

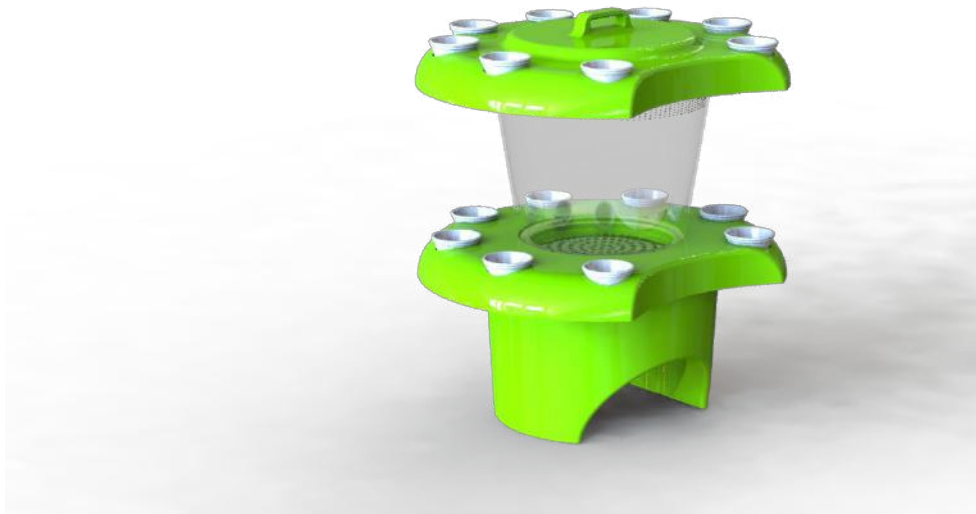
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Escola de Belas Artes/Departamento de Desenho Industrial

Curso de Desenho Industrial – Projeto de Produto

Relatório de Projeto de Graduação

**Wormi: composteira pedagógica para uso de crianças e adolescentes
em ambiente escolar**



Louise da Silva Rego

Rio de Janeiro – RJ

Março 2021

Wormi: composteira pedagógica para uso de crianças e adolescentes em ambiente escolar

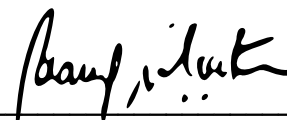
Louise da Silva Rego

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 Desenho Industrial/Habilitação em Projeto de Produto.

Aprovado por:



Profa. Patrícia March; orientadora



Prof. Beany Monteiro



Prof. Ana Karla Freire

Rio de Janeiro – RJ

2021

CIP - Catalogação na Publicação

RR343w Rego, Louise da Silva
Wormi: composteira pedagógica para uso de crianças e adolescentes em ambiente escolar / Louise da Silva Rego. -- Rio de Janeiro, 2021.
142 f.

Orientadora: Patricia March de Souza.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Belas Artes, Bacharel em Desenho Industrial, 2021.

1. Compostagem. 2. Escolas. 3. Design. 4. Produto. 5. Composteira. I. Souza, Patricia March de, 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

Gostaria de agradecer aos meus pais que me deram todo suporte e estiveram comigo nos momentos mais difíceis do curso. Sem eles, não conseguiria chegar tão longe.

À minha irmã Julie e ao meu namorado Gabriel que me ouviram e me ajudaram todas as vezes que precisei. Sem vocês, me sentiria perdida. Obrigada pelo apoio.

Aos meus amigos e companheiros de faculdade: Diego Ornstein, Stella Alves, Ryan Lista, Thomás Ferreira, Lucas Sampaio, Fabrícia Feijó e Yohanna Caroline. Vou guardar pra sempre na memória todos os momentos que rimos e passamos por dificuldades juntos. Obrigada por estarem lá.

Obrigada Maria Teixeira, minha amiga de curso, que além de ter compartilhado essas memórias, me auxiliou com diversas questões sobre a organização e formatação do PGDI.

Agradeço imensamente à minha orientadora, Patrícia March, por compartilhar seu conhecimento, suporte e, acima de tudo, por confiar em mim. Agradeço toda paciência, conselhos e assistência para a conclusão desse projeto.

Também quero agradecer especialmente ao designer e amigo Maurício Vollu. Obrigada por toda troca de informações, sugestões e suporte. É um prazer ter tido a oportunidade de conhecê-lo.

Por fim, agradeço a todos que tiveram participação e influência em minha vida acadêmica.

