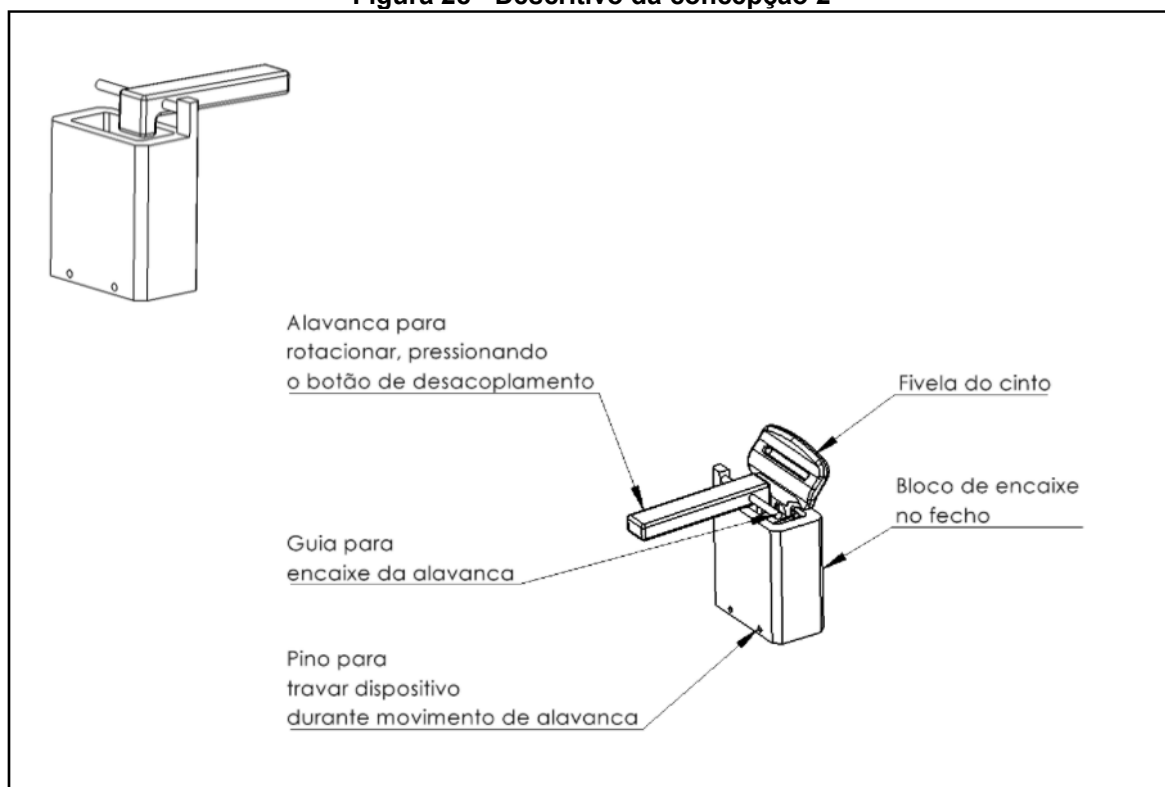


Fonte: Autoria própria (2022)

4.4.2 Concepção 2

Diferentemente da concepção 1, a concepção 2 tem foco em reduzir a força necessária para o desacoplamento utilizando-se de uma alavanca. Seu uso é intuitivo, rotacionando a alavanca para cima, fazendo com que desacople o cinto de segurança. Também, diferentemente da concepção 1, esta ideia baseia-se na intenção de se obter um dispositivo fixo, de modo que o usuário fixe uma única vez em seu automóvel. Seu travamento ocorre ao encaixar pinos na região inferior do dispositivo.

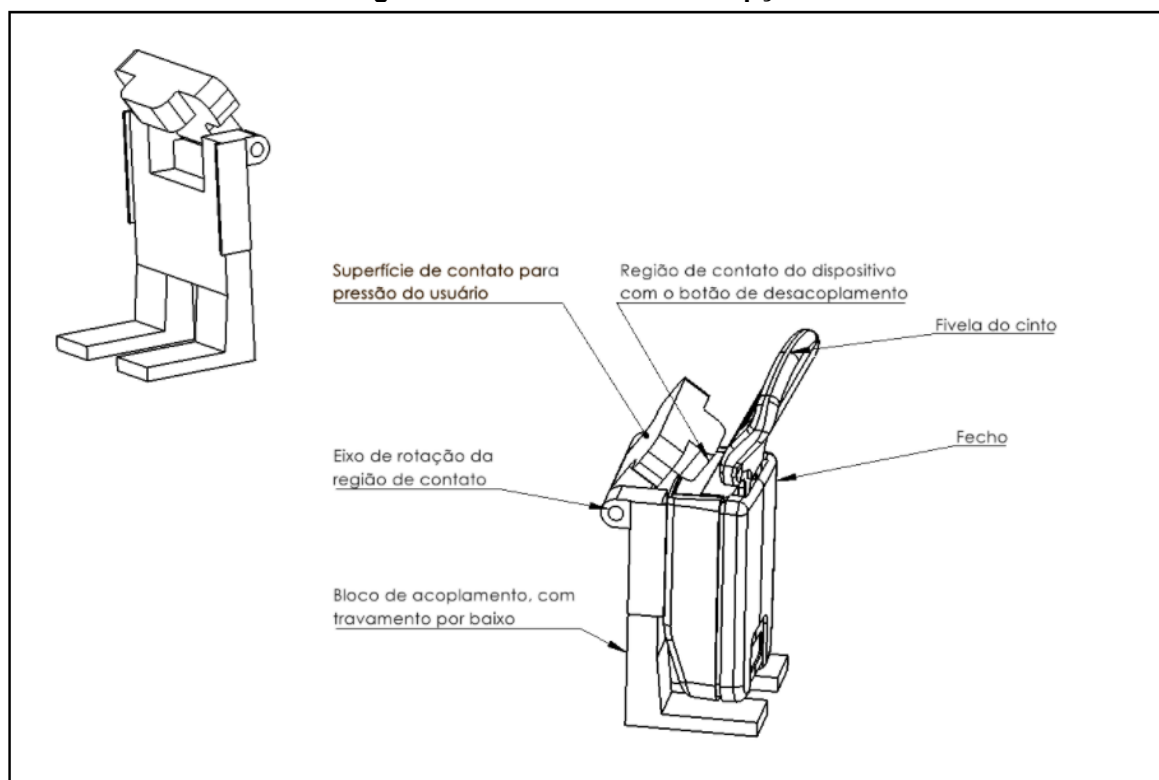
Figura 28 - Descritivo da concepção 2



Fonte: Autoria própria (2022)

4.4.3 Concepção 3

Concepção similar à concepção 1, com foco em uma região de contato maior para o usuário. Ainda, o acoplamento do dispositivo no fecho ocorre de baixo para cima, com travamento em baixo e também nas laterais, com abas em cada lado. A força realizada pelo usuário também acontece no sentido do desacoplamento. Para seu desencaixe, basta puxar o dispositivo para trás ou empurrar para baixo.

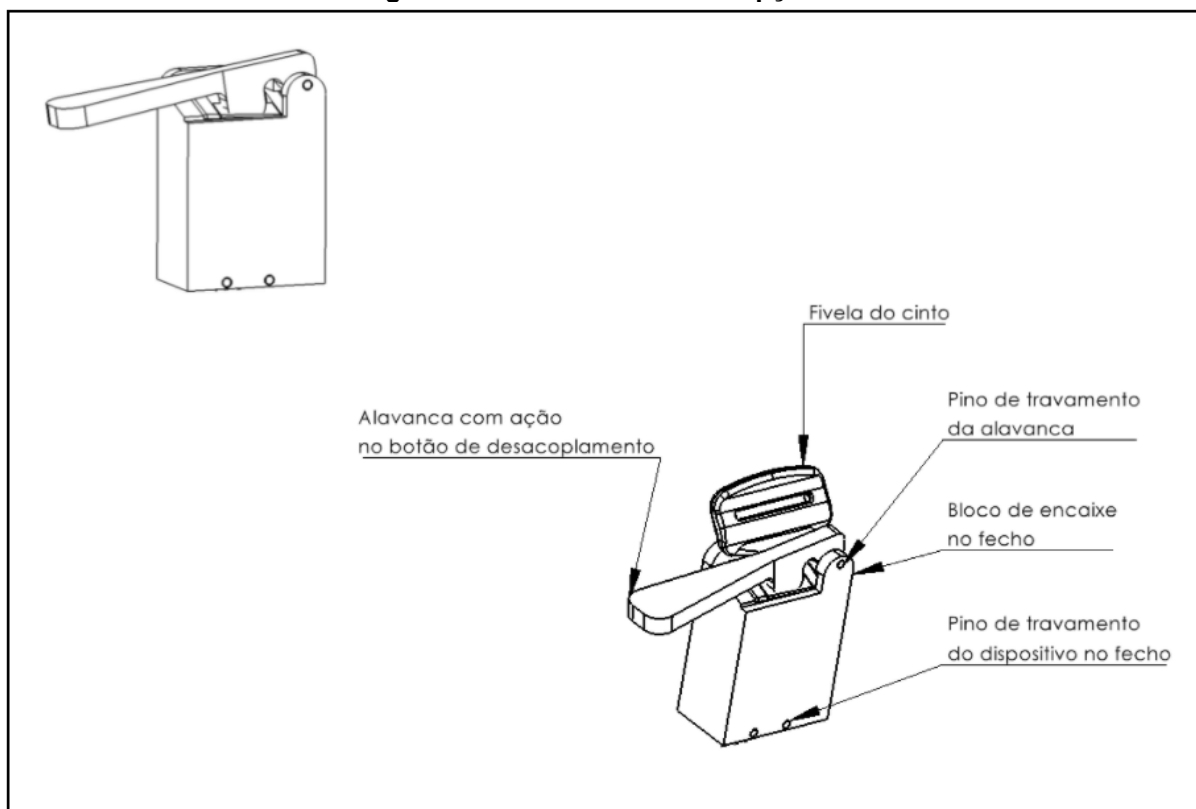
Figura 29 - Descritivo da concepção 3

Fonte: Autoria própria (2022)

4.4.4 Concepção 4

Solução similar à concepção 2, onde tem-se o dispositivo fixo no fecho e possui alavanca para redução da força necessária para o desacoplamento. Neste caso, a alavanca encontra-se em posição lateral ao fecho e a força do usuário é para baixo para que se desacople o cinto de segurança. Também possui pinos na região inferior para travamento do dispositivo.

Figura 30 - Descritivo da concepção 4

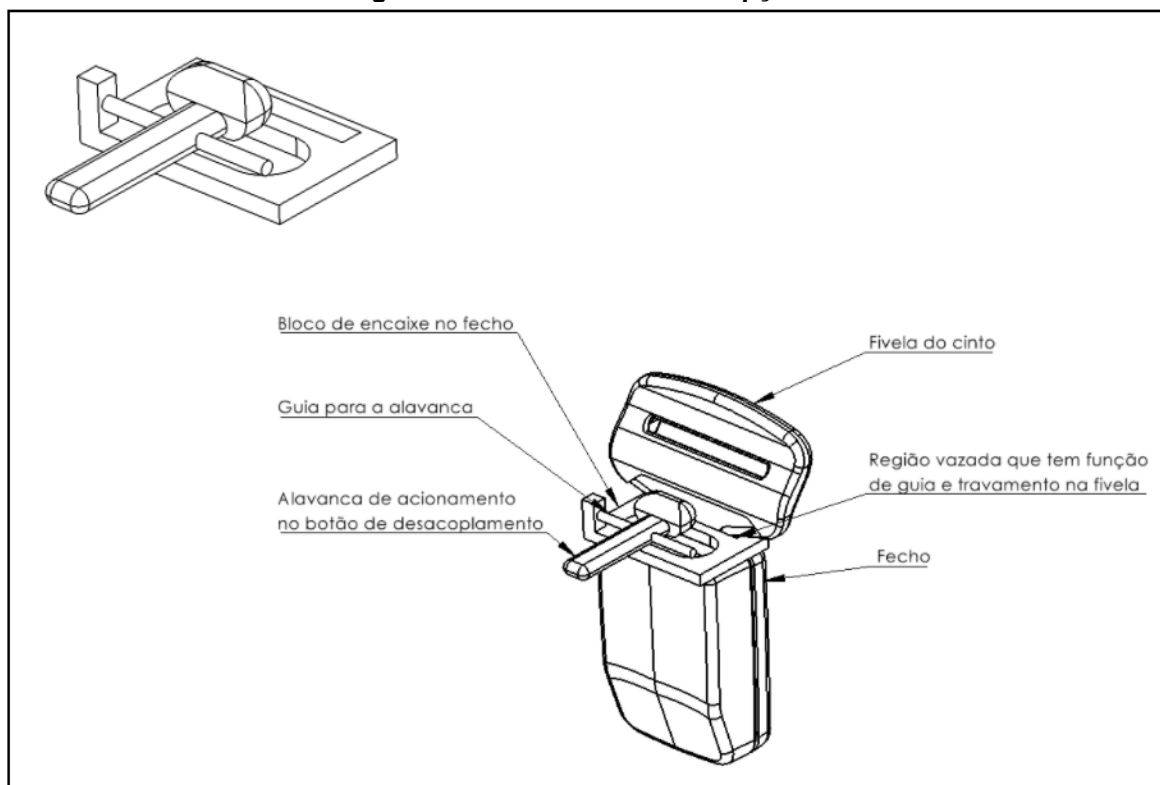


Fonte: Autoria própria (2022)

4.4.5 Concepção 5

Solução com dimensões pequenas, onde tem-se o dispositivo realizando travamento pela fivela do cinto. Para o encaixe do dispositivo, deve-se posicionar o dispositivo sobre o fecho, de modo que a abertura presente no dispositivo se encontre na região de conexão da fivela e fecho. Dessa forma, tem-se o dispositivo travado para seu uso, que necessita da rotação da alavanca para cima. Após a desconexão do cinto, o dispositivo encontra-se livre para retirada.

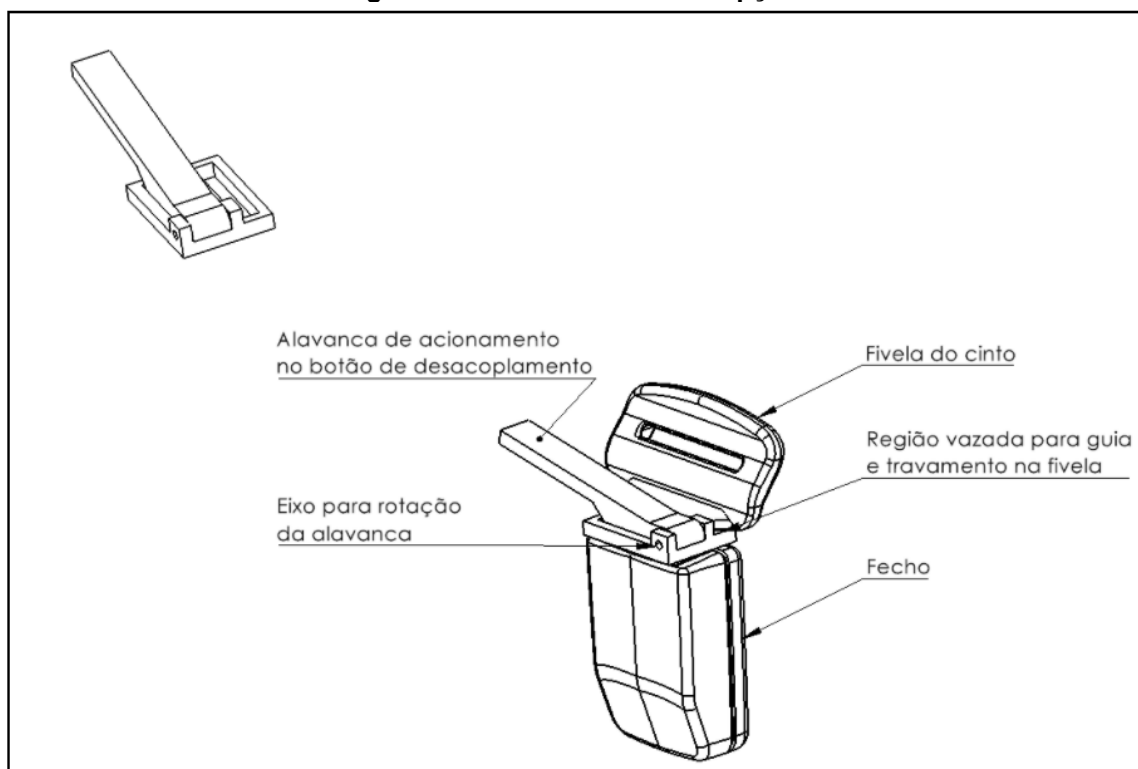
Figura 31 - Descritivo da concepção 5



Fonte: Autoria própria (2022)

4.4.6 Concepção 6

Solução similar à concepção 5, onde tem-se novamente dimensões pequenas, de fácil manejo, porém com principal diferença na posição da alavanca e, neste caso, lateral ao fecho e com rotação da alavanca para baixo. Devido a posição da alavanca, o dispositivo permite ser projetado de forma ainda mais compacta.

