

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM DESIGN
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**IURI MOURA NILTON
MARIANA RODRIGUES VIEIRA**

**MOUSE WAVE - MOUSE COM PEGADA FINGERTIP PARA
JOGADORES DE VIDEOGAMES**

**VOLTA REDONDA
2023**

FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM DESIGN
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MOUSE WAVE - MOUSE COM PEGADA FINGERTIP PARA
JOGADORES DE VIDEOGAMES

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Design do UniFOA
como requisito a obtenção do título de
bacharel em Design.

Alunos:

Iuri Moura Nilton

Mariana Rodrigues Vieira

Orientador:

Prof. Moacyr Ennes Amorim

VOLTA REDONDA

2023



Construindo o futuro **com você.**

FOLHA DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado, MOUSE WAVE - MOUSE COM PEGADA FINGERTIP PARA JOGADORES DE VIDEOGAMES Elaborado por MARIANA RODRIGUES VIEIRA E IURI MOURA NILTON apresentado publicamente perante a Banca Avaliadora, como parte dos requisitos para conclusão do curso de Design.

Aprovado em 28 de novembro de 2023

Banca Avaliadora

Moacyr Ennes Amorym
Professor Orientador
Mestre UniFOA

Marcos Kazuiti Mitsuyasu
Professor Avaliador
Doutor - UniFOA

Bruno de Souza Corrêa
Professor Avaliador
Mestre - UniFOA

Sede Administrativa:

Campus Universitário
Ólezio Galotti

Av. Dauro Peixoto Aragão, 1325, Três Poços | Volta Redonda - RJ
T: (24) 3340-8400 | Cep: 27240-560

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossa gratidão ao nosso orientador pela dedicação, apoio e sabedoria, sua orientação foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

Além disso, queremos também agradecer aos nossos pais. Seu apoio e encorajamento foram a fonte de força que impulsionou este projeto.

Agradecemos a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, seja com apoio moral, acadêmico ou emocional.

Muito obrigado.

RESUMO

O mouse é um dos periféricos mais utilizados para interação com computadores, e a escolha correta do dispositivo é fundamental para a performance do usuário. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um mouse para a pegada *finger tip*, levando em conta a importância de um periférico adequado para cada tipo de pegada. Além disso, foi abordada a origem dos mouses e sua importância na interação usuário e máquina. O método utilizado para o desenvolvimento do mouse foi o *Double Diamond*, que consiste em uma abordagem iterativa de quatro etapas: descoberta, definição, desenvolvimento e entrega. Este método permitiu uma abordagem ampla do problema, possibilitando uma melhor compreensão das necessidades e expectativas dos usuários, bem como a proposição de soluções inovadoras. O trabalho tem como principal contribuição o desenvolvimento de um mouse para a pegada *finger tip* que atende às necessidades e expectativas dos usuários. A escolha do método *Double Diamond* para o desenvolvimento do mouse permitiu a proposição de soluções criativas e inovadoras, tornando o periférico mais ergonômico e confortável para a interação com o computador.

Palavras-chave: mouse, *finger tip*, pegada

ABSTRACT

The mouse is one of the most commonly used peripherals for computer interaction, and the correct choice of device is essential for user performance. In this context, the present study aims to develop a mouse for fingertip grip, taking into account the importance of an adequate peripheral for each type of grip. In addition, the origin of mice and their importance in user-machine interaction were addressed. The method used for mouse development was the Double Diamond, which consists of an iterative approach in four stages: discovery, definition, development, and delivery. This method allowed for a broad approach to the problem, enabling a better understanding of user needs and expectations, as well as the proposal of innovative solutions. The main contribution of this work is the development of a mouse for fingertip grip that meets the needs and expectations of users. The choice of the Double Diamond method for mouse development allowed for the proposal of creative and innovative solutions, making the peripheral more ergonomic and comfortable for interaction with the computer.

Keywords: mouse, fingertip, footprint

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	22
1.1. Introdução	22
1.2. Justificativa	23
1.3. Objetivos	24
1.3.1. Objetivos gerais	24
1.3.2. Objetivos específicos	24
1.4. Métodos e técnicas	25
1.4.1. <i>Double Diamond</i>	25
1.4.2. Técnicas	26
1.5. Problematização	27
2. DESCOBRIR	29
2.1. Computadores, sua origem e contexto atual	29
2.2. Periféricos	31
2.3. Mouses	32
2.3.1. Construção e tecnologias	34
2.3.1.1. Botões	34
2.3.1.2. <i>Scroll</i>	37
2.3.1.3. <i>Feet</i>	38
2.3.1.4. Sensor	39
2.3.1.5. Conexão	41
2.3.2. Pegadas	42
2.4. Problemas à saúde	46
2.5. Ergonomia das mãos	47
2.5.1. Antropometria da mão	47
2.5.2. Posturas e preensão	49
2.5.2.1. Preensão Bidigital	49
2.5.2.2. Preensão Tridigital (pluridigital)	50
2.5.2.3. Preensão Tetradigital (pluridigital)	50
2.5.2.4. Preensão Pentadigital (pluridigital)	51
2.5.3. Posturas e preensões ativas	51

2.5.4. Manejos.....	52
2.5.4.1. Manejo geométrico.....	52
2.5.4.2. Manejo anatômico.....	52
2.5.5. Medidas do mouse.....	53
2.6. Análise de similares.....	53
2.7. Materiais.....	65
2.8. Termos relacionados.....	68
2.9. Pesquisa de opinião.....	70
3. DEFINIR.....	74
3.1. Público-alvo.....	74
3.2. Personas.....	74
3.2.1. Análise de casos.....	77
3.3. Tecnologias e componentes.....	77
3.4. Síntese.....	78
3.4.1. Cartões de <i>insight</i>	78
3.4.2. Diagrama de afinidade.....	80
3.4.3. Mapa conceitual.....	83
3.4.4. Critérios norteadores.....	84
4. DESENVOLVER.....	85
4.1. Massa de modelar.....	85
4.2. Alternativas preliminares.....	94
4.3. Geração de alternativas.....	96
4.4. Pesquisa de opinião.....	99
4.5. Renderização 3D.....	100
4.6. Modelos de volume.....	103
4.7. Matriz decisória.....	106
5. ENTREGAR.....	108
5.1. Refinamento.....	108
5.1.1. Intervenção ergonômica.....	108
5.1.2. Correção no ângulo.....	110
5.2. Nome e marca ilustrativos.....	113
5.3. Prototipação.....	114
5.3.1. Impressão 3D.....	115

5.3.1.1. Resinas.....	117
5.3.1.2. Funcionamento básico.....	118
5.3.1.3. Desvantagens.....	126
5.3.2. Componentes.....	127
5.4. Resultados.....	131
5.4.1. Desenhos técnicos.....	135
5.4.2. Protótipo.....	137
5.4.3. Testes de desempenho.....	150
5.4.4. Valor Estimado.....	156
5.5. Conclusão.....	158
6. REFERÊNCIAS.....	159

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Especificações MM720.....	54
Quadro 2 – Especificações G302.....	57
Quadro 3 – Especificações HSK.....	59
Quadro 4 – Especificações Viper Mini.....	61
Quadro 5 – Especificações G203.....	64
Quadro 6 – Critérios norteadores.....	84
Quadro 7 – Matriz decisória.....	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estimativas Preliminares de Remessa de Unidades de Fornecedores Mundiais de PCs para 2020 (Milhares de Unidades).....	30
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pegada <i>finger tip</i>	23
Figura 2 – Representação visual do método <i>Double Diamond</i>	26
Figura 3 – Exemplos de preços elevados.....	28
Figura 4 – Foto do ENIAC.....	29
Figura 5 – Primeiro mouse criado por Douglas Engelbart.....	33
Figura 6 – Um dos primeiros mouses produzidos pela Xerox PARC.....	33
Figura 7 – Botões do mouse.....	34
Figura 8 – Funcionamento do botão mecânico.....	35
Figura 9 – Funcionamento do botão óptico.....	36
Figura 10 – <i>Render</i> 3D do funcionamento do botão óptico.....	37
Figura 11 – Comparação de <i>switch</i> físico para óptico.....	37
Figura 12 – <i>Scroll</i> do mouse.....	38
Figura 13 – <i>Feet</i> do mouse.....	39
Figura 14 – Exemplo de boa consistência de rastreamento.....	40
Figura 15 – Exemplo de falha no rastreamento.....	40
Figura 16 – Pegada <i>palm</i>	43
Figura 17 – Pegada <i>claw</i>	43
Figura 18 – Pegada <i>finger tip</i>	44
Figura 19 – Pesquisa sobre tipos de pegadas.....	45
Figura 20 – Dados das mãos dos homens.....	48
Figura 21 – Dados das mãos das mulheres.....	48
Figura 22 – Preensão bidigital.....	49

Figura 23 – Preensão tridigital.....	50
Figura 24 – Preensão tetradigital.....	50
Figura 25 – Preensão pentadigital.....	51
Figura 26 – Preensões ativas.....	51
Figura 27 – Medidas do mouse.....	53
Figura 28 – MM720.....	54
Figura 29 – <i>Feets</i> do MM720.....	55
Figura 30 – Cabo do MM720.....	55
Figura 31 – Botões laterais do MM720.....	56
Figura 32 – Sensor óptico PMW3389.....	56
Figura 33 – G302 Daedalus Prime.....	57
Figura 34 – <i>Switch</i> OMRON D2FC.....	58
Figura 35 – LEDs e botões do G302.....	58
Figura 36 – HSK G-Wolves.....	59
Figura 37 – <i>Feets</i> da G-Wolves.....	60
Figura 38 – Tamanho do HSK.....	60
Figura 39 – Viper Mini.....	61
Figura 40 – <i>Feets</i> do Viper Mini.....	62
Figura 41 - Botões laterais do Viper Mini.....	62
Figura 42 – LED da parte inferior do Viper Mini.....	63
Figura 43 – G203.....	64
Figura 44 – <i>Feets</i> do G203.....	65
Figura 45 - Plástico ABS.....	66
Figura 46 – Cordas <i>paracord</i>	66

Figura 47 – LED SMD.....	67
Figura 48 – Pergunta 1.....	70
Figura 49 – Pergunta 3.....	71
Figura 50 – Pergunta 4.....	71
Figura 51 – Pergunta 5.....	72
Figura 52 – Pergunta 6.....	72
Figura 53 – Pergunta 7.....	72
Figura 54 – Pergunta 8.....	73
Figura 55 – Pergunta 9.....	73
Figura 56 – Persona 1.....	75
Figura 57 – Persona 2.....	75
Figura 58 – Persona 3.....	76
Figura 59 – Persona 4.....	76
Figura 60 – Cartões de <i>insight</i>	79
Figura 61 – Diagrama de afinidade.....	80
Figura 62 – Diagrama de afinidade (Ergonomia).....	81
Figura 63 – Diagrama de afinidade (Público).....	81
Figura 64 – Diagrama de afinidade (Construção).....	82
Figura 65 – Diagrama de afinidade (Tecnologias).....	82
Figura 66 – Mapa conceitual.....	83
Figura 67 – Medidas do molde do menor mouse.....	85
Figura 68 – Medidas do molde do maior mouse.....	86
Figura 69 – Maior molde pega frontal.....	87
Figura 70 – Menor molde pega frontal.....	87

Figura 71 – Menor molde pega lateral.....	88
Figura 72 – Maior molde pega lateral.....	88
Figura 73 – Menor molde pega superior.....	89
Figura 74 – Maior molde pega superior.....	89
Figura 75 – Posicionamento do anelar.....	90
Figura 76 – Molde do maior mouse.....	91
Figura 77 – Molde do menor mouse.....	91
Figura 78 – Vista inferior do molde maior.....	92
Figura 79 – Vista inferior do molde menor.....	92
Figura 80 – Vista lateral do molde maior.....	93
Figura 81 – Vista lateral do molde menor.....	93
Figura 82 – Resultado dos moldes.....	94
Figura 83 – Alternativas preliminares (parte 1).....	94
Figura 84 – Alternativas preliminares (parte 2).....	95
Figura 85 – Alternativas preliminares (parte 3).....	96
Figura 86 – Alternativa 1.....	97
Figura 87 – Alternativa 2.....	97
Figura 88 – Alternativa 3.....	97
Figura 89 – Alternativa 4.....	98
Figura 90 – Alternativa 5.....	98
Figura 91 – Resultado da pesquisa de opinião.....	99
Figura 92 – Opções votadas.....	99
Figura 93 – Renderização da opção 1.....	100
Figura 94 – Renderização da opção 1 vista traseira.....	100

Figura 95 – Renderização da opção 4.....	101
Figura 96 – Renderização da opção 4 vista traseira.....	101
Figura 97 – Renderização da opção 5.....	102
Figura 98 – Renderização da opção 5 vista traseira.....	102
Figura 99 – Modelo de volume da opção 1.....	103
Figura 100 – Modelo de volume da opção 4.....	104
Figura 101 – Modelo de volume da opção 5.....	104
Figura 102 – Modelos de volume (vista fontral).....	105
Figura 103 – Modelos de volume (vista traseira).....	105
Figura 104 – Modelos de volume (vista superior).....	106
Figura 105 – Modelo com novas medidas (comprimento e altura).....	109
Figura 106 – Modelo com novas medidas (largura).....	109
Figura 107 – Modelo de volume com novas medidas.....	110
Figura 108 – Linha de empunhadadeira.....	111
Figura 109 – Exemplo de angulação.....	111
Figura 110 – Modelo com aplicação de inclinação e suas medidas.....	112
Figura 111 – Modelo com aplicação de inclinação.....	112
Figura 112 – Modelo de volume com aplicação de inclinação.....	113
Figura 113 – Formato de onda do mouse.....	113
Figura 114 – Marca.....	114
Figura 115 – Impressora 3D de filamento.....	115
Figura 116 – Impressora 3D de resina.....	116
Figura 117 – Exemplos de resinas.....	118
Figura 118 – <i>Software</i> de fatiamento.....	119

Figura 119 – Tela de configuração da impressora.....	120
Figura 120 – Sistema do <i>display</i> da impressora.....	120
Figura 121 – <i>Display</i> da impressora.....	121
Figura 122 – Tanque de resina.....	121
Figura 123 – Tanque de resina posicionado acima do <i>display</i>	122
Figura 124 – Resina sendo depositada no tanque.....	122
Figura 125 – Impressão em andamento.....	123
Figura 126 – Peças prontas na mesa de impressão.....	124
Figura 127 – Peças com suporte na estação de limpeza.....	124
Figura 128 – Estação de cura.....	125
Figura 129 – Peças sendo curadas na luz UV.....	125
Figura 130 – Peças finalizadas.....	126
Figura 131 – Equipamentos de segurança.....	127
Figura 132 – Sensor óptico PAW3359.....	127
Figura 133 – <i>Switch</i> óptico Razer.....	128
Figura 134 – <i>Encoder</i>	128
Figura 135 – <i>Scroll</i>	128
Figura 136 – Cabo USB.....	129
Figura 137 – PTFE.....	129
Figura 138 – PCB do mouse Viper Mini.....	130
Figura 139 – Renderização do mouse Wave.....	131
Figura 140 – Renderização do mouse Wave (vista 1).....	132
Figura 141 – Renderização do mouse Wave (vista 2).....	132
Figura 142 – Renderização do mouse Wave (vista lateral 1).....	133

Figura 143 – Renderização do mouse Wave (vista lateral 2).....	133
Figura 144 – Renderização do mouse Wave (vista frontal).....	134
Figura 145 – Renderização do mouse Wave (vista inferior).....	134
Figura 146 – Desenhos técnicos do mouse.....	135
Figura 147 – Desenhos técnicos da parte inferior do mouse.....	136
Figura 148 – Desenhos técnicos do <i>scroll</i> do mouse.....	136
Figura 149 – Mouse Wave impresso e montado.....	137
Figura 150 – Mouse Wave impresso e montado (vista superior).....	137
Figura 151 – Mouse Wave impresso e montado (vista frontal).....	138
Figura 152 – Mouse Wave impresso e montado (vista traseira).....	138
Figura 153 – Mouse Wave impresso e montado (vista lateral 1).....	139
Figura 154 – Mouse Wave impresso e montado (vista lateral 2).....	139
Figura 155 – Mouse Wave impresso e montado (textura).....	140
Figura 156 – Parte interna da carcaça.....	140
Figura 157 – Peça inferior do mouse.....	141
Figura 158 – <i>Feets</i>	141
Figura 159 – PCB parafusado na peça inferior.....	142
Figura 160 – Parafusos Máquina M 2x6x3.....	142
Figura 161 – Parafusos Máquina M 2x5x3.....	143
Figura 162 – Pesagem do mouse.....	143
Figura 163 – Pesagem do mouse com cabo.....	144
Figura 164 – Mouse posicionado próximo à mão (H).....	145
Figura 165 – Mouse posicionado próximo à mão (M).....	145
Figura 166 – Pega (vista superior H).....	146

Figura 167 – Pega (vista superior M).....	146
Figura 168 – Pega (vista frontal H).....	147
Figura 169 – Pega (vista frontal M).....	147
Figura 170 – Pega (vista lateral H).....	148
Figura 171 – Pega (vista lateral M).....	148
Figura 172 – Pega (vista lateral H).....	149
Figura 173 – Pega (vista lateral M).....	149
Figura 174 – Teste de rastreio.....	150
Figura 175 – Teste de aceleração.....	151
Figura 176 – <i>Software</i> Aim Hero.....	152
Figura 177 – Resultados do usuário 1 com mouse habitual.....	153
Figura 178 – Resultados do usuário 1 com mouse Wave.....	153
Figura 179 – Resultados do usuário 2 com mouse habitual.....	154
Figura 180 – Resultados do usuário 2 com mouse Wave.....	154
Figura 181 – Resultados do usuário 3 com mouse habitual.....	155
Figura 182 – Resultados do usuário 3 com mouse Wave.....	155
Figura 183 – Exemplo de preço alto com mouse semelhante.....	157

LISTA DE SIGLAS

3D – Três Dimensões

ABS – Acrilonitrila Butadieno Estireno

ARGB – *Addressable Red Green and Blue*

CMOS – *Complementary metal-oxide-semiconductor*

DORT – Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho

DPI – *Dots Per Inch*

EAD – Ensino a Distância

ENIAC – *Electronic Numerical Integrator and Computer*

GBPS – Gigabits por segundo

HZ – Hertz

IDC – *International Data Corporation*

LED – *Light Emitting Diode*

LER – Lesões por Esforço Repetitivo

LOD – *Lift off Distance*

MBPS – Megabits por segundo

PC – *Personal Computer*

PCB – *Printed Circuit Board*

PTFE – Politetrafluoretileno

RGB – *Red Green and Blue*

SLA - *Stereolithography Apparatus*

SMD – *Surface Mounted Device*

TIC – Tecnologia da Informação e Telecomunicações

USB – *Universal Serial Bus*

UV – *Ultravioleta*

Xerox PARC – *Xerox's Palo Alto Research Center*

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 – The Razer Optical Mouse Switch <
<http://www.youtube.com/watch?v=b12B48EcUtM> >

Anexo 2 – Teste de Consistência de Rastreo <
<https://www.youtube.com/watch?v=l6n4AFRIOHM> >

Anexo 3 – G-Wolves HSK Review: Best Mouse For Aiming? (37g) <
https://www.youtube.com/watch?v=0wqViz2BJ2o&ab_channel=boardzy >

1 INTRODUÇÃO

1.1 Introdução

Com a pandemia do ano de 2020 o isolamento social tornou-se uma medida necessária para prevenir a propagação do vírus COVID-19. Como resultado, muitas pessoas tiveram que se adaptar ao uso do *Home-Office* e do EAD para exercer suas atividades cotidianas, levando a uma demanda crescente na busca por computadores e seus periféricos especializados como mouses, teclados, fones de ouvido, microfones, entre outros. Essa situação levou os usuários a criarem preferências por diferentes características desses dispositivos tais como teclados mais curtos, com ou sem teclado numérico, fones de ouvido abertos ou fechados, com ou sem fio, entre outras especificações.

Desde a sua invenção em 1970 pelo engenheiro norte-americano Douglas Engelbart o mouse passou por muitas mudanças com o objetivo de melhorar a experiência de navegação do usuário em sistemas eletrônicos. No entanto, o formato convencional do mouse ainda é o mais popular e amplamente utilizado pelos usuários, independentemente da plataforma em que é usado.

Embora existam muitas variações e modelos adaptados para as diferentes "pegadas" de mouse as adaptações feitas exclusivamente para a pegada *finger tip* (ponta do dedo) são escassas no mercado, essa falta de opções levou a uma demanda crescente por um mouse específico para a pegada.

Nesse contexto, este projeto teve como objetivo desenvolver um mouse para a pegada *finger tip* que tenha preço competitivo e alto desempenho, atendendo às necessidades dos usuários mais exigentes, focando especialmente em jogadores. A falta de opções acessíveis e eficientes para essa pegada tornou o desenvolvimento

de um mouse especializado para a pegada *finger tip* uma necessidade que pode melhorar significativamente a experiência de uso desses usuários.

Este projeto foi desenvolvido através do método *Double Diamond* que é uma abordagem de *design thinking* que busca solucionar problemas complexos em quatro fases: descoberta, definição, desenvolvimento e entrega.

1.2 Justificativa

A importância de possuir periféricos adaptados se dá por variados fatores como, por exemplo, a ergonomia que, caso não seja adequadamente projetada, podem causar problemas como os DORTs (Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho) nos usuários (FOGLEMANN; BROGMUS, 1995). Outro fator importante é a mobilidade e precisão que um aparelho adequado pode trazer aos jogadores durante suas jogatinas.

Devido a esses fatores, este projeto propôs a projeção de um mouse voltado para a pegada *finger tip*, ou seja, um mouse que seja projetado para ser utilizado facilmente apenas com as pontas dos dedos, que possua conforto em seu uso, boa qualidade em sua construção e acabamento e que tenha um preço acessível para seus usuários.

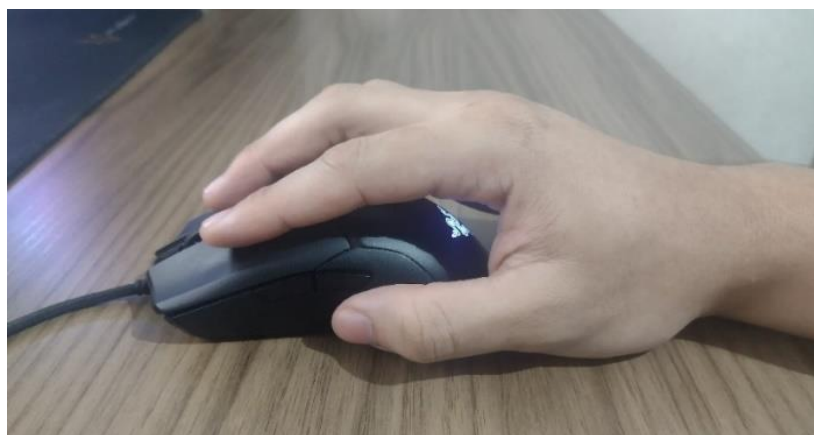


Figura 1 – Pegada *finger tip*
Fonte: Acervo dos autores

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivos gerais

Desenvolver um mouse com *design* específico para a pegada *finger tip* que proporcione excelente desempenho em jogos além de oferecer conforto ao usuário e ter um preço acessível, com o foco em atender às necessidades dos usuários mais exigentes principalmente jogadores.

1.3.2 Objetivos específicos

- Fazer estudos de mercado para torná-lo uma opção acessível e de bom custo-benefício aos consumidores.
- Oferecer para usuário com pegada *finger tip* uma opção atrativa na hora da compra de um novo mouse.
- Fazer estudos ergonômicos para proporcionar conforto no uso do produto e evitar problemas de saúde.
- Pesquisar tecnologias que atendam aos requisitos do produto e que ofereçam alta qualidade a um preço acessível.

1.4 Métodos e técnicas

1.4.1 Double Diamond

O método *Double Diamond* (Diamante Duplo) consiste na forma visual do processo de *design* e inovação, sendo uma maneira mais simples de visualizar as etapas de um projeto de *design* mesmo utilizando outras técnicas e métodos, servindo tanto para *designers* quanto para não *designers* (DESIGN COUNCIL, 2023).

Ele se trata de uma variação do *design thinking* e não consiste em um processo linear, ou seja, etapas que seriam normalmente feitas no fim de um projeto podem ser necessárias no início e vice-versa, ou as etapas podem ser concluídas em uma ordem específica, podendo variar constantemente durante seu processo.

Este é um método que estimula constantemente o *designer* a usar a criatividade e a comunicação, o envolvimento tanto com pessoas quanto com o projeto em questão para criar e desenvolver seus projetos e ideias, sendo ele um método extremamente dinâmico e versátil. Ele consiste em quatro etapas:

- **Descobrir:** Entender o problema através de pesquisas e pesquisas de campo, falando diretamente com o público afetado pela situação.
- **Definir:** Definir um desafio a partir dos dados coletados na fase da descoberta.
- **Desenvolver:** Buscar inspirações para soluções e resposta diferentes de forma criativa.
- **Entregar:** Testar ideias e filtrar aquelas que funcionam ou não para o projeto em questão.

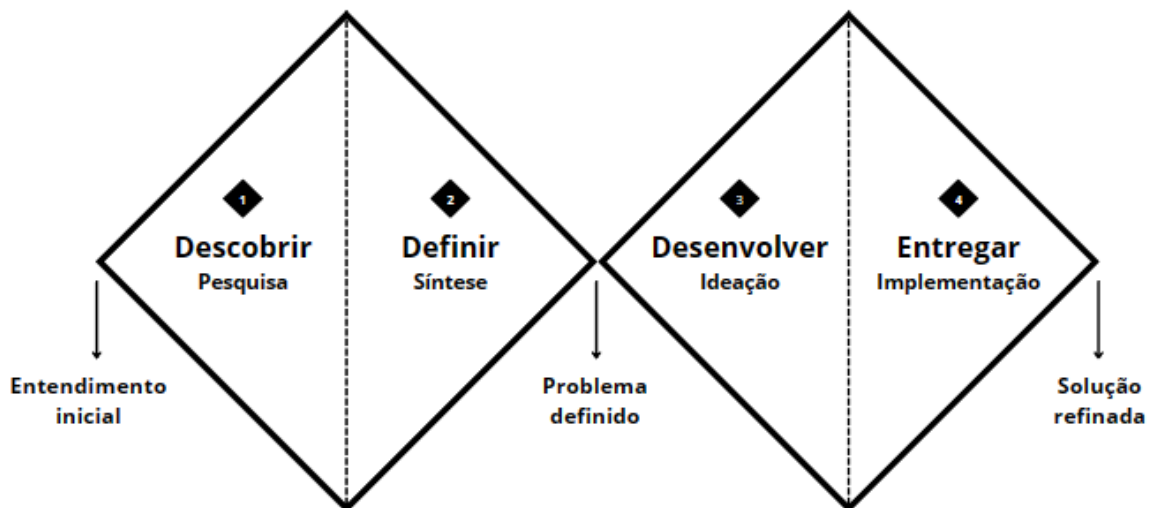


Figura 2 – Representação visual do método *Double Diamond*
 Fonte: *Design Council* (2023)

1.4.2 Técnicas

As técnicas consistem em um conjunto de ferramentas e abordagens que auxiliam a progredir de maneira estruturada em cada etapa do processo, facilitando a geração de ideias e soluções criativas. Foram utilizadas neste projeto as seguintes técnicas:

- **Análise de similares:** Pesquisa de projetos/produtos com semelhanças ao projeto em questão a fim de buscar referências e ideias para o projeto desenvolvido.
- **Pesquisa de opinião:** Levantamento e análise da opinião pública.
- **Personas:** Representação fictícia de um cliente para simulação de interação do usuário com o produto em questão.
- **Análise de casos:** Análise individual de cada persona baseado em seus comportamentos, objetivos e desafios.
- **Requisitos e restrições:** Seleção de requisitos e restrições a serem seguidos durante o desenvolvimento do projeto.

- **Cartões de *insight*:** Técnica que consiste em documentar os dados coletados das pesquisas em cartões de forma breve e objetiva.
- **Diagrama de afinidades:** Organização dos cartões *insight* por categorias.
- **Mapa conceitual:** Ferramenta que organiza visualmente de maneira estratégica ideias, táticas e os principais pontos a serem trabalhados.
- **Critérios norteadores:** Critérios para orientação das etapas do projeto.
- **Geração de alternativas:** Processo de criação de opções ou soluções possíveis para resolver um problema.
- **Pesquisa de opinião:** Método de coleta de informações para melhor entendimento das preferências de um grupo de pessoas sobre um tema.
- **Modelo de volume:** Representação tridimensional para visualização e análise de um produto.
- **Matriz decisória:** Ferramenta que organiza informações para comparar critérios e alternativas para determinar a melhor opção.

1.5 Problematização

Muitas pessoas utilizam o computador em seu cotidiano, tanto em casa quanto no trabalho ou nos estudos. Dependendo da área em que uma pessoa está inserida pode ser exigido o uso prolongado do computador passando horas sentadas quase imóveis, sendo necessário que a pessoa tenha um conforto para não adquirir problemas no futuro.

A falta de modelos de mouse *fingertip* pode gerar problemas ao usuário. O mau uso prolongado pode causar problemas ergonômicos como problemas nos ossos, dores musculares ou lesões por esforço repetitivo (LER), já que mouses *fingertip* são projetados para se ajustarem a curvatura natural dos dedos evitando a tensão das articulações e músculos.

Além de poder prejudicar a eficiência e produtividade do usuário, já que mouses adaptados proporcionam melhor controle e precisão em sua manipulação tanto para tarefas do dia a dia quanto para jogos e lazer, dando ao usuário uma experiência mais agradável. Há também o fato de que, por serem minoria no mercado, esses mouses possuem preço elevado já que se trata de um nicho, impossibilitando o acesso de muitos usuários.

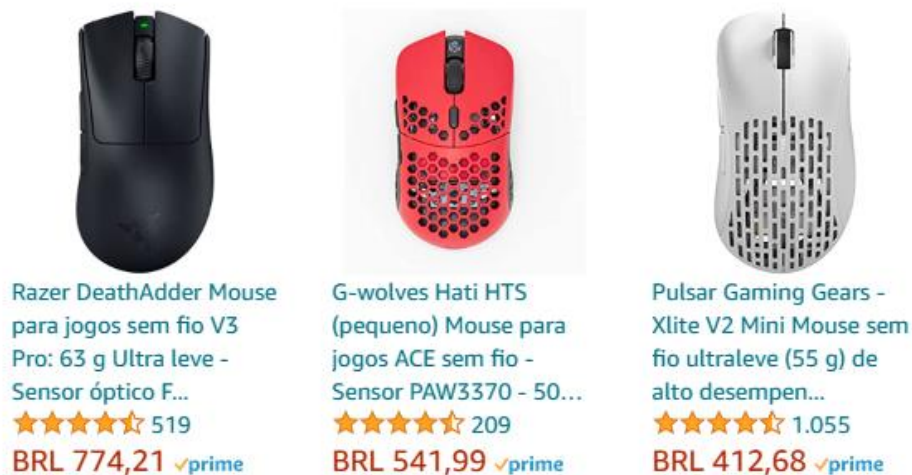


Figura 3 – Exemplos de preços elevados
Fonte: Amazon (2023)

As soluções que este projeto propõe são: criar um mouse para pegada *finger tip* que seja confortável para evitar desconfortos e problemas de saúde nos usuários, ter uma boa construção com materiais de qualidade que possibilitem preço acessível ao usuário, além de entregar uma estética agradável.

2 DESCOBRIR

2.1 Computadores, sua origem e contexto atual

Computadores são dispositivos eletrônicos capazes de processar dados e executar programas. A origem dos computadores remonta ao século XIX, quando o matemático britânico Charles Babbage propôs a criação de uma máquina capaz de realizar cálculos matemáticos de forma automática, o que incentivou a dupla de cientistas norte-americanos John Eckert e John Mauchly, da *Electronic Control Company*, que a pedido do Governo americano desenvolveram o primeiro computador, o ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer*) (FILHO, 2007).

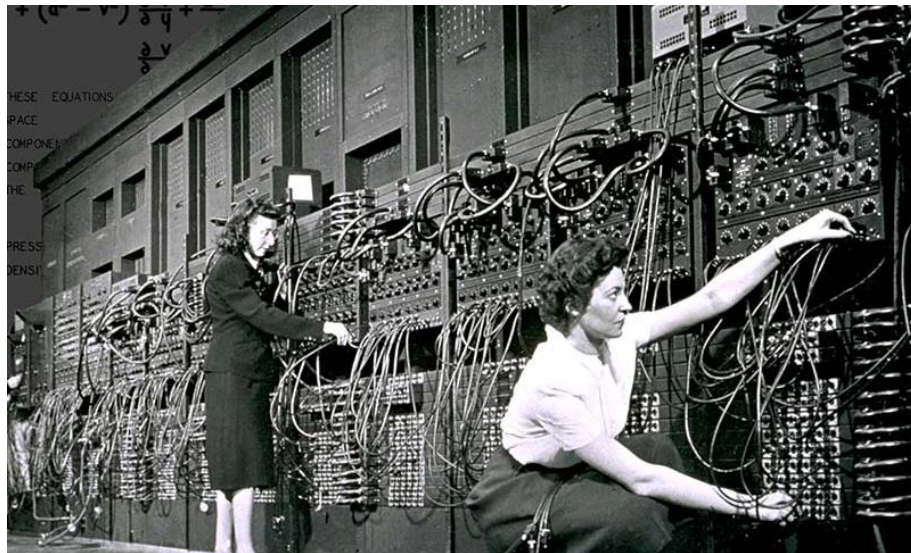


Figura 4 – Foto do ENIAC
Fonte: CNN Brasil (2021)

O ENIAC foi desenvolvido com o propósito de realizar cálculos complexos nos laboratórios de testes de balística. Os primeiros computadores eram enormes e caros, ocupando salas inteiras e sendo utilizados principalmente por governos e empresas.