Resumo:

Wormi é uma composteira de caráter pedagógico para uso de crianças e adolescentes em ambiente escolar. O objetivo do produto é auxiliar docentes na explicação de assuntos relacionados a ecologia, biologia, química, entre outros, adicionando a prática da compostagem na rotina estudantil. O produto apresenta transparência em parte de sua estrutura, propiciando que o processo interno da compostagem seja visualizado. O conjunto da composteira inclui cachepots destinados ao plantio de mudas de plantas com o uso do substrato - húmus - obtido no processo da compostagem realizado pelos alunos.

A composteira Wormi possui caráter modular, possibilitando o agrupamento de duas ou mais composteiras em diferentes formas de arranjo em um mesmo espaço, proporcionando no seu uso maior interação entre alunos, turmas e atividades extracurriculares.

Abstract

Wormi is a pedagogical composter for use by children and adolescents in a school environment. The purpose of the product is to assist teachers in explaining subjects related to ecology, biology, chemistry, among others, adding the practice of composting to the student routine. The product features transparency in the structure, allowing the internal composting process to be visualized. The compost set includes cachepots for planting plant seedlings using the substrate - humus - described in the composting process carried out by the students.

The Wormi composter has a modular character, allowing the grouping of two or more composters in different forms of arrangement in the same space, providing in its use greater interaction between students, classes and extracurricular activities.

Lista de Figuras

Figura 1 – Destinação final dos resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos.....	26
Figura 2 – Sugestão de pré-separação de resíduos em locais públicos.....	35
Figura 3 – Esquema visual da compostagem no meio natural	37
Figura 4 – Ordem das camadas em uma composteira.....	42
Figura 5 - Composteiras termofílicas.	45
Figura 6 - Sistema de coleta de biofertilizante por canos e sistema móvel de compostagem termofílica.....	46
Figura 7 - Conjunto de imagens (prints) recolhidos sobre o tema.	46
Figura 8 – Gráfico “Em sua escola é ensinada e praticada a compostagem?”	48
Figura 9 – Explosão da Composteira “Humi”.	53
Figura 10 – Curvatura da tampa da composteira “Humi”.....	53
Figura 11 – Ganchos na Tampa da composteira “Humi”.....	54
Figura 12 – Furos nas laterais da composteira “Humi”.....	54
Figura 13 – Pés para apoio da composteira “Humi”.	55
Figura 14 – Fundo levemente inclinado da composteira “Humi”.....	55
Figura 15 – Caixa coletora da composteira “Humi”.	56
Figura 16 – Detalhe da caixa coletora da composteira “Humi”.	56
Figura 17 – Ilha para minhocas da composteira “Humi”.	57
Figura 18 – Encaixe para ilha das minhocas da composteira “Humi”.	57
Figura 19 – Rodízios da composteira “Humi”.	58
Figura 20 – Encaixes da composteira “Humi”	58
Figura 21 – Composteira Ecopedagógica da Morada da Floresta.....	59

Figura 22 – Crianças utilizando a composteira ecopedagógica.....	60
Figura 23 – Composteira Doméstica de 15 Litros.	62
Figura 24 – Análise homem-produto.....	63
Figura 25 – Relação antropométrica de crianças de 4 e 14 anos de idade percentis 50%...	64
Figura 26 – Relação antropométrica de adultos percentis 99% (homem e mulher).....	64
Figura 27 – Relação antropométrica entre usuários.....	65
Figura 28 – Pesquisa sobre materiais mais requisitados em produto (composteira).....	67
Figura 29 – Relação produto-ambiente.....	67
Figura 30 – Símbolos relativos à reciclagem de cada material plástico.....	73
Figura 31 – GOMI – Plástico reciclado.....	74
Figura 32 – Lista de requisitos necessários e desejáveis para o projeto.	75
Figura 33 – Moodboard 1.....	77
Figura 34 – “Quadro de esboços 1”	77
Figura 35 – Moodboard 2.....	79
Figura 36 – Moodboard 3.....	80
Figura 37 – Quadro de esboços 2.....	81
Figura 38 – Moodboard 4.....	82
Figura 39 – Alternativas selecionadas para pré-avaliação	83
Figura 40 – Célula vista pelo microscópio óptico.	84
Figura 41 – Alternativa 6.....	85
Figura 42 – Alternativas finais.....	86
Figura 43 – Alternativa A.	86
Figura 44 – Alternativa B	87