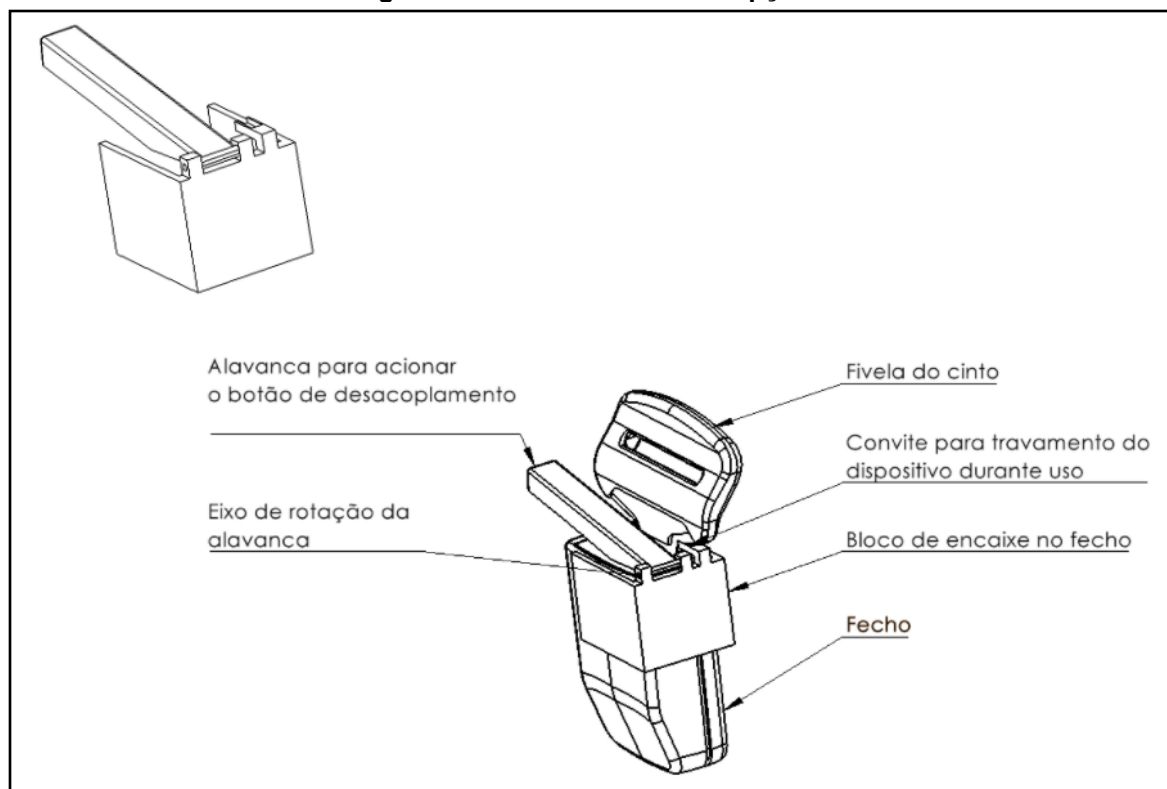
Figura 32 - Descritivo da concepção 6

Fonte: Autoria própria (2022)

4.4.7 Concepção 7

Solução similar à concepção 6, porém com encaixe do dispositivo pela lateral do fecho. Para seu travamento, há um convite na lateral para encaixar na fivela do cinto. Acionamento da alavanca também é no sentido para baixo e o desencaixe do dispositivo ocorre ao puxá-lo após o desacoplamento do cinto.

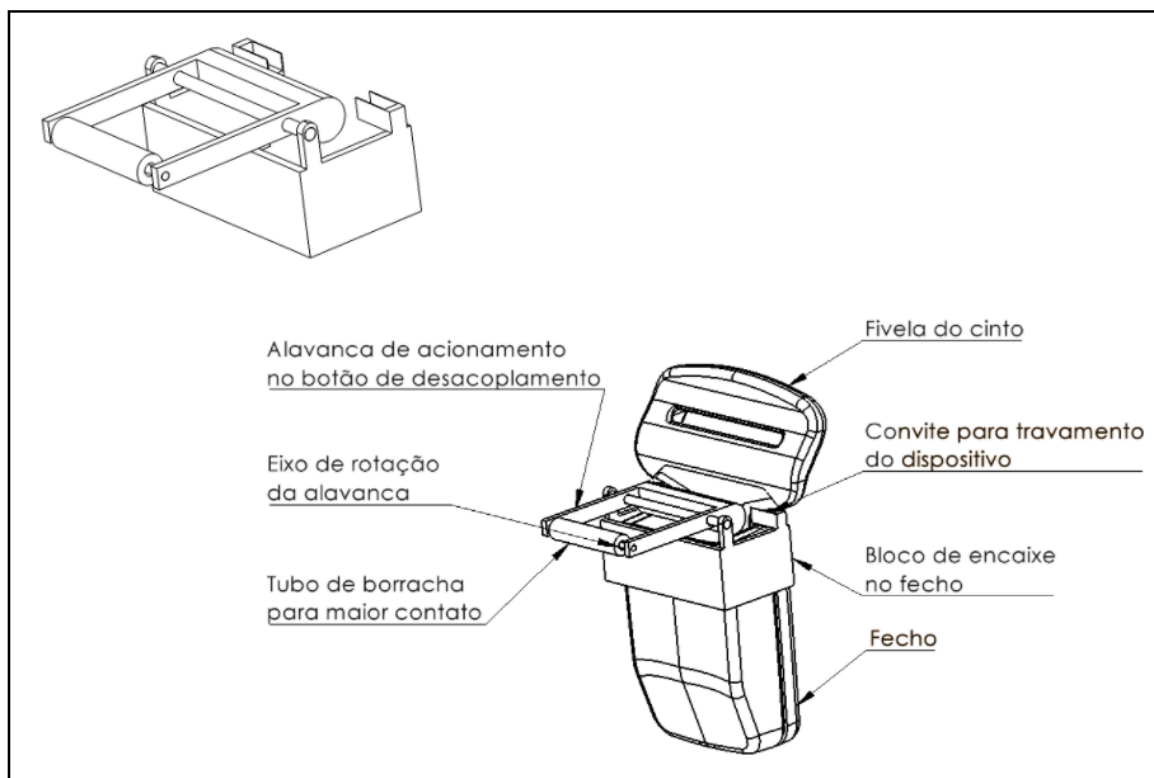
Figura 33 - Descritivo da concepção 7



Fonte: Autoria própria (2022)

4.4.8 Concepção 8

Solução com presença de alavanca, porém com região de contato maior, onde o contato ocorre no tubo de borracha, de modo que o usuário consiga utilizar a mão por inteira. Seu acionamento ocorre com a rotação da alavanca para cima e o travamento do dispositivo acontece com as abas laterais travando na fivela do cinto de segurança. De maneira similar às concepções 5 e 6, seu encaixe ocorre antes do acoplamento do cinto de segurança, para que haja o travamento do dispositivo.

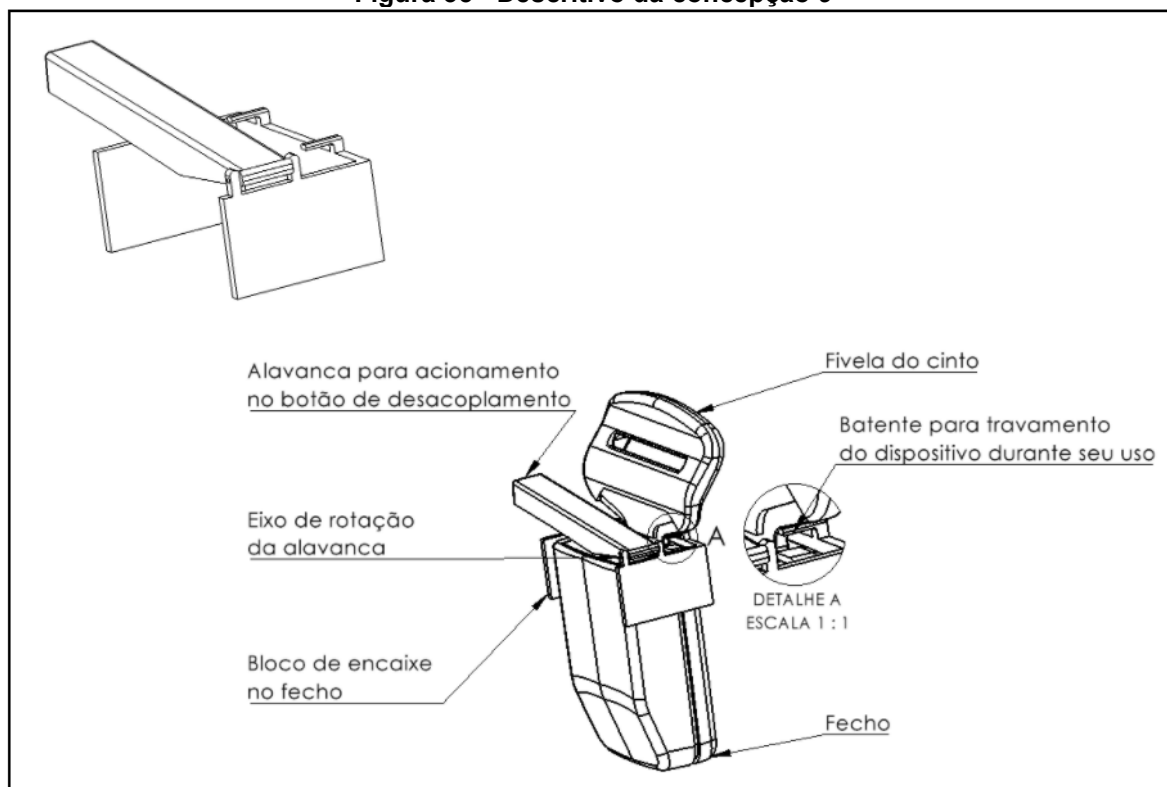
Figura 34 - Descritivo da concepção 8

Fonte: Autoria própria (2022)

4.4.9 Concepção 9

Solução com encaixe por trás do fecho, realizando batente na fivela do cinto, com duas abas. Possui alavanca posicionada lateralmente ao fecho. Para seu desencaixe, basta puxá-lo para trás após o desacoplamento.

Figura 35 - Descritivo da concepção 9

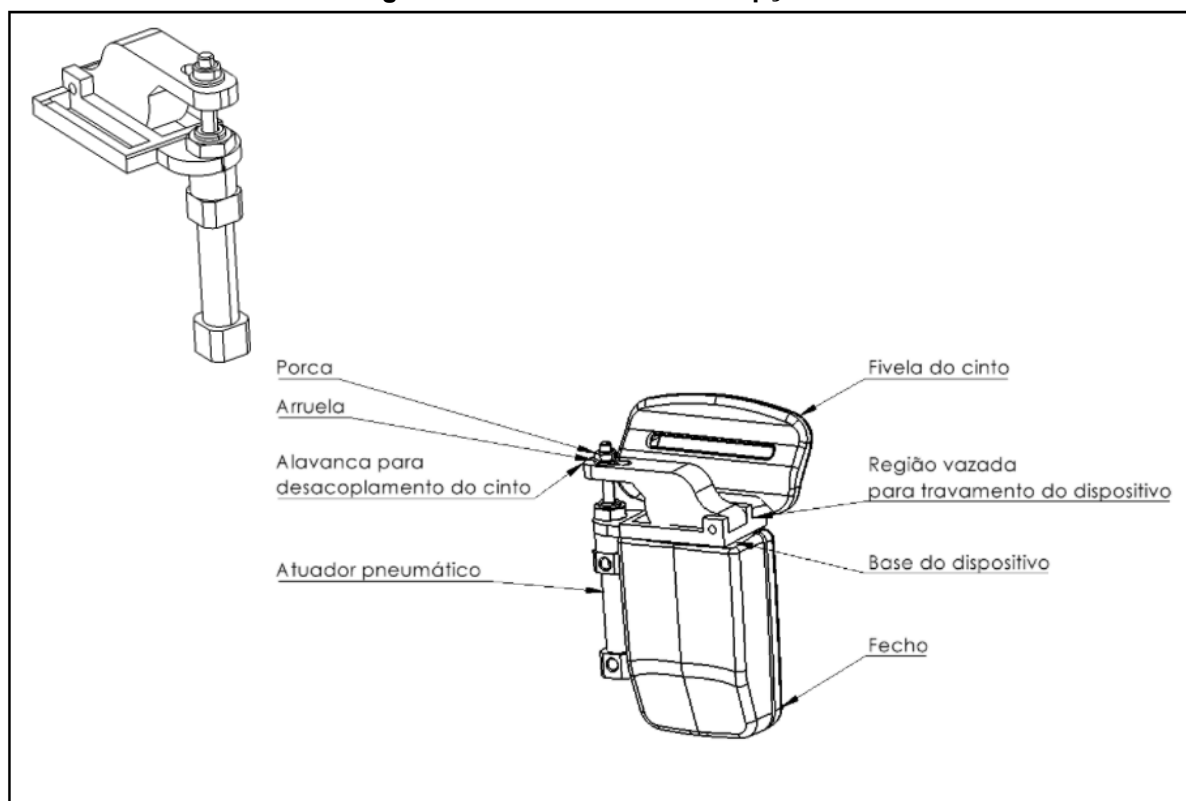


Fonte: Autoria própria (2022)

4.4.10 Concepção 10

Solução automatizada, com acionamento da alavanca através de um atuador pneumático. Similar à concepção 6, o dispositivo em si possui dimensões pequenas e de fácil manejo. Neste caso, o acionamento pode ser realizado através do pé do usuário ou através de algum botão que pode ser fixado em diversos locais dentro do automóvel. Para seu uso, será necessário algum abastecimento de ar comprimido.

Figura 36 - Descritivo da concepção 10

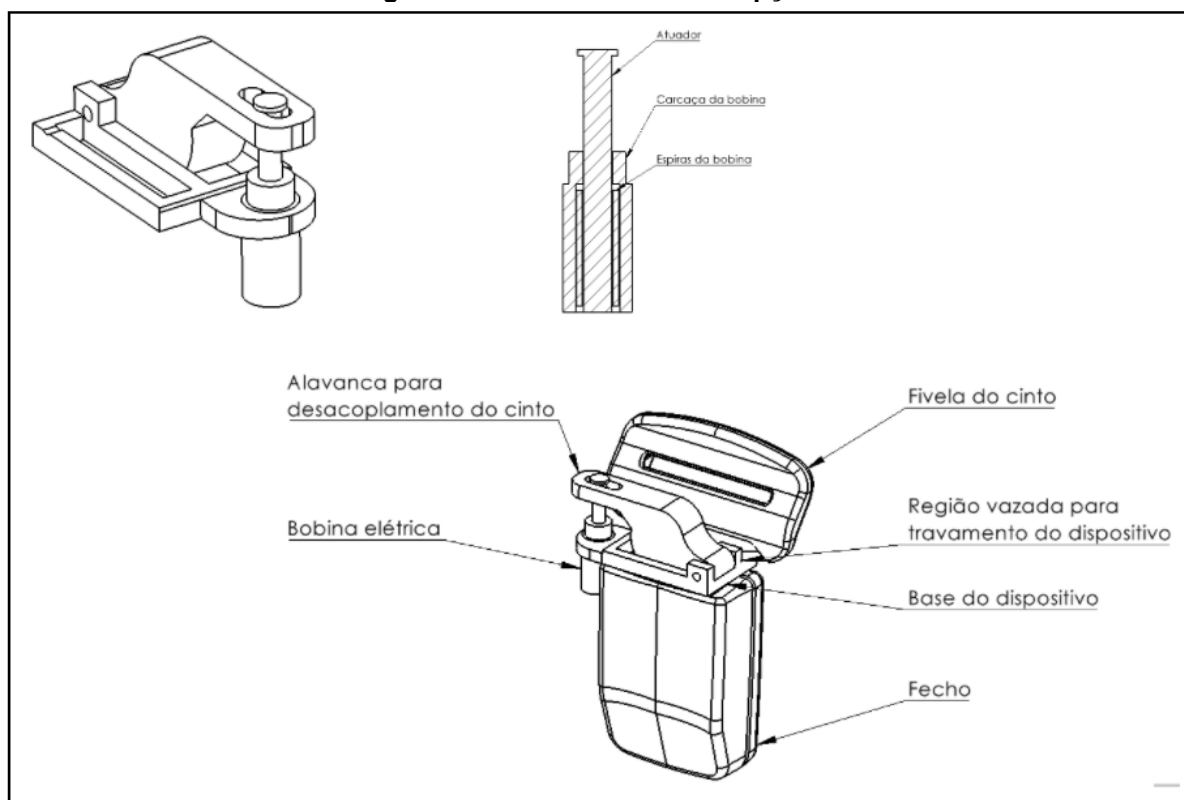


Fonte: Autoria própria (2022)

4.4.11 Concepção 11

Similar à concepção 10, automatizada, porém com acionamento da alavanca através de um atuador elétrico. No esquema, visualiza-se a bobina elétrica na vista de corte.

Figura 37 - Descritivo da concepção 11



Fonte: Autoria própria (2022)

4.5 Seleção da Concepção

Em um primeiro momento, com as concepções elaboradas, visando oferecer compatibilidade com o maior número de modelos de cinto de segurança, seus diferentes posicionamentos no automóvel e também as diferentes maneiras como são dispostos, principalmente nos bancos traseiros, onde podem estar fixados no próprio banco, foi realizado um primeiro filtro com relação às concepções elaboradas levando em conta essa compatibilidade. Dessa forma, foram selecionadas as concepções 5, 6, 7, 8, 10 e 11.

A fim de selecionar a concepção com maior potencial para implementar a solução desejada, utilizou-se a ferramenta matriz de avaliação relativa. Para tal, a concepção 6 foi selecionada como referência e cada solução foi comparada com a mesma avaliando os itens descritos na especificação de projeto. Se a solução em análise for considerada pior do que a referência em um determinado requisito, ela recebe um sinal negativo (-), caso contrário, um sinal positivo (+). Se, naquele requisito, for considerada como sendo uma solução equivalente, recebe o sinal de igualdade (=). Os sinais positivo e negativo equivalem a um ponto, cada um com seu respectivo sinal, sendo que o sinal de igualdade é equivalente a zero. A solução que

obtiver o maior valor, ou seja, o somatório dos sinais positivos e negativos, será a concepção escolhida para dar continuidade no trabalho.

Dessa forma a Figura 38 foi construída e ao final da avaliação, a concepção 6 foi escolhida como sendo a que possui maior potencial para o desenvolvimento da solução.

