

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Centro de Letras e Artes

Curso de Design Industrial

Projeto de Produto



Relatório de Projeto de Graduação

**E-1100: carrinho de varrição-aspirador**

Gleisson Gonçalves Barbosa

Rio de Janeiro 2024

E-1100: carrinho de varrição-aspirador

Gleisson Gonçalves Barbosa

Gerson de Azevedo Lessa

Projeto submetido ao corpo docente do Departamento de Desenho Industrial da Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Design Industrial.

Aprovado por:

---

Prof. Gerson de Azevedo Lessa, orientador  
BAI/UFRJ

---

Prof. Diogo Pontes Costa  
BAI/UFRJ

---

Prof. Deborah Chagas Christo  
BAI/UFRJ

## CIP - Catalogação na Publicação

G635e      Gonçalves Barbosa, Gleisson  
              E-1100: Carrinho de varrição-aspirador / Gleisson  
Gonçalves Barbosa. -- Rio de Janeiro, 2024.  
              190 f.

              Orientador: Gerson Lessa de Azevedo.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de  
Belas Artes, Bacharel em Desenho Industrial, 2024.

              1. Carrinho de Varrição. 2. Dignidade no  
Trabalho. 3. Varrição-aspiradora. 4. Varredor de  
rua. I. Lessa de Azevedo, Gerson , orient. II.  
Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a),  
sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

## **Agradecimentos**

Pelos meus familiares, amigos e todos aqueles que me ajudaram na minha jornada acadêmica e pessoal. Os agradeço profundamente pelo carinho e pelo apoio durante esses anos rápidos. Aos mais familiares, em especial Maria, Ricardo, Lúcia, Ana, Varley, Andressa: uma gratidão sem limite. Aos amigos: Lu, Derley, Kauai, Ana Ju, Daniel, Bruno, obrigado pela amizade e pela confiança. Agradeço também ao meu orientador Gerson: obrigado pelo apoio durante esse período de projeto, sem as suas indicações o projeto não teria chegado próximo ao desejado ideal que tanto imaginei; agradeço aos professores tais como o Guilherme Horta Travassos e o professor Diogo Pontes que se dispuseram para me ajudar no desenvolvimento técnico do projeto. Quero deixar ao time de Design da Indio da Costa, em especial Marcus e Pedro, um muitíssimo obrigado pela ajuda nessa fase final da faculdade. Gratidão.



“Think with your whole body”

Taisen Deshimaru

## **E-1100: carrinho de varrição-aspirador**

Autor: Gleisson Gonçalves Barbosa

Setembro de 2024

Orientador: Gerson de Azevedo Lessa

Departamento de Design Industrial

### **Resumo**

Diante do problema do descarte inadequado de lixo em cidades desenvolvidas, os varredores de rua desempenham um papel crucial na manutenção da limpeza urbana. Apesar de sua importância, esses trabalhadores muitas vezes utilizam equipamentos inadequados e subvalorizados em relação às exigências de seu trabalho. Este projeto propõe o desenvolvimento de um carrinho de varrição equipado com tecnologia de aspiração, visando melhorar as condições de trabalho dos varredores da Comlurb. A solução busca não apenas aumentar a eficiência dos serviços de limpeza urbana, mas também reduzir o esforço físico e promover a dignidade da função. Os resultados alcançados no projeto apresentam a solução de um container para varrição com tecnologia de aspiração e sistema de eixo de rotação simplificado que permite uma deposição e remoção prática de lixo urbano.

### **Palavras chave**

Design; Carrinho de varrição; Varrição Urbana; Tecnologia de aspiração; dignidade de trabalho.

## **E-1100: vacuum-sweeping trolley**

Author: Gleisson Gonçalves Barbosa

September 2024

Advisor: Gerson de Azevedo Lessa

Department: Industrial Design

### **Abstract**

Given the issue of improper waste disposal in developed cities, street sweepers play a crucial role in maintaining urban cleanliness. However, despite their importance, these workers often use inadequate and undervalued equipment, which falls short of meeting the demands of their job. This project proposes the development of a sweeping cart equipped with vacuum technology to enhance the working conditions of Comlurb street sweepers. The solution aims to not only increase the efficiency of urban cleaning services but also reduce physical strain and elevate the dignity of the task. The results achieved in the project present the solution of a sweeping container with suction technology and a simplified rotation axis system that allows for practical deposition and removal of urban waste.

### **Keywords**

Design; Cleaning trolley; urban sweeper; Vacuum cleaner technology; work's dignity.;

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aterro Sanitário de Gramacho. ....	20
Figura 2 - Varredores de rua da Comlurb. Container de varrição.....	21
Figura 3 - Fluxograma do processo de fabricação linear. ....	21
Figura 4 - Varredora da Comlurb. ....	22
Figura 5 - The Double Diamond process. ....	24
Figura 6 - Varredor limpando as ruas de Nova Iorque. ....	28
Figura 7 - Primeira patente de um varredor de rua "bio-mecanizado" (1846).....	29
Figura 8 - Calçada urbana com lixo.....	29
Figura 9 - Tipos de lixo encontrados no Brasil. ....	30
Figura 10 - Questão sobre a quantidade de horas gastas.....	32
Figura 11 - Questão sobre impactos na qualidade de vida. ....	32
Figura 12 - Questão sobre tipos de equipamentos.....	33
Figura 14 - Varredor da Comlurb em Humaitá.....	36
Figura 15 - Opinião do presidente da comlurb sobre economia circular.....	37
Figura 16 - Imagens de Varredor despejando lixo em Botafogo. ....	38
Figura 17 - Análise de Similares, carrinhos de varrição. ....	40
Figura 18 - Modelo de Carrinho Single Space Glasdon.....	41
Figura 19 - Fabricação dos carrinhos da Comlurb. ....	42
Figura 20 - Comparação entre estação Glasdon e Comlurb. ....	42
Figura 21 - Carrinho de varrição, modelo container.....	43
Figura 22 - Carrinho de varrição com tecnologia e aspiração. ....	44
Figura 23 - Pesquisa de similares, carrinho aspiradores. ....	45
Figura 24 - Teorema de Bernoulli.....	48
Figura 25 - Princípios de funcionamento de um aspirador de pó. ....	49
Figura 26 - Esquema de visualização de fluxo de ar.....	50
Figuras 27 - Carrinhos de varrição utilizados pela Comlurb. ....	51
Figura 28 - Jornada de Trabalho. ....	53
Figura 29 - Carrinhos de varrição preso no poste da policial civil, Botafogo. ....	54
Figura 30 - Percentil 5%. ....	55
Figura 31 - Análise dos percentis. ....	55
Figura 32 - Análise da postura dos varredores de diferentes percentis.....	56

Tabela 1: Requisitos dos usuários. ....	58
Tabela 2: Requisitos técnicos.....	59
Figura 33 - Painel de tecnológico. ....	62
Figura 34 - Painel de tecnológico. ....	63
Figura 35 - Painel de aspiradores. ....	64
Figura 36 - Algumas alternativas desenvolvidas ao longo do projeto.....	66
Figura 37 - Alternativa N14. ....	68
Figura 38 - Alternativa N15. ....	68
Figura 39 - Alternativa N15. ....	69
Figura 40 - Alternativa N16. ....	69
Figura 41 - Alternativa N16. ....	70
Figura 42 - Alternativa N17. ....	70
Figura 43 - Alternativa N17. ....	71
Figura 44 - Variação de sketch da alternativa N17. ....	71
Figura 45 - Variação da Alternativa N17-V1. ....	72
Figura 46 - Região de encapsulamento da tecnologia de aspiração. ....	73
Figura 47 - Volumétrico da alternativa N17. ....	74
Figura 48 - Estudo de variação de volume sobre sólido.....	75
Figura 49 - Estudo de Volumetria. ....	76
Figura 50 - Estudo de Volumetria. ....	76
Figura 51 - Volumetrias de suporte modelado no blender.....	77
Figura 52 - Variações de container modelado no blender. ....	77
Figura 53 - Variações de container sketch sobre volumétrico do blender.....	77
Figura 54 - Variações de apoio de mão - sketch sobre volumétrico do blender.....	78
Figura 55 - Variações de container - sketch sobre volumétrico do blender. ....	78
Figura 56 - Variações de container, vista frontal - sketch sobre volumétrico do blender. ....	79
Figura 57 - Variações de container, vista frontal - sketch sobre volumétrico do blender. ....	79
Figura 58 - Variações de container, vista lateral - sketch sobre volumétrico do blender. ....	80
Figura 59 - Variações de container, vista frontal- modelagem no blender. ....	80
Figura 60 - Proposta final de container, vistas.....	81
Figura 61 - Proposta final de container, perspectiva. ....	81
Figura 62 - Aplicação de desenho do apoio de mão no container N18. ....	82

Figura 63 - Aplicação de desenho do suporte - N18. ....	83
Figura 64 - Bicos de aspiração - N18.....	84
Figura 65 - Bicos de aspiração - N18.....	84
Figura 66 - Bicos de aspiração - N18.....	85
Figura 67 - Mock-up de baixa-fidelidade - N18.....	85
Figura 68 - Porta-pertences - N18.....	86
Figura 69 - Conjunto - N18.....	87
Figura 70 - Bico de aspiração aplicado ao conjunto N18.....	88
Figura 71 - Vista Frontal do conjunto - N18V3. ....	89
Figura 72 - Dimensionamento geral do container.....	90
Figura 73 - Vista explodida do container.....	92
Figura 74 - Vista frontal do container sem componentes. ....	93
Figura 75 - Vista perspectivada do container. ....	94
Figura 76 - Simulação estrutural.....	95
Figura 77 - Simulação estrutural.....	95
Figura 78 - Teste de fragilidade com container impressora 3D. ....	96
Figura 79 - Teste de fragilidade com container impressora 3D. ....	97
Figura 80 - Desenho técnico e visualização da chapa de reforço. ....	98
Figura 81 - Detalhe visual das abas de reforço do container. ....	99
Figura 82 - Perspectiva de detalhe do container.....	100
Figura 83 - Vista frontal das pegas para mãos.....	101
Figura 84 - Dimensionamento geral das pegas para mãos.....	101
Figura 85 - Teste de forças das pegas para mãos. ....	102
Figura 86 - Pegas do container. ....	103
Figura 87 - Porta-motor. ....	104
Figura 88 - Visualização do porta-motor em transparência. ....	104
Figura 89 - Dimensionamento geral do porta-motor.....	105
Figura 90 - Porta-pertences. ....	105
Figura 91 - Dimensionamento Geral do porta-pertences.....	106
Figura 92 - Bico de aspiração. ....	107
Figura 93 - Dimensionamento geral do bico de aspiração.....	107
Figura 94 - Suporte do bico de aspiração. ....	108

Figura 95 - Dimensionamento geral do bico de aspiração.....	108
Figura 96 - Conector. ....	109
Figura 97 - Tubo de aspiração.....	109
Figura 98 - Dimensionamento geral do conector.....	110
Figura 99 - Dimensionamento geral do suporte.....	111
Figura 100 - Suporte. ....	112
Figura 101 - Teste de centro de massa e equilíbrio. ....	113
Figura 102 - Teste de equilíbrio e centro de massa com impressão 3D.....	113
Figura 103 - Teste de equilíbrio com sacola plástica 700g.....	114
Figura 104 - Dimensionamento Geral do subsistema eixo de rotação.....	115
Figura 105 - Vista explodida do sistema de eixo de rotação. ....	115
Figura 106 - Pneu para carrinho.....	116
Figura 107 - Barra roscada. ....	116
Figura 108 - Insertos metálicos e parafusos. ....	117
Figura 109 - Borracha de vedação.....	117
Figura 110 - Pino com ranhura K 1454.108165. ....	117
Figura 111 - Parafuso e porca. ....	118
Figura 112 - Porcas M12 Sextavada.....	118
Figura 113 - Arruela Zincadas M12.....	119
Figura 114 - Espaçador M12.....	119
Figura 115 - Motor de 1100w para aspirador urbano. ....	120
Figura 116 - Bateria de Lítio 24v.....	120
Figura 117 - Chicote de fiação para ligação do motor à bateria.....	121
Figura 118 - Filtro para motor de aspiração.....	121
Figura 119 - Botão de inicialização universal.....	122
Figura 120 - Mangueira para aspirador. ....	122
Figura 121 - Espera para conexão. ....	123
Figura 122 - Tipos de materiais.....	124
Figura 123 - Polipropileno.....	125
Figura 124 - Reservatório de combustível.....	125
Figura 125 - Regiões de aplicação do material. ....	126
Figura 126 - Representação do plástico ABS. ....	127



Figura 127 - Processo de rotomoldagem. ....	129
Figura 128 - Análise de fabricação. ....	130
Figura 129 - Análise fabricação de cada parte do produto. ....	131
Figura 130 - Processo de vacuum forming. ....	131
Figura 131 - Processo de injeção para fazer o suporte para bico de aspiração. ....	132
Figura 132 - Demonstração do encaixe do suporte no container. ....	133
Figura 133 - Visualização da chapa de reforça para encaixe do suporte. ....	135
Figura 134 - Análise de sistema de eixo de rotação de container de lixo. ....	136
Figura 135 - Montagem de eixo de rotação. ....	137
Figura 136 - Sistema de eixo de rotação. ....	138
Figura 137 - Visualização da tarefa. ....	139
Figura 138 - Atividade de varrição. ....	140
Figura 139 - Abertura da tampa do carrinho. ....	141
Figura 140 - Como iniciar a função de aspiração. ....	143
Figura 141 - Demonstração da trava do suporte do carrinho. ....	144
Figura 142 - Processo de aspiração. ....	145
Figura 143 - Processo de remoção do lixo. ....	146
Figura 144 - Análise ergonômica, visualização da área de serviço. ....	147
Figura 145 - Análise ergonômica estática. ....	147
Figura 146 - Análise ergonômica, postura e flexões dos cotovelos. ....	148
Figura 147 - Análise da flexão dos joelhos. ....	149
Figura 148 - Análise da inclinação do container. ....	150
Figura 149 - Guia prático de posições ergonômicas. ....	151
Figura 150 - Uso de pegas para posição neutra. ....	152
Figura 151 - Uso de pegas para posição neutra com extensão estressante. ....	152
Figura 152 - Redefinição do tamanho do bico de aspiração. ....	153
Figura 153 - Teste de extensão dos cotovelos. ....	154
Figura 154 - Teste de flexão dos cotovelos. ....	155
Figura 155 - Teste de extensão dos cotovelos na posição lateral. ....	155
Figura 156 - Vista frontal. ....	157
Figura 157 - Vista explodida. ....	158
Figura 158 - Vista lateral. ....	159

Figura 159 - Vista superior. ....	160
Figura 160 - Vista frontal, detalhe frontal. ....	161
Figura 161 - Vista lateral da parte de cima do carrinho .....	162
Figura 162 – Perspectiva.....	163
Figura 163 – Ambientação com usuário. ....	164
Figura 164 – Ambientação, com detalhe traseiro.....	165
Figura 165 – Ambientação, com usuário. ....	166
Figura 166 – Ambientação, com usuário. ....	167

## **Sumário**

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>1 ELEMENTOS DA PROPOSIÇÃO .....</b>	<b>18</b>
1.1: Apresentação geral do problema projetual.....	18
1.2: Objetivos Projetuais .....	19
1.2.1: Geral e Específico.....	19
1.3: Justificativa.....	19
1.4: Metodologia.....	23
1.4.1: Ferramentas de pesquisa adotadas .....	25
<b>2 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS .....</b>	<b>26</b>
2.1: Levantamento de dados .....	26
2.2: Pesquisa histórica .....	26
2.2.1: Uma rápida passagem histórica sobre questão do lixo: .....	26
2.2.2: A História dos Varredores e as Máquinas de Varrição .....	27
2.3: A visualização dos dados sobre a questão do lixo: .....	28
2.3.1: Tipos de Lixo encontrados nas Ruas .....	29
2.3.2: O contingente de agente de limpezas de ruas .....	30
2.4: Pesquisa, entrevista e observações de campo.....	31
2.4.1: Panorama de Pesquisa .....	31
2.4.2: Conclusão da pesquisa de campo .....	36
2.5: Pesquisa de similares e de tangibilidade do projeto .....	38
2.5.1: Modelos sem tecnologia de aspiração .....	39
2.5.2: Modelos com tecnologia de aspiração .....	44
2.5.3: Análise da tecnologia de aspiração para a aplicação no projeto .....	48
2.5.4: Definição dos Componentes para tecnologia de aspiração .....	50

2.6: Análise Estrutural.....	50
2.7: Jornada de trabalho do usuário .....	52
2.8: Dimensionamento geral do container para estudo ergonômico .....	54
2.9: Requisitos projetuais .....	56
<b>3 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO.....</b>	<b>61</b>
3.1: Conceituação .....	61
3.2: Painel Semântico e inspiracional .....	61
3.2.2: Painel para bicos de aspiração .....	64
3.2.3: Conclusão da pesquisa visual .....	65
3.3: Geração de alternativas.....	65
3.3.1: Análise das Alternativas.....	67
3.3.2: Considerações para o desenvolvimento técnico: .....	71
3.4: Desenvolvimento técnico-criativo .....	72
3.4.1: Evolução da volumetria e da forma do produto.....	72
3.4.2: Desenvolvimento criativo da estação como conjunto.....	82
3.5: Conclusão da fase criativa e visualização preliminar da alternativa .....	87
<b>4 DETALHAMENTO TÉCNICO E APRESENTAÇÃO PROJETUAL.....</b>	<b>89</b>
4.1: Resultado projetual .....	89
4.2 Visualização de modelagem por partes projetadas.....	90
4.2.1 - Container .....	90
4.2.2: Pegas para mãos.....	101
4.2.3: Porta-motor .....	104
4.2.4: Porta-Pertences .....	105
4.2.5: Bico de Aspiração e seus componentes .....	106
4.2.6 : Suporte .....	110
4.2.7: Eixo de rotação para rodas .....	114
4.3: Especificações Técnicas de itens de série .....	115

4.3.1- Rodas .....	116
4.3.2 - Barra roscada .....	116
4.3.3: Insertos e Parafusos M8 para fixação geral de componentes Plásticos .	117
4.3.4: Itens para vedação.....	117
4.3.5: Pino de trava .....	117
4.3.6: Parafusos e porcas para fixação da chapa interna .....	118
4.3.7: Porcas, Arruelas e Buchas para o eixo de rotação.....	118
4.3.8: Componentes para o aspirador.....	119
4.4: Materiais e processos de fabricação.....	123
4.4.1: Materiais .....	124
4.5.2: Processo de fabricação.....	128
4.6: Descrição de mecanismos e outros funcionamentos.....	133
4.6.1: Encaixe do suporte no container.....	133
4.6.2: Sistema de eixo de rotação .....	136
4.7: Usabilidade do Produto e Validação ergonômica .....	139
4.7.1: Visualização Ilustrada da Tarefa .....	139
4.7.1.1: Início da tarefa do varredor .....	139
4.7.1.3: Atividade em ação 2 .....	142
4.7.2: Análise ergonômica .....	146
4.8: Apresentação geral do produto.....	156
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>168</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>170</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>175</b>

# Universo projetual

## Capítulo 1



## INTRODUÇÃO

A questão do lixo no Brasil é um desafio ímpar, desde os descartes incorretos dos lixo à desvalorização dos profissionais de limpeza urbana. A Comlurb é uma companhia municipal do Rio de Janeiro responsável pela coleta, poda, limpeza das vias e praias, ou seja, atividades importantes para a funcionalidade e limpeza dos espaços públicos e coletivos. Apesar da sua importância, os trabalhadores ainda enfrentam condições de trabalho precárias, falta de reconhecimento e equipamentos inadequados.

A rua é um espaço comum de uso das pessoas, onde circulam, trabalham, trocam e criam experiências. Porém, a relação da população com o descarte dos próprios lixo nem sempre são feitos de forma consciente, fazendo com que os lixo descartados nos espaços urbanos impactem, por exemplo, no aumento das enchentes, poluição do solo, das águas<sup>1</sup> ou em proliferação de doenças. O trabalho dos varredores, nesse sentido é fundamental para manter a cidade habitável e este projeto buscou entender o descarte incorreto de lixo na cidade do Rio de Janeiro e o seu processo de limpeza de ruas, praças e avenidas através do papel dos varredores de rua.

Com equipamentos de trabalho precarizados e sem o devido reconhecimento, os varredores continuam a desempenhar um papel essencial na manutenção da limpeza da cidade. Apesar de sua importância, a degradação de suas estações de trabalho e as condições desfavoráveis em que atuam raramente são questionadas, refletindo o descaso com esses profissionais e com a infraestrutura que utilizam. A falta de equipamentos modernos e de um ambiente de trabalho digno contribui para a desvalorização desses agentes, que enfrentam desafios diários para garantir a limpeza dos espaços públicos.

Diante dessa realidade, a necessidade de desenvolver um carrinho de varrição se torna evidente. Esse projeto visa aprimorar a eficiência do serviço de coleta e melhorar as condições de trabalho dos varredores. Um novo conceito de produto que eleva a qualidade do trabalho e a dignidade precisa emergir.

---

<sup>1</sup>Notícia sobre lixo nas ruas do Rio de Janeiro <https://oglobo.globo.com/rio/noticia/2024/04/14/lixo-custa-r-110-milhoes-aos-cariocas-dinheiro-poderiamanter-10-upas-ou-dois-grandes-hospitais-de-emergencia-por-ano.ghtml>



## **1 ELEMENTOS DA PROPOSIÇÃO**

### **1.1: Apresentação geral do problema projetual**

O Brasil é um país com 214 Milhões de habitantes produtores de lixo urbanos. Cada brasileiro gera 1,38 quilogramas de lixo por dia, de acordo com a ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Públicas e Resíduos Especiais). Isso significa que anualmente os Brasileiros geram 80 Milhões de toneladas de lixo descartados. Se focarmos em um Estado, como por exemplo o do Rio de Janeiro, que possui pouco mais de 6 milhões de habitantes (IBGE, 2023), considerando apenas a região metropolitana, produziria no mínimo 17 mil de toneladas de lixo por dia.

A partir das entrevistas realizadas a pesquisa do projeto tornou-se um desafio de concepção de um novo carrinho de varrição. Este projeto baseia-se no uso da tecnologia de aspiração para melhorar as condições do trabalho dos varredores de rua - fazendo o uso emprestado de alguns dos principais valores da ODS-8: Inovação e dignidade no ambiente de trabalho.

Para compreender essas informações apresentadas foi necessário realizar pesquisa de dados relativos aos comportamentos de descartes incorretos de lixo, como também uma pesquisa de campo, entrevistas com os Varredores de Rua, perguntando sobre como funcionava a estrutura de trabalho da Comlurb.

Estabelecido essas considerações preliminares, este projeto pretende abordar o percurso profissional dessa categoria, como também criar um novo capítulo narrativo sobre as atividades de limpeza das cidades, que almejam um desenvolvimento sustentável, respeitando a humanidade dos cidadãos/trabalhadores e os colocando como responsáveis pelo futuro das cidades.

## **1.2: Objetivos Projetuais**

### **1.2.1: Geral e Específico**

Baseado nas observações de campos realizadas no projeto, nas entrevistas com varredores de rua (Secção 3.4) e na ODS-8, este projeto tem como objetivo desenvolver um produto para varredores da comlurb, tendo como norte a melhoria na condição do trabalho, ora a partir do uso de tecnologias que possam auxiliar na execução do trabalho, ora focando em soluções que aprimorem o dia a dia de serviço.

Para alcançar essa proposta e torná-la próxima do real, foi necessário construir um mapa de atividades identificando principais ações de projeto a serem tomadas. A partir dessa condição, parâmetros desenvolvimento foram estabelecidos:

1. Aprimorar o desenho dos carrinhos de varrição;
2. Acrescentar a tecnologia de aspiração nos carrinhos de varrição;
3. Garantir que o carrinho de varrição projetado seja robusto e funcional;
4. Garantir que o carrinho permita a remoção do lixo do container com facilidade;
5. Garantir que o carrinho de varrição atenda aos percentis 5%, 50% e 95% adequadamente;
6. Desenvolver um projeto que possa ser fabricado industrialmente no Brasil;
7. Desenvolver um produto que possa ser reparável;
8. Prototipar e desenvolver uma alternativa que atenda aos planos dos requisitos;

### **1.3: Justificativa**

O Brasil, possui cerca de 214 milhões de habitantes e destaca-se no cenário global como um produtor significativo de resíduos urbanos, em termos anuais, esse cenário resulta em expressivos 80 milhões de toneladas de resíduos (Figura 1), como relatado pela Agência Brasil (2021).

Esses números, destacam a urgência de adotar práticas mais sustentáveis em relação ao consumo e descarte de resíduos no espaço urbano. Assim, o processo de varrição de ruas emerge como uma solução fundamental para enfrentar o problema e os desafios crônicos dos resíduos sólidos, promovendo habitabilidade das cidades.



Figura 1 - Aterro Sanitário de Gramacho.  
Fonte: Sem direitos autorais.

De acordo com o MPCA (Minnesota Pollution Control Agency), essa prática de limpeza melhora significativamente a qualidade da água, do ar e da saúde no ambiente urbano, além de ajudar no ideal processo de reciclagem de materiais descartados incorretamente na natureza. O acúmulo de lixo nas cidades pode causar entupimentos em sistemas de drenagem, poluir cursos d'água e piorar a qualidade do ar, afetando diretamente a saúde dos moradores. Em face das complexidades urbanas para resolver a questão dos lixo descartados de forma inadequada, os varredores de rua desempenham um papel crucial na manutenção da limpeza e na ordem das cidades. Eles são essenciais para o funcionamento do ambiente urbano, ajudando a reduzir os impactos ambientais e promovendo a sustentabilidade local.

Entretanto, a tarefa desses agentes se torna desafiadora quando as condições de funcionalidade e uso dos seus equipamentos de trabalho são improvisadas (Figura 2). Equipamentos mal projetados ou improvisados não apenas afetam a eficiência do trabalho, mas também aumentam o esforço físico necessário para exercer a função, comprometendo a saúde dos varredores e limitando a qualidade do serviço prestado OIT (Organização Internacional do Trabalho).



Figura 2 - Varredores de rua da Comlurb. Container de varrição.  
Fonte: Brasil de Fato.

De acordo com *Circle Economy Foundation*, preservar a vida útil de um produto ajuda a diminuir o impacto do lixo nas cidades, em razão dos números gritantes sobre as quantidades de lixo que geramos anualmente e não reutilizamos de maneira consciente. Foi observado (Secção 3.4.2) container de lixo, dentro desse contexto, é projetado dentro do conceito rudimentar de fabricação linear (Figura 3), onde o produto é gerado, distribuído, utilizado e por último descartado.

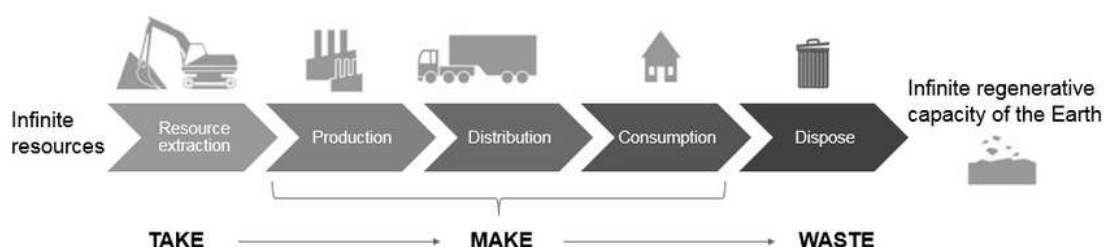


Figura 3 - Fluxograma do processo de fabricação linear.  
Fonte: Imagem sem direitos autorais.

Baseado na análise de similares (Secção 3.5) foi possível constatar que carrinhos de varrição de rua convencionais não são projetados para enfrentarem desafios urbanos diários; seu tempo de vida útil é limitado ao cenário restrito de depósito de lixo, embora ele seja utilizado pelas empresas de limpeza urbana como um equipamento adequado aos varredores de lixo.

Essa realidade dura faz com que esses produtos tornem-se obsoletos e incapazes de oferecer uma estação de trabalho digna e adequada aos varredores, de modo a contribuir para a invisibilidade da profissão. E foi diante deste obstáculo que a Comlurb encontrou uma solução e para tentar reverter esse paradigma buscou respostas na economia circular (Secção 3.4.2) como um plano consciente porém carente de um projeto à altura do desafio (Figura 4).



Figura 4 - Varredora da Comlurb.  
Fonte: Elaboração própria.

Nesse sentido, esse projeto busca experimentar os mesmos caminhos do design circular desenhados pela empresa, como também pretende promover outros caminhos que darão robustez ao projeto, no caso convém citar a Meta 8 da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. A ODS-8 preconiza a necessidade das cidades de "alcançarem emprego pleno, produtivo, trabalho digno e decente para todas as mulheres e homens,[...]", isso permitirá a idealização de um produto baseado em critérios ergonômicos.

Neste caminho do projeto, portanto, surge-se a necessidade de estudar e fazer o uso das abordagens contemporâneas citadas para pensar um novo conceito de carrinho de varrição, tendo o objetivo de resolver tanto os problemas relativos ao processo de varrição, por exemplo a questão da inserção da tecnologia de aspiração para aprimorar as condições do trabalho, quanto o que se refere ao processo de fabricação dos carrinhos buscando trazer soluções apoiadas nos conceitos de reparabilidade do produto e melhorias nas condições do trabalho.

#### 1.4: Metodologia

Este projeto nasceu de uma pesquisa sobre possíveis problemas contemporâneos que pudessem ser solucionados através do Design. Para tanto, foi necessário estruturar possíveis cenários a partir da seguinte estrutura: a) problemas centrados em usuários, b) problemas urbanos e c) problemas focados no bem estar das pessoas idosas. A partir dessa condição foi escolhido uma metodologia que se adequasse para a situação desejada.

Dessa forma, foi descoberto que a metodologia que mais se adequou ao trabalho foi a do guia prático de projeto *“The Double Diamond process”*. De acordo com o Design Council, *“The Double Diamond Design process”*<sup>2</sup> é uma representação visual do processo de design, isto é, trata-se de um guia que tem como objetivo direcionar projetos de design que têm algum apelo inovativo; é um guia simples que descreve os passos comuns de um projeto de design ou de um projeto inovador, independente de um método ou de ferramentas específicas.

Dentro da nossa realidade de projeto este guia ou *“framework”* foi utilizado apenas como um parâmetro inicial para direcionar o projeto, ou seja, a metodologia não foi seguida fielmente a todo custo. Abaixo segue uma lista de 1 a 4 que ilustra visualmente a estrutura da metodologia, pontuando-se cada etapa e a sua devida aplicação dentro do projeto.

---

<sup>2</sup> **“The Double Diamond process - still fit for purpose?”**.Eisermann Richard. **Design Council**. Acessado: 16/05/2024. <https://medium.com/design-council/the-double-diamond-design-process-still-fit-for-purpose-fc619bbd2ad3>



## 1. *Discover* - Descobrimo oportunidades

Nesta etapa do projeto foram realizadas pesquisas genéricas e abordagens simples com usuários para compreender a realidade do problema e suas principais condições

## 2. *Define* - Definindo caminhos

Nesta etapa, munido de ferramentas e informações de “*secondary research*” ou munidos de dados relativos ao campo do problema, foi definido o caminho de uma possível solução compatível com as questões levantadas. Entrevista qualitativa do tipo one-to-one e um questionário online foram ferramentas utilizadas nesse contexto.

## 3. *Develop* - Gerando soluções

Na fase de desenvolvimento do projeto foram idealizados conceitos baseados tanto nos requisitos projetuais, quanto nas necessidades dos usuários entrevistados. Nesta fase um processo técnico criativo foi construído: definir e desenvolver.

## 4. *Deliver* - Entregando resultados

De forma genérica, a fase de entrega é a fase final do projeto onde o produto idealizado, conceituado é desenvolvido e “prototipado”. Neste projeto, foi decidido fazer dois tipos de entregas para validação projetual: a modelagem 3D e os mock-ups.

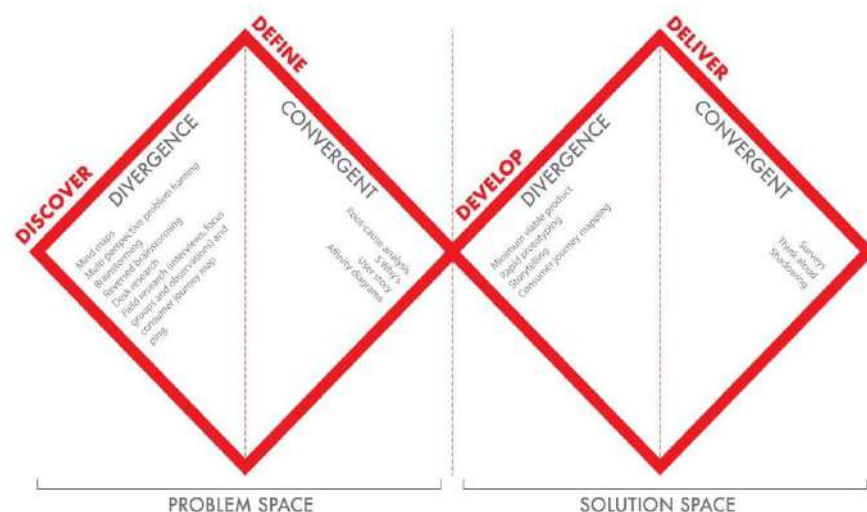


Figura 5 - The Double Diamond process.

Fonte: [Design Council](#).



Acima, portanto, vê-se a ilustração formal dada pelo guia e as suas devidas “boas práticas de projeto” para obter-se um resultado projetual. Cabe salientar novamente, que as ferramentas utilizadas e indicadas para serem usadas na metodologia não necessariamente foram consideradas durante este percurso.

#### **1.4.1: Ferramentas de pesquisa adotadas**

Neste projeto as ferramentas metodológicas, do tipo Pazmino e Donald Norman, foram fundamentais para organizar o projeto e criar o seu *modus operandi*. Abaixo algumas destas ferramentas e suas respectivas utilidades no projeto:

- **Análise funcional :** Análise utilizada para entender a função do objeto analisado ou da condição em análise
- **Análise estrutural:** Análise da estrutura do produto, tal como uma engenharia reversa para compreender cada parte do objeto.
- **Análise Diacrônica:** Pesquisa histórica sobre a história do lixo como do produto analisado
- **Pesquisa de Similares:** Busca de similares dentro do mercado, mapeando suas funções e entendendo suas estruturas.
- **Requisitos projetuais:** Tabela de parâmetros que é utilizada para direcionar o desenvolvimento do produto
- **Entrevista One-to-One:** Entrevista com um usuário em específico para entender a sua realidade de trabalho.
- **Painel Semântico:** Painel inspiracional de projetos similares que inspiram o projeto
- **Persona Cenários:** Identificação e personificação do usuário real do produto

# Pesquisa de campo

## Capítulo 2



## **2 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS**

### **2.1: Levantamento de dados**

Para este projeto, foram necessários o uso de duas ferramentas de pesquisa: A) uma que trata da pesquisa de campo — entrevista com os varredores, análise da tarefa, observação de campo. B) a outra que trata da pesquisa de fontes bibliográficas para compreender-se o número de varredores existentes no país — quando a profissão surgiu, o número de lixo coletado diariamente nas ruas do Rio de Janeiro, os tipos de lixo existentes nas ruas do Brasil. Todos esses dados coletados, enfim, com o objetivo de fornecer um panorama global sobre o tema.

A partir desses dados e desta pesquisa foi possível compreender e mapear os problemas dos Varredores de Rua do Rio de Janeiro. Além de ter possibilitado o entendimento do que é trabalhar como varredor; quais são os seus equipamentos de trabalho; como se descarta o material de trabalho realizado e o motivo dos varredores não possuírem uma estação de trabalho digna.

### **2.2: Pesquisa histórica**

#### **2.2.1: Uma rápida passagem histórica sobre questão do lixo:**

De acordo com o artigo “Lixo através da História” da revista da Instituição Fiocruz o entendimento sobre o que é o lixo tem três fases dentro da história da sociedade ocidental. O primeiro, referente à idade média: o lixo era compreendido dentro da lógica religiosa, o próprio termo era associado ao pecado e à doenças; a produção de produtos, artigos e alimentos encaixavam-se dentro dos ritos religiosos.

O segundo refere-se à revolução industrial: as descobertas científicas e os evidentes acúmulos de lixo industriais produzidos nas cidades de Londres e as consequências sociais que os lixo causavam, tornaram-se evidentes. Medidas de urbanização e gestão de lixo começaram a fazer parte dos projetos das cidades; é neste período que o Varredor surge como profissional da cidade, antes a prática era familiar.

O último e não menos importante, trata-se do período contemporâneo globalizado, onde a lógica de criar, consumir e descartar encontra-se em constantes críticas que buscam criar soluções para uma cidade verde, com consumo e descarte consciente.

Ainda de acordo com o artigo, a concepção contemporânea do que é o lixo compreende o plástico como o principal problema das cidades – não sublinhando a questão humana – em virtude do gatilho de produção-consumo-descarte que os produtos gerados com esse material geram.

É claro que este tema, especificamente, é um tema complexo e ele não é o motivo deste projeto, mas como ele é um tema que tangencia a nossa questão, que é a varrição de rua — e como a varrição de rua trata-se de lixo descartados, inclusive plásticos — este precisou ser ilustrado de forma superficial e genérica para não deixar um espaço em branco.

### **2.2.2: A História dos Varredores e as Máquinas de Varrição**

Os Varredores de Lixo possuem um papel fundamental na estrutura social da cidade contemporânea urbanizada, produtora e gerenciadora de lixo. Esta produção e essa gerência, de acordo com a empresa Smith-Equipments no seu blog sobre “*A brief History On Street Sweepers*”<sup>3</sup>, a história dos varredores e a sua aparição começam a ser registradas na primitiva Revolução Industrial em 1840, onde a cidade urbanizada de *Manchester*, na Inglaterra, avançava em direção ao futuro.

A necessidade da existência dos varredores vieram em dois sentidos a partir desse contexto: o primeiro referente ao varredor humano, limpador de ruas, com pá, vassouras e carrinhos, a medida que o descontrole da produção de lixo ia se tornando evidente; e o segundo referente à criação das máquinas de varrição, onde a varrição humana é substituída pelas de varrição mecanizada, mesmo com todas as suas limitações, como se vê nas figuras 6 e 7.

---

<sup>3</sup> SMITH EQUIPMENT. **A Brief History on Street Sweepers - Smith Equipment - Lakeland, FL.** Disponível em: <<https://smith-equipment.com/a-brief-history-on-street-sweepers/>>.



Figura 6 - Varredor limpando as ruas de Nova Iorque.  
Fonte: Smith-Equipments.

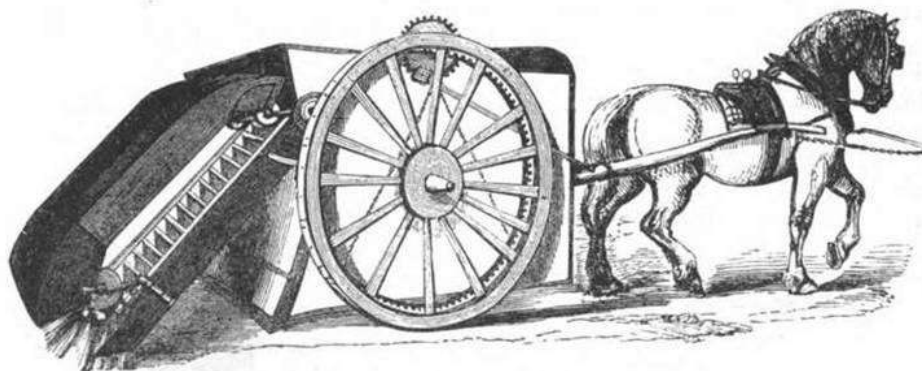


Figura 7 - Primeira patente de um varredor de rua "bio-mecanizado" (1846).  
Fonte: Alamy.

Essas configurações do passado, mecanizadas ou humanizadas, foram evoluindo e hoje apresentam-se como um vestígio do passado de uma profissão contemporânea que praticamente mantém-se a mesma: os varredores são agentes de limpeza fundamentais para as cidades.

### **2.3: A visualização dos dados sobre a questão do lixo:**

Para compreender o cenário do trabalho dos varredores, tornou-se necessário na pesquisa trazer dados sobre o número de habitantes e o número de lixo que cada habitante do Brasil gera anualmente, e a partir disso, afunilar o esquema de pesquisa até chegar em dados referentes ao Estado do Rio de Janeiro, de onde este projeto se inicia.



Então, veja alguns desses dados:

- O Brasil possui 214 milhões de habitantes. Cada habitante gera 1,38 kg de lixo por dia. Ao ano, são 14,3 milhões de toneladas de lixo. (ABRELPE 2017) ;
- O Estado do Rio de Janeiro produz, anualmente, 6 milhões de toneladas de lixo, o equivalente a 40% do lixo de todo o Brasil, de acordo com a ABREN em seu relatório sobre o potencial do Rio de Janeiro como um gerador de energia a partir do lixo.

Esse lixo gerado tem impacto direto dentro das cidades e na função dos Varredores, dentro e fora do município do Estado. Por exemplo, é um fato conhecido que o descarte indevido de lixo é um dos principais fatores para o entupimento direto dos sistemas de esgoto; como também afeta diretamente na vida da cidade, desorganização e paisagismo indesejado (Figura 8).



Figura 8 – Calçada urbana com lixo.  
Fonte: Sem direitos autorais.

### 2.3.1: Tipos de Lixo encontrados nas Ruas

Com o objetivo de entender quais eram os tipos de lixo mais coletados nas ruas do Brasil, foi feito um gráfico, baseado nas estimativas da ONG Pensamento Verde, que traz a visualização da porcentagem e dos tipos de lixo mais comuns encontrados pelas ruas do Brasil (Figura 9).

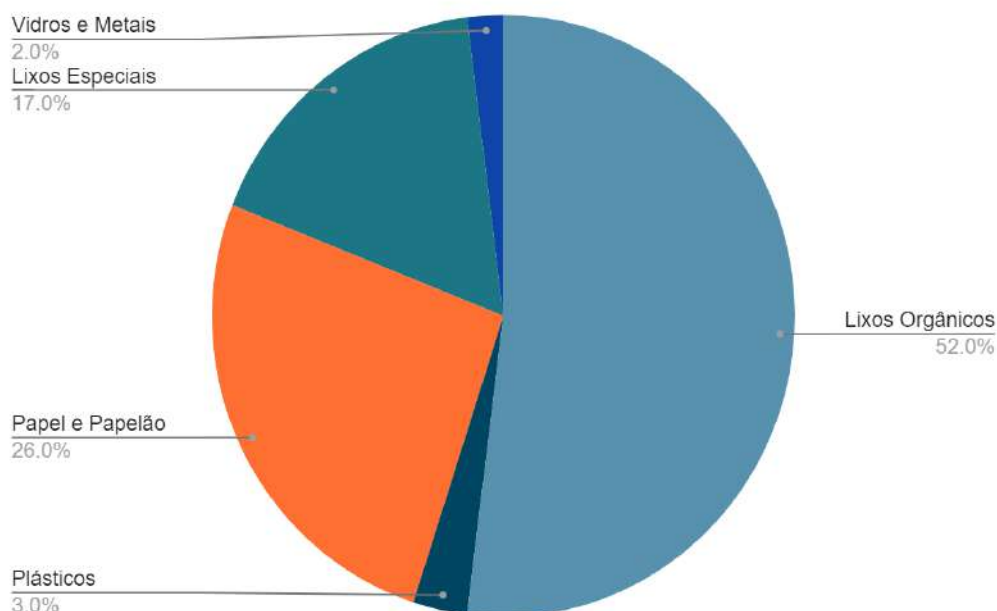


Figura 9 - Tipos de lixo encontrados no Brasil.  
Fonte: Pensamento Verde.

Além de mapear a porcentagem dos tipos de lixo existentes, esta estimativa tem como objetivo esclarecer os tipos de lixo que possivelmente o Varredor de rua do Rio de Janeiro encontra no seu dia a dia de trabalho. Essa visualização não tem como objetivo estigmatizar ou atenuar a influência de um tipo de lixo ou outro; tão-só esclarece uma possível realidade de trabalho.

### 2.3.2: O contingente de agente de limpezas de ruas

Para a quantidade de lixo gerado e tratados no Brasil, o número expressivo de trabalhadores desta categoria compreendem 800 mil pessoas em situações formais e informais: garis, varredores, catadores, entre outros agentes ativos de limpeza das cidades.

Esses dados foram coletados para se mapear a situação dos varredores do Rio de Janeiro, uma vez que a pesquisa qualitativa, por meio de formulários, não foi efetiva para o projeto, como será relatada posteriormente dentro do tópico entrevistas.

- O Rio de Janeiro possui, de acordo com o site da COMLURB, mais de 14 mil funcionários de limpeza, chamados popularmente de Garis - categoria que compreende: varredores, coletores, podadores, entre outros - se encontram em situação ativa.
- Atualmente, 19 mil ruas dos municípios do Rio de Janeiro recebem o serviço de limpeza



de vias públicas.

Por mais que tenha sido difícil encontrar o número exato de varredores do município do Rio de Janeiro, esses dados acima, junto das entrevistas, conseguem desenhar um cenário ímpar para a profissão dentro do Estado.

Para chegar, enfim, a uma conclusão desses dados, foram feitas entrevistas com usuários-varredores para tentar entender a profissão, a partir do dia a dia da atividade dentro da lógica contemporânea de trabalho, analisando funções, estações de trabalho, vasculhando perspectiva, dentro de um cenário restrito.

## **2.4: Pesquisa, entrevista e observações de campo**

### **2.4.1: Panorama de Pesquisa**

Como no início deste capítulo foi sublinhado, foram realizados dois tipos de pesquisa neste projeto: uma bibliográfica, com objetivo de trazer dados genéricos e numéricos, sobre temas que circundavam o assunto Varrição de Rua. E a outra qualitativa, com o objetivo não numérico de compreender “o que é ser Varredor na cidade do Rio de Janeiro?”. Para tanto foram selecionados ocasionalmente 4 varredores, dos quais 3 foram encontrados nas ruas de botafogo, e um varredor de São João de Meriti que serviu como piloto das entrevistas.

Também foi construído para fins comparativos um formulário, com intenção quantitativa, para enumerar os números de Varredores que conseguiriam alcançar aquele formulário, porém os resultados não foram promissores e no final do só foi possível contabilizar duas respostas amigas, como se vê abaixo (Figuras 10, 11 e 12) .

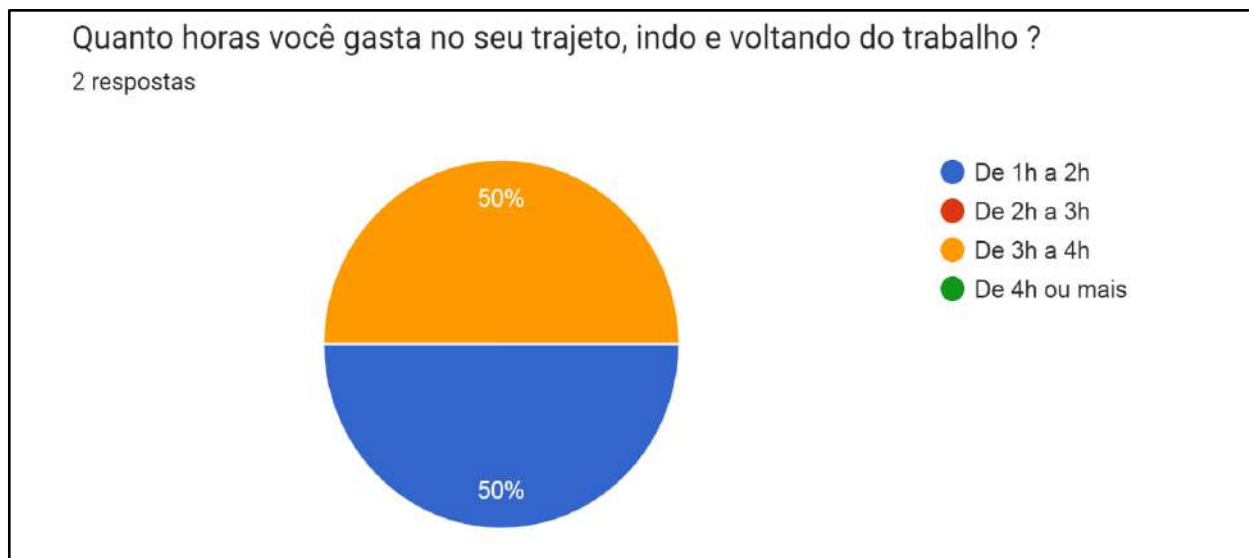


Figura 10 - Questão sobre a quantidade de horas gastas.  
Fonte: Elaboração Própria.