Foi somente com a invenção dos computadores pessoais, na década de 1970 (Apple I), que os computadores começaram a se popularizar e se tornar acessíveis ao público em geral, com destaque para o Macintosh 128K. Desde então, o uso de computadores pessoais vem crescendo constantemente em todo o mundo, impulsionado pelo avanço da tecnologia e pela crescente dependência da sociedade em relação à informação e comunicação digital.

De acordo com dados da consultoria Gartner, em 2020 foram vendidos cerca de 275 milhões de computadores pessoais em todo o mundo, representando um aumento de 4,8% em relação ao ano anterior (GARTNER, 2021).

Tabela 1 – Estimativas preliminares de remessa de unidades de fornecedores mundiais de PCs para 2020 (Milhares de Unidades)

Companhia	2020 Remessas	2020 Quota de mercado (%)	2019 Remessas	2019 Quota de mercado (%)	2020-2019 Crescimento (%)
Lenovo	68.507	24,9	63.182	24,1	8,4
HP Inc.	58.357	21,2	57.949	22,1	0,7
Dell	45.029	16,4	44.095	16,8	2,1
Apple	22.454	8,2	18.337	7,0	22,5
Acer Group	16.264	5,9	14.743	5,6	10,3
Asus	16.424	6,0	14.449	5,5	13,7
Outros	48.111	17,5	49.797	19,0	-3,4
Total	275.147	100,0	262.552	100,0	4,8

Fonte: Adaptado [gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-01-11-gartner-says-worldwide-pc-shipments-grew-10-point-7-percent-in-the-fourth-quarter-of-2020-and-4-point-8-percent-for-the-year](https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-01-11-gartner-says-worldwide-pc-shipments-grew-10-point-7-percent-in-the-fourth-quarter-of-2020-and-4-point-8-percent-for-the-year)

Segundo uma pesquisa realizada pela *International Data Corporation* (IDC), em 2020, a pandemia de COVID-19 impulsionou ainda mais a adoção da tecnologia em todo o mundo, gerando um aumento de cerca de 37% no mercado brasileiro no ano de 2021.

Durante o ano, 8,7 milhões de máquinas foram comercializadas, sendo 7 milhões de *notebooks* e 1,7 milhão de *desktops*, altas de 40% e 25%, respectivamente, em relação a 2020. Os dados fazem parte do estudo IDC *Brazil PCs Tracker 2021*, realizado pela IDC Brasil, líder em inteligência de mercado, serviços de consultoria e conferências com as indústrias de Tecnologia da Informação e Telecomunicações (TIC). O estudo aponta ainda um faturamento de R\$ 36,7 bilhões no setor, resultado 61% maior do que o alcançado no ano anterior. (IDC, 2022)

Hoje os computadores pessoais são utilizados em praticamente todas as áreas da vida moderna, desde o trabalho e estudo até o entretenimento e comunicação. A popularização dos computadores e a sua integração crescente à sociedade digital têm trazido mudanças significativas na forma como nos relacionamos com a informação, a comunicação e o mundo ao nosso redor.

2.2 Periféricos

Periféricos são dispositivos que se conectam ao computador para fornecer funções essenciais ou adicionais. Dentre eles, os mais comuns e essenciais para a interação com o computador são o mouse, teclado e monitor, e mesmo entre eles, existem categorias diferentes no mercado que proporcionam experiências e funcionalidades específicas, sendo elas:

- **Periféricos voltados para produtividade:** como mouses com diversos botões e funções customizáveis, teclados de tamanho completo com teclas adicionais e endereçáveis, fones de ouvido com perfis personalizados;
- **Periféricos para funções básicas:** exercem de maneiras objetivas e funcionais suas funções básicas;
- **Periféricos voltados para entretenimento:** para jogos onde temos teclados de tamanhos reduzidos para ocupar menos espaço, fones de ouvido com bom palco sonoro para trazer mais imersão, monitores com altas taxas de

atualização para maior fluidez, mouses com sensores que não perdem o rastreamento em altas velocidades.

Cada uma delas possuem suas variações no mercado, como produtos de entrada, intermediário e de alto desempenho. É importante ressaltar que ao escolher periféricos deve-se levar em conta as necessidades e preferências de cada usuário, por isso é importante escolher dispositivos de qualidade, pois eles afetam diretamente na produtividade e experiência do usuário com o computador.

2.3 Mouses

O mouse é um dispositivo de entrada essencial no uso de computadores, sendo ele um dos principais meios de controle para a navegação em interfaces gráficas. Porém, no início ele não era reconhecido como um dispositivo fácil de usar, e desde sua invenção ele passou por inúmeras mudanças visuais e técnicas até chegar ao modelo padrão de hoje.

No início dos anos 1960, Douglas Engelbart inventou o mouse, e no evento *Fall Joint Computer Conference* ele revelou que ele era um grande objeto de madeira com três botões e foi projetado para auxiliar usuários sérios de computadores, já que na época não era algo de uso comum e ainda assim era preciso treinamento para saber utilizá-lo (PANG, 2002).



Figura 5 – Primeiro mouse criado por Douglas Engelbart
Fonte: Xataka (2022)

Sua fama de facilitar o trabalho dos usuários só veio à tona a partir da década de 1970 quando foi retrabalhado para sistemas da Xerox PARC (*Xerox's Palo Alto Research Center*), criada como um centro de pesquisas na área da tecnologia. Lá ele recebeu um formato menor e mais achatado e grandes botões retangulares, modelo que evoluiu e seguiu até os dias de hoje.



Figura 6 – Um dos primeiros mouses produzidos pela Xerox PARC
Fonte: Gautier Poupeau (2015)

2.3.1 Construção e tecnologias

A grande maioria dos modelos de mouse atualmente segue a mesma base, possuindo dois botões principais e um botão de *scroll* na parte superior. O formato do corpo varia de acordo com a pegada, tamanho e visual. Os modelos mais modernos geralmente recebem mais botões (geralmente nas laterais), disponibilizando mais funções e atalhos.

Com a evolução do mouse, ele adquiriu várias partes e peças, tanto para o seu bom funcionamento quanto para sua estética. Ele possui cinco componentes essenciais em sua construção, sendo eles: botões, *scroll*, *feet*, sensor e seu dispositivo de conexão.

2.3.1.1 Botões

Além dos botões principais (esquerdo e direito), os mouses podem apresentar botões adicionais para funções específicas, como avançar e retroceder em páginas da *web*. Alguns modelos de mouse também possuem botões reprogramáveis que permitem ao usuário personalizar suas funções.

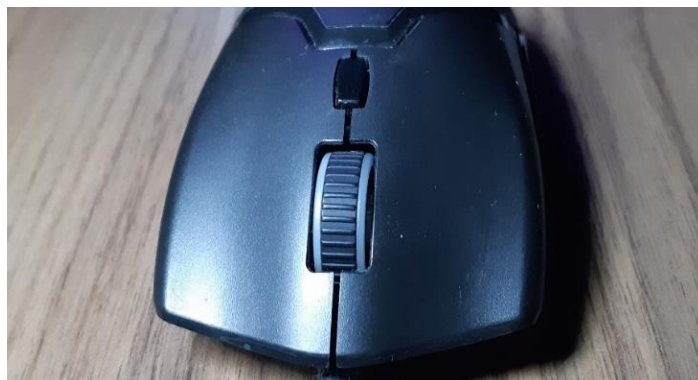


Figura 7 – Botões do mouse
Fonte: Acervo dos autores

Os botões são mecanismos que são pressionados para executar uma ação específica, eles também são encontrados em muitos dispositivos eletrônicos, incluindo celulares, *tablets*, controles remotos, consoles de jogos e outros dispositivos de *hardware*. Geralmente, os botões de mouses são feitos de materiais duráveis, como plástico ou metal, e além de executar a ação, também são responsáveis por fornecer uma resposta tátil quando pressionados. Os mouses utilizam duas tecnologias diferentes para o acionamento do botão, sendo eles o acionamento mecânico e o óptico.

O acionamento mecânico de um botão é feito por meio de um contato físico dentro do *switch* (interruptor, em português). Quando o usuário pressiona o botão do mouse, um pequeno mecanismo interno é ativado, movendo uma pequena haste que empurra um contato metálico contra outro contato, fechando um curto elétrico e registrando o clique. Essa tecnologia é comumente encontrada em mouses mais antigos, que possuem um mecanismo físico mais simples e robusto, ou em opções mais acessíveis que tem como objetivo o custo-benefício.

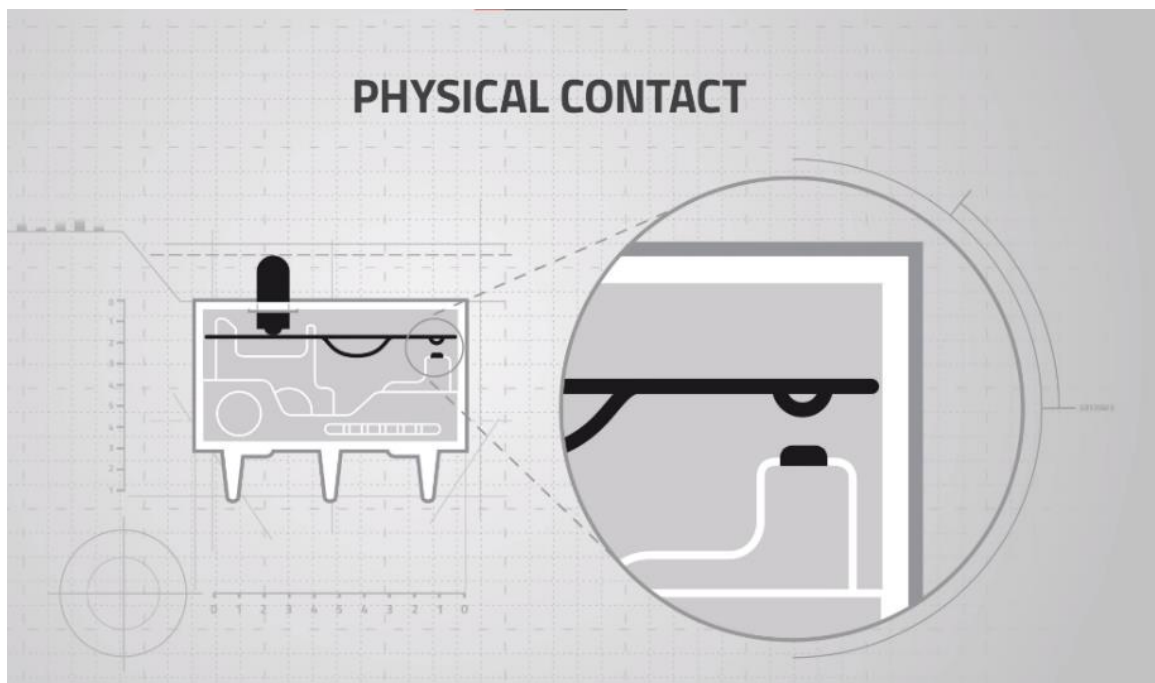


Figura 8 – Funcionamento do botão mecânico
Fonte: Razer (2020)

Porém, esse tipo de tecnologia tende a desgastar mais rapidamente do que outras tecnologias mais modernas, como o acionamento óptico. Além disso, o acionamento mecânico também pode gerar uma resposta tátil mais rígido ou menos suave do que outras tecnologias.

Já os botões com acionamento óptico, em vez de haver um contato físico dentro do botão, há um sensor óptico que detecta o movimento de um feixe de luz gerado quando o botão é pressionado. Quando o usuário pressiona o botão do mouse, um mecanismo interno move uma pequena alavanca que bloqueia (ou desbloqueia) a passagem da luz do sensor óptico. Esse bloqueio é registrado pelo sensor, que envia um sinal para o computador, indicando que o botão foi pressionado (RAZER INC, 2023).

O acionamento óptico por sua vez, é uma tecnologia mais avançada do que o acionamento mecânico, oferecendo algumas vantagens como maior durabilidade e menor probabilidade de falha mecânica. Além disso, essa tecnologia pode ser mais precisa e responsiva, uma vez que a detecção de movimento da luz pode ser mais rápida do que a detecção de contato físico ou mudança de capacitância (RAZER INC, 2023). No entanto, a implementação dessa tecnologia pode ser mais complexa e, conseqüentemente, pode ser mais cara.

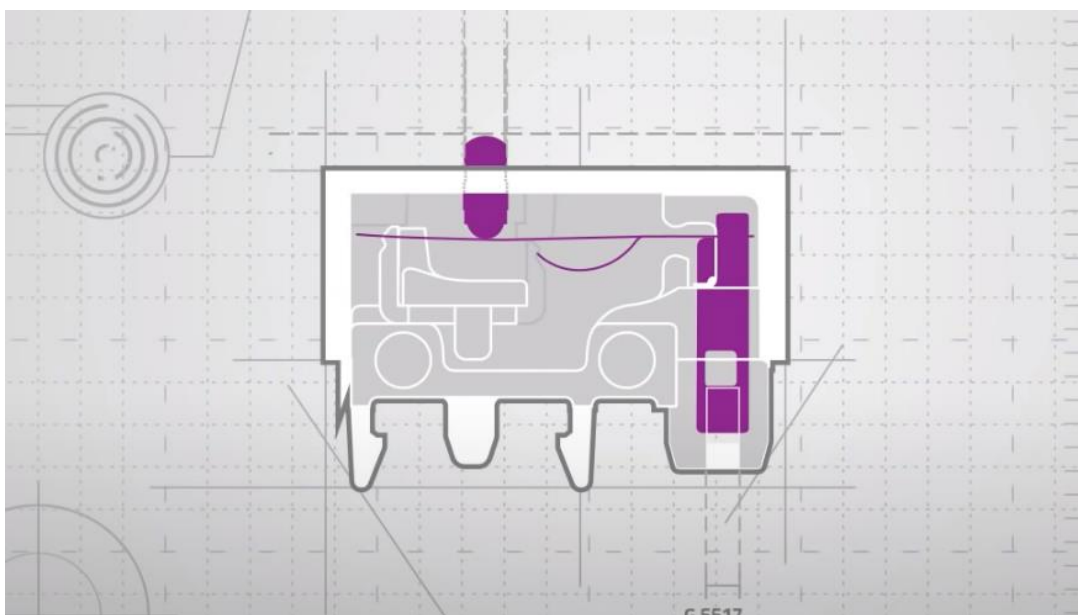


Figura 9 – Funcionamento do botão óptico
Fonte: Razer (2020)



Figura 10 – *Render 3D do funcionamento do botão óptico*
 Fonte: Razer (2020)

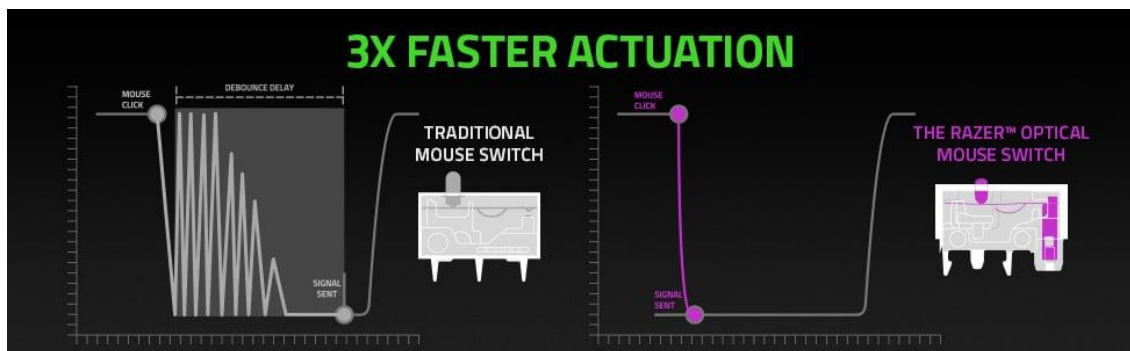


Figura 11 – Comparação de *switch* físico para óptico
 Fonte: Razer (2020)

2.3.1.2 *Scroll*

O *scroll* (rolagem) é um mecanismo que permite que o usuário role a página para cima ou para baixo, sem ter que clicar no botão da barra de rolagem, geralmente é localizado entre os botões esquerdo e direito do mouse e é usado deslizando o dedo para cima ou para baixo.

Existem dois tipos de *scrolls*: mecânico e óptico. No *scroll* mecânico, uma esfera dentro do mouse roda quando o usuário move o *scroll*. Isso envia sinais para o computador, que então move a página para cima ou para baixo. Já no *scroll* óptico, um sensor dentro do mouse detecta a direção do movimento do *scroll* e envia sinais para o computador.

O *scroll* óptico é mais preciso e durável do que o mecânico, pois não há peças móveis para desgastar ou quebrar (RAZER INC, 2023).



Figura 12 – *Scroll* do mouse
Fonte: Acervo dos autores

2.3.1.3 *Feet*

Os *feets* (ou pés) são pequenas peças localizadas na parte inferior do periférico que deslizam sobre a superfície da mesa ou do *mousepad*, permitindo que o usuário mova o cursor na tela do computador.

Os *feets* do mouse são geralmente feitos de materiais como o PTFE (politetrafluoretileno) ou até mesmo de vidro, que são resistentes ao desgaste e mais duráveis. À medida que o usuário movimentava o mouse, os *feets* deslizam sobre a superfície de trabalho, permitindo que o mouse se mova sem atrito.



Figura 13 – Feet do mouse
Fonte: Sapphireskates (2023)

2.3.1.4 Sensor

O sensor é um dispositivo que detecta o movimento do mouse, processa e converte em sinais digitais para que o computador possa reproduzi-los, fazendo com que possamos mexer o ponteiro na tela do monitor. Ele é basicamente a peça mais importante de um mouse.

Atualmente, existem dois tipos principais de sensores: o sensor óptico, que utiliza um LED infravermelho, e o sensor a laser, que utiliza um feixe de laser. Ambos os tipos possuem um sensor CMOS (*Complementary metal-oxide-semiconductor*, em português, semicondutor de óxido metálico complementar) sendo responsável por detectar luz, e os dois são baseados em óptica, porém a forma como a luz é utilizada em cada tipo é diferente (INTEL, 2020).

O sensor capta dois tipos de sinais, um é chamado de “nível de ruído”, que detecta a frequência de desníveis da superfície, e o outro é a detecção de picos de alta frequência causadas pela superfície. A taxa de atualização, chamada de *Polling Rate* (medida em Hertz), é o número de vezes que o mouse informa sua posição ao computador, e quanto mais ele mandar essa informação, melhor será sua precisão.

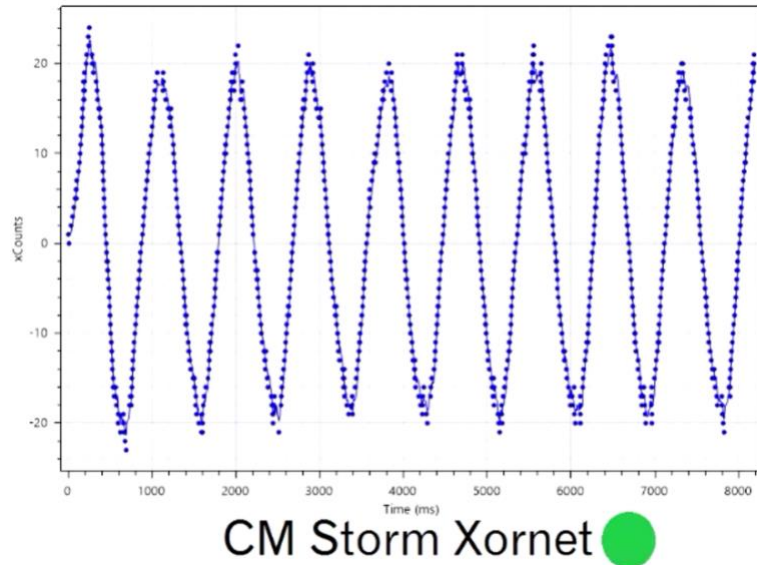


Figura 14 – Exemplo de boa consistência de rastreamento
Fonte: Diesel (2017)

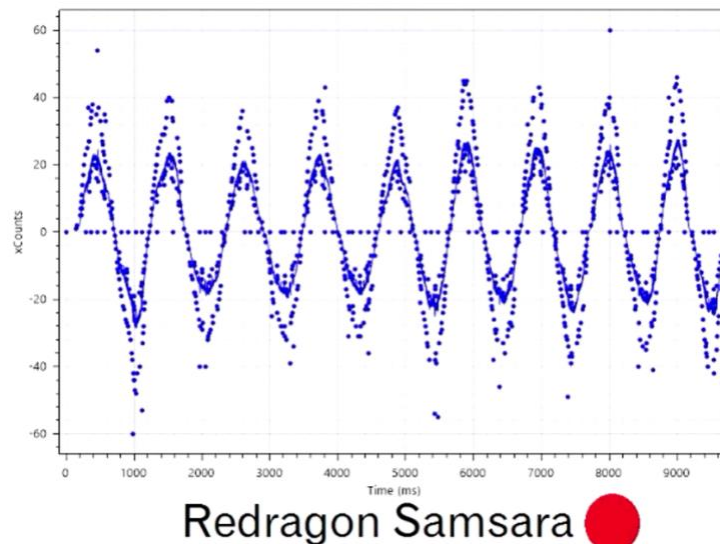


Figura 15 – Exemplo de falha no rastreamento
Fonte: Diesel (2017)

Os dois tipos são basicamente câmeras de vídeo, funcionando da seguinte forma: a luz é lançada sobre a superfície e é refletida por ela, então o sensor CMOS captura essa reflexão e analisa a variação de luz de imagem para imagem e rastreia o movimento. Já que toda superfície possui pequenas texturas e relevos a luz irá refletir de formas diferentes de acordo com elas, sendo assim, o sensor capta as imagens da superfície e detecta a quantidade de pixels na imagem, e essa quantidade é chamada de DPI (*Dots Per Inch*, em português Pontos por Polegada).

Sendo assim, quanto menor o número de DPI presente no sensor do mouse, melhor ele irá funcionar, já que exigirá menos processamento e se torna mais fácil diferenciar o que é um pico e o que faz parte do nível de ruído. Um DPI baixo significa que o movimento do cursor será um pouco mais lento, mas isso pode ser resolvido ajustando as configurações de sensibilidade do mouse para deixá-lo mais sensível ao movimento.

A luz de LED utilizada em sensores ópticos é mais fraca e mais reflexiva, fazendo com que não funcione muito bem em superfícies brilhantes, (como vidro, por exemplo) sendo assim, a luz do LED se torna mais fraca ou é refletida demais, impedindo que o sensor CMOS reconheça a variação de luz, já a luz do feixe de laser dos sensores a laser é bem mais potente, já que parte da luz penetra na superfície, a luz não é tão refletida, eliminando a possibilidade de problemas com superfícies brilhantes.

Existe o fator da aceleração, que é quando o mouse é movido rapidamente e o cursor não se move no mesmo ritmo do mouse fazendo com que o cursor não pare exatamente onde deveria. Mouses a laser sempre possuem aceleração devido a todos os detalhes que o sensor pode captar e ao tipo de *hardware* no qual ele foi criado, fazendo com que o rastreamento se perca. Já mouses ópticos não são tão propensos a aceleração, mas ainda acontece em modelos de baixa qualidade. Ter uma alta taxa de captura ajuda a evitar a aceleração. (HP DEVELOPMENT COMPANY, 2021)

2.3.1.5 Conexão

A conexão do mouse consiste na forma como ele irá se conectar ao computador, e atualmente existem três tipos principais de conexão: USB, *Wireless* e *Bluetooth*.

O USB (*Universal Serial Bus*, em português, Porta Serial Universal) é a conexão com fio mais comum atualmente, onde o cabo possui uma saída USB que se conecta a uma entrada de mesmo nome. É uma entrada universal, compatível tanto com os computadores em si quanto com qualquer sistema operacional (SALUTES, 2012).

- USB 2.0: Possui taxa de transferência de dados de 480 Mbps (Megabits por segundo), amplamente utilizado em dispositivos como discos rígidos externos, pen drives, câmeras digitais e outros periféricos de computador.
- USB 3.0: Possui taxa de transferência de dados de até 5 Gbps (Gigabits por segundo), dez vezes mais rápida que o USB 2.0.
- USB 3.1: Possui taxa de transferência de dados de até 10 Gbps. Ele usa um conector USB Tipo-C, sendo menor e pode ser encaixado mais facilmente por não possuir um “lado certo”, como nos modelos anteriores.
- USB 4: Possui taxa de transferência de dados de até 40 Gbps. Também usa um conector USB Tipo-C.

O *wireless* em português, sem fio, como o nome diz, é uma conexão que funciona sem cabos, dando ao usuário maior mobilidade. A conexão pode acontecer tanto via conexão (2.4 ghz) através de um pequeno conector chamado “*dongle*” que faz o contato com o computador, quanto via *bluetooth*, um tipo de comunicação de curta distância por radiofrequência que precisa de uma placa ou dispositivo que forneça a conexão do tipo *bluetooth* ao computador.

2.3.2 Pegadas

Existem basicamente três tipos de pegadas de mouse que são comumente utilizados:

- **Pegada de palma (*Palm grip*):** Nessa pegada, a mão do usuário fica totalmente apoiada no mouse e os dedos são estendidos para os botões. É uma pegada confortável, pois permite que a palma da mão descanse sobre o mouse, mas pode ser menos precisa do que outras pegadas, especialmente para jogos que exigem movimentos rápidos.



Figura 16 – Pegada *palm*
Fonte: Acervo dos autores

- **Pegada de garra (*Claw grip*):** Nessa pegada, a mão fica arqueada sobre o mouse, com os dedos em posição de garra para clicar nos botões. É uma pegada mais precisa do que a de palma, pois permite que o usuário faça movimentos mais precisos com o mouse. No entanto, pode ser menos confortável para algumas pessoas, pois a mão não fica totalmente apoiada no mouse.



Figura 17 – Pegada *claw*
Fonte: Acervo dos autores

- **Pegada de ponta dos dedos (*Fingertip grip*):** Nessa pegada, a ponta dos dedos fica em contato com o mouse, e a palma da mão fica suspensa no ar. É uma pegada muito precisa, pois permite que o usuário faça movimentos precisos e ajustes finos com o mouse. No entanto, pode ser menos confortável para algumas pessoas, especialmente em longas sessões de uso do mouse, pois não oferece nenhum suporte para a palma da mão.



Figura 18 – Pegada *fingertip*
Fonte: Acervo dos autores

Uma enquete feita em 2023 na aba de comunidade do canal “Pipoca Tech” pela plataforma YouTube, especializado em computadores e periféricos, perguntava a seus telespectadores qual era o tipo de pegada de cada um, onde mais de 4 mil usuários responderam ao questionário.

A pesquisa revelou que apenas 6% dos usuários utilizavam a pegada *fingertip*, o que justifica em partes a falta de interesse do mercado em produzir mouses exclusivos para essa pegada.

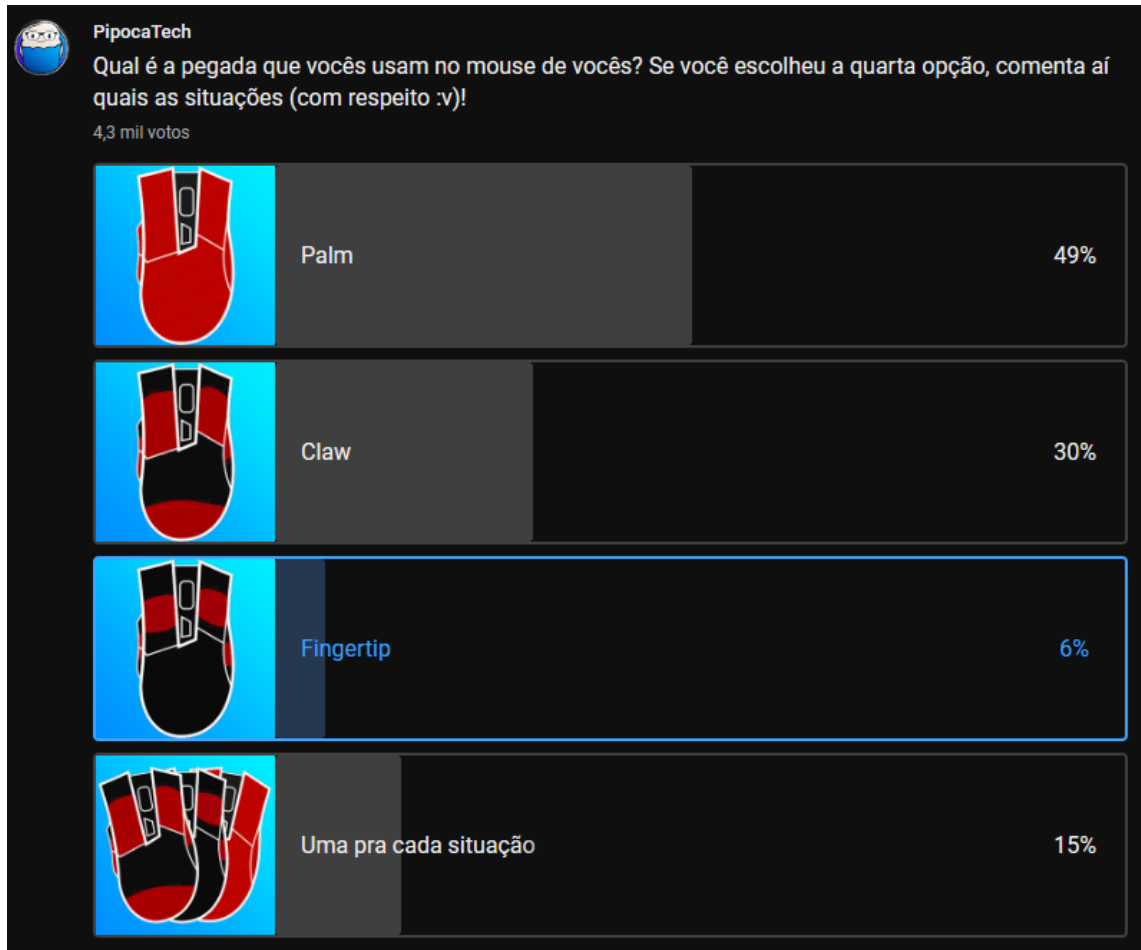


Figura 19 – Pesquisa sobre tipos de pegadas
 Fonte: Youtube – PipocaTech (2023)

Analisando o mercado de videogames, onde 3,4 bilhões de pessoas são jogadores, correspondendo a cerca de 40% da população mundial, e considerando que 48% desses jogadores (1,4 bilhões) utilizam computadores para jogar (DFC INTELLIGENCE, 2020).

Colocando o resultado da enquete do PipocaTech em um escopo maior (1.4 bilhões de usuários de computador) mesmo representando apenas 6%, essa porcentagem traduz-se em uma quantidade significativa de aproximadamente 89 milhões de usuários em potencial.

2.4 Problemas à saúde

A utilização de um mouse, dependendo do tempo de uso e/ou da atividade exercida, pode exigir movimentos repetitivos nos quais podem acarretar problemas a saúde dos usuários como, por exemplo, as doenças ocupacionais, que são doenças relacionadas a condições de trabalho que podem gerar dores, incômodos, síndromes ou doenças.

- **Lesão por Esforço Repetitivo LER /DORT:** Inflamação nos músculos, tendões e nervos dos membros superiores. Má postura, esforço exagerado, equipamentos mal posicionados ou com ergonomias mal calculadas são as principais causadoras da LER (VARELLA, 2023).
- **Síndrome do Túnel do Carpo:** Pressão do nervo mediano, chamado de “túnel do carpo”, que passa pelo punho. Pode provocar formigamentos, dores e fraquezas nas mãos e dedos.
- **Doença de Quervain:** Inflamação dos tendões responsáveis pelos movimentos específicos do polegar e do punho. Pode provocar dores, desconfortos e inchaço.
- **Tendinite:** Inflamação de um ou mais tendões, que são estruturas fibrosas que conectam os músculos aos ossos e transmitem a força de contração muscular necessária para mover uma parte do corpo.
- **Tendinite do Manguito Rotador:** Inflamação nos tendões responsáveis pela movimentação dos braços e ombros ocasionada pelo movimento repetitivo desses membros.
- **Tenossivite:** Inflamação dos tendões em estágio avançado. Pode provocar espasmos de dor, formigamentos, dificuldade de fazer movimentos e segurar objetos. Se não for devidamente tratado, pode ser de difícil recuperação.
- **Mialgia:** Contração e tensão dos músculos localizados na região do pescoço, ombros e costas.
- **Bursite:** Inflamação na bursa, uma bolsa de líquido que envolve todas as articulações do corpo. Pode provocar dores e sensibilidade ao redor da articulação.