Figura 38 - Matriz de avaliação relativa das soluções elaboradas

Especificações de projeto	Tendência	Soluções					
		5	6	7	8	10	11
Custo	↓	+	REFERÊNCIA	+	-	-	-
Poka Yoke	↓	-		=	-	=	=
Versatilidade	↑	=		=	=	=	=
Cantos vivos	↓	=		=	=	=	=
Massa do dispositivo	↓	+		-	-	-	-
Resistência mecânica	↑	-		-	=	=	=
Força média de desacoplamento	↓	-		=	=	+	+
Dimensões externas	↓	+		-	-	-	-
Tempo para desacoplar	↓	-		=	=	+	+
Somatório		-1		0	-2	-4	-1
Classificação		2º	1º	3º	4º	2º	2º

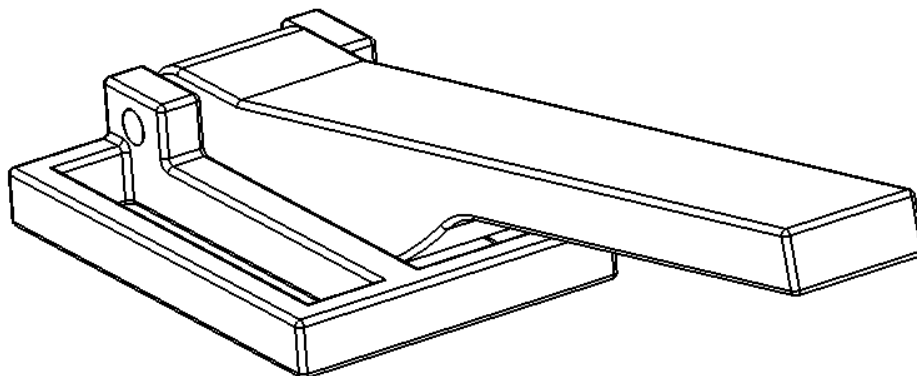
Fonte: Autoria própria (2022)

4.6 Refinamento da Solução Selecionada

Por se tratar ainda da fase conceitual do projeto, critérios dimensionais e os dispositivos em si não estão representados detalhadamente ou em escalas reais. No entanto, foi possível observar a presença de cantos vivos nas concepções elaboradas.

Sendo essa uma das especificações de projeto para garantir a segurança durante o uso do dispositivo, os cantos vivos da concepção selecionada foram removidos para se adequar com as especificações de projeto e garantir uma melhor condição de uso para os usuários. A nova concepção, com o refino, é apresentada na Figura 39.

Figura 39 - Concepção selecionada com refino de projeto



Fonte: Autoria própria (2022)

4.6.1 Considerações Sobre a Solução Selecionada

A concepção selecionada se destaca pela simplicidade do conjunto e por sua versatilidade, devido a sua geometria, possibilitando o uso em diversos modelos de cinto de segurança e nas mais diversas posições, sejam cintos dianteiros ou traseiros, acoplados ao banco ou não.

Outro ponto que merece destaque da solução selecionada é o seu potencial custo reduzido de fabricação, uma vez que o dispositivo é simples e pequeno, demandando pouco material para a sua fabricação.

No capítulo a seguir, apresenta-se o projeto preliminar e detalhado para a concepção selecionada, tendo em vista o objetivo final de produzir o dispositivo.

5 PROJETO PRELIMINAR E DETALHADO

Com a etapa de geração e seleção da concepção finalizada, iniciou-se o desenvolvimento técnico da solução. Dessa forma, neste capítulo serão abordadas as restrições de projeto, seguido pela definição das premissas para o mesmo. Será realizada também a definição a respeito dos componentes comerciais e/ou de desenvolvimento próprio, para então se iniciar a etapa de dimensionamento da concepção. Com os resultados obtidos, será possível desenvolver a modelagem do protótipo em software para obtenção dos desenhos de fabricação.

5.1 Restrições de Projeto

Desde a etapa anterior de geração das concepções até o dimensionamento do dispositivo, nota-se que existe uma restrição dimensional para o desenvolvimento da solução proposta. Essa restrição parte das dimensões do elemento ao qual o dispositivo proposto será acoplado, o cinto de segurança, mais especificamente, o conjunto do fecho composto pelo fecho e a lingueta.

Conforme visto na seção 2.4.2 a respeito dos requisitos para o cinto de segurança, não existe uma dimensão exata universal para o conjunto do fecho do cinto de segurança. As duas restrições existentes estabelecem somente dimensões mínimas para algumas medidas dos componentes, que no caso são o fecho e a tecla de destravamento. O Quadro 10 resume as restrições encontradas no capítulo 2.

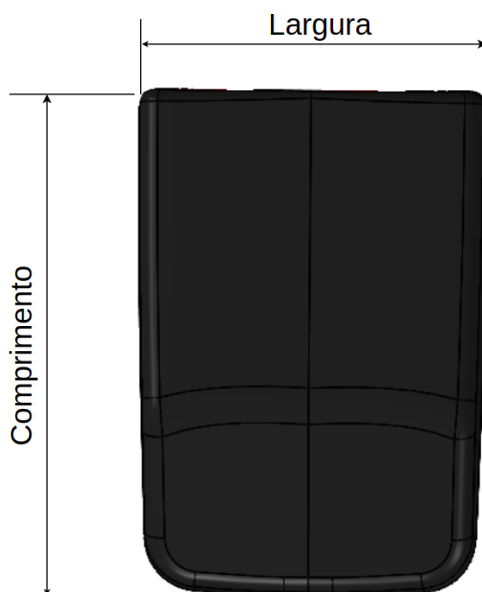
Quadro 10 - Restrições dimensionais de projeto

Restrição	Componente		
	Tecla		Fecho
	Protuberante	Não Protuberante	
Área mínima	250 mm ²	450 mm ²	-
Largura mínima	10 mm	15 mm	46 mm

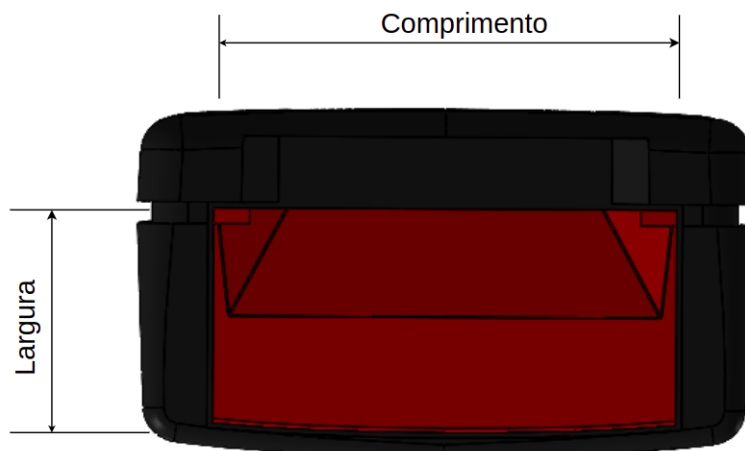
Fonte: Adaptado de ABNT (2014)

A fim de facilitar o entendimento das dimensões mínimas do conjunto do fecho, foram elaboradas as Figuras 40 e 41, ilustrando cada uma das dimensões.

Com relação ao acionamento da tecla do fecho, para um correto funcionamento e para estar de acordo com a norma que rege os cintos de segurança apresentada na seção 2.4.2, a força máxima para o acionamento da tecla não pode passar de 60 N.

Figura 40 - Vista frontal do fecho

Fonte: Aatoria própria (2022)

Figura 41 - Vista superior do fecho com destaque para a tecla

Fonte: Aatoria própria (2022)

5.2 Premissas de Projeto

Para a elaboração do projeto do dispositivo, serão utilizados materiais com alta resistência mecânica para garantir a durabilidade do produto, mas que consigam ao mesmo tempo manter um baixo peso para o produto final.

5.3 Concepção Dimensionada

Para a confecção do protótipo, não serão utilizados componentes padronizados ou comerciais, dessa forma, todos os componentes serão desenvolvidos pela equipe.

Sendo assim, para o desenvolvimento do dispositivo, utilizou-se o *software* de modelamento em três dimensões *SolidWorks*, que fornece uma visão geral do projeto, permitindo uma melhor compreensão do dispositivo e do seu funcionamento.

Nesta seção serão descritos os componentes que constituem o dispositivo, juntamente com os detalhes a respeito dos mesmos, para que posteriormente as informações possam ser reunidas para formalizar a concepção final dimensionada.

5.3.1 Estrutura do Dispositivo

A estrutura do dispositivo será um dos componentes que suportará o esforço gerado durante o acionamento do dispositivo. Ao se pressionar a alavanca do dispositivo para baixo para destravar o fecho do cinto de segurança, o dispositivo irá forçar exercer esforço nos apoios na região de contato com o eixo.

O material que será utilizado para confeccionar a base do dispositivo será o PLA (Ácido Polilático), um termoplástico biodegradável de origem natural e de fontes renováveis, uma vez que ele possui boas características mecânicas para a aplicação em questão, além de ser possível de utilizar em processos de manufatura aditiva (FARAH et al., 2016), que será o método de manufatura utilizado para confeccionar o protótipo. Os parâmetros de impressão utilizados para os diferentes componentes podem ser visualizados no Quadro 11 e os cálculos para o dimensionamento da base do dispositivo se encontram no Apêndice C.

Quadro 11 - Parâmetros de impressão

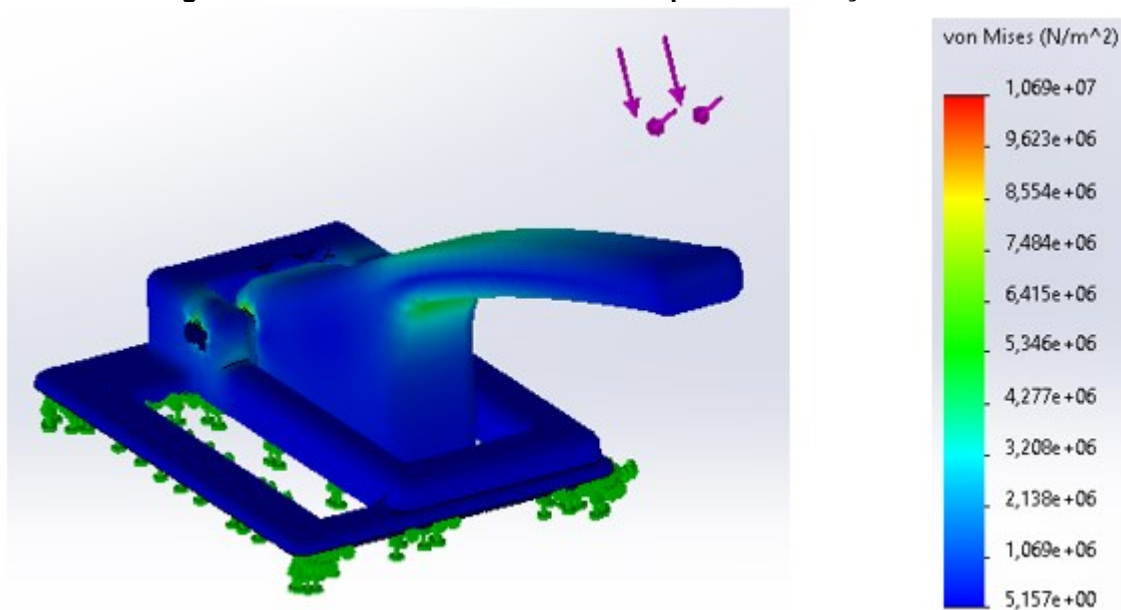
Parâmetros de impressão	
Diâmetro do filamento	1,75mm
Extrusora principal	
Diâmetro do bocal	0,4mm
Largura da extrusora	0,48mm
Controle de respingo do bico	
Distância de retração	1,5mm
Velocidade de retração	2400mm/min
Configurações da camada	
Preenchimento	90%
Altura da camada primária	0,15mm
Camadas superiores	10
Camadas inferiores	10
Camadas externas	3
Direção de impressão	Dentro para fora
Configurações da primeira camada	
Altura da primeira camada	150%
Espessura da primeira camada	100%
Velocidade da primeira camada	60%
Velocidades	
Velocidade padrão de impressão	3600mm/min
Velocidade de movimentação nos eixos X/Y	9000mm/min
Velocidade de movimentação no eixo Z	1002mm/min

Fonte: Autoria própria (2022)

5.3.1.1 Simulação da Estrutura

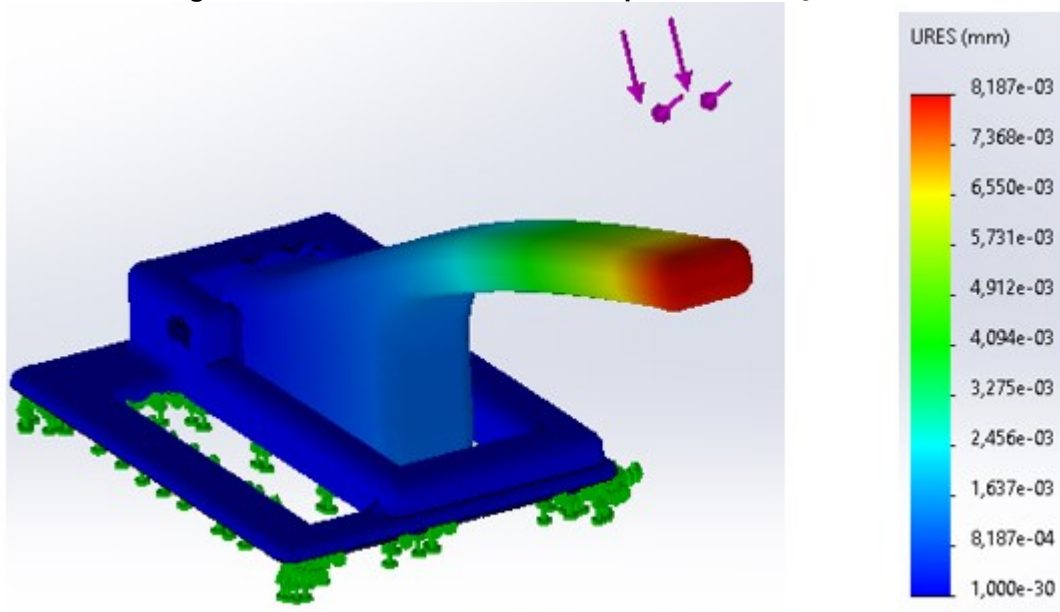
A estrutura foi concebida em PLA. Para verificar a resistência definida pelas especificações de projeto, foi realizada uma análise de elementos finitos utilizando o *software SolidWorks*, aplicando 60 N, que é a força máxima que um usuário deve aplicar para o desacoplamento do fecho conforme citado na seção 2.4.2, sobre a extremidade da alavanca, onde há a condição que gerará a maior tensão aplicada no sistema. Visualiza-se, nas Figuras 42, 43 e 44, os resultados da simulação.

Figura 42 - Escala de Tensão Von Mises para visualização 100x



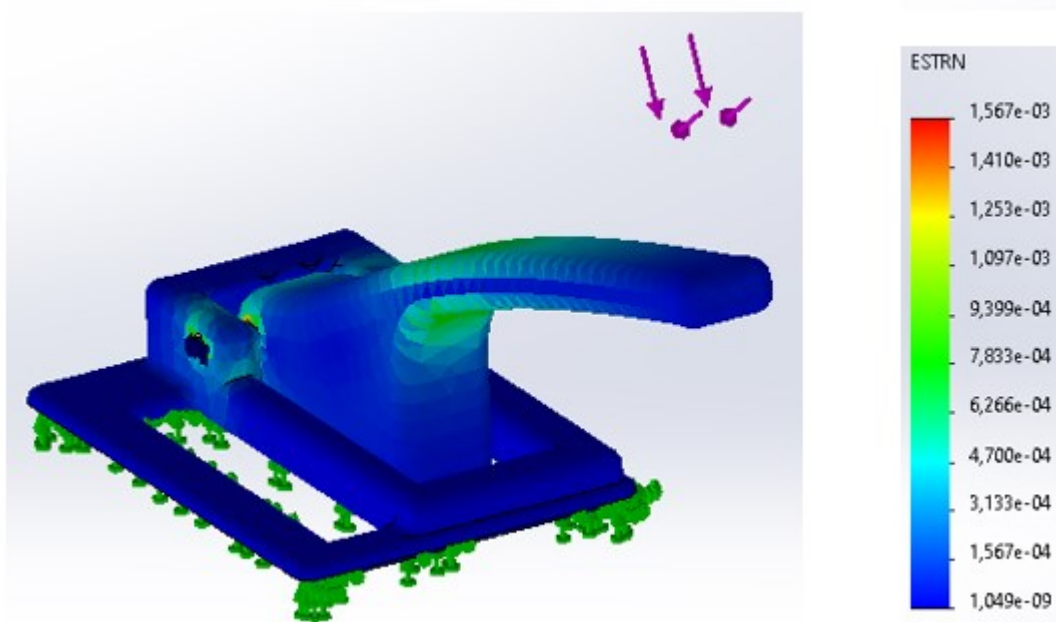
Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 43 - Escala de deslocamento para visualização 100x



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 44 - Escala de deformação para visualização 100x



Fonte: Aatoria própria (2022)

5.3.2 Alavanca de Acionamento

Com as simulações anteriores, constatou-se que deveria se realizar também o dimensionamento da alavanca de acionamento do dispositivo, pois a mesma estaria sujeita a flexão durante a utilização do dispositivo. Além disso, existem algumas considerações que devem ser postas para o correto funcionamento do dispositivo.

A largura da alavanca foi projetada para servir para os diferentes tipos de cintos de segurança, com diferentes tamanhos de tecla. Para isso, foi considerada a largura mínima da tecla protuberante apresentada na seção 2.4.2 como limitante para a largura da alavanca, devendo ser, no máximo, igual a essa dimensão.

O comprimento da alavanca foi projetado de modo que fornecesse uma área de contato que possibilitasse com que o usuário a pressionasse com a palma da mão ou os dedos. Para isso, foi considerado o tamanho da mão de uma pessoa com estatura de 1,75m de altura como padrão.

O raio de curvatura da região da alavanca que ficará em contato com a tecla do fecho do cinto de segurança deve garantir com que, ao se baixar a alavanca, essa região se desloque o suficiente para baixo para realizar o destravamento do cinto de segurança. Dessa forma, uma vez que o deslocamento para o destravamento não consta em norma, foram analisados diferentes modelos de cinto de segurança e constatou-se que a altura média de deslocamento da tecla para que se destrave o

fecho do cinto é de 10-15mm, sendo assim, o raio de curvatura foi projetado de modo que essa distância pudesse ser coberta pelo movimento da alavanca.

A alavanca será produzida com o mesmo material da base do dispositivo, PLA, e será também confeccionada através de manufatura aditiva. Os cálculos realizados para o dimensionamento da alavanca encontram-se no Apêndice D.

5.3.3 Eixo de Rotação da Alavanca

Com relação ao eixo de rotação da alavanca, não se tem um esforço considerável nessa região, o ponto crítico se dá no apoio da estrutura do dispositivo, e não no eixo em si. O eixo também não suportará o peso da alavanca, uma vez que a mesma ficará apoiada sobre a tecla do fecho do cinto de segurança.