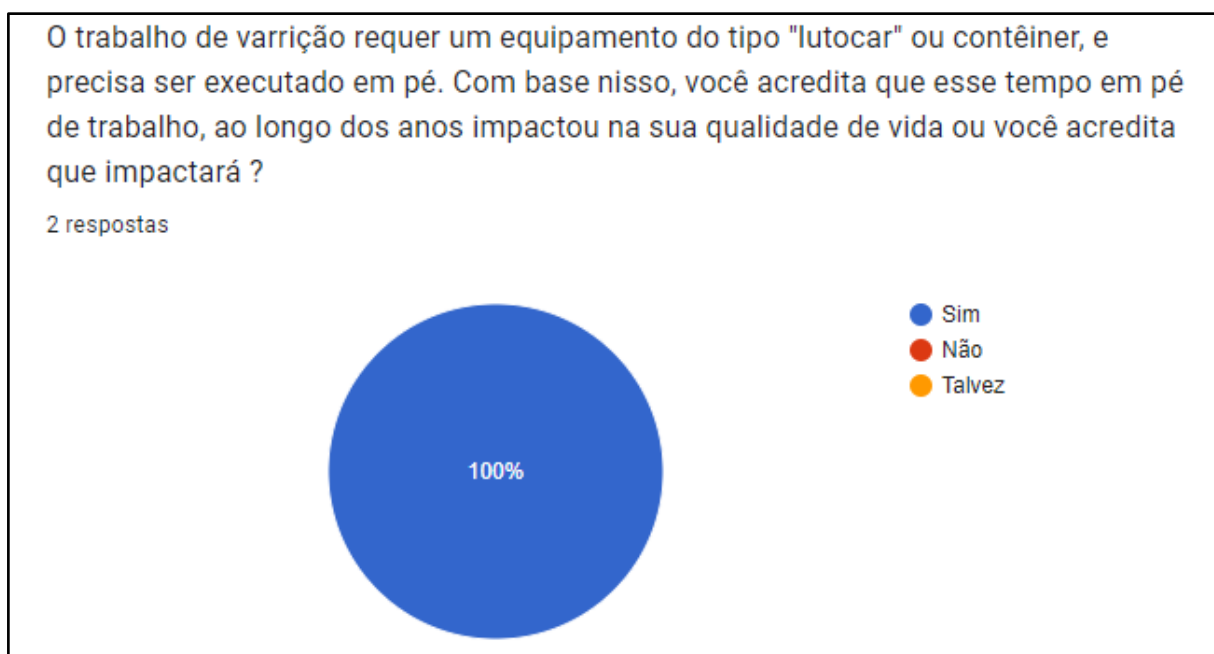


Figura 11 - Questão sobre impactos na qualidade de vida.  
Fonte: Elaboração própria.

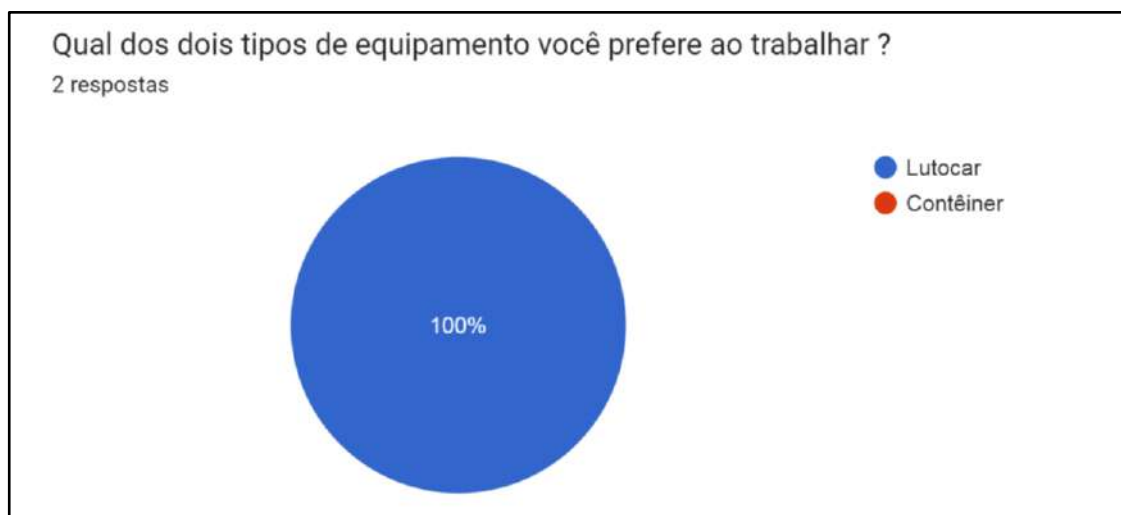


Figura 12 - Questão sobre tipos de equipamentos.  
Fonte: Elaboração própria.

Outra intenção desse formulário era compreender quais seriam as melhores opções de estação de trabalho em comparação com a existente (Figura 13), com apenas uma resposta; como também entender se havia estresses físicos na realidade de trabalho ou outras condições que pudessem ser solucionadas.

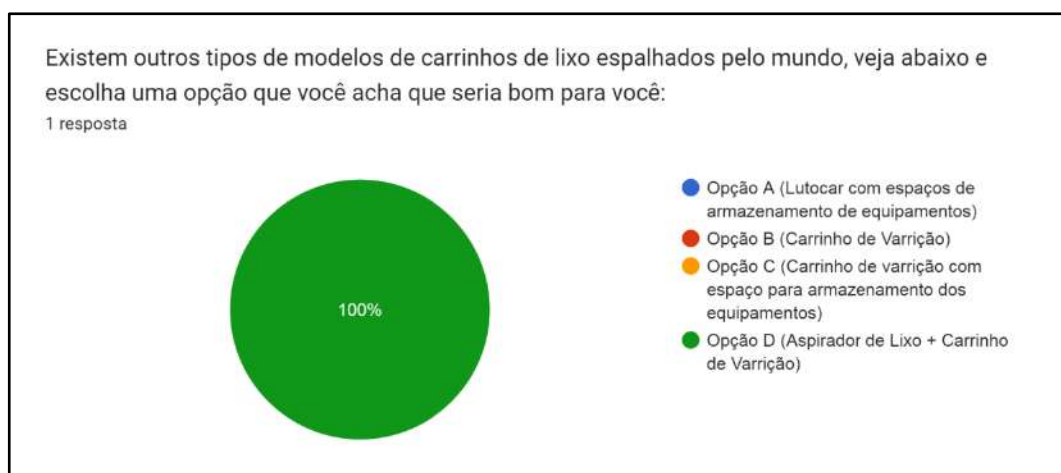


Figura 13 - Questionário sobre os tipos de modelos de carrinho de varrição.  
Fonte: Elaboração própria.

#### 2.4.1.1: Entrevista de campo

Para realizar esta entrevista de campo, foram selecionados 4 varredores para colaborarem conjuntamente com o projeto, e foi estruturado um número de 17 perguntas para esclarecer o que é, como se faz e como se lida com as varrições de rua.

### **Entrevistado Número 1:**

O primeiro varredor entrevistado foi o Flávio Alves, 39 anos, morador de São João de Meriti. Ele faz parte do quadro da Comlurb há 15 anos e já trabalhou em diversos setores: varrição, coleta e poda. Através da sua primeira experiência como varredor é que foi possível compreender a estrutura de funcionamento dos serviços de varrição.

#### **Resultados importantes da entrevista para o projeto:**

- A. Diariamente são expedidas Ordens de serviço para os varredores saírem a serviço
- B. A ordem de serviço permite compreender o desempenho de serviço do varredor
- C. Existe um fiscal de limpeza que fiscaliza a varrição do varredor
- D. Existe um destino dos lixo coletados na varrição, como também uma coleta específica para este tipo de lixo.

### **Entrevistado Número 2:**

O segundo entrevistado foi o Cristiano, 39 anos, que trabalha diariamente na região de Humaitá, Botafogo. Há 15 anos trabalha na Comlurb, e sempre trabalhou na varrição.

A partir da sua entrevista não foi possível absorver respostas enriquecedoras, em virtude da sua resistência e pavor a represálias. No entanto, com certo esforço foi possível conseguir imagens do seu carrinho de varrição, que será utilizado na análise da função.

#### **Resultados importantes da entrevista para o projeto:**

- A. Os carrinhos de varrição para uso diário são melhores do que os Containers de lixo utilizados, também para a varrição.

### **Entrevistado Número 3:**

Laerte Duarte, foi a terceira pessoa entrevistada neste projeto, tem 60 anos, mora na Baixada Fluminense, e trabalha no Leblon. Há 32 anos atua como varredor na Comlurb. Através da sua entrevista foi possível coletar dados mais abrangentes sobre a experiência da varrição na cidade, devido aos seus extensos anos de trabalho. A partir da sua entrevista foi possível coletar dados sobre condições de trabalho, medições antropométricas, como também dados sociais.

### **Resultados importantes da entrevista para o projeto:**

- A. Questionado sobre o estado de saúde do trabalho, relatou sobre inflamações nos tendões, além de pontuar estresses musculares tanto nas extremidades superiores, quanto inferiores e má qualidade de vida devido à condição do trabalho.
- B. Perguntado sobre a sua estação de trabalho, Container e o Carrinho, relatou que prefere trabalhar com carrinhos, embora estivesse trabalhando com Container.
- C. Apresentado alguns tipos de soluções de estação de trabalho foi induzido a escolher diretamente a estação de varrição com tecnologia de aspiração.

### **Entrevistado Número 4:**

Emilsen foi a nossa última pessoa entrevistada e a pessoa que tem contribuído, sempre quando pode com o projeto. Ela possui 54 anos de idade e trabalha há 12 anos na Comlurb. Nesse período de tempo trabalhou como varredora de praia e agora trabalha como varredora de rua.

A partir da sua entrevista foi possível descobrir preferências de modelo de estação para trabalho, o número de sacos que ele estima carregar diariamente, como também a informação que explicita para onde o lixo coletado nas varrições são destinados.

### **Resultados importantes da entrevista para o projeto:**

- A. Sofre de estresse nas extremidades superiores e inferiores por conta do desgaste do trabalho; de 1,56m a sua estação de trabalho é incompatível com a sua altura.
- B. Estima descarregar 10 sacas de lixo por dia, não possui certeza sobre os dados.
- C. Explicou que os lixo coletados nas ruas são levados até um ponto de coleta específico da região de trabalho, que pode ser uma esquina de uma rua principal, e são levados para serem tratados na região do Caju, no município.

### 2.4.2: Conclusão da pesquisa de campo

Os objetivos primários dessas entrevistas foram mapear a rotina de trabalho dos varredores, buscando entender quais eram as suas tarefas determinadas; quais eram os tipos de lixo que eles eram obrigados a coletar; com quais equipamentos eles eram obrigados a trabalhar; quantas ruas eles deviam percorrer e quantos KG de lixo eles deviam coletar por dia. Como foi possível identificar com os entrevistados acima, muitas dessas perguntas foram respondidas, esclarecidas e tratadas no projeto como respostas fundamentais para criar soluções a partir de dados que se aproximam do real problema.

O segundo plano das entrevistas foi entender as condições dos equipamentos de trabalho dos varredores, se eram bons para trabalhar ou não; entender se esses equipamentos eram pesados para o dia a dia; entender se havia um projeto de estação de trabalho.

Para essas perguntas, a maioria das estações de trabalho encontradas representavam um estado crônico do problema levantado anteriormente no projeto (Figura 14).

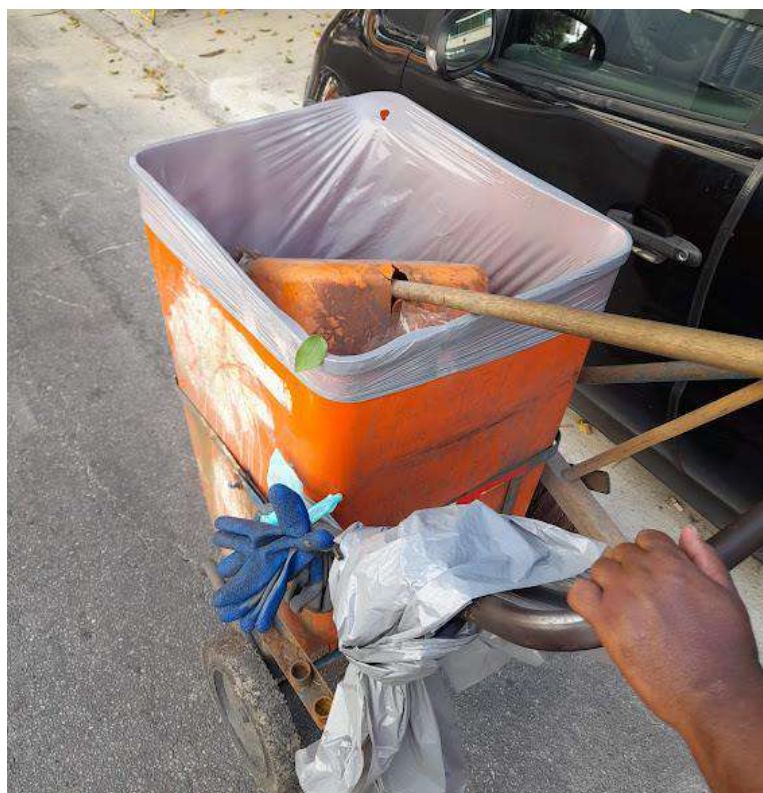


Figura 14 - Varredor da Comlurb em Humaitá.  
Fonte: Elaboração própria.

Essas respostas dificilmente viriam diretamente dos varredores, já que na Comlurb nunca houve um projeto de uma estação de trabalho para a varrição de rua, para os varredores saberem comparar e terem uma resposta categórica sobre isso.



Figura 15 - Opinião do presidente da comlurb sobre economia circular.  
Fonte: O Dia.

No entanto, foi possível encontrar a resposta a partir da própria opinião do atual presidente da Comlurb, Fábio Lopes, onde ele salienta — no seu artigo sobre “Economia Circular como Conceito Estratégico na Comlurb” no jornal O dia — que a criação da Proto-estação de varrição tem como diretrizes de criação a reutilização de "contêineres de 240 litros danificados".

“Tudo que é feito na fábrica leva o carimbo de sustentabilidade. A varrição das ruas da cidade, por exemplo, ganhou duas novas peças que só foram possíveis graças à criatividade dos garis. Uma das grandes sacadas da turma foi a transformação de papeleiras deterioradas pelo tempo de uso ou vandalizadas em papões, espécies de pás. Já os contêineres de 240 litros danificados são transformados em lutocar, equipamento tipo carrinho, feito a partir do reaproveitamento de contêineres sem condições de uso.” (Flavio Lopes, 2022; Fonte: [O Dia](#)).

É claro que a intenção da política da comlurb, diante da complexidade do mundo contemporâneo onde se torna urgente a criação de soluções do gênero, se mostra bastante progressista; não obstante, essa política só tem efeito quando ela se funda a partir da lógica de um projeto, isto é, um projeto que perdeu sua validade de uso e no futuro está pronto para ser reutilizado, ressignificado e por último reciclado, o que não é o caso analisado (Figura 16).





Figura 16 - Imagens de Varredor despejando lixo em Botafogo.  
Fonte: Elaboração própria.

O efeito dessa condição criou uma proto-estações-de-trabalho que se tornou o elemento fundamental de design deste projeto. A partir dos dados anteriores, foi necessário buscar diretrizes de projeto que partissem desses dados reais e alcançassem uma estação de trabalho móvel compatível com o cenário exposto, levando-se em consideração os dados coletados com os usuários entrevistados, as observações das condições de trabalho, assim como o cenário global do que seria uma estação de trabalho móvel ideal para a varrição de rua.

## 2.5: Pesquisa de similares e de tangibilidade do projeto

A pesquisa de mercado é uma ferramenta de análise de produtos que são concorrentes ou que foram desenvolvidos dentro de um mesmo escopo de projeto, a partir de critérios medíveis, tais como preço ou material. Essa ferramenta serviu neste projeto como um parâmetro de comparação entre o que temos no Brasil, como estação móvel de trabalho para varrição, e o que temos no restante do mundo sobre as mesmas condições.



Além de pesquisar similares ou concorrentes foi feito uma pesquisa de mercado que aproximasse a ideia de um carrinho de varrição com a tecnologia de aspiração, tanto no cenário nacional, onde o desenvolvimento é extremamente primário, quanto no cenário internacional onde é possível ver soluções de tecnologia mais tangíveis. Além disso, essa pesquisa de mercado teve como objetivo demonstrar que uma estação de trabalho que unisse as condições, varrição manual e tecnologia de aspiração, fosse possível.

Para chegar nesse lugar da pesquisa foi necessário fazer uma análise detalhada dos aspectos técnicos, de design e ergonômicos, estudando as necessidades dos usuários e a viabilidade técnica, e comparando com as alternativas similares existentes.

Desta forma, a pesquisa de mercado não só identifica os produtos existentes, mas também demonstra que a combinação dessas tecnologias pode elevar o padrão de serviços de varrição, proporcionando uma alternativa funcional e inovadora.

Após esta análise de mercado, seguir-se-á subtópicos que trazem as vantagens e desvantagens das tecnologia de aspiração associada a um carrinho da varrição e como também das suas diretrizes criativas e outros critérios ideais para uso que foram mapeados.

### **2.5.1: Modelos sem tecnologia de aspiração**

A análise comparativa entre os carrinhos de varrição tradicionais, sem tecnologia de aspiração, e os modelos mais simples de container demonstra uma clara distinção entre funcionalidade mínima e ergonomia. Os carrinhos do tipo estação móvel (Figura 17) são projetados para maximizar a eficiência do trabalho, com múltiplos compartimentos destinados ao armazenamento de ferramentas e outros itens necessários ao serviço de varrição.

A multifuncionalidade dessas estações móveis reflete um enfoque no bem-estar e na produtividade dos trabalhadores, o que pode ser visto como modelo para o projeto em desenvolvimento, integrando esses benefícios com a tecnologia de aspiração.

Por outro lado, os modelos do tipo container de lixo tradicional, embora eficientes na coleta de grandes volumes de resíduos, apresentam limitações em termos de ergonomia para o trabalho e funcionalidades adicionais. Eles são projetados de maneira mais simplificada, focando apenas na capacidade de armazenamento, sem incorporar compartimentos ou ferramentas que possam auxiliar o varredor em suas múltiplas tarefas.

Esses modelos, embora economicamente viáveis, não contribuem tanto para um ambiente de trabalho organizado e dignificado. Ao analisar esses dois tipos de carrinho, fica evidente que o projeto atual visa criar uma solução que una os dois modelos de tal forma a melhorar a eficiência de coleta de resíduos e também oferecer melhores condições de trabalho aos varredores.

Modelo estação	Modelo Container
<p>Os modelos de produto apresentados como estação são modelos que se destacam como um carrinho de varrição multifuncional. Esses produtos são similares no entanto cada um apresenta um face diferente do problema do desenvolvimento de um carrinho de varrição.</p>	<p>Os modelos de produto apresentados como container são soluções mínimas de carrinhos de varrição. Esses produtos são normalmente utilizam o container como depósito e estação de trabalho, de modo que apresenta os mesmo problemas identificados no projeto.</p>
 <p><b>Glasdon</b></p> <p><b>Modelo:</b> Single Space  <b>Dimensões:</b> 970mmx1340mmx630mm  <b>Preço:</b> N/C  <b>Produção:</b> Inglesa</p>	 <p><b>LAR PLÁSTICOS</b>  Qualidade que transforma</p> <p><b>Modelo:</b> Container  <b>Dimensões:</b> 940mmx460mmx550mm  <b>Preço:</b> N/C  <b>Produção:</b> Nacional</p>
 <p><b>Glasdon</b></p> <p><b>Modelo:</b> Double Space  <b>Dimensões:</b> 970mmx1760mmx630mm  <b>Preço:</b> N/C  <b>Produção:</b> Inglesa</p>	 <p><b>淘宝 Taobao</b></p> <p><b>Modelo:</b> Cleaning Truck 400L  <b>Dimensões:</b> N/C  <b>Preço:</b> US\$: 75,00  <b>Produção:</b> Chinesa</p>
 <p><b>CUBiS</b> URBAN EQUIPMENTS</p> <p><b>Modelo:</b> Double Space  <b>Dimensões:</b> N/C  <b>Preço:</b> N/C  <b>Produção:</b> Chilena</p>	 <p><b>GREENCITY</b></p> <p><b>Modelo:</b> Cleaning Truck 400L  <b>Dimensões:</b> N/C  <b>Preço:</b> US\$: 75,00  <b>Produção:</b> Chinesa</p>
 <p><b>GZXIESU</b> Made in China</p> <p><b>Modelo:</b> OF-7900  <b>Dimensões:</b> 1316mm*972mm*637mm  <b>Preço:</b> US\$: 470,00  <b>Produção:</b> Chinesa</p>	 <p><b>VEPA BINS</b></p> <p><b>Modelo:</b> VB 950000  <b>Dimensões:</b> 600m* 580mm* 1050mm  <b>Preço:</b> N/C  <b>Produção:</b> Holandesa</p>

Figura 17 - Análise de Similares, carrinhos de varrição.  
Fonte: Elaboração própria.

Dos modelos expostos, dois se destacam como modelos similares aos da análise feita dentro do projeto. O primeiro é o *Single Space da Glasdon International* (Figura 18) e o segundo é o típico container de lixo da Lar Plástico.



Figura 18 - Modelo de Carrinho Single Space Glasdon.  
Fonte: Glasdon.

O primeiro modelo é uma estação de trabalho de fato e é a que mais se aproxima do modelo utilizado pela comlurb, chamado popularmente pelos Garis de carrinhos ou institucionalmente como “Lutocar”. Através da comparação, foi possível identificar que a estação de trabalho da Glasdon apresenta um design estruturado robusto e projetado, incluindo espaço para guardapertences e apoio para equipamentos, características que dignificam as condições de trabalho dos varredores.

Ao comparar o modelo ideal (Figura 18) com o modelo utilizado pela comlurb, podemos entender que esses carrinhos além de serem fabricados na própria comlurb (figura 19), possuem uma estrutura de metal que foi ressignificada pelos próprios varredores para acomodar diversos itens como vassouras, pás, luvas, chapéus e bolsas, muitas vezes de maneira desorganizada — veja figura 20 onde a imagem da esquerda representa as estações Glasdon e as imagens da direita as estações de trabalho ofertado pela comlurb.





Figura 19 - Fabricação dos carrinhos da Comlurb.  
Fonte: Comlurb.



Figura 20 - Comparação entre estação Glasdon e Comlurb.  
Fonte: [Glasdon](#) e Elaboração própria.

Outro modelo utilizado na varrição é o da figura 21. Esses modelos do tipo container são utilizados na Comlurb como um modelo adaptativo e que servem como estação de trabalho para os varredores quando não há carrinho para a varrição. Assim é possível pontuar que embora esses modelos sejam utilizados e façam parte da frota de serviço da comlurb, eles não são uma estação móvel ideal de trabalho, tampouco possuem uma ergonomia favorável ao serviço de varrição.



Figura 21 - Carrinho de varrição, modelo container.  
Fonte: Elaboração própria.

Por fim, pode-se afirmar que a comparação entre os modelos apontados evidencia a necessidade de um projeto estruturado e dedicado para as estações de varrição no Rio de Janeiro, que dignifique e melhore as condições de trabalho dos varredores. A ausência de uma solução adequada e específica resulta em improvisações que, embora funcionais, não atendem às necessidades mínimas e organizacionais dos trabalhadores.

Diante disso, existe um claro espaço para a introdução de estações de varrição bem projetadas e conceituais, que vislumbrem um futuro diferente para a varrição e que possam integrar características funcionais para otimizar o trabalho dos varredores e melhorar a eficiência do serviço na cidade.



### 2.5.2: Modelos com tecnologia de aspiração

Os modelos abaixo de carrinho de varrição com tecnologia de aspiração se unem ao contexto exposto, de falta de estação de trabalho, com o intuito de mostrar uma face diferente da questão analisada: é possível haver uma estação de varrição de rua com a tecnologia de aspiração, tendo os varredores como agentes atuantes neste serviço?

Como mostrado na figura 23, todos esses modelos são estações de varrição com tecnologia de aspiração conduzidos por varredores. A estação adaptada da Overton UK, modelo 120-75-E(Figura 22) é o modelo que se apresenta como o mais promissor e que se tornou o modelo referência deste projeto. Este projeto une a varrição acrescida da tecnologia de aspiração como um modelo que ajuda no processo de varrer as ruas, isto é, não é um modelo que substitui a varrição, porém a aprimora.



Figura 22 - Carrinho de varrição com tecnologia e aspiração.  
Fonte: Overton Uk.

## Modelos Aspiradores

Os modelos de produto apresentados como aspiradores são modelos que demonstram a viabilidade da construção de um carrinho aspirador com a tecnologia indicada. Esses produtos possuem uma característica de design pautado na eficiência econômica e na funcionalidade tecnológica

Por mais que se apresentem como soluções de estações móveis para limpeza de ruas, esses produtos são soluções tecnológicas de aspiração adaptadas com container de lixo comum. Essas tecnologias serviram ao projeto demonstrando a potência tecnológica.

	 <p><b>Modelo:</b> Aria 240  <b>Dimensões:</b> N/C  <b>Preço:</b> N/C  <b>Produção:</b> Italiana  <b>Motor:</b> Elétrico  <b>Diâmetro sucção:</b> 80mm</p>		 <p><b>Modelo:</b> Container  <b>Dimensões:</b> N/C  <b>Preço:</b> N/C  <b>Produção:</b> Indiana  <b>Motor:</b> Combustão  <b>Diâmetro Sucção:</b> 80mm</p>
	 <p><b>Modelo:</b> 120-75-E  <b>Dimensões:</b> N/C  <b>Preço:</b> N/C  <b>Produção:</b> Inglesa  <b>Motor:</b> Elétrico  <b>Diâmetro sucção:</b> 75mm</p>		 <p><b>Modelo:</b> Aspirotto  <b>Dimensões:</b> N/C  <b>Preço:</b> N/C  <b>Produção:</b> Itália  <b>Motor:</b> Combustão  <b>Diâmetro Sucção:</b> 80mm</p>
	 <p><b>Modelo:</b> Compact  <b>Dimensões:</b> N/C  <b>Preço:</b> N/C  <b>Produção:</b> Inglesa  <b>Motor:</b> Combustão  <b>Diâmetro sucção:</b> 80mm</p>		 <p><b>Modelo:</b> MV2000  <b>Dimensões:</b> N/C  <b>Preço:</b> N/C  <b>Produção:</b> Suíça  <b>Diâmetro Sucção:</b> 80mm</p>
	 <p><b>Modelo:</b> TF120  <b>Dimensões:</b> 1260*585*515mm  <b>Preço:</b> N/C  <b>Produção:</b> Nacional  <b>Motor:</b> Combustão  <b>Diâmetro sucção:</b> 80mm</p>		 <p><b>Modelo:</b> N/C  <b>Dimensões:</b> N/C  <b>Preço:</b> N/C  <b>Produção:</b> Alemanha  <b>Diâmetro Sucção:</b> 120mm</p>

Figura 23 – Pesquisa de similares, carrinho aspiradores.  
 Fonte: Elaboração própria.

A pesquisa desses modelos similares ao proposto no projeto valida a aplicabilidade e a eficácia dessa tecnologia. A implementação de estações de varrição com aspiração oferece vários benefícios que foram mapeados durante o projeto e que o conceito que se deseja desenvolver busca atendê-los:

#### **Vantagens:**

1. **Eficiência:** A tecnologia de aspiração auxilia os varredores a coletarem resíduos de forma mais rápida e eficaz, reduzindo o tempo necessário para limpar uma determinada área.
2. **Qualidade do Serviço:** A aspiração permite uma limpeza mais completa, removendo detritos que podem ser difíceis de recolher manualmente.
3. **Ergonomia e Dignidade para os Trabalhadores:** A utilização de estações equipadas com tecnologia de aspiração melhora as condições de trabalho dos varredores, reduzindo o esforço físico e proporcionando um ambiente de trabalho confortável.
4. **Inovação:** Os modelos expostos reforçam a viabilidade e a relevância do projeto no contexto das cidades emergentes, onde a melhoria dos serviços urbanos são cruciais para o desenvolvimento econômico e social.

#### **Desafios:**

1. **Ineficiência de limpeza em áreas irregulares:** Soluções do gênero não conseguem acessar lugares de difícil alcance, como passarelas, vias irregulares e ruas inclinadas.
2. **Peso do equipamento:** Modelos do gênero tendem a pesar acima de 25 kg, em virtude do peso do motor e da bateria mais o do lixo que será acomodado.
3. **Autonomia limitada:** Modelos do gênero têm tempo de uso limitado.
4. **Reparo:** Modelos do gênero, em relação aos modelos tradicionais de coleta, tendem a necessitar de manutenções regulares.



### Cenários críticos de uso:

1. **Cenário Aquosos:** cidades urbanizadas como o Rio de Janeiro em dias de chuva sofrem com alagamentos por conta dos escoamentos precários, como também em virtude dos lixo descartados incorretamente nas ruas. Em cenários como esses, um carrinho aspirador de lixo tem uso limitado.
2. **Cenário Arenoso:** o Rio de Janeiro é uma cidade que possui 248 km de extensão de areia de praias. É possível imaginar que em cenários como esses a limpeza das areias de praia com carrinho é de uso limitado, uma vez que aspirar lixo neste ambiente pode ser danoso para o funcionamento adequado do sistema.
3. **Cenários incomuns:** a cidade do Rio de Janeiro é uma cidade urbanizada com uma qualidade de asfalto e planícies precárias por falta de investimentos públicos com metas de qualidade a longo prazo. Diante disso, trabalhadores da limpeza urbana que utilizam Carrinhos para limpeza têm dificuldade de mobilidade com os seus equipamentos de trabalho pelas cidades.
4. **Cenários de Alternância de altura:** o processo de limpeza das Ruas do Rio de Janeiro funciona de modo alternativo: ora os varredores limpam ruas, ora limpam calçadas. O cenário de uso do carrinho funciona dessa forma e em virtude dessa condição o produto pode ter sua vida útil reduzida.

### Cenários Ideais de uso:

1. **Centros comerciais, turísticos:** são essenciais em espaços onde há grande quantidade de lixo em virtude do seu grande potencial de armazenagem. Pontos turísticos, como a Praça Mauá do Rio de Janeiro, planos e com grande quantidade de pessoas evidenciam as vantagens de um carrinho aspirador.
2. **Bairros Residenciais:** bairros residenciais como o Botafogo , Centro, Madureira, são exemplos de lugares onde o carrinho consegue exercer sua função oferecendo um serviço abrangente desde de limpeza de calçadas até limpeza de parques residenciais.

3. **Cenários de vegetação densa:** os carrinhos são eficazes nesse cenário uma vez que conseguem fazer a limpeza de áreas extensas e acumular uma quantidade volumosa de lixo.
4. **Áreas de eventos:** em áreas como em eventos, os carrinhos podem garantir uma limpeza rápida e eficiente, uma vez que eventos tendem a ser foco de lixo concentrado.
5. **Mercado e feiras:** da mesma forma, áreas urbanas onde tem um nível de concentração humana densa, como feiras, o carrinho performa de modo eficiente no sentido de aspirar os lixo com eficiência e rapidez.

### 2.5.3: Análise da tecnologia de aspiração para a aplicação no projeto

A tecnologia dos aspiradores de pó baseia-se nos princípios de sucção de Bernoulli, que afirma que à medida que a velocidade do ar aumenta, a pressão diminui. Em outras palavras, o ar sempre se moverá de uma área de alta pressão para uma área de baixa pressão para criar um equilíbrio entre as pressões interna e externa.

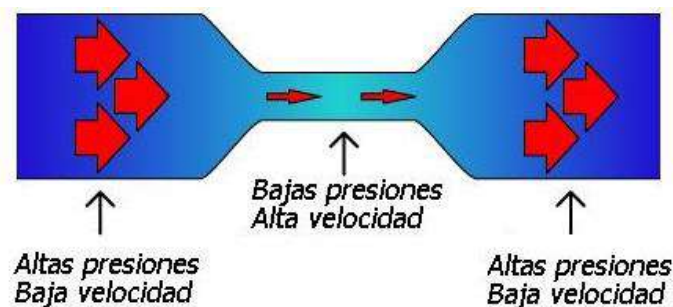


Figura 24 - Teorema de Bernoulli.  
Fonte: Teorema.

Essa teoria aplicada ao contexto dos aspiradores de pó, um motor elétrico aciona um ventilador, que cria uma diferença de pressão dentro do dispositivo. O ar é sugado através da entrada de ar do aspirador e pode passar por um filtro de ar que retém as partículas de sujeira. O ar limpo é então expelido para fora, enquanto a sujeira fica armazenada em um compartimento coletor.

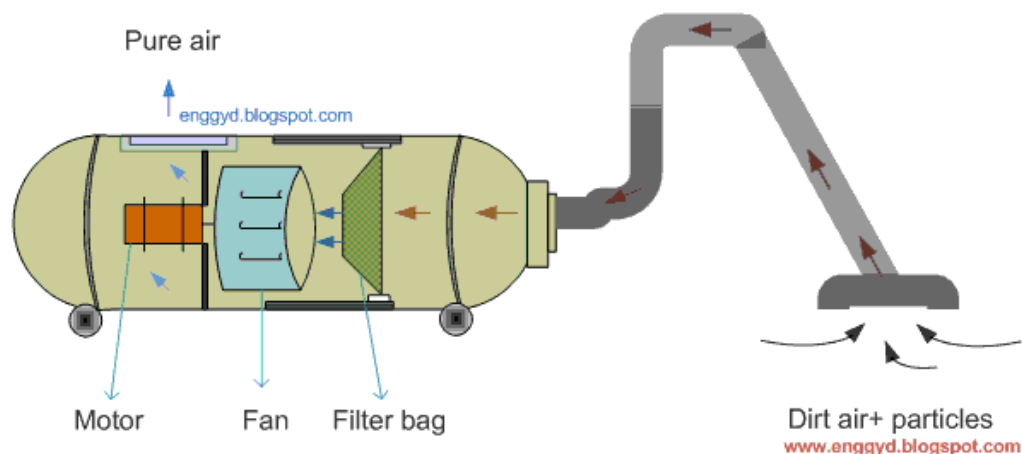


Figura 25 - Princípios de funcionamento de um aspirador de pó.  
Fonte: Engineers Guide.

Aplicando dentro do nosso contexto, um carrinho de varrição com tecnologia de aspiração segue os mesmos princípios básicos dos aspiradores de pó, com adaptações específicas para ambientes urbanos. Esse tipo de equipamento utiliza um motor do tipo DC para criar a sucção necessária para captar os detritos de rua, como folhas, poeira e outros resíduos.

O sistema inclui outros componentes fundamentais, como baterias recarregáveis de alta capacidade, essenciais para garantir uma operação eficiente. Além disso, bicos de aspiração específicos permitem uma coleta mais direcionada e eficiente, enquanto a mangueira de sucção, projetada com material flexível, facilita o alcance dos resíduos. Acionadores estrategicamente posicionados completam o sistema, proporcionando ergonomia e praticidade ao varredor, permitindo idealmente o controle e manuseio da ferramenta de trabalho.

Observe abaixo (Figura 126) que ilustra o fluxo de funcionamento de um aspirador de pó tradicional, destacando o movimento do ar e o processo de criação da sucção. Embora não tenha sido possível construir um modelo funcional completo para validar todos os estudos desenvolvidos, foi elaborada uma lista de materiais essenciais para o encapsulamento da tecnologia. Esse requisito projetual serve como base para futuras implementações e otimizações garantindo que o sistema possa ser eventualmente produzido e adaptado para atender às necessidades de varredores.

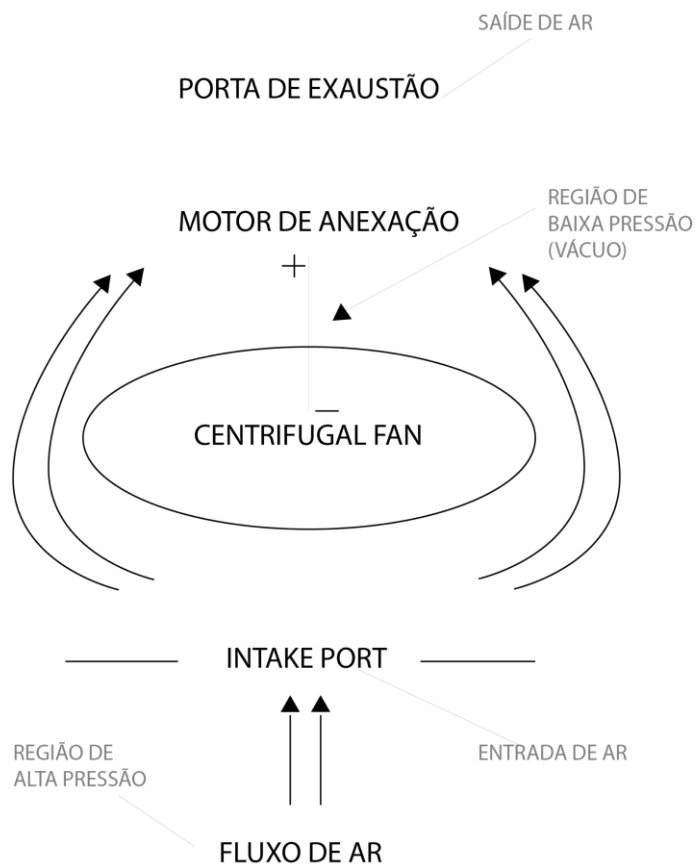


Figura 26 - Esquema de visualização de fluxo de ar.  
Fonte: Elaboração própria.

#### 2.5.4: Definição dos Componentes para tecnologia de aspiração

- **Motor de Aspiração:** Motor DC, Universal Philips, 220Volts. 1000w
- **Filtro de Ar:** Filtro HEPA
- **Tubo de Aspiração:** Tubo 75/80mm de diâmetro.
- **Bateria de Lítio:** 50A, Entrada de 24 Volts
- **Acionador de sistema:** botão de partida universal liga/desliga

#### 2.6: Análise Estrutural

A análise estrutural foi utilizada neste projeto com o objetivo de compreender as partes que tornam o produto funcional, no caso, para identificar os componentes, os subsistemas ou de outros elementos que ajudam o produto a se estruturar e ser utilizável.

Para realizar este exame neste projeto foi necessário tirar fotos do produto analisado em campo, medi-lo, e a partir dessas imagens tiradas em campo, realizar um estudo dimensional do produto.



Figuras 27 - Carrinhos de varrição utilizados pela Comlurb.  
Fonte: Elaboração própria.

A título de explicação da motivação da escolha desta estação como análise estrutural, a comlurb possui dois modelos de “estações” de varrição disponíveis, como narrado anteriormente em análise do mercado. O modelo “A”, chamado popularmente de Carrinho, e o modelo “B” os Containers adaptados para uso na varrição.

Para realizar esta análise estrutural, porém, foi escolhido apenas o modelo do tipo carrinho, que é o modelo que mais se aproxima de uma estação de trabalho, e também como o modelo mais utilizado entre as pessoas entrevistadas neste projeto. Por esse motivo, foi necessário fazer esta análise estrutural a partir desse material de observação coletado.

## **2.7: Jornada de trabalho do usuário**

A análise da tarefa é uma ferramenta que foi utilizada neste projeto com o intuito de conhecer, inicialmente, a tarefa do varredor. A partir das observações de campo e das entrevistas, realizadas foi possível mapear a realidade do serviço da varrição e compreender a sua complexidade. Assim, para destrinchar esse universo foi necessário criar um “mapa da tarefa”, isto é um mapa que identificasse cada ação que o varredor realiza antes de chegar na rua e varrer a rua com o equipamento de trabalho apresentado.

Cada etapa apresentada na figura 30 representa uma ação diária do varredor que influencia na sua estrutura de trabalho e portanto na análise da tarefa. De acordo com os entrevistados, diariamente o varredor age da seguinte forma:

1. O varredor sai de casa
2. Ele se transporta até uma unidade de serviço, que nas entrevistas realizadas se concentram nos lugares Pavuna, Botafogo e Leblon.
3. Ao chegar à unidade de serviço, o varredor bate ponto diário e pode se dirigir diretamente até o seu vestuário.
4. O varredor antes de sair para o serviço primeiro precisa pegar a sua ordem de serviço e em seguida precisa pegar o seu equipamento de trabalho que o aguarda
5. Preparado, o varredor precisa se dirigir até o seu destino de trabalho - durante o seu trajeto ele já realiza a sua tarefa diária de varrição
6. Ao realizar o seu serviço o varredor precisa fazer o descarte do lixo diário coletado. Para tanto ele precisa deixar um ponto estratégico de coleta para que o coletores de lixo de caminhão passem e colem o lixo da varrição

7. Ao completar a sua jornada depois de 8h de trabalho o varredor precisa se dirigir até à sua unidade de trabalho, guardar o seu equipamento, fazer a ordem de serviço, bater ponto e se dirigir até a sua casa.

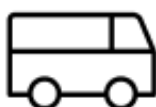
### Mapa da Tarefa

Analisar a tarefa do varredor demanda passar pelo seu mapa de trabalho, isto é, analisar o sua tarefa antes de a jornada de trabalho começar. Assim o mapa do trabalho mostra a jornada diária do serviço de varrição no Estado do Rio de Janeiro

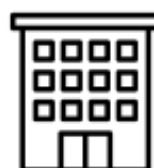
① Casa



② Transporte



③ Unidade de Serviço



④ Uso do uniforme



④ Ordem de Serviço



⑤ Equipamento



⑥ Destino de Varrição



⑦ Realização da Tarefa



⑧ Descarte



⑨ Finalização do serviço



⑩ Fim da jornada de serviço



Figura 28 – Jornada de Trabalho.  
Fonte: Elaboração Própria.

Essa organização da tarefa encontra-se simplificada e não consegue abarcar o cenário complexo da varrição que envolve situações não ideais da condição de trabalho. Assim a estrutura de trabalho desenhada é a idealizada pelos varredores e é estruturada pela comlurb para que haja organização na atividade. No entanto, é evidente que foi encontrado que muitas dessas tarefas são puladas ou ignoradas em certos casos, como é o caso de que certos equipamentos de trabalho não são guardados na estação da comlurb, no entanto próximo ao local de serviço do varredor (Figura 29).



Figura 29 - Carrinhos de varrição preso no poste da policial civil, Botafogo.  
Fonte: Elaboração própria.

## 2.8: Dimensionamento geral do container para estudo ergonômico

Como analisado anteriormente, as estações de trabalho dos varredores de rua, tal como são fornecidas pela Comlurb, refletem uma priorização da funcionalidade básica de uma estação móvel de trabalho. Com o objetivo de entender esse espaço mínimo, um dimensionamento geral foi feito buscando levantar pontos de desconfortos nos possíveis usuários deste produto. Essas considerações dimensionais têm como objetivo nortear o desenvolvimento do projeto levando em considerações a análise dos percentis e a dimensão dos carrinhos de varrição utilizado pela comlurb.



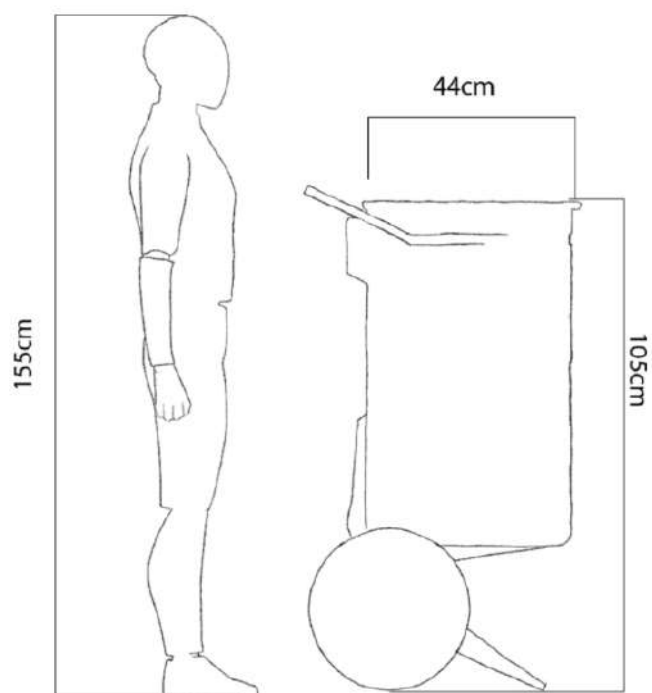


Figura 30 - Percentil 5%.  
Fonte: Elaboração própria.

Ao analisar as posições de uso dos usuários entrevistados, foi possível constatar que os usuários percentil 5% (Figura 30) acabam tendo dificuldades para uso e manobrabilidade da estação.

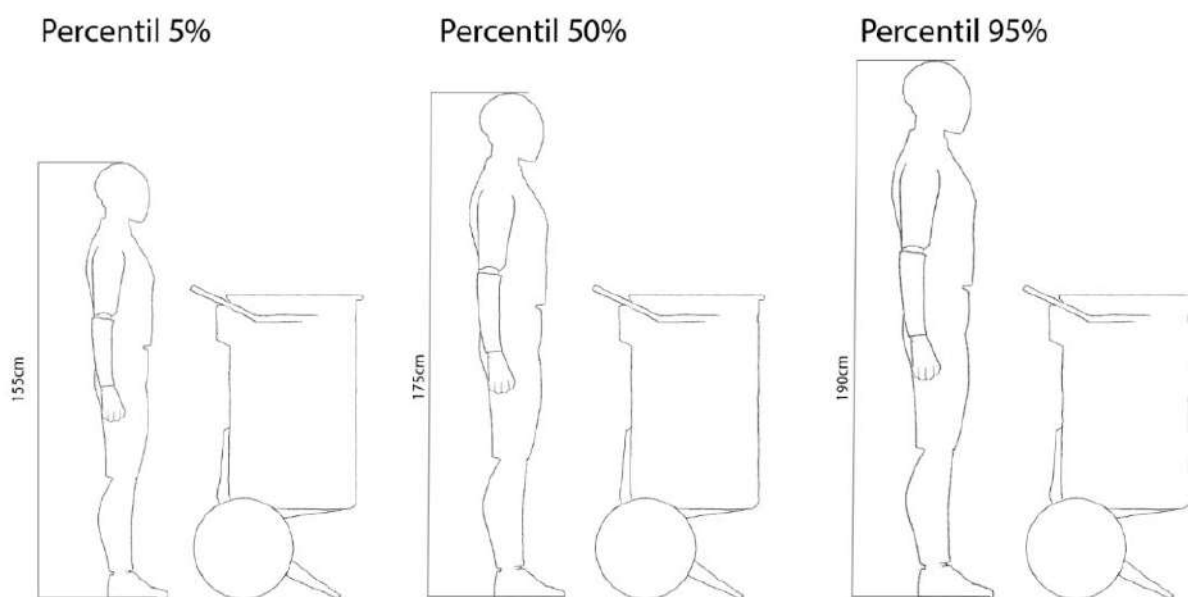


Figura 31 - Análise dos percentis.  
Fonte: Elaboração própria.

A análise ergonômica dessas estações de trabalho revela que a falta de um design adequado contribui para o desgaste físico dos varredores. As alças dos carrinhos não possuem altura adequada, forçando os trabalhadores do percentil 5% a adotarem posturas inadequadas e cansativas (Figura 32). Além disso, a ausência de compartimentos organizados para ferramentas e pertences pessoais resulta em improvisações que pioram o uso da estação.

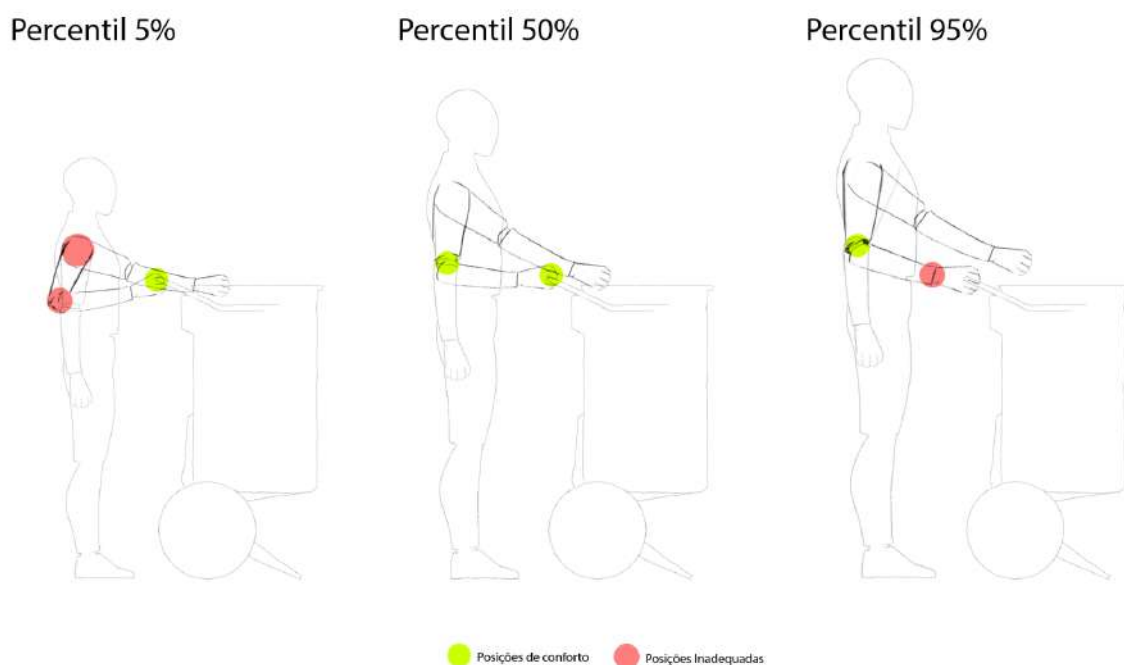


Figura 32 - Análise da postura dos varredores de diferentes percentis.  
Fonte: Elaboração própria.

Diante desses desafios, é necessário levar em consideração, ao desenvolver o projeto, as condições de alcance dos varredores, as condições de manobrabilidade do produto, como também de compatibilidade de altura das estações móveis, em relação às alturas dos varredores.