2.5 Ergonomia das mãos

Um mouse ergonômico é projetado para se adequar à anatomia da mão do usuário, proporcionando um encaixe confortável e reduzindo a tensão muscular desnecessária durante o uso prolongado. Isso permite que o usuário trabalhe por mais tempo sem sentir fadiga e sem sofrer danos a longo prazo. Além disso, um mouse ergonômico pode melhorar a precisão e a produtividade do usuário, ao reduzir o desconforto e a fadiga, o usuário pode se concentrar melhor nas tarefas, realizando-as com maior eficiência, levando isso em conta, é importante entender melhor as questões ergonômicas envolvendo a mão, suas pegadas e manejos.

2.5.1 Antropometria da mão

É importante levar em conta estudos ergonômicos confiáveis que possam orientar a escolha do produto mais adequado. Um desses estudos foi realizado pela *Henry Dreyfuss Associates*, que compilou dados sobre os percentis masculinos e femininos relacionados às medidas ergonômicas da mão. Esses dados são extremamente úteis para ajudar a desenvolver um mouse que se encaixe adequadamente.

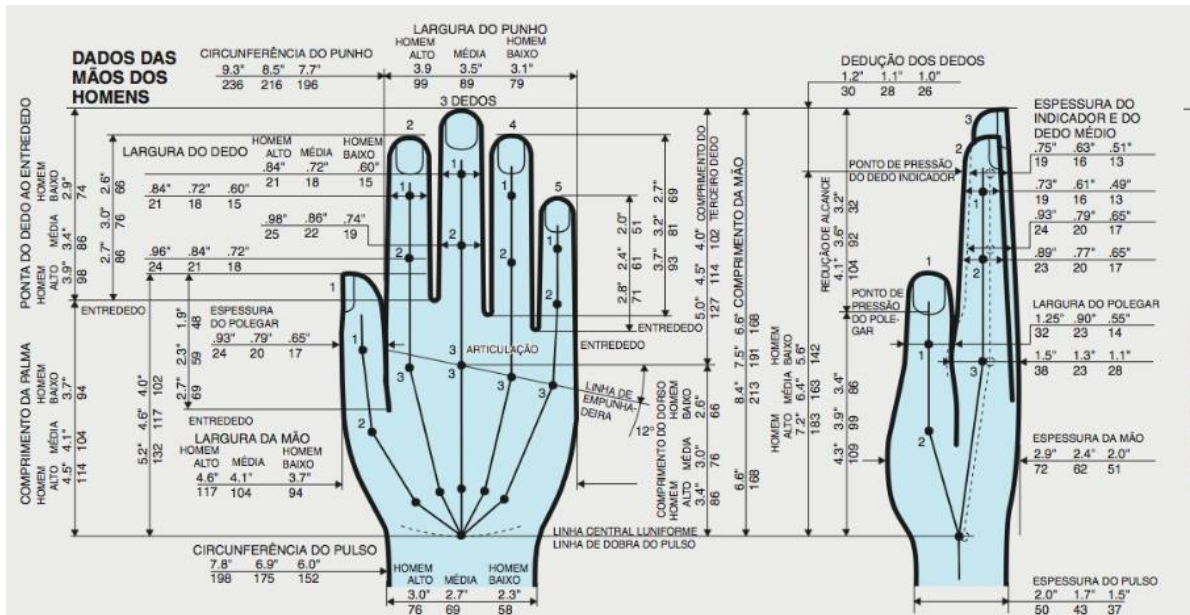


Figura 20 - Dados das mãos dos homens

Fonte: As Medidas do Homem e da Mulher - Henry Dreyfuss Associates (2005, p.74)

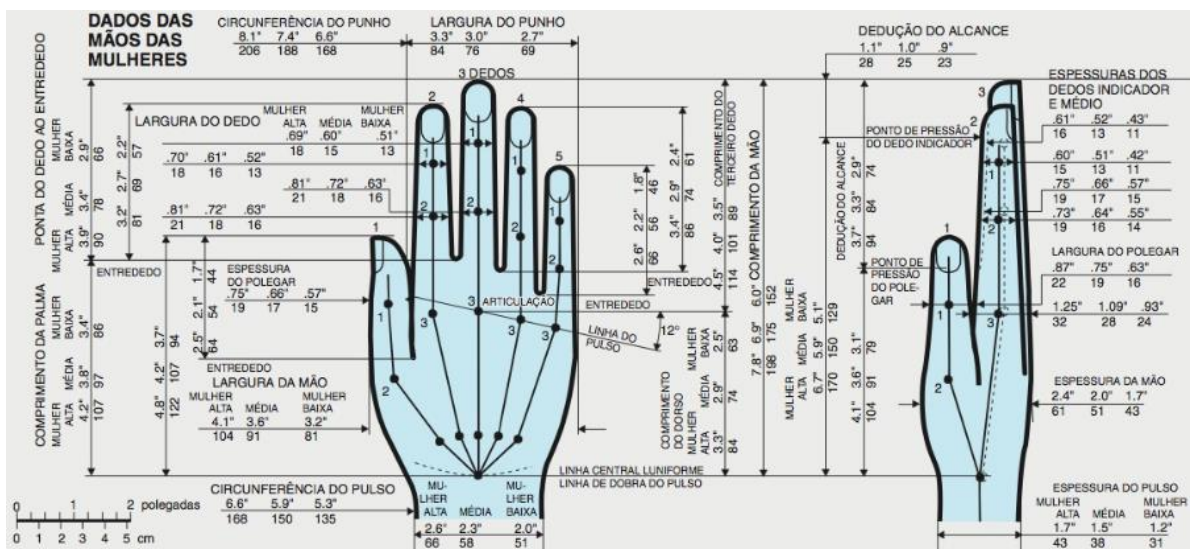


Figura 21 - Dados das mãos das mulheres

Fonte: As Medidas do Homem e da Mulher - Henry Dreyfuss Associates (2005, p.74)

De acordo com os gráficos foi analisado que a mão do maior homem tem aproximadamente 21,3 cm de comprimento e 9,9 cm de largura do punho, enquanto a da menor mulher tem 15,2 cm de comprimento e 7,9 cm de largura do punho. Portanto, esses valores representam os extremos das medidas de homens e mulheres que foram utilizados como base para o estudo.

2.5.2 Posturas de Preensão

As posturas de preensão da mão são as diferentes maneiras pelas quais a mão se posiciona ao segurar um objeto e se classificam em três grupos: Digitais, palmares e centradas (MORAIS, 2017).

Durante o projeto, o foco será na postura mais relevante para o desenvolvimento do mesmo, as digitais. As digitais se dividem em dois subgrupos: bidigitais e pluridigitais.

2.5.2.1 Preensão bidigital

Sendo a mais precisa das preensões ela permite segurar objetos pequenos ou muito finos, com o polegar e o dedo indicador (ou médio) realizando a oposição pela falange distal.

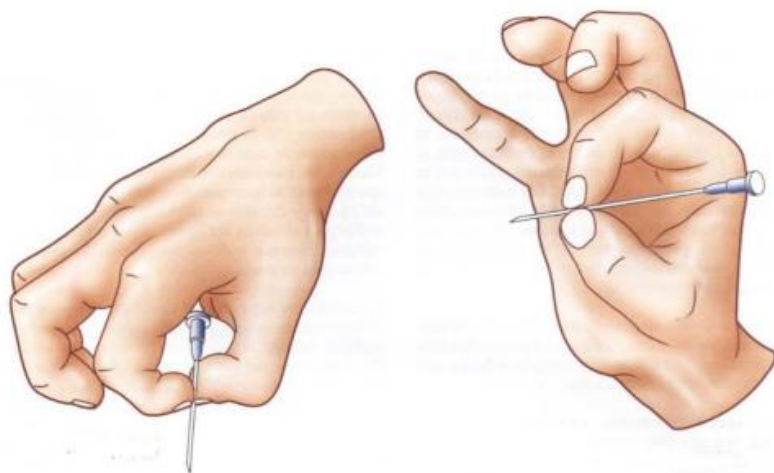


Figura 22 - Preensão bidigital
Fonte: Natã Morais, Materiais de aula (2014, p.11)

2.5.2.2 Preensão Tridigital (pluridigital)

Preensões realizadas com três dedos, geralmente envolve o polegar, indicador e médio é uma preensão direcional (MORAIS, 2017).

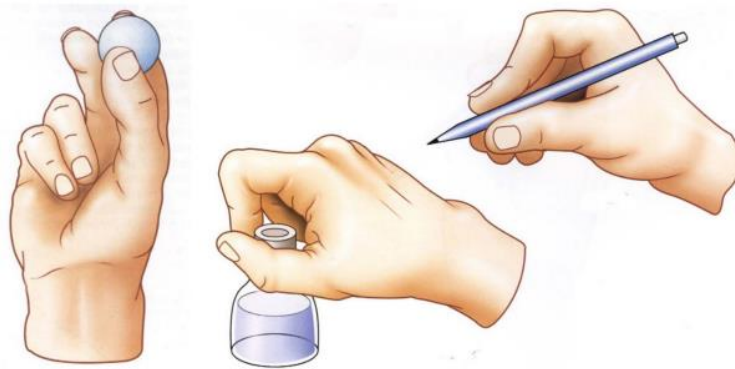


Figura 23 - Preensão tridigital
Fonte: Natã Morais, Materiais de aula (2014, p.13)

2.5.2.3 Preensão Tetradigital (pluridigital)

Preensões realizadas com quatro dedos, o polegar direciona e mantém o objeto com força contra o dedo indicador médio e anelar (MORAIS, 2017).



Figura 24 - Preensão tetradigital
Fonte: Natã Morais, Materiais de aula (2014, p.14)

2.5.2.4 Preensão Pentadigital (pluridigital)

Utiliza todos os dedos.



Figura 25 - Preensão pentadigital
Fonte: Natã Moraes, Materiais de aula (2014, p.15)

2.5.3 Posturas de Preensões ativas

São posturas em que a mão segura o objeto e ao mesmo tempo realiza uma ação através dos movimentos dos dedos e a palma da mão (MORAIS, 2017).

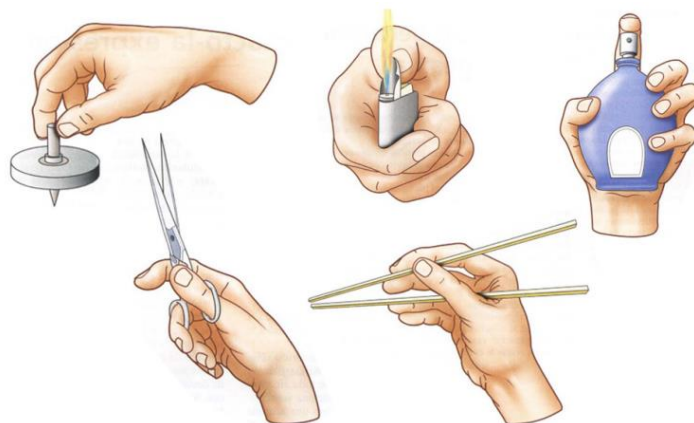


Figura 26 - Preensões ativas
Fonte: Natã Moraes, Materiais de aula (2014, p.20)

2.5.4 Manejos

O manejo envolve a interação entre o ser humano e a máquina, possibilitando a transmissão de comandos e movimentos para o produto. São classificados em dois tipos, o manejo fino onde a tarefa é realizada com a mão e punho estáticos e todo o trabalho é feito pelas pontas dos dedos, e o manejo grosseiro onde os dedos têm a função de segurar o objeto e o punho e braço realizam os movimentos.

2.5.4.1 Manejo geométrico

O manejo geométrico se refere a objetos com formas geométricas, como cilindros, esferas, cones e paralelepípedos. Eles possuem pouca superfície de contato com as mãos, permitindo diferentes formas de agarrá-los, mas podem concentrar tensões e transmitir pouca força.

2.5.4.2 Manejo anatômico

O manejo antropomorfo ou anatômico se caracteriza por ter uma superfície irregular que se adapta à anatomia do usuário.

2.5.5 Medidas do Mouse

Com base na compilação de estudos realizados pela *Henry Dreyfuss Associates* é tido como o ideal o menor mouse possível (TILLEY, 2005). Com variações entre:

- Comprimento: 71-119mm;
- Largura: 41-71mm;
- Altura: 25-41mm.

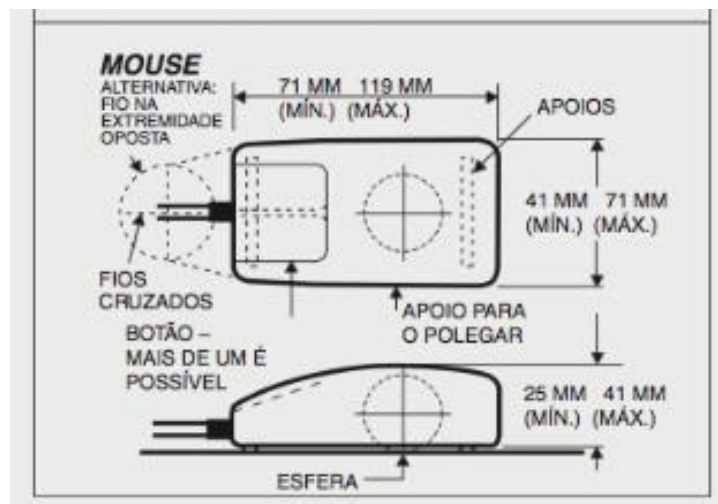


Figura 27 – Medidas do mouse

Fonte: As Medidas do Homem e da Mulher - *Henry Dreyfuss Associates* (2005, p.76)

2.6 Análise de Similares

A análise de similares consiste em comparar produtos similares ao produto em questão que estejam disponíveis no mercado e fazer uma análise sobre seus componentes, auxiliando nas escolhas e decisões da criação do produto, tendo exemplos do que fazer ou não fazer para gerar novos e melhores resultados.

- **Similar 1 – MM720 (Cooler Master)**



Figura 28 – MM720
Fonte: Coolermaster (2020)

Quadro 1 – Especificações MM720

Tipo de pegada	<i>Claw, Fingertip</i>
Material	ABS
Sensor	Óptico, PixArt PMW3389
DPI	400 – 16.000
Taxa de atualização	1.000Hz
Botões	5
Switches	LK micro interruptor óptico, 70M
Cabo	Utraweave fixo, 1,8m
Dimensões	105.42 x 76.52 x 37.35 mm
Peso	49g
Feet	PTFE

Fonte: CoolerMaster (2020)

O MM720 tem como pontos positivos a escolha de seu *feet* com PTFE de altíssima qualidade.



Figura 29 – Feets do MM720
Fonte: Adrenaline - Diesel (2020)

É um mouse extremamente leve, com cabo no tipo *paracord*, o que lhe dá uma flexibilidade a mais no cabo.



Figura 30 – Cabo do MM720
Fonte: Adrenaline - Diesel (2020)

Possui *switches* ópticos que ajudam na durabilidade e evita problemas como duplo clique. Também possui dois botões extras na lateral esquerda.



Figura 31 – Botões laterais do MM720
Fonte: Adrenaline - Diesel (2020)

Seu sensor é o sensor óptico PMW3389, um sensor topo de linha.

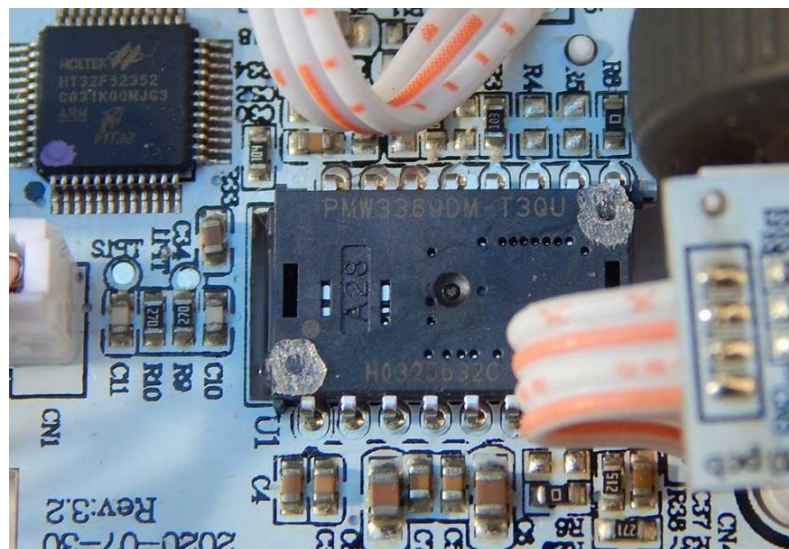


Figura 32 – Sensor óptico PMW3389
Fonte: Adrenaline - Diesel (2020)

Como pontos negativos, temos o seu preço de lançamento em uma faixa de R\$400,00, que é um preço elevado comparado a outros modelos concorrentes no mercado. Seu visual é extravagante e pouco discreto, possuindo um formato “ame ou odeie” (DIESEL, 2020).

Outro ponto negativo, porém, interessante, é que ele possui furações em um padrão hexagonal, remetendo ao logo da Cooler Master, o que foi uma solução interessante para reduzir o seu peso, porém pouco prático na hora da limpeza.

- **Similar 2 – G302 Daedalus Prime (Logitech)**



Figura 33 – G302 Daedalus Prime
Fonte: Logitech (2014)

Quadro 2 – Especificações G302

Tipo de pegada	<i>Claw, Fingertip</i>
Material	ABS
Sensor	Óptico, AVAGO AM010
DPI	200 – 4.000
Taxa de atualização	1000Hz
Botões	6
Switches	OMRON D2FC-F-7N 20M
Cabo	2,10m
Dimensões	115 x 65 x 37mm
Peso	87g
Feet	PTFE

Fonte: Logitech (2014)

O G302 tem como pontos positivos seu preço de lançamento que ficou na faixa de R\$100,00, tornando-o uma opção mais acessível no mercado. Seus *switches* são do modelo OMRON D2FC, que são *switches* mecânicos com uma boa qualidade e duração de 20 milhões de cliques.



Figura 34 – Switch OMRON D2FC
Fonte: Oficina da Net – Diesel (2016)

É um mouse relativamente pequeno, o que ajuda no manuseio principalmente na pegada *finger tip*. Possui o sensor óptico AVAGO AM010 que é considerado um sensor com uma ótima relação custo-benefício. Também possui dois botões laterais personalizáveis e LEDs chamativos na carcaça destacando a marca e agregando ao visual do produto.



Figura 35 – LEDs e botões do G302
Fonte: TecMundo - Felipe (2016)

Seus pontos negativos são que, apesar de ter um tamanho reduzido que ajuda no manuseio para pegadas *finger tip*, ele é um mouse relativamente pesado. A qualidade dos *feets* em PTFE não possui qualidade considerável, apresentando desgastes com facilidade, e embora tenham LEDs chamativos que agreguem ao produto, ele não é personalizável, no qual acende apenas na cor azul.

- **Similar 3 – HSK (G-Wolves)**



Figura 36 – HSK G-Wolves
Fonte: G-Wolves (2023)

Quadro 3 – Especificações HSK

Tipo de pegada	<i>Fingertip</i>
Material	ABS
Sensor	Óptico, Pixart® PMW3389
DPI	400 – 16.000
Taxa de atualização	1000Hz
Botões	3
Switches	Kailh
Cabo	G-Wolves Ultra-flexível, 1,8m
Dimensões	84 x 59 x 36mm
Peso	37g
Feet	G-Wolves Premium

Fonte: G-Wolves (2023)

Como pontos positivos, tem excelentes *feets* PTFE desenvolvidos pela própria G-Wolves.



Figura 37 – Feets da G-Wolves
Fonte: YouTube - Boardzy (2021)

É um mouse pequeno, o que novamente ajuda no manuseio para pegadas *finger tip*, porém, diferente dos similares anteriores, sua redução de tamanho está na parte traseira do corpo do mouse, o que possibilita uma movimentação vertical mais abrangente.



Figura 38 – Tamanho do HSK
Fonte: YouTube - Boardzy (2021)

Possui *switches* mecânicos Kailh de excelente qualidade. Esse modelo também é equipado com o sensor topo de linha PMW3389 e possui apenas 36g, sendo ele o similar mais leve.

Seus únicos pontos negativos são seu padrão hexagonal que sacrifica praticidade em prol de um menor peso, além disso, esse ponto negativo é um pouco mais agravado por também ter esse padrão nos botões principais e nas laterais, além de seu preço elevado na faixa de R\$550,00.

- **Similar 4 - Viper Mini (Razer)**



Figura 39 – Viper Mini
Fonte: Razer (2020)

Quadro 4 – Especificações Viper Mini

Tipo de pegada	<i>Fingertip</i>
Material	ABS
Sensor	Óptico, Pixart® PMW3359
DPI	Máx. 8.500
Taxa de atualização	1000Hz
Botões	6
Switches	Óptico Razer
Cabo	Razer Speedflex
Dimensões	118,3 x 53,5 x 38,3mm
Peso	61g
Feet	PTFE

Fonte: Razer (2020)

Seus pontos positivos são seus *feets* que possuem uma boa qualidade e cabo no estilo *paracord*.



Figura 40 – *Feets* do Viper Mini
Fonte: Acervo dos autores

Possui *switch* ópticos Razer que apresentam uma excelente durabilidade e longevidade, já que dificilmente apresentaram problemas como duplo clique. Também possui dois botões customizáveis na lateral esquerda.



Figura 41 - Botões laterais do Viper Mini
Fonte: Acervo dos autores

É um mouse leve, pesando apenas 61g. Seus LEDs personalizáveis agregam no visual do produto e destacam a marca da Razer. Tem como ponto interessante uma faixa de LED na parte inferior que causa um efeito de luz interessante que contrasta com o *mousepad*. Seu preço de lançamento é de R\$240,00.



Figura 42 – LED da parte inferior do Viper Mini
Fonte: Acervo dos autores

- **Similar 5 - G203 Prodigy (Logitech)**



Figura 43 – G203
Fonte: Logitech (2017)

Quadro 5 – Especificações G203

Tipo de pegada	<i>Fingertip, claw</i>
Material	ABS
Sensor	Logitech Mercury
DPI	200 – 8.000
Taxa de atualização	1000Hz
Botões	6
Switches	Mecânicos Logitech
Cabo	Borracha / 2,1 m
Dimensões	116,6 x 62,15 x 38,2mm
Peso	85 g
Feet	PTFE

Fonte: Logitech (2017)

Um de seus pontos positivos são seus *feets* em PTFE que possuem uma boa qualidade, possuindo quatro nas extremidades e um no meio ao redor do sensor em formato de anel, garantindo um deslize excelente em qualquer superfície. O sensor é fabricado pela própria Logitech, o Logitech Mercury, um sensor que ficou famoso por ter ótimo custo-benefício.



Figura 44 – Feets do G203
Fonte: Logitech (2017)

Possui *switches* mecânicos da própria Logitech, além de dois botões na lateral. Possui pouca altura o corpo, evitando o contato com a palma da mão e não atrapalha na pegada, além de ser pequeno. Seus LEDs são personalizáveis e destacam o logo da Logitech.

Seu ponto negativo é o seu peso, chegando a 85g, fazendo com que aumente o esforço necessário para fazer movimentos de “remada”. Seu preço de lançamento é de R\$200,00.

2.7 Materiais

Com base nos similares avaliados anteriormente é possível criar uma seleção preliminar (com exceção do circuito integrado) dos materiais mais usados na criação de um mouse.

- **Plástico ABS**

O plástico ABS (acrilonitrila butadieno estireno) é um material termoplástico muito comum na indústria, conhecido por sua resistência e versatilidade. Ele é composto por: acrilonitrila, butadieno e estireno, que se combinam para formar uma resina termoplástica.



Figura 45 - Plástico ABS
Fonte: Plastbrinq (2023)

O ABS é um material bastante rígido e resistente, com boa capacidade de absorção de impacto e resistência à abrasão. Ele também possui boas propriedades mecânicas, o que o torna ideal para peças que precisam suportar cargas e tensões. Além disso, o ABS é um material que pode ser facilmente moldado e possui boa estabilidade dimensional, o que significa que ele mantém suas dimensões mesmo quando exposto a temperaturas variadas. Por essa razão, o ABS é amplamente utilizado em aplicações industriais, como na fabricação de peças automotivas, equipamentos de escritório, eletrodomésticos, brinquedos, entre outros.

- **Paracord**

A seleção adequada do tipo de cabo é crucial para conexões com fio, especialmente no mercado de mouses voltado para o público *gamer* (jogador de vídeo game), onde os movimentos durante a jogatina precisam ser precisos e sem interferências, na análise de similares é notável a utilização do material *paracord*. É um tipo de corda sintética, também conhecida como corda de paraquedas, originalmente, o *paracord* era usado para suspender as linhas de paraquedas militares durante a Segunda Guerra Mundial.



Figura 46 – Cordas *paracord*
Fonte: Sobrevivencialismo (2017)

No entanto, desde então, tornou-se popular entre entusiastas de atividades ao ar livre, como camping, caminhada, escalada e sobrevivência, devido à sua resistência e versatilidade. E recentemente vem sendo utilizada como substituta da borracha no revestimento de cabos dos mouses, por se tratar de um material muito leve e flexível, ele não causa uma sensação de limitação e ancoragem na utilização, principalmente durante as jogatinas.

- **LEDs RGB**

Os LEDs decorativos estão se tornando uma adição cada vez mais popular entre os mouses mais modernos, agregando muito em seu visual, além disso, existem vários tipos de LEDs, alguns oferecendo personalização de cores e outros não. Também é possível programar os leds para que iluminem em padrões de cores e ritmos em alguns modelos de mouses.

Os LEDs SMD (*Surface Mounted Device*, em português, Dispositivo de Montagem em Superfície) são um dos tipos mais comuns utilizados em mouses, eles são bem pequenos e são de fácil instalação, além de poderem ser configurados para emitir luzes de várias cores.



Figura 47 – LED SMD
Fonte: Efectoled (2023)

Há também dois tipos de iluminação, a RGB (*Red, Green and Blue*), que permite criar mais de 16 milhões de combinações de cores usando as três cores primárias (vermelho, verde e azul), e a ARGB, que além da combinação de cores, também oferece a função representada pela letra “a”, na qual representa a palavra *addressable*, em português, endereçável, ou seja, é o tipo de iluminação onde cada LED pode ser individualmente programado com uma cor, abrindo infinitas possibilidades de customização.

- **PTFE**

PTFE é uma sigla para Politetrafluoretileno, um polímero termoplástico que possui excelentes propriedades de resistência química, baixo coeficiente de atrito e alta estabilidade térmica. O PTFE é um material muito utilizado na produção de diversos produtos, como revestimentos de painéis antiaderentes, vedantes, mangueiras e, no caso dos mouses *feet*, como um material de baixo atrito que facilita o deslizamento do mouse sobre superfícies diversas, proporcionando uma experiência suave e precisa.

- **Borracha**

A borracha no *scroll* do mouse é uma peça que pode estar presente em alguns modelos de mouses, pode ajudar a garantir uma aderência mais firme do dedo e evitar escorregamentos acidentais. Além disso, a borracha pode proporcionar um toque mais suave e confortável durante o movimento de rolagem.

2.8 Termos relacionados

A fim de selecionar os componentes e tecnologias apropriados para o projeto, é necessário compreender três aspectos relacionados a eles, especialmente em relação ao sensor e aos *switches* utilizados nos botões principais e de rolagem.

- **LOD**

Em relação ao sensor, LOD significa *Lift Off Distance* (Distância de Levantamento), que é a distância que o mouse pode ser levantado da superfície antes de o sensor parar de rastrear o movimento. Em outras palavras, é a distância que o mouse pode ser levantado sem que o cursor continue a se mover na tela.

O LOD é uma medida importante para jogadores profissionais e usuários que precisam de precisão nos movimentos do mouse, pois uma distância de levantamento muito alta pode afetar negativamente a precisão e a consistência do movimento do cursor durante os movimentos de “remada” em baixas sensibilidades.

- ***Pre-travel e Post-travel***

Pre-travel (pré-viagem) e *post-travel* (pós-viagem) são termos usados para descrever os movimentos necessários antes e depois do ponto de atuação de um interruptor.

Pre-travel se refere à distância que um botão ou tecla precisa ser pressionado antes que o interruptor atue. É a quantidade de movimento que ocorre quando se aplica uma força mínima no botão ou tecla, antes de o interruptor ser acionado. Em outras palavras, é o espaço entre a posição inicial e o ponto em que o interruptor é ativado.

Post-travel, por outro lado, é a distância que um botão ou tecla pode ser pressionado após o ponto de atuação do interruptor. É o espaço que ocorre após o interruptor ser acionado, mas antes que o botão ou tecla atinja seu limite máximo de curso. Em outras palavras, é o espaço entre o ponto em que o interruptor é ativado e o limite máximo de curso do botão ou tecla.

Tanto a *pre-travel* quanto a *post-travel* podem afetar a experiência do usuário ao utilizar um dispositivo, especialmente em termos de conforto e precisão.

- **Macro**

Funcionalidade que permite aos usuários programar uma sequência de comandos ou ações para serem executadas com um único clique do botão do mouse. Essa sequência de ações pode incluir movimentos do cursor, cliques de botões, pressionamento de teclas do teclado e outras interações do mouse com o computador, exemplo: configurar o botão principal esquerdo a clicar 5 vezes com um único acionamento.

Com essa funcionalidade, os usuários podem automatizar tarefas repetitivas e complexas, como ações em jogos, edição de imagens e vídeos, e outras atividades que exigem muitos cliques e movimentos do mouse. Alguns mouses de jogos possuem botões programáveis dedicados a macros, permitindo que os usuários personalizem suas configurações de jogo para se adequar ao seu estilo de jogo e preferências pessoais.

No geral, a funcionalidade de macro em mouses pode aumentar a eficiência e produtividade do usuário, reduzindo a necessidade de executar manualmente as mesmas tarefas repetidamente.

2.9 Pesquisa de opinião

Uma pesquisa foi formulada com perguntas feitas especificamente para usuários da pegada *finger tip* e foram distribuídas em grupos de entusiastas de periféricos para coleta de dados do público.

- **Pergunta 1:** Você conhece mouses que sejam de uso exclusivo para usuários da pegada *finger tip*?

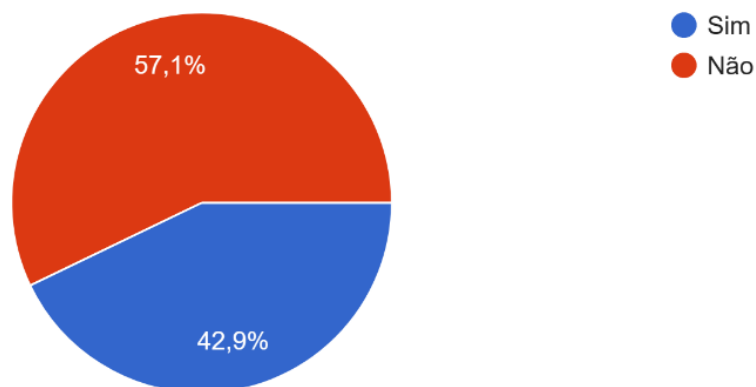


Figura 48 – Pergunta 1
Fonte: Google Forms – Autores (2023)

- **Pergunta 2:** Já usou outro mouse que não seja para sua pegada? Como foi a experiência?

Algumas das respostas obtidas:

- “Diminuiu o desempenho geral, sensação de estranheza.”
- “Já usei um mouse que era relativamente grande e tive uma má experiência porque ele era muito alto, e aquela sensação do mouse pegando na palma da mão era horrível, em seguida usei outro que era um mouse baixo, porém muito comprido e novamente tive dificuldades de me adaptar com essa pegada.”
- “Estou achando o meu mouse bem grande, talvez não esteja sendo legal pra mim por conta do peso dele, além do tamanho.”

- **Pergunta 3:** Com qual dedo você usa o *scroll* do mouse?

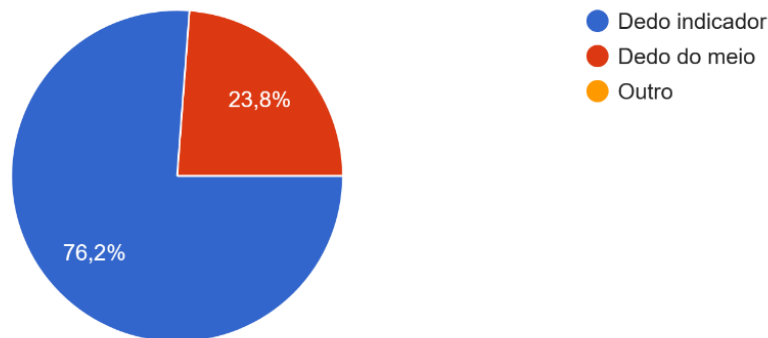


Figura 49 – Pergunta 3
Fonte: Google Forms – Autores (2023)

- **Pergunta 4:** Já sentiu fadiga ou desconforto ao usar o mouse? Se sim, com quanto tempo de uso?