No entanto, devido às restrições de fabricação, não será possível utilizar o eixo do mesmo material dos outros componentes, uma vez que é um eixo pequeno e que será montado por interferência na base do dispositivo. Dessa forma, optou-se por utilizar um eixo metálico, e o material escolhido foi o latão, devido ao seu baixo custo, visto que o mesmo já será o suficiente para desempenhar a função necessária.

5.4 Desenhos do Protótipo

Com a etapa de dimensionamento do dispositivo concluída, confeccionou-se os desenhos do produto de modo a encaminhá-los à produção, para que o mesmo possa ser montado e testado. Os desenhos desenvolvidos durante a concepção e dimensionamento são apresentados no Apêndice E.

A próxima etapa consiste na confecção de um protótipo funcional derivado dos desenhos obtidos nesta seção.

6 CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO E TESTES PRELIMINARES

Finalizada a etapa do projeto conceitual, preliminar e detalhado, pode-se agora encaminhar o dispositivo para fabricação. Com um protótipo funcional, pode-se realizar os testes necessários, de forma a validar o protótipo e realizar possíveis alterações. Este capítulo descreve como foi conduzida a fabricação do protótipo, apresentando um comparativo entre os modelos confeccionados e os seus respectivos modelos projetados. Por fim, apresentam-se os testes funcionais do dispositivo.

6.1 Estratégias de Confeção

Para a confecção do protótipo, terceirizou-se os processos de fabricação descritos a seguir:

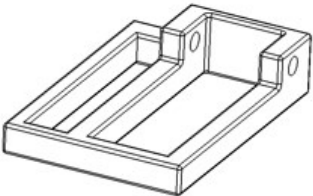
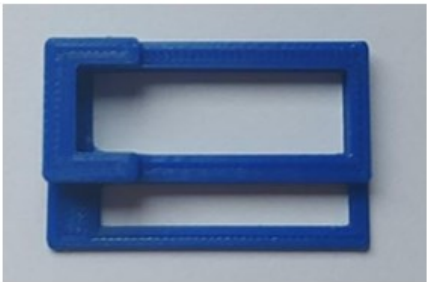
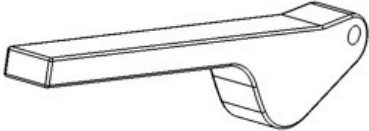

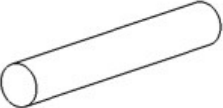

- a) Impressão em manufatura aditiva da base e alavanca;
- b) Trefilagem do eixo de latão.

A equipe ficou responsável pela montagem dos componentes para poder obter o dispositivo completo.

6.2 Comparativo Entre Modelo e Confeções

Esta seção apresenta um quadro comparativo entre os modelos desenvolvidos no *software SolidWorks* e os componentes confeccionados. A Figura 45 exhibe os três componentes do dispositivo.

Figura 45 - Comparação entre componentes modelados e prototipados

Componente modelado	Protótipo
	
	
	

Fonte: A autoria própria (2022)






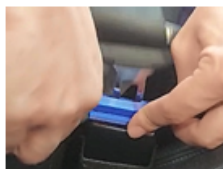

6.3 Testes Preliminares

Com o protótipo confeccionado e montado, iniciou-se a fase de testes do dispositivo. A primeira etapa consistiu na realização de testes funcionais, por parte da equipe, para verificar se cada função foi implementada conforme foi planejado. Os testes foram realizados em cinco modelos de veículos diferentes (dois sedãs médios de entrada, dois compactos de entrada e um utilitário médio) nos cintos dianteiros e traseiros dos veículos. A Figura 46 exibe as sub-funções de interesse do sistema durante a execução dos testes funcionais.

Durante a realização dos testes preliminares foi possível verificar que algumas funcionalidades não foram implementadas da maneira esperada. Começando pela função 2.3, ao conectar o dispositivo no fecho, necessitou-se da utilização das duas mãos para executar a conexão, pois o dispositivo precisou ser segurado no lugar ao

conectar a lingueta no fecho do cinto. Essa necessidade torna o uso do dispositivo mais complexo, o que conflita com o proposto pelos requisitos de projeto.

Figura 46 - Testes funcionais preliminares

	Função	Solução	Solução Projetada	Observações
F2.2	Posicionar dispositivo no fecho	Manual		Usuário posiciona o dispositivo no fecho
F2.3	Conectar dispositivo no fecho	Convite do dispositivo		Usuário conecta o dispositivo no fecho ao conectar a lingueta pelo convite
F3.1	Ajustar mecanismo de ativação do dispositivo	Alavanca		Com a lingueta conectada, o dispositivo fica em posição para ativação
F4.1	Identificar mecanismo de ativação	Alavanca		O dispositivo é ativado a partir da alavanca
F4.2	Ativar dispositivo através do mecanismo de ativação	Manual		O dispositivo é acionado ao se pressionar a alavanca para baixo
F5.1	Separar cinto de segurança do dispositivo	Recuo automático da lingueta		Ao se acionar o dispositivo, a lingueta se desconecta automaticamente do dispositivo
F6	Desconectar o dispositivo do fecho	Mecanismo de acoplamento		Após o acionamento, o dispositivo já está desconectado do fecho

Fonte: Autoria própria (2022)

Após posicionar o dispositivo no fecho do cinto e acoplar a fivela no mesmo para travar o protótipo, foi possível verificar que o dispositivo não ficou bem encaixado no fecho, se movimentando com facilidade para os lados e para cima, um comportamento não desejável para o dispositivo, que foi concebido para que ficasse firme no fecho do cinto.

Com relação à função 4.2, que diz respeito à ativação do dispositivo por meio da alavanca, constatou-se que o mesmo não ficou travado na posição desejada durante o acionamento da alavanca. O protótipo não estava devidamente apoiado na lingueta

do cinto, sendo assim, não havia uma força de resistência para mantê-lo em posição durante o acionamento, fazendo com o que o dispositivo subisse durante o movimento da alavanca. Para se realizar o correto acionamento, necessitou-se da utilização da mão para apoiar a base da estrutura no fecho do cinto e assim conseguir aplicar a força necessária na alavanca para que o conjunto do fecho se soltasse.

As dificuldades encontradas durante a realização dos testes funcionais se deram principalmente devido à falta de normas que padronizam o conjunto do fecho do cinto de segurança. Foi possível perceber dois fatores principais que contribuíram para a dificuldade de utilização do dispositivo, a primeira delas foi a região por onde a lingueta passa para realizar o encaixe no fecho do cinto, ilustrada na Figura 47, que ficou muito larga e fazendo com que o dispositivo ficasse solto nessa região, não possibilitando um apoio efetivo da lingueta sobre o mesmo durante o acionamento da alavanca.

Figura 47 - Vista superior do dispositivo preliminar posicionado no fecho



Fonte: Autoria própria (2022)

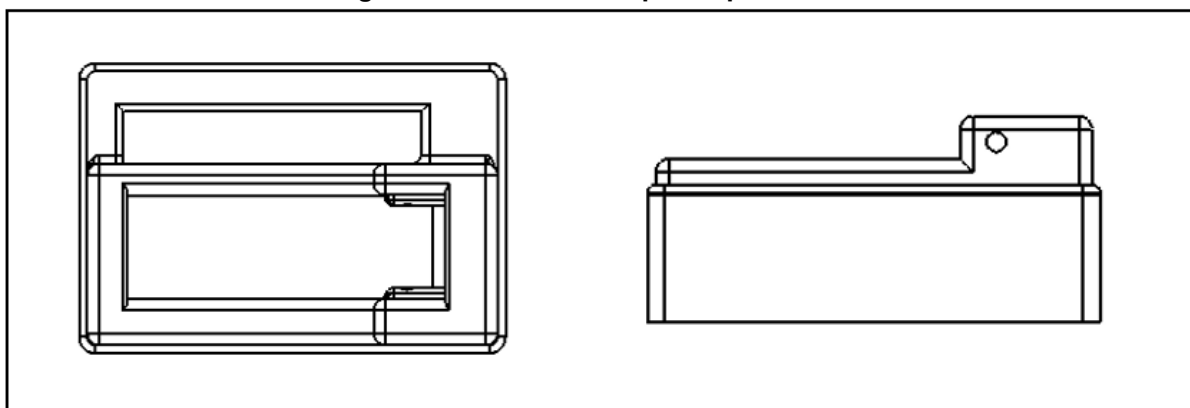
Outro ponto que merece destaque foi o fato do dispositivo não ficar fixo no fecho do cinto de segurança quando montado, sendo possível movimentá-lo facilmente para os lados e para cima. Isso se deve ao fato de não haver um apoio do dispositivo nas laterais do fecho e também devido a lingueta não conseguir apoiar sobre o mesmo conforme mencionado anteriormente.

Dessa forma, a equipe decidiu não seguir com o restante dos testes com esse dispositivo e elaborar um novo protótipo levando em consideração os aspectos levantados nesta seção, afim de minimizar ou eliminar tais dificuldades durante o uso do dispositivo.

6.4 Protótipo Refinado

Nesta seção será apresentada uma versão refinada do projeto a partir dos testes com o protótipo preliminar afim de eliminar, ou ao menos minimizar, os problemas funcionais encontrados na seção anterior. Diante do que já foi exposto, foi elaborada a nova proposta conceitual, com alterações implementadas na base do dispositivo, mantendo a alavanca e o eixo inalterados. Dessa forma, a Figura 48 apresenta o novo projeto da base do dispositivo. O detalhamento para o novo conjunto pode ser encontrado no Apêndice F.

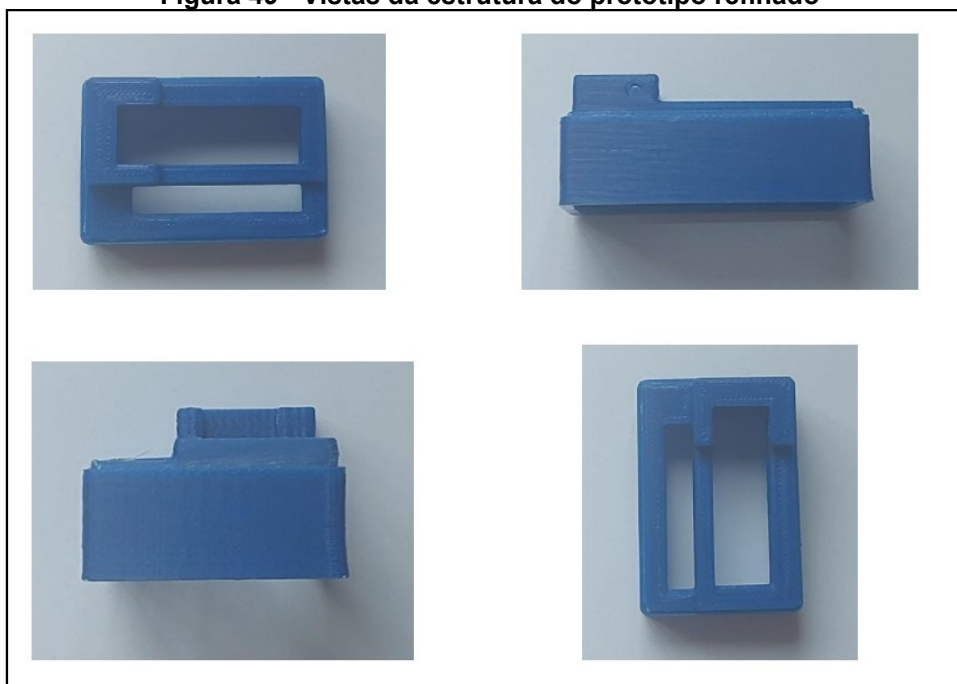
Figura 48 - Estrutura do protótipo refinado



Fonte: Autoria própria (2022)

A Figura 49 apresenta a nova base do dispositivo, já confeccionada, sob diferentes vistas.

Os dois principais pontos levantados na seção anterior foram endereçados afim de melhorar o funcionamento do dispositivo como um todo. Dessa forma, foram adicionadas abas laterais para possibilitar um melhor encaixe do dispositivo no fecho do cinto de segurança, permitindo que o mesmo não necessite ser segurado ou apoiado com a mão para que permaneça na posição correta de utilização e evitando com que o mesmo se mova sobre o fecho do cinto. As abas laterais foram confeccionadas separadamente e coladas na estrutura do dispositivo. Optou-se por essa metodologia de projeto para possibilitar a utilização de abas de diferentes tamanhos com mais facilidade, para se adaptar a eventuais fechos de diferentes tamanhos, sendo necessário somente fabricar a nova aba e colar na mesma estrutura, não sendo necessário realizar alterações na estrutura do dispositivo em si.

Figura 49 - Vistas da estrutura do protótipo refinado

Fonte: Autoria própria (2022)

A outra alteração foi a redução da área de abertura para o encaixe da lingueta, permitindo assim um encaixe mais justo quando o cinto de segurança for acoplado. Dessa forma, durante o acionamento da alavanca, o dispositivo agora não deve subir ou sair do lugar durante o destravamento, e também deve eliminar a necessidade de se segurar o dispositivo com a mão, apoiando-o contra o fecho, no momento do acionamento da alavanca.

No entanto, deve-se salientar que as alterações realizadas podem restringir a utilização do dispositivo em alguns modelos de cinto de segurança, uma vez que agora existe a restrição das abas laterais no protótipo, o que impossibilitaria o uso em fechos maiores. A equipe levou em consideração os cinco modelos de fechos encontrados nos veículos que foram utilizados nos testes preliminares para confeccionar essa nova versão, entretanto devido à falta de restrições mais específicas por parte da norma citada na seção 2.4.2 com relação às medidas do fecho e da lingueta do cinto de segurança, não é possível garantir o funcionamento do dispositivo na totalidade dos modelos de fechos disponíveis.

6.5 Testes com o Protótipo Refinado

Com o protótipo refinado confeccionado e montado, realizou-se novamente a fase de testes funcionais do dispositivo por parte da equipe, nos mesmos veículos

realizados anteriormente. A Figura 50 exibe as sub-funções de interesse do sistema de acordo com os novos testes funcionais realizados.

Figura 50 - Testes funcionais protótipo refinado

Função		Solução	Solução Projetada	Observações
F2.2	Posicionar dispositivo no fecho	Manual		Usuário posiciona o dispositivo no fecho
F2.3	Conectar dispositivo no fecho	Abas laterais do dispositivo		Usuário conecta o dispositivo no fecho e o mesmo se mantém fixo no fecho
F3.1	Ajustar mecanismo de ativação do dispositivo	Alavanca		Com a lingueta conectada, o dispositivo fica em posição para ativação
F4.1	Identificar mecanismo de ativação	Alavanca		O dispositivo é ativado a partir da alavanca
F4.2	Ativar dispositivo através do mecanismo de ativação	Manual		O dispositivo é acionado ao se pressionar a alavanca para baixo
F5.1	Separar cinto de segurança do dispositivo	Recuo automático da lingueta		Ao se acionar o dispositivo, a lingueta se desconecta automaticamente do dispositivo
F6	Desconectar o dispositivo do fecho	Mecanismo de acoplamento		Para desconectar o dispositivo, basta puxa-lo para cima

Fonte: Autoria própria (2022)

Através dos testes realizados, verificou-se que as dificuldades de utilização presentes no protótipo inicial não se apresentaram no protótipo refinado. O acoplamento do dispositivo no fecho não apresentou folga, dessa forma o dispositivo ficou fixo no fecho após o acoplamento. A lingueta encaixou-se normalmente no fecho, sem que o dispositivo atrapalhe o processo.

Já com relação ao desacoplamento, realizou-se esse procedimento com o auxílio do dispositivo e notou-se que o acionamento foi realizado utilizando somente uma das mãos, sem a necessidade de se segurar o dispositivo como foi constatado anteriormente nos testes preliminares da primeira concepção.

Sendo assim, as condições de funcionamento do dispositivo foram agora atendidas e a equipe pôde prosseguir com os demais testes cabíveis para o dispositivo e o sistema em questão.

6.5.1 Teste Comparativo da Força de Desacoplamento

Para aferir a força necessária para o desacoplamento do cinto de segurança em uma situação normal e com a utilização do dispositivo, fez-se necessário o desenvolvimento de um mecanismo, análogo a um dinamômetro, para fazer a medição das forças e coloca-las sob perspectiva para avaliar a redução da força do desacoplamento proporcionada pelo protótipo. Essa necessidade surgiu uma vez que ficou compreendido que a força necessária para o desacoplamento a ser medida é uma força instantânea. O dispositivo pode ser visualizado na Figura 51.