## 2.9: Requisitos projetuais

O requisito de projeto é uma ferramenta que auxilia na estruturação do escopo de projeto e serve como um guia para o desenvolvimento de produtos. Neste projeto esses requisitos foram fundamentais para identificar e diferenciar dados que foram coletados durante a fase de pesquisa no projeto e diferenciá-las em necessárias ou desejáveis, se condições a serem levadas como primárias ou secundárias, enfim.

Abaixo, seguir-se-á três tópicos abordando a questão dos requisitos em três espaços diferentes:

### **1. Requisito dos Usuários**

Criado para pontuar as necessidades dos usuários baseado nas entrevistas e nas personas idealizadas

### **2. Requisitos Técnicos**

Criado para estabelecer os parâmetros de criação e desenvolvimento de produto

### **3. Requisitos dos Produtos**

Criado para apontar os detalhes criativos e às questões do usuário, tal como usabilidade

Todos esses requisitos foram baseados na ferramenta metodológica de desenvolvimento de produto disponibilizada pela Pazmino, acrescido de algumas informações coletadas na pesquisa de campo.

## Requisitos dos Usuários

REQUISITO	OBJETIVOS	CLASSIFICAÇÃO
Manusear	O produto precisa ser manuseável em diversos lugares, seja na hora de mudança de cenários, seja para operar os serviços eficientemente.	Necessário
Aumento da eficiência no trabalho	Produzir um aspirador de lixo que consiga aumentar a produtividade dos varredores, garantindo uma limpeza eficiente e econômica - no que se refere ao desgaste físico na hora da varrição.	Necessário
Interação intuitiva	Garantir uma interface de produto intuitiva que possua símbolos reconhecíveis de usabilidade: como ligar, desligar, diminuir, aumentar, tirar ou colocar.	Desejável
Segurança	Projetar um produto compacto que minimize os cenários de acidentes de trabalho, como ao manipular lixo cortantes.	Necessário

Tabela 1: Requisitos dos usuários.  
Fonte: Elaboração Própria.

### Requisitos dos Técnicos

REQUISITO	OBJETIVOS	CLASSIFICAÇÃO
Motor de Alta Performance	Assegurar uma sucção eficiente de diferentes tipos de lixo nas áreas urbanas. É necessário para tanto um motor de ao menos 1100w de potência.	Necessário
Baterias de longa duração	Garantir uma autonomia operacional adequada para um turno de trabalho. Utilizar uma bateria de íon Lítio de 18v/24v a 10aH que ofereça a autonomia de 8h.	Necessário
Materiais Plásticos	Utilizar material plástico de alta resistência e de considerável flexibilidade para para minimizar os impactos de uso diário e compatível com o mercado: ABS, PP, Poliéster, PVC, Polietileno de alta densidade	Necessário
Sistema de controle simples	Desenhar um sistema de controle simples para diferentes usuários com diferentes níveis de instrução	Necessário
Dimensão adequada	Garantir um produto com uma altura compatível com os perfis médios do Brasil	Desejável
Tecnologia de bolsa de lixo eficiente	Projetar uma entrada e saída de lixo que permita a fácil substituição.	Necessário

Tabela 2: Requisitos técnicos.  
Fonte: Elaboração própria.

## Requisitos do Produto

REQUISITO	OBJETIVOS	CLASSIFICAÇÃO
Design compacto	Garantir uma usabilidade simplificada	Necessário
Cores urbanas	Criar cores que ajudem o produto a ser sinalizado no ambiente urbano, visando a segurança do trabalho e das pessoas.	Desejável
Design fabricável	Desenhar um produto que apresente um design fabricável e elementar, similar ao processo de fabricação	Desejável
Design Funcional	Garantir que o produto foque nas necessidades do usuário: desenhar com base no encapsulamento da tecnologia de aspiração e garantir a funcionalidade do sistema de coleta e troca de lixo	Necessário
Design urbano	Considerar ao projetar características urbanas que deem ao projeto um caráter segura e durável	Necessário
Design Adaptável	Projetar um design que consiga trabalhar tanto em climas hostis quanto em climas amigáveis	Necessário
Repearable Design	Projetar componentes do produto que sejam reparáveis e substituíveis.	Necessário

Tabela 3: Requisitos projetuais.

Fonte: Elaboração própria.

# Desenvolvimento criativo

## Capítulo 3



## **3 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO**

### **3.1: Conceituação**

Neste capítulo será possível acompanhar o desenvolvimento criativo de alternativas. Dentro desse processo serão analisados os caminhos seguidos a partir dos dados que foram tratados ao longo do capítulo 2. O desafio deste capítulo, dessa forma, é unir tantos os requisitos projetuais relativos aos usuários, quanto aqueles relativos ao processos de fabricação, como do encapsulamento da tecnologia de aspiração. Para tanto, foi necessário criar painéis inspiracionais que buscassem concatenar esses universos díspares e chegar em um resultado compatível com os objetivos esperados.

### **3.2: Painel Semântico e inspiracional**

Nesta etapa foi necessário criar uma série de painéis visuais que direcionasse o projeto para um caminho ímpar e factível. A pesquisa foi dividida em setores que pudessem inspirar no processo criativo, para tanto foram buscado produtos conceituais da área de mobilidade, ou que tivessem ligação com o tema aspiração buscando concatenar esses dois universos que na história da própria varrição há tanto se unem.

A figura 33 apresenta um painel de produtos conceituais de mobilidade que tiveram influência no desenvolvimento do projeto, especialmente no que diz respeito ao design das bases dos modelos exibidos. Esses produtos compartilham uma característica comum: a centralização de volum central, criando uma reigão de simetria. Na figura destacada vê-se as cadeiras de rodas ajustáveis e o carro conceitual com rodas cônicas, que enfatizam a harmonia entre forma e funcionalidade.

Já a figura 34, em contraste com a figura 33, foi desenvolvida com o intuito de servir como referência na qualidade dos renders, influenciando a forma como o produto final seria apresentado visualmente. O foco está em destacar os detalhes cuidadosamente projetados, a tecnologia envolvida no design e a relação entre o produto e o usuário.





Figura 33 - Painel de tecnológico.  
Fonte: Elaboração própria.



Figura 34 - Painele de tecnológico.  
Fonte: Elaboração própria.

### 3.2.2: Pannel para bicos de aspiração

Os painéis para aspiradores e para pegas foram criados para orientar o desenvolvimento criativo dos bicos de aspiração, que foram aplicados ao projeto. Esses painéis funcionam como orientações ergonômicas para os tipos de pegas que foram aplicados ao projeto. Assim, painéis do gênero tem como objetivo representar os requisitos projetuais para a projeção de bicos de aspiração e para ratificar a importância de projetar pegas que possibilitem um uso de posições neutras.

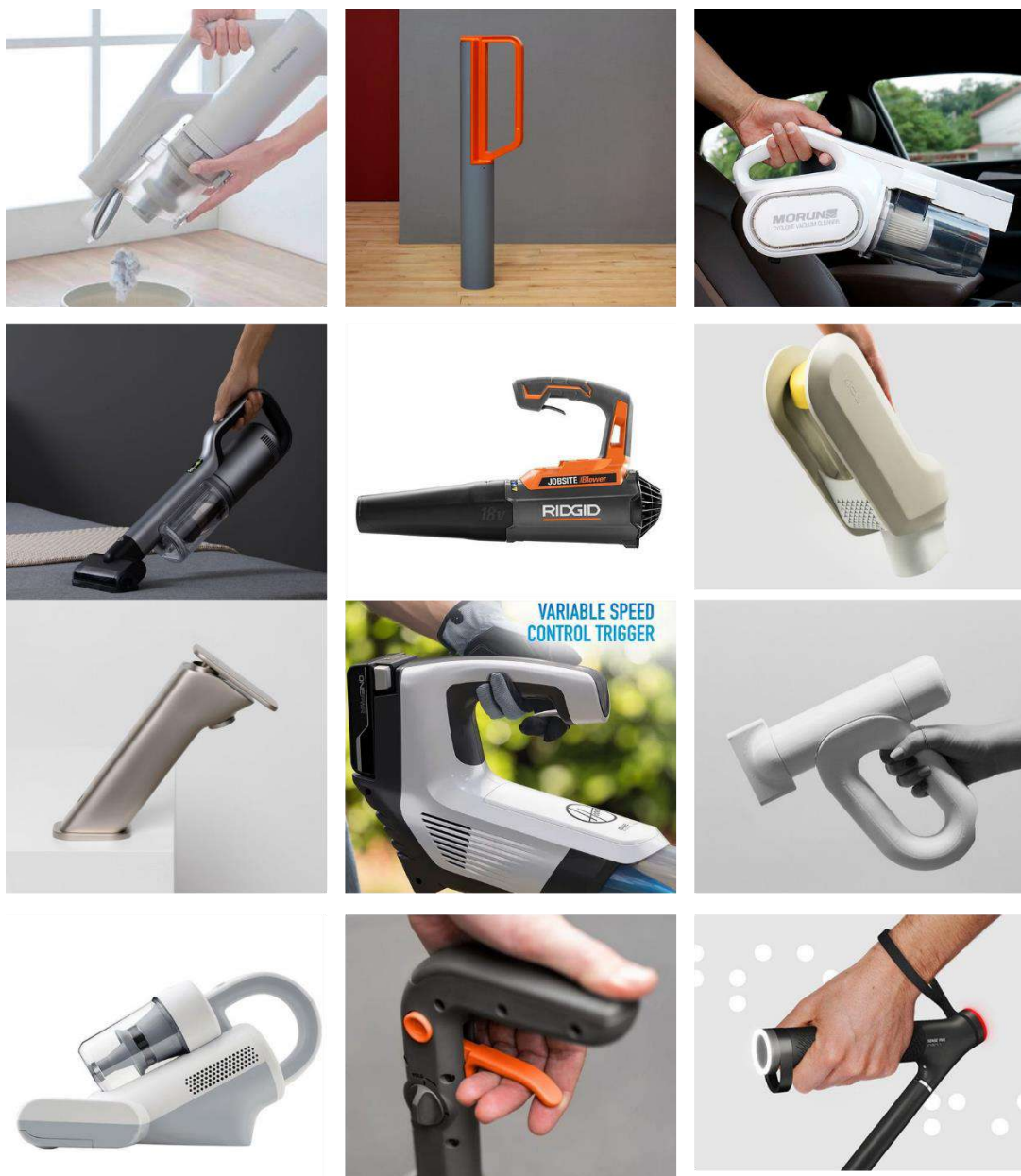


Figura 35 - Pannel de aspiradores.  
Fonte: Elaboração própria

### **3.2.3: Conclusão da pesquisa visual**

Os painéis apresentados, acima, são um dos painéis direcionadores para o desenvolvimento criativo do projeto, deixando evidente que a busca visual vai além de uma pesquisa imagética genérica, mas sim, possui tendências e alvos que têm como foco inspirar, no caso do painel semântico. Baseado portanto na construção desses painéis, observações pontuais foram feitas acrescentando valor ao produto desenvolvido.

### **3.3: Geração de alternativas**

Em concomitância com a coleção de painéis inspiracionais ou semânticos, a conceituação do projeto se deu de forma contínua e se estendeu por um período longo dentro do projeto. Com o auxílio de sketches manuais e digitais foram desenvolvidas aproximadamente 20 sketches formais — muitos deles foram descartadas, outros aprimoradas e levadas adiante para um processo de refinamento (Figura 36).

As alternativas desenvolvidas serão apresentadas dentro de uma panorama genérico porque elas representam uma fase do projeto que tinham como objetivo resultados formais que ajudassem a elucidar a problemática levantada a partir da pesquisa de campo realizada e da análise estrutural correspondente.

Após o processo de apresentação das alternativas desenhadas, seguir-se-á um processo de sketch com objetivo em compreender a construção do produto; depois sketches com estudos de volumetria e por último o desenvolvimento com foco no detalhe visual refinado visando uma escolha de alternativa final.



Diante desse fato, a partir de uma alternativa, próximo a um *Minimum Viable Product*, o projeto foi desenvolvido em diálogo contínuo com os requisitos técnicos do projeto (encapsulamento da tecnologia de aspiração) e as necessidades dos usuários, isto é, das necessidades da realização do serviço de varrição e das necessidades de se projetar uma estação móvel de trabalho digna aos varredores.

### **3.3.1: Análise das Alternativas**

Após um processo de amadurecimento do projeto, as alternativas que foram desenvolvidas inicialmente representavam apenas uma realidade projetual do problema levantado: um carrinho de varrição. Como as entrevistas e a análise da função estavam sendo desenvolvidas em conjunto com o processo criativo, essas primeiras alternativas surgiram de forma concomitante, e como o problema não estava definido, as alternativas dessa forma representam uma fase inicial do projeto.

Alguns critérios para idealizar as alternativas foram considerados: o primeiro deles é a existência de um container central que pudesse acolher o lixo, sem discriminar a forma como o lixo ainda seria coletado; o segundo critério era o estrutural, isto é, era necessário que o carrinho, assim como os carrinhos que foram analisados, tivesse rodas e uma estrutura que o mantivesse estável enquanto parado; e por último era apoio de mão que possibilitasse o carrinho de ser empurrado na condição de trabalho.

Esses requisitos preliminares se mostraram essenciais para o desenvolvimento do projeto, surgindo mais como resultado da análise estrutural e funcional, do que de uma simples tabela de requisitos. Ao longo do processo, eles direcionaram de forma positiva os aspectos criativos das alternativas, sobretudo quando os problemas projetuais já estavam mais amadurecidos. Esse enfoque permitiu que o projeto evoluísse de maneira orgânica, onde as soluções criativas emergiram diretamente das necessidades técnicas e funcionais identificadas.

#### **Alternativa N14:**

Essa alternativa representa uma fase inicial do projeto, onde a problemática começa a se direcionar para um ponto: a forma e a divisão de elementos.

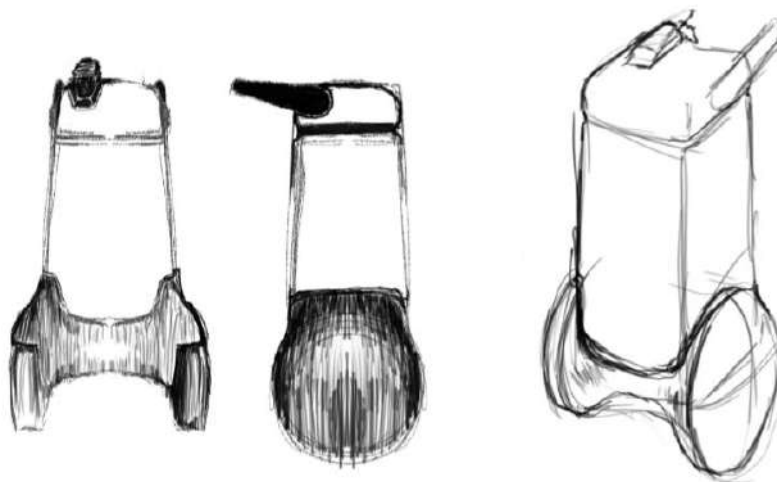


Figura 37 - Alternativa N14.  
Fonte: Elaboração própria.

### Alternativa N15:

Essa alternativa representa uma vontade de entender o elemento de equilíbrio do projeto, o suporte inferior, além de representar um exercício formal. É possível ver a dificuldade representativa enfrentada nesta fase do projeto, ainda pouco definido, onde na vista lateral da alternativa vê-se uma forma e na vista frontal outra.

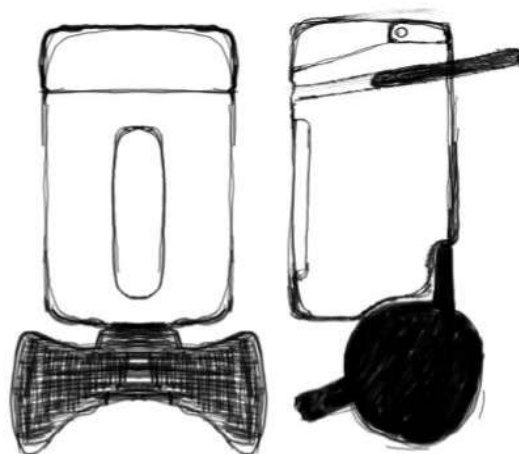


Figura 38 - Alternativa N15.  
Fonte: Elaboração própria.



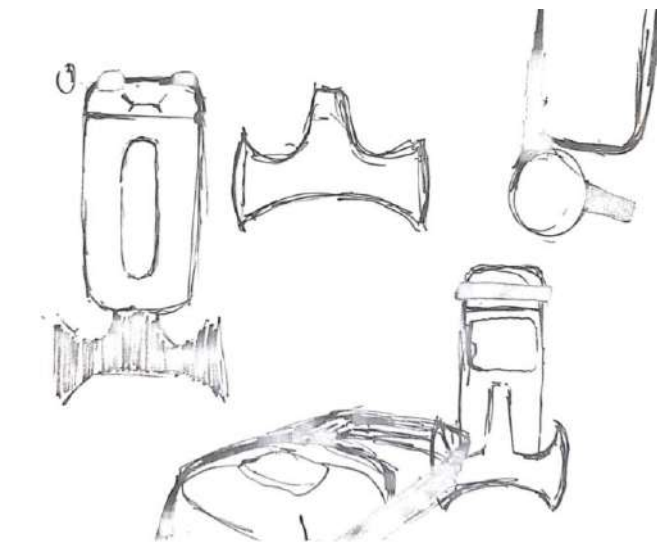


Figura 39 - Alternativa N15.  
Fonte: Elaboração própria.

### Alternativa N16:

Para variar as alternativas, a alternativa 16 foi desenvolvida dentro de um contexto no projeto onde as necessidades de uma definição do dimensionamento tornara-se evidente. A variação da forma retangular para quadrada era um questionamento levantado nesta fase: “por quê não um container quadrado com uma estrutura larga que desse uma robustez ao projeto?”. Esses questionamentos foram respondidos à medida que o projeto foi se estruturando sistematicamente.

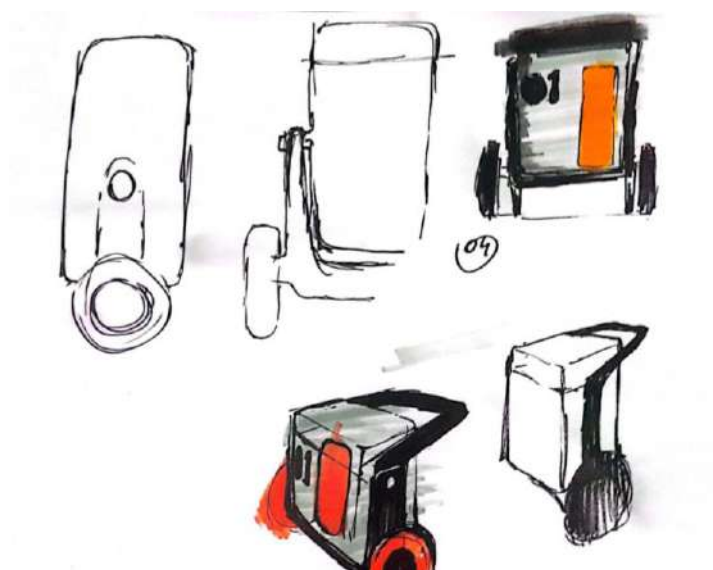


Figura 40 - Alternativa N16.  
Fonte: Elaboração própria.



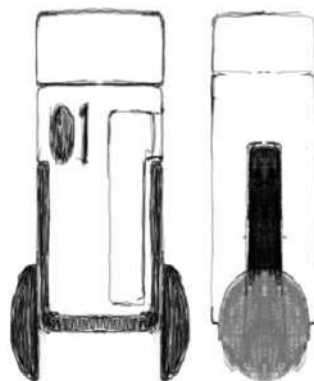


Figura 41 - Alternativa N16.  
Fonte: Elaboração própria.

### Alternativa N17:

Esta última alternativa foi a mais promissora do projeto e a que mais permitiu um detalhamento mais amadurecido e que também abriu a porta para os desenvolvimentos futuros. A partir do desenvolvimento desta alternativa o projeto encontrava-se com respostas suficientes sobre a direção projetual: uma estação móvel, com estruturas robustas, com porta-trecos, tampas e outros detalhes que é possível ver a partir, inclusive da mudança de postura de desenvolvimento de sketches. Além do uso dos desenhos manuais, foi necessário utilizar nesta fase sketch digital para aumentar o nível de detalhe projetual, otimizar o processo de desenvolvimento e diminuir os gastos com papeis e erros em sketches manuais, que era uma dificuldade enfrentada no início desse processo criativo.

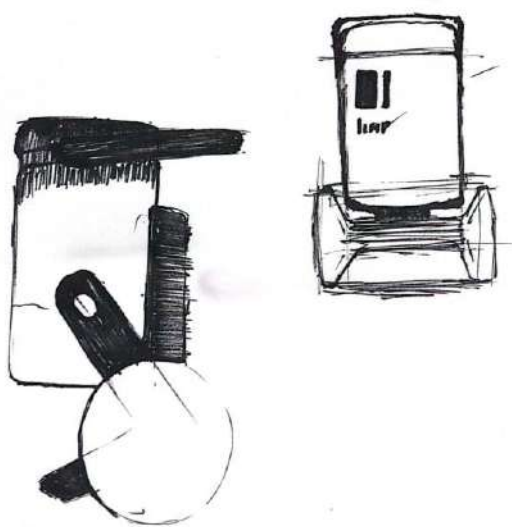


Figura 42 - Alternativa N17.  
Fonte: Elaboração própria.

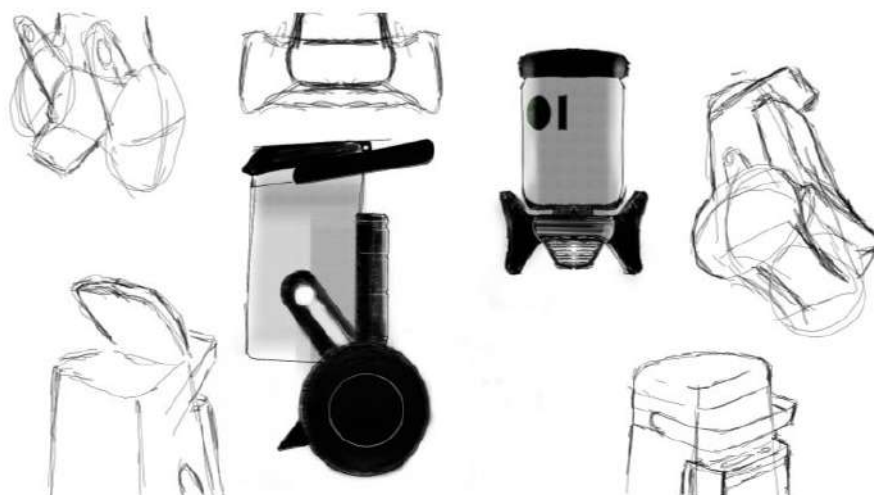


Figura 43 - Alternativa N17.  
Fonte: Elaboração própria.

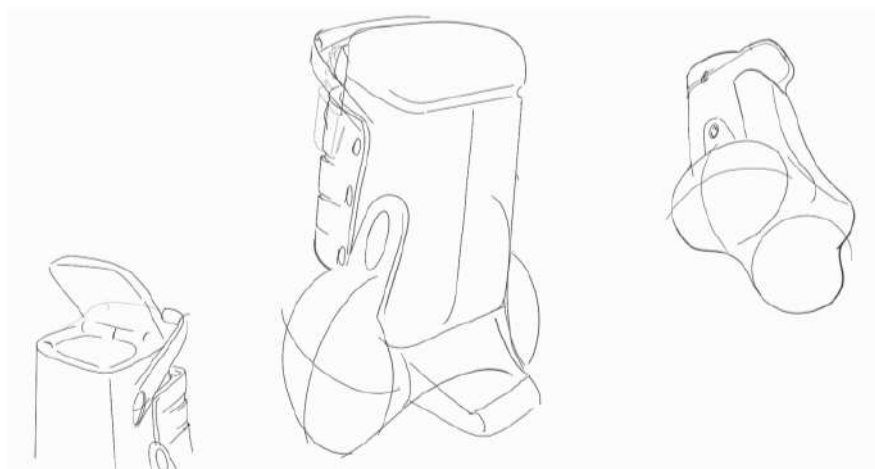


Figura 44 - Variação de sketch da alternativa N17.  
Fonte: Elaboração própria.

### 3.3.2: Considerações para o desenvolvimento técnico:

A alternativa N17, como apontado anteriormente, apresentou-se para o projeto como uma forma cativante e inspiracional, em um momento onde o projeto não demonstrava grandes avanços técnicos e de detalhes, o que era compreensível em virtude das lacunas projetuais que precisavam ser preenchidas.

Mesmo diante desses desafios essa alternativa abriu portas para novos questionamentos que tinham sido superficialmente levantados na fase de construção de requisitos projetuais como também da análise da tarefa, ainda pobremente compreendida.



Figura 45 - Variação da Alternativa N17-V1.  
Fonte: Elaboração própria.

Foi necessário assim, levar a ideia dessa alternativa adiante, aceitar o desafio de se criar uma estação móvel de varrição: era necessário que a ideia se desdobrasse a partir desse ponto e que conseguisse enfrentar as faces desconhecidas do projeto; era necessário uma forma que projetasse a ideia adiante — assumindo os riscos de mudanças que seriam necessários para atingir os aspectos reais (Figura 45).

Enfim, sob essa variação de alternativa, aprimoramentos, mudanças foram reconsideradas na fase que foi chamada no projeto de desenvolvimento técnico-criativo, isto é, numa fase onde o projeto se desenvolveu criativamente e tecnicamente de forma conjunta, onde parametricamente se uma parte mudasse a outra conjuntamente se mexia, dando uma dinâmica de movimento ao projeto. Veja no item posterior com mais detalhe este desenvolvimento.

### 3.4: Desenvolvimento técnico-criativo

#### 3.4.1: Evolução da volumetria e da forma do produto

Em virtude das dificuldades encontradas no projeto para se desenvolver de forma linear cada etapa e condição do produto, foi necessário fazer com que a etapa de desenvolvimento criativo se prolongasse em conjunto com os desenvolvimentos técnicos.

Após a escolha da alternativa N17, como forma para se levar adiante, foi estabelecido requisitos técnicos sobre a tecnologia de aspiração, sobre o dimensionamento do container — baseado na litragem — para a partir dessas especificações o projeto se desenvolver com maior liberdade dentro desse espaço técnico:

1. Dimensionamento do motor
2. Dimensionamento da Bateria
3. Estudo de circulação de fluxo de ar
4. Especificação de tubo para aspiração
5. Dimensionamento geral do container 550mmx480mmx1050mm

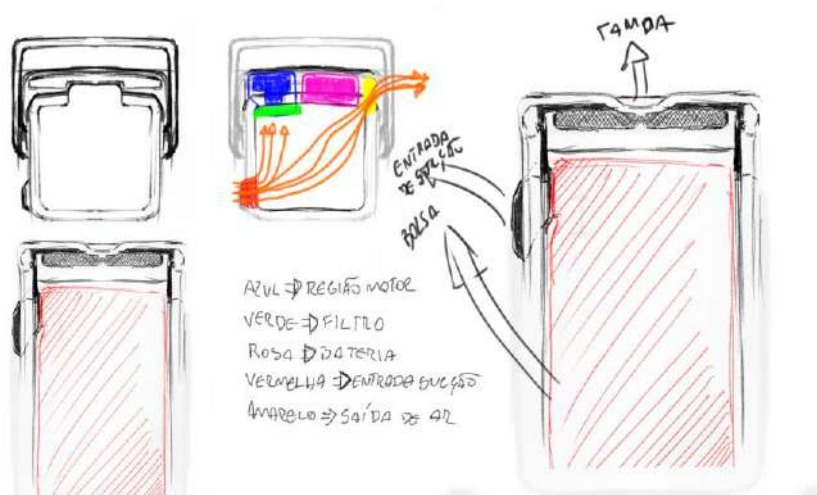


Figura 46 - Região de encapsulamento da tecnologia de aspiração.  
Fonte: Elaboração própria.

O uso do solidworks, acrescido da ferramenta photoshop ajudou no processo de exploração da alternativa para garantir segurança criativa, como será mostrado a seguir.

A figura 46 destaca as regiões de requisito, representadas nas cores azul, rosa e vermelho — que permaneceram constantes durante o processo criativo do projeto. Para validar as organizações dos componentes, foi necessário comparar com modelos existentes e estudados. Além disso foi consultado o engenheiro e professor Guilherme Horta Travassos da COPPE. Ele ajudou a organizar a configuração ilustrada, e garantiu que a ilustração era adequada para o encapsulamento da tecnologia de aspiração.

Em paralelo a esta fase de especificação técnica, foi necessário assim dar continuidade no processo criativo, e para tanto foi criado um volumétrico que buscasse tangibilizar a geometria inicialmente apontada e a partir dela mapear desafios criativos para encontrar uma alternativa que fosse compatível com o escopo do projeto.

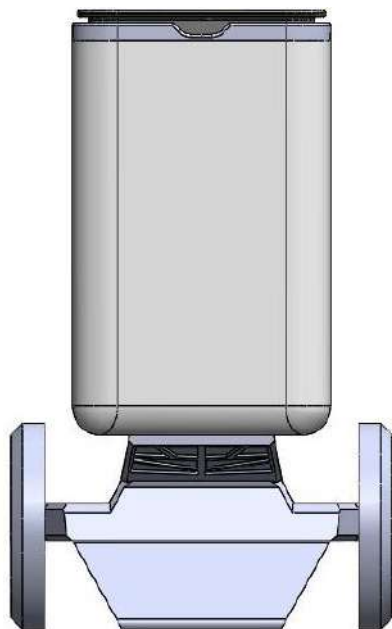


Figura 47 - Volumétrico da alternativa N17.  
Fonte: Elaboração própria.

Essa volumetria genérica, somente com as dimensões do produto, permitiu afirmar que a lógica do desenho dividido em três regiões principais do produto, container de lixo, tampa e suporte/roda, funcionava e apresentava uma lógica compatível com a análise da tarefa realizada.

Como relatado no início deste capítulo, a todo custo foi buscado resolver o problema das partes do produto como um todo, no entanto esta tarefa foi custosa e exigiu uma dedicação de desenhos em cima dessa volumetria cujo contorno de desenvolvimento apresenta-se na Figura 48.

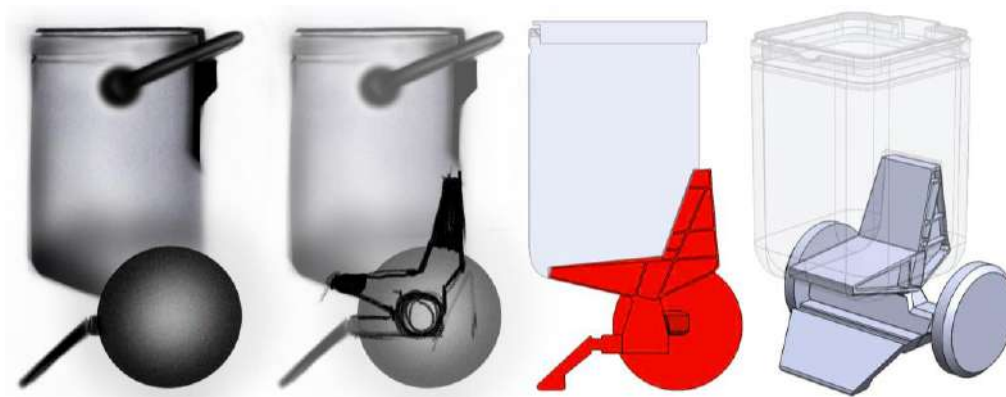


Figura 48 - Estudo de variação de volume sobre sólido.  
Fonte: Elaboração própria.

Para tornar a alternativa mais concreta, foi decidido modificar o processo de desenvolvimento criativo. Anteriormente, utilizava-se desenhos, SolidWorks e Photoshop, o que, apesar de fornecer um resultado visual satisfatório, não teve sucesso na forma do produto. Portanto, mudou-se o *workflow* para: desenho, Blender e, finalmente, Photoshop, com o objetivo de alcançar a forma desejada.

O blender foi adotado nessa fase em virtude da sua qualidade em fornecer ferramentas para o desenvolvimento de conceitos formais de produto com celeridade; suas ferramentas de modelagem por *subdivision* ajudam a descobrir novos contornos de desenho com menos de recursos de modelagem tridimensional.

Com o desafio de ter um conceito formal completo com todos os componentes do produto, o Blender se mostrou eficaz para o projeto. A proposta das Figuras 49 e 50 visava criar uma representação mais realista do desenvolvimento. Apesar de utilizar formas primitivas e ainda não totalmente alinhadas às necessidades reais do usuário, esse desenvolvimento formal facilitou os passos seguintes e demonstrou a eficácia na mudança do *workflow*.

Com esse conjunto, foi possível discutir o processo de fabricação, as necessidades dos componentes, a funcionalidade e as dimensões do suporte, e realizar uma análise ergonômica. Além disso, houve uma reavaliação das referências projetuais, o que contribuiu para uma abordagem mais madura no pensamento do projeto.



Figura 49 - Estudo de Volumetria.  
Fonte: Elaboração própria.

Assim, a criação técnica se une ao processo criativo nesse projeto onde é mesclado sketch digital sobre forma sólida (Figura 49), e posterior a tangibilização da ideia através de uma modelagem formal e artística no blender para conceituar o produto e entender se o resultado é o objeto desejado (Figura 50).

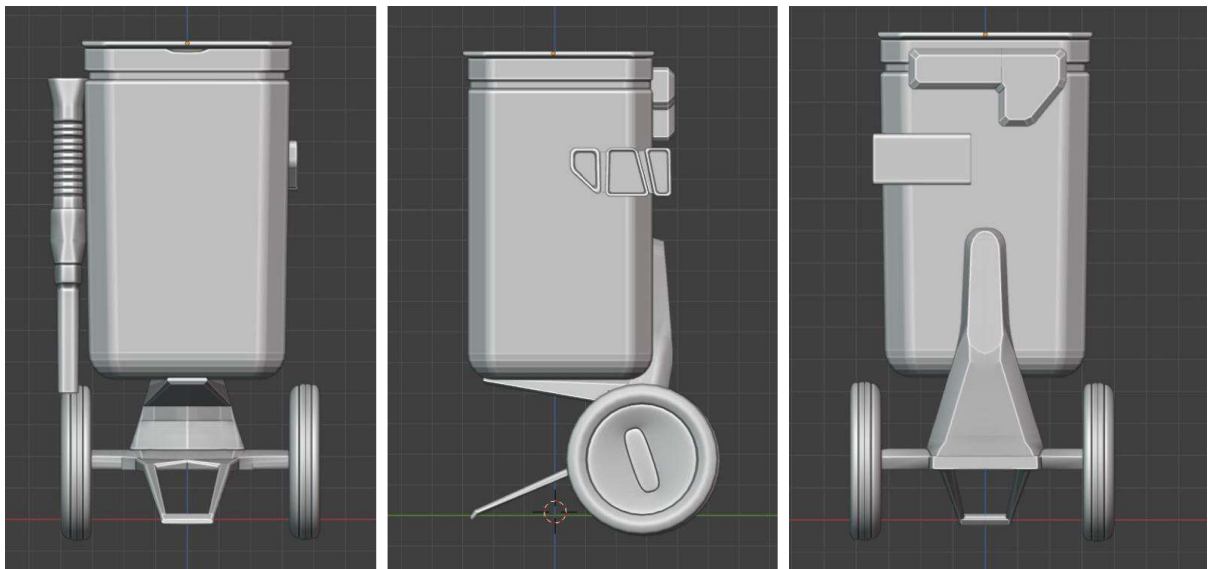


Figura 50 - Estudo de Volumetria.  
Fonte: Elaboração própria.

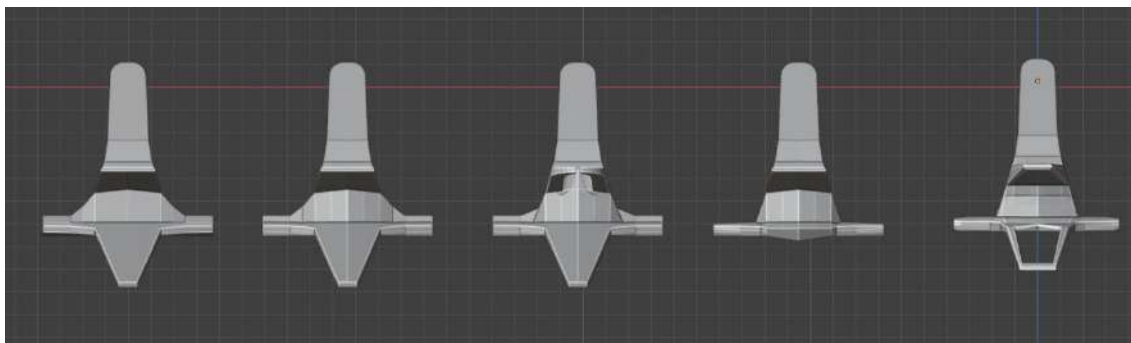


Figura 51 - Volumetrias de suporte modelado no blender.  
Fonte: Elaboração própria.

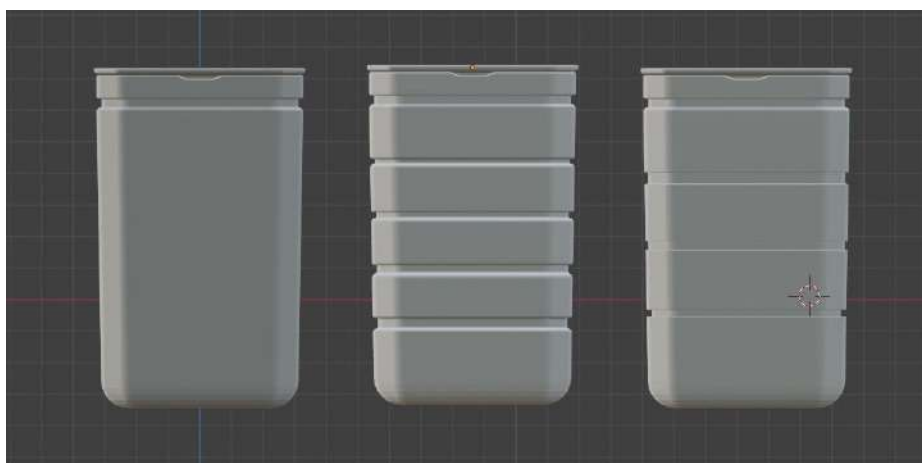


Figura 52 - Variações de container modelado no blender.  
Fonte: Elaboração própria.

Diante dessas condições era necessário olhar peça por peça, a começar pelo container (Figura 52). O container para a varrição trata-se do elemento principal de trabalho para os varredores, além da ferramenta de coleta, como a vassoura e pá ou um aspirador.



Figura 53 - Variações de container sketch sobre volumétrico do blender.  
Fonte: Elaboração própria.



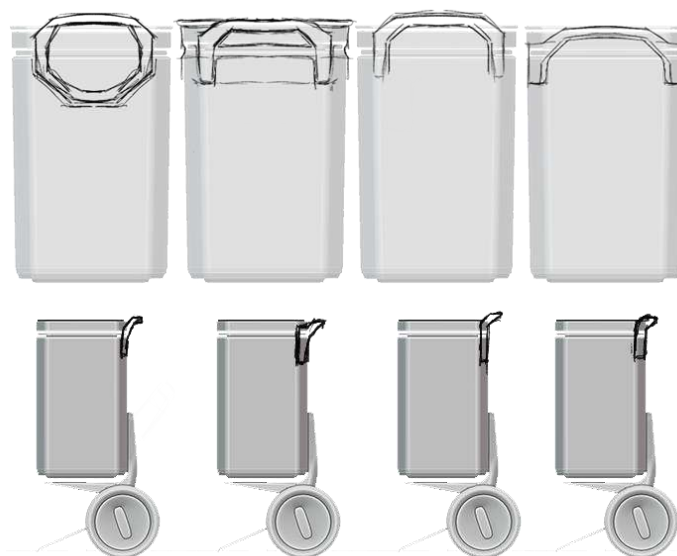


Figura 54 - Variações de apoio de mão - sketch sobre volumétrico do blender.  
Fonte: Elaboração própria.

Representar um container funcional tornou-se crucial para o projeto, pois isso determinava o avanço do desenvolvimento. Foi essencial analisar os tipos de containers de lixo existentes e os processos de fabricação para garantir a viabilidade do projeto (Figura 53).

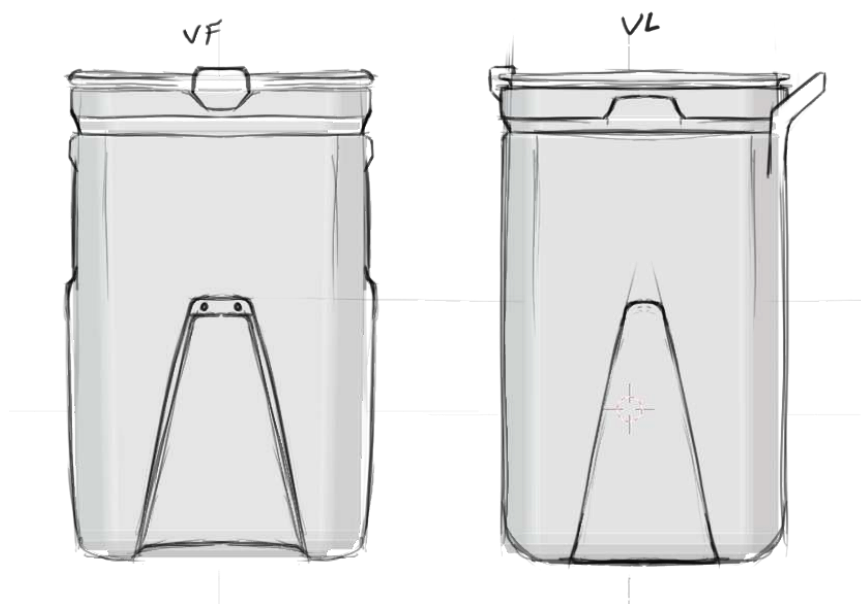


Figura 55 - Variações de container - sketch sobre volumétrico do blender.  
Fonte: Elaboração própria.

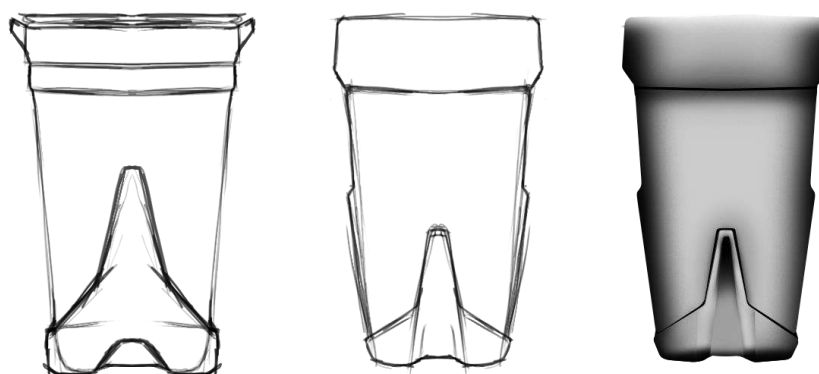


Figura 56 - Variações de container, vista frontal - sketch sobre volumétrico do blender.  
Fonte: Elaboração própria.



Figura 57 - Variações de container, vista frontal - sketch sobre volumétrico do blender.  
Fonte: Elaboração própria.

A escolha da alternativa final pode ser um fator determinante no processo do desenvolvimento do produto, e ferramentas projetuais, como tabelas de verificações de alinhamento com os requisitos, ajudam a tornar esse processo mais objetivo, garantindo maior critério funcional. Para este projeto, entretanto, a alternativa final foi escolhida com base exclusivamente na análise dos contextos e na adequação dos desenhos aos requisitos projetuais, sem o uso de tabelas de verificação.

Assim, o objetivo de desenvolver diferentes opções de design era alinhar os requisitos projetuais com a forma e os processos de fabricação, especialmente em relação ao ambiente urbano ao qual o produto será exposto (Figura 57).

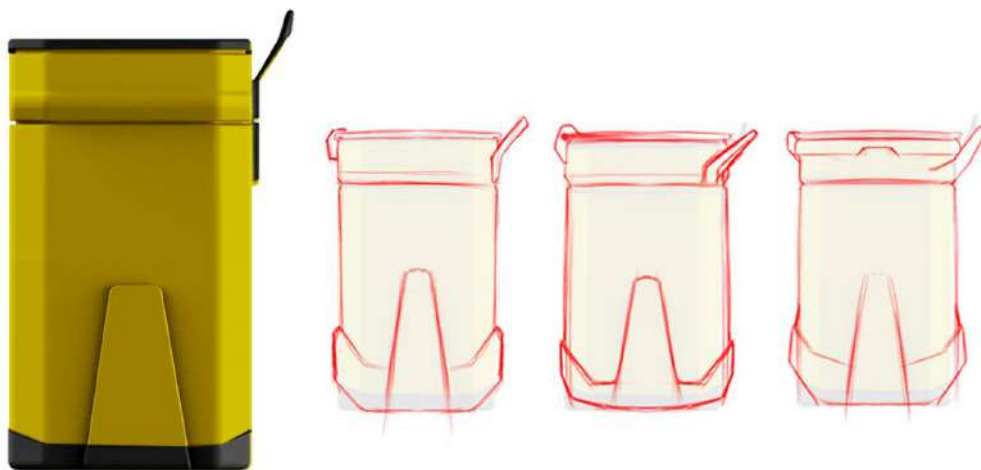


Figura 58 - Variações de container, vista lateral - sketch sobre volumétrico do blender.  
Fonte: Elaboração própria.

Para alcançar esse resultado, a partir da alternativa (Figura 56) foi necessário fazer uma forma híbrida entre a Fig.55 e Fig.57. Ambas tinham requisitos que se somavam.



Figura 59 - Variações de container, vista frontal- modelagem no blender.  
Fonte: Elaboração própria.

A escolha final resultou do alinhamento da forma com os requisitos projetuais, incluindo robustez, ângulo de saída positivo, encapsulamento, inovação, entre outros critérios avaliados na tabela de requisitos.

Portanto a forma escolhida deu-se a partir dos alinhamentos das alternativas desenvolvidas com os requisitos projetuais construídos. Essa alternativa garantiu um desenvolvimento mais concentrado no projeto, o que será possível visualizar adiante (Figura 60).



Figura 60 - Proposta final de container, vistas.  
Fonte: Elaboração própria.

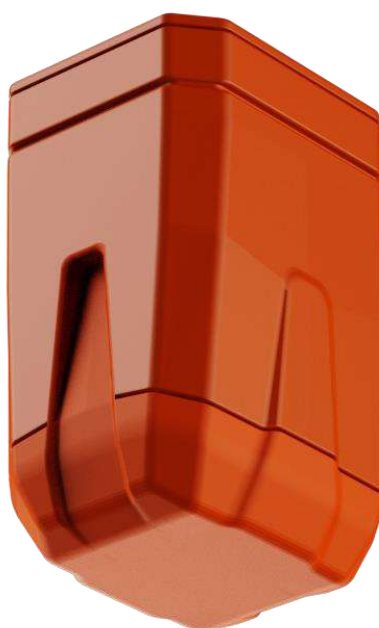


Figura 61 - Proposta final de container, perspectiva.  
Fonte: Elaboração própria.

O desenvolvimento das peças subsequentes ocorreu de forma gradual a partir desse resultado. Começou-se com as prioridades estabelecidas: o desenvolvimento do suporte, do apoio de mão, do bico de aspiração e da tampa. A aplicação e os detalhes técnicos desses desenhos serão apresentados no capítulo técnico.

### 3.4.2: Desenvolvimento criativo da estação como conjunto

#### Desenvolvimento das Pegas de Mão

A pegas de mão é um componente do container que tem como objetivo permitir que o varredor consiga manipular o carrinho de varrição ao longo da sua tarefa de serviço. Desenvolver essa parte era fundamental ao projeto devido aos espaços técnicos que existiam: era necessário que as pegas para mãos permitisse espaço para o porta-motor além da área de serviço, portanto representá-lo nessa etapa do projeto era indispensável.



Figura 62 - Aplicação de desenho do apoio de mão no container N18.  
Fonte: Elaboração própria.

## Desenvolvimento do Suporte

O suporte é a parte inferior do projeto que tem como objetivo permitir que o carrinho de varrição se mantenha estável nas horas de serviço, além de permitir o despejo de lixo quando necessário através de uma alavanca que gira no ângulo de 220°. A parte visual apresentada não tem como objetivo demonstrar as funcionalidades do container — as questões técnicas do produto serão tratadas no desenvolvimento técnico.