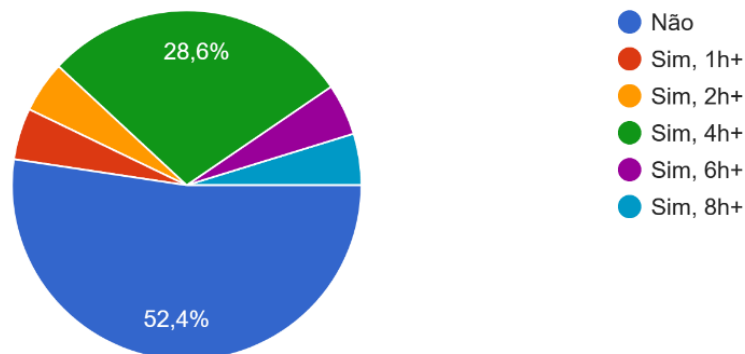


Figura 50 – Pergunta 4
Fonte: Google Forms – Autores (2023)

- **Pergunta 5:** Você utiliza o mouse com o pulso apoiado na mesa?

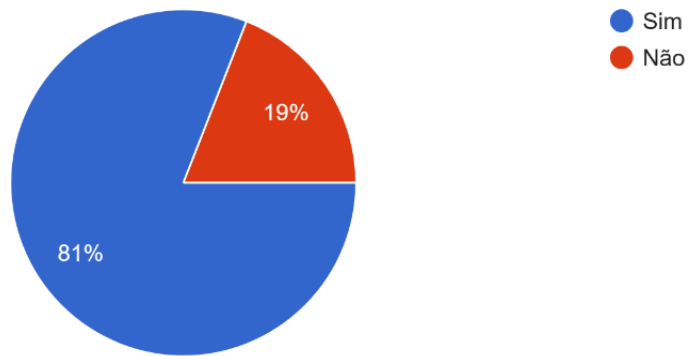


Figura 51 – Pergunta 5
Fonte: Google Forms – Autores (2023)

- **Pergunta 6:** Qual sensibilidade você usa?

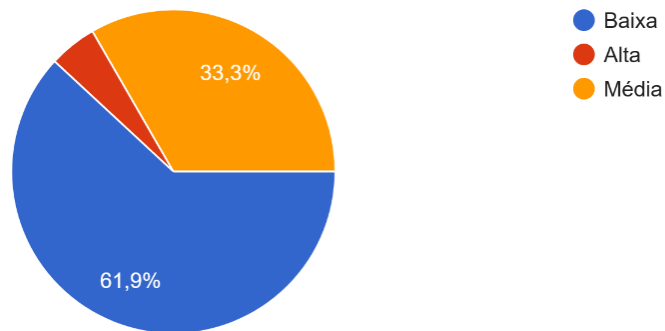


Figura 52 – Pergunta 6
Fonte: Google Forms – Autores (2023)

- **Pergunta 7:** Já teve trocar de mouse por que o atual falhava no rastreo?

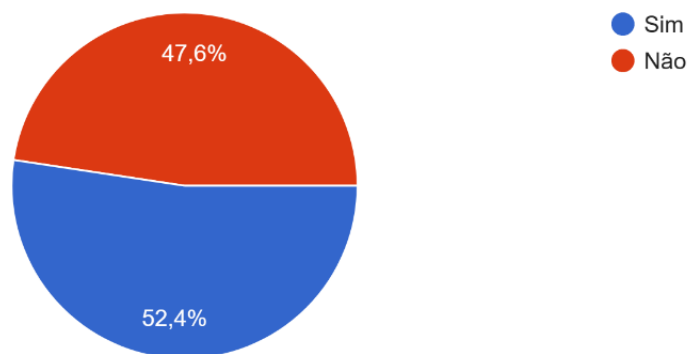


Figura 53 – Pergunta 7
Fonte: Google Forms – Autores (2023)

- **Pergunta 8:** Quando vai comprar um mouse novo, o fator estético tem relevância na hora da sua escolha?

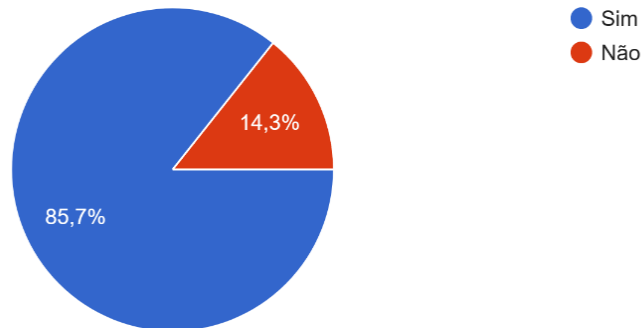


Figura 54 – Pergunta 8
Fonte: Google Forms – Autores (2023)

- **Pergunta 9:** Para você, qual a relevância do RGB na hora da escolha?

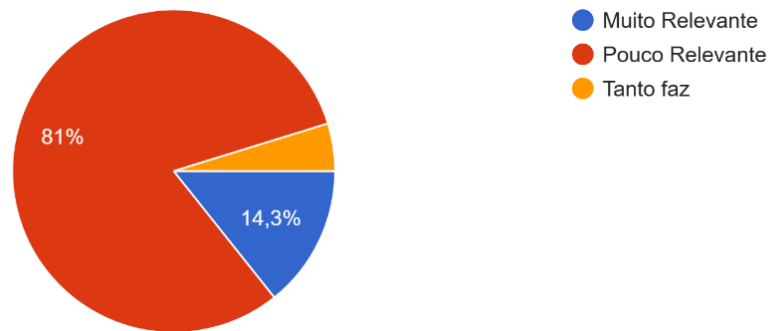


Figura 55 – Pergunta 9
Fonte: Google Forms – Autores (2023)

- **Pergunta 10:** Qual desconforto você já teve na utilização de um mouse? O que mais te incomodou?

Algumas respostas obtidas:

- “Falta de um lugar confortável pra posicionar o dedo anelar.”
- “Câimbra.”
- “Dores no polegar e dedo mindinho.”
- “Problema no rastreio.”
- “Mouses que tocam a palma da mão ou que são compridos demais para que eu possa manter a posição da pegada de maneira confortável.”

3 DEFINIR

3.1 Público-alvo

O público-alvo deste projeto será direcionado aos *gamers* que possuam a pegada *finger tip* e que não possuam um orçamento elevado para investir nesse componente. Será um produto essencialmente voltado para jogatinas e que também sirva para ser utilizado normalmente no dia a dia.

Nesse contexto, é relevante observar que o design e as funcionalidades deste projeto foram especialmente moldados para atender às expectativas e necessidades da maioria, que é composta por pessoas destros, já que, segundo um estudo feito por pesquisadores europeus da Universidade Nacional Capodistriana de Atenas e da Universidade de St. Andrews, apenas 10,6% da população mundial é canhota (PAPADATOU-PASTOU, 2020).

Sendo assim, o desenvolvimento do mouse irá se concentrar em proporcionar uma experiência otimizada para os usuários gamers destros, sem deixar de oferecer versatilidade para uso diário.

3.2 Personas

Personas são representações de situações fictícias de usuários com características e necessidades comuns. Elas ajudam a entender melhor o público-alvo e suas necessidades. É uma ferramenta crucial para o desenvolvimento centrado no usuário e marketing direcionado.

- **Persona 1**



CARLOS, 22 ANOS



Figura 56 – Persona 1
Fonte: Acervo dos Autores

- **Persona 2**



ALBERTO, 16 ANOS

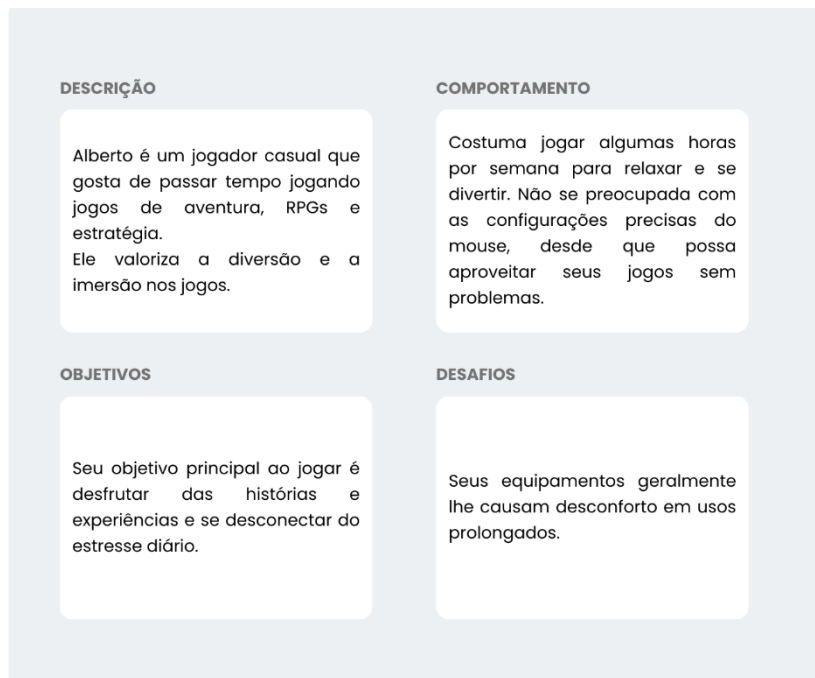


Figura 57 – Persona 2
Fonte: Acervo dos Autores

- **Persona 3**



ANDRÉIA, 24 ANOS



Figura 58 – Persona 3
Fonte: Acervo dos Autores

- **Persona 4**



MARIA, 19 ANOS

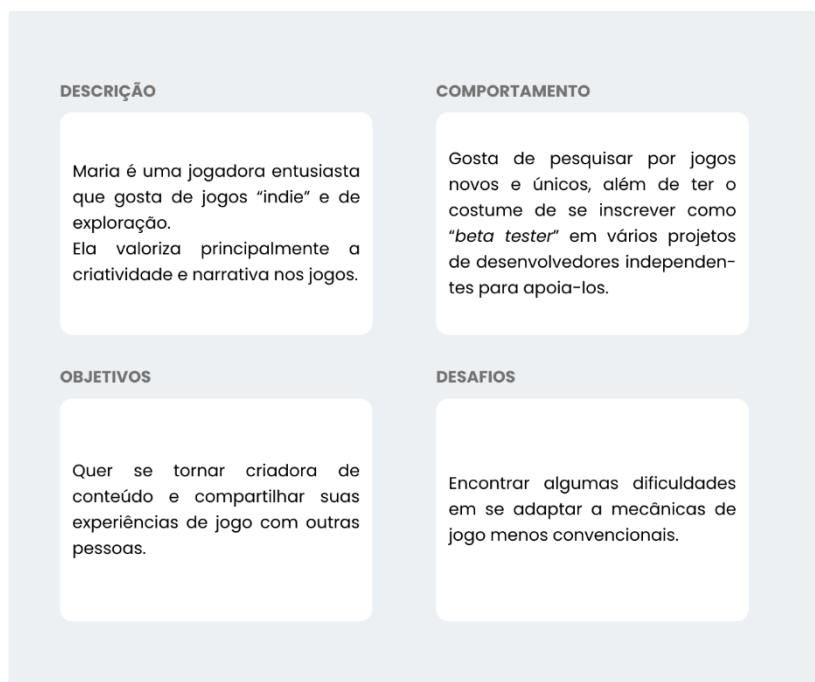


Figura 59 – Persona 4
Fonte: Acervo dos Autores

3.2.1 Análise de casos

Numa visão geral, todas as personas possuem interesse em jogos e cada um possui suas respectivas preferências de estilos de jogos.

Categorias diferentes de jogos exigem tipos diferentes de jogabilidade, sendo necessários mais ou menos precisão no controle de certos movimentos e habilidades. Sendo assim, podemos jogadores como Carlos e Andréia possuem a necessidade de um rastreamento de sensor eficiente, enquanto Alberto e Maria não necessitam necessariamente, porém todos podem experimentar estilos diferentes e precisar de configurações diferentes em seus mouses.

Independentemente de do estilo de jogo escolhido, a ergonomia e o conforto será algo essencial para qualquer jogatina, sejam elas calmas ou agitadas, para evitar problemas de saúde, desconfortos e fadiga, já que a grande maioria dos jogos exigem muito tempo e dedicação.

3.3 Tecnologias e componentes

Com base na pesquisa de similares, de opinião e no objetivo do projeto é possível elaborar uma lista preliminar de tecnologias e componentes a serem utilizados:

- **Sensor óptico**

No projeto em questão, o sensor óptico, apesar de ser uma opção mais cara, sua relação custo-benefício é excelente. Considerando que o foco é no público *gamer* e demais usuários que utilizam a pegada *finger tip*, a precisão e consistência

no rastreamento são altamente prioritárias, e nesse aspecto, o sensor óptico se sobressai em relação ao sensor a laser.

- **Conexão a cabo com revestimento de *Paracord***

Para manter o preço acessível, a conexão por cabo oferece uma excelente relação custo-benefício se comparada às tecnologias *wireless* disponíveis no mercado. O revestimento em *paracord* utilizado no cabo do mouse proporciona leveza e flexibilidade durante os movimentos, tornando-o uma opção vantajosa em relação a outras tecnologias sem fio.

- **Switch óptico**

Com o objetivo de garantir a durabilidade do produto, o *switch* óptico oferece imunidade a alguns problemas futuros, como o duplo clique. Além disso, por não ser uma opção completamente mecânica, o *pre-travel* e o *post-travel* nos *switches* são reduzidos, o que aumenta a precisão e a eficiência do dispositivo.

3.4 Síntese

3.4.1 Cartões de *Insight*

Essa técnica se baseia na documentação dos dados coletados em pesquisas, em forma de cartões com o intuito de facilitar e agilizar a consulta e o manuseio das informações, a fim de selecionar os dados relevantes e interessantes para a elaboração do projeto. Foram feitos 18 cartões no total:



Figura 60 – Cartões de *insight*
Fonte: Acervo dos autores

3.4.2 Diagrama de afinidade

Após a elaboração dos cartões de *insight*, eles são agrupados por categorias e características em comum através de um diagrama de afinidade. Abaixo a visão geral do resultado da elaboração do diagrama de afinidade.



Figura 61 – Diagrama de afinidade
Fonte: Acervo dos autores

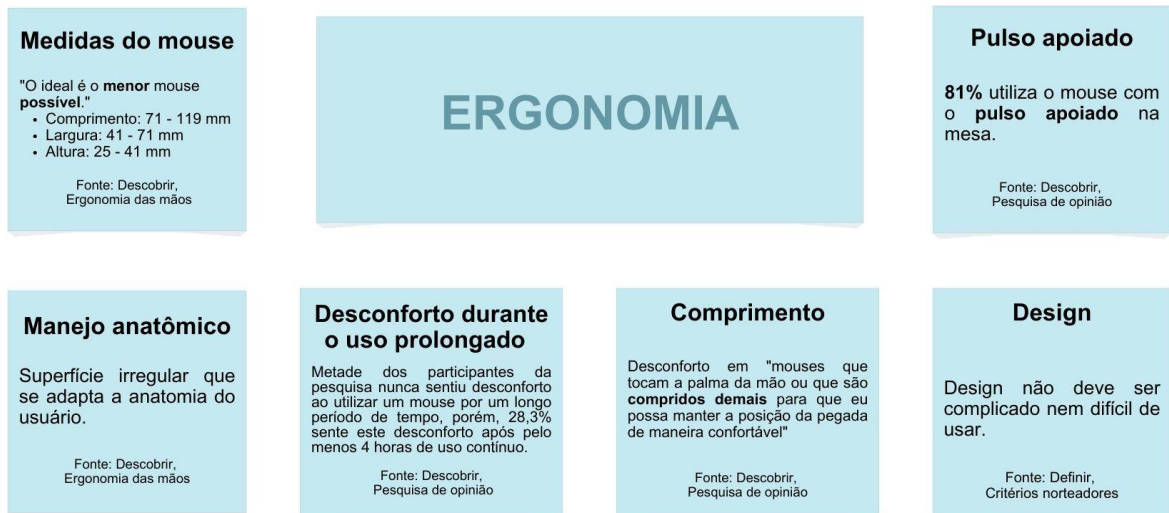


Figura 62 – Diagrama de afinidade (Ergonomia)
Fonte: Acervo dos autores

A categoria de ergonomia, como o nome já diz, se trata das questões ergonômicas que o projeto deve seguir, a fim de oferecer um modelo de mouse corretamente adaptado e trazer o maior conforto possível para usuários da pegada *finger tip*.



Figura 63 – Diagrama de afinidade (Público)
Fonte: Acervo dos autores

A categoria pública traz à tona os desejos e opiniões do público, a fim de leva-las em conta no momento da geração de ideias para o produto, fazendo com que seja mais atrativo. As anotações trazem detalhes ergonômicos, como experiências de mal uso de mouses, além de mostrar que o fator estético é muito considerado pelo público em sua escolha.



Figura 64 – Diagrama de afinidade (Construção)
Fonte: Acervo dos autores

A categoria construção enfatiza que o mouse deve ter materiais de boa qualidade, mas que também sejam acessíveis para que não elevem o preço final do produto, além da necessidade de sua construção oferecer boa precisão e leveza. São destacados materiais e características que oferecem essas funções.



Figura 65 – Diagrama de afinidade (Tecnologias)
Fonte: Acervo dos autores

A categoria tecnologias, como o nome também diz, destaca as principais tecnologias a serem utilizadas no dentro do mouse. Suas principais características envolvem ter boa qualidade e durabilidade, oferecerem boa precisão e mobilidade e ter um bom custo-benefício, fazendo ligação a tópicos importantes anteriormente citados que, ao final, serão relacionados uns aos outros no mapa conceitual.

3.4.3 Mapa conceitual

O mapa conceitual tem o objetivo de organizar visualmente os pontos mais importantes de um projeto para se ter uma visão geral e ampla, ajuda a compreender determinado problema destacando conceitos principais e suas interações, além de identificar hierarquias, lacunas e destacar padrões ou temas recorrentes.

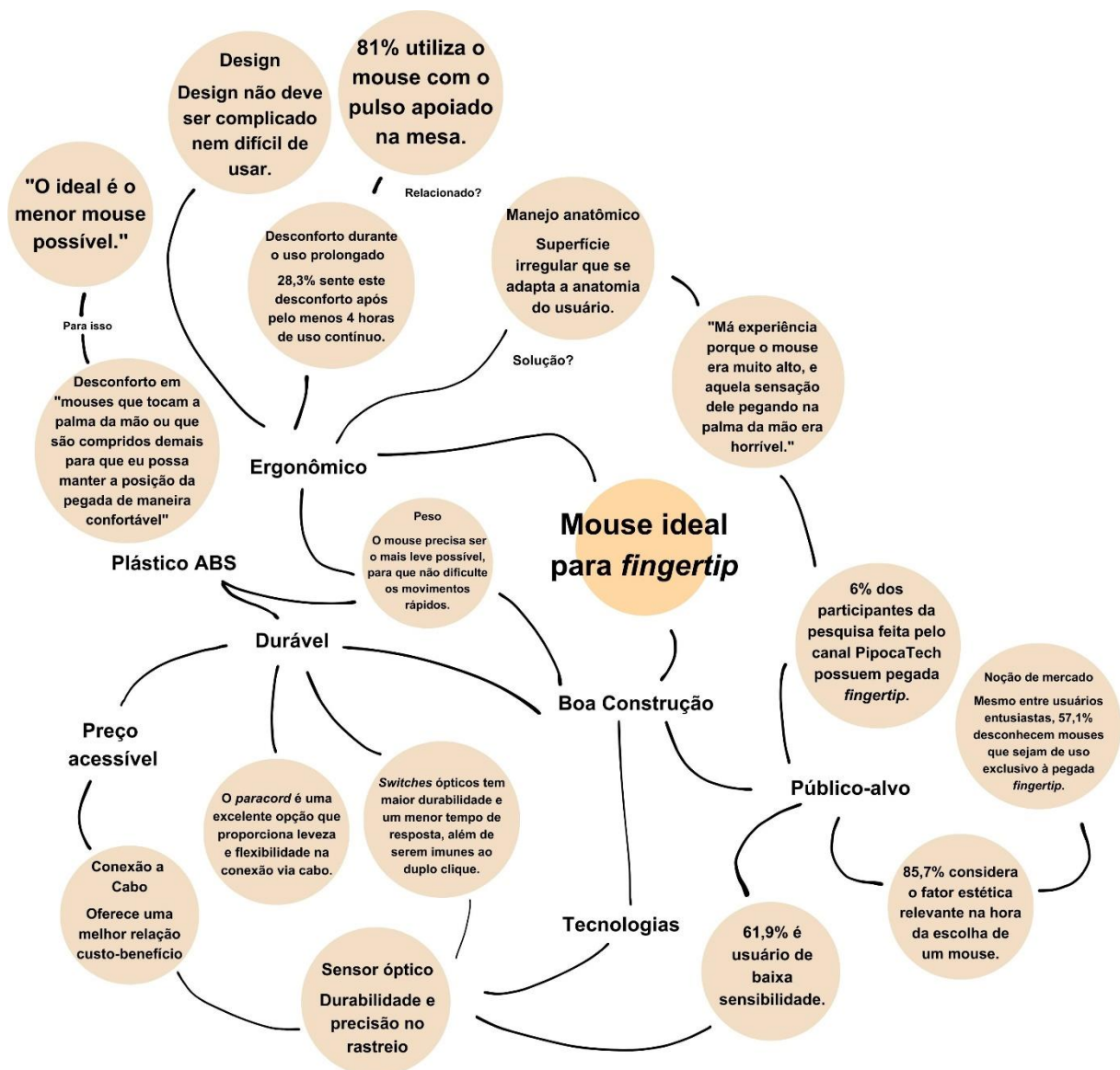


Figura 66 – Mapa conceitual
Fonte: Acervo dos autores

3.4.4 Critérios norteadores

Critérios norteadores são princípios que estão alinhados com metas e/ou padrões pré-definidos que servem como referências para orientar em grandes escolhas em um projeto. Por serem apresentados de forma clara e rápida, é uma ferramenta de fácil consulta e favorece o processo de ideação.

Quadro 6 – Critérios norteadores

Critérios	Requisitos	Restrições
Ergonomia	Utilizar as medidas mínimas baseadas nos estudos da <i>Henry Dreyfuss Associates</i> .	Ter um <i>design</i> exclusivamente voltado para a pegada <i>fingerpt</i> .
Sensor de alta qualidade	Ter um sensor preciso e de alta qualidade, capaz de garantir a fluidez do cursor mesmo em baixas sensibilidades.	O sensor deve ter um bom custo-benefício para garantir o preço acessível proposto.
Durabilidade	Utilizar plástico ABS junto a um <i>design</i> resistente em sua construção.	Custo de produção não deve não deve envolver processos inéditos (que necessitam maquinário específico) ou muito caros para garantir preço acessível.
Aderência	Apresentar aderência otimizada, especialmente para as pontas dos dedos, a fim de proporcionar precisão e conforto.	Evitar superfícies de contato totalmente lisas.
Leveza	Ser leve para facilitar o manuseio e evitar fadiga durante o uso prolongado.	O <i>design</i> não deve conter perfurações na carcaça e deve ser favorável tanto à leveza quanto à resistência e ergonomia.
Facilidade de limpeza	Ter um <i>design</i> que facilite a limpeza, evite acúmulo de sujeira e garanta sua higiene e conservação.	Tanto o <i>design</i> quanto a limpeza não devem interferir nos circuitos e funcionamento do mouse.
Preço acessível	Ter preço acessível ao público-alvo proposto.	Seus materiais e componentes e sua construção devem ser de qualidade e oferecer bom custo-benefício.
Estética	Possuir formas simples, que permitam fácil uso.	O <i>design</i> não deve envolver formas complexas que interfiram na ergonomia, qualidade e funcionamento do mouse.

Fonte: Acervo dos autores

4 DESENVOLVER

4.1 Massa para modelar

A massa para modelar foi empregada com a intenção de criar um molde que reproduziu fielmente a pegada *finger tip*. Esse molde desempenhou o papel de uma base sólida sobre a qual foram desenvolvidos desenhos e esboços das alternativas.

Para garantir a precisão do molde, utilizou-se como referência duas medidas fornecidas pela *Henry Dreyfuss Associates*, a primeira delas corresponde ao menor mouse, que apresenta as seguintes dimensões:

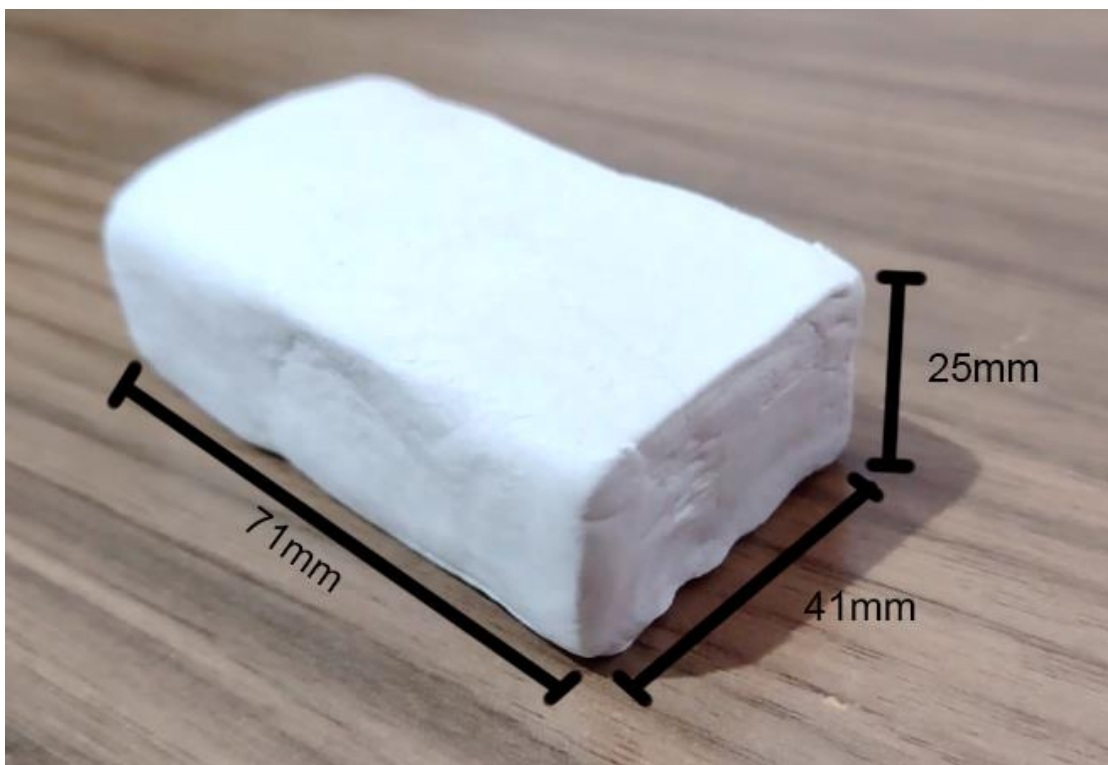


Figura 67 – Medidas do molde do menor mouse
Fonte: Acervo dos Autores

A segunda medida corresponde ao mouse maior, embora possua um comprimento equivalente ao do menor, uma vez que o suporte para a palma da mão não é relevante para a pegada *fingertip*.

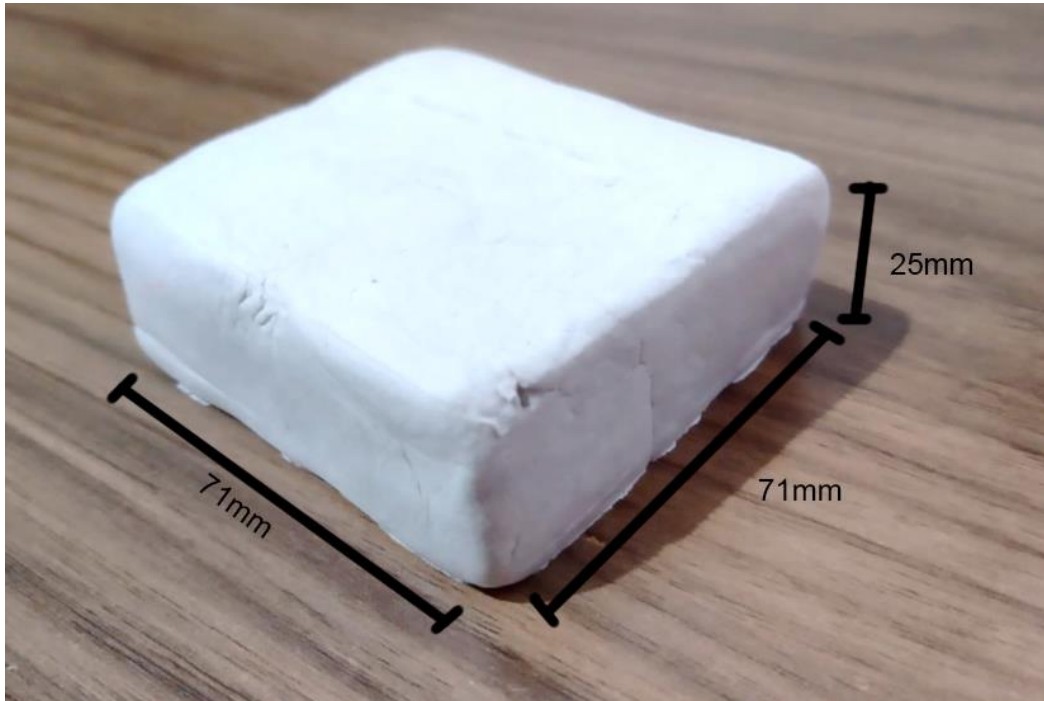


Figura 68 – Medidas do molde do maior mouse
Fonte: Acervo dos Autores

Esses moldes foram baseados nas ergonômias de treze usuários diferentes, nas quais todos possuíam a pegada *fingertip*. A partir desses moldes e de testes dos usuários, algumas modificações foram feitas, obtendo os seguintes resultados:



Figura 69 – Maior molde pega frontal
Fonte: Acervo dos Autores



Figura 70 – Menor molde pega frontal
Fonte: Acervo dos Autores



Figura 71 – Menor molde pega lateral
Fonte: Acervo dos Autores



Figura 72 – Maior molde pega lateral
Fonte: Acervo dos Autores

Foi observado que alguns usuários exerciam certa pressão nos botões e majoritariamente nas laterais, formando curvaturas concavas nessas áreas específicas dos moldes.



Figura 73 – Menor molde pega superior
Fonte: Acervo dos Autores



Figura 74 – Maior molde pega superior
Fonte: Acervo dos Autores

Alguns usuários também apresentaram o comportamento de posicionar o dedo anelar na parte superior do mouse, o que criou uma marca na área do botão direito.



Figura 75 – Posicionamento do anelar
Fonte: Acervo dos Autores



Figura 76 – Molde do maior mouse
Fonte: Acervo dos Autores



Figura 77 – Molde do menor mouse
Fonte: Acervo dos Autores

Durante os testes, percebeu-se a formação de um certo padrão de “rampa” durante a confecção do molde.



Figura 78 – Vista inferior do molde maior
Fonte: Acervo dos Autores



Figura 79 – Vista inferior do molde menor
Fonte: Acervo dos Autores



Figura 80 – Vista lateral do molde maior
Fonte: Acervo dos Autores



Figura 81 – Vista lateral do molde menor
Fonte: Acervo dos Autores



Figura 82 – Resultado dos moldes
Fonte: Acervo dos Autores

4.2 Alternativas preliminares

Esta técnica envolve a criação de diferentes versões de um produto para se obter uma melhor visualização do projeto em si e de suas possibilidades.