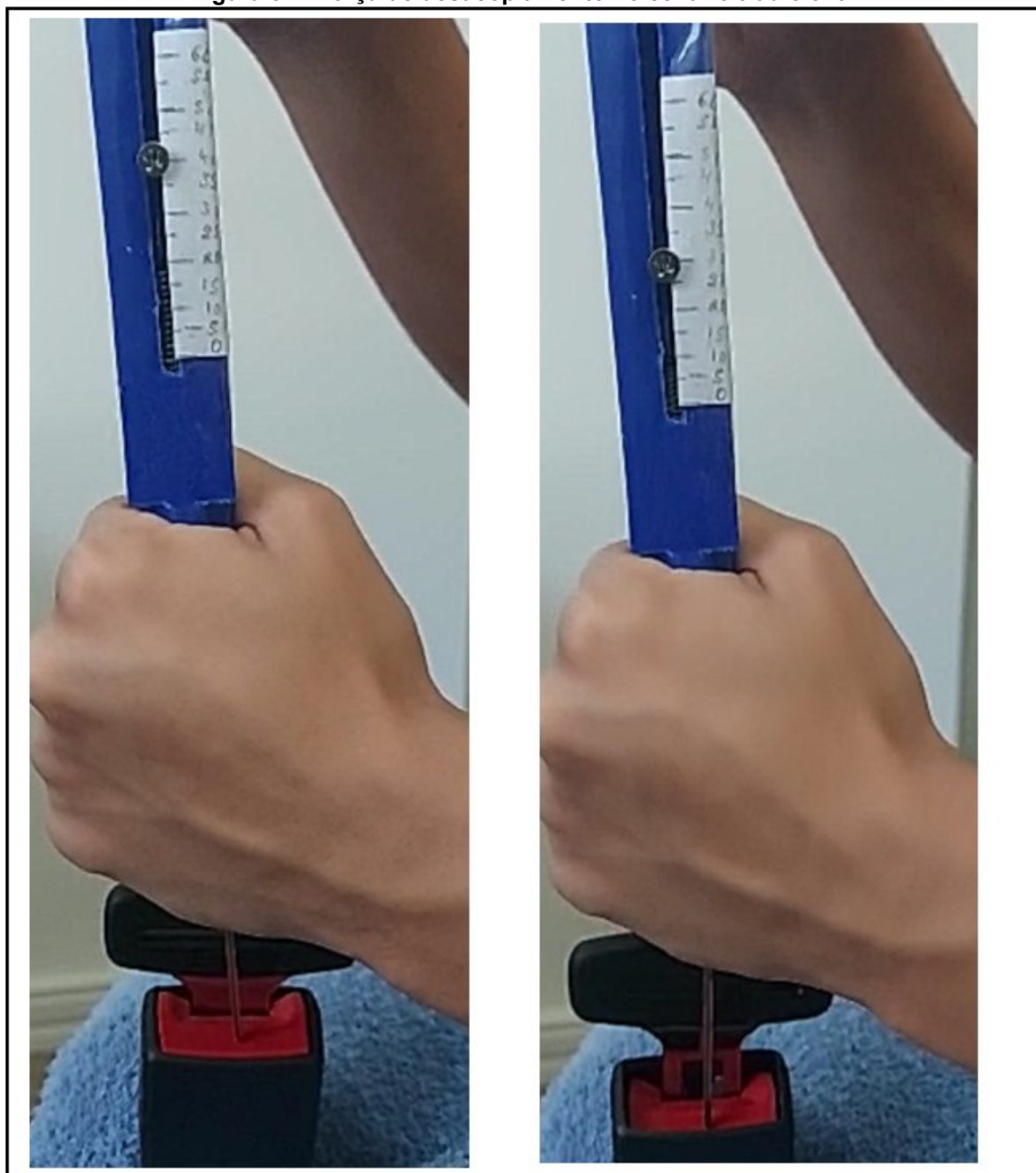
Figura 51 - Dispositivo para medição da força de desacoplamento



Fonte: Autoria própria (2022)

Sendo assim, o dispositivo desenvolvido através de manufatura aditiva utiliza-se de uma mola para fazer a medição da força de desacoplamento. Através da análise da deformação dessa mola fez-se possível medir as forças de desacoplamento para a situação tradicional e também com a utilização do dispositivo projetado. Com o auxílio do dispositivo para medição, no caso do desacoplamento tradicional, verifica-se um deslocamento de uma unidade na escala de medição, saindo da medição número 4 para a número 3, conforme evidenciado na Figura 52.

Figura 52 - Força de desacoplamento no cenário tradicional



Fonte: Autoria própria (2022)

O mesmo teste foi realizado para se verificar a redução da força de desacoplamento ao utilizar o protótipo. Com o auxílio da Figura 53, verifica-se um deslocamento de meia unidade na escala de medição do dispositivo, saindo da posição inicial zero para a posição 0,5.

Figura 53 - Força de desacoplamento com a utilização do protótipo



Fonte: Autoria própria (2022)

Dessa forma, verificou-se uma redução de 50% de força necessária para efetuar o processo de desacoplamento com a utilização do dispositivo.

6.5.2 Teste com Portadores de Artrite

Após a validação com os testes funcionais realizados pela equipe, realizou-se uma bateria de testes com dois portadores de artrite, um homem de 71 anos e uma mulher de 75 anos, para que pudesse ser conduzida uma avaliação com o público-alvo do projeto. Para isso, a equipe instruiu os portadores de artrite quanto à utilização do dispositivo e acompanhou a realização dos testes. Com os testes realizados, aplicou-se um questionário, presente no Apêndice G, para avaliar a experiência dos

usuários com relação ao uso do dispositivo. As Figuras 54 e 55 retratam o teste realizado com os portadores.

Figura 54 - Teste com portador de artrite 1



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 55 - Teste com portador de artrite 2



Fonte: Autoria própria (2022)

Ambos os participantes do teste relataram que o dispositivo auxiliou no desacoplamento do cinto de segurança, demandando uma força menor quando comparada à condição normal de desacoplamento. Os participantes relataram ainda que comprariam o dispositivo e o utilizariam no seu dia-a-dia.

6.6 Validação dos Requisitos de Projeto

Com os testes do protótipo finalizados e com todos os dados disponíveis, pode-se avaliar o protótipo projetado com relação aos requisitos de projeto previamente estabelecidos. A Figura 56 exibe a comparação desses requisitos com o que foi obtido no protótipo. O descritivo do custo do dispositivo pode ser encontrado no Apêndice H.

Figura 56 - Validação dos requisitos de projeto

Requisitos	Objetivo	Tendência	Solução	Requisito contemplado
Custo	Máx R\$99,00	↓	R\$ 40,16	SIM
Número de poka yokes	Máx 3	↓	3	SIM
Número de fechos compatíveis	Mín 4	↑	5	SIM
Cantos vivos	0	↓	0	SIM
Massa do dispositivo	Máx 0,2kg	↓	0,04kg	SIM
Resistência mecânica	Mín 15Mpa	↑	59MPa	SIM
Força média para o desacoplamento do cinto	Redução de 40%	↓	50%	SIM
Dimensões externas	Entre 50 e 180mm	↓	95mm	SIM
Tempo para desacoplar	Máx 15s	↓	5s	SIM

Fonte: Autoria própria (2022)

Nota-se que os requisitos de projeto foram integralmente contemplados.

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 Conclusões

O cinto de segurança automotivo é um dispositivo de extrema importância no que diz respeito ao ato de conduzir veículos, além de garantir maior segurança para os usuários, ele é um dispositivo de uso obrigatório em território nacional. Tendo em vista essa condição e o fato de que a população brasileira está envelhecendo, somando-se as possíveis doenças que acompanham o processo de envelhecimento, em especial, a artrite, faz-se necessário voltar o olhar para essa população no que diz respeito à condução de veículos automotores.

Com uma extensa revisão bibliográfica sobre os assuntos e investigação de mercado para entender as soluções já existentes para situações semelhantes para auxiliar no desenvolvimento da solução, aliados a uma pesquisa realizada com portadores de artrite, foi possível levantar quais requisitos o projeto deveria atender, direcionando o desenvolvimento para uma solução adequada.

Alcançou-se o objetivo inicialmente proposto, de desenvolver o projeto e protótipo de um dispositivo para auxiliar no desacoplamento do cinto de segurança de veículos automotivos. Ressalta-se que o objetivo foi alcançado com a utilização de ferramentas como a metodologia para o desenvolvimento de produto de Pahl et al. (2005) aliado aos conhecimentos adquiridos durante o curso de Engenharia Mecânica e as experiências obtidas durante os estágios realizados na área.

Dessa forma, elaborou-se 11 concepções iniciais, dentre elas, foram selecionadas apenas sete para que então fossem colocadas sob perspectiva através da matriz de avaliação relativa.

Com a concepção inicial selecionada, conduziu-se o dimensionamento e modelagem da solução com o auxílio do *software SolidWorks*, baseando-se nos requisitos de projeto e nas normas aplicáveis ao desenvolvimento do protótipo.

Com o protótipo modelado em mãos, conduziu-se os testes funcionais para o dispositivo. Neste momento a equipe se deparou com algumas dificuldades em relação ao uso do dispositivo, uma vez que o mesmo não estava atendendo de maneira satisfatória as funções estabelecidas. Sendo assim, a equipe optou por refinar a concepção previamente escolhida, com o objetivo de eliminar, ou ao menos minimizar, as dificuldades encontradas durante a etapa de testes.

Iniciou-se então um processo iterativo, onde foram realizadas alterações no projeto do dispositivo e novos testes funcionais foram conduzidos com o protótipo refinado. Neste momento, verificou-se que o dispositivo refinado atendia de maneira satisfatória os requisitos funcionais e a equipe pôde prosseguir com os testes de desempenho e os testes com o público alvo em questão.

Os testes realizados com o protótipo comprovam a funcionalidade do dispositivo e o cumprimento dos requisitos de projeto, facilitando o desacoplamento do cinto de segurança por parte dos portadores de artrite. Com a utilização do dispositivo, houve ainda uma redução de 50% da força necessária para efetuar o desacoplamento.

Conforme exposto no Capítulo 1, verifica-se que os objetivos do presente projeto foram integralmente cumpridos.

7.2 Recomendações para Trabalhos Futuros

Avaliar possíveis melhorias no projeto após um vasto grupo de portadores de artrite utilizar o dispositivo durante um extenso período de tempo, detectando possíveis falhas de projeto e recebendo feedbacks com relação à utilização do dispositivo. Com essas informações, faz-se possível implementar as melhorias necessárias.

Considerar um estudo mais aprofundado com diferentes fabricantes de cintos de segurança para verificar a viabilidade de um dispositivo com uma característica mais universal, que funcione para qualquer conjunto do fecho do cinto, sem que isso prejudique ou torne mais complexo o processo de desacoplamento por parte do usuário.

Durante o desenvolvimento do projeto, não se considerou o ato de acoplamento do cinto de segurança automotivo. Avaliar possíveis soluções que contemplem os dois processos, de acoplamento de desacoplamento, requer um estudo mais extenso, no entanto, poderia endereçar também uma outra dificuldade presente na utilização do cinto de segurança por parte dos portadores de artrite, com um único dispositivo.

REFERÊNCIAS

- AMAZON. Dispositivo A. **Amazon**. 2021a. Disponível em: <<https://www.amazon.com/UnbuckleMe-Unbuckle-Grandparents-Children-Invented/dp/B076DVN8N5>>. Acesso em: 25 dez. 2021.
- _____. Dispositivo B. **Amazon**. 2021b. Disponível em: <https://www.amazon.com/Seat-Belt-Buckle-Booster-Free/dp/B07PRKBL73/ref=sr_1_33?keywords=unbuckle+me&qid=1641171427&sr=8-33>. Acesso em: 25 dez. 2021.
- _____. Dispositivo C. **Amazon**. 2021c. Disponível em: <https://www.amazon.com/dp/B08NP89725/ref=sspa_dk_detail_3?smid=A3IQST1VKDJVI0&spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUEyNVROSDRDV0I1SzIIJmVuY3J5cHRIZEIkPUEwNTYxNTEsS0JESlhSTDVMT1MyJmVuY3J5cHRIZEFkSWQ9QTAXNjM3MjUyNEIS002SFpISzRLJndpZGldE5hbWU9c3BfZGV0YWIsMiZhY3Rpb249Y2xpY2tSZWRpcmVjdCZkb05vdExvZ0NsaWNrPXRydWU&th=1>. Acesso em: 25 dez. 2021.
- ARAUJO, A. pirâmide etária. **EducaMais Brasil**. 2019. Disponível em: <<https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/geografia/piramide-etaria>>. Acesso em: 26 out. 2021.
- ARLENESESENTIALS. Seat belt unbuckling device. **Arlenés Essentials**. 2021. Disponível em: <<https://arlenesessentials.com/products/easy-unbuckle>>. Acesso em: 03 nov. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7337**: Veículos rodoviários automotores - Cintos de segurança - Requisitos e ensaios. Rio de Janeiro, 2014.
- AUTOMAIOSOFICIAL. Cinto de segurança: Veja a forma certa de usar. **YouTube**. 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=WorEkw_M-yl&t=2s&ab_channel=Automaisoficial>. Acesso em: 30 out. 2021.
- BARBOSA, Bruno Rossi; ALMEIDA, Joyce Marques de; BARBOSA, Mirna Rossi; BARBOSA, Luiza Augusta Rosa Rossi. Avaliação da capacidade funcional dos idosos e fatores associados à incapacidade. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 19, n. 8, p. 3317-3325, jun. 2014.
- BVS – Biblioteca Virtual em Saúde. Metade dos brasileiros não usa cinto de segurança no banco de trás. **Ministério da Saúde**. 2021. Disponível em: <<https://bvsmis.saude.gov.br/metade-dos-brasileiros-nao-usa-cinto-de-seguranca-no-banco-de-tras/>>. Acesso em: 24 out. 2021.
- CARRO.BLOG.BR. Volvo criou o cinto de segurança de três pontos e ajudou a salvar milhões de vidas. **CARRO.BLOG.BR**. 2021. Disponível em: <<https://carro.blog.br/volvo-criou-o-cinto-de-seguranca-de-tres-pontos-e-ajudou-a-salvar-milhoes-de-vidas.html>>. Acesso em: 30 out. 2021.
- CARR, David; BARCO, Peggy. The older driver (introduction, functional assessment, interventions, medical assessment). **MSD Manual**. 2010. Disponível em: <<http://www.merck.com/mmpe/sec23/ch348/ch348a.html>>. Acesso em: 29 out. 2021.

CARSEATADVICE. Fecho do cinto de segurança. **CarSeatAdvice**. 2021. Disponível em: <<https://www.carseatadvice-uk.com/seat-belt-buckles.html>>. Acesso em: 02 jan. 2022.

CASA CIVIL, Brasil. **Código de Trânsito Brasileiro**. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503compilado.htm>. Acesso em 23 outubro de 2021.

CHIHURI, Stanford; MIELENZ, Thelma J.; DIMAGGIO, Charles J.; BETZ, Marian E.; DIGUISEPPI, Carolyn; JONES, Vanya C.; LI, Guohua. Driving cessation and health outcomes in older adults. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 64, n. 2, p. 332-341, abr. 2016.

CORREIA, Alyane Sousa; CARVALHO, Kássia Amanda Oliveira de; REZENDE, Adriana Arruda Barbosa; RODRIGUES, Elizângela Sofia Ribeiro; MIRANDA, Eduardo Fernandes de. Independência funcional de idosos em regime de assistência domiciliar. **Amazônia Science & Health**, v. 3, n. 3, p. 10-16, mar. 2016.

DEFENSIVEDRIVING. A History of seat belts. **DEFENSIVEDRIVING**. 2016. Disponível em: <<https://www.defensivedriving.com/blog/a-history-of-seat-belts/>>. Acesso em: 04 nov. 2021.

FARAH, S., et al. Physical and mechanical properties of PLA, and their functions in widespread applications — A comprehensive review. **Advanced Drug Delivery Reviews**, v. 107, pp. 367–92, dez. 2016.

FORCELLINI, F. A. **Apostila de desenvolvimento de produto**, 2002. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disciplinas/ProjetoDeProduto1/download/Apost%20WEG%2001%20Forcellini.pdf>>. Acesso em: 09 jan. 2022.

FREITAS, Clayton. Tendência de obtenção de carteira de motorista na terceira idade. **Folha Uol**. 2021. Disponível em: <<https://agora.folha.uol.com.br/sao-paulo/2021/08/numero-de-motoristas-com-60-ou-mais-cresce-45-no-estado-de-sp-em-cinco-anos.shtml>>. Acesso em: 28 out. 2021.

GÊNESIS SEGUROS. A Importância do cinto de segurança. **Gênese Seguros**. 2019. Disponível em: <<https://www.genescorretora.com.br/a-importancia-do-cinto-de-seguranca/>>. 2019. Acesso em: 30 out. 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeção da população brasileira por idade. **IBGE**. 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html?=&t=resultados>> . Acesso em: 26 out. 2021.

_____. Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação. **IBGE**. 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>>. Acesso em: 27 out. 2021.

_____. Pesquisa nacional de saúde: acesso e utilização dos serviços de saúde, acidentes e violências. (2013). **IBGE**. 2013. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94074.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2021.

_____. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios contínua 2019**. 2019.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Mobilidade urbana no Brasil**. Brasília: Ipea. 2010. p. 549-592.

_____. **A mobilidade urbana no Brasil: percepções de sua população**. Brasília: Ipea. 2011. p. 39-62.

KATZ, Sidney; FORD, Amasa B.; MOSKOWITZ, Roland W.; JACKSON, Beverly A.; JAFFE, Marjorie W. Studies of Illness in the Aged: The Index of ADL: A standardized measure of biological and psychosocial function. **JAMA: The Journal of the American Medical Association**, v. 185, n. 12, p. 914-919, set. 1963.

LAWTON, M. Powell; BRODY, Elaine M. Assessment of older people: Self-maintaining and instrumental activities of daily living. **Gerontologist**, v. 9, n. 3, p. 179-186, 1 out. 1969.

METRÔ - Metrô São Paulo. Pesquisa Origem e Destino 2017. **Metrô**. 2017. Disponível em: <http://www.metro.sp.gov.br/pesquisa-od/arquivos/Ebook%20Pesquisa%20OD%202017_final_240719_versao_4.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, Brasil. Secretaria de Atenção à Saúde Básica. Departamento de Atenção Básica. **Envelhecimento e saúde da pessoa idosa**. Brasília: 2006a.

_____. **Política Nacional de Saúde da Pessoa Idosa**. Brasília: 2006b.

NACCARI, Fernando. Cinto de segurança: além de obrigatório é essencial. **InstaCarro**. 2021. Disponível em: <<https://www.instacarro.com/blog/documentacao-e-legislacao-veicular/usar-o-cinto-de-seguranca/>>. Acesso em 02 nov. 2021.

NAGAYOSHI, Beatriz Aiko; LOURENÇÃO, Luciano Garcia; NATASHA, Yasmine; KOBAYASE, Syguedomi; MYCHELLE DA, Priscilla; PAULA, Silva; CRISTINA DE OLIVEIRA, Maria; MIYAZAKI, Santos. Artrite reumatoide: perfil de pacientes e sobrecarga de cuidadores. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 21, n. 1, p. 45-54, jul. 2018.

NAKADA, L. Por que a osteoartrite é mais comum em idosos?. **Cuidados Pela Vida**. 2019. Disponível em: <<https://cuidadospelavida.com.br/saude-e-tratamento/doencas-dos-ossos/por-que-osteoartrite-mais-comum-em-idosos>>. Acesso em: 01 nov. 2021.

NEGRINI, Etienne Larissa Duim; NASCIMENTO, Carla Ferreira do; SILVA, Alexandre da; ANTUNES, José Leopoldo Ferreira. Quem são e como vivem os idosos que moram sozinhos no Brasil. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 21, n. 5, p. 542-550, mar. 2018.

OMS - Organização Mundial De Saúde. **Relatório mundial de envelhecimento e saúde**. 2015.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Assembleia mundial sobre envelhecimento: resolução 39/125**. Viena, 1982.

_____. World population prospects 2019: highlights. **ONU**. 2019. Disponível em: <<https://population.un.org/wpp2019/DataQuery>>. Acesso em: 22 out. 2021.

PAHL, G. et al. **Projeto na engenharia**. 1a. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2005.