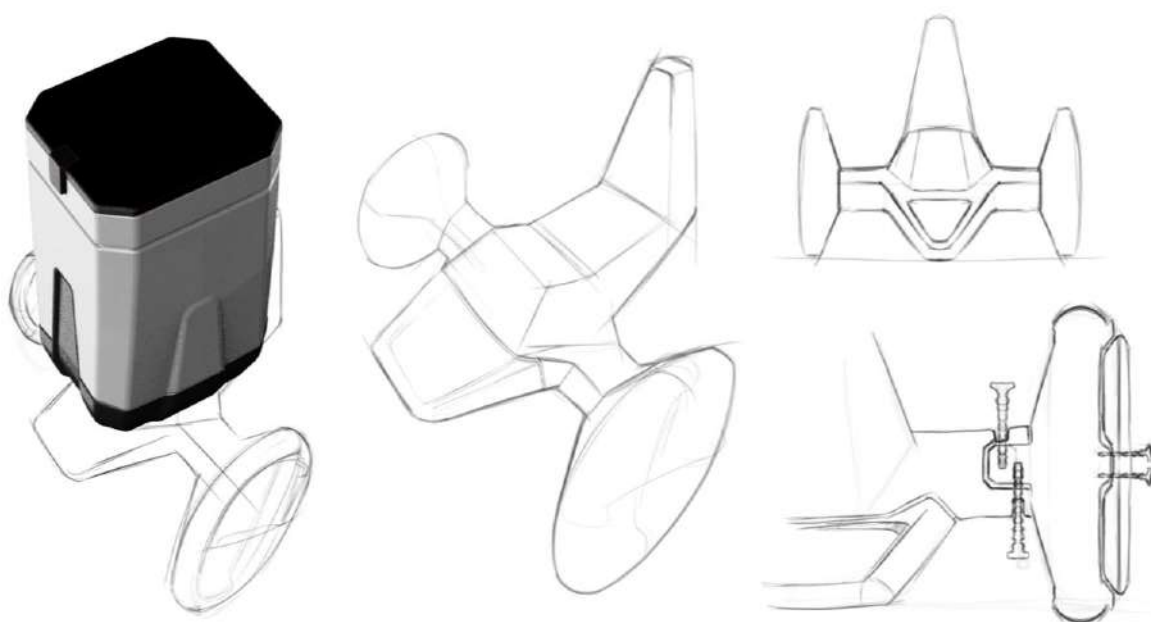


Figura 63 - Aplicação de desenho do suporte - N18.  
Fonte: Elaboração própria.

## Desenvolvimento do bico de aspiração

O bico de aspiração trata-se da inserção da tecnologia de aspiração nos carrinhos de varrição como um auxílio ao processo de varrição de ruas. O desenvolvimento de alternativas dos bicos de aspiração se deram em conjunto com as referências visuais dos tipos de bicos de aspiração levando-se em consideração os aspectos ergonômicos para os tipos de pegas manuais; como também os aspectos técnicos referentes à passagem do lixo pelo tubo de sucção (Figura 64).

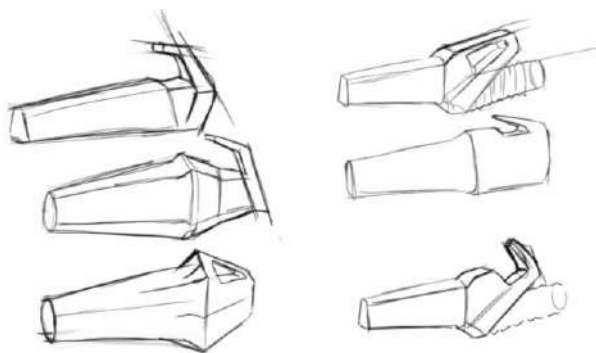


Figura 64 - Bicos de aspiração - N18.  
Fonte: Elaboração própria.

Foram desenvolvidos 12 sketches como alternativas para bicos de aspiração para o container, porém apenas uma dessas formas foi levada adiante para um detalhamento visual e apenas uma foi renderizada com mais detalhes e adotada ao projeto como a alternativa final. Como uma forma, no entanto, de demonstrar o processo criativo a figura 64 e a figura 65 representam esse processo e a figura 66 representa a visualização intermediária da alternativa escolhida.

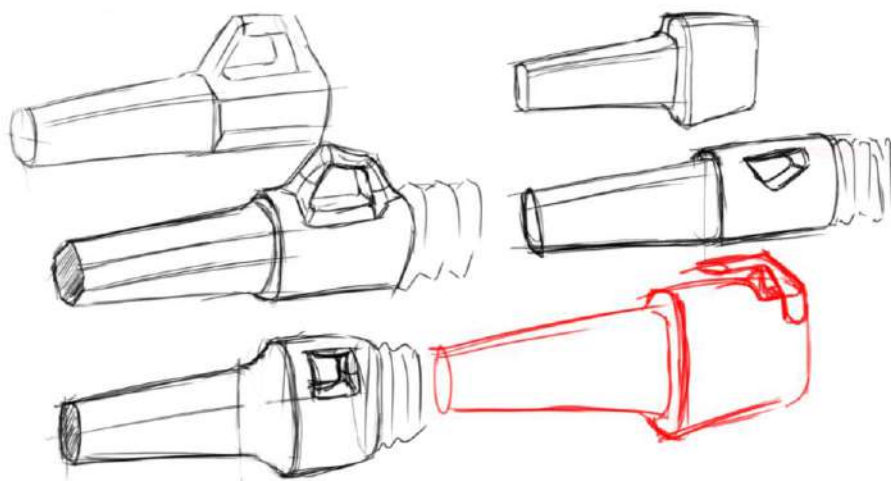


Figura 65 - Bicos de aspiração - N18.  
Fonte: Elaboração própria.

Além de se criar o modelo visual da alternativa de bico de aspiração, foi necessário nesse processo construtivo, começar a imaginar aspectos reais da alternativa proposta. Para tanto foi necessário fazer um volumétrico e definir a partir dos padrões ergonômicos tamanhos e dimensões compatíveis a um bico de aspiração que possibilitasse uma sucção ergonômica (Figura 67).



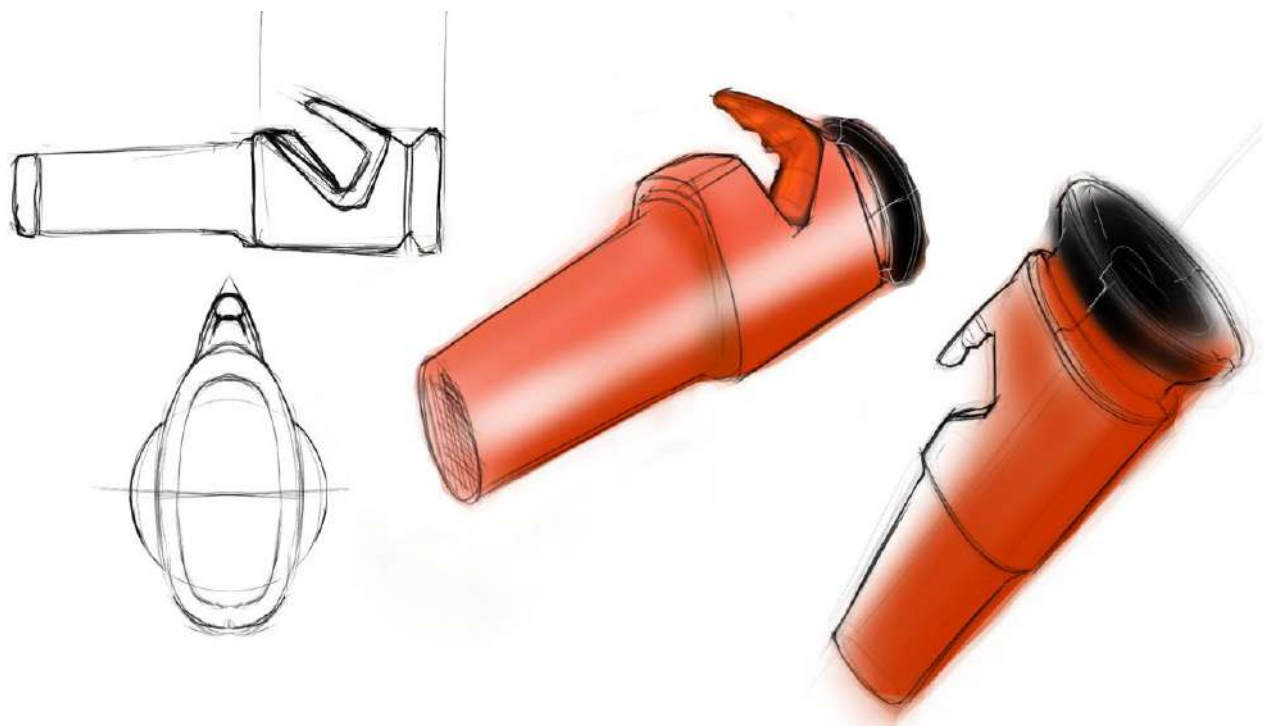


Figura 66 - Bicos de aspiração - N18.  
Fonte: Elaboração própria.



Figura 67 - Mock-up de baixa-fidelidade - N18.  
Fonte: Elaboração própria.

## Desenvolvimento do porta-pertences

O objeto denominado porta-pertences trata-se de um produto que tem como objetivo guardar pertences particulares dos varredores, como celular, carteira, garrafa de água ou pertences do trabalho, tal como a ordem de serviço ou as luvas de proteção (Figura 68).

O porta-pertences, assim é um elemento extra no processo de desenvolvimento do projeto e tornou-se uma demanda de projeção na medida em que os varredores nas suas devidas estações de trabalho são obrigados a carregarem mochilas consigo guardando pertences pessoais e de trabalho.

O resultado visual dessa condição é uma concatenação de objetos agregados ao carrinho que deixa evidente uma situação de trabalho indigna e mal compreendida.

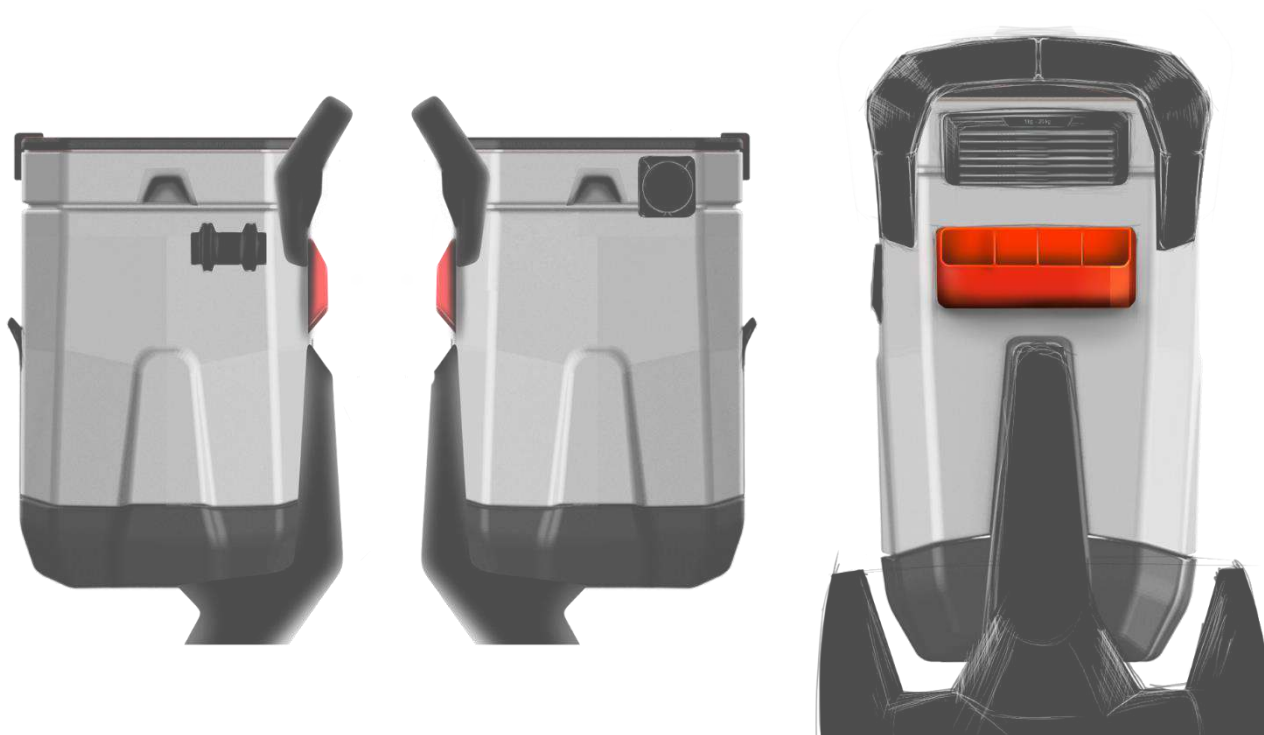


Figura 68 - Porta-pertences - N18.  
Fonte: Elaboração própria.

### 3.5: Conclusão da fase criativa e visualização preliminar da alternativa

Para finalizar o processo de criação através de sketches, modelo e renderização era necessário buscar uma visualização do conjunto que integrasse as partes projetadas separadamente para a partir desse lugar, dar continuidade no processo de construção do modelo.



Figura 69 - Conjunto - N18.  
Fonte: Elaboração própria.



Figura 70 - Bico de aspiração aplicado ao conjunto N18.  
Fonte: Elaboração própria.

Visualizado, portanto, todos componentes no container e entendido as relações de cada parte em relação ao todo, a fase criativa de desenvolvimento do projeto torna-se pré-definida. O processo de modelagem, nesse sentido, torna-se rico de informações e com os caminhos mais evidentes para a construção do produto. A partir disso, a meta de desenvolvimento técnico é unir funcionalismo, requisitos projetuais aos processos de fabricação e às tarefas de varrição.

# Desenvolvimento técnico

## Capítulo 4





## 4 DETALHAMENTO TÉCNICO E APRESENTAÇÃO PROJETUAL

### 4.1: Resultado projetual

Como demonstrado no capítulo anterior, a alternativa denominada N18 foi a alternativa selecionada para ser desenvolvida como proposta final de projeto, levando em consideração os desenhos projetados. O processo construtivo daqueles desenhos passou por uma fase de refinamento e detalhamento técnico através do Solidworks (Figura 71), portanto os resultados e os testes a seguir são resultados de uma modelagem paramétrica para fabricação. O resultado buscado será demonstrado em detalhe neste capítulo a partir da apresentação de cada parte do projeto, além de apresentar o processo de fabricação em relação às partes projetadas; como também será apresentado, a questão da usabilidade, especificação de materiais, análise ergonômica e testes de viabilização do produto, veja a seguir.



Figura 71 - Vista Frontal do conjunto - N18V3.  
Fonte: Elaboração própria.

## 4.2 Visualização de modelagem por partes projetadas

### 4.2.1 - Container

O container apresentado possui uma estrutura rígida com reforços laterais e uma base sólida projetada para aguentar o peso e a carga de resíduos coletados. O dimensionamento escolhido tem como objetivo maximizar a capacidade de armazenamento enquanto mantém uma altura e proporções que ajudam na realização do serviço de limpeza como garante uma usabilidade que facilita a vida dos trabalhadores.

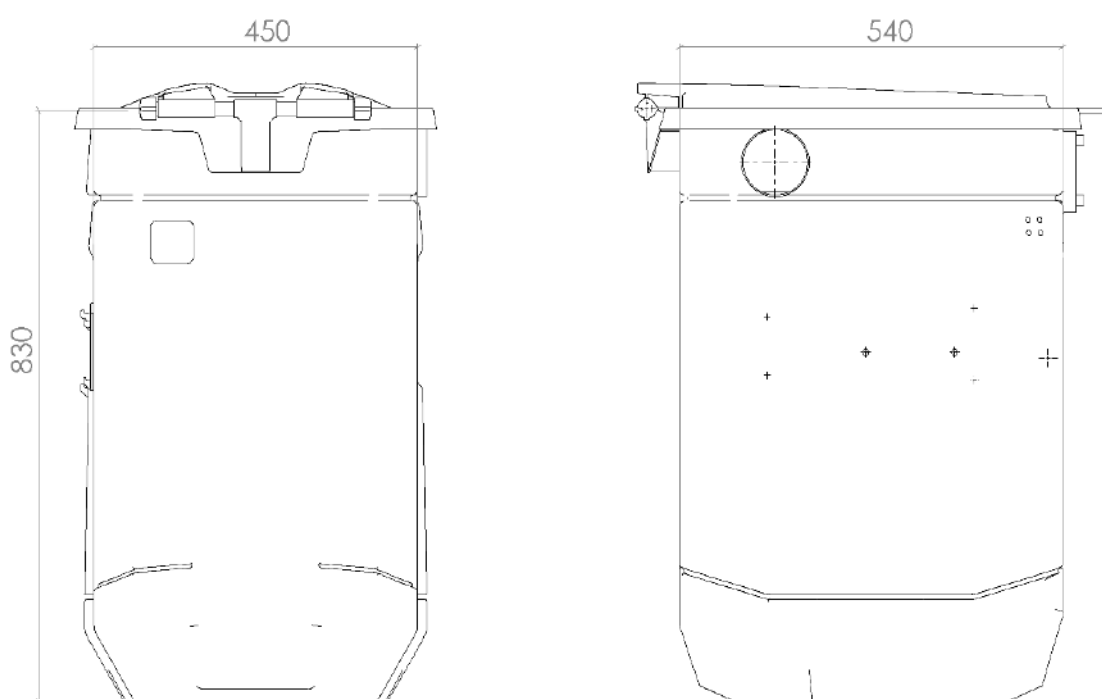


Figura 72 – Dimensionamento geral do container.  
Fonte: Elaboração própria.

O Design do container apresenta uma forma robusta com reforços estruturais nas laterais e na base do container visando melhorar a durabilidade do produto, aumentando as resistências com pretuberâncias externas, com reentrâncias estruturais, de tal forma a garantir uma resistência aos impactos típicos do uso do container.

Além disso, o container também apresenta regiões para componentes que foram demarcadas ao longo da superfície buscando oferecer suporte para elementos adicionais: vassouras, pás, bico de aspiração, porta-motor, além de acessórios pessoais dos trabalhadores.



A vista explodida apresentada na figura 73 serve como base para destacar a divisão funcional do container em seis regiões distintas. Essas áreas foram projetadas para integrar a tecnologia de aspiração ao carrinho de varrição e atender às necessidades específicas dos varredores, como a inclusão de um compartimento para guardar pertences. Cada componente, como mostrado na imagem, foi posicionado para otimizar a funcionalidade geral do container, garantindo que as exigências operacionais fossem corretas.

Por exemplo, a região do porta-motor, demarcada com o número 2 na figura, é a região onde o motor, a bateria, o botão de inicialização, além de outros componentes, se encontram. Já a região número 1, a região das pegas para mãos, é a região onde o varredor possui o controle do carrinho. Enfim, essas regiões ressaltadas serão apresentadas nos tópicos posteriores com o intuito de se apresentar as suas dimensões, a sua relação com o container, além da sua funcionalidade em relação ao usuário.

Uma vista frontal, visto na figura 74, serve como uma apresentação geral do desenho do container. O objetivo da imagem é apresentar a face do produto ressaltando as suas características sem os componentes, isto é, sem o apoio de mão, o tubo de aspiração, o porta-motor e o suporte.

Ver o produto dessa forma garante a visualização geral do será tratado nos aspectos técnicos, tal como no teste físico do solidworks, com o volume do container tendo sido gerado dentro do solidworks, como também impresso em 3D. O resultado apresentado na figura é o alcançado depois dos testes, isto é a versão final.



Figura 73 - Vista explodida do container.  
Fonte: Elaboração própria



Figura 74 - Vista frontal do container sem componentes.  
Fonte: Elaboração própria.

O container é formado por seis regiões diferentes que foram projetadas para atender a demanda de inserir a tecnologia de aspiração ao sistema de serviço, para atender a necessidade mapeada de os varredores possuírem uma área para guarda-pertences, tal como outras identificadas na figura abaixo.



Figura 75 - Vista perspectivada do container.  
Fonte: Elaboração própria.

A partir da finalização da modelagem, definindo forma e volumetria do container, foi necessário realizar uma análise das superfícies plana buscando compreender os limites da resistência do container que foi gerado dentro do solidworks. Utilizando-se do simulador integrado ao solidworks uma força de 100N foi dada nas regiões planas e frontais do contêiner com material idêntico ao de fabricação de forma estratégica visando identificar fragilidades e repará-las. Essa força é usual nesses testes de supefície e são usadas como parâmetro inicial de análise buscando a visualização de um comportamento superficial.

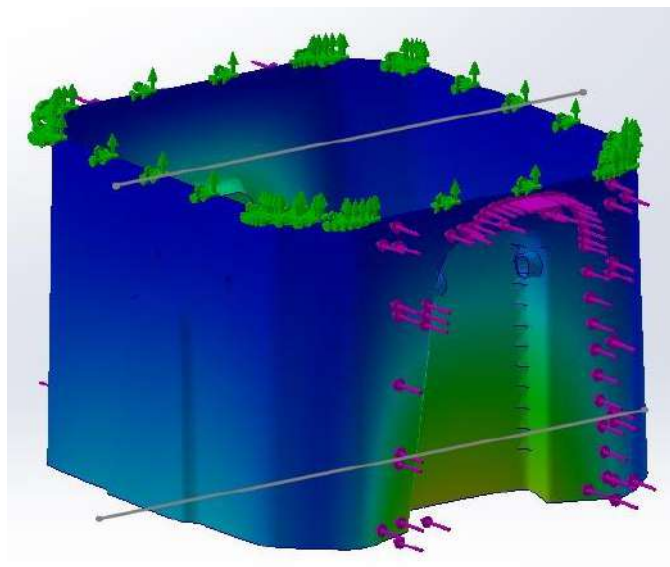


Figura 76 - Simulação estrutural.  
Fonte: Elaboração própria.

As setas roxas representam as forças que são aplicadas na superfície em relação ao ponto de fixação de teste que estão representados pelas setas verdes. As regiões azuis ao longo da superfície sobre as protuberâncias e reentrâncias representam estabilidade de estresse; ao passo que as regiões amarelas, verdes e vermelhas representam regiões com variações de comportamento.

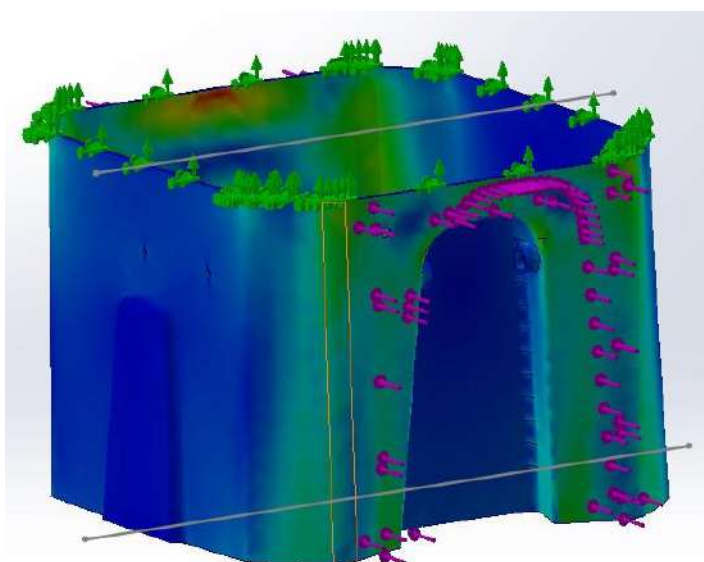


Figura 77 - Simulação estrutural.  
Fonte: Elaboração própria.

Não foi possível realizar a análise em todo contêiner devido à complexidade da geometria e seu comportamento de deformação.

Nesse sentido havia duas possibilidades para contornar o desafio da simulação: 1) simplificar a geometria final para avaliar o comportamento geral da forma ou 2) realizar os testes a partir de uma região de interesse. Foi optado pela segunda opção e os resultados foram suficientes para avaliar a fragilidade da geometria e corrigi-la.

Em paralelo às análises do solidworks, também foi possível imprimir em 3D o mesmo container com material PLA, na escala 1:5 e avaliá-lo de forma empírica, utilizando a força dos dedos, para verificar regiões de fragilidade no desenho, embora o material de fabricação e o testado sejam tecnologicamente diferentes. Entretanto, a partir desses testes foi identificado que as bordas do container eram uma região frágil, e para reparar foi necessário acrescentar bordas excedentes nervuradas no projeto 3D.

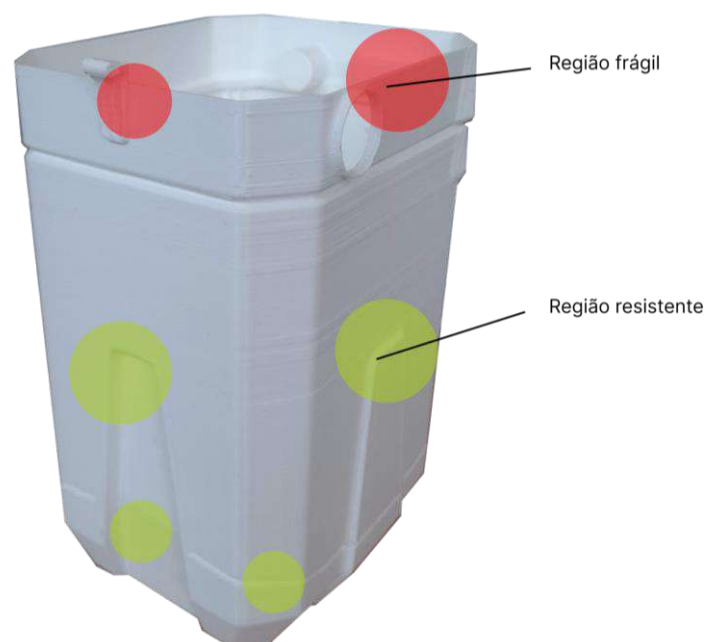


Figura 78 - Teste de fragilidade com container impressora 3D.  
Fonte: Elaboração própria.

A investigação dos projetos existentes foi fundamental para determinar o design mais adequado das bordas do container. A análise comparativa permitiu identificar quais características estruturais poderiam ser adaptadas para aumentar a robustez, sem comprometer a viabilidade de fabricação. A utilização de bordas excedentes, uma solução comum em diversos projetos de containers industriais, como os encontrados em estações de

mercado, foi introjetado para atender às necessidades específicas do projeto, resultando em um desenho otimizado para durabilidade e resistência aos impactos do dia a dia.

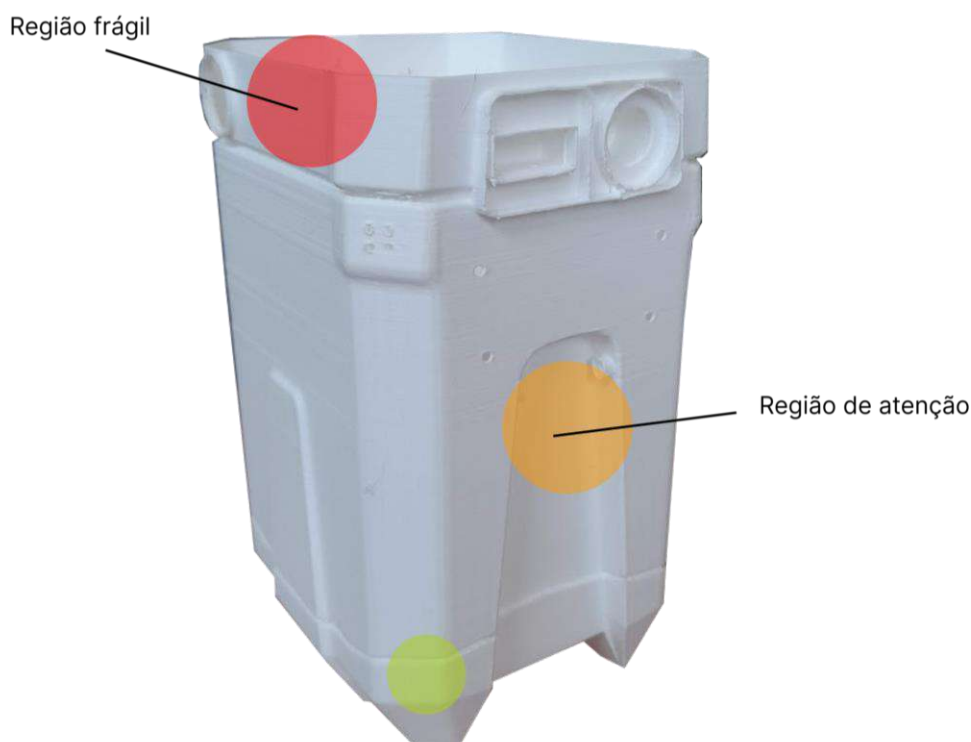


Figura 79 - Teste de fragilidade com container impressora 3D.  
Fonte: Elaboração própria.

Outro fato importante que está análise revelou era que a "região de atenção" (figura 79), localizada no encaixe do suporte, possuía características que poderiam comprometer a integridade estrutural do container devido à sua extensão plana e ao potencial efeito de alavanca. Essas condições poderiam resultar em estresses concentrados na superfície plástica, aumentando o risco de deformação ou falha ao longo do tempo, especialmente com o uso contínuo e sob carga. Essa identificação foi essencial para prevenir problemas futuros.

Para resolver esse desafio, foi projetada uma placa metálica de 3mm de espessura (Figura 80), atuando como uma "alma" reforçadora. Essa placa é fixada diretamente à face entre o suporte e o container, redistribuindo as tensões e aumentando significativamente a resistência dessa área.



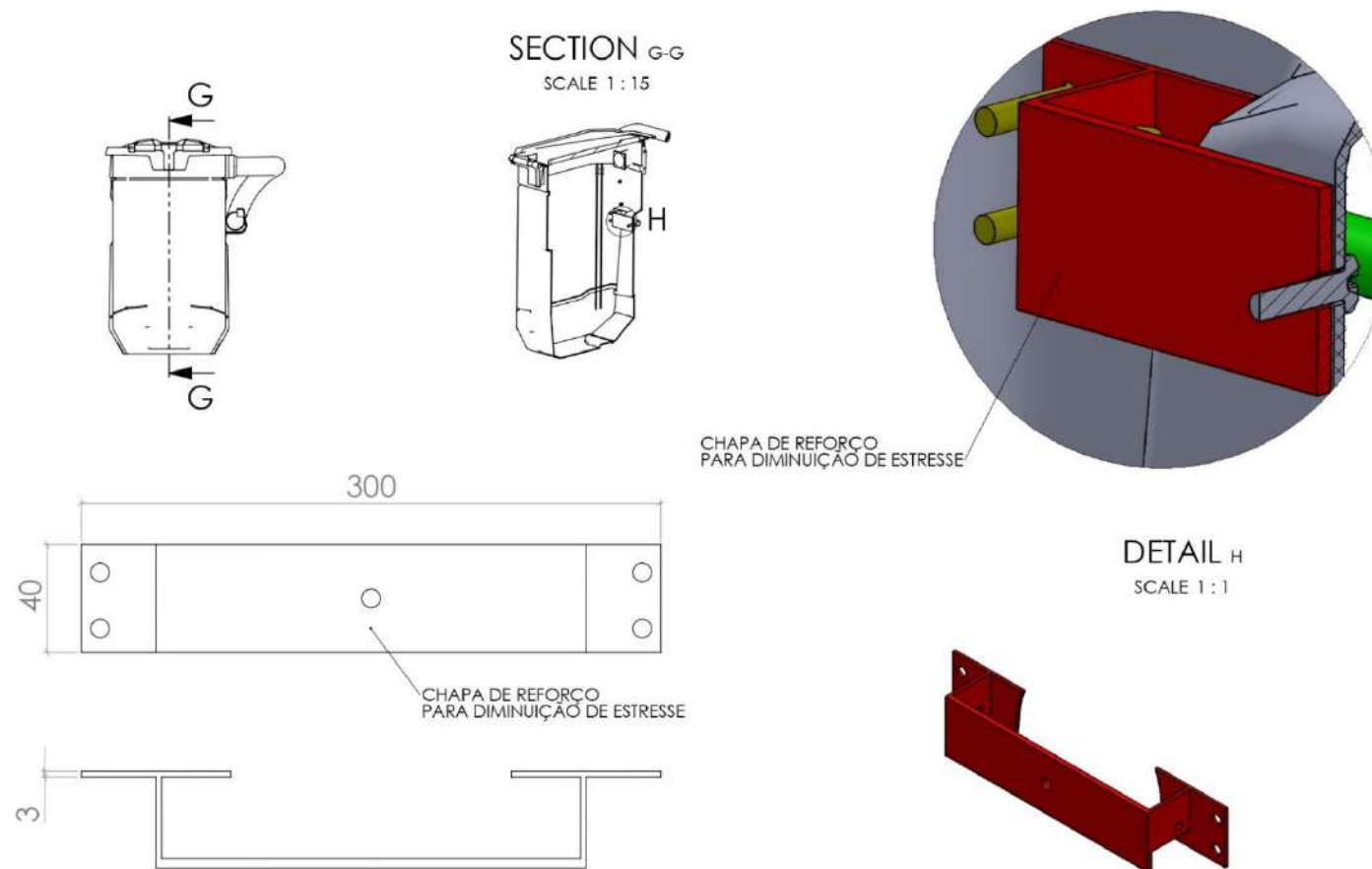


Figura 80 - Desenho técnico e visualização da chapa de reforço.  
Fonte: Elaboração própria.

Outro ponto apresentado como regiões de atenção ao projeto eram as bordas laterais do container. Uma resposta rápida para o ponto crítico foi construir uma borda que acompanhasse o desenho do container e permitisse o encaixe, a vedação do ar no sistema de aspiração e a rotação livre da tampa. Foi acrescentado nervuras na sua base como forma de diminuir os cenários de fragilidade, uma vez que as bordas projetam-se para as laterais do container.

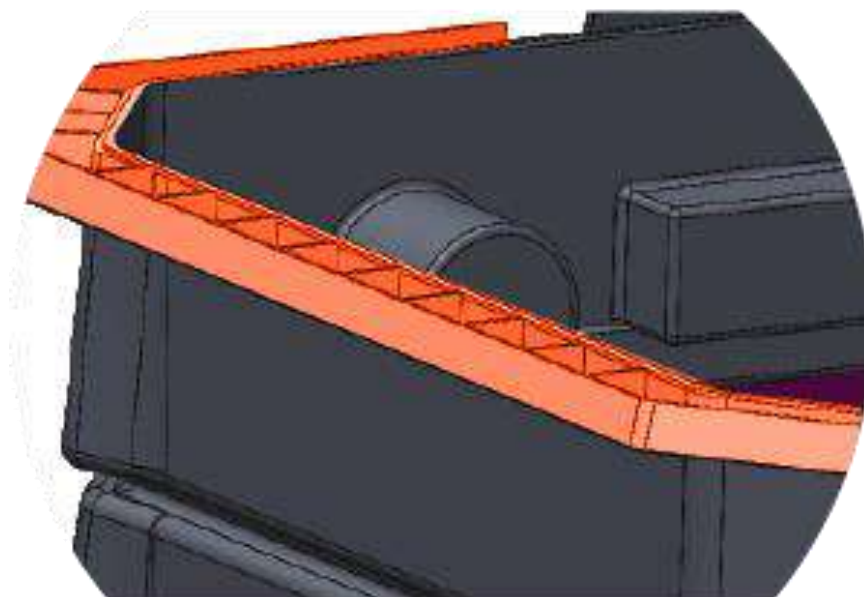


Figura 81 - Detalhe visual das abas de reforço do container.  
Fonte: Elaboração própria.

O design do container, por fim, como elemento central do projeto, foi constantemente avaliado para garantir funcionalidade e integração com outros componentes. As análises realizadas, tanto matematicamente no SolidWorks quanto empiricamente com impressão 3D e testes de manuseio, indicam que o container atende aos requisitos de suportar o peso de resíduos coletados. A tampa foi projetada com uma inclinação que fortalece áreas potencialmente frágeis; reentrâncias nas regiões frontais planas proporcionam estabilidade; as bordas reforçadas garantem a resistência na parte superior, enquanto os chanfros e protuberâncias laterais estabilizam as superfícies planas e as áreas de maior esforço.



Figura 82 - Perspectiva de detalhe do container.  
Fonte: Elaboração própria.

#### 4.2.2: Pegas para mãos

A pega de mão é um componente do container que tem como função possibilitar o carrinho de ser empurrado ou puxado dependendo da escolha do varredor. Essa peça foi desenhada com foco na ergonomia, garantindo um manuseio confortável e seguro para os varredores, permitindo uma manobrabilidade eficiente durante o uso. A forma curva e a largura de 460 mm buscam facilitar o ajuste das mãos, e minimizar o esforço necessário para manobrar o carrinho.

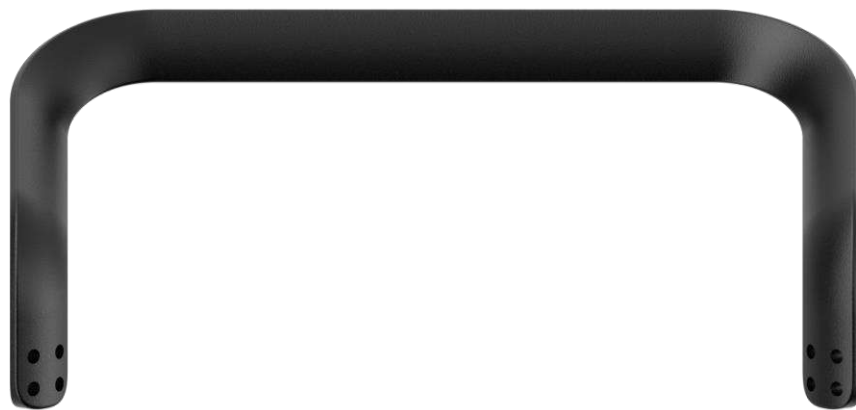


Figura 83 - Vista frontal das pegadas para mãos.  
Fonte: Elaboração própria.

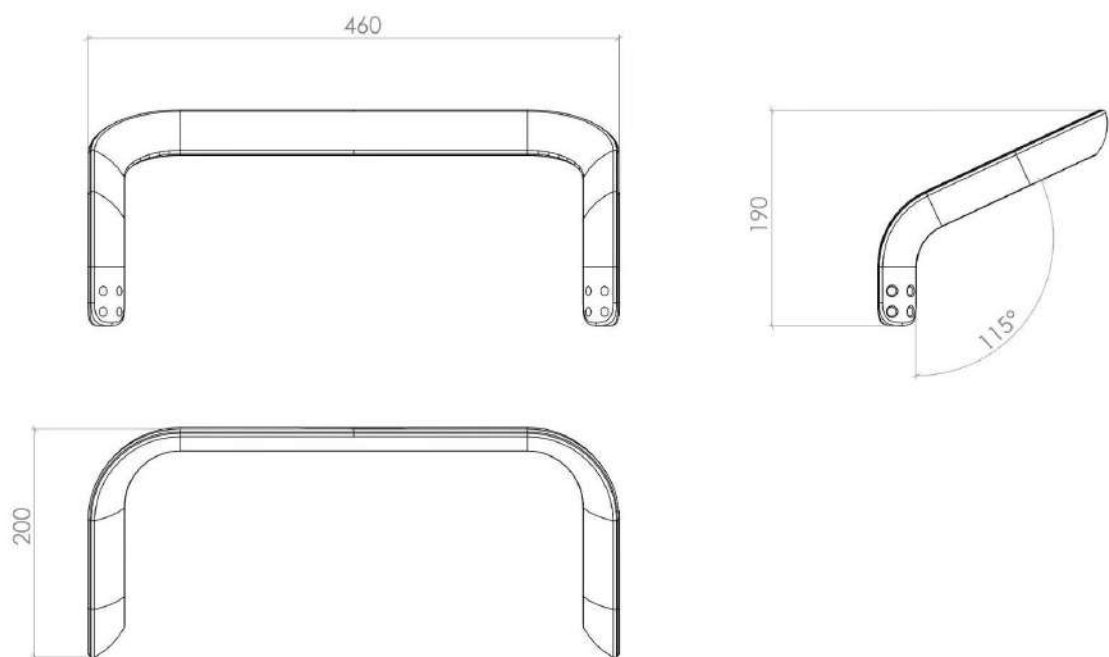


Figura 84 - Dimensionamento geral das pegadas para mãos.  
Fonte: Elaboração própria.

Acompanhe a figura abaixo que mostra uma análise estrutural realizada no SolidWorks para a pega. Uma força de 100N foi aplicada na superfície superior da pega, como indicado pelas setas roxas, para identificar regiões de maior tensão e possível fragilidade.

A gradação das cores na análise apresenta a distribuição dos esforços, onde as áreas vermelhas indicam pontos de maior concentração de esforço, enquanto áreas em azul indicam regiões com menor tensão. O material utilizado para a realização da análise foi um polietileno de alta densidade.

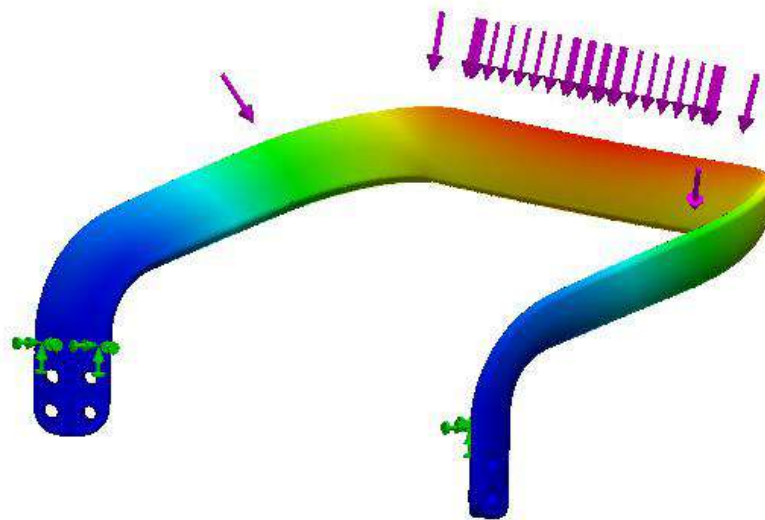


Figura 85 - Teste de forças das pegas para mãos.  
Fonte: Elaboração própria.

Como conclusão da análise e apresentação da pega, a figura abaixo destaca a integração das pegas ao container, ilustrando que o design leva em conta tanto a usabilidade quanto a funcionalidade. O design das pegas, após validações no SolidWorks, assegura que a peça poderá resistir ao uso contínuo e proporcionará uma experiência de trabalho confortável para os varredores.



Figura 86 - Pegas do container.  
Fonte: Elaboração própria.

#### 4.2.3: Porta-motor

O porta-motor é um componente que encapsula a tecnologia de aspiração no sistema de serviço do container. Projetado para ser funcional, o porta-motor oferece suporte estruturado ao motor e à bateria, garantindo segurança e isolamento do sistema. Além disso, o porta-motor foi pensado para facilitar a manutenção do motor, contribuindo para a reparabilidade ao subsistema.

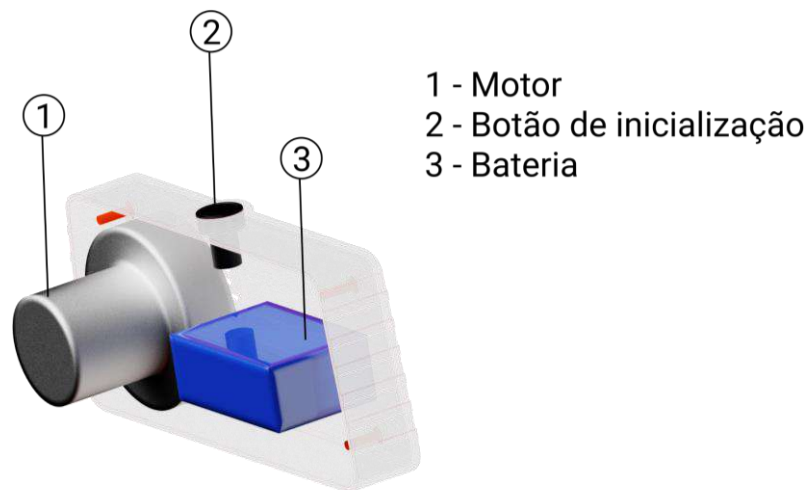


Figura 87 - Porta-motor.  
Fonte: Elaboração própria.

Realizando uma visualização mais próxima da peça 3D, identifica-se regiões para passagem de ar gerada pelo motor, furos para fixação do sistema e um furo para encaixe de botão de inicialização universal.

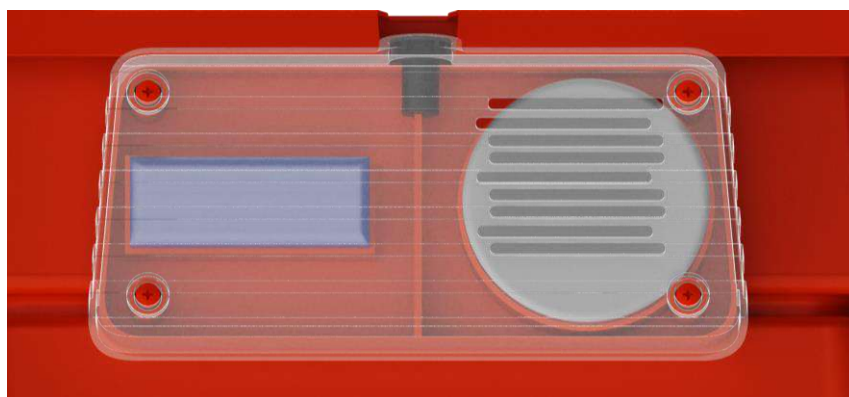


Figura 88 - Visualização do porta-motor em transparência.  
Fonte: Elaboração própria.



O dimensionamento estipulado otimiza o espaço entre o motor e a bateria. O processo de ligação do sistema, para fins de viabilidade, não foi desenhado, apenas segue uma regra geral de relação entre moto e bateria. Uma consulta técnica seria necessária para validar a relação de espaço.

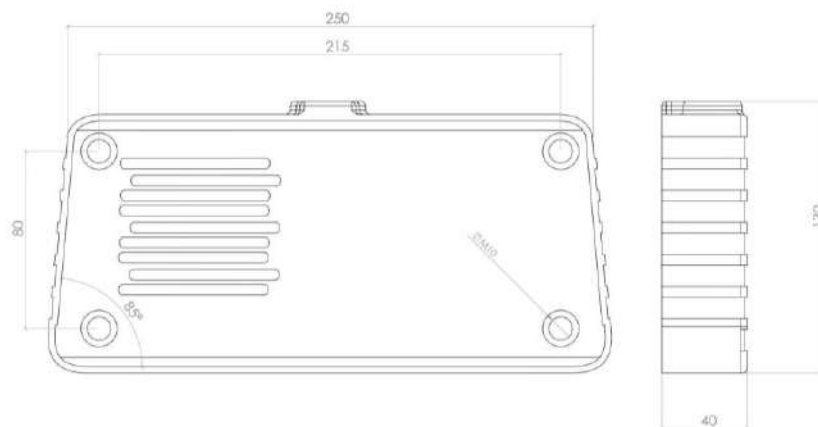


Figura 89 - Dimensionamento geral do porta-motor.  
Fonte: Elaboração própria.

#### 4.2.4: Porta-Pertences

O porta-pertences foi projetado para os itens pessoais dos varredores, como celulares, ordens de serviço, bonés ou luvas. Apresenta um formato retangular, buscando proporcionar uma estrutura compacta de porta-pertences. As fixações são simples através de parafusos permitindo uma montagem firme e segura, com encaixes projetados para evitar vibrações e deslocamentos durante o uso.



Figura 90 - Porta-pertences.  
Fonte: Elaboração própria.

Embora não tenha sido detalhado suficientemente no projeto para atender às necessidades de serviço do varredor, o projeto desse porta-pertences tem como objetivo salientar a importância da organização e proteção dos itens pessoais dos varredores, que anteriormente dependiam de mochilas ou sacolas plásticas.

Além disso, ao centralizar o armazenamento dos pertences em um local dedicado, o design tem como premissa ajudar na eficiência e organização do trabalho, permitindo que os varredores acessem seus objetos de maneira mais prática e sugestiva.

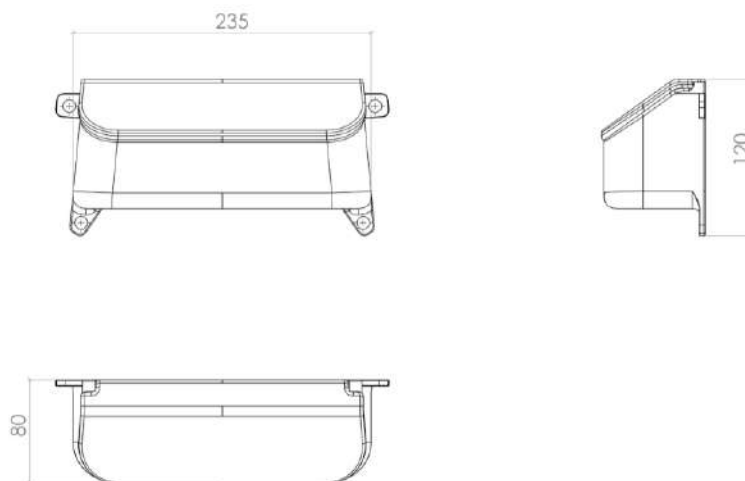


Figura 91 - Dimensionamento Geral do porta-pertences.  
Fonte: Elaboração Própria.

#### 4.2.5: Bico de Aspiração e seus componentes

O sistema de aspiração é composto de várias partes, tal como a região do porta-motor apresentada anteriormente, para permitir uma aspiração adequada:

1. **Motor e Bateria:** A potência do motor é alimentada por uma bateria, garantindo a operação contínua do sistema de aspiração.
2. **Botão de Inicialização:** Localizado próximo ao motor, o botão de inicialização é projetado para ativar o sistema de aspiração.
3. **Bico de Aspiração:** Com 650mm de profundidade que alcança o chão nos percentis 5% e 50%.
4. **Mangueira de Aspiração:** A mangueira, com 85mm de diâmetro e 700mm de comprimento, proporciona um bom alcance para coleta de lixo em diferentes áreas, facilitando o manuseio e a operação em espaços variados.
5. **Espera de Conexão:** Serve para conectar a mangueira ao carrinho e ao bico de aspiração.