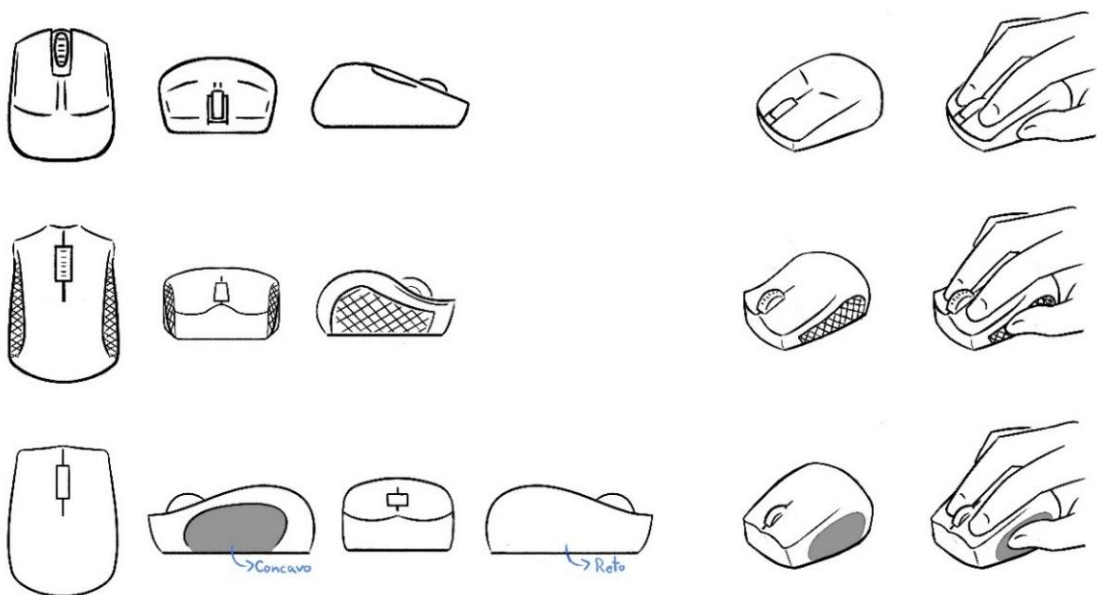


Figura 83 – Alternativas preliminares (parte 1)
Fonte: Acervo dos Autores

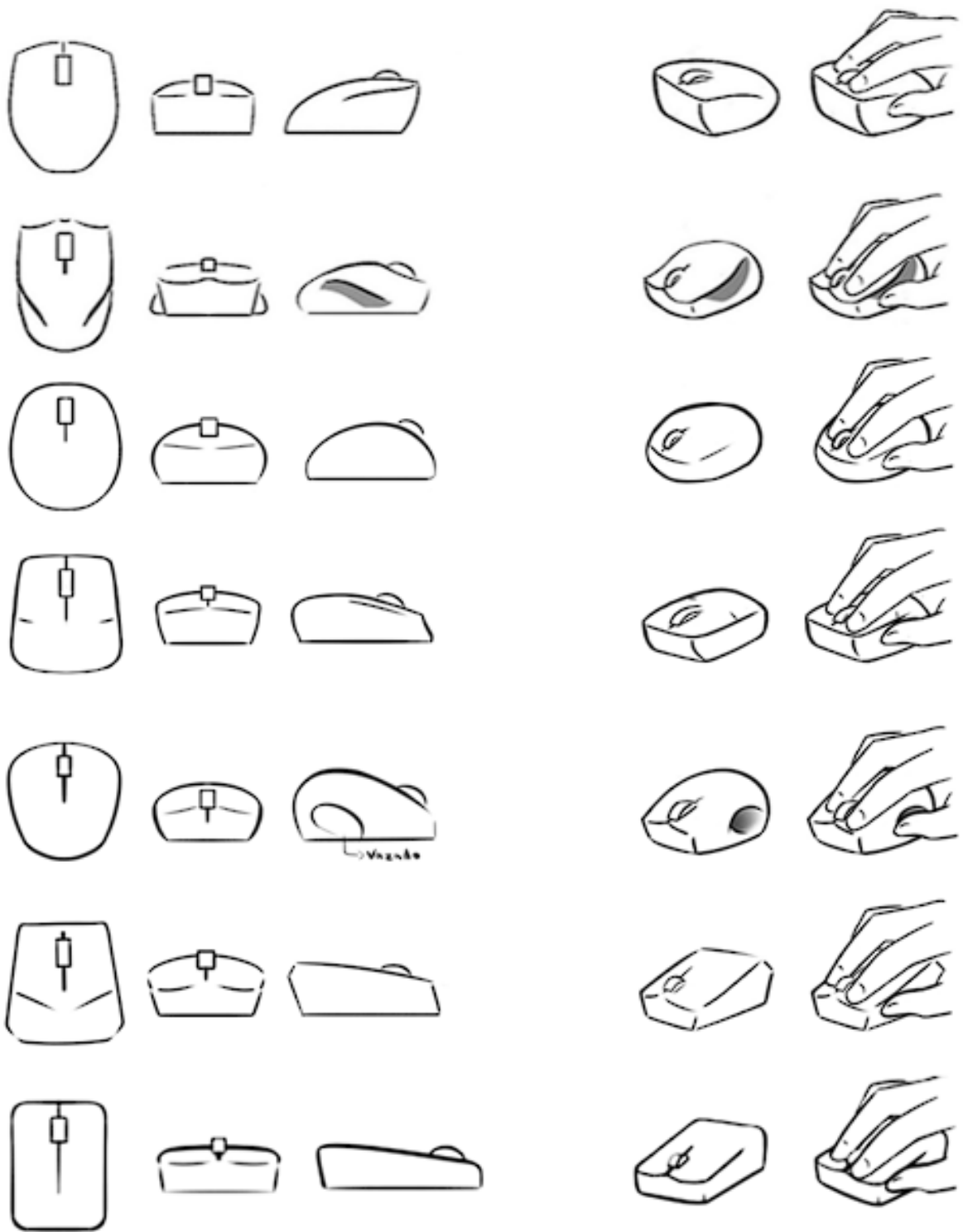


Figura 84 – Alternativas preliminares (parte 2)
 Fonte: Acervo dos Autores

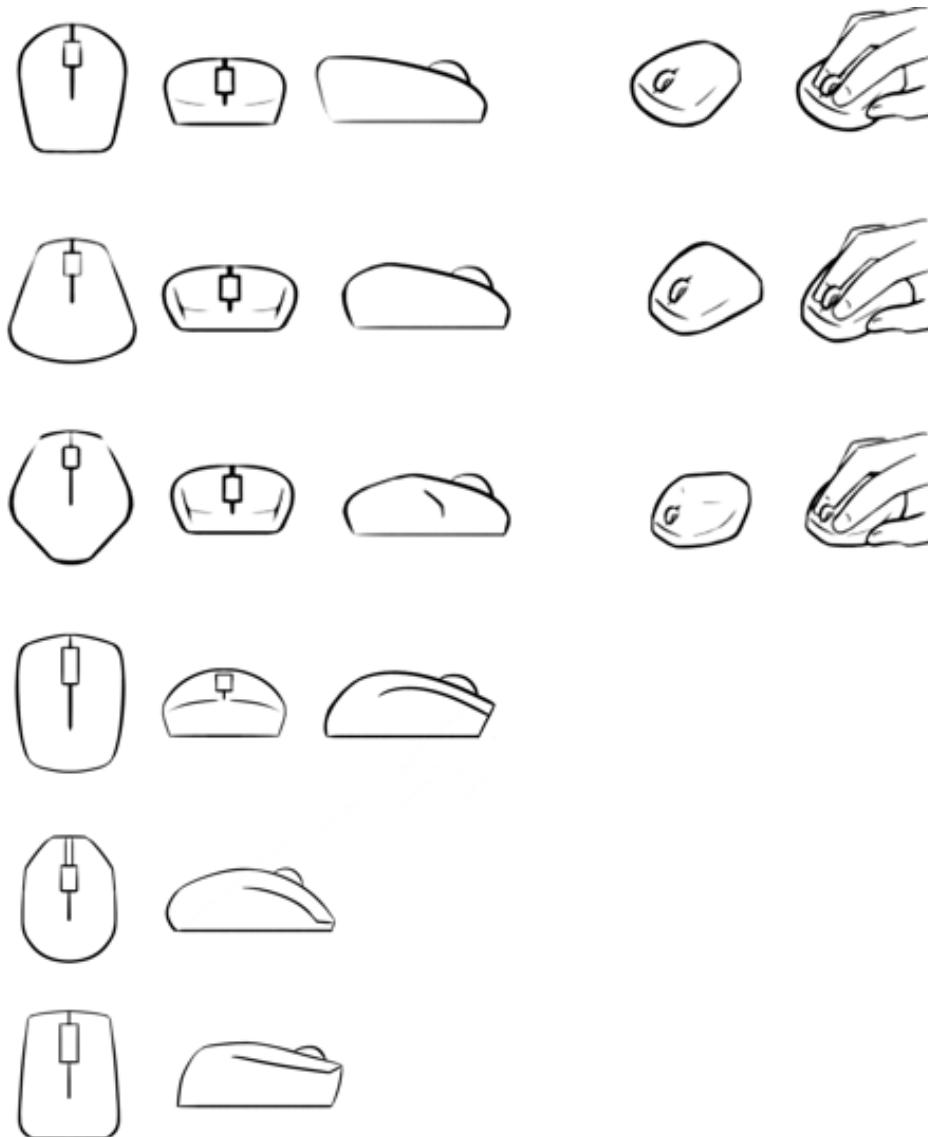


Figura 85 – Alternativas preliminares (parte 3)
 Fonte: Acervo dos Autores

4.3 Geração de alternativas

Baseando-se nas alternativas preliminares e nos moldes, algumas opções foram selecionadas e refinadas, e os resultados desses refinamentos foram feitos dando mais ênfase nos formatos, deixando um pouco de lado recursos como texturas, por exemplo.

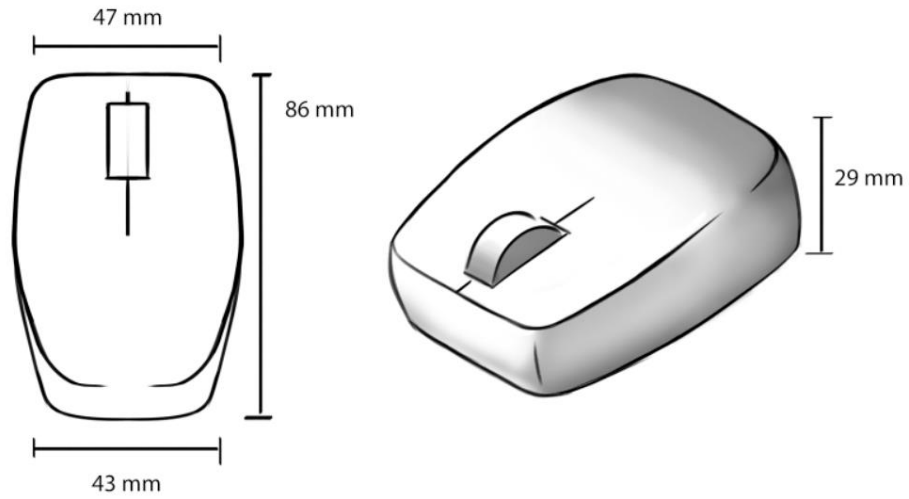


Figura 86 – Alternativa 1
Fonte: Acervo dos Autores

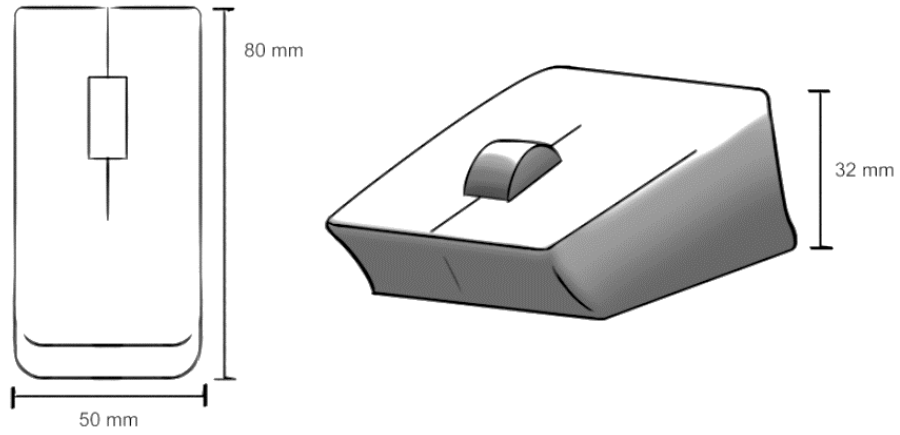


Figura 87 – Alternativa 2
Fonte: Acervo dos Autores

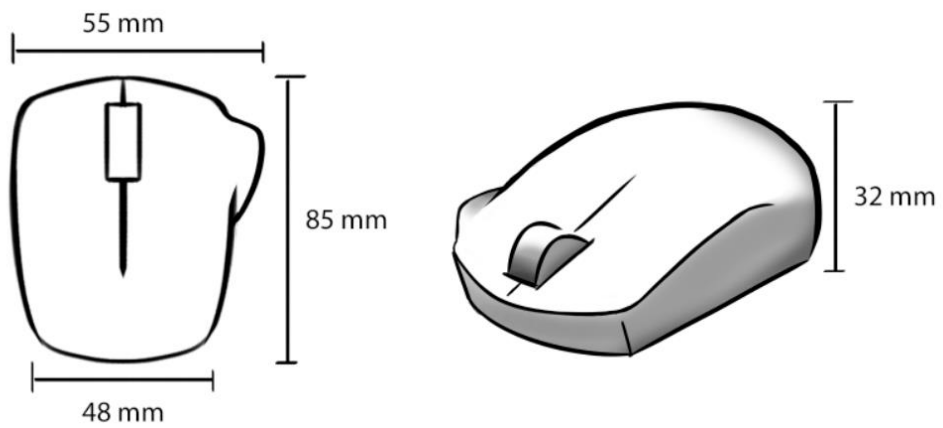


Figura 88 – Alternativa 3
Fonte: Acervo dos Autores

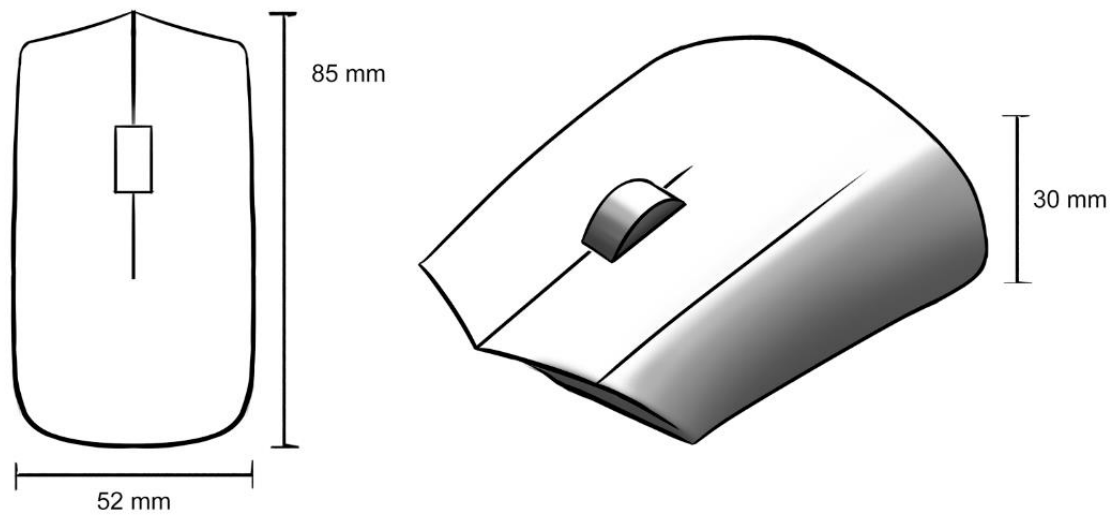


Figura 89 – Alternativa 4
Fonte: Acervo dos Autores

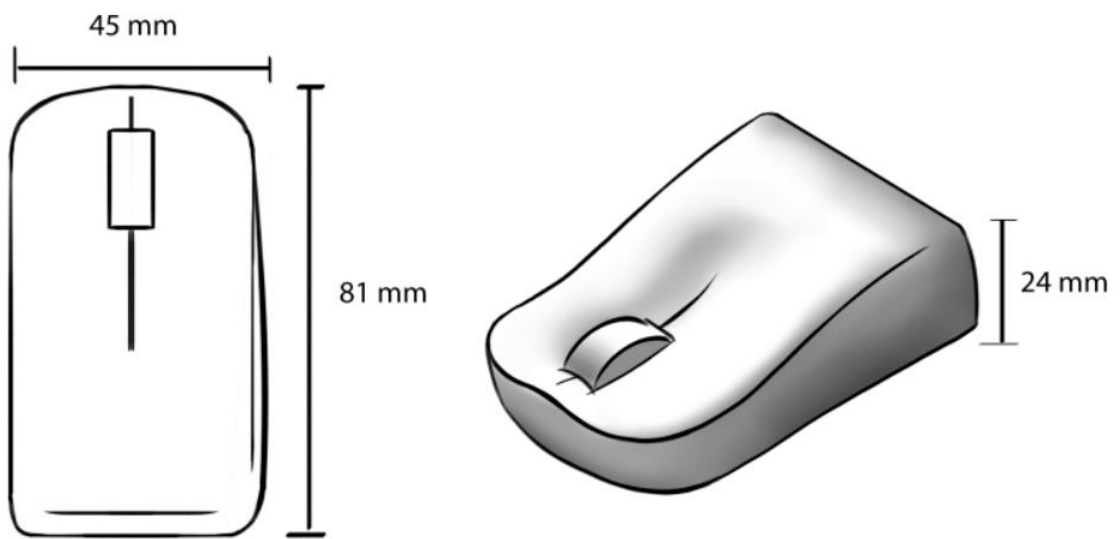


Figura 90 – Alternativa 5
Fonte: Acervo dos Autores

4.4 Pesquisa de opinião

O processo de uma escolha preliminar para a prototipagem foi feito através de pesquisa de opinião.

Essa pesquisa trata-se de um formulário de votação onde foram apresentadas às cinco alternativas e foi solicitado que cada participante elegeisse apenas um dos modelos propostos.

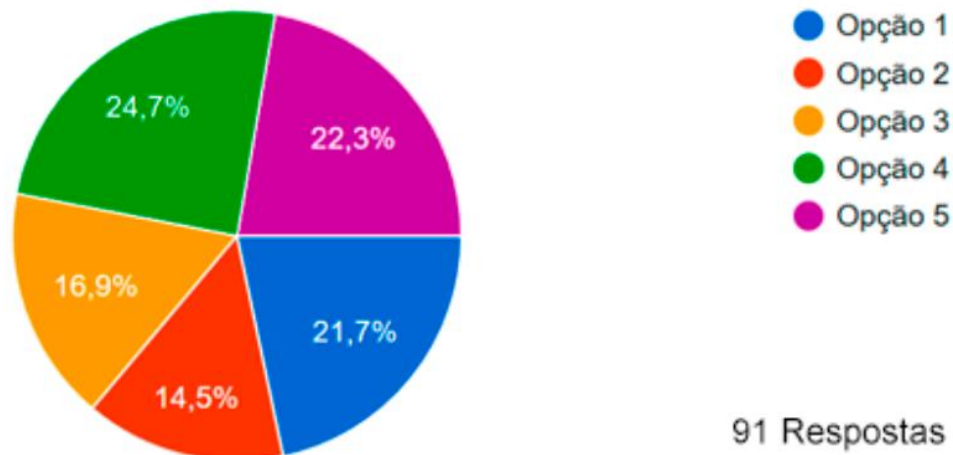


Figura 91 – Resultado da pesquisa de opinião
Fonte: Google Forms – Autores (2023)

Após a votação, o resultado mostrou que os usuários demonstraram mais interesse em três modelos específicos sendo eles as alternativas 1, 4 e 5.



Figura 92 – Opções votadas
Fonte: Acervo dos autores

4.5 Renderização 3D

Renders 3D são modelos desenvolvidos virtualmente para representar objetos tridimensionais de forma mais realista, simulando sua aparência, iluminação e interação com o ambiente.

As ilustrações geradas na fase de geração de alternativas foram transformadas em *renders* 3D, facilitando a visualização do projeto para fins de análises, modificações e correções.

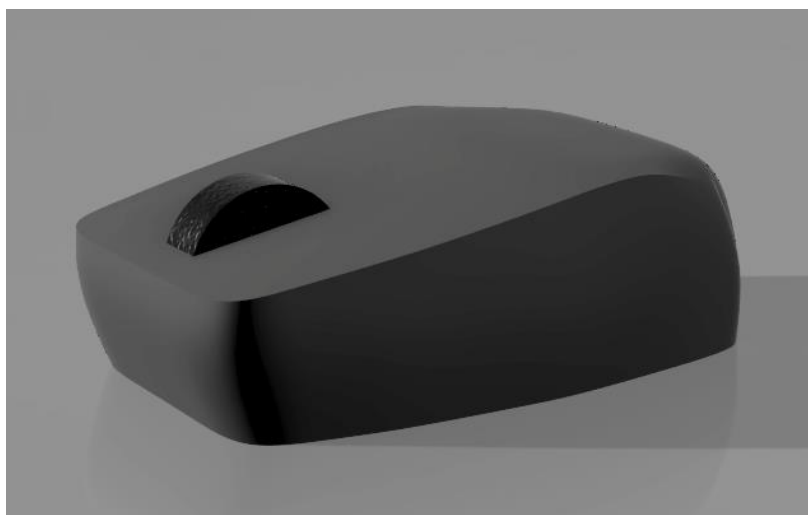


Figura 93 – Renderização da opção 1
Fonte: Acervo dos Autores

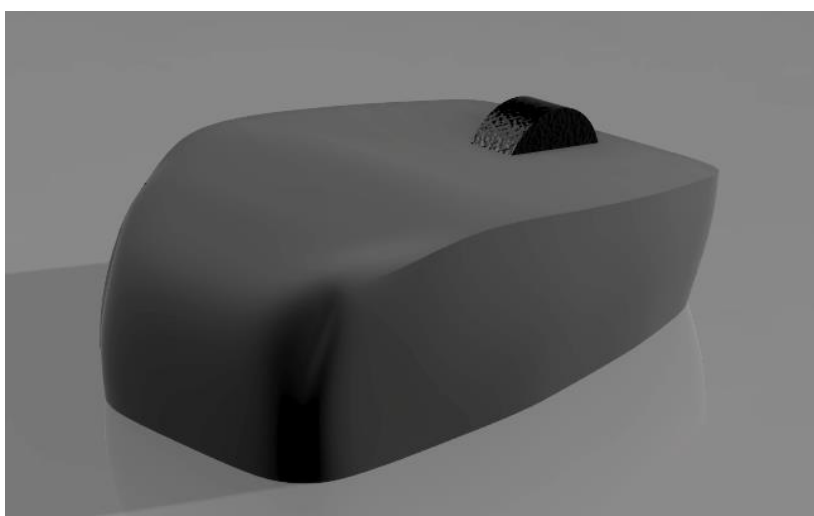


Figura 94 – Renderização da opção 1 vista traseira
Fonte: Acervo dos Autores



Figura 95 – Renderização da opção 4
Fonte: Acervo dos Autores

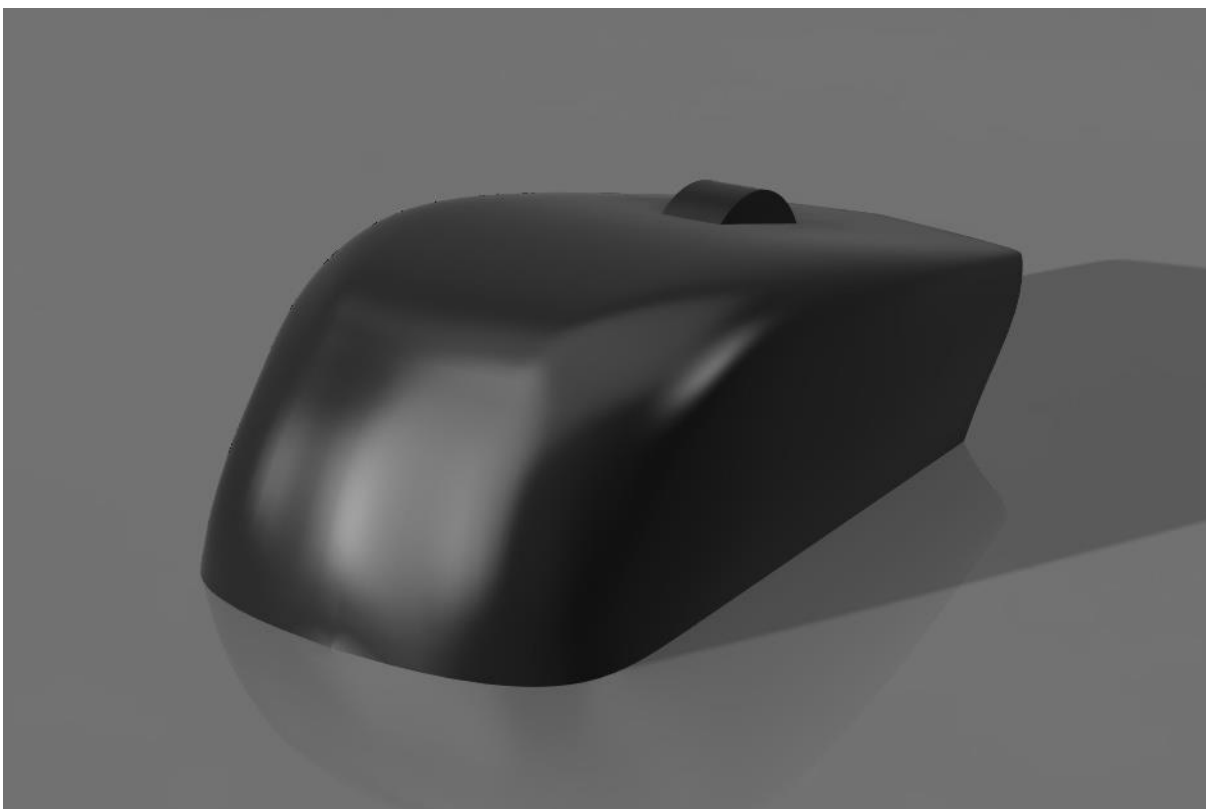


Figura 96 – Renderização da opção 4 vista traseira
Fonte: Acervo dos Autores



Figura 97 – Renderização da opção 5
Fonte: Acervo dos Autores



Figura 98 – Renderização da opção 5 vista traseria
Fonte: Acervo dos Autores

4.6 Modelo de volume

Modelos de volume são representações tridimensionais de projetos que podem possuir diferentes níveis de fidelidade: variando desde uma representação simplificada sem muitos detalhes (baixa fidelidade), até uma representação altamente precisa que se assemelha ao produto final, embora ainda não seja funcional (alta fidelidade).

Eles permitem melhor visualização de suas formas em três dimensões: comprimento, largura e altura, permitindo analisar o projeto de forma mais concisa e eficaz. É uma técnica bem útil ao se tratar de objetos com maior nível de complexidade que podem não ser facilmente compreendidos em planos bidimensionais.



Figura 99 – Modelo de volume da opção 1
Fonte: Acervo dos autores



Figura 100 – Modelo de volume da opção 4
Fonte: Acervo dos autores



Figura 101 – Modelo de volume da opção 5
Fonte: Acervo dos autores



Figura 102 – Modelos de volume (vista fontral)
Fonte: Acervo dos autores



Figura 103 – Modelos de volume (vista traseira)
Fonte: Acervo dos autores



Figura 104 – Modelos de volume (vista superior)
Fonte: Acervo dos autores

4.7 Matriz decisória

Após a finalização dos modelos de volume, eles foram submetidos a uma avaliação através de uma matriz de critérios, onde eles foram analisados a partir dos critérios norteadores determinados anteriormente pelo grupo.

Este método envolve atribuir pesos para indicar a importância de cada critério, avaliar as opções em relação a esses critérios, pontua-las e classifica-las com base nas pontuações totais. Os Critérios receberam pesos entre 1 e 5 pontos, e as notas também poderiam variar entre 1 e 5. Ao final, cada nota é multiplicada por seu peso e todos os resultados são somados, e aquele que obtivesse o maior resultado seria o escolhido.

Quadro 7: Matriz decisória

		Opção 1		Opção 4		Opção 5	
							
CRITÉRIO	PESO	NOTA	TOTAL	NOTA	TOTAL	NOTA	TOTAL
Ergonomia	5	3	15	5	25	4	20
Aderência	3	2	6	3	9	3	9
Leveza	2	2	4	4	8	4	8
Estética	1	3	3	5	5	3	3
		TOTAL	28	TOTAL	47	TOTAL	40

Fonte: Acervo dos Autores

5 ENTREGAR

5.1 Refinamento

Após a escolha do formato definitivo, o modelo foi submetido a fase de refinamento, onde foram feitos inúmeros testes, análises, observações e correções nos modelos de volume feitos utilizando a impressora 3D de resina.

5.1.1 Intervenção ergonômica

As dimensões dos modelos de volume foram derivadas do molde gerado anteriormente, o qual foi criado com base nas medidas de Henry Dreyfuss. Embora Dreyfuss tenha proporcionado uma fonte detalhada e confiável, é importante observar que, na época em que essas informações foram coletadas, o mouse não incluía alguns dos componentes presentes atualmente, como o *scroll*.

Por isso, para oferecer maior compatibilidade e atingir maior número de usuários foi preciso fazer adaptações a essas medidas. Para isso, foi utilizado o percentil 98 (M1 H99).

- **Comprimento máximo:** 89 mm (M1, terceiro dedo)
- **Largura mínima:** 56,5 mm (H99, terceiro dedo + indicador)
- **Altura mínima:** 32 mm (H99, largura do polegar)

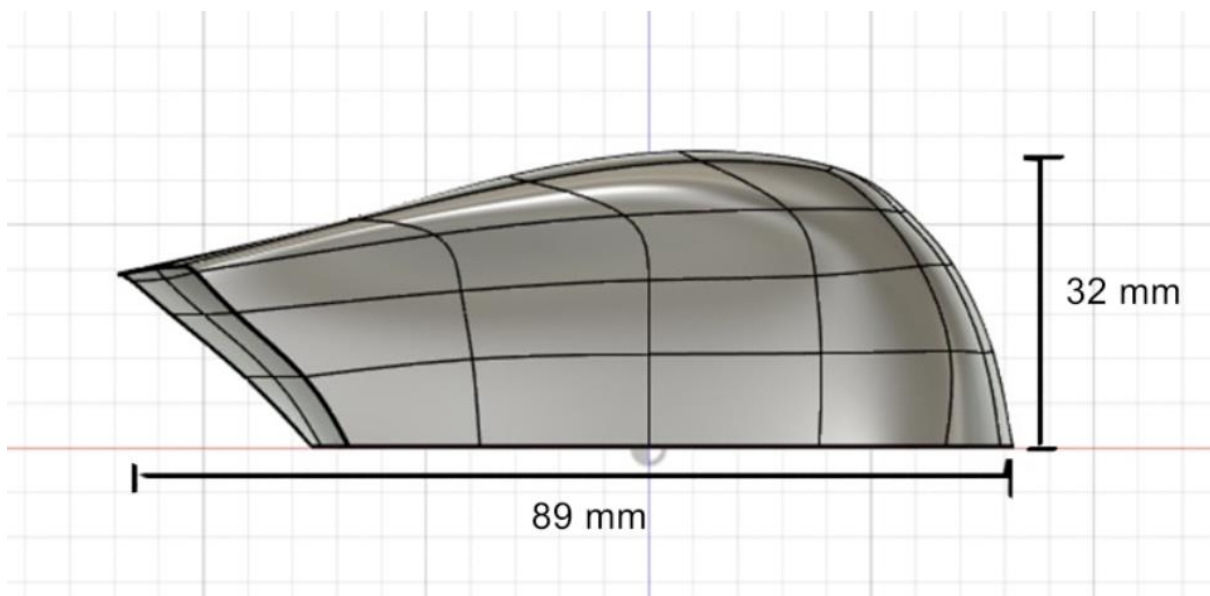


Figura 105 – Modelo com novas medidas (comprimento e altura)
Fonte: Acervo dos autores

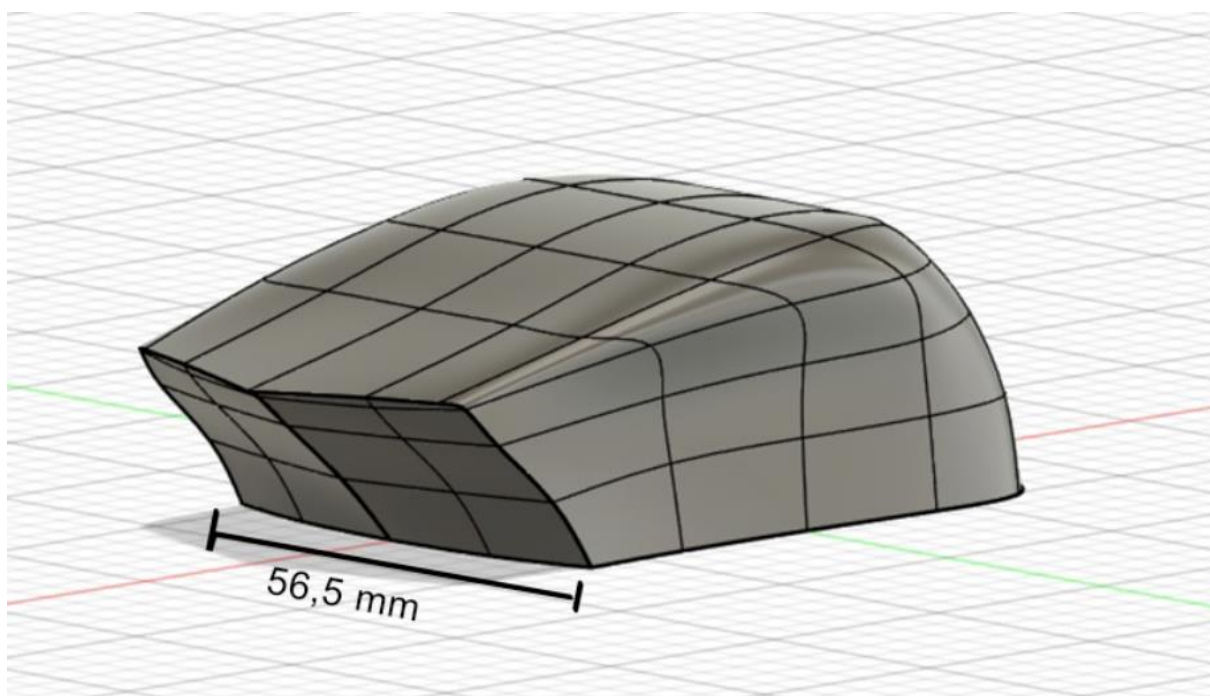


Figura 106 – Modelo com novas medidas (largura)
Fonte: Acervo dos autores

Após a adaptação das novas medidas, esta versão foi impressa como modelo de volume para fins de fazer novos testes.