PITANGA, Carolina Vasconcelos. Fé em Deus e pé na tábua: ou como e por que o trânsito enlouquece no Brasil. **Horizontes Antropológicos**, v. 18, n. 37, p. 399-402, 13 jun. 2012.

POPULATIONPYRAMID. Population pyramids of the world from 1950 to 2100. **Population Pyramid**. 2019. Disponível em: <<https://www.populationpyramid.net>>. Acesso em: 13 nov. 2021.

RENAULT. Guia Cinto de segurança. **Renault**. 2021. Disponível em: <<https://pt.e-guide.renault.com/ptg/Kadjar/CINTOS-DE-SEGURANCA>>. Acesso em: 01 nov. 2021.

SBGG – Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia. Atividades da vida diária – o que são?. **SBGG**. 2021. Disponível em: <<https://www.sbgg-sp.com.br/atividades-da-vida-diaria-o-que-sao/>>. Acesso em: 30 out. 2021.

SBR - Sociedade Brasileira de Reumatologia. Osteoartrite (Artrose). **SBR**. 2019. Disponível em: <<https://www.reumatologia.org.br/doencas-reumaticas/osteoartrite-artrose/>>. Acesso em: 01 nov. 2021.

SEATBELTEXTENDERPRO. Seat belt extender device. **Seat Belt Extender Pro**. 2021. Disponível em: <<https://www.seatbelttextenderpros.com/buckle-booster-seat-belt-receptacle-raiser/>>. Acesso em: 03 nov. 2021.

SHUTTERSTOCK. Representação do cinto de três pontos. **ShutterStock**. 2021. Disponível em: <<https://image.shutterstock.com/image-vector/seat-belt-man-wearing-vector-260nw-2028796394.jpg>>. Acesso em: 29 out. 2021.

SILVA, Tatiana Magalhães; NAKATANI, Adélia Yaeko Kyosen; SOUZA, Adenícia Custódia Silva; LIMA, Maria do Carmo Silva. The vulnerability of the aged for the falls: analysis of the critical incidents. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 9, n. 1, p. 64-78, abr. 2007.

SINPEF-RS – Sindicato dos Policiais Federais do Rio Grande do Sul. A obrigatoriedade do uso do cinto de segurança em viaturas. **SINPEF-RS**. 2016. Disponível em: <<http://www.sinpefrs.org.br/site/a-obrigatoriedade-do-uso-do-cinto-de-seguranca-em-viaturas/>>. Acesso em: 13 nov. 2021.

SMR – Sociedade Mineira de Reumatologia. Artrite Reumatoide requer tratamento contínuo. **ReumatoMinas**. 2019. Disponível em: <<https://reumatominas.com.br/artrite-reumatoide-requer-tratamento-contínuo/>>. Acesso em: 17 nov. 2021.

TORELLY, Ivana W. O. de. **A influência do trabalho na qualidade de vida do idoso e na sintomatologia depressiva**. 2008. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Gerontologia Biomédica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 2008.

TORRES, P. Impactos da artrite na qualidade de vida. **Artrite Reumatoide Blog**. 2018. Disponível em: <<https://artritereumatoide.blog.br/impactos-da-artrite-na-qualidade-de-vida/>>. Acesso em: 27 out. 2021.

UNBUCKLEME. Seat belt unbuckling device. **UnbuckleMe**. 2021. Disponível em: <<https://unbuckleme.com/>>. Acesso em: 03 nov. 2021.

VERAS, Renato Peixoto; OLIVEIRA, Martha. Envelhecer no Brasil: a construção de um modelo de cuidado. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, n. 6, p. 1929-1936, abr. 2018.

VOLKSWAGEN. Manual básico de segurança no trânsito. **Volkswagen**. 2018. Disponível em: <https://www.vw.com.br/idhub/content/dam/onehub_pkw/importers/br/literatura-de-bordo/manual-seguranca-no-transito/manual-basico-de-seguranca-no-transito-nova-resolucao.pdf>. Acesso em: 22 out. 2021.

APÊNDICE A - Questionário

Questionário apresentado aos idosos portadores de artrite para o entendimento do perfil do público-alvo, bem como suas necessidades para o desacoplamento do cinto de segurança.



Este é um Questionário Geral para pesquisa de ordem acadêmica cuja finalidade é colher informações que serão utilizadas para desenvolver um dispositivo que auxilie no desacoplamento do cinto de segurança em veículos. Todas as informações coletadas serão utilizadas apenas para este projeto e mantidas em sigilo. Leia as questões abaixo e

1) Qual sua faixa etária

- Entre 60 e 70 anos
- Entre 70 e 80 anos
- Entre 80 e 90 anos
- Mais de 90 anos

2) Sexo

- Masculino
- Feminino

3) Com qual frequência você utiliza veículos

- 1 vez por semana
- 2 vezes por semana
- 4 vezes por semana
- Todos os dias

4) Quais assentos você costuma utilizar?

- Dianteiros
- Traseiros

5) Em termos de dificuldade, como você desacopla o cinto atualmente?

- Sem dificuldades
- Com pouca dificuldade
- Com muita dificuldade

6) Como você costuma desacoplar o cinto?

- Sozinho(a) e com uma mão
- Sozinho(a) e com as duas mãos
- Com a ajuda de terceiros

7) Quando está com dificuldade, qual parte das mãos você utiliza para o desacoplamento?

- Polegar
- Junção dos demais dedos
- Palma da mão

8) O que mais te incomoda mais no desacoplamento?

- Tempo
- Força
- Posição do fecho
- Contato com pouco espaço

9) Você tem mais dificuldade para desacoplar o cinto dianteiro ou traseiro?

- Dianteiro
- Traseiro
- Mesma dificuldade para ambos

10) Você acredita que um produto para auxiliar no desacoplamento do cinto melhoraria o seu dia a dia?

- Sim
- Não
- Indiferente

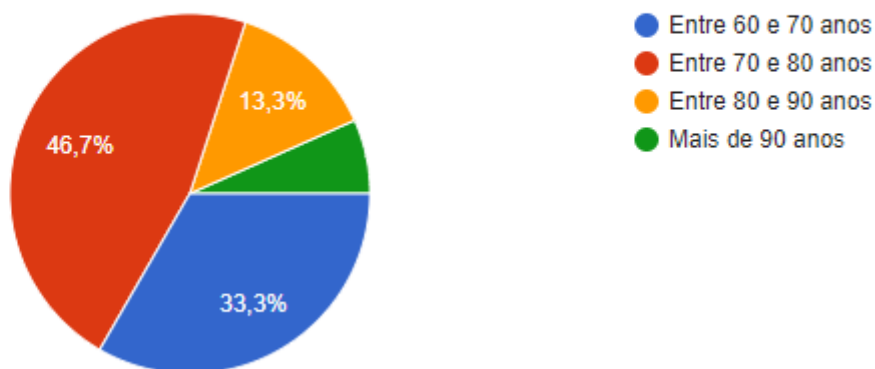
11) Utilize o espaço abaixo para deixar comentários ou sugestões a respeito do produto

APÊNDICE B – Resultados do Questionário

Resultados do questionário exposto no apêndice A, que foram filtrados e separados por seções, e são apresentados a seguir:

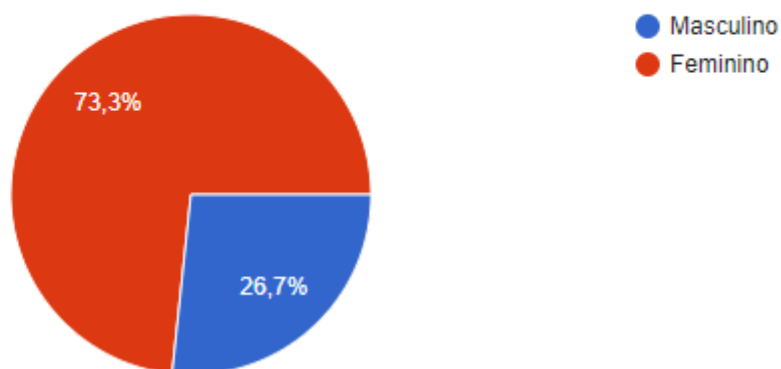
Perfil do cliente:

Figura 57 - Histograma de faixa etária dos participantes do questionário
Qual sua faixa etária?



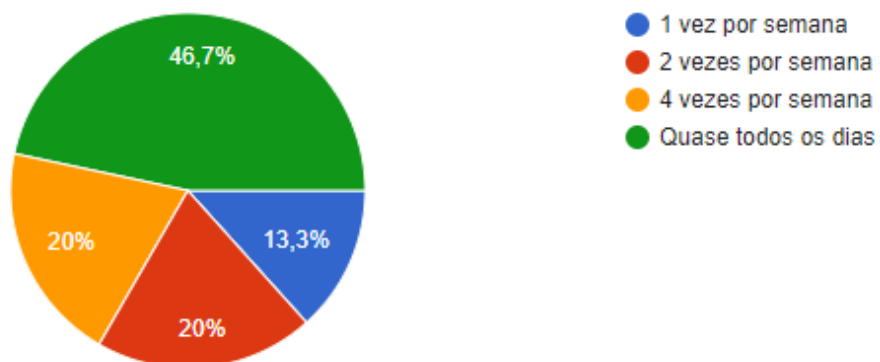
Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 58 - Histograma do sexo dos participantes do questionário
Sexo



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 59 - Frequência do uso de veículos dos participantes do questionário
Com qual frequência você utiliza veículos?



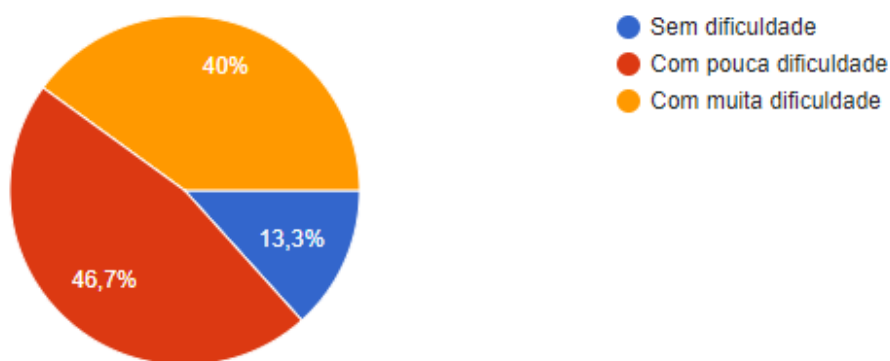
Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 60 - Assentos mais utilizados dos participantes do questionário
Quais assentos você costuma utilizar?



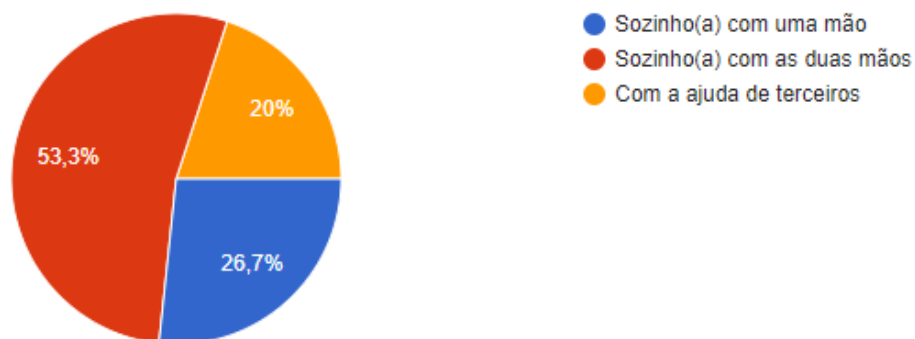
Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 61 - Caracterização da dificuldade de desacoplamento do cinto de segurança
Em termos de dificuldade, como você desacopla o cinto atualmente?



Fonte: Autoria própria (2021)

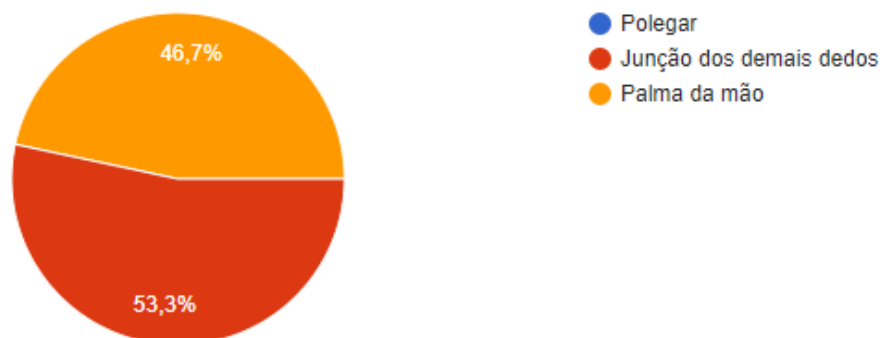
Figura 62 - Caracterização do método atual utilizado para desacoplar o cinto
Como você costuma desacoplar o cinto?



Fonte: Autoria própria (2021)

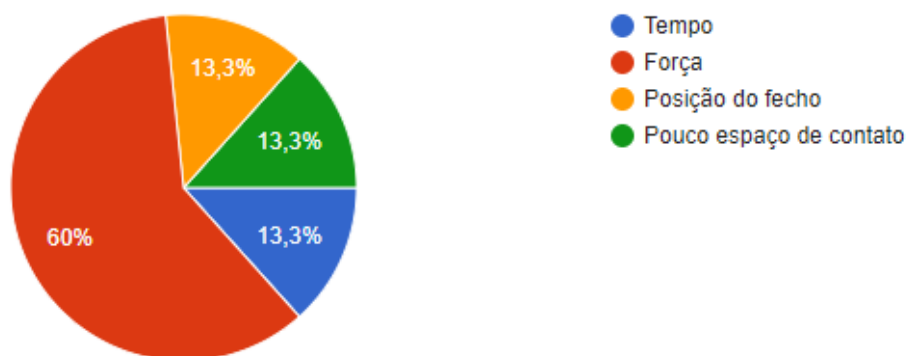
Figura 63 - Caracterização do método utilizado para o desacoplamento quando se está com dificuldade

Quando está com dificuldade, qual parte das mãos você utiliza para o desacoplamento?



Fonte: Autoria própria (2021)

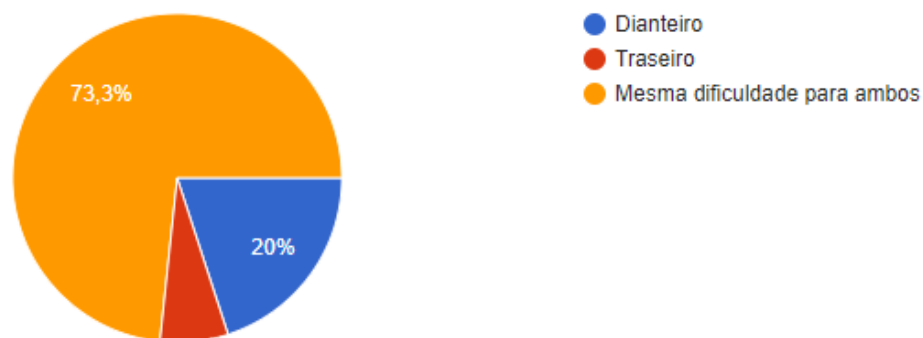
Figura 64 - Caracterização do incômodo no desacoplamento do cinto de segurança
O que mais te incomoda no desacoplamento?



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 65 - Caracterização da dificuldade para desacoplar o cinto de segurança por tipo de assento

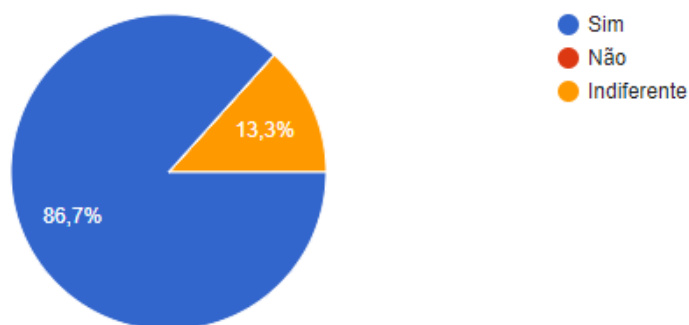
Você tem mais dificuldade para desacoplar o cinto dianteiro ou o traseiro?



Fonte: Autoria própria (2021)

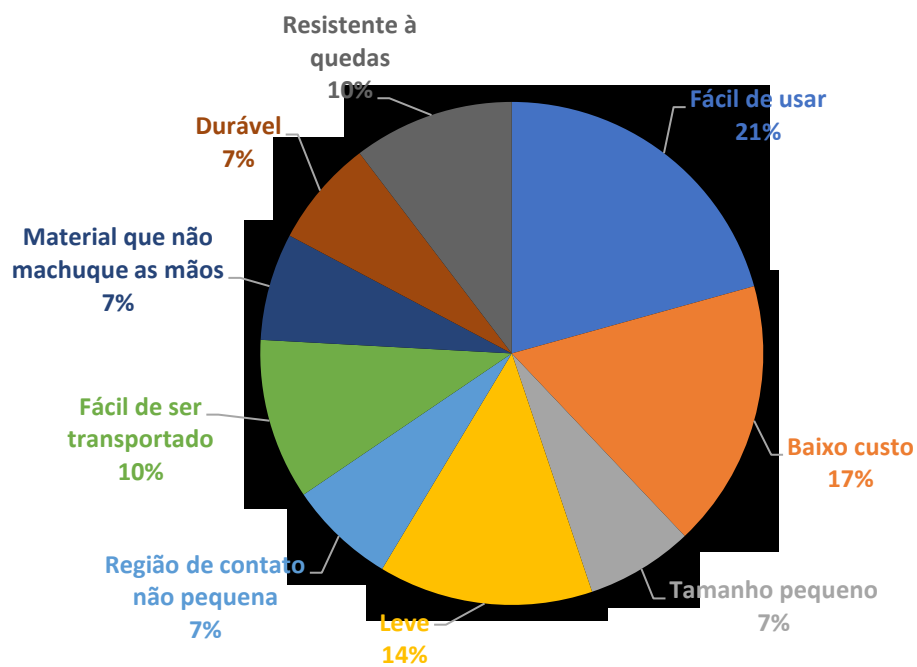
Figura 66 - Pesquisa sobre a crença no produto proposto

Você acredita que um produto para auxiliar no desacoplamento do cinto melhoraria o seu dia a dia?