6. **Suporte do Bico de Aspiração:** o suporte mantém o bico de aspiração fixo ao carrinho quando não está em uso, contribuindo para a organização do equipamento durante o transporte.

### Bico de Aspiração

O formato do bico foi desenhado para otimizar o fluxo de ar e a sucção, garantindo que mesmo os resíduos mais volumosos ou pesados possam ser aspirados. A ergonomia foi considerada no design do bico, proporcionando uma pega que possibilita o manejo neutro para o usuário.



Figura 92 - Bico de aspiração.  
Fonte: Elaboração Própria.

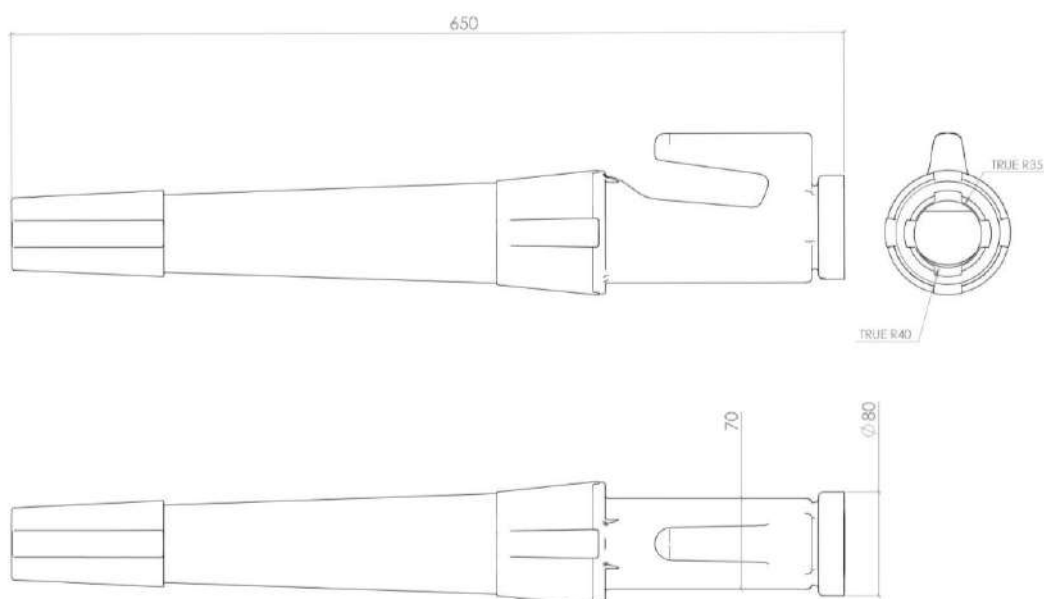


Figura 93 - Dimensionamento geral do bico de aspiração.  
Fonte: Elaboração Própria.

## Suporte do Bico de Aspiração

O suporte possui um design singular com nervuras para reforço estrutural, garantindo resistência e durabilidade. A base do suporte é equipada com furos para fixação, permitindo que ele seja acoplado com parafusos M8 ao carrinho de varrição. O formato curvo do suporte é otimizado para acomodar envolto o bico de aspiração, mantendo-o acessível ao operador e otimizando espaço.



Figura 94 - Suporte do bico de aspiração.  
Fonte: Elaboração Própria.

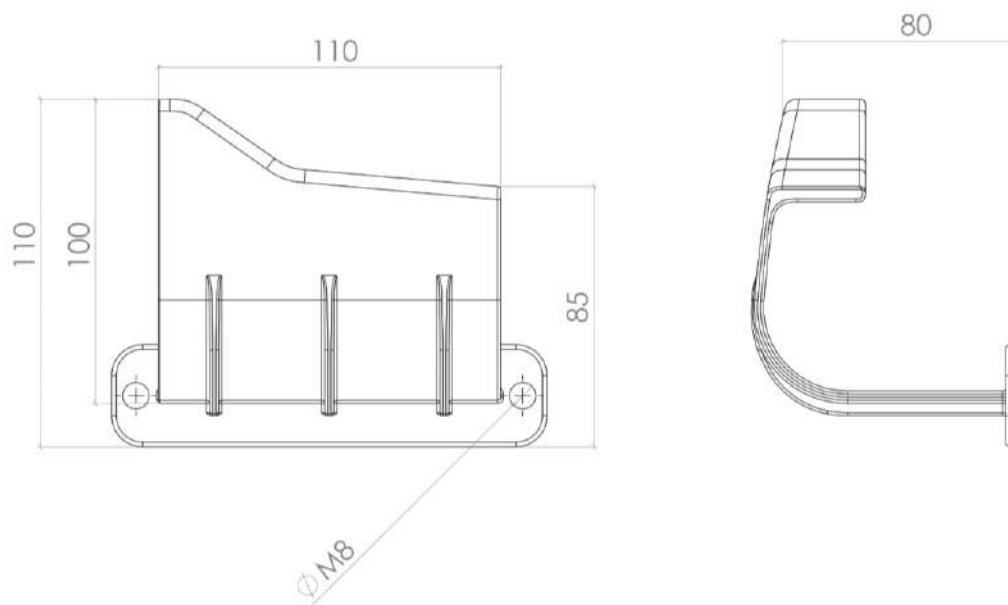


Figura 95 - Dimensionamento geral do bico de aspiração.  
Fonte: Elaboração Própria.

## Espera de Conexão

A espera de conexão apresentada foi desenhada como uma peça de mercado. Esse tipo de peça é encontrada normalmente em aspiradores domésticos, porém foi encontrado no mercado europeu uma peça industrial, com um diâmetro nominal de 85mm. As esperas de conexões além de realizarem a fixação entre o tubo de aspiração e o bico de aspiração, têm como função principal ajudar na vedação da passagem de ar na região de vácuo e assim permitir a sucção dos lixo coletados.



Figura 96 - Conector.  
Fonte: Elaboração Própria.



Figura 97 - Tubo de aspiração.  
Fonte: Elaboração Própria.

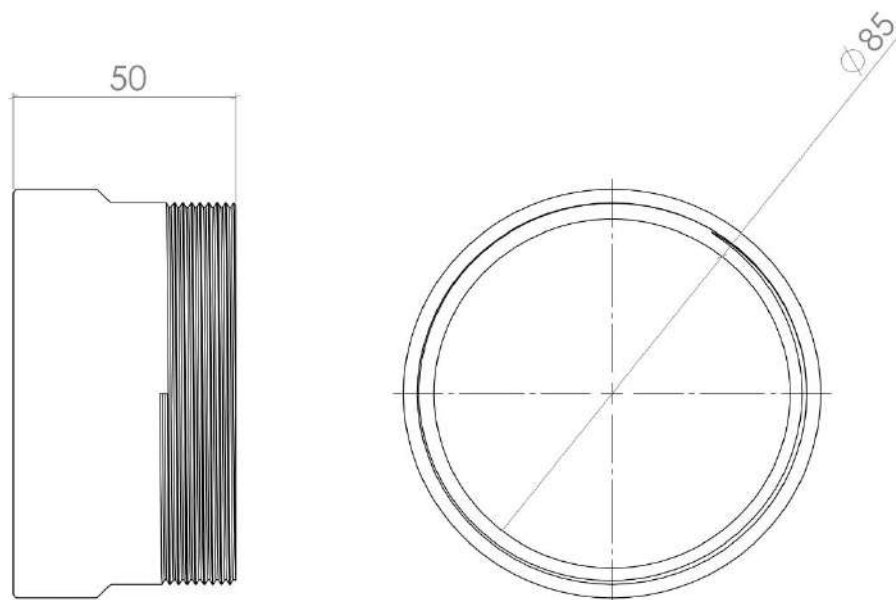


Figura 98 - Dimensionamento geral do conector.  
Fonte: Elaboração Própria.

#### 4.2.6 : Suporte

O suporte do container é uma peça essencial no projeto, desempenhando um papel crucial na funcionalidade e estabilidade do carrinho de varrição. Ele conecta o container ao sistema de rodas, garantindo que o conjunto seja leve e resistente, mas também durável e robusto o suficiente para suportar o uso diário.

Com dimensões de 620mm de profundidade, 800mm de altura e 600mm de largura, o suporte apresenta um design dinâmico ajustado às reentrâncias do container. Este formato triangular assegura um encaixe firme, reflete uma estabilidade e equilíbrio durante o uso.

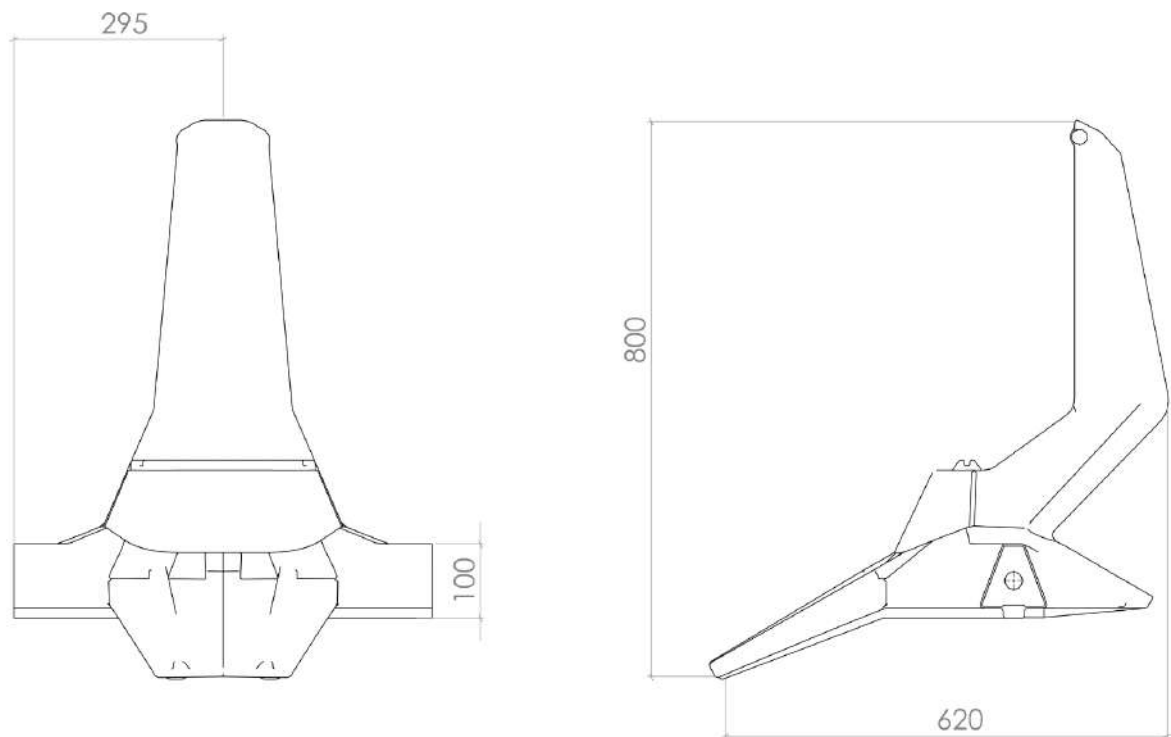


Figura 99 - Dimensionamento geral do suporte.  
Fonte: Elaboração Própria.

O suporte foi desenvolvido para garantir a remoção eficiente do lixo, baseado na experiência do usuário. Ele permite que o container gire em um ângulo de 220 graus no sentido negativo, facilitando a descarga dos resíduos, sem a necessidade do varredor ter que puxar o lixo com as mãos, diminuindo esforços dos varredores, e universalizando o serviço.





Figura 100 - Suporte.  
Fonte: Elaboração Própria

Uma das principais características do suporte, além da facilitação da remoção do lixo, é seu sistema de trava, que permite que o container permaneça fixo durante a operação, mas que pode ser liberado para limpezas e manutenções. Este sistema foi testado com impressão 3D para verificar a questão do equilíbrio e a estabilidade de tal forma para que o sistema não fosse comprometido.

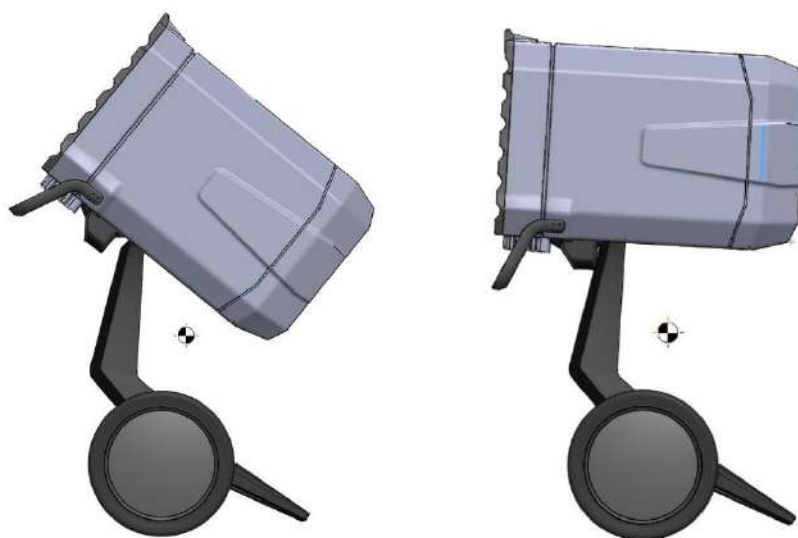


Figura 101 - Teste de centro de massa e equilíbrio.  
Fonte: Elaboração Própria.

Os desafios e fragilidades relacionados ao equilíbrio do carrinho foram identificados através de testes de peso e de estabilidade. Mesmo com fragilidades o seu formato permite que a peça proporcione tanto um ponto de equilíbrio na parte frontal, quanto um apoio de pé na parte traseira, aumentando a praticidade para auxiliar na partida do serviço e subidas em calçadas.



Figura 102 - Teste de equilíbrio e centro de massa com impressão 3D.  
Fonte: Elaboração Própria.

Os testes de equilíbrio tiveram como objetivo provar a necessidade da colocação de um sistema de trava ao suporte para a realização de deposição ou remoção de lixo com segurança para que o sistema não falhasse em uma dessas atividades.

Uma sacola plástica com 700g de areia, simulando um lixo, foi jogada dentro do container para avaliar se o container tombaria para os lados ou se ao entrar em contato com o chão viraria para frente. Nenhum dos dois cenários foram identificados.

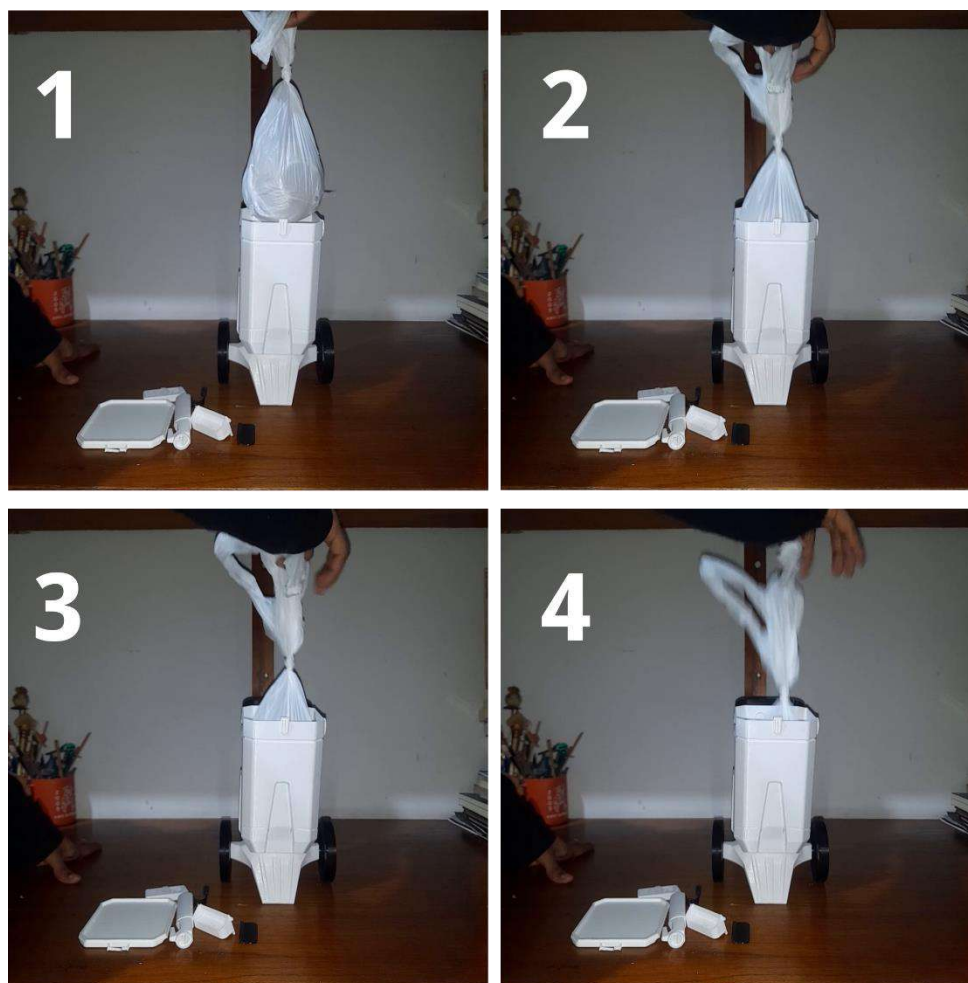


Figura 103 - Teste de equilíbrio com sacola plástica 700g.  
Fonte: Elaboração Própria

#### 4.2.7: Eixo de rotação para rodas

O sistema de rotação de eixo do carrinho de varrição é composto por uma barra roscada, uma calota para proteção do sistema de fixação; pneus de 350 mm de diâmetro, porcas de 1/2", buchas, arruelas e a roda principal. Este sistema foi desenvolvido com base em soluções utilizadas em rodas de containers de lixo e outros equipamentos semelhantes que buscam ter um sistema simples de rotação.

Um dos desafios encontrados no desenvolvimento deste sistema, foi garantir que o eixo permanecesse fixo e devidamente alinhado dentro do suporte. Para resolver esse problema, foi implementado um sistema de trava baseado em freios de cadeira de rodas que adiciona uma camada de segurança, que impede que as rodas girem involuntariamente durante o uso. Este sistema de trava é crucial para assegurar o despejo de resíduos sem risco de movimento inesperado.

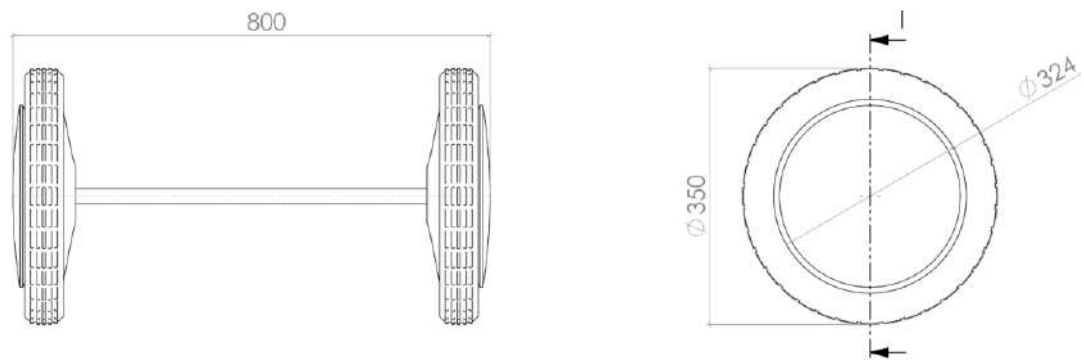


Figura 104 - Dimensionamento Geral do subsistema eixo de rotação.  
Fonte: Elaboração Própria

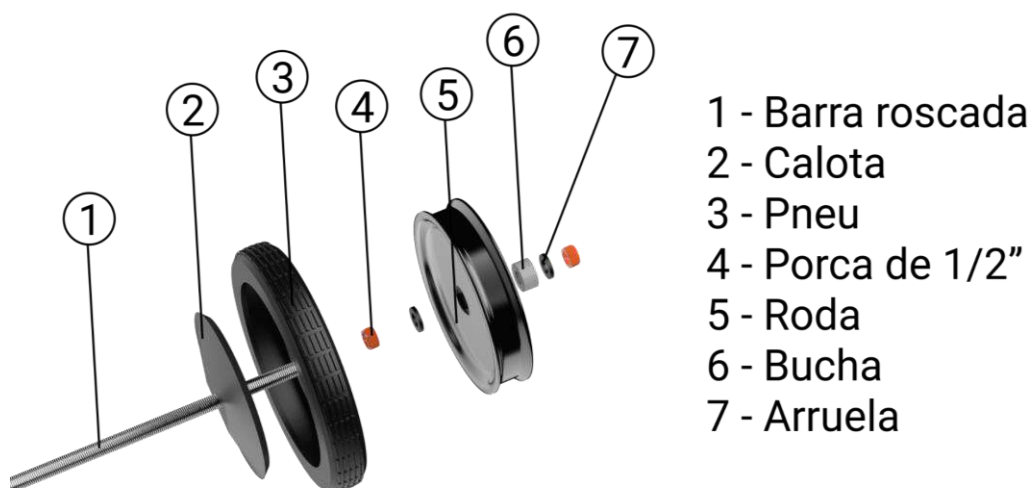


Figura 105 - Vista explodida do sistema de eixo de rotação.  
Fonte: Elaboração própria.

### 4.3: Especificações Técnicas de itens de série

A especificação técnica a seguir visa identificar os componentes de série que complementam o processo de fabricação do produto apresentado. Os itens mencionados, que não são de fabricação própria e já estão disponíveis no mercado, foram selecionados com base em critérios de reparabilidade.

Considerando que o carrinho de varrição é sujeito a degradações estruturais ao longo do tempo de uso, é essencial selecionar estrategicamente componentes comerciais que assegurem a manutenção contínua do produto e preservem sua funcionalidade.

#### 4.3.1- Rodas

As rodas fazem parte do sistema de eixo de rotação no container, que permite que o carrinho ande. Além de serem fabricadas em PP as rodas especificadas possuem um eixo para um barra roscada de  $\frac{1}{2}$ ", diâmetro total de 350mm e um pneu fabricado em PVC expandido, de acordo com o distribuidor.



Figura 106 - Pneu para carrinho.  
Fonte: Revendedor.

#### 4.3.2 - Barra roscada

Optou-se pela utilização de barras roscadas no sistema de eixo de rotação do suporte do container devido à sua robustez e resistência. Essas características são essenciais para garantir a durabilidade e a segurança do mecanismo, especialmente considerando as demandas estruturais e a frequência de uso do produto. As barras roscadas proporcionam uma fixação segura e firme, minimizando o risco de falhas ao longo do tempo e permitindo ajustes precisos durante a montagem. Além disso, esse tipo de barra é amplamente disponível no mercado, o que facilita a manutenção e a substituição, contribuindo para a longevidade do sistema.



Figura 107 - Barra roscada.  
Fonte: Casa dos Parafusos.

#### 4.3.3: Insertos e Parafusos M8 para fixação geral de componentes Plásticos

Os insertos metálicos e parafusos M8 desempenham ajuda na fixação dos componentes plásticos do container. Eles garantem uma conexão forte e durável, resistindo a esforços mecânicos que poderiam comprometer a integridade das peças plásticas. A utilização desses elementos não apenas aumenta a robustez do conjunto, mas também facilita a manutenção e o reparo, permitindo que os componentes sejam substituídos para prolongar a vida útil do produto.



Figura 108 - Insertos metálicos e parafusos.  
Fonte: Forseti e Fix Travas.

#### 4.3.4: Itens para vedação

Optou-se pelo uso de borracha de vedação na tampa do container para garantir uma vedação eficiente para o bom funcionamento do sistema de aspiração. Isso evita a entrada de água ou vazão de ar no sistema de aspiração e o mantém operando de forma eficaz.



Figura 109 - Borracha de vedação.  
Fonte: Autotravi.

#### 4.3.5: Pino de trava

O uso de um pino de trava tornou-se necessário ao projeto para manter fixo o suporte ao container, sem que haja desalinhamentos. O item atravessa o eixo do suporte e trava na chapa interna apresentada na seção 5.6.1.



Figura 110 - Pino com ranhura K 1454.108165.  
Fonte: Kipp.

#### 4.3.6: Parafusos e porcas para fixação da chapa interna

Devido à necessidade de reforçar as faces planas do container durante o despejo de lixo, foi decidido utilizar parafusos M8x50mm para fixar a chapa interna. Essa escolha visa estabilizar as peças e garantir a durabilidade e a resistência do sistema, minimizando o risco de deformações ou falhas estruturais durante o uso.



Figura 111 - Parafuso e porca.  
Fonte: Projette Parafusos.

#### 4.3.7: Porcas, Arruelas e Buchas para o eixo de rotação

No sistema de rotação do eixo do suporte do carrinho, as porcas, arruelas, e buchas desempenham papéis na estabilidade e durabilidade da montagem. As porcas são utilizadas para garantir a fixação segura das rodas ao eixo de rotação, impedindo o afrouxamento ou desalinhamento durante o uso.

A especificação do tamanho das porcas é determinada em função do diâmetro do eixo, assegurando uma conexão firme e estável.



Figura 112 - Porcas M12 Sextavada.  
Fonte: Projette Parafusos.



As arruelas são inseridas entre as porcas e as buchas para distribuir uniformemente a carga aplicada, reduzindo o desgaste e protegendo as superfícies de contato. Isso é essencial para manter a integridade estrutural do sistema.



Figura 113 - Arruela Zincadas M12.  
Fonte: CCP Parafusos e Ferramentas.

As buchas, por sua vez, servem como interfaces de baixo atrito entre o eixo e as partes móveis, minimizando o desgaste e facilitando a rotação suave. Elas também contribuem para a absorção de choques, prolongando a vida útil do sistema. A escolha do material das buchas é crítica, geralmente optando-se por materiais que ofereçam boa resistência ao desgaste e baixa manutenção.



Figura 114 - Espaçador M12.  
Fonte: GWR Fastners.

#### **4.3.8: Componentes para o aspirador**

##### **4.3.8.1: Motor, Bateria, Chicote de fiação, Filtro e Inicializador Universal**

Optou-se no projeto pela escolha de um motor de aspiração de 1100W, esse componente é responsável por gerar o vácuo necessário para a aspiração. Ele converte energia elétrica em energia mecânica, criando a sucção que move o ar e as partículas através do sistema.

Identificar no projeto a potência mínima do motor para realizar o serviço de sucção de resíduos urbanos é fundamental, e a potência escolhida, é minimamente funcional de acordo com o blog Wap4 sobre potência mínimas e máximas para uma operação suficiente de um aspirador.



Figura 115 - Motor de 1100w para aspirador urbano.  
Fonte: R+M.

Uma bateria de 24V selecionada considerando-se uma conexão direta ao motor para fornecer a energia elétrica necessária para o seu funcionamento. A escolha da voltagem e capacidade da bateria garantem que o motor opere de maneira eficiente.



Figura 116 - Bateria de Lítio 24v.  
Fonte: All In One.

---

<sup>4</sup> WAP. Qual a melhor potência de um aspirador de pó residencial? Disponível em: <https://blog.wap.ind.br/qual-a-melhor-potencia-de-um-aspirador-de-po/>. Acesso em: 26 ago. 2024.

Foi identificado no projeto que um chicote de fiação seria necessária para conectar todos os componentes elétricos do sistema, isto é, a bateria, o motor, e o botão de inicialização. O Chicote de fiação além de fazer a conexão, ele tem a função de suportar a corrente elétrica exigida, garantindo a distribuição segura e eficiente da energia entre a bateria e o motor.



Figura 117 - Chicote de fiação para ligação do motor à bateria.  
Fonte: Battery Cables USA.

O filtro de ar especificado tem como função a proteção do sistema de aspiração . Ele é projetado para capturar partículas finas e sujeira do ar que passa pelo motor, o que ajuda a prolongar a vida útil do motor e manter a eficiência do sistema.



Figura 118 - Filtro para motor de aspiração.  
Fonte: Hongbo Motor.

O botão de inicialização universal serve como o ponto de controle principal para o sistema elétrico. Foi escolhido para o projeto um botão simples de partida, permitindo que o usuário ative e desative o sistema com o pressionar do dedo.

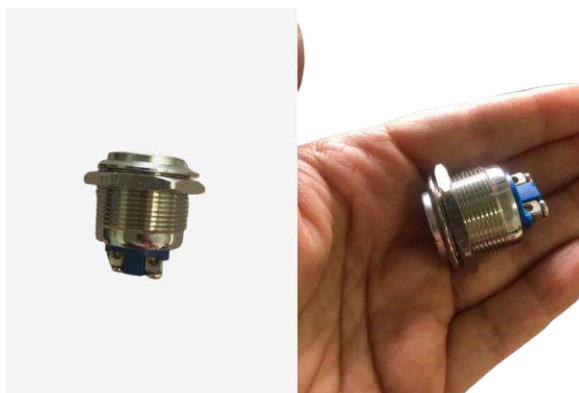


Figura 119 - Botão de inicialização universal.  
Fonte: Danlif.

#### **4.3.8.2: Mangueira e conectores**

A mangueira de sucção é um componente para a condução do ar aspirado do bico de aspiração até o sistema de filtragem e coleta. A mangueira selecionada é transparente, pois permite que o usuário visualize o fluxo de detritos, facilitando a detecção de obstruções ou bloqueios. A transparência também contribui para o monitoramento da eficiência do sistema, proporcionando uma visão clara do conteúdo aspirado e garantindo que o sistema esteja funcionando conforme o esperado.



Figura 120 - Mangueira para aspirador.  
Fonte: Mallow Tools.

Os conectores funcionam na parte de integração da mangueira de sucção com o bico de aspiração e o sistema de coleta. O conector selecionado conecta-se com o tubo através do uso de colas.



Figura 121 - Espera para conexão.  
Fonte: Grove Sales.

#### **4.4: Materiais e processos de fabricação**

A escolha dos materiais para o produto é diretamente influenciada pelo desenvolvimento da forma e pela função de cada componente. Cada parte do produto possui uma identidade única e demanda um material específico que atenda às exigências de durabilidade, resistência, leveza e conforto.

Embora o fator econômico não seja a principal prioridade na seleção dos materiais, ele é considerado em situações onde a viabilidade do projeto pode ser comprometida, como na utilização de materiais especiais de engenharia.

Os materiais selecionados para o projeto terão foco em fabricação em série, porém com ênfase em qualidade de acabamento, durabilidade, resistência e leveza. O material selecionado será indicado através de uma imagem ilustrativa, como também será especificado em qual parte do produto ele será aplicado.

Por exemplo, para o container o material deve ser altamente rígido, resistente a raios UV e adequado para o processo de rotomoldagem; um dos materiais mais utilizados nesse processo e que se encaixam com uma dessas características é o Polipropileno, por fim.

Essa lógica de seleção exemplificada será aplicada a todos os componentes, sempre considerando a função, o processo de fabricação e as características exigidas para cada parte.

#### 4.4.1: Materiais

Os materiais que serão especificados abaixo referem-se somente aos objetos que requererão uma fabricação própria, isto é, que não são encontrados em estado de fabricação no mercado. Para as peças do projeto que se encontram em fabricação a determinação do seu material constará nas listas de especificações técnicas.

Após uma pesquisa sobre os materiais que mais se aplicavam ao processo de rotomoldagem, foi possível identificar os materiais que mais se aplicavam à parte especificada. No caso, o container por ser uma parte de grandes dimensões, que recebe um valor de peso indeterminado de lixo; que ficará exposto a sol e chuva; que receberá enfim uma variação de umidade e ressecamento na sua superfície, dois materiais se demonstram compatíveis com as suas necessidades, porém um foi especificado para o projeto.

Resina	Vantagens	Desvantagens
Polietileno	Baixo custo Fácil de moldar	Menor resistência ao impacto do que outras resinas
Polipropileno	Excelente ESCR Alta distorção de calor Temperatura autoclavável	Baixa resistência ao impacto em temperaturas frias Custo mais alto que o polietileno
Polycarbonato	Clareza Dureza	Absorve umidade Mais difícil de moldar do que o polietileno
Nylon	Excelente resistência ao impacto Alta resistência ao calor	Caro, mais difícil de moldar que o polietileno

Figura 122 - Tipos de materiais.

Fonte: [Rotoline](#).

##### 4.4.1.1: Polipropileno (PP)

Polipropileno é conhecido no mercado de fabricação de produtos em rotomoldagem por sua excelência em resistência química e sua grande versatilidade para fundir-se em altas temperaturas, isso significa que esse material possui alta resistência a calor, estabilidade térmica e pode ter um desempenho sob estresse térmico.



Figura 123 - Polipropileno.  
Fonte: [Birch Plastic Inc.](#)

O material é largamente utilizado na indústria automotiva, como, por exemplo, nas partes dos reservatórios de combustível ou nas barras de impactos onde o material absorve vibrações de impacto com rapidez.

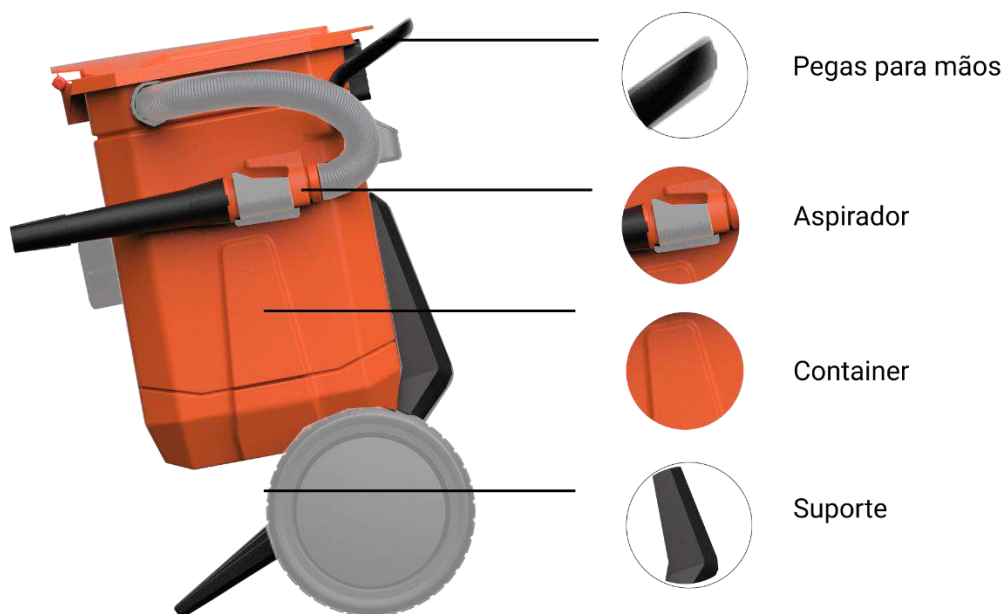


Figura 124 - Reservatório de combustível.  
Fonte: Imagem sem direitos autorais.

Assim, o polipropileno se torna um material ideal para aplicá-lo ao container devido às suas características de resistência, durabilidade e custo-benefício. Uma atenção é necessária ao uso do material: o PP possui baixa resistência aos raios ultra-violetas (UV), o que pode comprometer a durabilidade do container em exposição prolongada ao sol.

Para dirimir o risco de comprometimento, podem ser agregados aditivos UV à substância, para melhorar sua capacidade de absorver e dispersar a energia dos raios UV. Exemplos de aditivos que podem melhorar essa qualidade é o dióxido de titânio, Carbon Black ou Benzotriazol, considere-se para aplicação a viabilidade industrial dos aditivos.





5

Figura 125 - Regiões de aplicação do material.  
Fonte: Elaboração Própria.

Identificada as regiões de aplicação do material no projeto, cabe uma justificativa baseado na função da peça:

- **Pegas para mãos:**

Região extensa e com necessidade de um material que resista às forças para descarregar lixo ou movimentos repetitivos.

- **Aspirador:**

Considerando apenas a região de pega, manuseio e controle, essa peça recebe o polipropileno sobretudo por conta da resistência.

- **Container:**

Diversos motivos tornam o propileno ideal para o container, mas três repetem-se: custo, resistência, baixa absorção de raios UV.

---

<sup>5</sup> A figura 131 representa itens que serão fabricados a partir dos materiais estipulados. As partes 3D em cinza não possuem materiais especificados em virtude de serem itens de série.

- **Suporte:**

Por ser uma peça tão larga quanto o container, o suporte precisa de um material que permita a sua replicabilidade, que seja de baixo custo e que consiga absorver impactos minimizando estresses.

- **Porta-Motor**

Por se tratar de uma peça pequena que tem como objetivo encapsular o motor e o sistema de aspiração o porta-motor é um componente crítico para manter a funcionalidade do sistema.

- **Porte-Pertences**

O porta-pertences tem como objetivo guardar os itens pessoais e de trabalho do varredor. Um material como o polipropileno garante a durabilidade necessária para esse tipo de componente.

#### 4.4.1.2: ABS

Às peças 3D que se destinam a uma fabricação simples, que não demanda a necessidade de grandes moldes e que demanda uma fabricação própria, foi escolhido um material que fosse resistente, de largo uso e cujo custo fosse de baixa operação. O suporte para bico de aspiração possui características para utilização desse material; possui dimensões otimizadas; e é um elemento cujo o design se assemelha aos processos de injeção plástica, e buscando utilizar um material barato, resistente e eficiente o ABS mostrou-se uma solução para a peça.



Figura 126 - Representação do plástico ABS.  
Fonte: Plastic Collectors.

O ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno) é um material plástico utilizado em peças injetadas devido às suas excelentes propriedades mecânicas e de processamento. Ele oferece alta resistência ao impacto, rigidez e durabilidade, tornando-o ideal para aplicações que exigem robustez e longevidade. Além disso, o ABS possui boa estabilidade dimensional e resistência ao calor, o que o torna adequado para peças que precisam manter a forma sob condições de uso intensivo.

A escolha do ABS para esse componente dá a segurança de que ele pode ser facilmente fabricado. Além disso, o ABS, nesse sentido, permite um acabamento superficial de qualidade, o que é benéfico para esse tipo de peça que fica exposta a adversidades urbanas.

#### **4.5.2: Processo de fabricação**

O processo de fabricação deste projeto está segmentado em três métodos de fabricação distintos, cada um selecionado para atender às necessidades específicas de diferentes componentes. A escolha de cada processo foi baseada em critérios de custo, otimização e precisão no resultado final.

Cada um dos processos será detalhado, explicando em quais partes do projeto ele será aplicado e justificando sua seleção com base nas características da peça em questão. Embora não tenha sido possível especificar o ângulo de extração de todos os componentes plásticos do conjunto, optou-se por focar na análise do container.

Nessa análise, serão determinados os ângulos de extração necessários, identificando os pontos críticos a serem considerados, e apresentadas conclusões para serem levadas em consideração.

##### **4.5.2.1: Rotomoldagem**

De acordo com o The British Plastic Federation, a moldagem rotacional, mais conhecida como rotomoldagem, é uma tecnologia de moldagem de plásticos para a fabricação de artigos ocos, de grandes dimensões e que não precisam de um processamento complexo. Trata-se de uma técnica de fundição, conforme a federação, onde não há pressão para moldagem envolvida no processo. Os moldes utilizados no processo são baratos, em relação aos moldes de injeção, visto que não precisam ser usinados em blocos maciços de aço para suportar pressão, tornando viável a produção em série dos elementos fabricados.

Para atender a requisitos de integração de componentes ao processo de fabricação de peças rotomoldadas foi discriminado que neste processo de fabricação insertos metálicos estão sendo considerados parte do processo. Esses insertos são adicionados durante a rotomoldagem, proporcionando pontos de fixação mais robustos, essenciais na montagem onde parafusos de fixação são necessários.

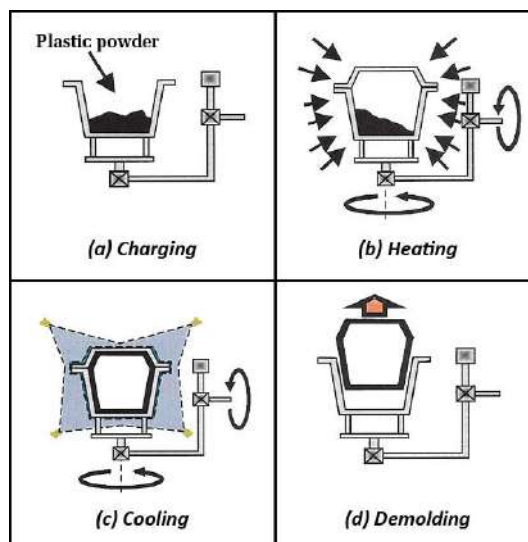


Figura 127 - Processo de rotomoldagem.  
Fonte: The British Plastic Federation.

Assim, podemos dizer que há uma série de peças no projeto cujo o material de fabricação é o polipropileno e o processo de fabricação é a rotomoldagem:

- Container
- Pegas para mãos
- Suporte
- Aspirador

Através do uso da ferramenta draft analysis do solidworks, foi possível verificar se a peça considerada a principal no projeto era passível de uma fabricação. O Draft é uma ferramenta do solidworks cujo o objetivo é, de acordo com a Dassault System, na página de explicação de ferramentas "*Help Solidworks*", verificar a aplicação correta do ângulo de extração nas faces de uma peça, isto é, você pode verificar os ângulos de extração, examinar as variações de ângulo em uma face de uma peça 3D que pode ser fabricada.

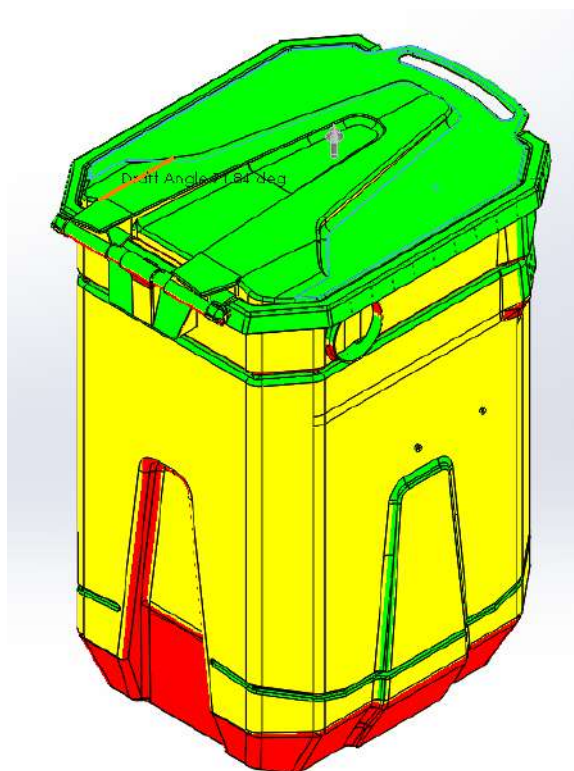


Figura 128 - Análise de fabricação.  
Fonte: Elaboração Própria

O objetivo dessa análise é compreender se o projeto atenderia a uma fabricação, identificar fragilidades. Na análise de draft, as cores indicam diferentes ângulos de extração, considere um ângulo de extração de 3°:

- **Verde:** As superfícies verdes indicam que possuem um ângulo de extração adequado, permitindo que a peça seja removida do molde.
- **Amarelo:** As áreas amarelas indicam superfícies com ângulo mínimo de extração, que podem ser removidas, mas estão próximas do limite aceitável.
- **Vermelho:** As áreas vermelhas mostram superfícies que não têm ângulo de extração suficiente, o que significa que estas partes da peça não serão facilmente removidas do molde. Para essas áreas, é necessário ajustar o design, aumentando o ângulo de extração.

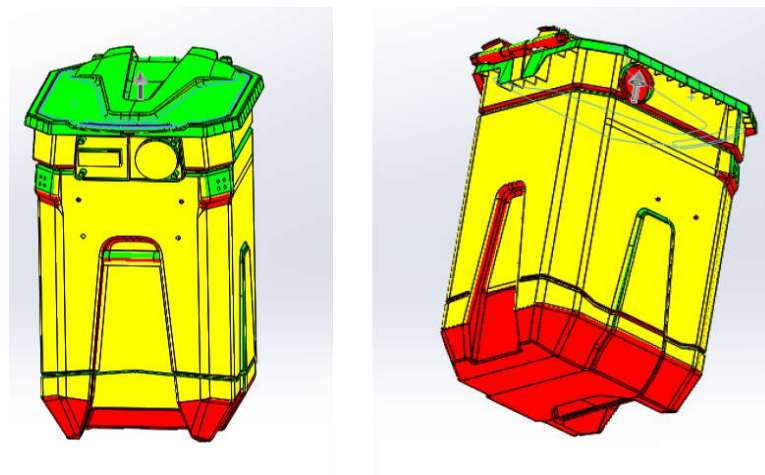


Figura 129 - Análise fabricação de cada parte do produto.  
Fonte: Elaboração Própria.

#### 4.5.2.2: Vacuum Forming

Buscando facilitar e baratear o processo de fabricação da peça denominada porta-motor, foi escolhido o vacuum forming como o processo indicado para a fabricação dessa peça. A escolha do processo para a peça se justifica pelo fato de o item 3D ser um item que não será estrutural, isto é, não sofrerá impactos de uso, portanto o seu processo de fabricação pode ser mais simples, já que a sua função dentro do container é somente proteger e isolar o sistema de ligação motor e bateria. O material escolhido para o processo é o polipropileno (PP)

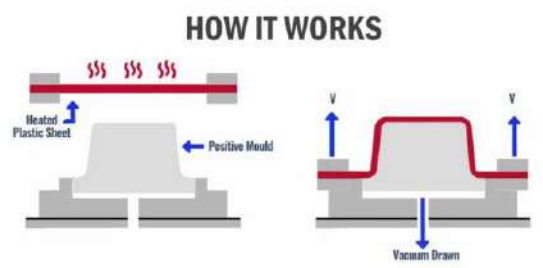


Figura 130 - Processo de vacuum forming.  
Fonte: Wayken Rapid Manufacturing.

Assim, pode-se dizer que o vacuum forming permite a criação de peças com detalhes precisos, utilizando uma única folha de material plástico que é moldada sob calor e vácuo para adquirir a forma desejada. Isso resulta em um processo de fabricação rápido e de baixo custo, ideal para produção em escala de componentes como o porta-motor. Além disso, o vacuum forming oferece flexibilidade na escolha de materiais e espessuras, o que pode ser vantajoso para atender aos requisitos de resistência e durabilidade do elemento.

#### 4.5.2.3: Injeção Plástica

Duas peças a passam pelo processo de injeção no projeto, uma trata-se da peça cunhada suporte para bico-de-aspiração e a outra o porta-pertences.

Por ser tratarem de peças pequensa, no entanto útil para o projeto, e com um desenho peculiar, como é o caso do suporte cujo o contorno conforma a forma do bico-de-aspiração (Figura 131), a peça se encaixa com o processo uma vez que para fabricá-la requer-se certa precisão geométrica e que garanta estabilidade relativo a impactos, no mesmo sentido o porta-pertences.



Figura 131 - Processo de injeção para fazer o suporte para bico de aspiração.  
Fonte: Elaboração Própria.

Algumas justificativas fazem-se necessárias ao se analisar a questão de fabricação com injeção plástica:

1. **Compatibilidade com o Design:** A injeção plástica é altamente eficaz na produção de peças com geometrias complexas e detalhadas, como as peças apresentadas.
2. **Custo:** Embora o custo inicial dos moldes de injeção seja elevado, o custo unitário por peça diminui significativamente à medida que o volume de produção aumenta, tornando-o o processo mais econômico para grandes lotes.



3. **Precisão e Repetibilidade:** A injeção plástica oferece alta precisão dimensional e repetibilidade, o que é crucial para peças que exigem consistência formal.
4. **Acabamento Superficial:** A injeção plástica pode produzir peças com acabamento superficial excelente, o que elimina ou reduz a necessidade de processos secundários.

A partir disso podemos concluir que seria necessário levar esses critérios em consideração para a fabricação das peças, sobretudo aquele que visa analisar os investimentos iniciais para a fabricação do molde das peças.

#### 4.6: Descrição de mecanismos e outros funcionamentos

A descrição de mecanismos tem como objetivo esclarecer determinadas montagens e funcionamentos de componentes que só a devida apresentação formal, dimensional e específica não é suficiente para compreender o seu funcionamento.

Assim, uma descrição imagética-textual busca designar etapa por etapa o funcionamento da parte em relação ao todo.

Espera-se que com essas descrições fiquem discriminadas as dúvidas sobre os mecanismos utilizados para a realização de determinadas tarefas e ações e apresente desafios que possam ser avaliados no projeto.

##### 4.6.1: Encaixe do suporte no container

O objetivo do encaixe do suporte no container é aprimorar a manuseabilidade em dois cenários principais: fixação do container ao suporte e remoção de lixo.

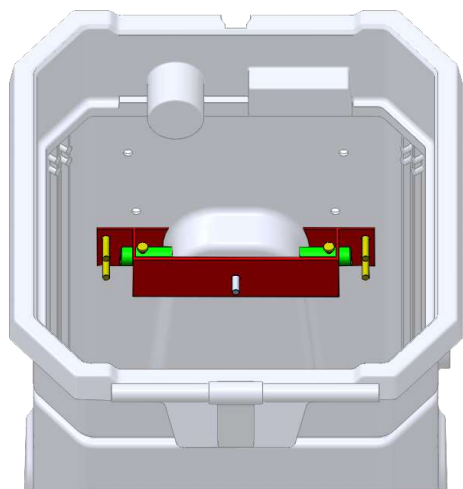


Figura 132 - Demonstração do encaixe do suporte no container.