Figura 107 – Modelo de volume com novas medidas
Fonte: Acervo dos autores

5.1.2 Correção no ângulo

Com as medidas devidamente corrigidas, uma última observação foi feita onde percebeu-se uma certa inclinação na área do pulso durante a posição da pega, na qual é afetado pela linha de empunhadreira, mostrado no livro “As Medidas do Homem e da Mulher”.

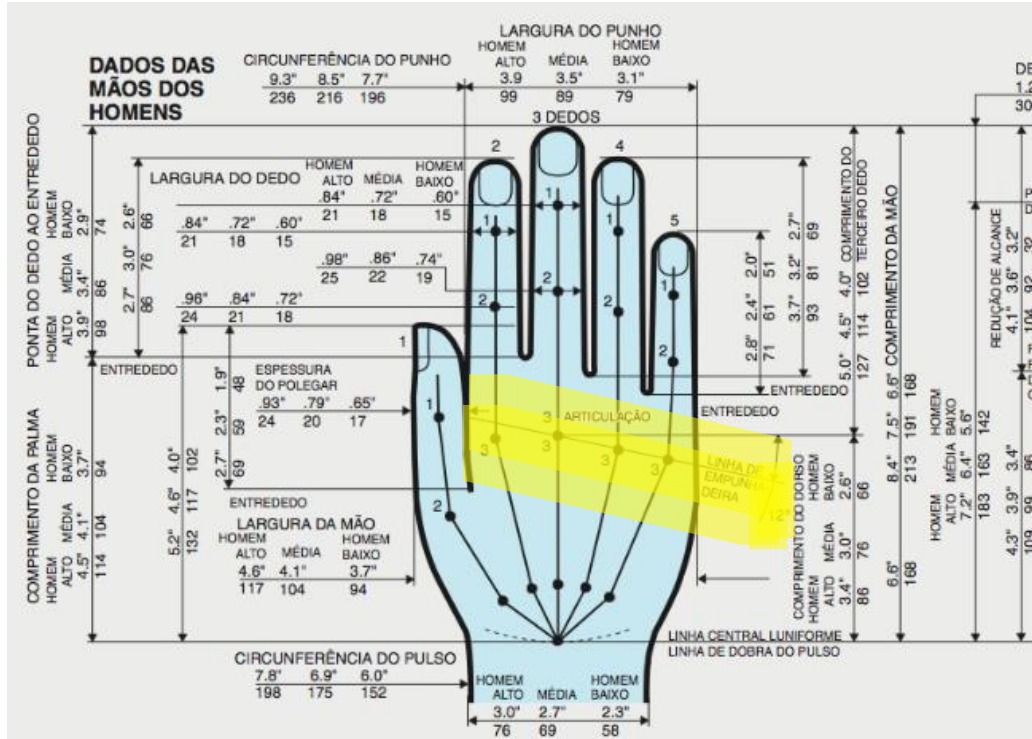


Figura 108 – Linha de empunhadeira
 Fonte: As Medidas do Homem e da Mulher - Henry Dreyfuss Associates (2005, p.74)

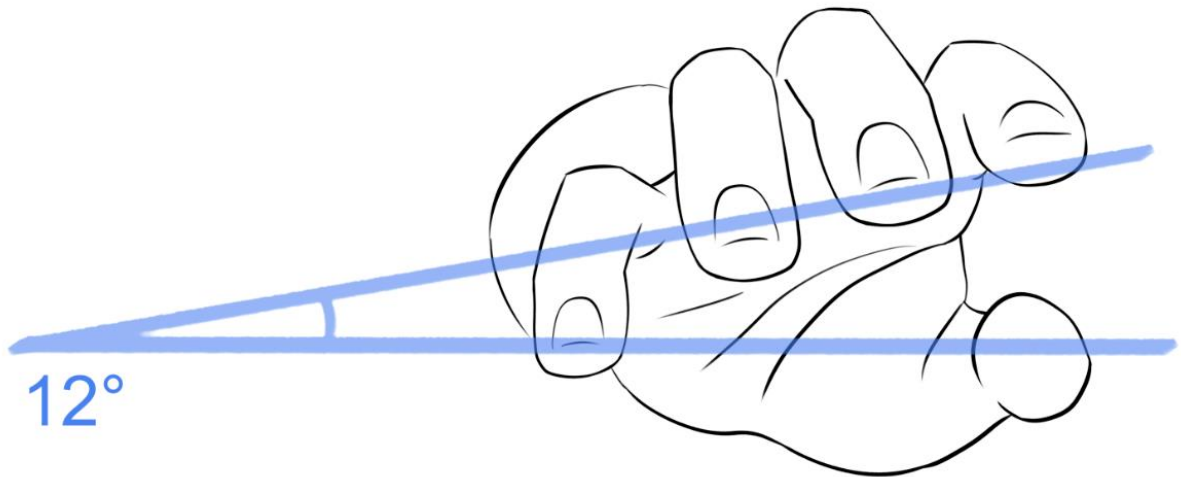


Figura 109 – Exemplo de angulação
 Fonte: Acervo dos autores

Esta observação levou a uma nova correção, adicionando uma inclinação de 12° graus na parte superior do modelo.

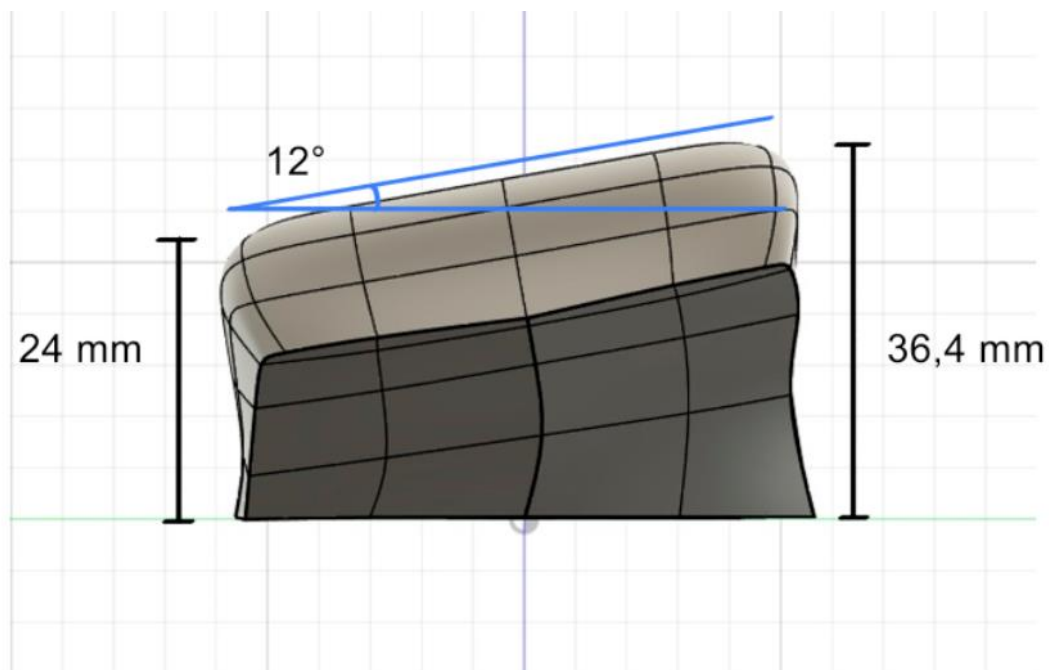


Figura 110 – Modelo com aplicação de inclinação e suas medidas
Fonte: Acervo dos autores

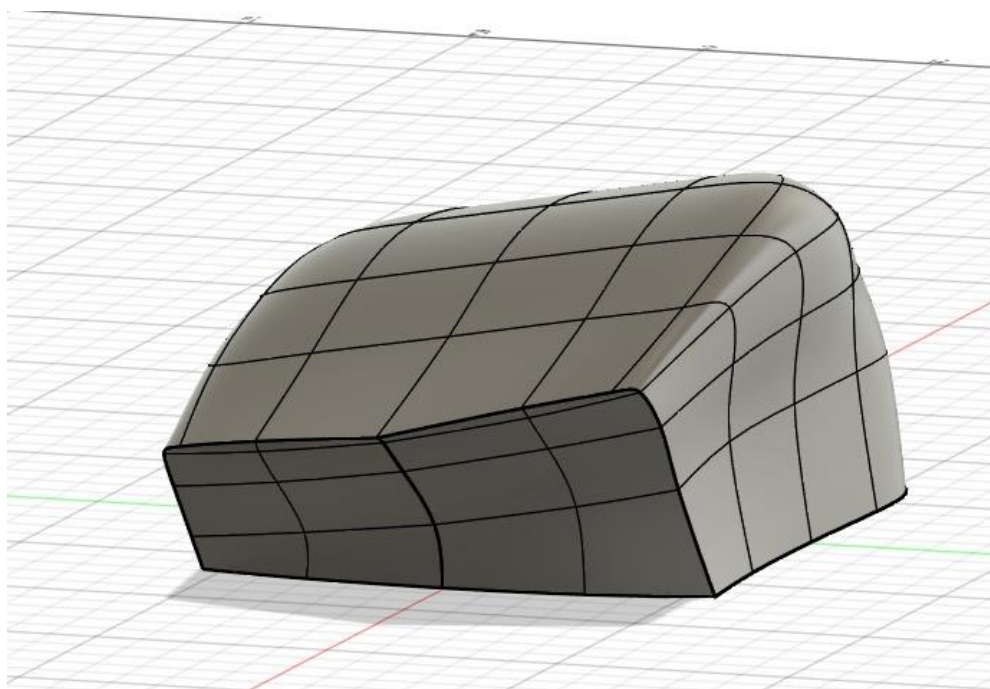


Figura 111 – Modelo com aplicação de inclinação
Fonte: Acervo dos autores

Após a adaptação dessa correção, esta versão também recebeu um modelo de volume impresso para mais testes.



Figura 112 – Modelo de volume com aplicação de inclinação
Fonte: Acervo dos autores

5.2 Nome e marca ilustrativos

Durante o projeto, foram desenvolvidos alguns fatores estéticos tanto para fins ilustrativos quanto para enriquecimento do projeto e do produto em si. Sendo assim, foram criados um nome e uma marca para o mouse.

O nome escolhido foi “Wave” (em português, Onda), ele remete ao formato da carcaça do mouse, que lembra o formato das ondas dos oceanos. Este nome também tem o objetivo de enfatizar as características marcantes presente tanto nas ondas quanto no mouse, como por exemplo a fluidez e consistência.

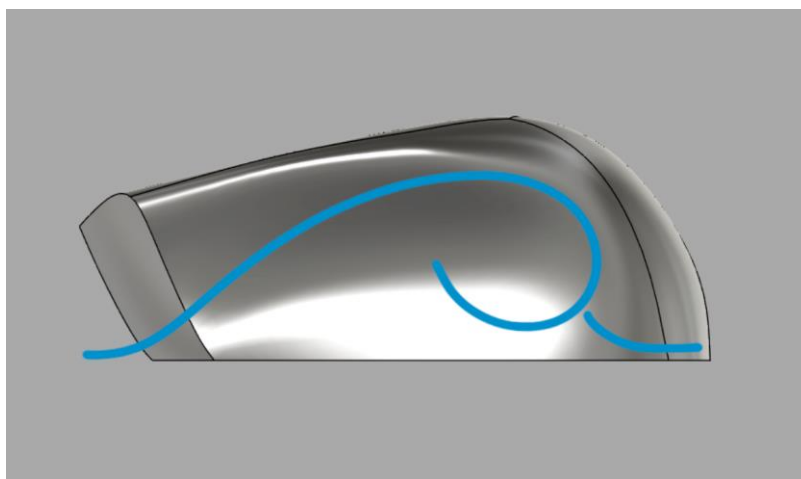


Figura 113 – Formato de onda do mouse
Fonte: Acervo dos autores

A marca desenvolvida foi decidida por um *design* simples e direto, resultando em um símbolo que remete ao nome “Wave” e as características mencionadas anteriormente.

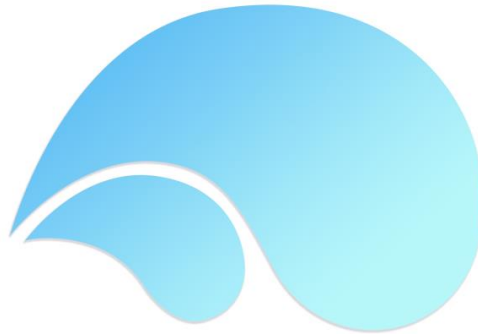


Figura 114 – Marca
Fonte: Acervo dos autores

5.3 Prototipação

Prototipação é um processo para criar versões prévias de forma simples de um projeto, para fins de testar ideias e funcionalidades, direcionando o produto a sua versão final de forma concisa, reduzindo problemas e riscos.

Existem dois tipos principais de protótipos:

- Baixa fidelidade: Modelos simples com poucos detalhes usados para testar conceitos básicos.
- Alta fidelidade: Modelos complexos, mais desenvolvidos, que possuem mais semelhanças ao produto final, usados para análises mais precisas.

A escolha do tipo de protótipo a ser aplicado depende dos objetivos do projeto e do estágio de desenvolvimento.

Após aplicadas as novas medidas e correções à forma do mouse, deu-se início a fase de prototipação, a fim de gerar um protótipo funcional de alta fidelidade.

5.3.1 Impressão 3D

Impressoras 3D são máquinas que podem fabricar objetos em 3D a partir de modelos digitais (*renders* 3D), sendo um dispositivo revolucionário na produção de peças personalizadas.

Existem dois tipos principais de impressoras 3D: impressoras de filamento e impressoras de resina. As principais diferença entre está no material e processo de impressão.

Impressoras de filamento utilizam filamentos derretidos que são depositados camada por camada pela máquina. Esse tipo de impressão é mais versátil, porém geralmente possui qualidade inferior no resultado das peças. Elas são geralmente utilizadas em projetos maiores e mais comuns, que não exigem necessariamente de altos acabamentos e resistências, como, por exemplo, partes de outros objetos, ferramentas, protótipos e brinquedos.



Figura 115 – Impressora 3D de filamento
Fonte: Fonte: Creality (2022)

Já as impressoras de resina usam resina líquida e solidificam cada camada com luz ultravioleta (UV), tornando-a mais precisa em detalhes e tendo maior qualidade e melhor acabamento. Elas são geralmente utilizadas em projetos pequenos e específicos, que exigem maior complexidade de detalhes, como joalheria, medicina, figuras de ação, entre outros.



Figura 116 – Impressora 3D de resina
Fonte: Creality (2021)

Dependendo das necessidades de um projeto, cada uma das impressoras pode apresentar resultados mais favoráveis a proposta. De acordo com os estudos e critérios norteadores propostos, este projeto exige maior resistência, precisão e detalhamentos, sendo assim, a impressora 3D de resina foi selecionada para sua confecção.

5.3.1.1 Resinas

Existem vários tipos de resina, e cada tipo possui suas próprias propriedades físicas e químicas, tornando-as adequadas para diferentes aplicações. É importante escolher a resina apropriada para as necessidades do projeto como resistência, flexibilidade, transparência e outros fatores importantes para obter os resultados desejados no resultado final do projeto em questão.

- **Resina Fotossensível Padrão:** Tipo mais utilizado, projetado para aplicações gerais.
- **Resina Flexível:** Produz peças que precisam de certo nível de flexibilidade, possuindo vários níveis de flexibilidade.
- **Resina Rígida:** Produz peças com alta dureza e rigidez. São mais duráveis e resistentes.
- **Resina Transparente:** Produz peças translúcidas ou transparentes.
- **Resina Biocompatível:** Resinas classificadas como biocompatíveis, ou seja, seguras para usos médicos.
- **Resina Dental:** Produz peças dentro dos padrões de segurança e biocompatibilidade odontológicos.
- **Resina de Fundição:** Produz peças voltadas para a criação de moldes para fundição de metais.
- **Resina de Alta Temperatura:** Produz peças capazes de suportar temperaturas mais elevadas, usada em peças que serão expostas a calor.

Todas essas resinas podem ser misturadas para obter resinas com propriedades específicas caso seja necessário, como por exemplo a resina ABS Like, que é uma mistura tem propriedades flexíveis e alta rigidez, na qual se assemelha às propriedades físicas do plástico ABS.



Figura 117 – Exemplos de resinas
Fonte: Acervo dos autores

5.3.1.2 Funcionamento básico

Antes da impressão em si, o modelo a ser impresso é geralmente inserido em programas de configuração de impressão, com o objetivo de fatiar o modelo e criar suportes para a que o modelo seja impresso corretamente. O programa também auxilia na visualização do tamanho e posicionamento do modelo para que encaixe corretamente na máquina. Alguns também disponibilizam informações de quantos litros de resina serão necessários, os gastos da impressão, entre outros.

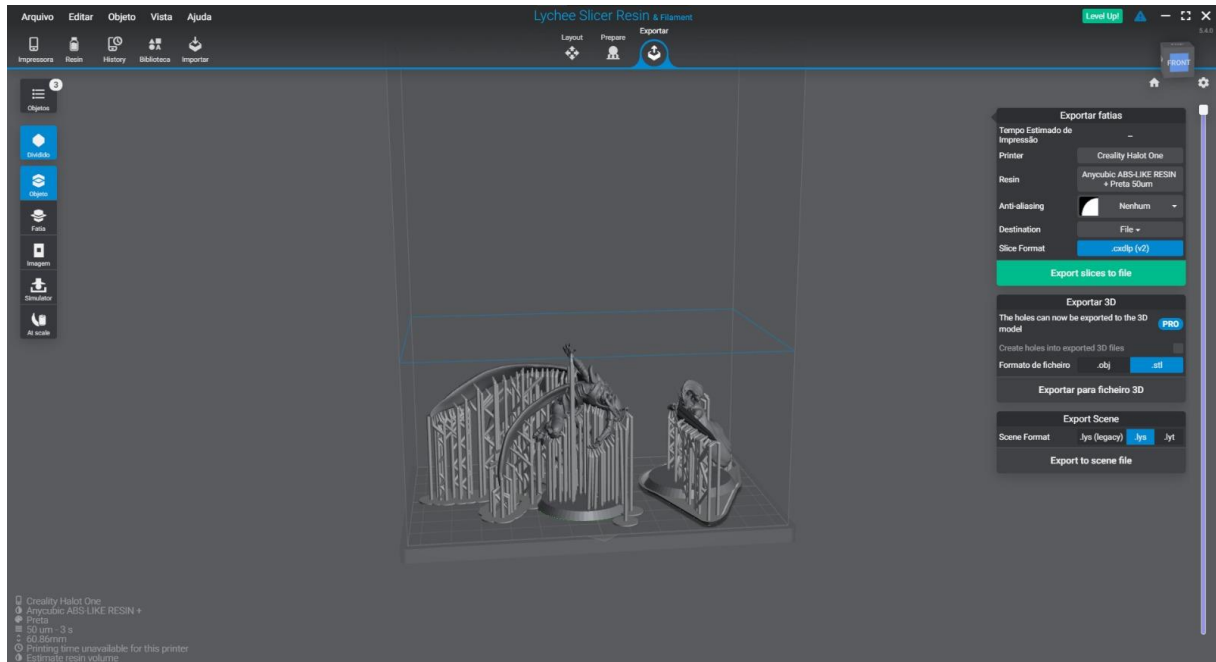


Figura 118 – Software de fatiamento
Fonte: Acervo dos Autores

As impressoras 3D de resina utilizam a tecnologia de estereolitografia (SLA), uma tecnologia de impressão 3D que utiliza resina líquida fotossensível e luz UV para criar objetos tridimensionais, expondo a resina à luz UV camada por camada e solidificando-a em formatos específicos, construindo o objeto aos poucos.

Para dar início ao processo de impressão, primeiramente o arquivo do modelo do objeto é inserido na máquina e configurado de acordo com as necessidades do projeto.



Figura 119 – Tela de configuração da impressora
Fonte: Acervo dos Autores

Em seguida a resina é colocada em um tanque disponível na base da impressora, e abaixo dele fica o *display* que manipula a luz UV responsável pelo endurecimento da resina.

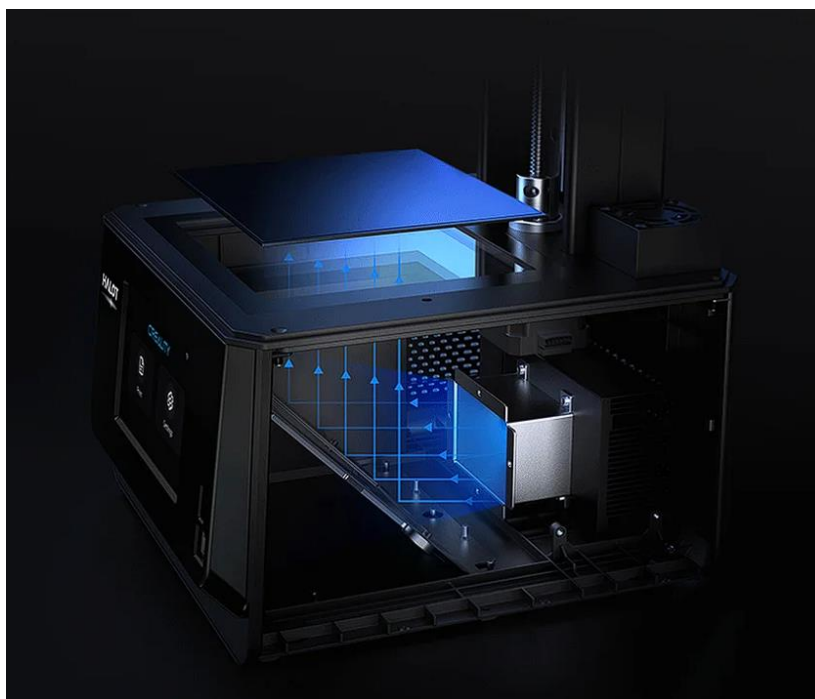


Figura 120 – Sistema do *display* da impressora
Fonte: Creality (2021)



Figura 121 – *Display* da impressora
Fonte: Acervo dos Autores



Figura 122 – Tanque de resina
Fonte: Acervo dos Autores



Figura 123 – Tanque de resina posicionado acima do *display*
Fonte: Acervo dos Autores



Figura 124 – Resina sendo depositada no tanque
Fonte: Acervo dos Autores

A mesa de impressão onde o objeto será criado abaixa até a altura do tanque e se submerge na resina. Os feixes de luz UV endurecem a resina em formatos específicos de acordo com as camadas do modelo. Após isso, a mesa se eleva levemente para que a resina descole do fundo do tanque e desce novamente para a criação de uma nova camada.

Esse processo se repete sucessivamente camada por camada até que o objeto esteja impresso por completo.

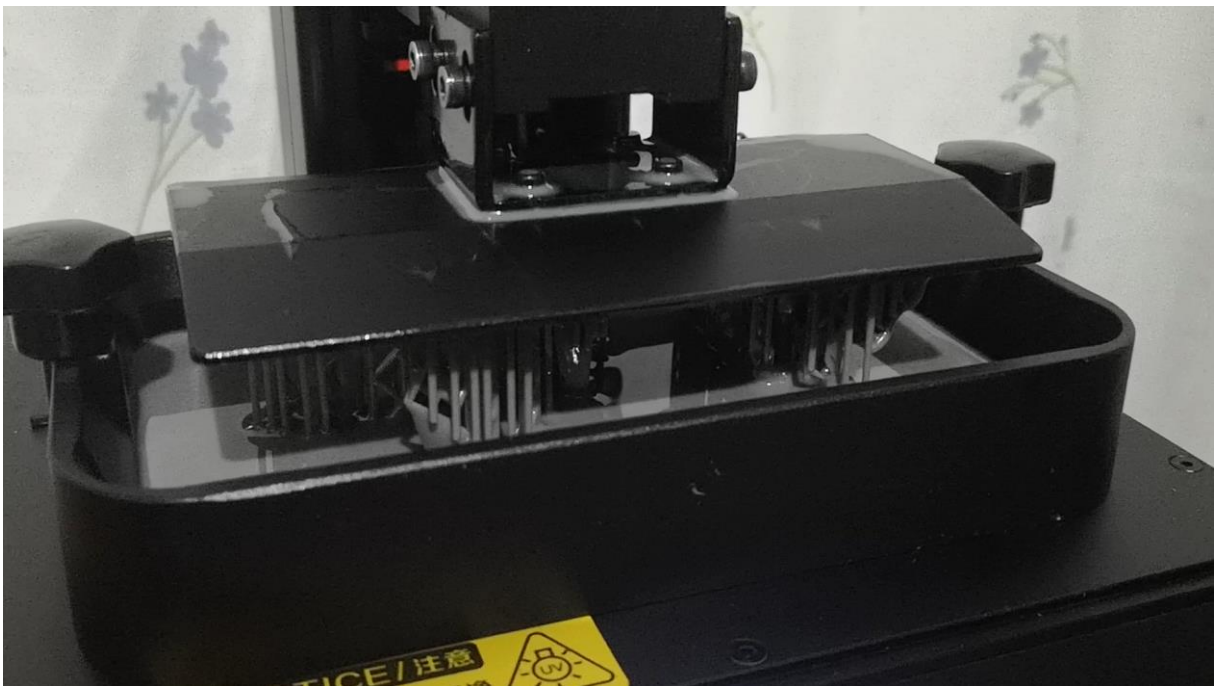


Figura 125 – Impressão em andamento
Fonte: Acervo dos Autores

Após a impressão ser finalizada, a peça é removida da mesa e levada a uma estação de limpeza para remover o excesso de resina líquida e retirar (caso possua) os suportes de auxílio de impressão.

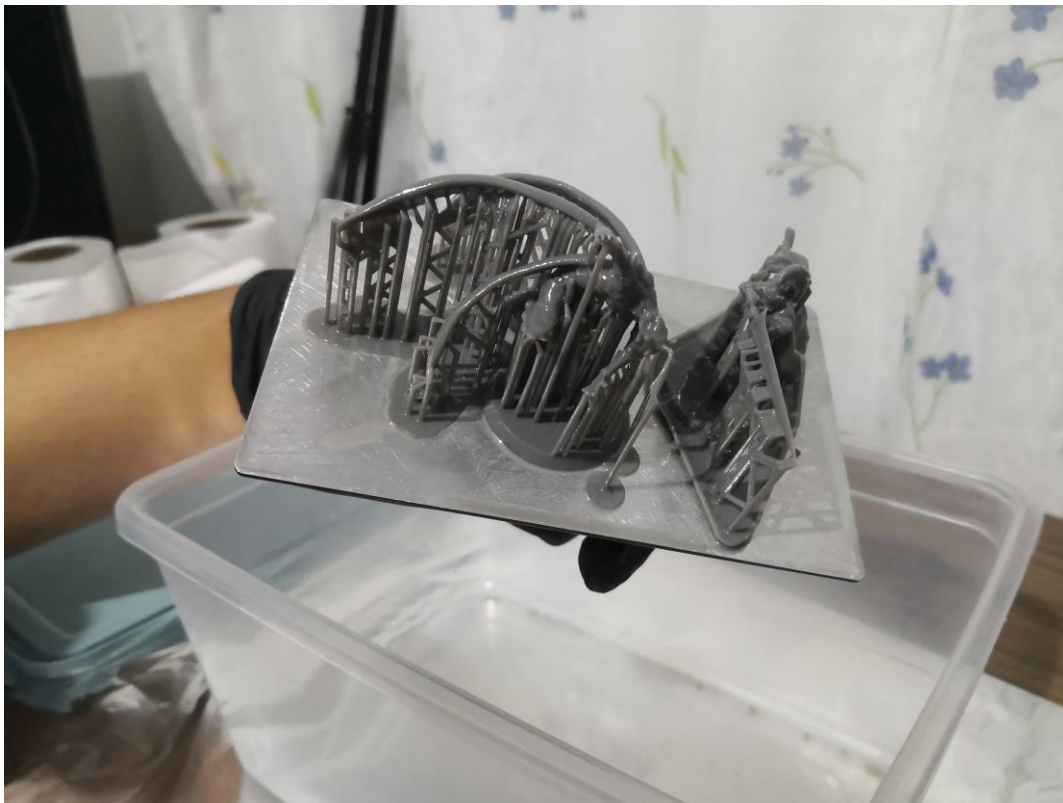


Figura 126 – Peças prontas na mesa de impressão
Fonte: Acervo dos Autores



Figura 127 – Peças com suporte na estação de limpeza
Fonte: Acervo dos Autores

Para finalizar, a peça é submetida a um processo de cura usando luz UV para garantir que todas as camadas estejam completamente endurecidas. O resultado é um objeto tridimensional com alta qualidade e precisão de detalhes.



Figura 128 – Estação de cura
Fonte: Acervo dos Autores



Figura 129 – Peças sendo curadas na luz UV
Fonte: Acervo dos Autores



Figura 130 – Peças finalizadas
Fonte: Acervo dos Autores

5.3.1.3 Desvantagens

Apesar das inúmeras vantagens e alta qualidade proporcionada, as impressoras 3D de resina possuem alguns fatores a serem considerados ao utilizá-las, tais como:

- **Custo elevado:** As impressoras de resina tendem a ser mais caras do que impressoras de filamento.
- **Tamanho de Impressão Limitado:** Geralmente as impressoras de resina possuem menor área de construção em comparação com outras tecnologias de impressão 3D.
- **Toxicidade da Resina:** As resinas, antes da cura e durante o processo de impressão, emitem gases tóxicos, portanto é necessário o uso de equipamentos e medidas de segurança ao manuseá-las.



Figura 131 – Equipamentos de segurança
Fonte: Acervo dos Autores

5.3.2 Componentes

A seguir, a listagem dos componentes utilizados no protótipo Wave:

- **Sensor óptico (modelo PAW3359)**

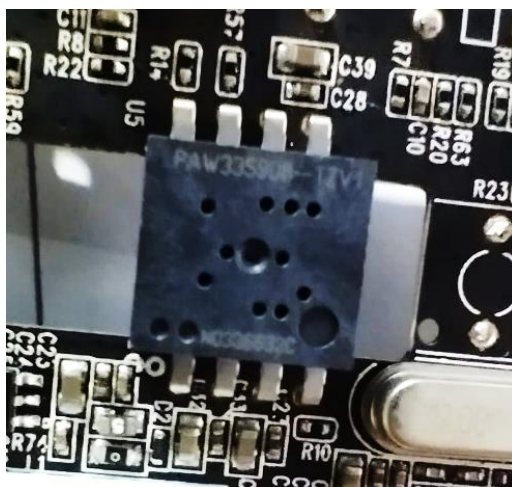


Figura 132 – Sensor óptico PAW3359
Fonte: Acervo dos autores

- **Switch óptico Razer**



Figura 133 – *Switch óptico Razer*
Fonte: Acervo dos autores

- **Encoder para scroll (modelo Kailh 9)**



Figura 134 – *Encoder*
Fonte: Amazon (2020)

- **Scroll**



Figura 135 – *Scroll*
Fonte: Acervo dos autores

- Cabo USB padrão revestido com *paracord*



Figura 136 – Cabo USB
Fonte: Acervo dos autores

- PTFE puro para *feets*



Figura 137 – PTFE
Fonte: Acervo dos autores

- PCB

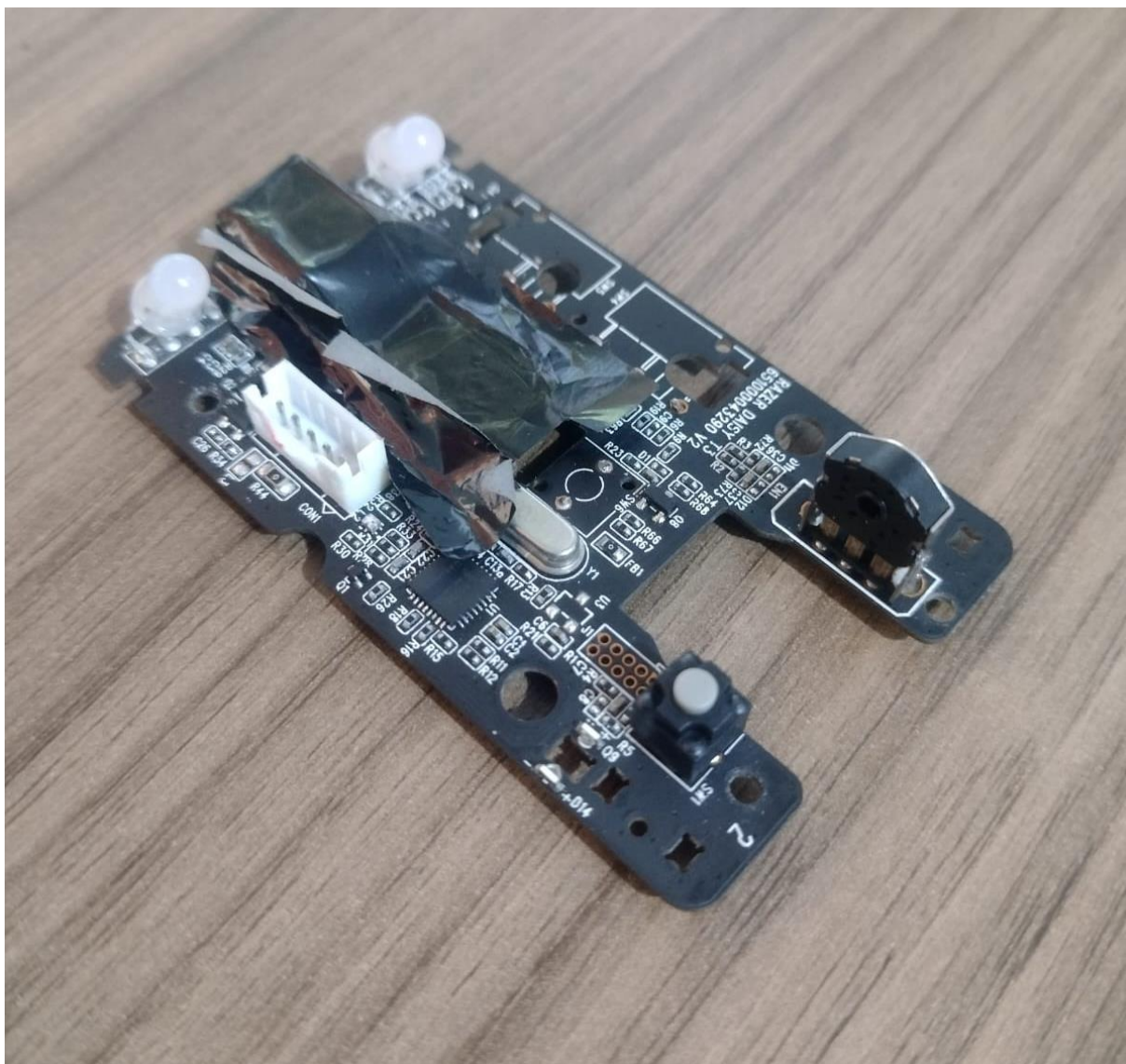


Figura 138 – PCB do mouse Viper Mini
Fonte: Acervo dos autores

Por questões de compatibilidade, acesso e tamanho reduzido, foi utilizado o PCB do mouse “Viper Mini”, fabricado pela marca Razer. Essa escolha se dá pelo fato deste ser um PCB que suporta *switchs* ópticos e de já possuir o sensor PAW3359 equipado em sua placa, mesmo sensor mencionado posteriormente como parte dos componentes deste projeto.