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 67 - Sugestões apresentadas com relação ao produto

SUGESTÕES COMPILADAS

Fonte: Autoria própria (2021)

APÊNDICE C – Dimensionamento da Estrutura do Dispositivo

Para garantir que o dispositivo não quebre durante o uso, mais especificamente durante o momento do desacoplamento, onde será aplicada a força na alavanca do mesmo, dimensionou-se a base do protótipo na região de apoio do eixo de rotação, ponto crítico apontado na simulação realizada. Para isso, foi levado em consideração a força máxima que deve ser exercida para se destravar o cinto de segurança de acordo com a norma ABNT apresentada neste trabalho na seção 2.4.2, de 60 N. Ainda, de acordo com FARAH et al. (2016), o PLA possui uma resistência a tração de 59 MPa. Dessa forma, a tensão da seção transversal de contato do eixo do dispositivo com a estrutura do mesmo, pode ser dada por:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Em que σ é a tensão exercida sobre a área A e F é a força aplicada nessa região. Dessa forma, precisamos encontrar a força F que será aplicada nessa região, oriunda do momento gerado pelo acionamento do dispositivo, dado por:

$$M = F \cdot d$$

Em que F é a força aplicada e d é o braço de alavanca. Dessa forma, considerando o pior cenário, onde a força a ser aplicada é de 60 N, com região de aplicação na extremidade da alavanca, o momento gerado sobre o eixo é dado por:

$$M = 60 \cdot (0,0915) \rightarrow M = 5,49 \text{ N.m}$$

Sendo assim, sabendo que o comprimento do pino é de 22,5mm. Foi possível determinar a reação gerada nos pontos de apoio. Foi constatado que a força de reação nesses pontos foi de 244 N. Com isso, aproximando a área de seção transversal de contato do pino com a estrutura do dispositivo, sabendo que o diâmetro do pino é de 2,3mm, temos que:

$$A = b \cdot w = 0,0023w$$

Por fim, substituindo os valores conhecidos na equação para a tensão máxima, temos que:

$$\sigma = \frac{F}{A} \rightarrow 59 \cdot 10^6 = \frac{244}{0,0023w} \rightarrow w = 0,001798m = 1,798mm$$

Dessa forma, considerando-se o pior cenário, a largura da região de contato com o pino deve ser de 1,798mm. Dessa forma, para efeitos de fabricação e para garantir uma segurança maior, adotou-se uma largura de 5,25mm.

APÊNDICE D – Dimensionamento da Alavanca do Dispositivo

Para dimensionar a alavanca do dispositivo, realizou-se uma análise de flexão sobre a mesma. Para efeitos de dimensionamento, considerou-se o cenário mais crítico, onde tem-se a aplicação da força de 60 N na extremidade da alavanca, o que gerará o maior momento resultante, e também considerou-se que o ponto de maior momento como sendo no eixo do dispositivo, além de se considerar a área da seção transversal da alavanca como sendo constante, desconsiderando o raio de curvatura que contribui com o aumento do momento de inércia do dispositivo. Ainda, de acordo com FARAH et al. (2016), o PLA possui uma resistência a flexão de 130 MPa. Sendo assim, fixou-se a largura da alavanca, para ficar em conformidade com a largura da tecla do fecho do cinto de segurança, como sendo de 10 mm. Dessa forma, tem-se que a tensão de flexão gerada pelo momento oriundo da força aplicada na extremidade do dispositivo durante seu acionamento é dada por:

$$\sigma = \frac{Mc}{I}$$

Em que M é o momento gerado, c é a distância da linha neutra até o ponto crítico, na extremidade da superfície e I é o momento de inércia da seção. Sabe-se que o maior momento será gerado com a maior distância, na extremidade da alavanca, dessa forma, temos que:

$$M = F \cdot d = 60 \cdot (0,0915) \rightarrow M = 5,49 \text{ N.m}$$

A distância da linha neutra até o ponto crítico será equivalente à metade da altura da alavanca, dessa forma, temos:

$$c = \frac{h}{2}$$

Por sua vez, o momento de inércia da seção retangular da alavanca é dado por:

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

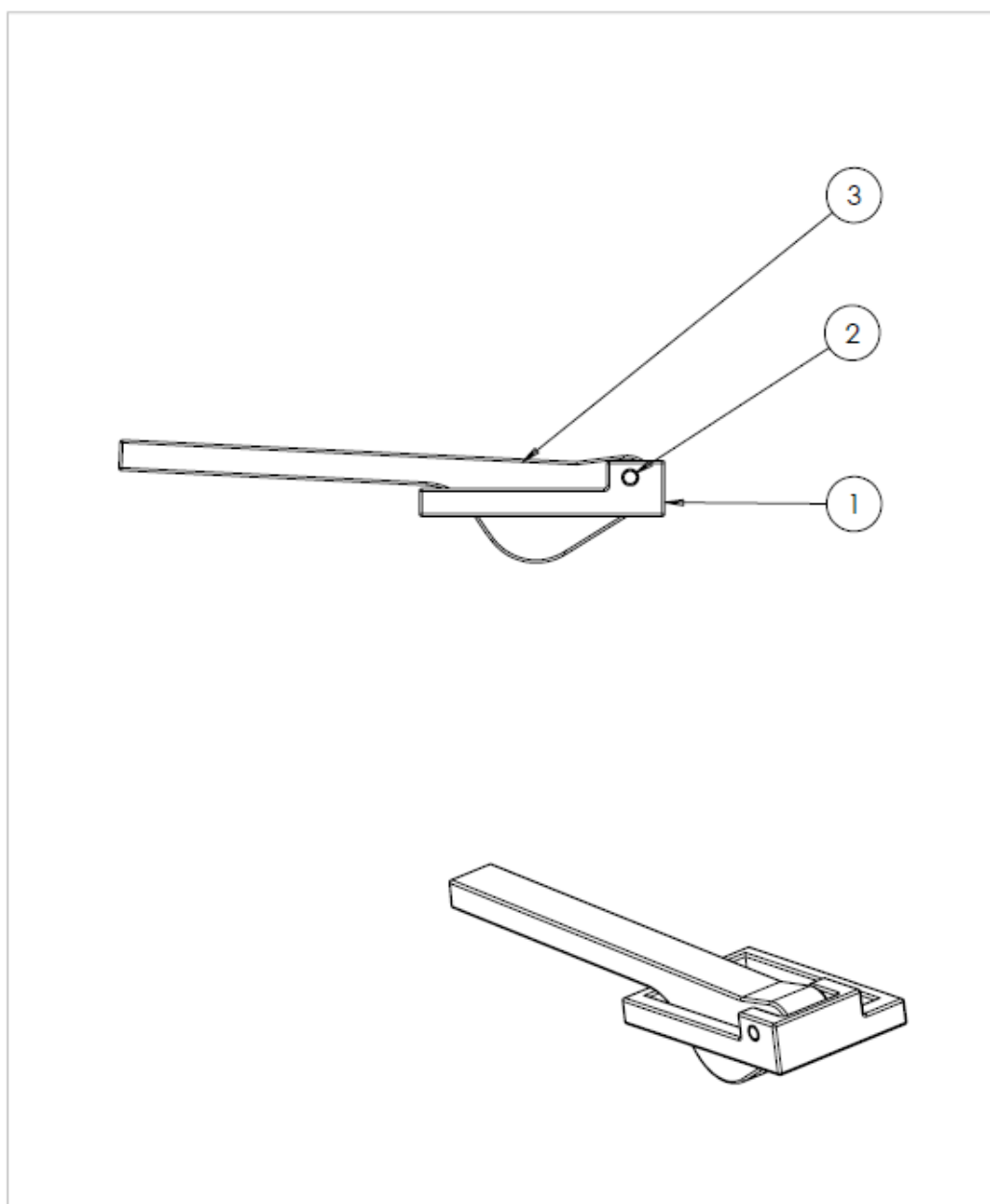
Substituindo as expressões anteriores na equação para a tensão de flexão, temos que:

$$\sigma = \frac{Mc}{I} = \frac{M \left(\frac{h}{2}\right)}{\left(\frac{bh^3}{12}\right)} \rightarrow h = \sqrt{\frac{6M}{b\sigma}} = \sqrt{\frac{6 \cdot (5,49)}{0,1 \cdot (130 \cdot 10^6)}} \rightarrow h = 0,00503 \text{ m} = 5,03 \text{ mm}$$



Dessa forma, a altura mínima no ponto mais crítico, precisaria ser de 5,03mm. Levando em conta as considerações feitas no início do apêndice, com relação as

condições desse ponto crítico, adotou-se uma altura de 5,5mm para a seção transversal da alavanca.

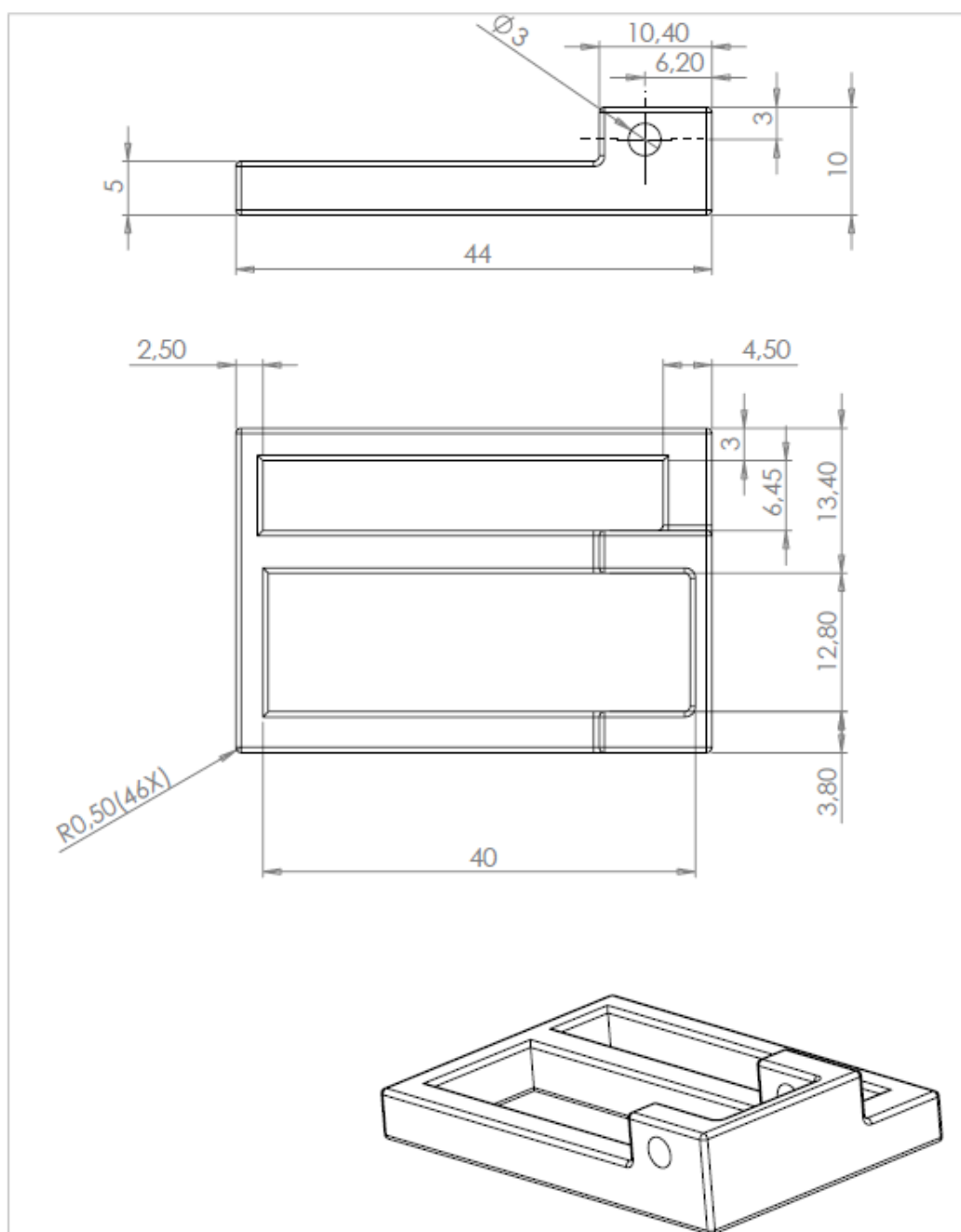
APÊNDICE E – Desenhos do Protótipo Preliminar





Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	QTD.
1	Estrutura	1
2	Eixo	1
3	Alavanca	1

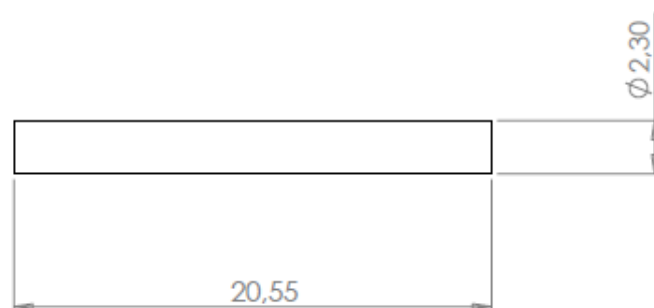
NÚMERO	DENOMINAÇÃO	Q.TDE.	ESPECIFICAÇÃO	MATERIAL
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ			DESENHO Nº -	REVISÃO Nº -
			UNIDADE -	DATA 25/03/2022
			SETOR -	NOME DIEGO/GUSTAVO
			SOLICITANTE -	VISTO
 DISPOSITIVO PARA AUXILIAR NO DESACOPLAMENTO DO CINTO DE SEGURANÇA DE VEÍCULOS AUTOMOTIVOS			ESCALA 1:1	

Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.



Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	Material	QTD.	
1	Estrutura	PLA	1	
NÚMERO	DENOMINAÇÃO	QTDE.	ESPECIFICAÇÃO	MATERIAL
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ			DESENHO Nº -	REVISÃO Nº -
			UNIDADE -	DATA 25/03/2022
			SETOR -	NOME DIEGO/GUSTAVO
			SOLICITANTE -	VISTO
			ESCALA 2:1	
DISPOSITIVO PARA AUXILIAR NO DESACOPLAMENTO DO CINTO DE SEGURANÇA DE VEÍCULOS AUTOMOTIVOS				

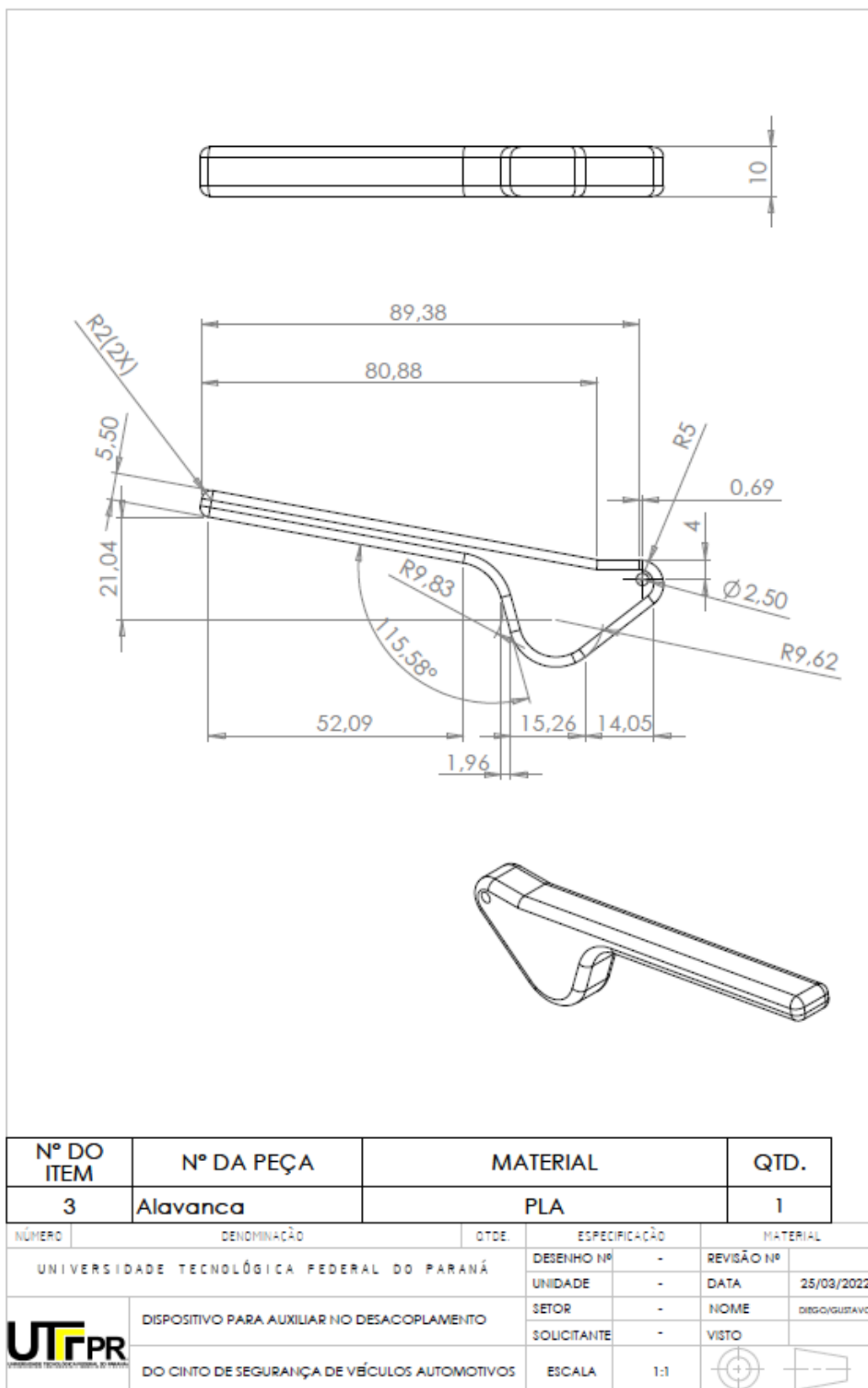
Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.



Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	Material	QTD.
2	Eixo	Latão	1

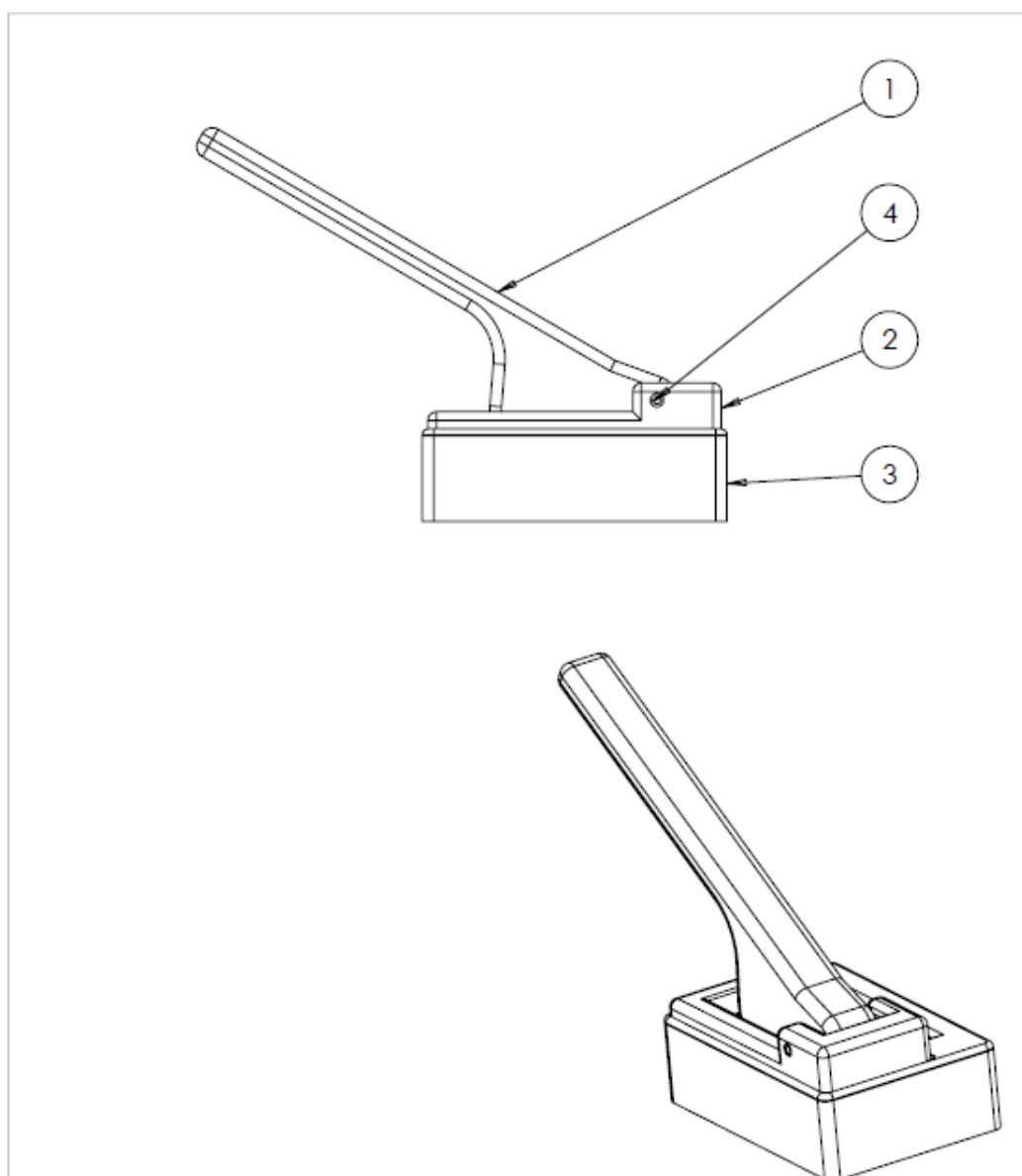
NÚMERO	DENOMINAÇÃO	Q.TDE.	ESPECIFICAÇÃO	MATERIAL
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ			DESENHO Nº -	REVISÃO Nº -
			UNIDADE -	DATA 25/03/2022
			SETOR -	NOME DIEGO/GUSTAVO
			SOLICITANTE -	VISTO
			ESCALA 4:1	

Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.



Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.

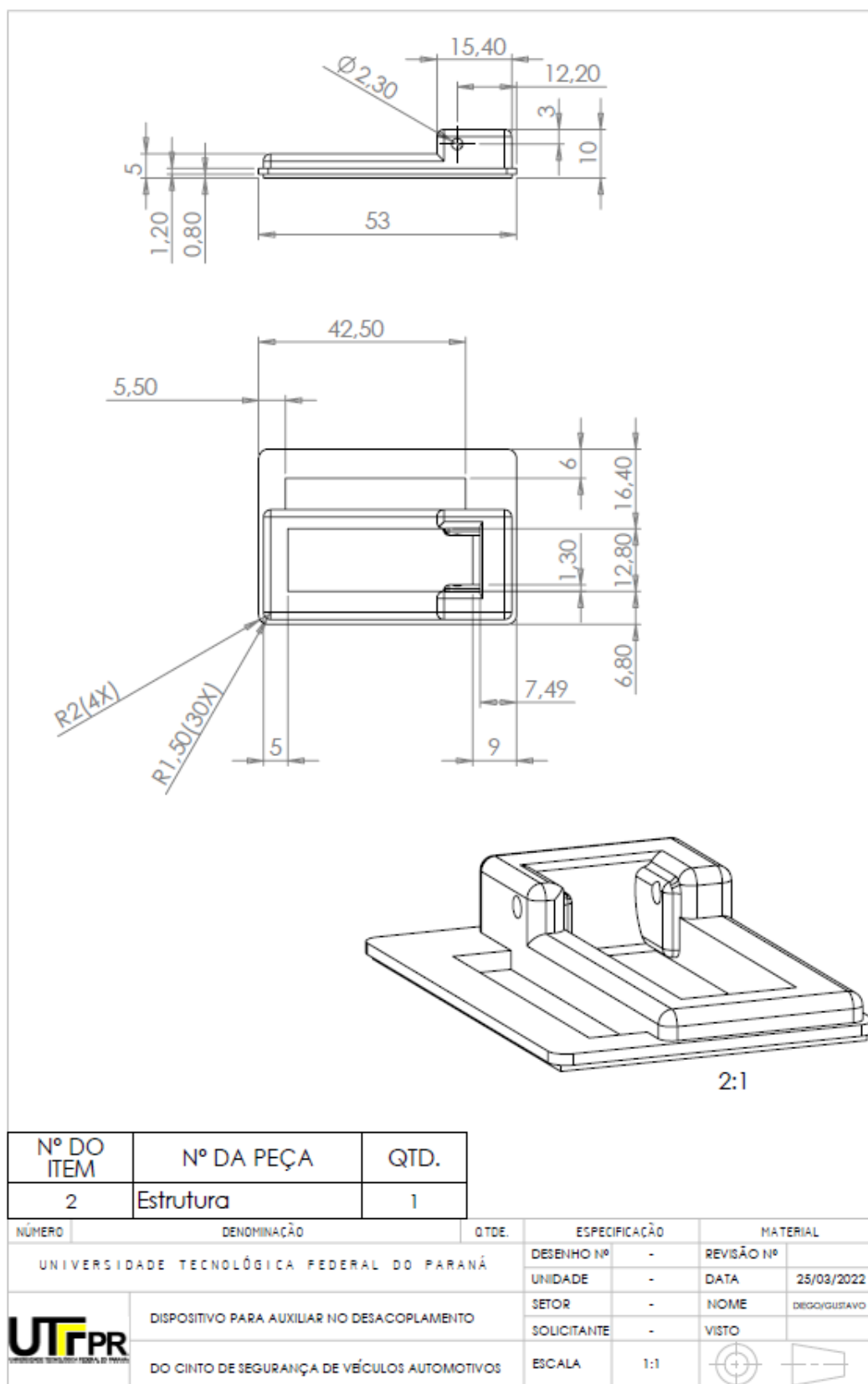
APÊNDICE F – Desenhos do Protótipo Refinado



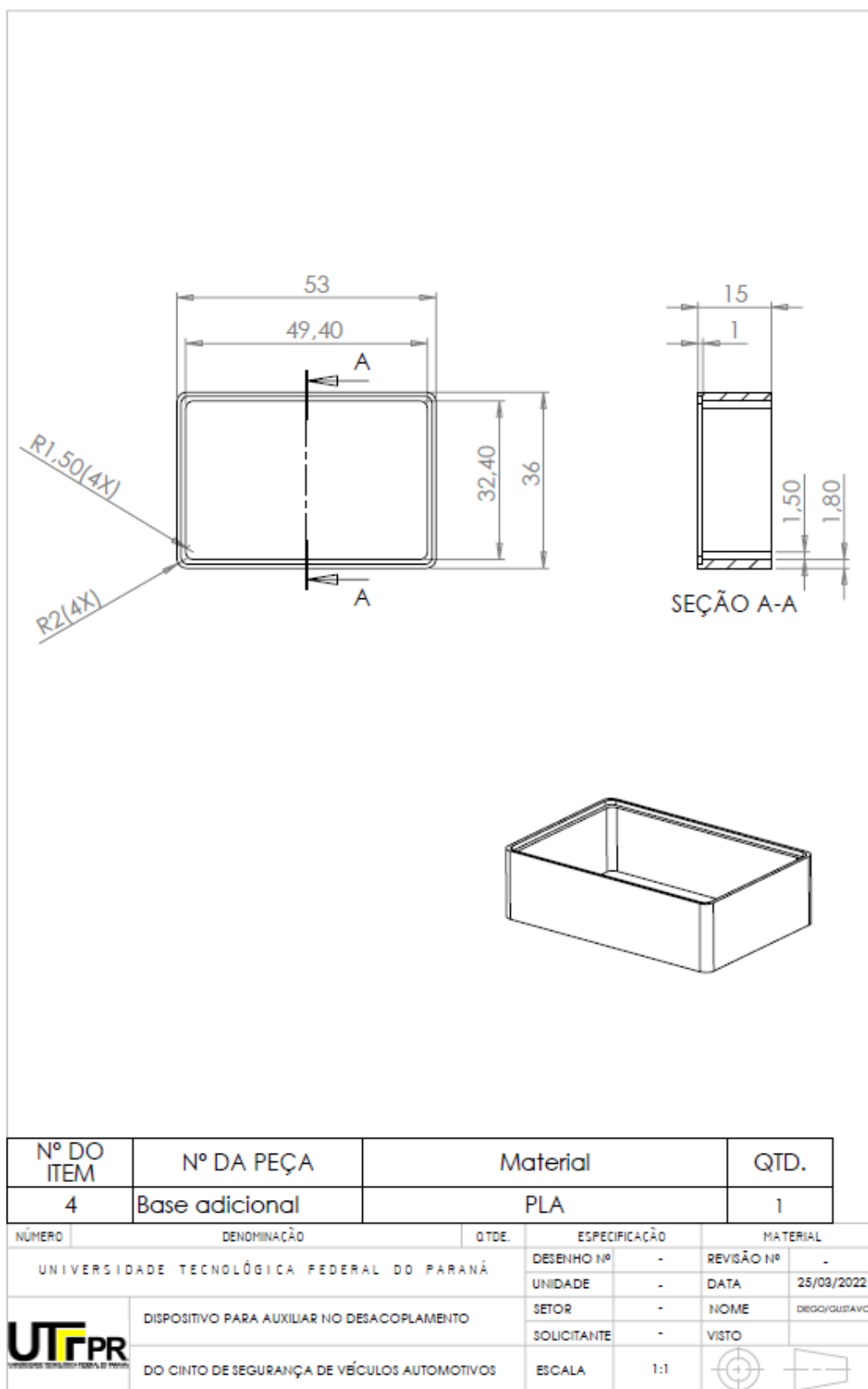
Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	QTD.
1	Alavanca	1
2	Estrutura	1
3	Base adicional	1
4	Eixo	1

NÚMERO	DENOMINAÇÃO	Q.TDE.	ESPECIFICAÇÃO	MATERIAL
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ			DESENHO Nº	-
			UNIDADE	-
			SETOR	-
			SOLICITANTE	-
			ESCALA	1:1
			REVISÃO Nº	
			DATA	25/03/2022
			NOME	DEIGO/GUSTAVO
			VISTO	

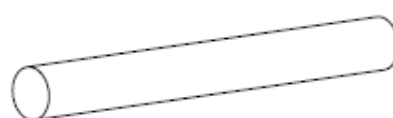
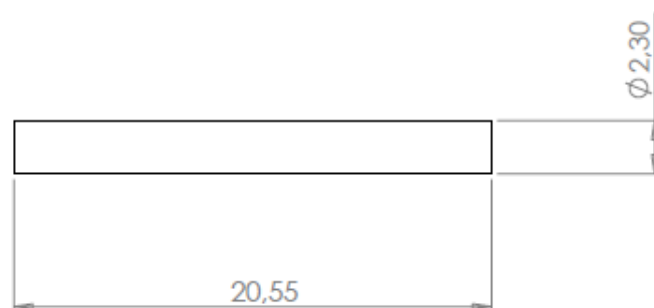
Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.





Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.

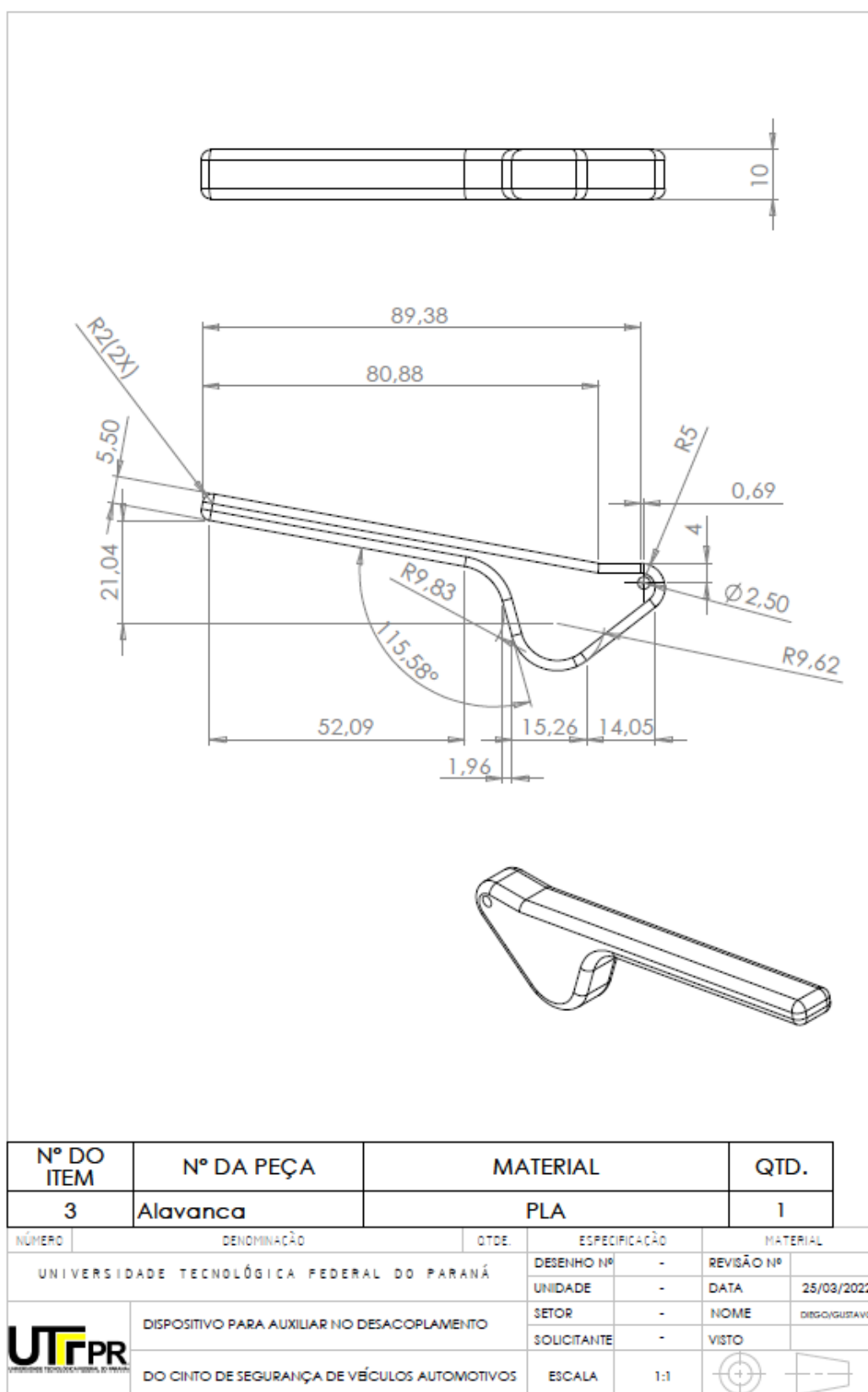


Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.



Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	Material	QTD.		
2	Eixo	Latão	1		
NÚMERO	DENOMINAÇÃO	Q.TDE.	ESPECIFICAÇÃO	MATERIAL	
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ		DESENHO Nº	-	REVISÃO Nº	-
 DISPOSITIVO PARA AUXILIAR NO DESACOPLAMENTO DO CINTO DE SEGURANÇA DE VEÍCULOS AUTOMOTIVOS		UNIDADE	-	DATA	25/03/2022
		SETOR	-	NOME	DIEGO/GUSTAVO
		SOLICITANTE	-	VISTO	
		ESCALA	4:1		

Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.



Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.

APÊNDICE G – Questionário dos Testes com Portadores de Artrite

Questionário apresentado aos portadores de artrite para avaliar o protótipo produzido com relação à sua utilização.



Este é um Questionário Geral para pesquisa de ordem acadêmica cuja finalidade é colher informações que serão utilizadas para desenvolver um dispositivo que auxilie no desacoplamento do cinto de segurança em veículos. Todas as informações coletadas abaixo serão utilizadas apenas para este projeto e mantidas em absoluto sigilo. Leia as questões abaixo e responda, por gentileza.

1) O dispositivo facilitou o desacoplamento?

- Sim
- Não

3) Você usaria esse dispositivo no seu dia-a-dia?

- Sim
- Não

2) Você precisou fazer menos força para desacoplar o cinto de segurança?

- Sim
- Não

4) Você compraria esse dispositivo?

- Sim
- Não

APÊNDICE H – Custos do Protótipo Final

Este apêndice contém uma relação dos custos de produção do protótipo refinado.

Tabela 1 - Custos do protótipo final

Descrição	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Matéria-prima	1	R\$ 9,60	R\$ 9,60
Serviço de impressão	1	R\$ 25,56	R\$ 25,56
Eixo latão	1	R\$ 5,00	R\$ 5,00
		Total	R\$ 40,16

Fonte: Autoria própria (2022)