Fonte: Elaboração Própria.

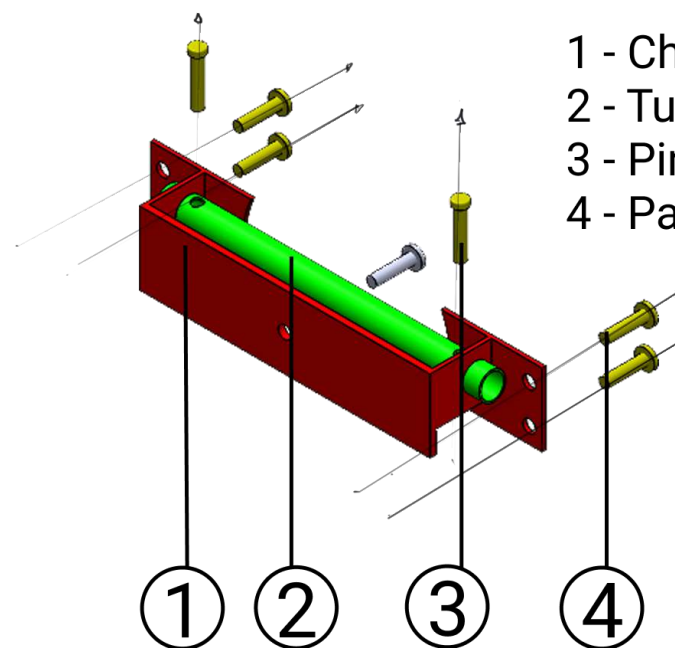
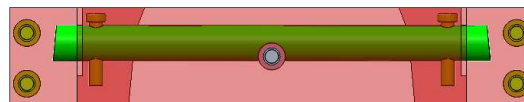
O sistema inicial utilizava um snap que conectava o container ao suporte por meio de um tubo de uma polegada, inserido em um furo correspondente no container. Esse mecanismo visava proporcionar uma conexão rápida e funcional entre as peças, facilitando a montagem e desmontagem durante o uso. No entanto, após avaliações técnicas mais detalhadas, foram identificadas fragilidades relacionadas à resistência plástica, especialmente nas áreas de maior esforço da conexão. Com o uso contínuo, o snap do tipo anular poderia sofrer deformações, devido ao desgaste por conta do peso do container. Essa deterioração comprometeria diretamente a funcionalidade e a segurança do sistema.

Buscando minimizar esses riscos, o projeto passou por uma melhoria significativa. A solução foi reforçada com a adição de uma chapa metálica (alma) no interior do container, proporcionando uma estrutura mais robusta (Figura 133). Essa chapa é atravessada por um eixo metálico, que oferece maior resistência mecânica ao conjunto. O eixo, por sua vez, é fixado internamente por porcas, assegurando uma montagem firme e estável. Esse novo desenho tem a capacidade de aumentar a durabilidade do equipamento como também reduzir os desgastes nas superfícies planas do container na hora da remoção de conteúdos.



Vista superior perspectivada

Vista frontal da chapa



- 1 - Chapa interna
- 2 - Tubo 1/2"
- 3 - Pino de trava simples
- 4 - Parafuso de fixação da chapa

Figura 133 - Visualização da chapa de reforço para encaixe do suporte.  
Fonte: Elaboração Própria.

#### 4.6.2: Sistema de eixo de rotação

Para desenvolver o sistema de eixo de rotação, foi crucial superar os desafios dos modelos analisados, que apresentavam fragilidade, funcionalidade limitada e soluções improvisadas. O objetivo era criar um sistema robusto e fácil de montar. Para isso, analisou-se o funcionamento dos sistemas de eixo atuais, identificando pontos de melhoria. Uma pesquisa aprofundada foi realizada para encontrar mecanismos similares já em produção, visando propor uma solução tão funcional quanto, porém mais eficiente.



Figura 134 - Análise de sistema de eixo de rotação de container de lixo.

Fonte: ifixit.

Segundo o blog iFixit, os sistemas analisados utilizam componentes como uma roda típica de carrinhos, um eixo maciço, uma porca sextavada e uma roda adicional que possui uma trava fechando o sistema. Esses mecanismos são eficazes para aplicações simples e domésticas, onde a funcionalidade raramente é comprometida.

No entanto, buscando uma solução mais robusta e econômica, encontrou-se uma proposta do consultor ambiental e youtuber Charles Szoradi, que apresentou um mecanismo alinhado às necessidades do projeto, oferecendo uma resposta prática e de baixo custo.

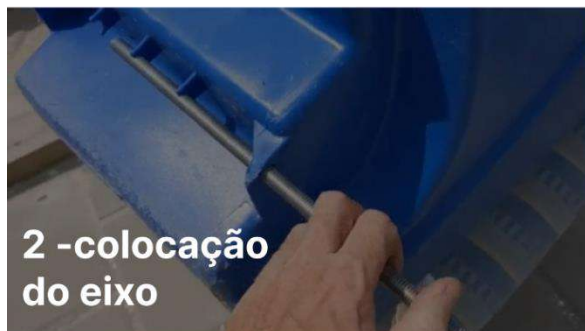
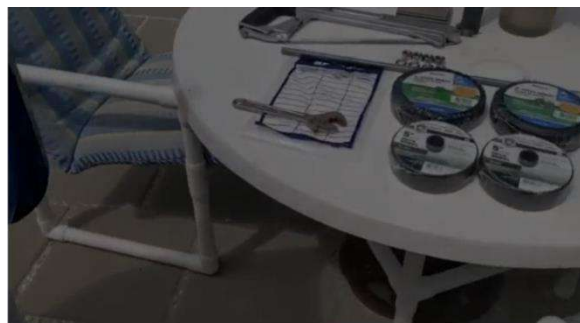


Figura 135 - Montagem de eixo de rotação.

Fonte: [Charles Szoradi](#).

Assim partindo desse modelo de inspiração construído pelo o youtuber, foi buscado elementos no mercado nacional que conseguisse alcançar o mesmo o mecanismo, no entanto adaptado ao contexto do projeto em apresentação.

Exceptuando-se a roda especificada, o sistema funciona na seguinte ordem:

1. Porca sextavada
2. Bucha cilíndrica
3. Arruela
4. Barra rosca

A partir dessa organização, pode-se considerar que o sistema proposto aprimora o sistema de eixo de rotação utilizado e aumenta o detalhamento construtivo do projeto.

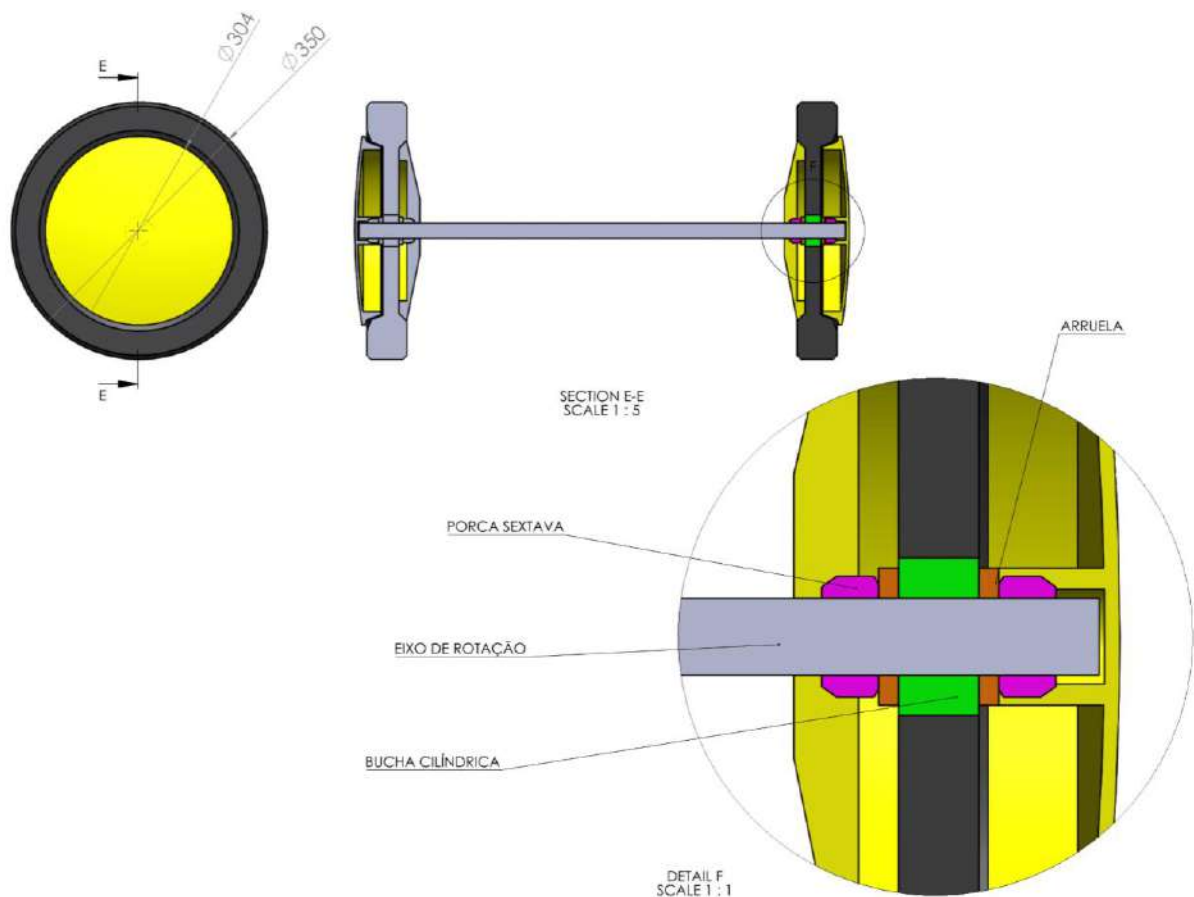


Figura 136 - Sistema de eixo de rotação.  
Fonte: Elaboração Própria.



## 4.7: Usabilidade do Produto e Validação ergonômica

### 4.7.1: Visualização Ilustrada da Tarefa

As ilustrações a seguir têm o objetivo de apresentar a tarefa de varrição sob a perspectiva da limpeza de ruas utilizando a tecnologia de aspiração. Foram mapeadas seis atividades principais que serão executadas durante a tarefa de varrição, as quais impactam diretamente o trabalho do varredor.

Essas ilustrações visam esclarecer o modo de uso do produto, destacando as ações necessárias para realizar o serviço de varrição com o novo equipamento. Além disso, nos subtítulos seguintes, será apresentada a análise ergonômica dos percentis mapeados, com o intuito de identificar fragilidades e entender a interação entre o usuário e o produto

#### 4.7.1.1: Início da tarefa do varredor

Ao encontrar-se com o carrinho de varrição, depois de ter se dirigido ao seu ambiente de trabalho, o varredor empurra seu carrinho de varrição em direção ao seu alvo de serviço. Entende-se que nesse momento de uso do equipamento o varredor já se encontra instruído e orientado sobre os usos do equipamento.



Figura 137 - Visualização da tarefa.

Fonte: Elaboração Própria.



#### 4.7.1.2: Atividade em ação 1

##### Varrição

Ao deparar-se com o serviço, o varredor agora possui duas escolhas de serviço: uma utiliza a vassoura clássica para o serviço, ou faz uso direto da aspiração. Foi optado por uma ilustração no projeto que representa os dois cenários. No cenário 01, o varredor varre.

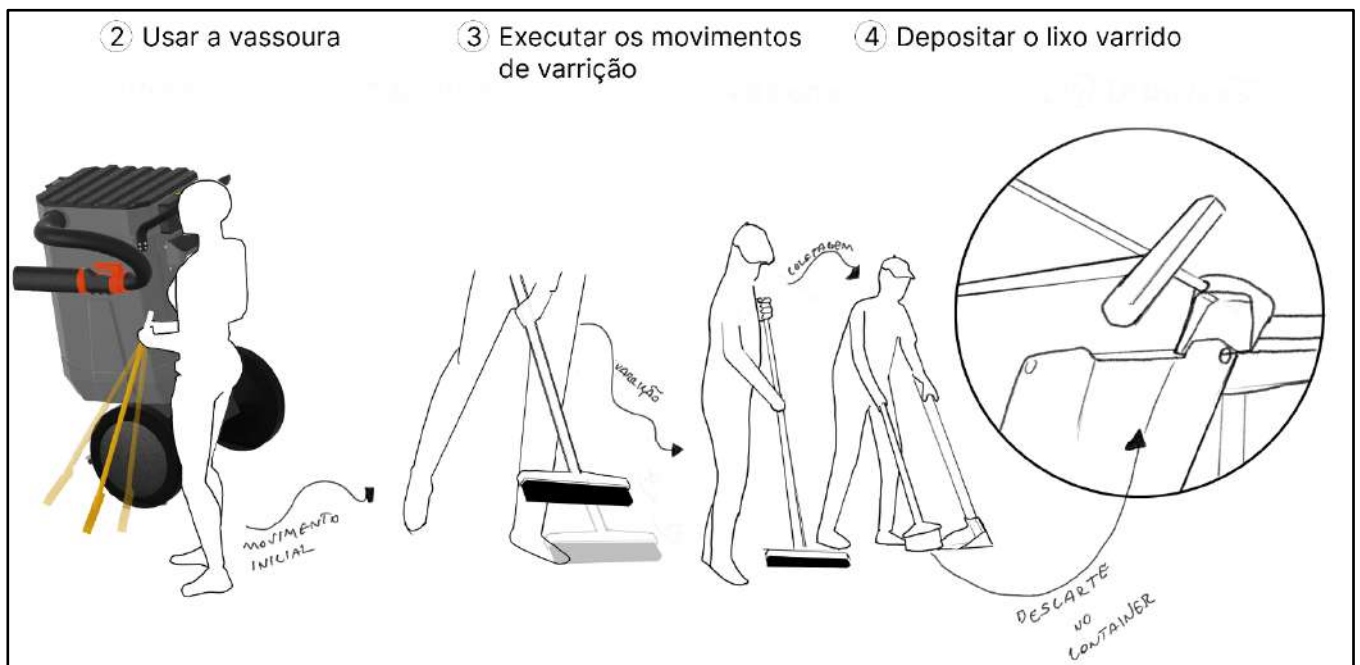


Figura 138 - Atividade de varrição.  
Fonte: Elaboração Própria.

Dentro dessa atividade encontra-se 3 etapas aos quais o varredor se submete ao usar a vassoura e a pá para varrer:

1. Varre os lixo encontrados
2. Coleta os lixo
3. Deposita o lixo dentro do container

## Deposição

Ao fazer o uso da varrição neste novo dispositivo o varredor precisa trabalhar com a tampa do carrinho aberta para facilitar a coleta e deposição dos resíduos. O passo a passo ilustra-se da seguinte forma:

1. Varredor sai da posição neutra da varrição
2. Desloca-se para frente do carrinho
3. Realiza o giro da tampa em 270 °
4. Plugar a tampa em gancho projetado

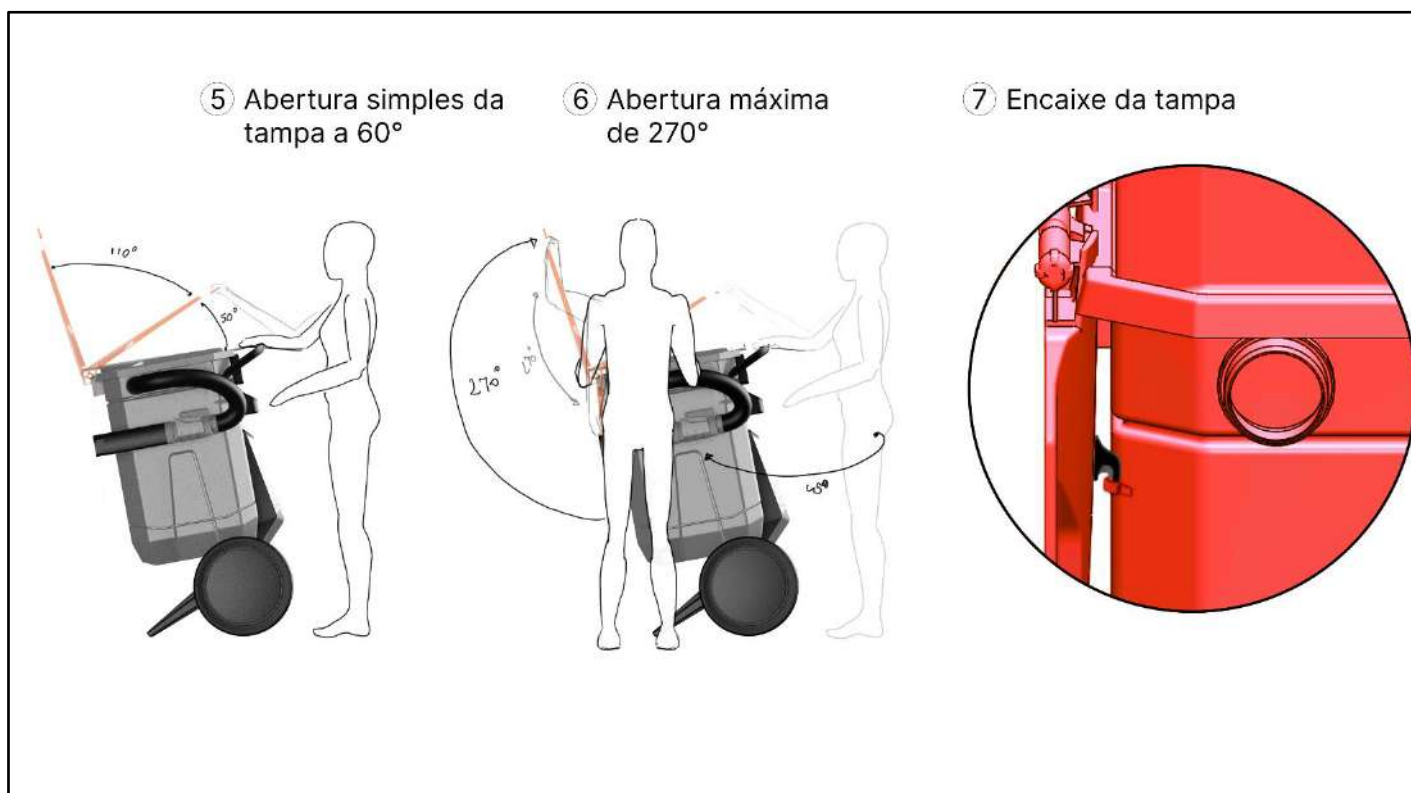


Figura 139 - Abertura da tampa do carrinho.  
Fonte: Elaboração Própria.

#### **4.7.1.3: Atividade em ação 2**

##### **Aspiração**

Para iniciar o serviço de aspiração com o container, o varredor precisa garantir que o equipamento esteja nas condições ideais de uso, o que inclui manter o container devidamente fechado. O processo começa com a localização do botão de inicialização, posicionado estrategicamente na parte superior do porta-motor, acessível à frente do varredor. O local do botão é projetado para ser facilmente encontrado e operado, mesmo durante a movimentação. Além disso, embora o procedimento de início possa parecer simples, ele exige que o varredor tenha um treinamento prévio para lidar com possíveis situações como o desbloqueio do tubo de aspiração ou a limpeza do filtro de ar, garantindo o pleno funcionamento do sistema.

Para a inicialização do serviço de aspiração é necessário seguir os passos:

1. Localizar o botão de inicialização
2. Pressionar o botão
3. Verificar visualmente e audivelmente se o sistema deu partida corretamente.
4. Dirigir-se até o aspirador para começar a operação de coleta de resíduos.

Após a inicialização bem-sucedida, é importante que o varredor mantenha atenção constante ao desempenho do equipamento, especialmente durante o uso prolongado. Caso algum problema ocorra, como a obstrução do tubo ou redução de eficiência de sucção, é fundamental pausar a operação para garantir a segurança do trabalhador.

## 4 Acionamento



Botão de start

② Pressionamento de start

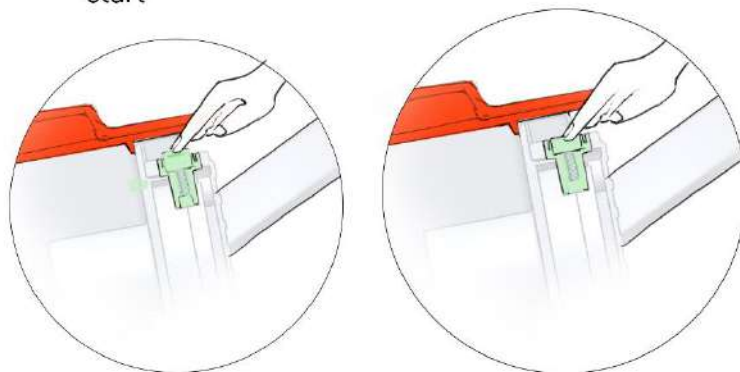


Figura 140 - Como iniciar a função de aspiração.  
Fonte: Elaboração Própria.

### Trava

O mecanismo de trava do suporte do carrinho, inspirado no sistema de frenagem de cadeira de rodas, funciona através de um dispositivo que intercepta o eixo de rotação do carrinho. Esse mecanismo é acionado por uma alavanca localizada na parte traseira do suporte, próxima à área do apoio de pé. Quando a alavanca é ativada, uma peça de bloqueio se move em direção ao eixo, aplicando pressão diretamente sobre ele. Esse contato impede a rotação do eixo, mantendo o carrinho imobilizado.

A figura ilustra esse mecanismo, destacando o modo de acionamento para ajudar o varredor na sua tarefa diária. Esse acionamento serve tanto para realização uma aspiração para, quanto para o despejo de lixo.

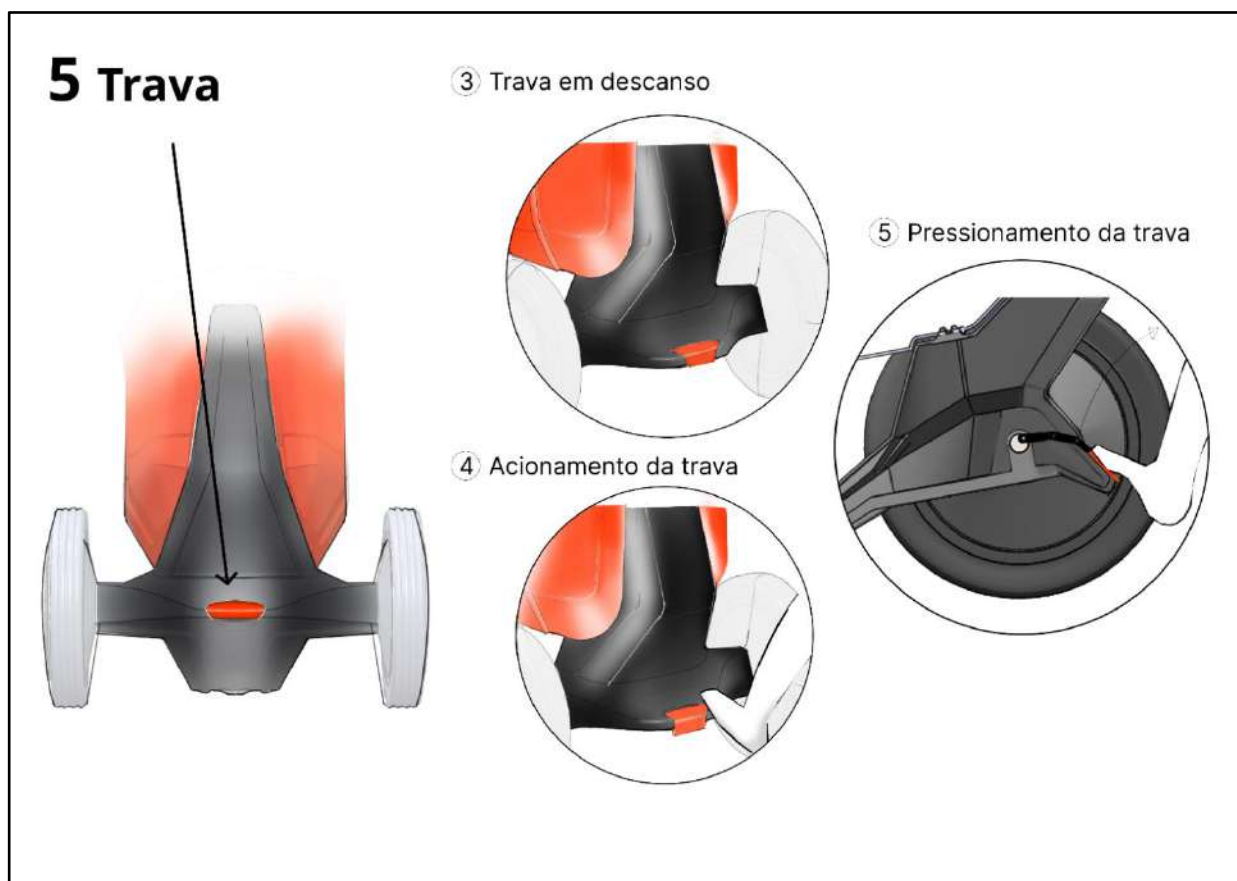


Figura 141 - Demonstração da trava do suporte do carrinho.  
Fonte: Elaboração Própria.

### Aspiração

Para iniciar o processo de aspiração o operador se posiciona atrás do carrinho, onde a mangueira de aspiração está convenientemente armazenada. O operador precisa alcançar a mangueira, que está fixada no suporte do carrinho, isto é, se direcionar até esta região.

Em seguida, o operador precisa segurar a alça do bico de aspiração, que é conectada à mangueira. Este passo é importante para garantir que o operador tenha controle total sobre o bico, permitindo uma movimentação eficiente durante o processo de aspiração.

Finalmente, o operador utiliza o bico de aspiração para coletar resíduos do solo. A mangueira de aspiração, que é flexível, permite que o operador mova-se ao redor do carrinho com facilidade, enquanto o motor mantém a potência necessária para a sucção eficiente dos resíduos.

## 6 Aspiração

⑥ Deslocamento para uso do aspirador

⑦ Posicionamento de pega

⑧ Aspiração

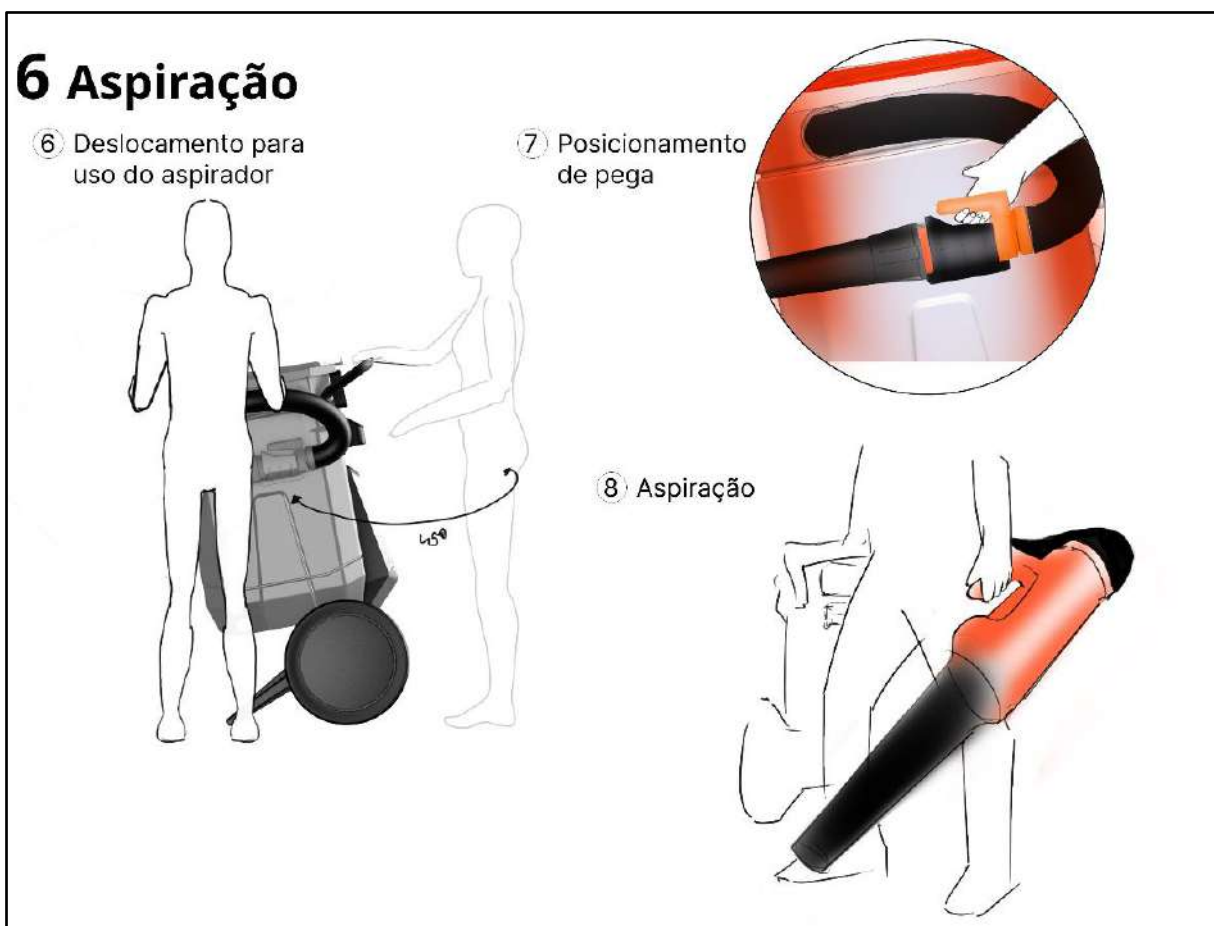


Figura 142 - Processo de aspiração.  
Fonte: Elaboração Própria.

### Remoção do lixo

A remoção do lixo do container tem como objetivo demonstrar como a remoção do lixo no container projetado é realizada. Para realizar essa tarefa primeiro, o varredor deve se deslocar da posição inicial de empurrar o carrinho e se posicionar à frente do container, com a tampa já previamente aberta. Ele precisa apoiar as mãos nas laterais do container para garantir a estabilidade durante a operação. Em seguida, mantendo o sistema de trava fixo, ele coloca os pés no suporte, para melhorar o despejo e impedir o deslocamento involuntário do carrinho.

Com essa posição estável, o varredor realiza o movimento de giro do container em até 220 graus, conforme ilustrado na figura 143. Esse giro faz parte da tarefa do varredor e existe para facilitar a descarga do lixo e diminuir o esforço físico. A rotação do container para esse grau permite que o conteúdo seja removido diretamente no ponto de coleta, reduzindo a necessidade de manobras adicionais, como puxar uma sacola de 20kg molhada para cima.



Figura 143 - Processo de remoção do lixo.  
Fonte: Elaboração Própria.

#### 4.7.2: Análise ergonômica

##### Análise dos percentis

A análise ergonômica realizada no projeto tem como objetivo assegurar que os percentis mapeados para a utilização do projeto 3D sejam adequadamente contemplados. Para essa análise, foram considerados oito princípios ergonômicos fundamentais, visando identificar posturas inadequadas ou que possam gerar desconforto durante a execução das tarefas.

A figura 144 foi criada para avaliar se os percentis estão inseridos nas zonas de conforto e desconforto, garantindo que o projeto esteja alinhado com os parâmetros ergonômicos estabelecidos.



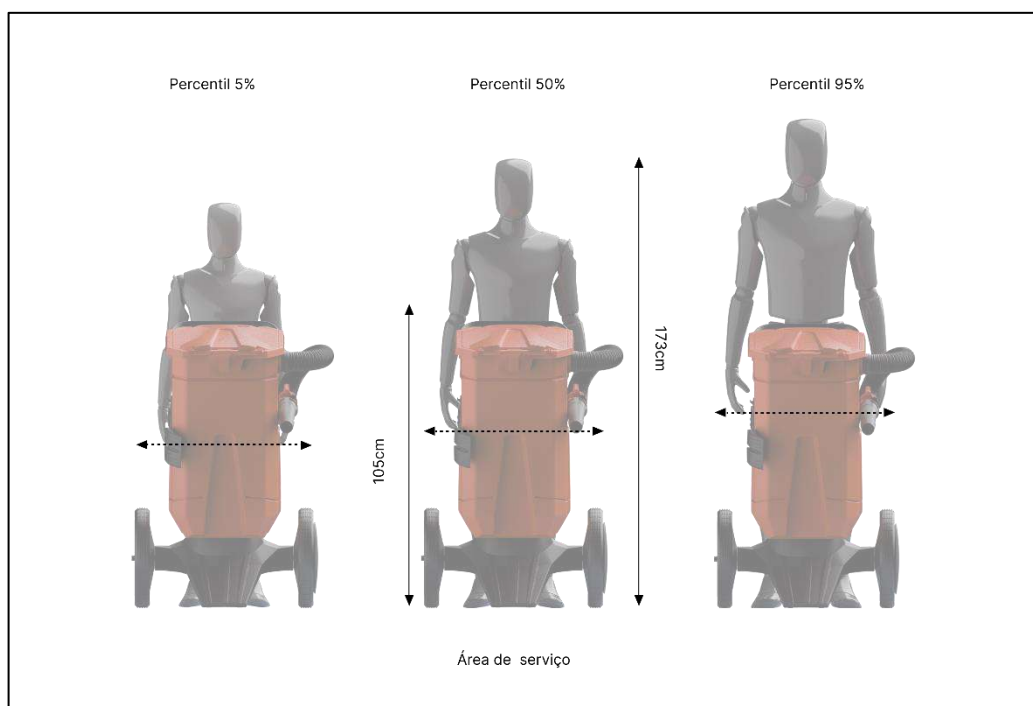


Figura 144 - Análise ergonômica, visualização da área de serviço.  
Fonte: Elaboração própria.

O projeto identifica o percentil de 50% como o perfil ideal, pois as dimensões da estação móvel foram projetadas para atender o perfil médio do usuário. Essa escolha permite que o design atenda à maioria dos usuários, reconhecendo que ajustar o projeto para acomodar perfis extremos poderia comprometer a adequação tanto para o percentil médio quanto para o extremo oposto, dificultando a universalidade da solução.

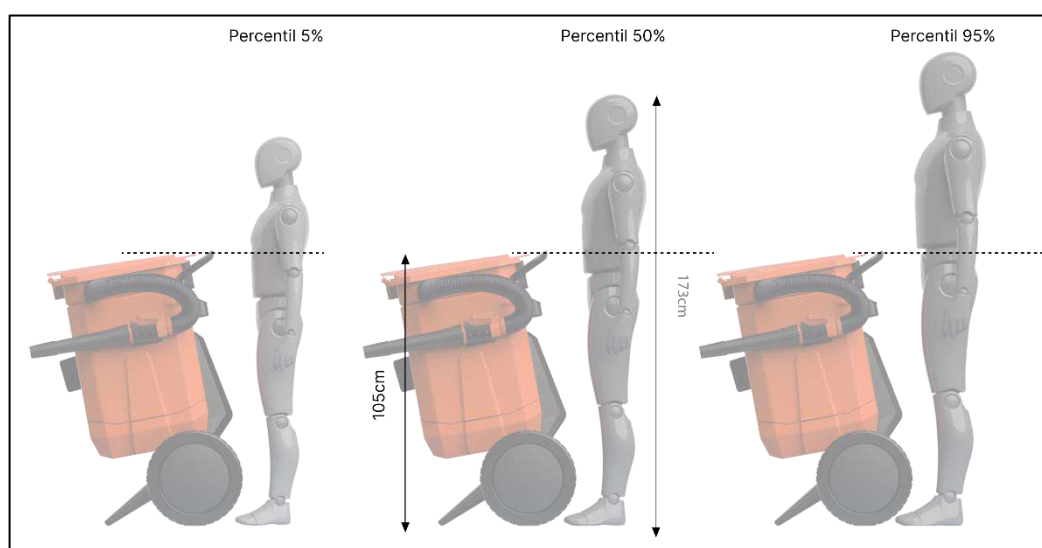


Figura 145 - Análise ergonômica estática.  
Fonte: própria.

### Análise de movimentos

Foi realizada uma avaliação específica de flexão e extensão dos cotovelos buscando entender os movimentos iniciais da manipulação do container. Esse estudo visa identificar pontos de estresse que podem surgir para os usuários enquanto o carrinho está na sua posição zero, ou seja, sem movimento. A intenção é garantir que os percentis mapeados possam operar o carrinho de forma eficiente e minimizando riscos de desconforto.

A partir dessa análise primária, observa-se que os percentis 5% e 95% necessitam realizar movimentos específicos para alcançar as pegas do carrinho na posição de estudo. Os usuários representados pelo percentil 5% precisam flexionar o cotovelo para alcançar as pegas, enquanto aqueles do percentil 95% devem estender os cotovelos para atingir o mesmo objetivo.

A análise revelou ainda que a variação nos movimentos de flexão e extensão é resultado direto da diferença nas proporções corporais entre os percentis, o que é natural devido ao fato do dimensionamento do produto não ser específico para um único percentil.

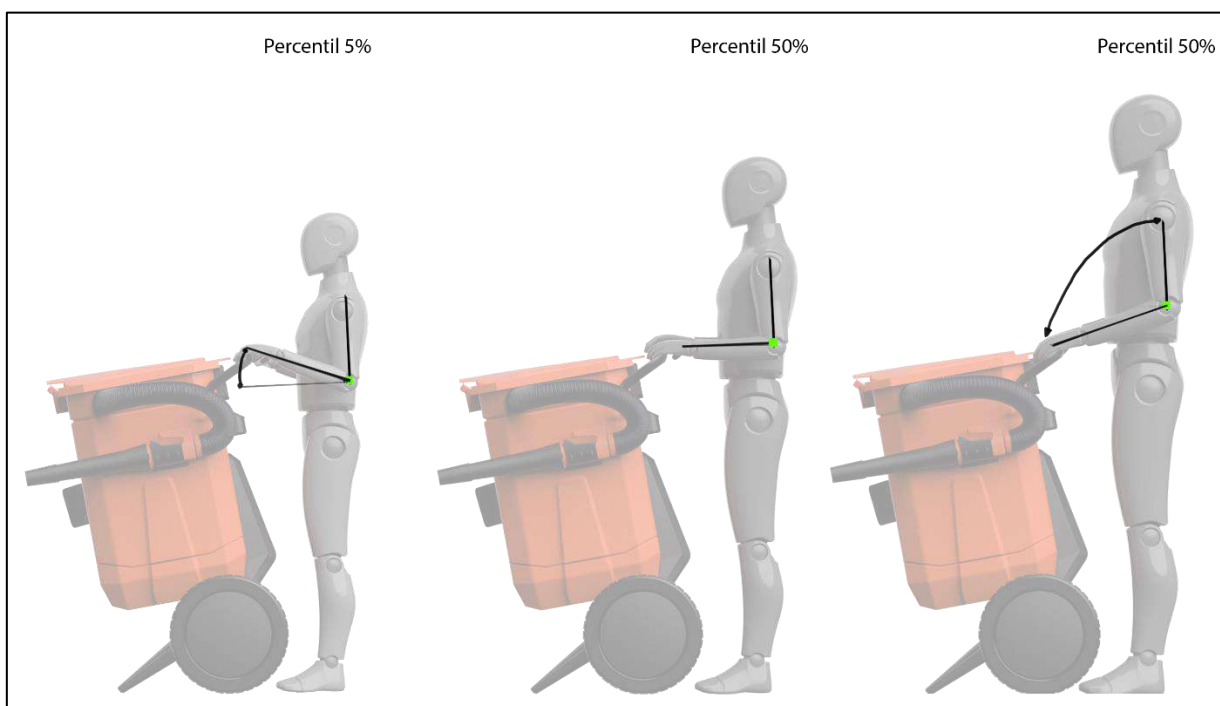


Figura 146 - Análise ergonômica, postura e flexões dos cotovelos.  
Fonte: Elaboração própria.

O usuário médio, por sua vez, mantém-se confortável com a posição zero do carrinho, o que indica que ele se encontra em uma posição neutra, ou seja, com pouco estresse muscular. Esse movimento em análise é considerado um movimento inicial, necessário para iniciar a sequência de ações subsequentes que compõem as tarefas do varredor.

Os movimentos subsequentes exigem um esforço maior dos percentis, como ilustrado na Figura 147, onde os usuários são obrigados a flexionar os joelhos para realizar a ação de empurrar o carrinho de forma ergonômica. Essa inclinação dos joelhos é essencial para manter uma postura que minimiza o esforço muscular e otimiza o controle sobre o carrinho, garantindo uma operação mais confortável.

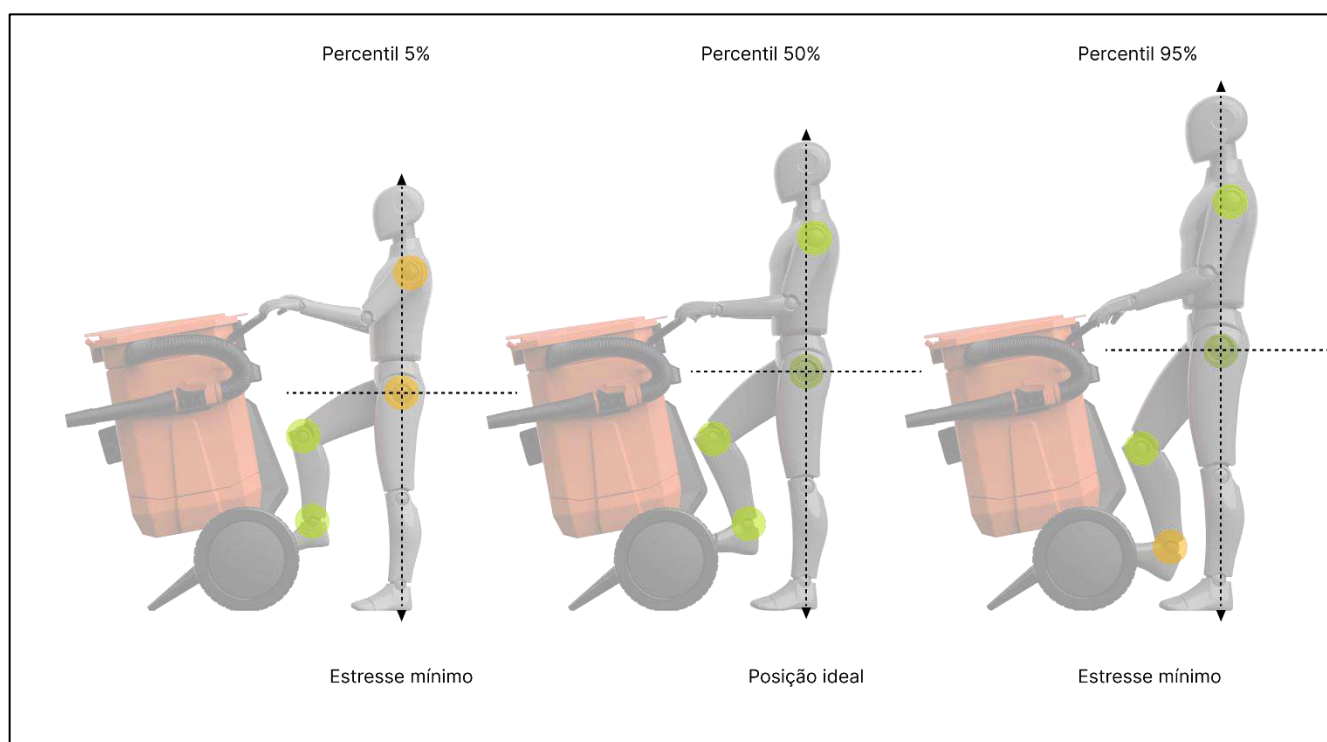


Figura 147 - Análise da flexão dos joelhos.  
Fonte: Elaboração própria.

Ao realizarem esse movimento com os joelhos, os varredores acionam o apoio de pé, iniciando o serviço. Essa análise destaca que o percentil de 50% apresenta maior conforto ao realizar as ações, indicando que o perfil médio é o mais adequado para as posições de trabalho envolvidas.

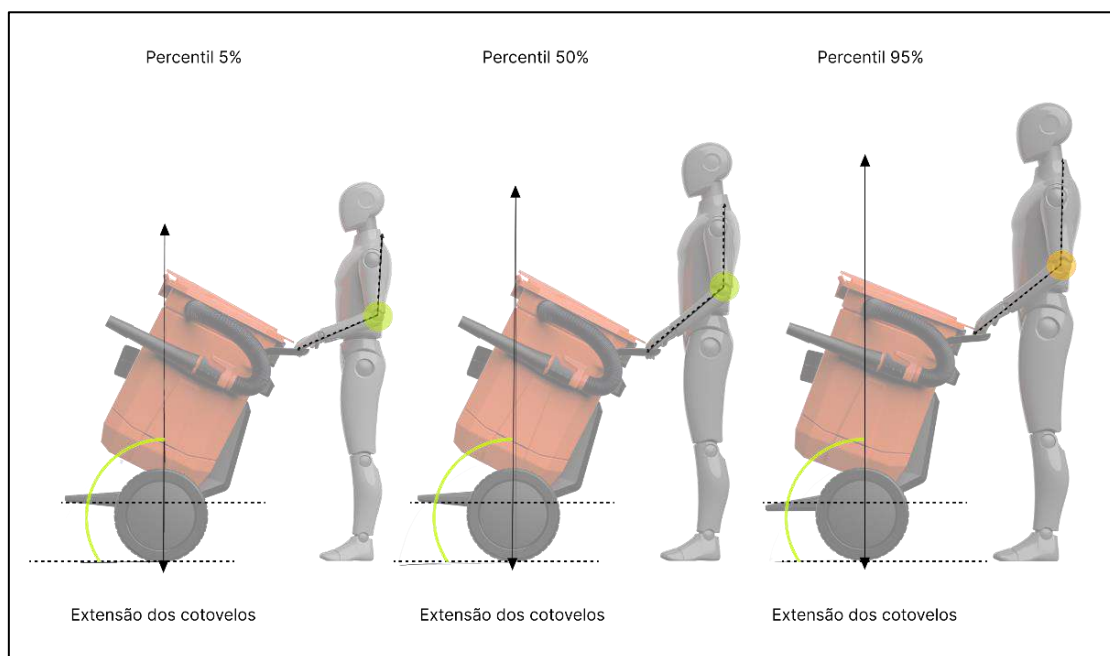


Figura 148 - Análise da inclinação do container.  
Fonte: Elaboração própria.

Para avaliar o alcance mínimo e máximo dos percentis na parte superior do produto, foi analisado um movimento de extensão. Observou-se que usuários do percentil 5% têm dificuldade em alcançar a zona central do container, enquanto os de 50% conseguem atingi-la com facilidade. Já os usuários do percentil 95% ultrapassam essa mesma zona, evidenciando variações significativas na interação com o produto.

### **Consideração ergonômica de pegas para o aspirador**

Ao projetar-se ferramentas manuais, como o bico de aspiração no projeto, é necessário levar-se em conta considerações de posturas neutras e desconfortáveis buscando garantir o conforto do usuário durante a operação e conhecer fragilidades no projeto desenvolvido. Posturas neutras referem-se a posições em que o corpo está alinhado e equilibrado, minimizando o estresse nas articulações, músculos e tendões.

Nessas posturas, os trabalhadores mantêm um controle máximo e reduzem a probabilidade de lesões. Por outro lado, posturas desconfortáveis, ou "*awkward postures*", afastam-se dessas posições neutras e tendem a exigir movimentos nos extremos do alcance de movimento natural, o que aumenta risco de lesões.

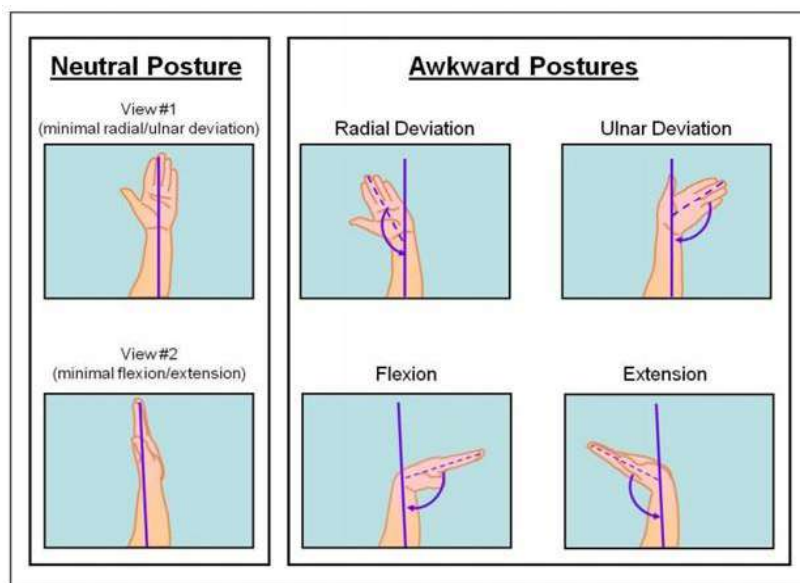


Figura 149 - Guia prático de posições ergonômicas.

Fonte: [Ergo Plus.](#)

Com base nesses princípios, uma análise de pegada foi feita buscando visualizar o modo como usuário manteria o bico de aspiração na hora de serviço. Observa-se que, para o uso ideal, a pega deve permitir que o cotovelo mantenha uma posição neutra, evitando flexão ou extensão excessivas. Por isso, essas considerações ergonômicas foram feitas, como a demonstrada na figura 150, buscando identificar se a pega possibilita uma posição neutra no uso.