5.4 Resultados

Com todas as análises e modificações aplicadas, estes foram os resultados da renderização do modelo final do mouse Wave:



Figura 139 – Renderização do mouse Wave
Fonte: Acervo dos autores

Pode-se observar que a marca desenvolvida para o mouse foi utilizada para fazer texturas para o *scroll* e para as laterais do mouse, a fim de gerar aderência para que a mão fique firme na carcaça e não escorregue com facilidade.



Figura 140 – Renderização do mouse Wave (vista 1)
Fonte: Acervo dos autores

O corpo do mouse foi projetado para ter apenas duas partes a fim de reduzir o custo de produção e complexidade na montagem, um exemplo disso são os botões principais que fazem parte da carcaça superior.



Figura 141 – Renderização do mouse Wave (vista 2)
Fonte: Acervo dos autores



Figura 142 – Renderização do mouse Wave (vista lateral 1)
Fonte: Acervo dos autores



Figura 143 – Renderização do mouse Wave (vista lateral 2)
Fonte: Acervo dos autores

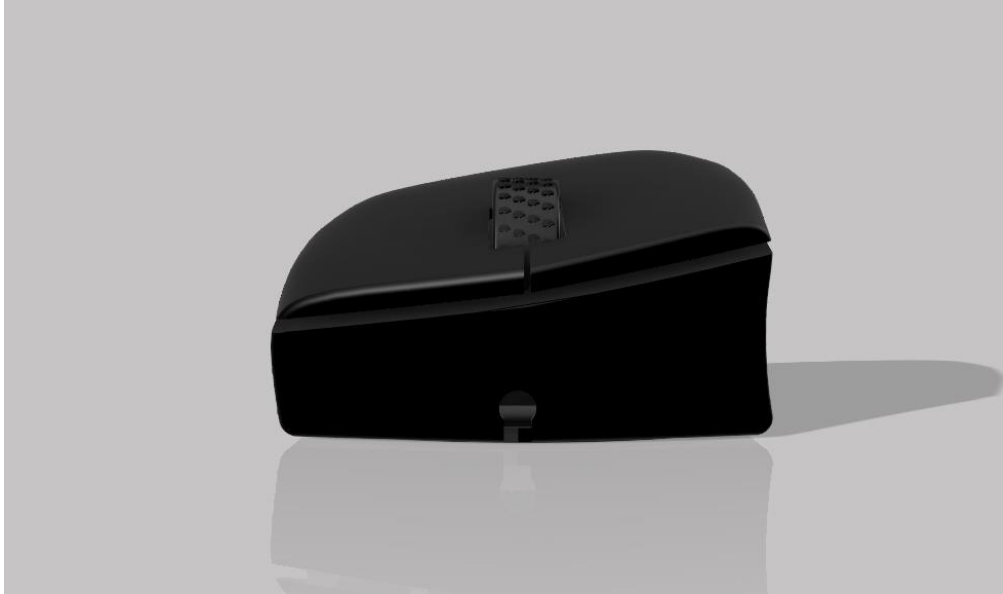


Figura 144 – Renderização do mouse Wave (vista frontal)
Fonte: Acervo dos autores

A peça inferior possui dois espaços para fixação dos *feets* em PTFE que possuem formatos côncavos e arredondados, evitando áreas pontiagudas para que não prejudique a movimentação do mouse no *mousepad*, além de quatro orifícios para fixação das duas peças através de parafusos.

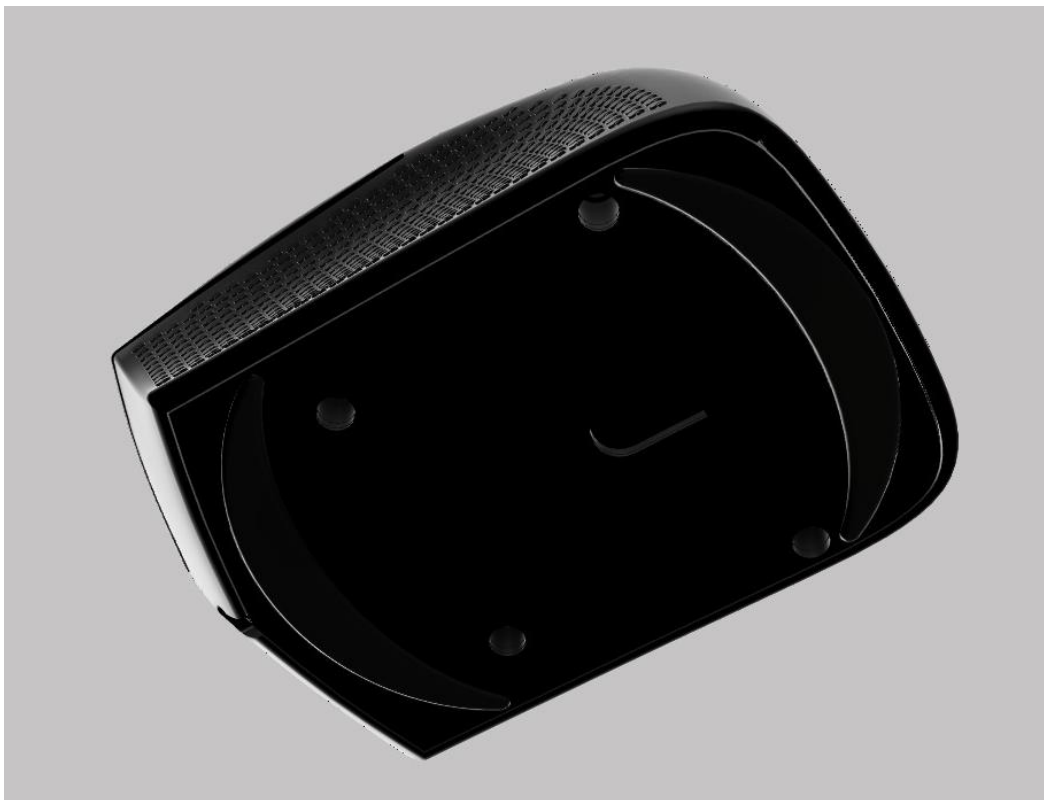


Figura 145 – Renderização do mouse Wave (vista inferior)
Fonte: Acervo dos autores

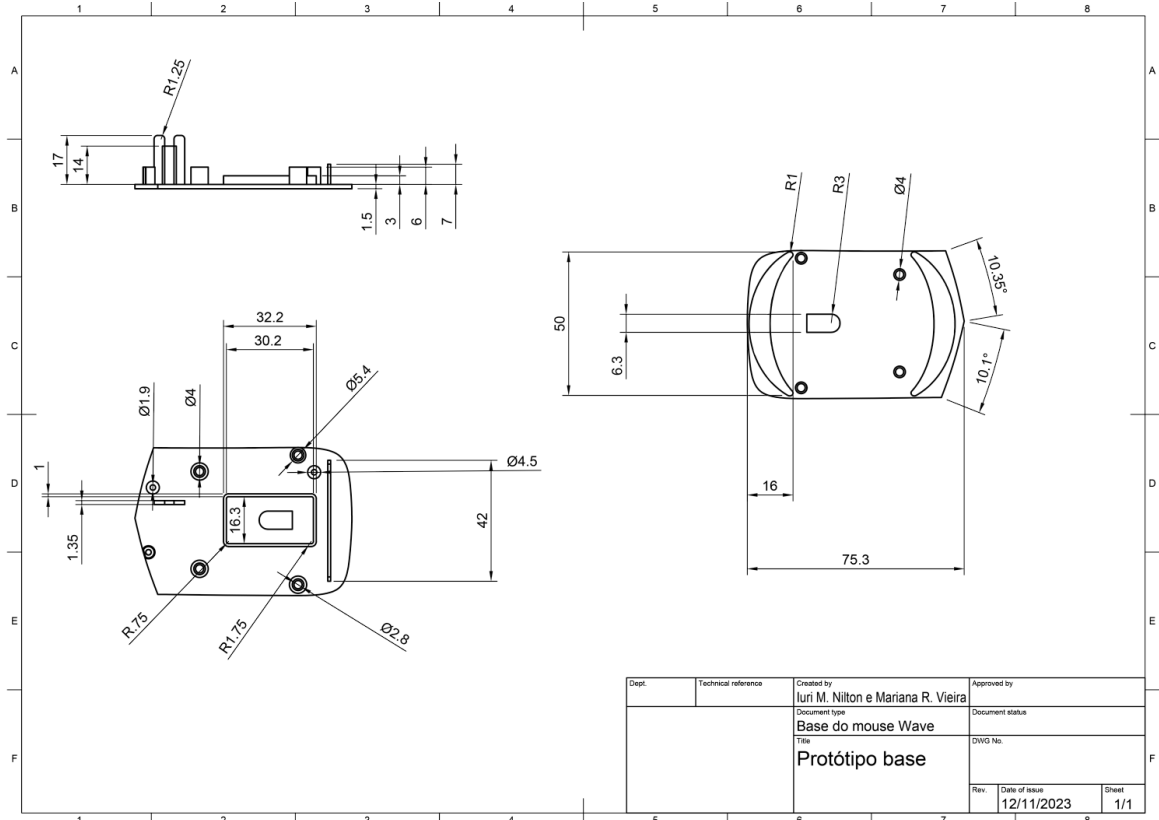


Figura 147 – Desenhos técnicos da parte inferior do mouse
Fonte: Acervo dos autores

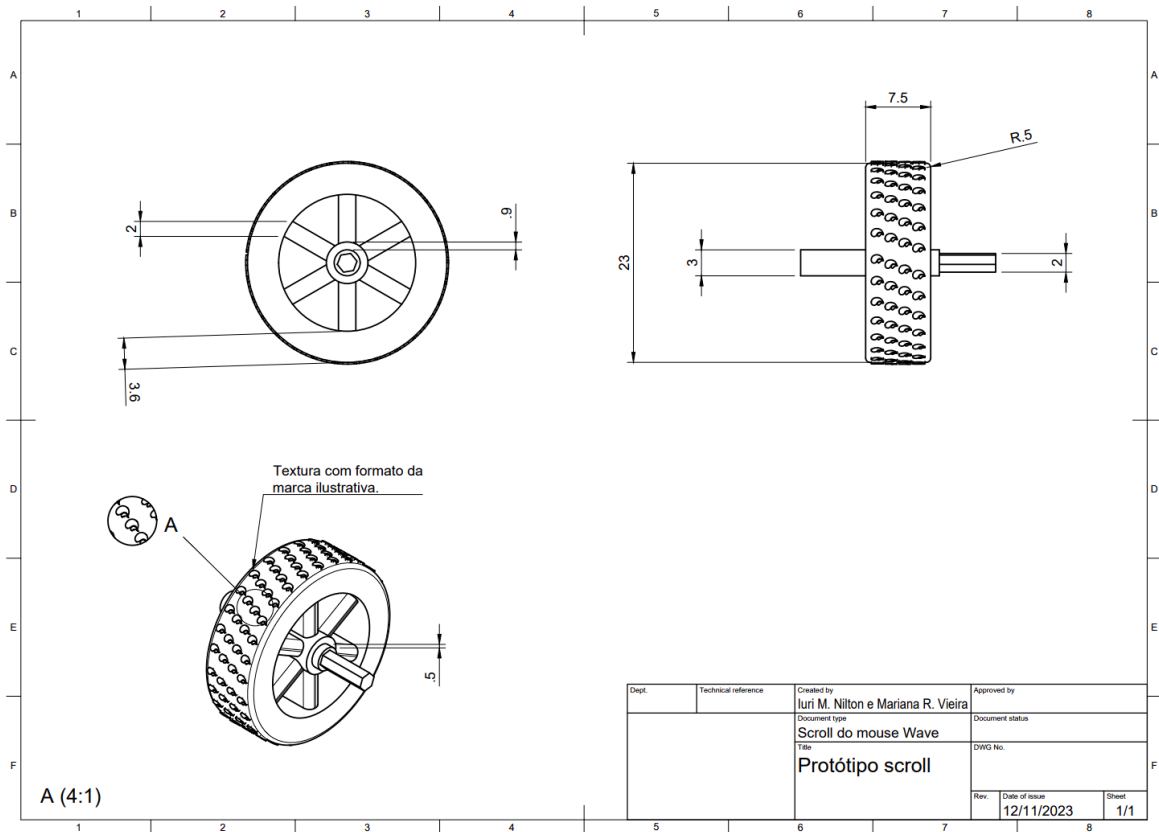


Figura 148 – Desenhos técnicos *scroll* do mouse
Fonte: Acervo dos autores

5.4.2 Protótipo

Ao final do processo de modelagem, as peças do mouse foram impressas, montadas e testadas, gerando os seguintes resultados:



Figura 149 – Mouse Wave impresso e montado
Fonte: Acervo dos autores



Figura 150 – Mouse Wave impresso e montado (vista superior)
Fonte: Acervo dos autores



Figura 151 – Mouse Wave impresso e montado (vista frontal)
Fonte: Acervo dos autores



Figura 152 – Mouse Wave impresso e montado (vista traseira)
Fonte: Acervo dos autores



Figura 153 – Mouse Wave impresso e montado (vista lateral 1)
Fonte: Acervo dos autores



Figura 154 – Mouse Wave impresso e montado (vista lateral 2)
Fonte: Acervo dos autores



Figura 155 – Mouse Wave impresso e montado (textura)
Fonte: Acervo dos autores



Figura 156 – Parte interna da carcaça
Fonte: Acervo dos autores



Figura 157 – Peça inferior do mouse
Fonte: Acervo dos autores



Figura 158 – Feet
Fonte: Acervo dos autores

A peça inferior conta com três suportes para fixação do PCB com parafusos.

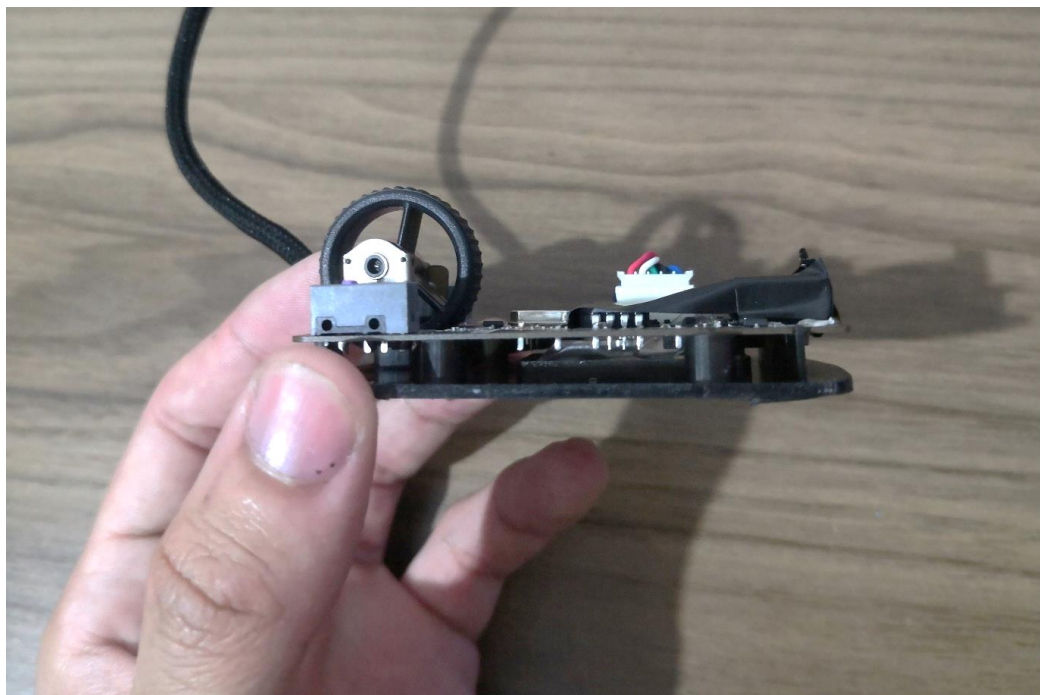


Figura 159 – PCB parafusado na peça inferior
Fonte: Acervo dos autores

Para parafusar as peças do mouse protótipo, foram utilizados parafusos do tipo "Máquina M" com dimensões de 2x6x3 e 2x5x3, porém, parafusos tipo "rosca plástico K" são uma opção melhor para utilizar em produtos com ABS.



Figura 160 – Parafusos Máquina M 2x6x3
Fonte: Acervo dos autores



Figura 161 – Parafusos Máquina M 2x5x3
Fonte: Acervo dos autores

O peso final do mouse incluindo todos os componentes resultou em 45 gramas, sendo um excelente resultado e cumprindo o critério de leveza requisitado anteriormente no projeto.



Figura 162 – Pesagem do mouse
Fonte: Acervo dos autores

O peso do cabo é desconsiderado do peso final do mouse já que o usuário não lida com o peso dele durante o uso, apenas com sua flexibilidade. O cabo pesa pouco menos de 40 gramas, e quando pesado junto com o mouse resulta em 82 gramas, sendo esse o peso médio dos mouses para fingertip apresentados na pesquisa de similares.



Figura 163 – Pesagem do mouse com cabo
Fonte: Acervo dos autores



Figura 164 – Mouse posicionado próximo a mão (H)
Fonte: Acervo dos autores

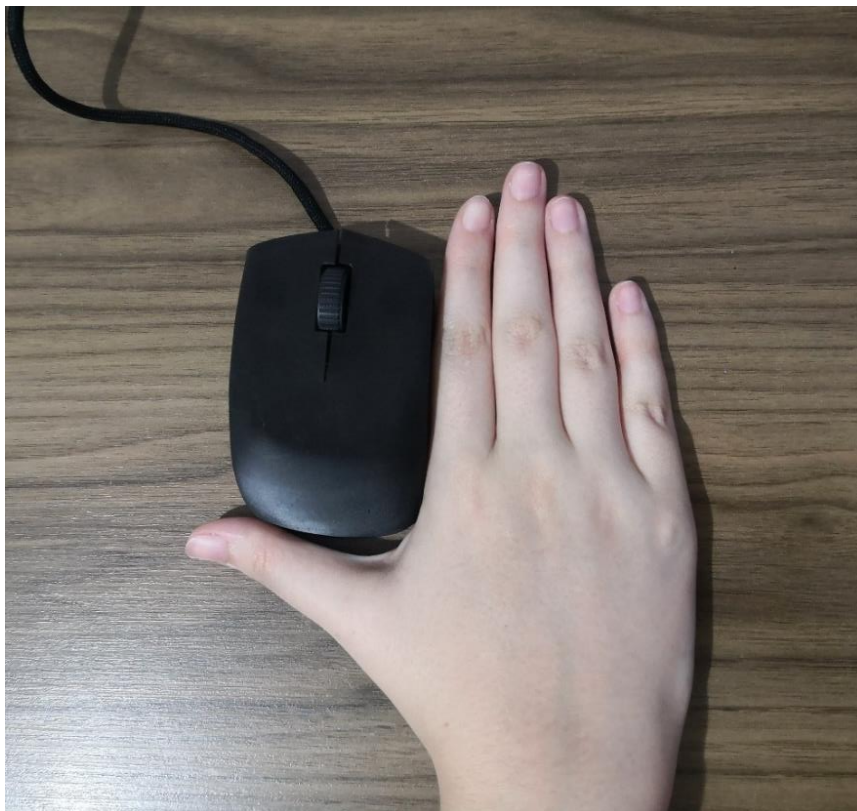


Figura 165 – Mouse posicionado próximo a mão (M)
Fonte: Acervo dos autores



Figura 166 – Pega (vista superior H)
Fonte: Acervo dos autores

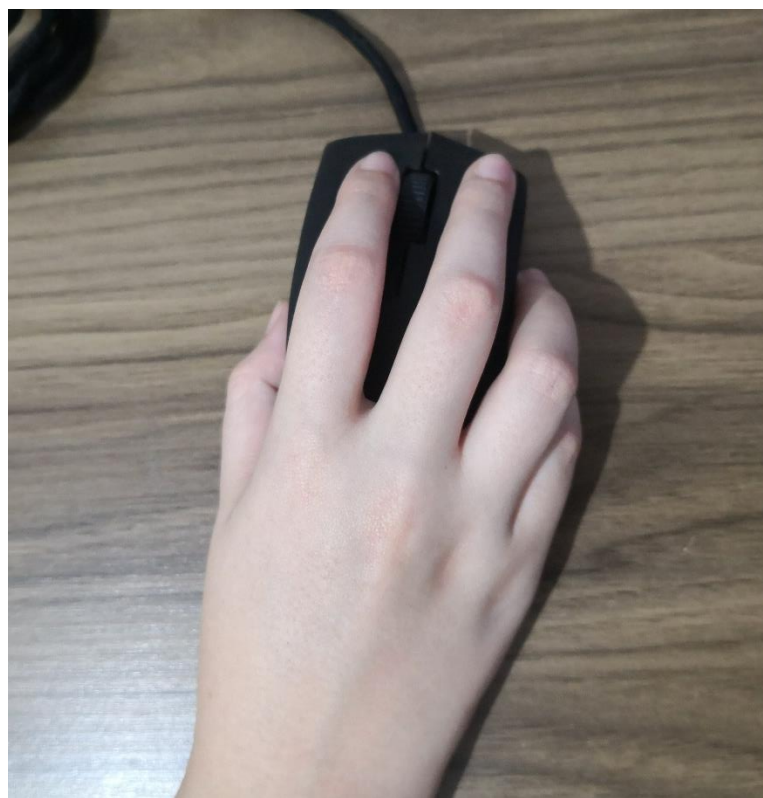


Figura 167 – Pega (vista superior M)
Fonte: Acervo dos autores

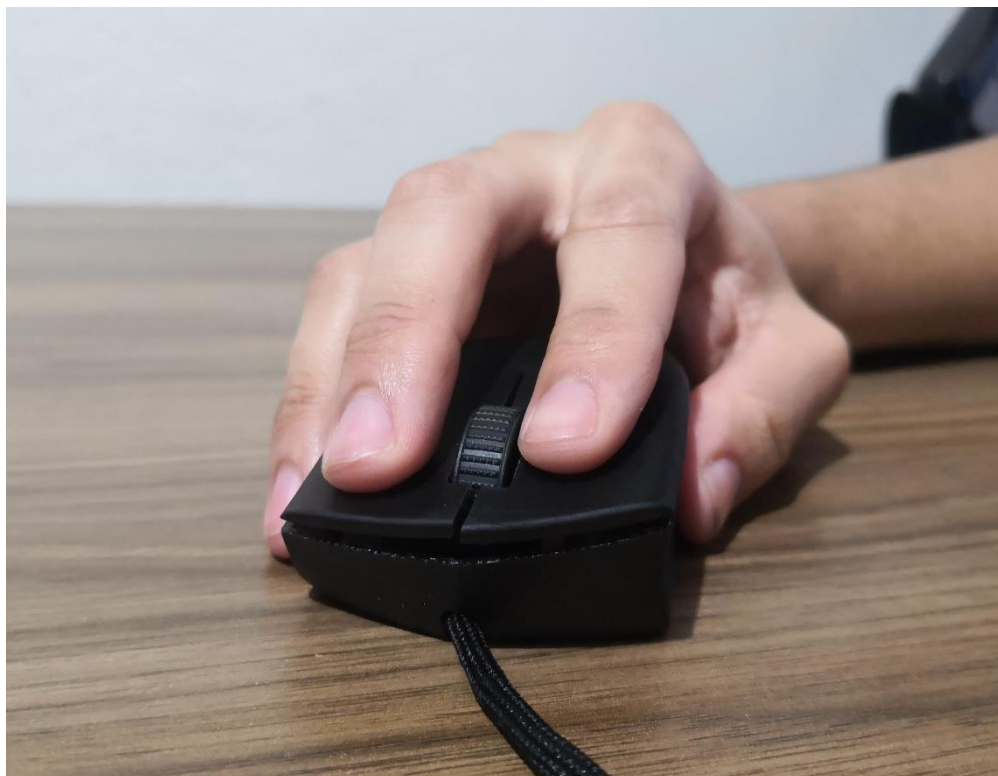


Figura 168 – Pega (vista frontal H)
Fonte: Acervo dos autores

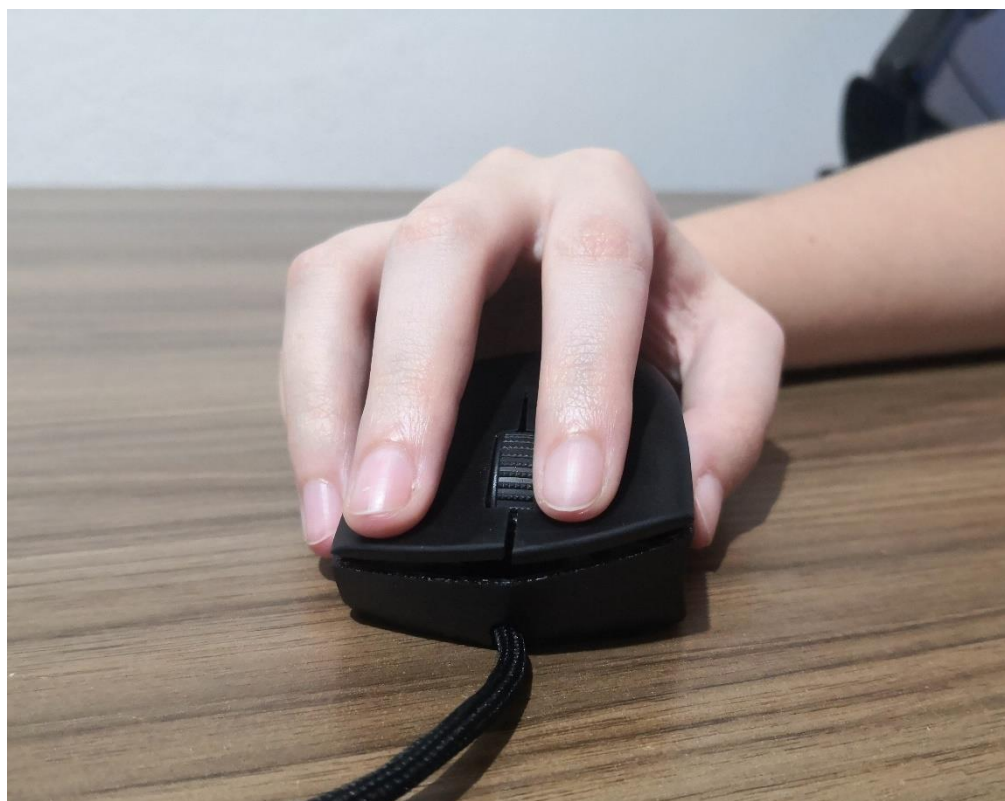


Figura 169 – Pega (vista frontal M)
Fonte: Acervo dos autores



Figura 170 – Pega (vista lateral H)
Fonte: Acervo dos autores



Figura 171 – Pega (vista lateral M)
Fonte: Acervo dos autores

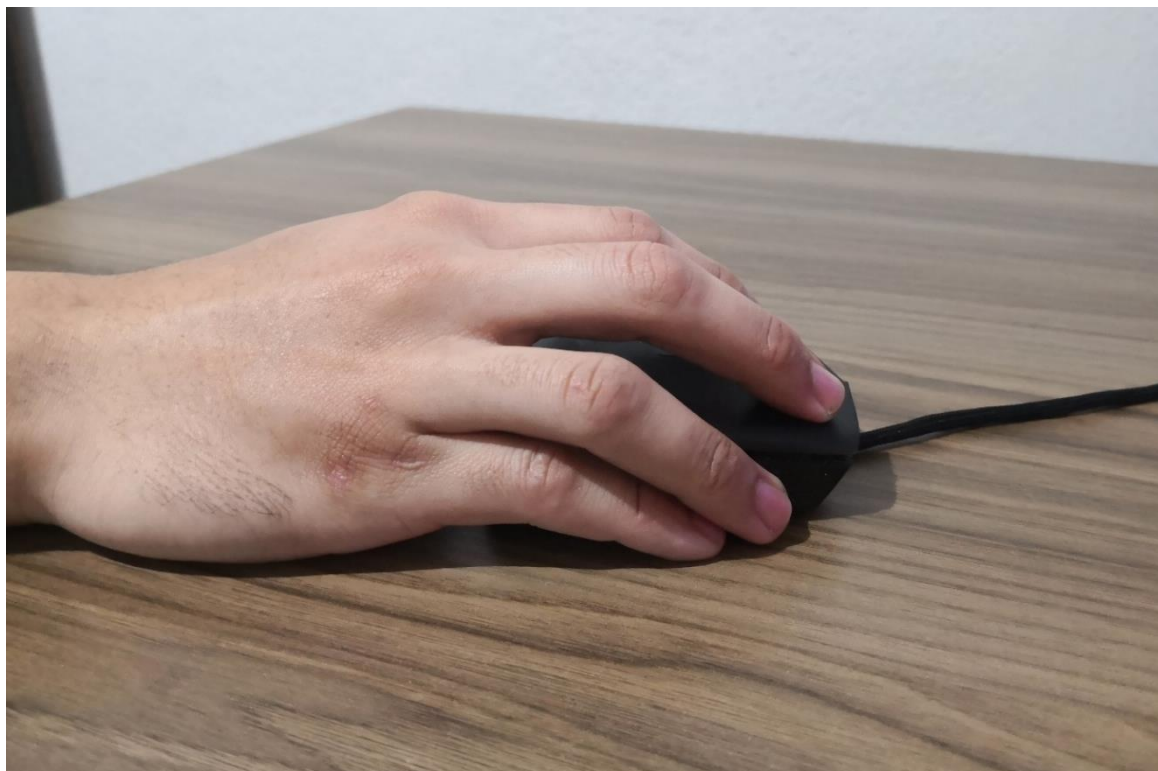


Figura 172 – Pega (vista lateral H)
Fonte: Acervo dos autores



Figura 173 – Pega (vista lateral M)
Fonte: Acervo dos autores

5.4.3 Testes de desempenho

- Testes de rastreo e aceleração

Primeiro foram feitos testes relacionados ao sensor do mouse, a fim de testar sua consistência no rastreo e se o sensor possuía algum tipo de aceleração.

O teste de consistência de rastreo é realizado movimentando o mouse horizontalmente em relação ao *mousepad*, o movimento é feito rapidamente, e quanto mais próximo da linha do gráfico os pontos estiverem, mais consistente é o rastreo.

O resultado obtido se mostrou excelente, com uma pequena variação já que os testes foram feitos com o sensor em 1000Hz, o que é completamente normal com essa alta taxa de atualização, como mostra o gráfico abaixo (testes realizados em 800 DPI).