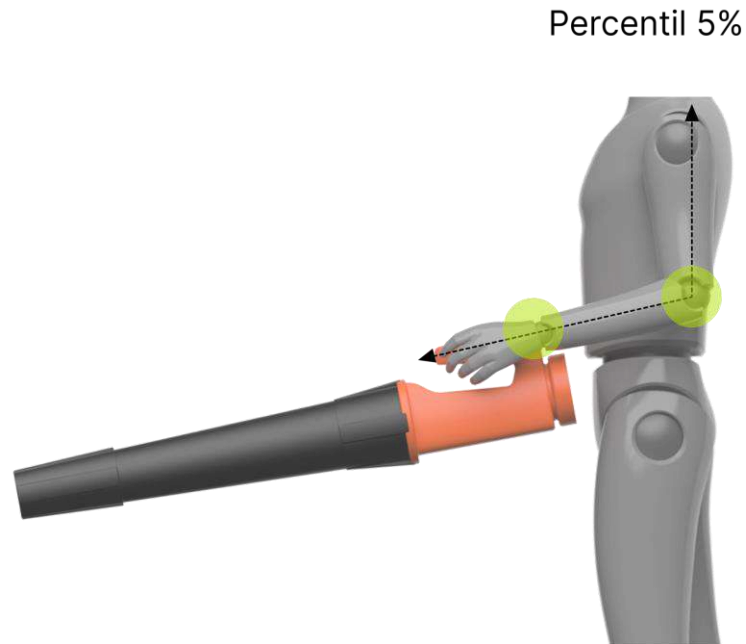


Figura 150 - Uso de pegas para posição neutra.  
Fonte: Elaboração própria.

Dentro desta análise, o usuário do percentil 50% precisa realizar um movimento de extensão maior do que o do percentil 5% para alcançar as pegas.

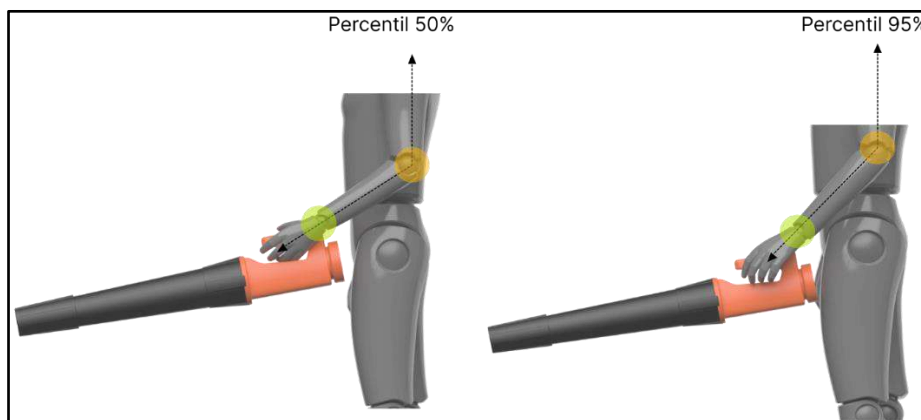


Figura 151 - Uso de pegas para posição neutra com extensão estressante.  
Fonte: Elaboração própria.

Para verificar se os pontos apresentados se aproximavam de uma preposição ideal foi necessário realizar um teste real da dimensão do item analisado. Identificando que seria necessário um mock-up próximo do real para realizar este teste, o case de aspiração foi impresso na escala 1:1 através da impressão 3D para validar se o bico proposto atingia o nível do chão ou não, considerando um usuário médio.

Foi observado que o bico proposto de aproximadamente 650mm no total, como demonstrado na figura 151, não atingia o solo. Para contornar essa situação foi necessário aumentar o comprimento do bico de aspiração de 450mm parcial para 950mm total para conseguir permitir uma manuseabilidade adequada e a aspiração ideal (Figura 152).

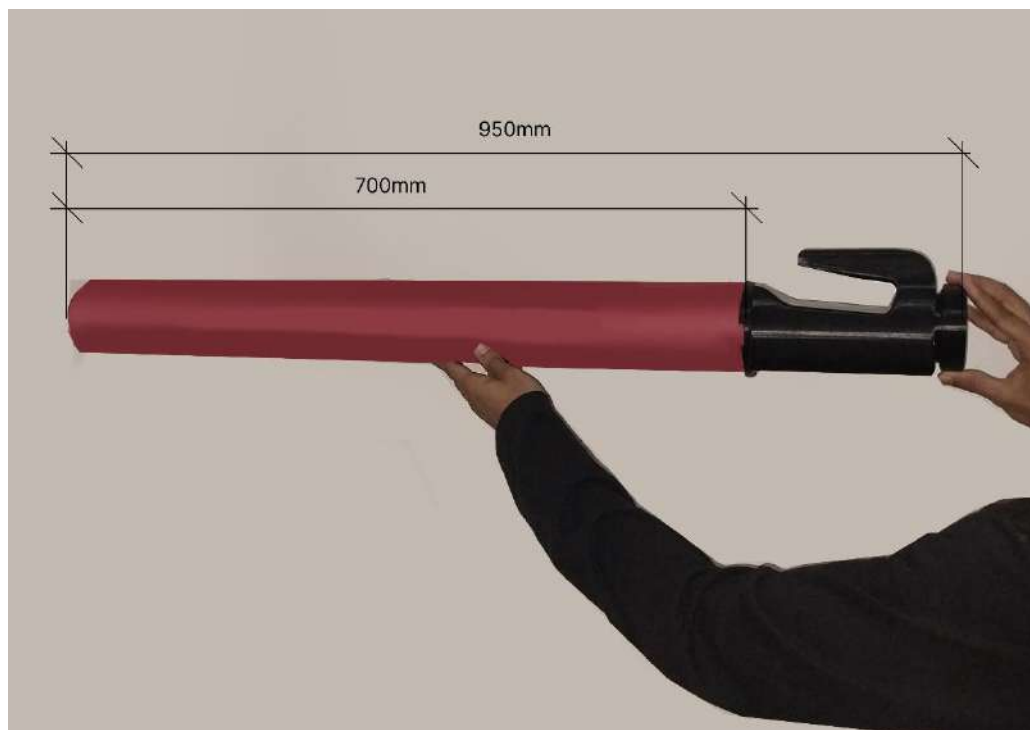


Figura 152 – Redefinição do tamanho do bico de aspiração.  
Fonte: Elaboração própria.

O redimensionamento estipulado garantiu que o bico de aspiração conseguisse atingir o solo e garantir a funcionalidade de aspiração. Além disso, uma reconfiguração tridimensional do bico, em específico, para usuários intermediários foi refeita buscando atualizar o projeto e rever os pontos de funcionalidade de uso, tais como ângulos de extensões, flexões e posições desconfortáveis que possíveis usuários poderão enfrentar com o design proposto (Figura 153).





Figura 153 – Teste de extensão dos cotovelos.  
Fonte: Elaboração própria.



Figura 154 – Teste de flexão dos cotovelos.  
Fonte: Elaboração própria.



Figura 155 – Teste de extensão dos cotovelos na posição lateral.  
Fonte: Elaboração própria.

A peça, testada e avaliada, portanto, permite uma observação de uso consistente do produto. Isto é, para projetar esta peça é necessário levar em consideração o tamanho do bico para aspiração para garantir um alcance máximo dos resíduos a serem coletados e minimizando os riscos de estresses para a realização do serviço.

#### **4.8: Apresentação geral do produto**

A apresentação geral do produto tem como objetivo finalizar o projeto apresentado demonstrando diversas das suas perspectivas que garante uma integridade projetual 3D. Os renders a seguir também buscam a apresentação formal do desenvolvimento completo do produto introduzindo a relação produto ambiente que não foram desenvolvidas ao longo dos capítulos anteriores, como também a relação produto-usuário buscando introduzir a figura humana próxima ao produto. Espera-se que a partir dessas visualizações fique patente o desenvolvimento do produto a partir das suas fases projetuais.



Figura 156 - Vista frontal.  
Fonte: Elaboração própria.





Figura 158 - Vista lateral.  
Fonte: Elaboração própria



Figura 159 - Vista superior.  
Fonte: Elaboração própria





Figura 160 - Vista frontal, detalhe frontal.  
Fonte: Elaboração própria.



Figura 161 - Vista lateral da parte de cima do carrinho  
Fonte: Elaboração própria.



Figura 162 – Perspectiva.  
Fonte: Elaboração própria.



Figura 163 – Ambientação com usuário.  
Fonte: Elaboração própria

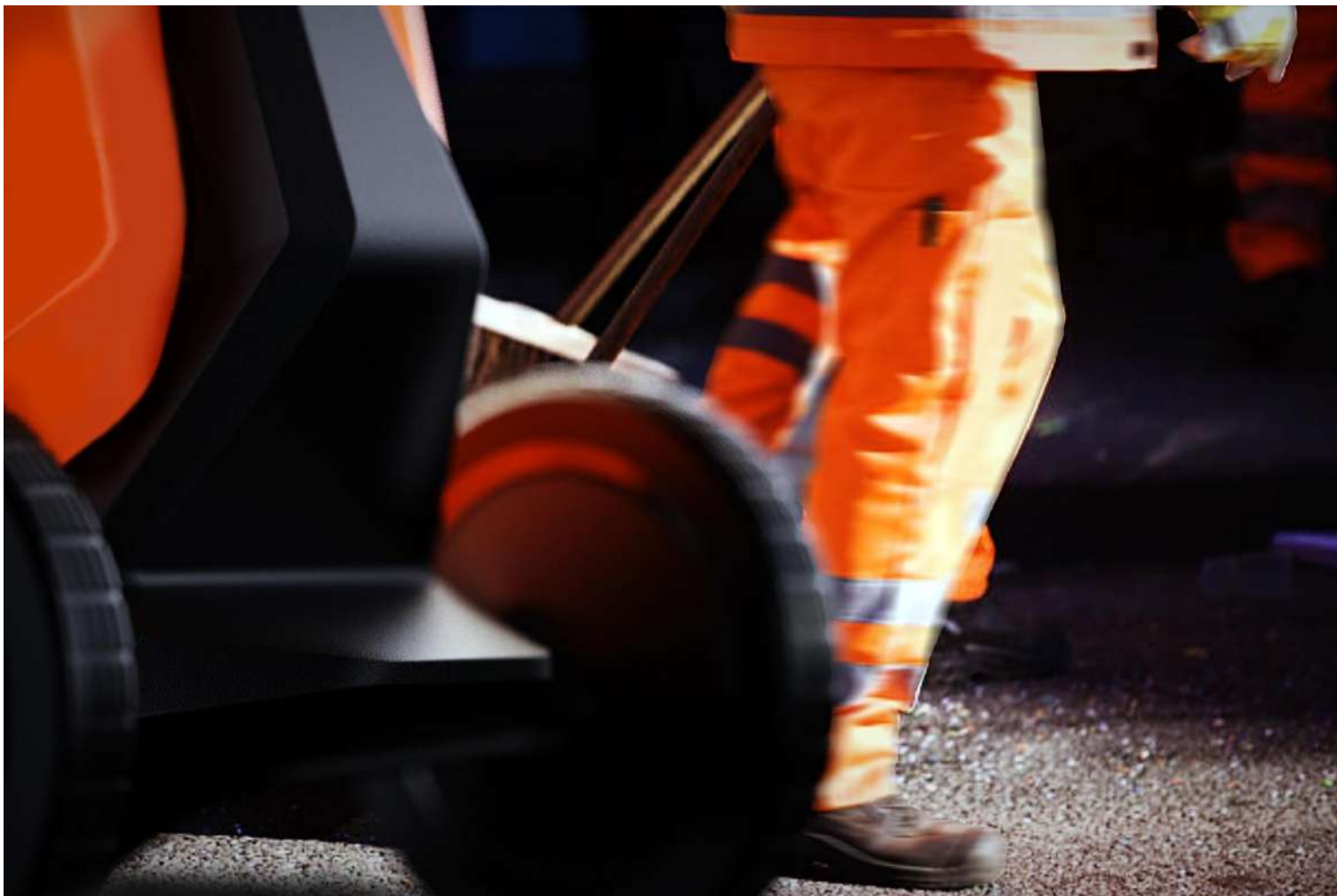


Figura 164 – Ambientação, com detalhe traseiro.  
Fonte: Elaboração própria.





Figura 165 – Ambientação, com usuário.  
Fonte: Elaboração própria.

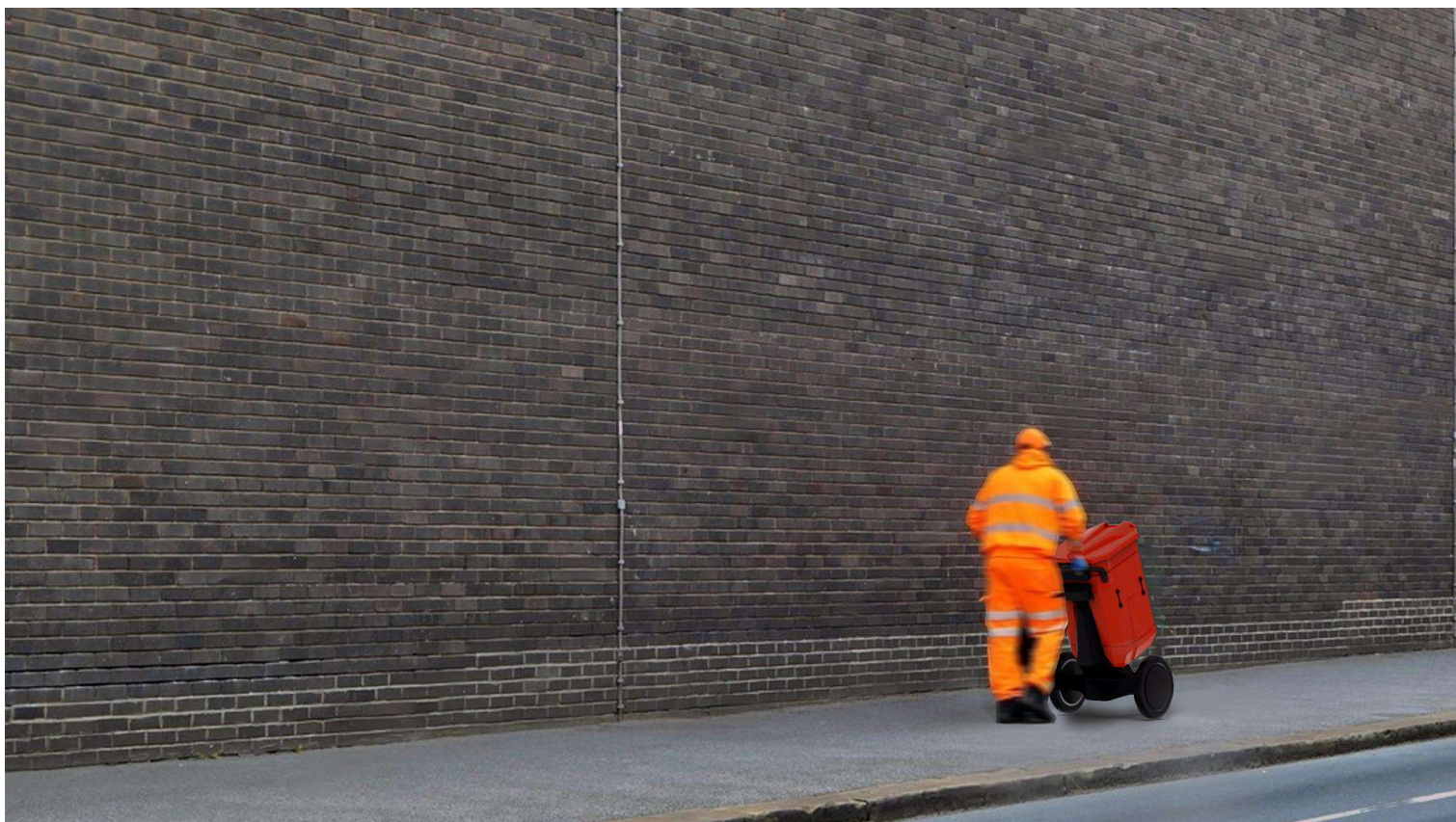


Figura 166 – Ambientação, com usuário.  
Fonte: Elaboração própria.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto nasceu de um desafio cego: encontrar um projeto a partir do qual fosse possível desenvolver um produto inovador. Talvez essa seja a ambição mais comum entre os estudantes de Design Industrial.

Os caminhos iniciais traçados por essa ideia apresentam um projeto que se desenvolveu a partir, sobretudo, daquilo que foi encontrado em pesquisa de campo. Essa pesquisa preliminar garantiu que o projeto pudesse percorrer uma direção mais próxima de um produto real e o levasse ao escopo de fabricação.

Os processos de fabricação escolhidos permitiram ter a certeza de que o desenho do carrinho de varrição com as condições apresentadas poderia ser fabricado. É evidente que para afirmar essa certeza fabril é necessário que o projeto passe por uma revisão projetual buscando-se um modelagem para fabricação, isto é, *Design for Manufacturing* (DFM).

O carrinho de varrição proposto, assim como foi demonstrado, supera o carrinho de varrição inicial que foi analisado na análise estrutural do projeto. Em comparação com os projetos similares, o projeto apresenta-se como uma alternativa diferente do fora analisado e alcança uma realidade de trabalho raramente sublinhada.

Para um produto que consiga de fato atender às necessidades do serviço de varrição, talvez seja necessário realizar mais análises ergonômicas visando cobrir aquelas que não puderam ser realizadas no projeto: tais como os da pega do bico de aspiração e do tamanho mínimo e máximo da mangueira especificada para a realização da tarefa.

Outros desafios no projeto que foram discriminados e que fazem parte de uma crítica de amadurecimento projetual são: o sistema de trava para o eixo de rotação, o suporte para os equipamentos extras da varrição (pá e vassoura), o desenvolvimento detalhado do guarda-pertences. Esses pontos que estão sendo destacados, foram pela ausência de tempo para demonstrar cada uma dessas situações, com mais empenho e técnica.

Mesmo havendo fragilidades, o carrinho de varrição apresentado, ainda assim, atende aos principais requisitos do projeto: manuseabilidade, funcionalidade, reparabilidade e fabricação. Requisitos que foram considerados até as últimas atualizações do projeto.

Por fim, a maioria dos objetivos que foram propostos para o projeto foram alcançados, porém, testes que buscassem uma validação em escala 1:1 seriam necessários para validar melhor o aspecto do design dos itens propostos.

## REFERÊNCIAS

- BOCCHINI, B. **Destinação inadequada de lixo cresce 16% em uma década.** Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2020-12/destinacao-inadequada-de-lixo-cresce-16-em-uma-decada#>. Acesso em: 22 ago. 2024.
- BRKAMBIENTAL. **Descarte incorreto de lixo: veja por que é preciso mudar esse cenário.** Disponível em: <https://blog.brkambiental.com.br/descarte-de-lixo-2/>.
- CAMPOS, M. **O Lixo.** Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/o-lixo.htm>.
- CAREER SMART. **Street cleaners.** Disponível em: <https://careersmart.org.uk/occupations/street-cleaners>. Acesso em: 22 ago. 2024.
- CASA DAS BORRACHAS. **Carrinho Coletor de Lixo 120 litros.** Disponível em: <https://www.cborrachas.com.br/carrinho-coletor-de-lixo-120-litros>. Acesso em: 25 ago. 2024.
- CESAR BORBA MASCARENHAS, F. **Como enfrentar os danos das enchentes no Rio de Janeiro** – Ambientebrasil – Ambientes. Disponível em: [https://ambientes.ambientebrasil.com.br/urbano/artigos\\_urbano/como\\_enfrentar\\_os\\_danos\\_das\\_enchentes\\_no\\_rio\\_de\\_janeiro.html#:~:text=A%20ocupa%C3%A7%C3%A3o%20de%20encostas%2C%20por](https://ambientes.ambientebrasil.com.br/urbano/artigos_urbano/como_enfrentar_os_danos_das_enchentes_no_rio_de_janeiro.html#:~:text=A%20ocupa%C3%A7%C3%A3o%20de%20encostas%2C%20por). Acesso em: 22 ago. 2024.
- CITIES TODAY. **Smarter waste management to improve quality of urban life.** Disponível em: <https://cities-today.com/industry/smarter-waste-management-improve-quality-urban-life/>.
- COMLURB. **Outras ações operacionais** – Companhia Municipal de Limpeza Urbana COMLURB. Disponível em: <https://comlurb.prefeitura.rio/servico/demais-acoes-operacionais/>. Acesso em: 22 ago. 2024.
- CONSÓRCIO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Afogados em lixo - O brasileiro produz cada vez mais lixo.** Disponível em: <https://csgirsvj.ce.gob.br/informal/118/afogados-em-lixo-o-brasileiro-produz-cada-vez-mais-lixo#:~:text=Os%2-dados%20s%C3%A3o%20do%20Panorama>. Acesso em: 28/08/24.
- CONTEMAR AMBIENTAL. **Coletor de resíduo e seu papel na gestão de lixo.** Contemar Ambiental, 4 jun. 2019. Disponível em: <http://blog.contemar.com.br/coletor-de-residuo-e-seu-papel-na-gestao-de-lixo/#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20coletor%20de,e%20disp%C3%B4%20nos%20caminh%C3%B5es>
- DESIGN COUNCIL. **Framework for innovation.** Disponível em: <https://www.designcouncil.org.uk/our-resources/framework-for-innovation/>.

DIÁRIO. **O papel dos coletores de resíduos sólidos urbanos na sociedade contemporânea**, por Eder Varussa - Diário do Rio Claro. Disponível em: <<https://www.j1diario.com.br/o-papel-dos-coletores-de-residuos-solidos-urbanos-na-sociedade-contemporanea-por-eder-varussa/>>. Acesso em: 21 ago. 2024.

EL-JAICK ANDRADE, I.; ALVES GALLO, É. **Um pouco da história do lixo**. Disponível em: <<https://chc.org.br/artigo/um-pouco-da-historia-do-lixo/>>.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Cities and the circular economy**. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/cities-and-the-circular-economy-deep-dive#:~:text=The%20implementation%20of%20a%20circular>>.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Plastics and the circular economy**. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/plastics/overview>>.

ELMANSY, D. R. **What is Circular Design? And How to Apply It**. - Designorate. Disponível em: <<https://www.designorate.com/the-future-circular-economy-circular-design/#:~:text=The%20circular%20design%20is%20an>>.

ELMANSY, R. **The Double Diamond Design Thinking Process and How to Use it**. Disponível em: <<https://www.designorate.com/the-double-diamond-design-thinking-process-and-how-to-use-it/>>.

FIOCRUZ. **Lixo através da história**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://agencia.fiocruz.br/sites/agencia.fiocruz.br/files/revistaManguinhosMateriaPdf/RM12pag40a41LixoAtravesDaHistoria.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2024.

GEORGE, S. **Dozens of street sweepers in Croydon are set to lose their jobs**. Disponível em: <<https://www.croydonadvertiser.co.uk/news/croydon-news/leaked-documents-show-dozens-street-1159458>>. Acesso em: 22 ago. 2024.

GLASDON GROUP LIMITED. **Single Space-Liner™ Orderly Barrow**. Disponível em: <<https://gil.glasdon.com/outdoor-cleaning-trolleys/single-space-liner-tm-orderly-barrow>>. Acesso em: 22 ago. 2024.

GONÇALVES, E. **80 milhões de toneladas de resíduos são produzidos no país a cada ano**. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/meio-ambiente/audio/2021-08/80-milhoes-de-toneladas-de-residuos-sao-produzidos-no-pais-cada-ano>.

HOWSTUFFWORKS. **Types of Street Sweepers**. Disponível em: <<https://auto.howstuffworks.com/street-sweeper1.htm>>. Acesso em: 22 ago. 2024.

IBGE. Dados sobre a cidade do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/rio-de-janeiro/panorama>>.

INDIO DO BRASIL, C. **Desfiles de blocos e escolas no Rio já geraram 466,2 toneladas de lixo.** Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-02/desfiles-de-escolas-e-blocos-no-rio-ja-produziram-4662-t-de-lixo#:~:text=Ao%20todo%20s%C3%A3o%20at%C3%A9%202.450%20garis%20por%20dia%20nos%20blocos%20maiores>>. Acesso em: 22 ago. 2024.

INTERACTION DESIGN FOUNDATION. **What Is Circular Design?** Disponível em: <<https://www.interaction-design.org/literature/topics/circular-design#:~:text=Circular%20design%20is%20the%20practice>>.

IPEA. ODS 11 - **Cidades e Comunidades Sustentáveis - Ipea - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.** Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/ods/ods11.html>>.

JAFFE, E. **The Secret Art of Street Sweeping.** 22 nov. 2013.

LISBOA, C. **Os que sobrevivem do lixo.** Disponível em: <[https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2941:catid=28&Itemid=23](https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=2941:catid=28&Itemid=23)>.

LUCENA, F. **Comlurb monta esquema especial de limpeza para Flamengo X Grêmio - Diário do Rio de Janeiro.** Disponível em: <<https://diariodorio.com/comlurb-monta-esquema-especial-de-limpeza-para-flamengo-x-gremio/>>. Acesso em: 22 ago. 2024.

MSM. **Overview, water quality benefits, and other co-benefits of street sweeping.** Disponível em: <[https://stormwater.pca.state.mn.us/index.php?title=Overview,\\_water\\_quality\\_benefits,\\_and\\_other\\_co-benefits\\_of\\_street\\_sweeping](https://stormwater.pca.state.mn.us/index.php?title=Overview,_water_quality_benefits,_and_other_co-benefits_of_street_sweeping)>. Acesso em: 26 ago. 2024.

PRICE WATER HOUSE COOPERS. **Segunda edição do Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana revela que cidades com taxas de lixo têm melhor resultado.** Disponível em: <<https://www.pwc.com.br/pt/sala-de-imprensa/noticias/segunda-edicao-indice-sustentabilidade-da-limpeza-urbana.html>>. Acesso em: 22 ago. 2024.

RECICLA SAMPA. **Cerca de 800 mil pessoas vivem da reciclagem no Brasil - Recicla Sampa.** Disponível em: <<https://www.reciclasampa.com.br/artigo/cerca-de-800-mil-pessoas-vivem-da-reciclagem-no-brasil>>.

ROCHA, M. **A luta dos garis por respeito e visibilidade.** Disponível em: <<https://epoca.globo.com/sociedade/noticia/2018/05/luta-dos-garis-por-respeito-e-visibilidade.html>>. Acesso em: 21 ago. 2024.

SANTOS, E. **Na semana do meio ambiente, Comlurb mostra fábrica que recupera e produz material usado por garis nas ruas do Rio.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2023/06/06/na-semana-do-meio-ambiente-comlurb-mostra-fabrica-que-recupera-e-produz-material-usado-por-garis-nas-ruas-do-rio.ghtml>>. Acesso em: 22 ago. 2024.

SMITH EQUIPMENT. **A Brief History on Street Sweepers - Smith Equipment - Lakeland, FL.** Disponível em: <<https://smith-equipment.com/a-brief-history-on-street-sweepers/>>.

SOARES, H. **Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro** - [www.rio.rj.gov.br](http://www.rio.rj.gov.br). Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?id=5364165#:~:text=Com%20cerca%20de%2020%20mil>>. Acesso em: 22 ago. 2024.

STARTUP SELFIE. **Electric street vacuum cleaner operates with no noise and zero emissions.** Disponível em: <<https://www.startupselfie.net/2019/03/19/electric-street-vacuum-cleaner-silent-zero-emissions/>>. Acesso em: 22 ago. 2024.

TSM. **Waste vacuum cleaners.** Disponível em: <<https://www.tsmitaly.com/en/professional-cleaning-machines/waste-vacuum-cleaners/>>.

TUFFAN. **Limpeza urbana** | Tufann. Disponível em: <<https://tufann.com.br/maquinas/limpeza-urbana/>>. Acesso em: 21 ago. 2024.

UFMG. **Lixo - História.** Disponível em: <<https://www.ufmg.br/proex/geresol/lixohistoria.htm>>.

UFRRJ. **Acidentes/Riscos/Ambientais/Enchentes Urbana.** Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/mma10.htm#:~:text=V%C3%A1rias%20s%C3%A3o%20as%20causas%20das>>.

UNIVASF. **Saiba quais são os tipos de lixo mais comuns encontrados nas cidades.** Disponível em: <<https://portais.univasf.edu.br/sustentabilidade/noticias-sustentaveis/saiba-quais-sao-os-tipos-de-lixo-mais-comuns-encontrados-nas-cidades>>.

WAINWRIGHT, O. **“This is the age of waste”: the show about our throwaway addiction and how to cure it.** Disponível em: <<https://www.theguardian.com/artanddesign/2021/nov/01/waste-age-exhibition-design-museum>>.

WAP. **Qual a melhor potência de um aspirador de pó residencial?** Disponível em: <<https://blog.wap.ind.br/qual-a-melhor-potencia-de-um-aspirador-de-po/>>. Acesso em: 26 ago. 2024.

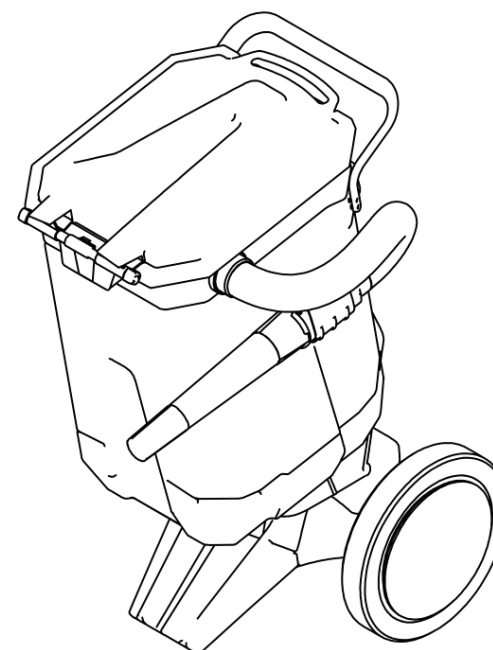
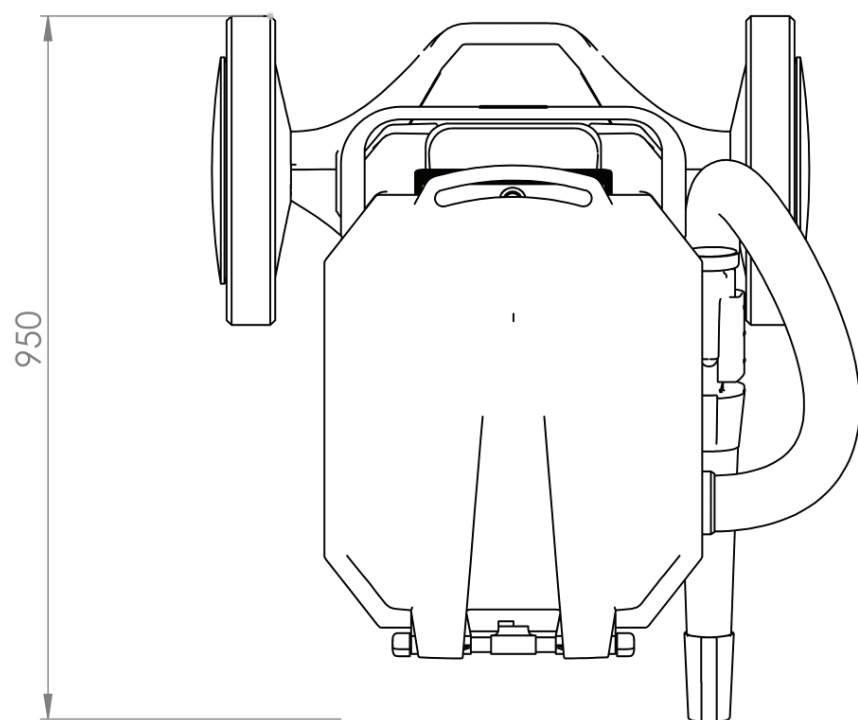
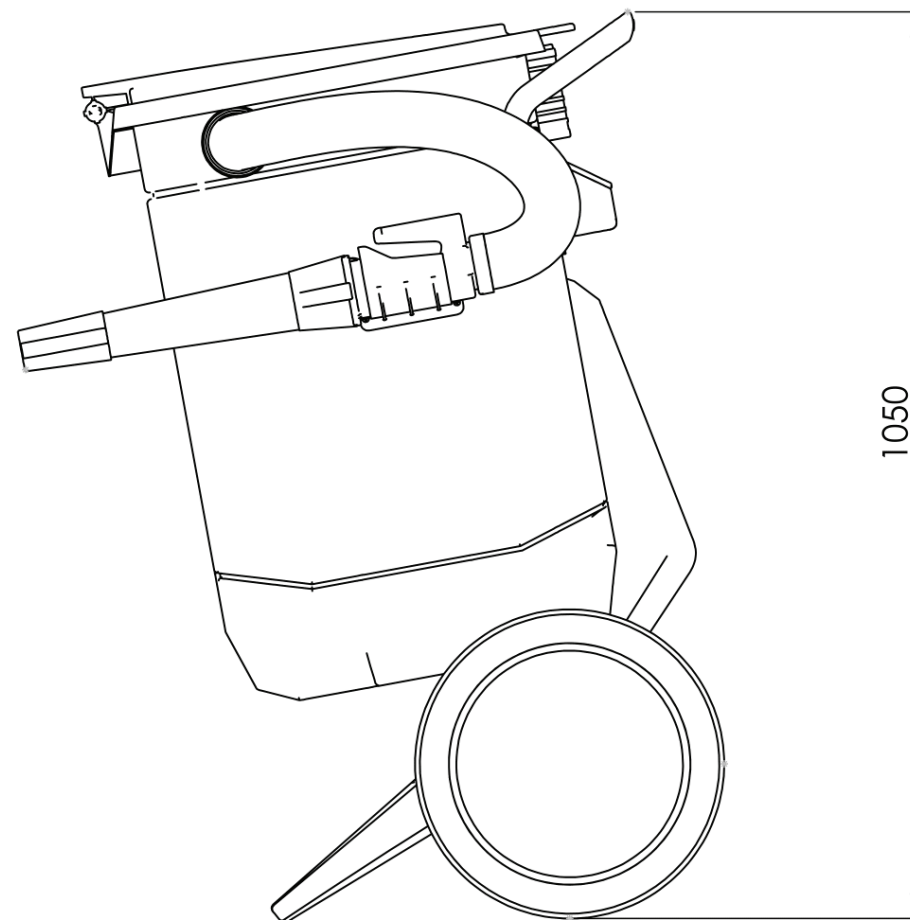
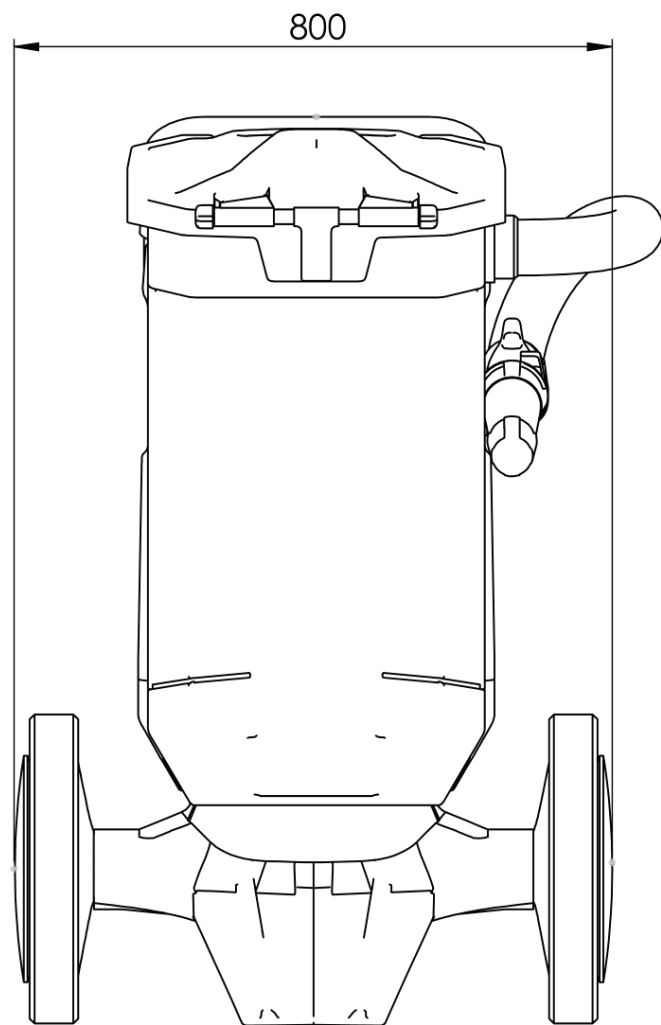
WILLIAMS, J. Circular Cities: **What Are the Benefits of Circular Development?** Sustainability, v. 13, n. 10, p. 5725, 20 maio 2021.

ZIPPIA. **Street Sweeper Demographics and Statistics [2024]: Number Of Street Sweepers In The US.**

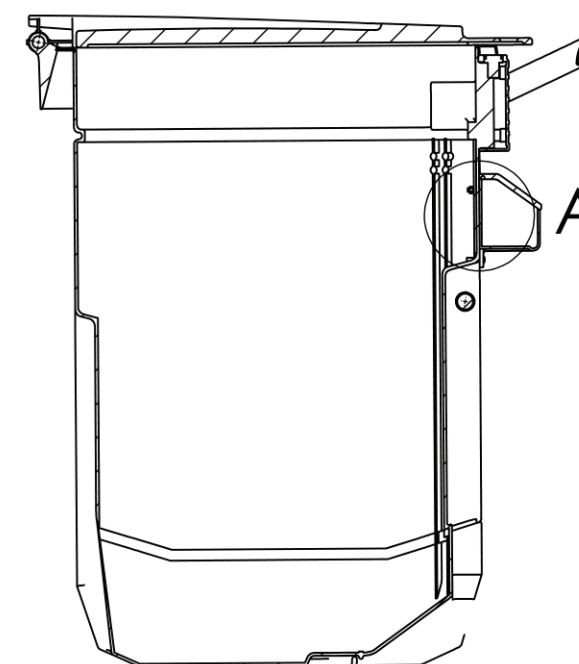
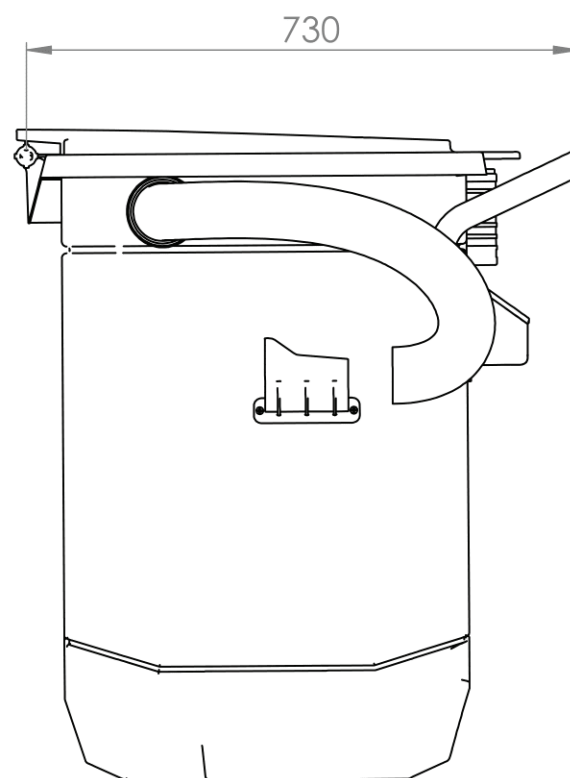
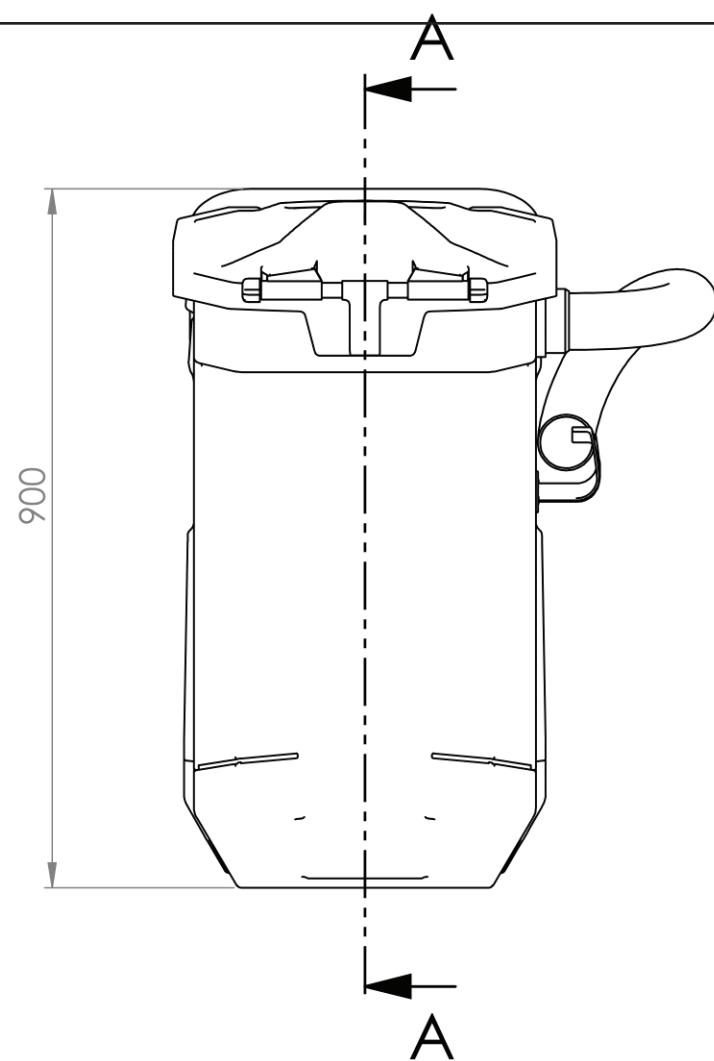
Disponível em: <<https://www.zippia.com/street-sweeper-jobs/demographics/>>. Acesso em: 22 ago. 2024.



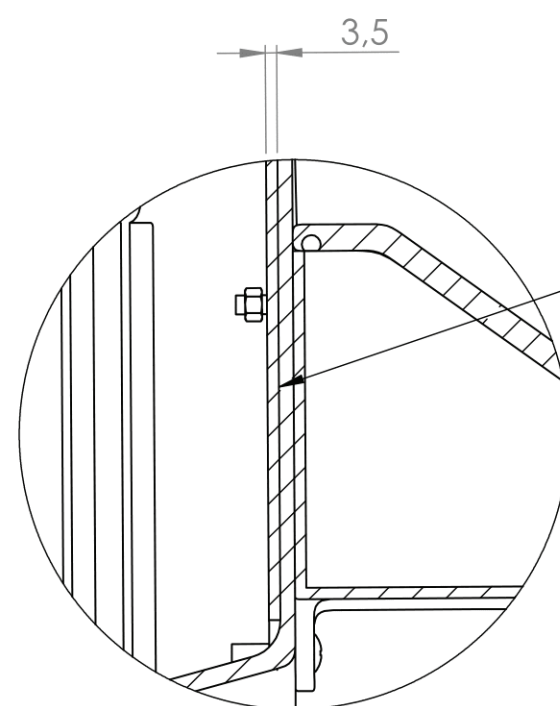
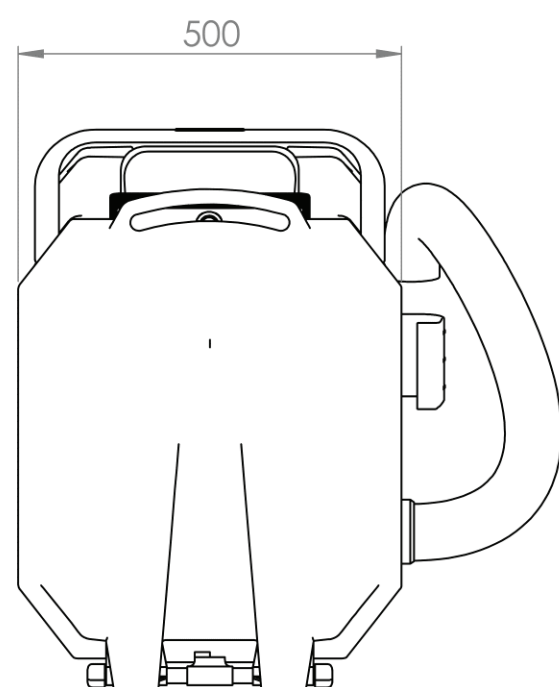
## ANEXOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. Design Industrial	
Curso: Design Industrial		Habilitação: Projeto de Produto	
Título do projeto: E1100 - Carrinho de varrição-aspirador		Projeto de Graduação em Design Industrial	
		Professor: Gerson Lessa	
Peça: conjunto		Autor: Gleisson Gonçalves Barbosa	
P1		Escala:	1:10
		Cotas:	mm
		Data: 24/09/2024	



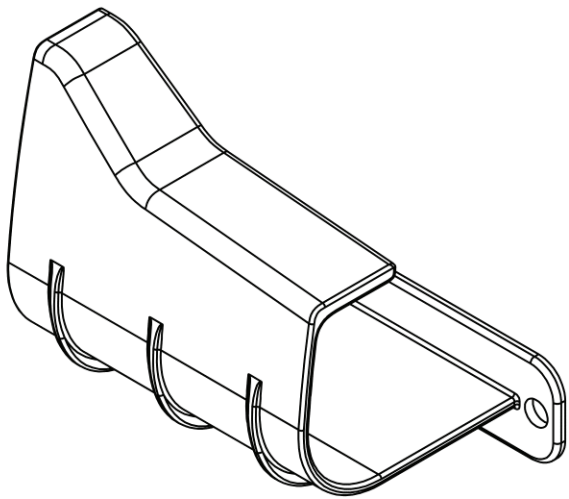
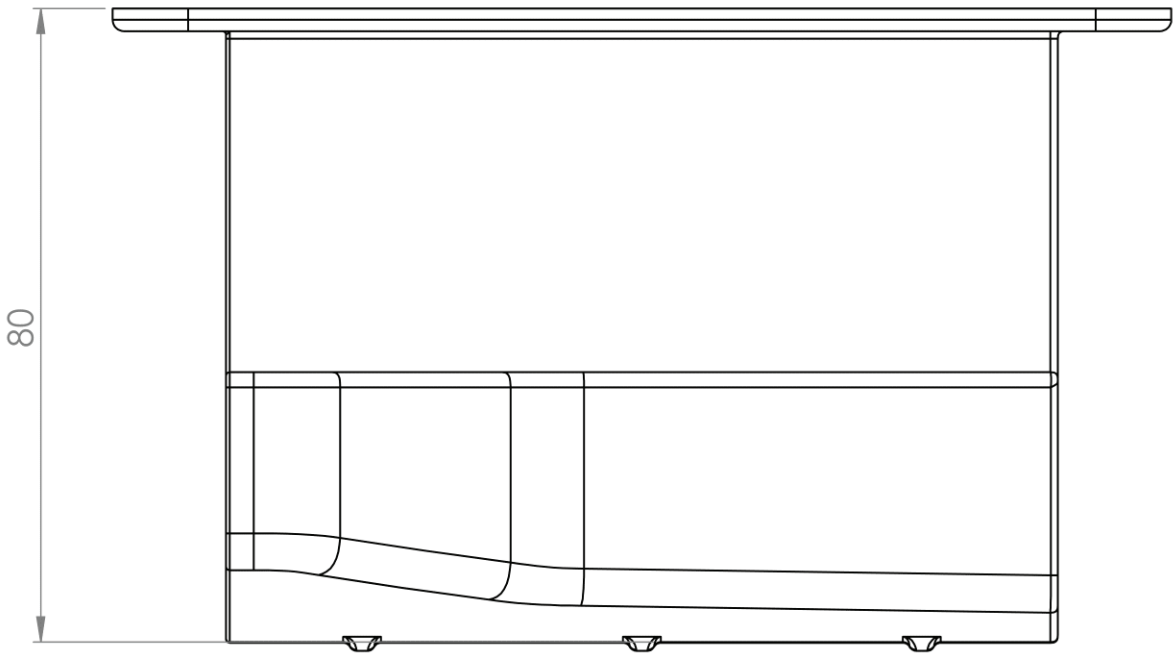
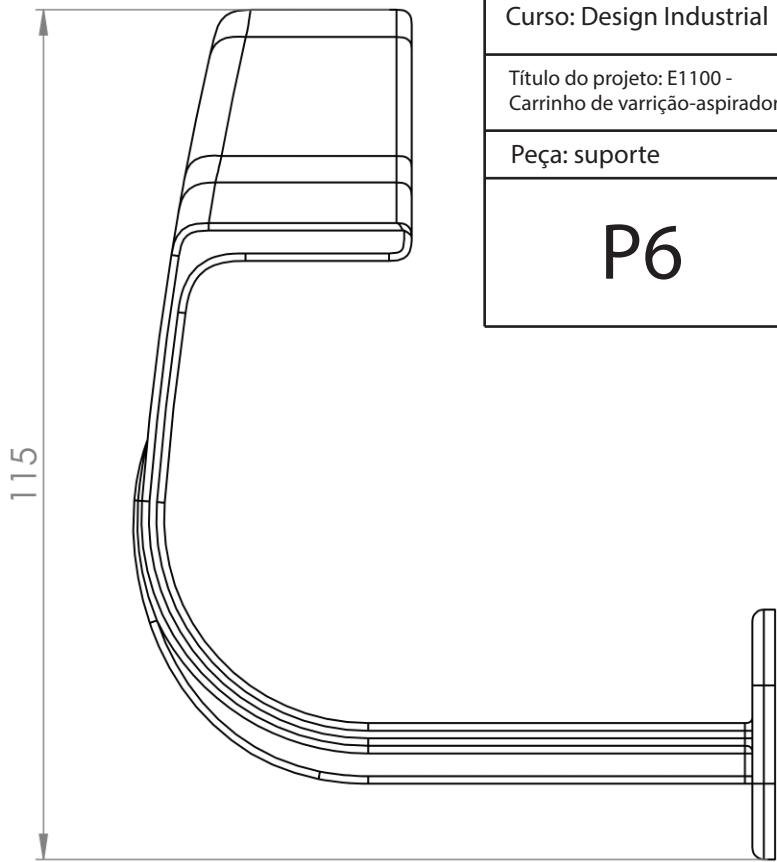
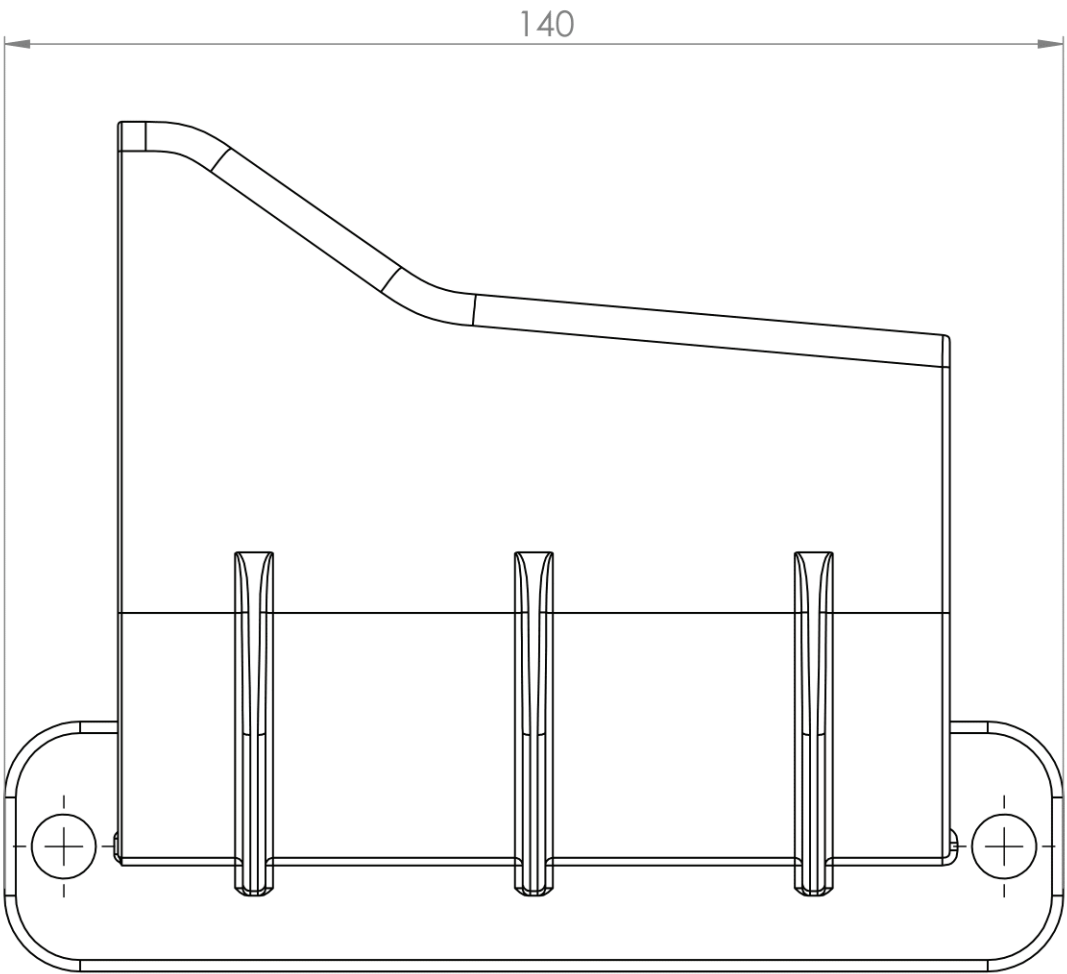
SECÇÃO A-A  
ESCALA 1 : 10



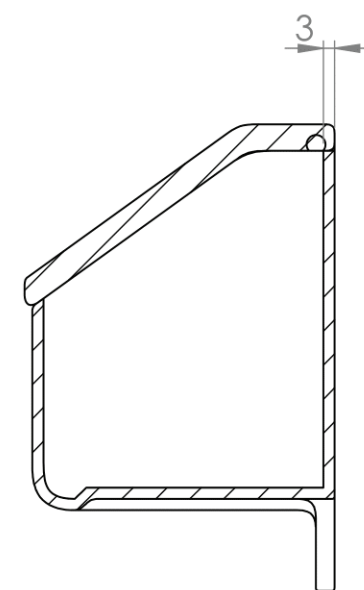
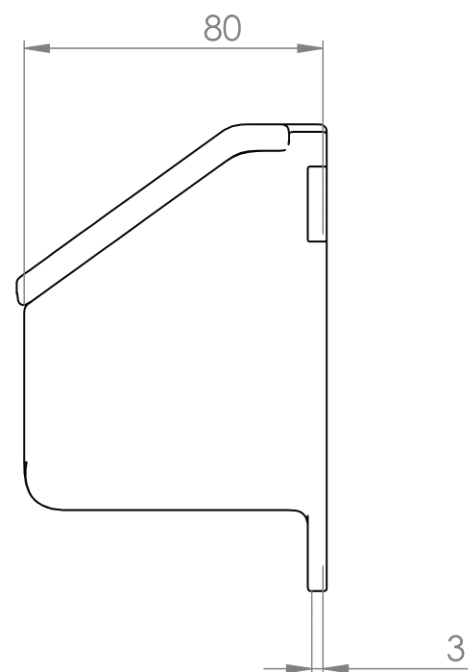
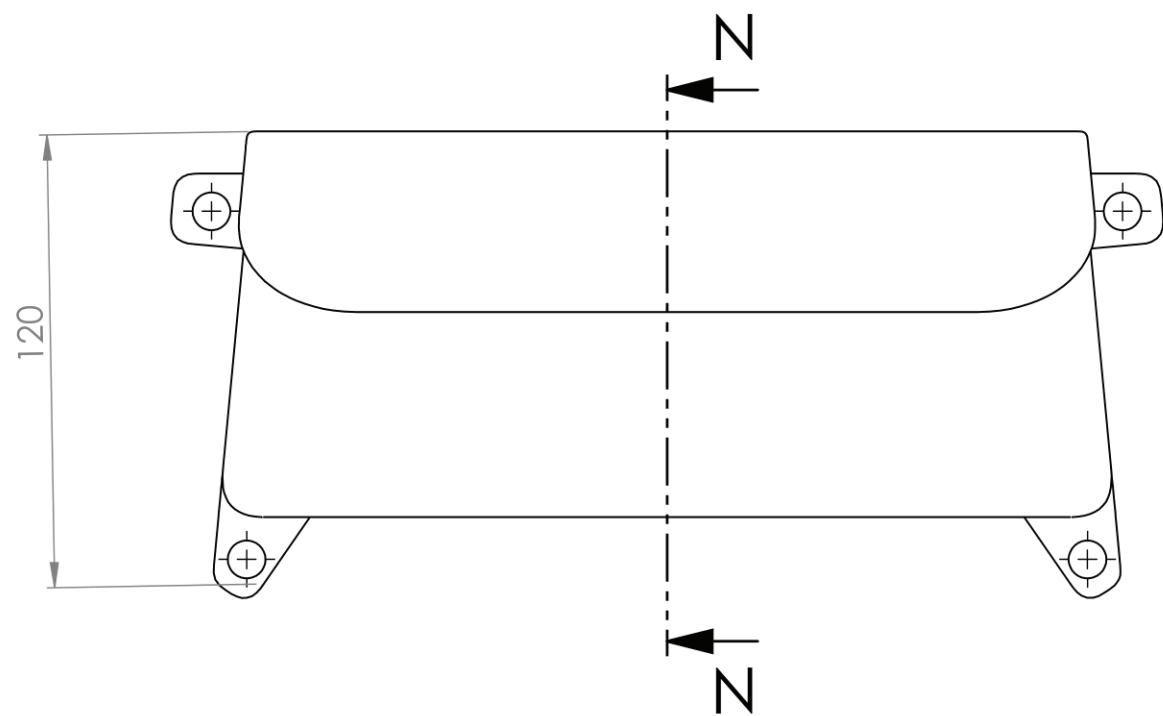
DETALHAMENTO PARA VISUALIZAÇÃO  
DE ESPESSURA DO CONTAINER

DETALHE A  
ESCALA 1 : 2

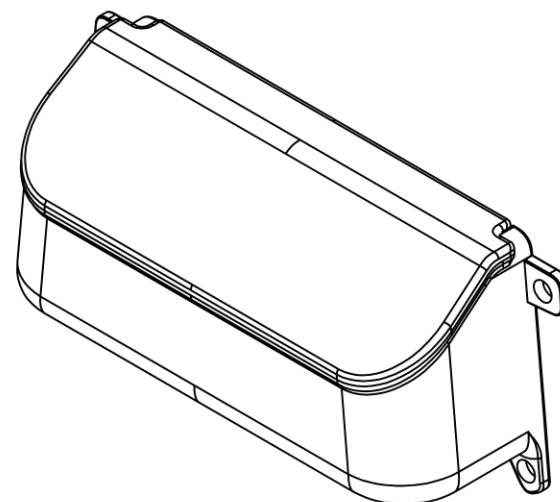
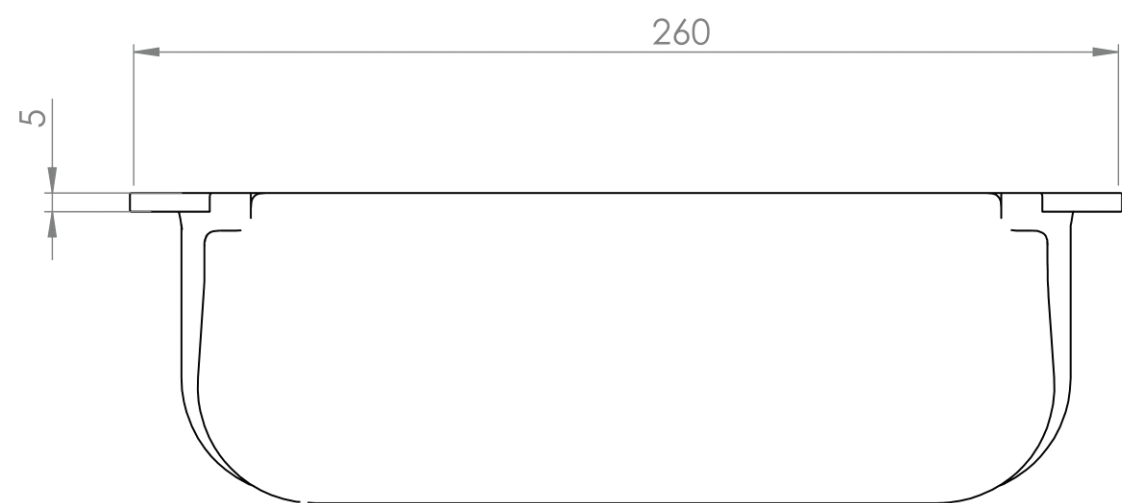
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. Design Industrial	
Curso: Design Industrial		Habilitação: Projeto de Produto	
Título do projeto: E1100 - Carrinho de varrição-aspirador		Projeto de Graduação em Design Industrial	
		Professor: Gerson Lessa	
Peça: container		Autor: Gleisson Gonçalves Barbosa	
P2		Escala:	1:10
		Cotas:	mm
		Data: 24/09/2024	



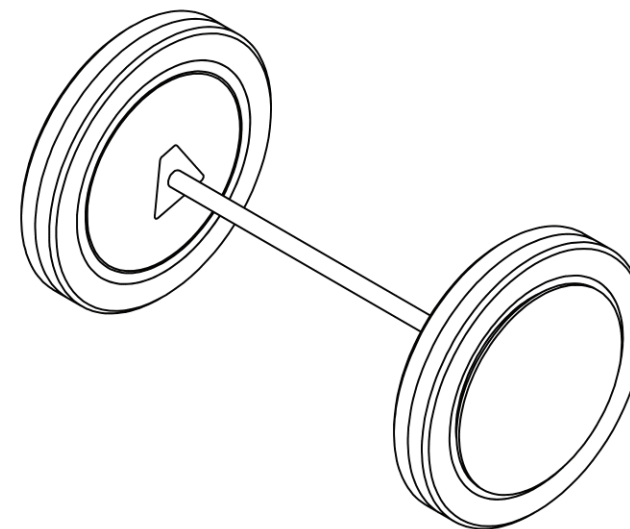
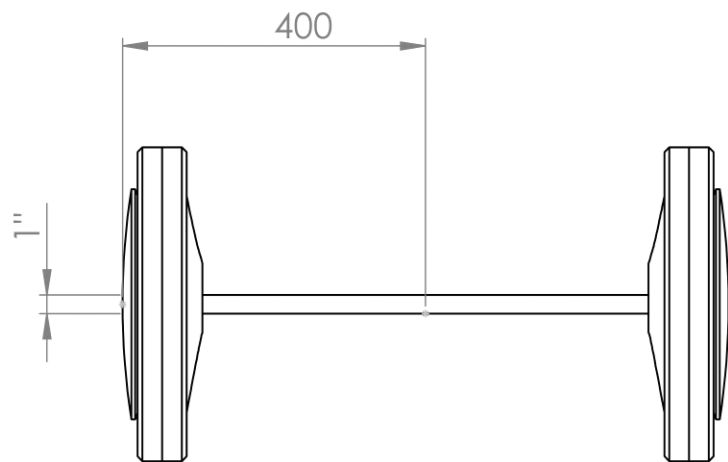
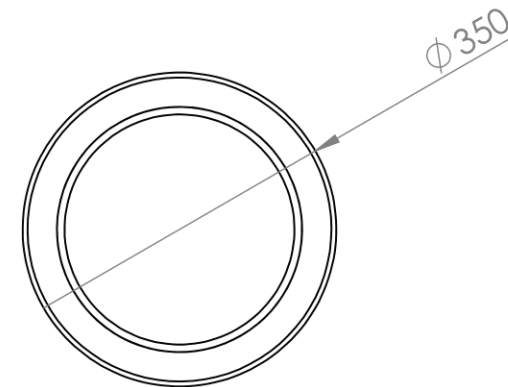
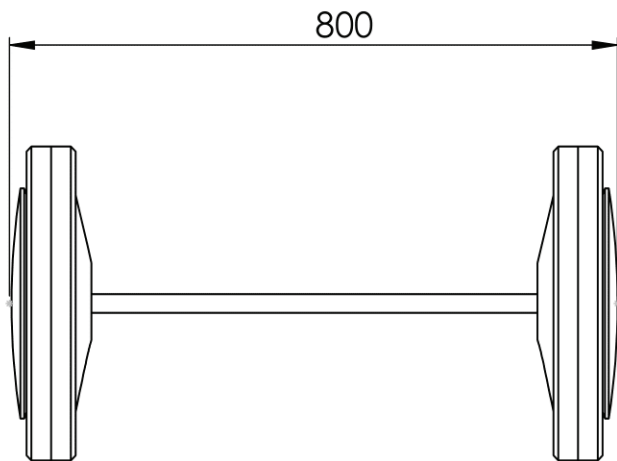
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. Design Industrial	
Curso: Design Industrial		Habilitação: Projeto de Produto	
Título do projeto: E1100 - Carrinho de varrição-aspirador		Projeto de Graduação em Design Industrial	
		Professor: Gerson Lessa	
Peça: suporte		Autor: Gleisson Gonçalves Barbosa	
P6		Escala:	1:1
		Cotas:	mm
		Data: 24/09/2024	



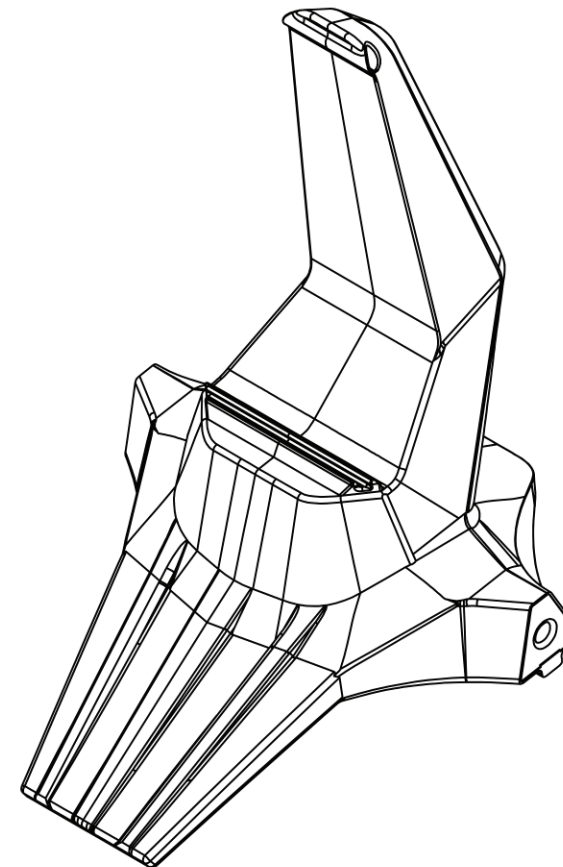
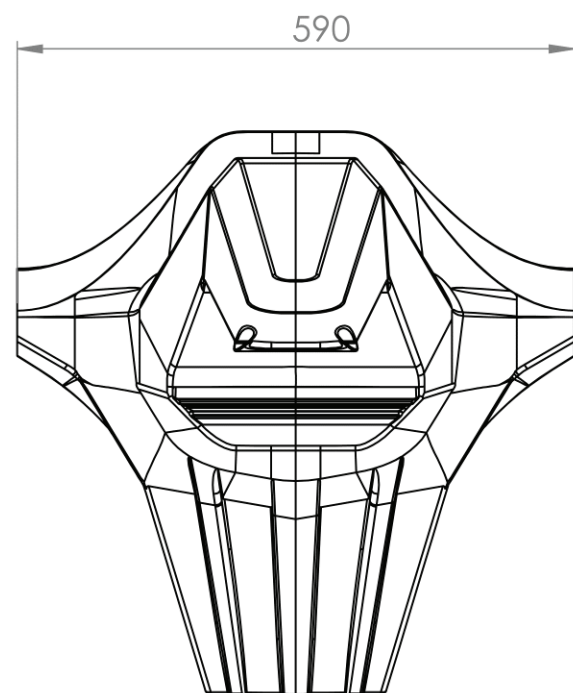
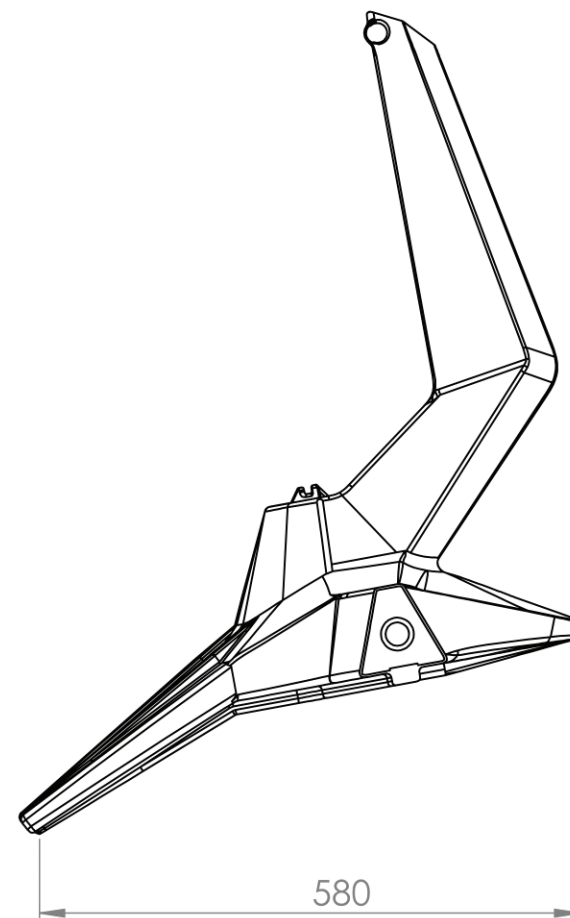
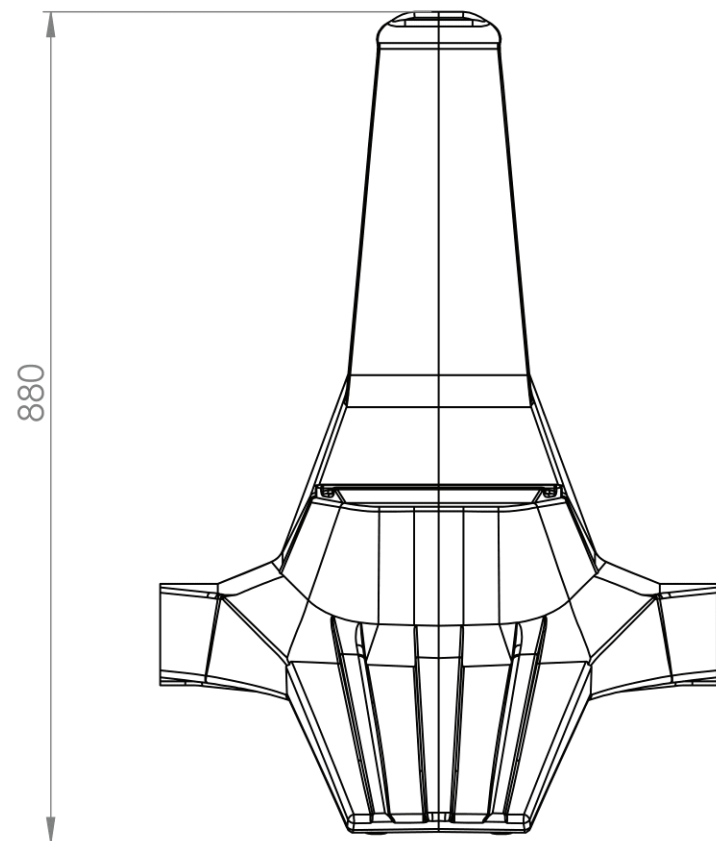
SECTION N-N  
SCALE 1 : 2



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO		
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. Design Industrial
Curso: Design Industrial		Habilitação: Projeto de Produto
Título do projeto: E1100 - Carrinho de varrição-aspirador	Projeto de Graduação em Design Industrial	
	Professor: Gerson Lessa	
Peça: porta-pertences	Autor: Gleisson Gonçalves Barbosa	
P5	Escala:	1:2
	Cotas:	mm
	Data: 24/09/2024	

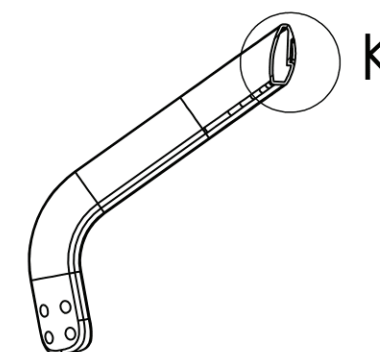
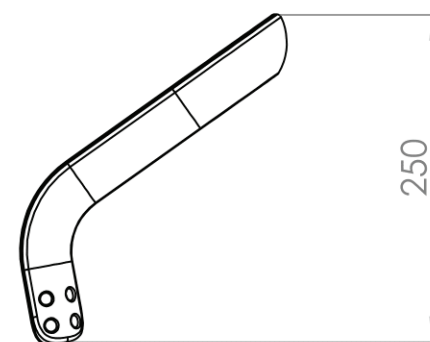
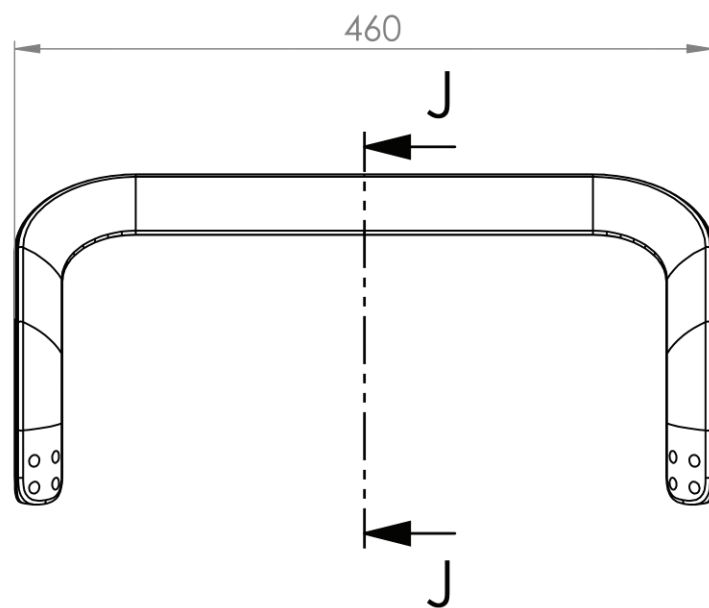


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO		
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. Design Industrial
Curso: Design Industrial		Habilitação: Projeto de Produto
Título do projeto: E1100 - Carrinho de varrição-aspirador	Projeto de Graduação em Design Industrial	
	Professor: Gerson Lessa	
Peça: sistema de rotação		Autor: Gleisson Gonçalves Barbosa
P9	Escala:	1:10
	Cotas:	mm
	Data: 24/09/2024	

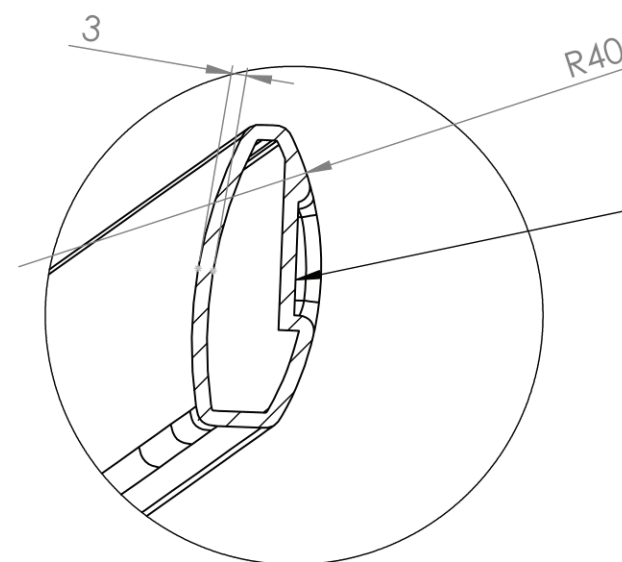
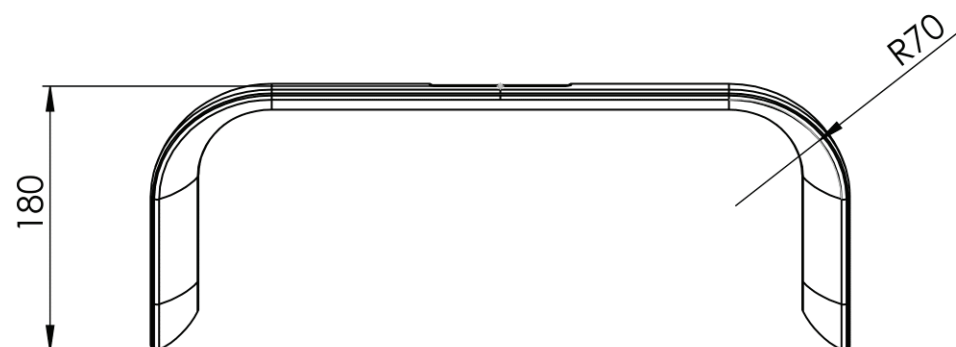


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. Design Industrial	
Curso: Design Industrial		Habilitação: Projeto de Produto	
Título do projeto: E1100 - Carrinho de varrição-aspirador		Projeto de Graduação em Design Industrial	
		Professor: Gerson Lessa	
Peça: suporte		Autor: Gleisson Gonçalves Barbosa	
P8		Escala:	1:10
		Cotas:	mm
		Data: 24/09/2024	



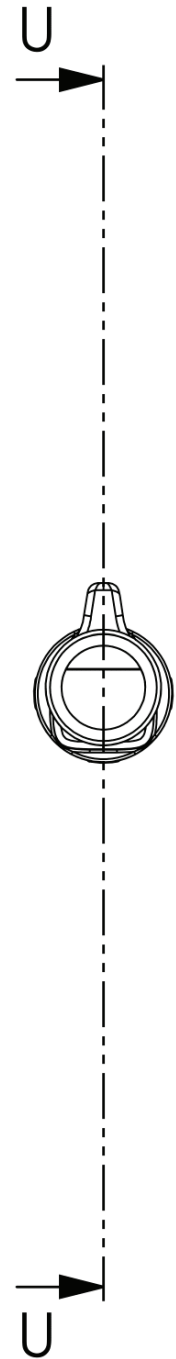
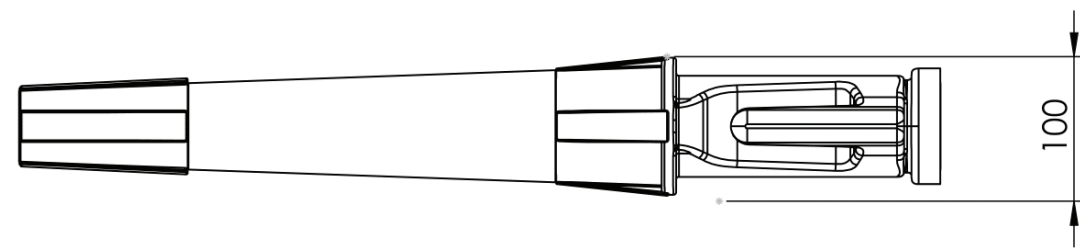
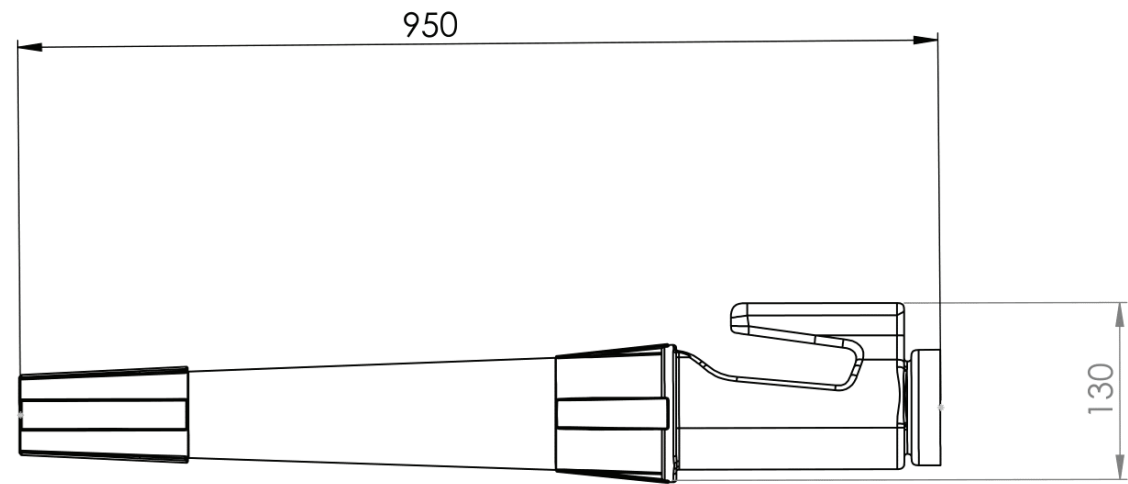


SECTION J-J  
SCALE 1 : 5

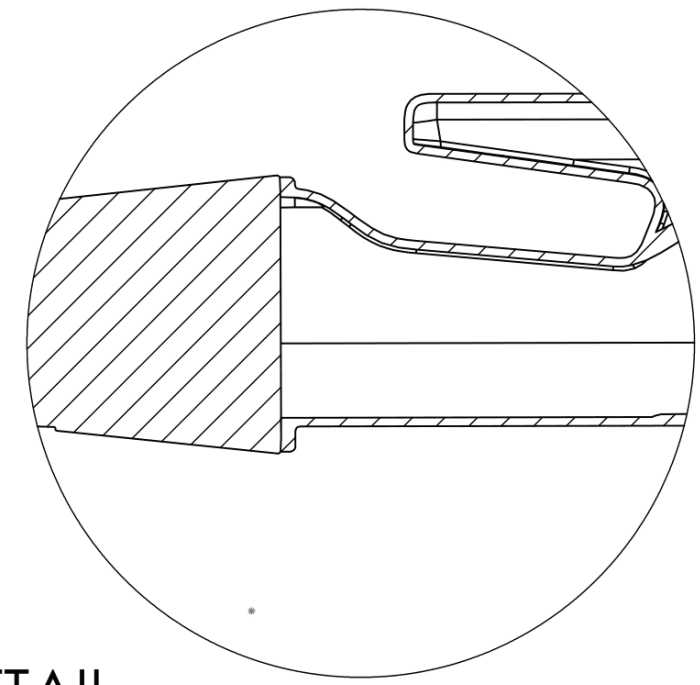
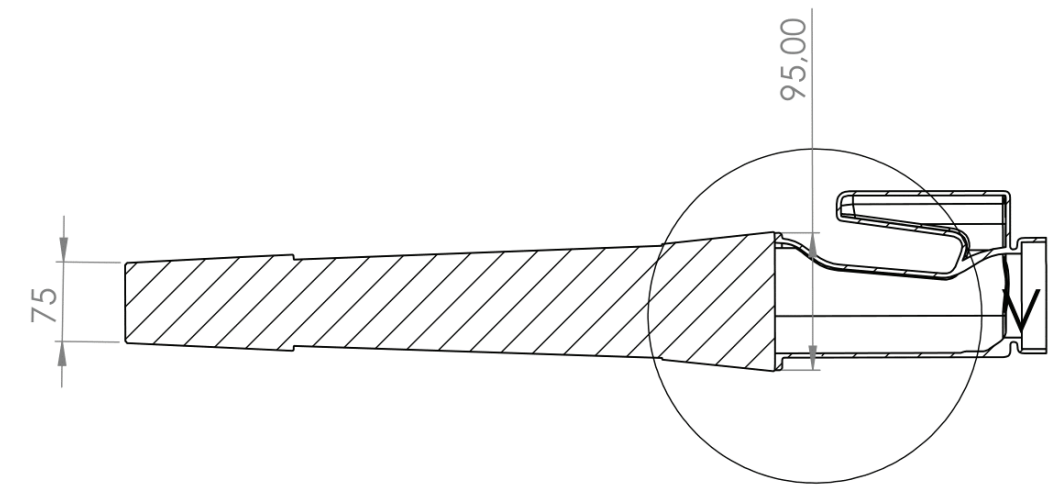


DETAIL K  
SCALE 1 : 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. Design Industrial	
Curso: Design Industrial		Habilitação: Projeto de Produto	
Título do projeto: E1100 - Carrinho de varrição-aspirador		Projeto de Graduação em Design Industrial	
		Professor: Gerson Lessa	
Peça: pegas para mão		Autor: Gleisson Gonçalves Barbosa	
P3		Escala:	1:5
		Cotas:	mm
		Data: 24/09/2024	

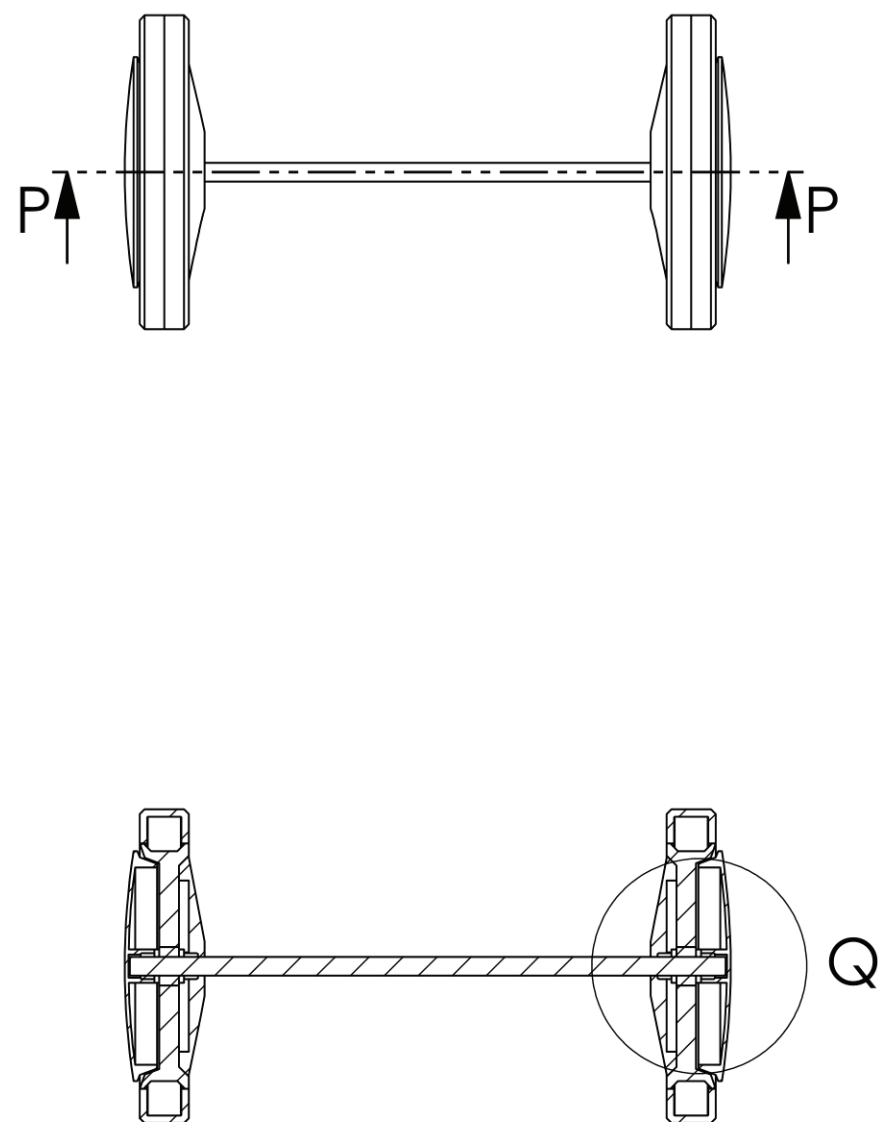


SECTION U-U  
SCALE 1 : 5



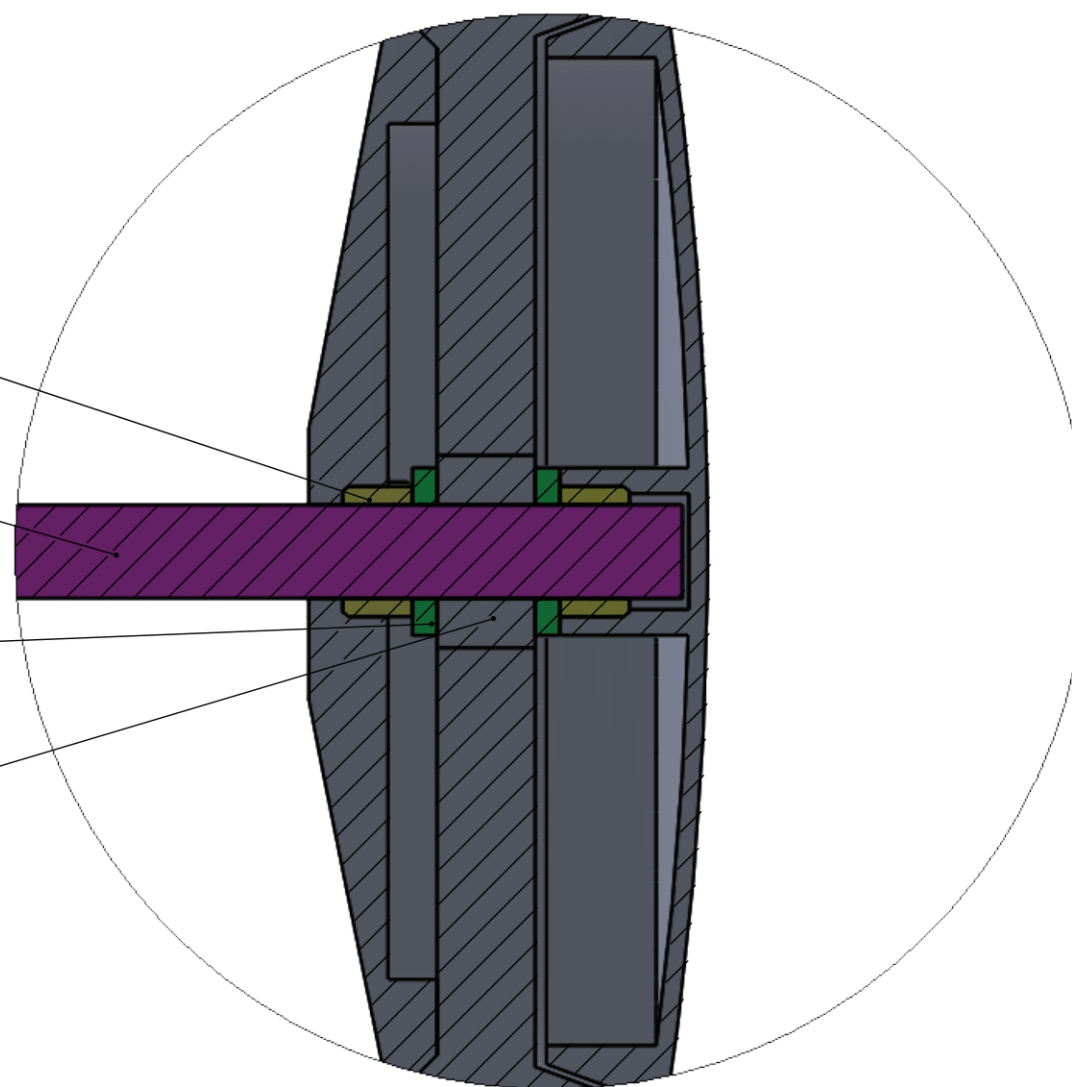
DETAIL V  
SCALE 2 : 5

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. Design Industrial	
Curso: Design Industrial		Habilitação: Projeto de Produto	
Título do projeto: E1100 - Carrinho de varrição-aspirador		Projeto de Graduação em Design Industrial	
		Professor: Gerson Lessa	
Peça: aspirador		Autor: Gleisson Gonçalves Barbosa	
P7		Escala: 1:5	
		Cotas: mm	
		Data: 24/09/2024	



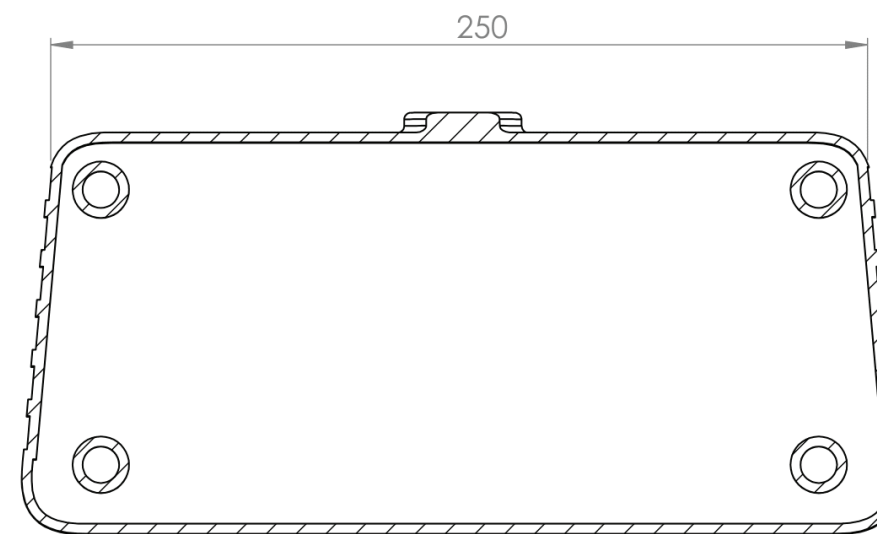
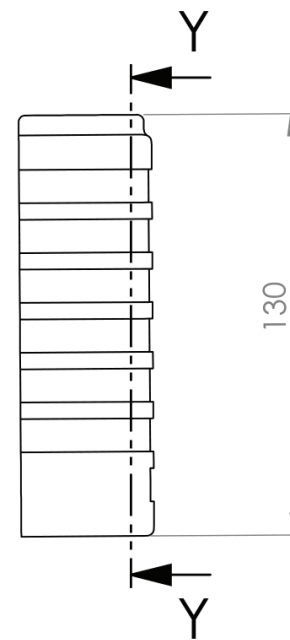
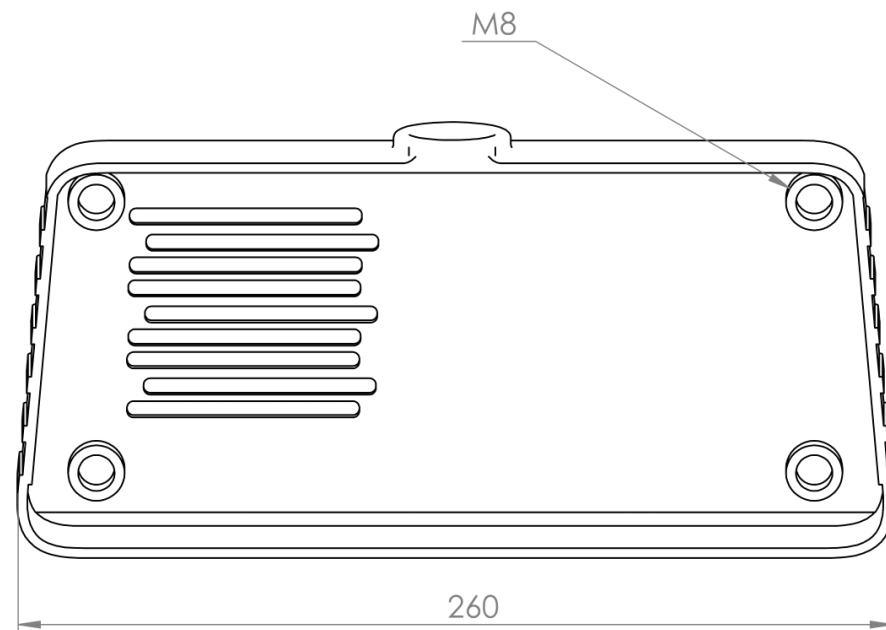
SECTION P-P  
SCALE 1 : 10

Porca  
Tubo de 1"  
Arruela  
Bucha

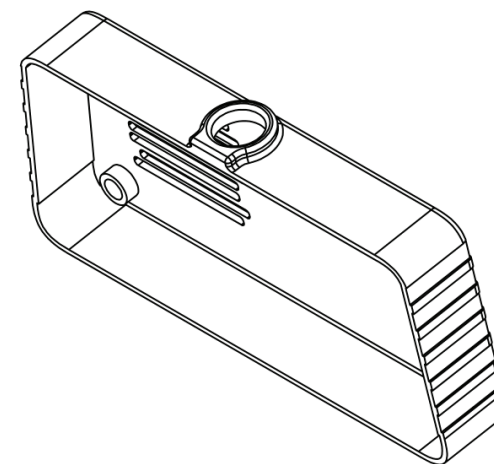
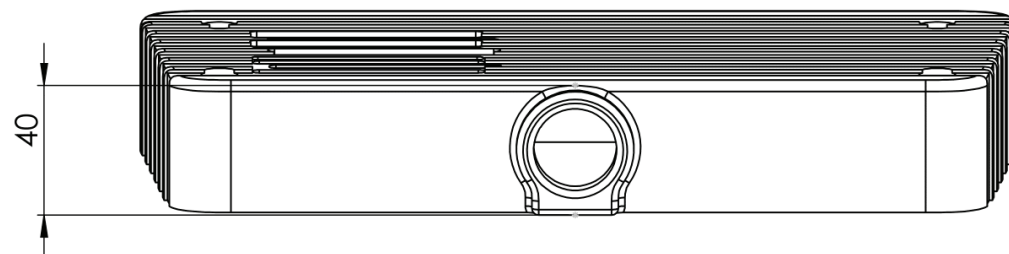


DETAIL Q  
SCALE 1 : 2

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. Design Industrial	
Curso: Design Industrial		Habilitação: Projeto de Produto	
Título do projeto: E1100 - Carrinho de varrição-aspirador		Projeto de Graduação em Design Industrial	
		Professor: Gerson Lessa	
Peça: sistema de rotação		Autor: Gleisson Gonçalves Barbosa	
P10		Escala:	1:10
		Cotas:	mm
		Data: 24/09/2024	



SECTION Y-Y  
SCALE 1 : 2



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. Design Industrial	
Curso: Design Industrial		Habilitação: Projeto de Produto	
Título do projeto: E1100 - Carrinho de varrição-aspirador		Projeto de Graduação em Design Industrial	
		Professor: Gerson Lessa	
Peça: porta-motor		Autor: Gleisson Gonçalves Barbosa	
P4		Escala:	1:2
		Cotas:	mm
		Data: 24/09/2024	