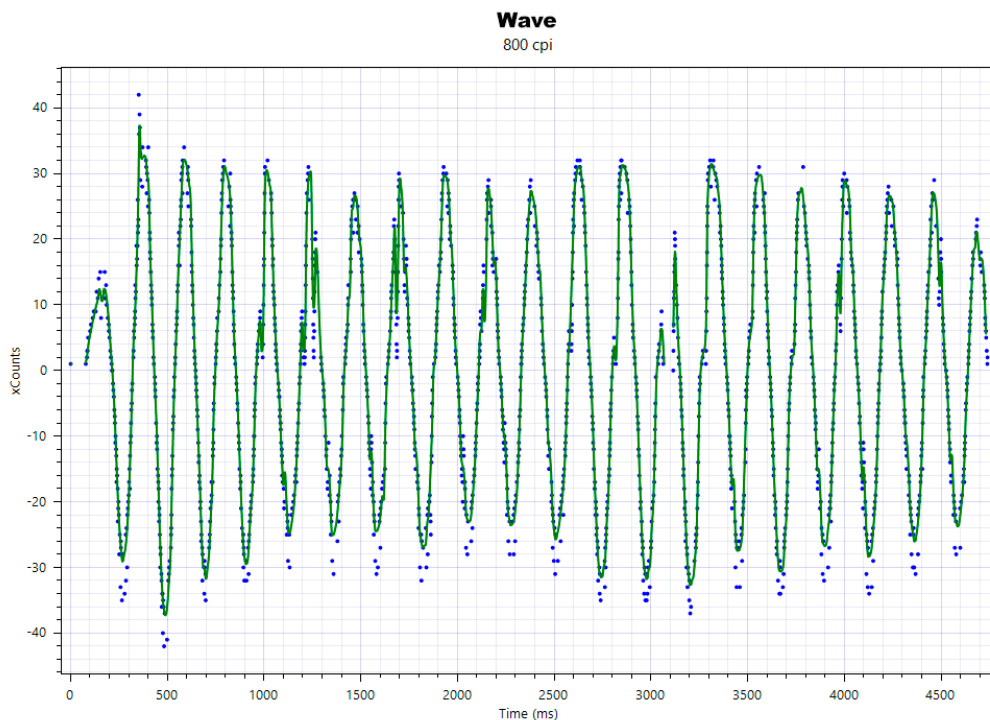


Figura 174 – Teste de rastreo
Fonte: Acervo dos autores

O teste de aceleração é feito para verificar se o sensor possui alguma aceleração horizontal em seu rastreo. O teste é feito movimentando o mouse rapidamente para um lado, em seguida é movido para cima em velocidade normal e volta lentamente ao lado inicial. O primeiro e o último ponto precisam estar paralelos verticalmente ao final do teste, como obtido no gráfico abaixo.

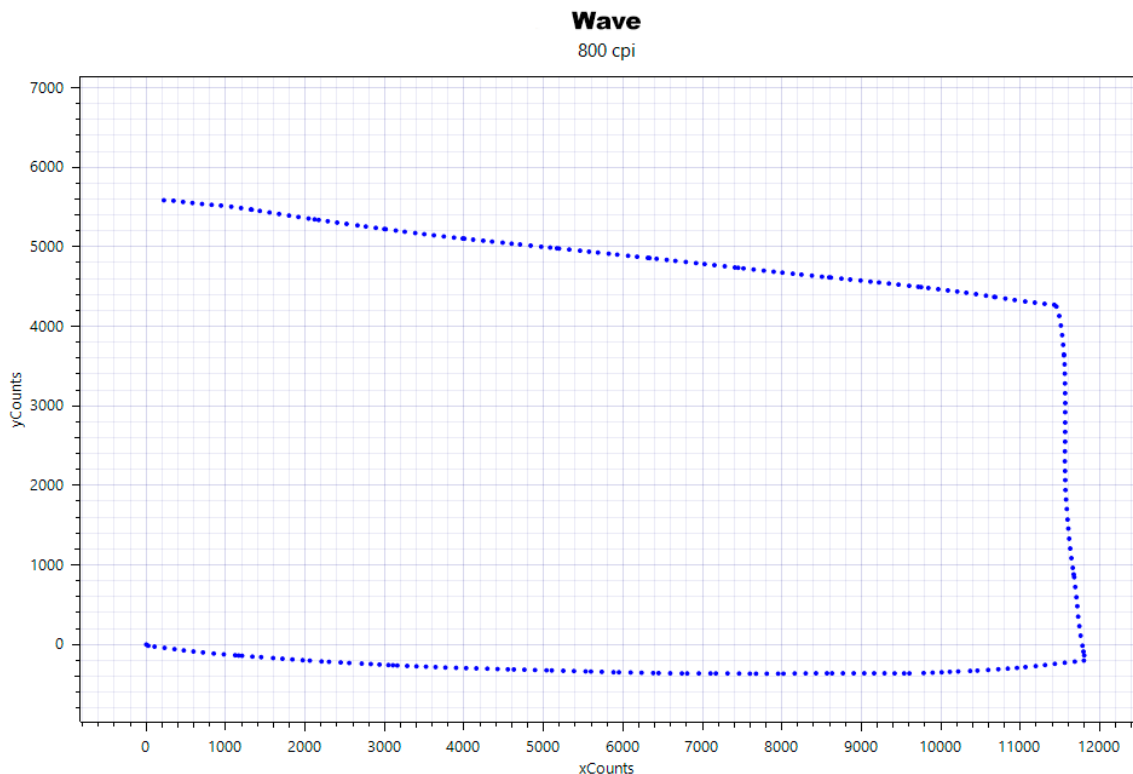


Figura 175 – Teste de aceleração
Fonte: Acervo dos autores

- **LOD, *pre-travel* e *post-travel***

Mesmo com o PCB do Razer Viper Mini que apresentava um alto LOD de 6 milímetros de altura, com o formato atual do mouse Wave conseguimos reduzir 3.8 milímetros de altura registrando um LOD de 2.2 milímetros.

Como resultado final do projeto, obtivemos *pre-travel* de 0,5 milímetros e *post-travel* de 0,3 milímetros.

- **Teste de precisão de mira**

Foi utilizado um *software* de aperfeiçoamento de mira chamado “Aim Hero”, onde há um teste que consiste em acertar o máximo de alvos possíveis dentro de um minuto, mostrando ao final quantos alvos foram acertados, quantos tiros foram dados e o tempo médio entre cada tiro.

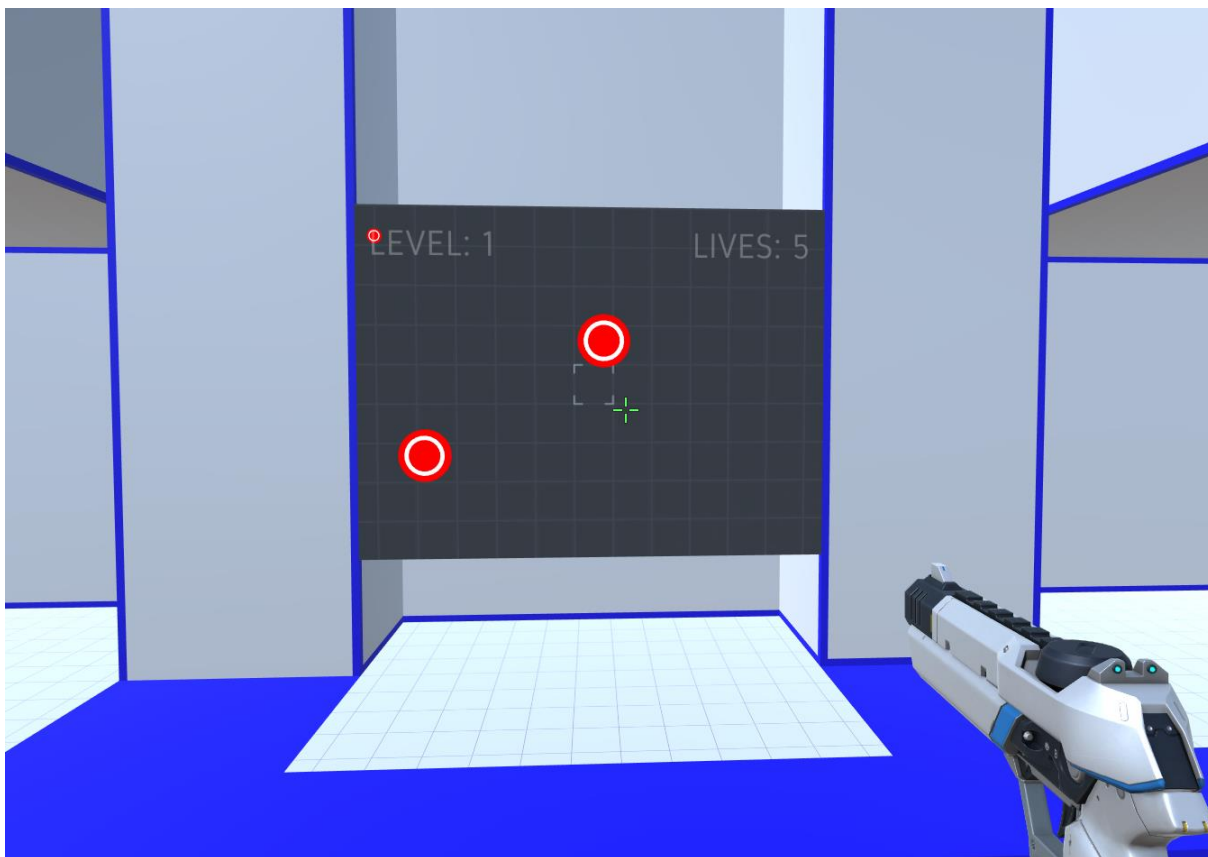


Figura 176 – *Software* Aim Hero
Fonte: Acervo dos autores

Três usuários participaram do teste, e após realizarem três testes utilizando seus próprios mouses para se adaptarem ao programa, foi registrado o melhor resultado obtido. Após isso, tiveram uma hora para usar livremente o mouse Wave, a fim de se adaptarem ao mesmo e novamente voltaram ao *software* onde foram realizadas mais três tentativas, obtendo os resultados a seguir.

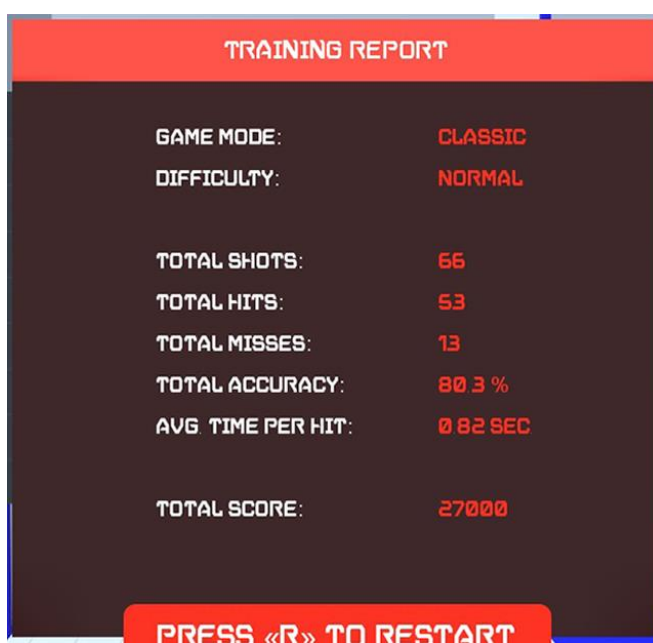
O primeiro usuário (Gregório) utiliza diariamente o mouse “Razer Orochi V2”, e após os três testes de adaptação ao *software*, o melhor resultado obtido foi de 64 tiros no total, com 67,19% de precisão e tempo médio de cada tiro de 0,65 segundos.



TRAINING REPORT	
GAME MODE:	CLASSIC
DIFFICULTY:	NORMAL
TOTAL SHOTS:	64
TOTAL HITS:	43
TOTAL MISSES:	21
TOTAL ACCURACY:	67.19 %
AVG. TIME PER HIT:	0.65 SEC
TOTAL SCORE:	1000
PRESS «R» TO RESTART	

Figura 177 – Resultados do usuário 1 com mouse habitual
Fonte: Acervo dos autores

Com o mouse Wave, o melhor resultado foi de 66 tiros no total, com uma melhora de 13,11% de precisão registrando 80,3% mesmo com maior tempo entre cada tiro (0,82 segundos).



TRAINING REPORT	
GAME MODE:	CLASSIC
DIFFICULTY:	NORMAL
TOTAL SHOTS:	66
TOTAL HITS:	53
TOTAL MISSES:	13
TOTAL ACCURACY:	80.3 %
AVG. TIME PER HIT:	0.82 SEC
TOTAL SCORE:	27000
PRESS «R» TO RESTART	

Figura 178 – Resultados do usuário 1 com mouse Wave
Fonte: Acervo dos autores

O segundo usuário (Priscila) utiliza diariamente o mouse “Redragon Cobra M711”, e após os três testes de adaptação ao *software*, o melhor resultado obtido foi de 174 tiros no total, com 99,43% de precisão e tempo médio de cada tiro de 0,49 segundos.



Figura 179 – Resultados do usuário 2 com mouse habitual

Fonte: Acervo dos autores

Com o mouse Wave, o melhor resultado foi de 180 tiros no total, com uma melhora de 0,57% de precisão registrando 100% com mesmo tempo entre cada tiro (0,49 segundos).

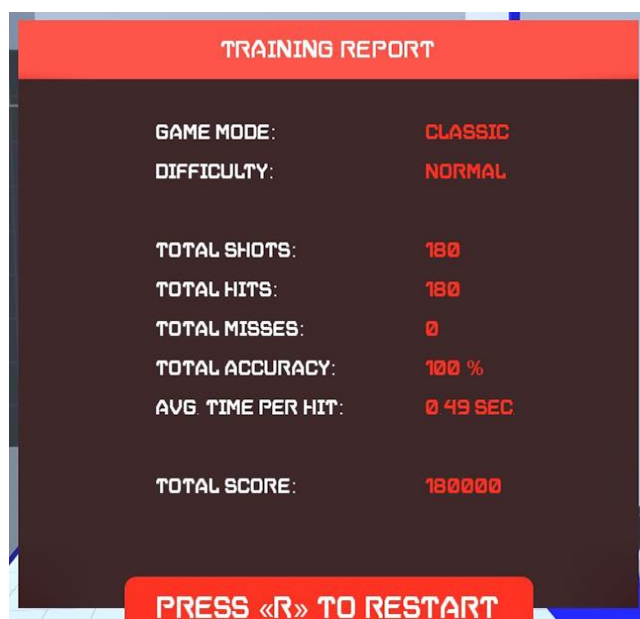


Figura 180 – Resultados do usuário 2 com mouse Wave

Fonte: Acervo dos autores

O terceiro usuário (Jeziel) utiliza diariamente o mouse “G403”, e após os três testes de adaptação ao *software*, o melhor resultado obtido foi de 94 tiros no total, com 81,91% de precisão e tempo médio de cada tiro de 0,63 segundos.

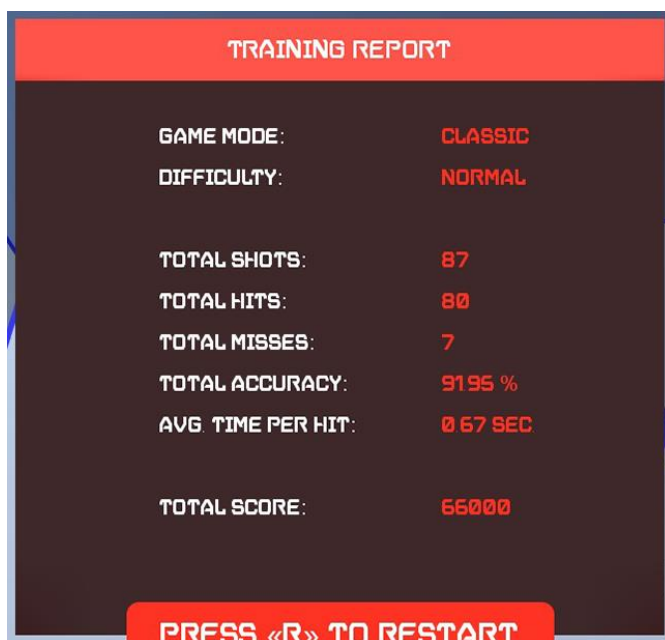


A screenshot of a 'TRAINING REPORT' window. The title bar is red with white text. The background is dark grey. The text is white and red. At the bottom, there is a red button with white text.

TRAINING REPORT	
GAME MODE:	CLASSIC
DIFFICULTY:	NORMAL
TOTAL SHOTS:	94
TOTAL HITS:	77
TOTAL MISSES:	17
TOTAL ACCURACY:	81.91%
AVG. TIME PER HIT:	0.63 SEC
TOTAL SCORE:	43000
PRESS «R» TO RESTART	

Figura 181 – Resultados do usuário 3 com mouse habitual
Fonte: Acervo dos autores

Com o mouse Wave, o melhor resultado foi de 87 tiros no total, com uma melhora de 10,4% de precisão registrando 91,95% com o tempo médio de 0,67 segundos entre cada tiro.



A screenshot of a 'TRAINING REPORT' window, similar to the previous one but with different statistics. The layout is identical, with a red title bar and a red restart button at the bottom.

TRAINING REPORT	
GAME MODE:	CLASSIC
DIFFICULTY:	NORMAL
TOTAL SHOTS:	87
TOTAL HITS:	80
TOTAL MISSES:	7
TOTAL ACCURACY:	91.95%
AVG. TIME PER HIT:	0.67 SEC
TOTAL SCORE:	66000
PRESS «R» TO RESTART	

Figura 182 – Resultados do usuário 3 com mouse Wave
Fonte: Acervo dos autores

Os resultados indicam que, mesmo após apenas uma hora de adaptação ao mouse, os usuários apresentaram melhorias em seu desempenho. Mesmo no caso de usuários de alto desempenho, como Priscila, onde o aumento de precisão foi praticamente insignificante, o mouse não teve impacto negativo em seu desempenho. Porém, os resultados positivos não se limitam apenas a ganhos de precisão, como por exemplo algumas observações feitas pelos próprios usuários:

- **Usuário 1 (Gregório):** O usuário constatou que adorou a leveza em comparação com seu mouse habitual.
- **Usuário 2 (Priscila):** Observou-se que por estar utilizando pela primeira vez um mouse específico para sua pegada, ela viu a necessidade de abaixar um pouco a sensibilidade que estava habituada a usar, já que Priscila “ganhou” um espaço a mais para poder movimentar o mouse devido a seu comprimento reduzido, fornecendo maior amplitude vertical.
- **Usuário 3 (Jeziel):** O usuário constatou que estranhou um pouco a leveza do clique, já que seu antigo mouse oferecia maior resistência nesse aspecto.

5.4.4 Valor estimado

Todos os principais componentes do mouse Wave foram precificados de acordo com pesquisas de mercado e somados para obter-se um valor estimado:

- **ABS para injeção** – R\$25,00 por quilo do granulado, cada mouse utiliza cerca de 27g de ABS, o que totaliza R\$0,67 por mouse (MIL PLÁSTICOS, 2023).
- **Sensor óptico PAW3359** – Aproximadamente R\$26,00 a unidade (PIXART, 2023).
- **Switch óptico** – Preço médio de R\$6,00 o par (KAILH, 2023).
- **Encoder do scroll** – Preço médio de R\$3,00 (KAILH, 2023).

- **Cabo (Fiação e revestimento em *paracord*)** – Preço médio de R\$25,00 (ALIEXPRESS, 2023).
- **Feet PTFE** – Preço médio de R\$3,00 o conjunto (ALIEXPRESS, 2023).

O valor final dos principais componentes gira em torno de R\$64,00 no total. Esse valor exclui custos de produção responsáveis por fontes externas, como a construção de PCB por exemplo, já que o custo destes serviços depende exclusivamente de empresas afiliadas, sendo informações de difícil acesso ou até mesmo sigilosas.

Porém a exemplos de modelos disponíveis no mercado com características semelhantes ao projeto desenvolvido, como por exemplo o Razer Viper Mini que chegou no mercado com preço de lançamento de R\$240,00.

O mouse Wave tem potencial para ser lançado no mercado com um preço equivalente ou até inferior ao do Viper Mini, devido à sua utilização de recursos mais limitados devido ao seu tamanho reduzido. Apesar de seu preço ser considerado elevado em comparação com mouses mais genéricos, é uma opção mais atrativa e acessível para aqueles que buscam alto desempenho em comparação com outros mouses projetados especificamente para a pegada *fingertip*.



INÍCIO > MOUSES > G-WOLVES HSK PRO 4K

G-Wolves HSK PRO 4K

🏷️ R\$1.799,90
💎 R\$1673,91*

7% de desconto pagando com Pix
6x de R\$299,98 sem juros

VISA 🏠 Ver meios de pagamento

COR

Grey & Red

ESGOTADO

Me avise quando estiver disponível >

ESPECIFICAÇÕES:
 Dimensões: 73,7 mm (C) x 56 mm (L) x 29 mm (A)
 Shape: Simétrico - Destro
 Pegadas: Claw - Fingertip
 Peso: 29g
 Botões 5 (Incluindo click central)
 Switches Principais: Zippy 60M
 Scroll: Macio - Passos bem definidos
 Sensor: PMW3399
 Tipo de Sensor: Óptico
 DPI: 20000 DPI
 IPS: 650

Figura 183 – Exemplo de preço alto com mouse semelhante
Fonte: G-Wolves (2023)

5.5 Conclusão

Cada vez mais a tecnologia desempenha um papel mais central no mundo, e este projeto visa contribuir na experiência de uso de muitos usuários, atendendo não apenas às necessidades dos consumidores mais exigentes, mas também ressaltando a importância da inovação e do *design* centrado no usuário.

Durante o desenvolvimento deste projeto, enfatizou-se que o mau uso prolongado de um mouse junto a falta de modelos dedicados a pegada *finger tip* no mercado são os principais fatores ao gerar problemas ergonômicos em usuários. Destacou-se também que os modelos disponíveis no mercado dedicados a pegada *finger tip* apresentam preços inacessíveis a muitos usuários.

Tendo esses aspectos em vista, este projeto se propôs a desenvolver um mouse dedicado à pegada *finger tip* para o público de jogadores de *videogames* que pudesse oferecer conforto e desempenho à preço acessível, e para que o projeto se tornasse possível, foram estabelecidos objetivos para direcionar seu desenvolvimento.

O projeto incluiu estudos de mercado para garantir um bom custo-benefício através de componentes eficazes e de alto desempenho junto a montagem e acabamento de qualidade. Também foram feitos estudos ergonômicos para desenvolver um formato adaptado a pegada *finger tip*, que oferecesse conforto e evitasse problemas de saúde (LER's) aos usuários, além de oferecer uma estética atrativa e agradável junto a todos esses aspectos.

Contudo, apesar de concluído, este projeto ainda se encontra em desenvolvimento por se tratar de um projeto adaptativo, podendo sofrer mais análises e mudanças.

Pode-se considerar que esse projeto demonstra como a indústria de tecnologia pode se adaptar às mudanças nas preferências e necessidades dos consumidores e suas demandas, tornando a tecnologia uma ciência cada vez mais acessível e adaptada.

6 REFERÊNCIAS

ALIEXPRESS. **USB Mouse**. China. 2023. Disponível em:

<https://pt.aliexpress.com/item/1005005591177693.html?src=google&src=google&albch=shopping&acnt=768-202-3196&slnk=&plac=&mtctp=&albbt=Google_7_shopping&isSmbAutoCall=false&needSmbHouyi=false&albcpl=17939045214&albag=&trgt=&crea=pt1005005591177693&netw=x&device=c&albpg=&albpd=pt1005005591177693&gad_source=1&gclid=CjwKCAiAgeeqBhBAEiwAoDDhn9s7a02jMQrAQ7i5CuqjS-6zkKHQBUNQHqoFclK3kzKzWJQzA3ppHhoCbzUQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds&aff_fcid=9024c4a1b1bb488dabae01c24c891251-1700439150708-00067-UneMJZVf&aff_fsk=UneMJZVf&aff_platform=aaf&sk=UneMJZVf&aff_trace_key=9024c4a1b1bb488dabae01c24c891251-1700439150708-00067-UneMJZVf&terminal_id=4085a0b2df724e678d0a18c3d9118bd3&afSmartRedirect=y>. Acesso em: 04 nov. 2023.

ALIEXPRESS. **Feet Mouse**. China. 2023. Disponível em: <

https://pt.aliexpress.com/item/1005005006020534.html?src=google&src=google&albch=shopping&acnt=768-202-3196&slnk=&plac=&mtctp=&albbt=Google_7_shopping&isSmbAutoCall=false&needSmbHouyi=false&albcpl=18265477163&albag=&trgt=&crea=pt1005005006020534&netw=x&device=c&albpg=&albpd=pt1005005006020534&gad_source=1&gclid=CjwKCAiAgeeqBhBAEiwAoDDhn8iRprJ3xr1vd_HH_CLzfNLkA12Pywg6Bhu0o_0KkJYCp-KgXlvr6RoCPoMQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds&aff_fcid=a4a51f1e5a2441c8be9645f0688f782b-1700439241754-09531-UneMJZVf&aff_fsk=UneMJZVf&aff_platform=aaf&sk=UneMJZVf&aff_trace_key=a4a51f1e5a2441c8be9645f0688f782b-1700439241754-09531-UneMJZVf&terminal_id=4085a0b2df724e678d0a18c3d9118bd3&afSmartRedirect=y>. Acesso em: 04 nov. 2023.

COOLER MASTER. **MM720**: Uma lenda moderna. Revivida. Brasil. 2020. Disponível em: <<https://www.coolermaster.com/br/pt-br/catalog/peripheral/mice/mm720/#specifications>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

DESIGN COUNCIL. **A universally accepted depiction of the design process**. Reino Unido. Liquid Ligth. 2023. Disponível em: <<https://designcouncil.org.uk/our-work/skills-learning/the-double-diamond/>>. Acesso em: 19 mar. 2023.

DFC INTELLIGENCE. **Video game consumer segmentation**. Estados Unidos. 2023. Disponível em: <<https://www.dfcint.com/product/video-game-consumer-segmentation-2/>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

DIESEL, Wellington. **Review: Mouse Logitech G302 - O melhor Custo/Benefício do mercado?**: O Logitech G302 é mouse gamer que promete alta qualidade com custo/benefício, será que ele cumpre a sua promessa?. Brasil. 2016. Disponível em: <<https://www.oficinadanet.com.br/post/17004-review-mouse-logitech-g302-o-melhor-custobeneficio-do-mercado>>. Acesso em: 15 abr. 2023.

FILHO, Clézio. **História da Computação**: O caminho do pensamento e da tecnologia. Rio Grande do Sul. ediPUCRS. 2007. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=_YRy1IKnniEC&oi=fnd&pg=PA13&dq=a+hist%C3%B3ria+do+computador&ots=zbcYuC89b&sig=0ZLQwEfNARpsdQbpmlz6cyxPkYs#v=onepage&q=a%20hist%C3%B3ria%20do%20computador&f=false>. Acesso em: 19 mar. 2023.

FOGLEMAN, Maxwell; BROGMUS, George. **Computer mouse use and cumulative trauma disorders of the upper extremities**. 1 ed. Hopkinton: Taylor & Francis Ltd. 1995. 2475 p. 38.

FRANZÃO, Luana. **Do ENIAC ao notebook**: confira a evolução dos computadores nas últimas décadas. Relembre a evolução dos dispositivos ao longo dos últimos 75 anos. São Paulo. CNN Brasil. 2021. Disponível em: <[GARTNER. **Gartner Says Worldwide PC Shipments Grew 10.7% in Fourth Quarter of 2020 and 4.8% for the Year**: Continued Consumer Demand Results in Highest Global PC Market Growth in a Decade. Stamford. Gartner, Inc. 2021. Disponível em: <<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-01-11-gartner-says-worldwide-pc-shipments-grew-10-point-7-percent-in-the-fourth-quarter-of-2020-and-4-point-8-percent-for-the-year>>. Acesso em: 19 mar. 2023.](https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/do-eniac-ao-notebook-confira-a-evolucao-dos-computadores-nas-ultimas-decadas/#:~:text=1946%20%2D%20ENIAC&text=O%20computador%20foi%20produzido%20por, testes%20de%20bal%20stica%20da%20institui%C3%A7%C3%A3o.>. Acesso em: 16 mar. 2023.</p></div><div data-bbox=)

G-WOLVES. **G-Wolves HSK wired gaming mouse**. Moscow. 2023. Disponível em: <<https://shop.g-wolves.com/products/g-wolves-hsk>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

HP. **Mouse óptico x laser**: qual é o melhor mouse para jogos?. Brasil. 2021. Disponível em: <<https://www.hp.com/br-pt/shop/tech-takes/mouse-optico-x-laser-qual-e-o-melhor-mouse-para-jogos>>. Acesso em: 06 abr. 2023.

IDC. **Estudo da IDC Brasil aponta que mercado brasileiro de PCs cresceu 37% em 2021**. Brasil. 2022. Disponível em: <<https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prLA49041522#:~:text=06%20Apr%202022,Estudo%20da%20IDC%20Brasil%20aponta%20que%20mercado,PCs%20cresceu%2037%25%20em%202021&text=S%C3%A3o%20Paulo%2C%2006%20de%20abril,37%25%20em%20rela%C3%A7%C3%A3o%20a%202020>>. Acesso em: 21 mar. 2023.

INTEL. Como limpar o CMOS para redefinir as configurações do BIOS em sistemas com processadores Intel® in a box para desktop. Brasil. 2020.

Disponível em:

<[**KAILH. Micro Switches.** China. 2023. Disponível em:](https://www.intel.com.br/content/www/br/pt/support/articles/000025368/processors.html#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20CMOS%3F,B%C3%A1sico%20de%20Entrada%2FSa%C3%ADa).>. Acesso em: 02 abr. 2023.</p></div><div data-bbox=)

<<https://www.kailhswitch.com/micro-switches/mouse-micro-switches/>>. Acesso em: 04 nov. 2023.

_____. **Rotary encoder.** China. 2023. Disponível em: <

<https://www.kailhswitch.com/mouse-encoder/rotary-encoder/>>. Acesso em: 04 nov. 2023.

LOGITECH. G302 Daedalus Prime: MOBA Gaming Mouse. Hong Kong. 2014.

Disponível em: <<https://www.logitechg.com/en-hk/products/gaming-mice/g302-moba-gaming-mouse.910-004210.html>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

_____. **Mouse para jogos G203 Prodigy.** Hong Kong. 2017. Disponível em:

<<https://www.logitechg.com/pt-br/products/gaming-mice/g203-prodigy-gaming-mouse.910-004843.html>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

LOURENÇO, Luciano. O ENIAC. Brasil. 2011. Disponível em:

<<https://www.hardware.com.br/guias/historia-informatica/eniac.html>>. Acesso em: 16 mar. 2023.

MIL PLÁSTICOS. **Plásticos ABS**. Brasil. 2023. Disponível em: <<https://www.milplasticos.com.br/plasticos-abs>>. Acesso em: 04 nov. 2023.

MORAIS, Natã. **Pegas e Manejos**: Ergonomia e Design. UFCG. 2014. Disponível em: <<https://natamorais.files.wordpress.com/2010/10/manejos2014.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

PANG, Alex. **The Making of the Mouse**: Apple Computer is commonly credited with having Simply popularized someone else's idea – but it wasn't really like that at all. Invention&Technology. Silicon Valley, Jan 2002, p. 8. Disponível em: <<http://www.americanheritage.com/it/2002/03/mouse.shtml>>. Acesso em: 21 mar. 2023.

PAPADATOU-PASTOU, Marietta et al. **Human handedness**: A meta-analysis. Grécia. Psychological Bulletin. 2020. Disponível em: <https://research-information.bris.ac.uk/ws/portalfiles/portal/230499151/Papadatou_Pastou_et_al._Human_Handedness._A_Meta_Analysis.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2023.

PIPOCATECH. **Enquete de comunidade**. Brasil. 2023. Disponível em: <https://www.youtube.com/post/UgkxV0ZoicsQIJOuMMpSIXuqm97TuR6g_yBB>. Acesso em: 22 jun. 2023.

PIXART. **PAW3359**. Brasil. 2023. Disponível em: <<https://www.pixart.com/products-detail/10/PAW3359DM-TZV1>>. Acesso em: 04 nov. 2023.

RAZER. **Razer Optical Mouse Switches**. Estados Unidos. 2020. Disponível em: <<https://www.razer.com/technology/razer-optical-mouse-switch>>. Acesso em: 26 mar. 2023.

_____. **Razer Viper Mini**: Mouse gamer extremamente leve com Razer™ Chroma RGB. Brasil. 2020. Disponível em: <<https://www.razer.com/br-pt/gaming-mice/razer-viper-mini/5378011900?specs=1>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

SALUTES, Bruno. **Qual diferença entre USB 1.1, 2.0, 3.0 e 4.0?**. Brasil. Canaltech. 2012. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/hardware/quais-sao-as-diferencas-entre-o-usb-11-20-e-30-639/>>. Acesso em: 07 abr. 2023.

TILLEY, Alvin (Ed.). **As Medidas do Homem e da Mulher**. Fatores humanos em design. 1. ed. Artmed: Bookman, 2005. 97 p.

VARELLA, Drauzio. **Lesão por esforço repetitivo (LER/DORT)**. Brasil. UOL. Disponível em: <<https://drauziovarella.uol.com.br/doencas-e-sintomas/lesao-por-esforco-repetitivo-ler-dort/>>. Acesso em: 07 abr. 2023.