Figura 45 – Alternativa C.	88
Figura 46– Alternativa C: A alternativa escolhida para detalhamento.	91
Figura 47 - Rascunho das vistas do produto.	92
Figura 48 - Possibilidades de organização da vista superior do produto.	93
Figura 49 - Alteração na estrutura do produto.	94
Figura 50 - Coletando medidas para altura da caixa digestora.	95
Figura 51 - Coletando medidas para o fundo da caixa digestora.	96
Figura 52 - Coletando medidas do ângulo da estrutura.	96
Figura 53 - Rascunho digitalizado da coleta de dados.	97
Figura 54 - Medida do vasinho de planta.	97
Figura 55 - Modelo inicial feito em uma única revolução.	98
Figura 56 - Render da do produto.	99
Figura 57 - Dimensões gerais do produto em milímetros. Escala 1:10.	100
Figura 58 - Render da explosão do produto e seus componentes.	101
Figura 59 - Render da vista superior da tampa.	101
Figura 60 - Render da tampa sem e com cachepots.	102
Figura 61 - Dimensionamento geral da tampa em milímetros. Escala 1:10.	102
Figura 62 - Render da caixa digestora.	103
Figura 63 - Ressalto na caixa digestora.	104
Figura 64 - Microfuros da caixa digestora.	105
Figura 65 - Pega da caixa digestora.	106
Figura 66 - Furos no fundo da caixa digestora.	107
Figura 67 - Dimensões gerais da caixa digestora.	108

Figura 68 - Anel de apoio.....	108
Figura 69 - Espaço para encaixe interno e anel de apoio com cachepots.....	109
Figura 70 - Dimensões gerais do anel de apoio em milímetros. Escala 1:10.	110
Figura 71 - Caixa coletora.....	111
Figura 72 - Caixa coletora com interior.	112
Figura 73 - Dimensões gerais da caixa coletora.	113
Figura 74 - Cachepot.	113
Figura 75 - Cachepot vista superior.	114
Figura 76 - Dimensões gerais do cachepot em milímetros. Escala 1:2.	115
Figura 77 - Copo coletor.	115
Figura 78 - Copo coletor preparado para colheita do biofertilizante.	116
Figura 79 - Dimensões gerais do copo coletor em milímetros. Escala 1:2.	117
Figura 80 - Torneira.	118
Figura 81 - Válvula encaixada na caixa coletora.	119
Figura 82 - Dimensões gerais da válvula.	119
Figura 83 - Materiais que compõem a estrutura da composteira.....	121
Figura 84 - Máquina de rotomoldagem.	123
Figura 85 - Molde para tanque agrícola em alumínio.	123
Figura 86 - Moldes para injeção plástica.....	124
Figura 87 - Estrutura de uma injetora vista por dentro.	125
Figura 88 - Máquina de injeção.....	125
Figura 89 - Arranjo para espaços amplos.	126
Figura 90 - Arranjo para pequenos espaços.	126

Figura 91 - Arranjo para maior interação.....	127
Figura 92 - Logotipo Wormi.....	128
Figura 93 - Logotipo Wormi.....	128
Figura 94 - Sugestões de diferentes cores para o produto.....	129
Figura 95 - Logotipo Wormi simulado em embalagem.	130
Figura 96 - Simulação do produto em meio externo.....	131
Figura 97 - Simulação do produto com um adulto e crianças de 14 anos.	132
Figura 98 - Simulação do produto em espaços reduzidos.....	132
Figura 99 - Simulação do produto espaço maior.....	133
Figura 100 - Interação do produto com crianças.	133
Figura 101 – Interação com um conjunto de produtos	134
Figura 102 - Produto em utilização.	134
Figura 103 - Cachepots em utilização.....	135

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Destino final dos resíduos sólidos no Brasil	24
Tabela 2 – Exemplos de resíduos e rejeitos	38
Tabela 3 - Potenciais de substituição de polímeros de fontes fósseis por biopolímeros.....	71
Tabela 4 - Ranqueamento final.....	90

Sumário

Introdução:	15
Capítulo 1: Apresentação do Projeto	17
1.2 <i>Apresentação do problema projetual:</i>	17
1.3 <i>Objetivos da Pesquisa:</i>	18
1.3.1 Geral:	18
1.3.2 Específicos:.....	18
1.4 <i>Objetivos do Projeto:</i>	19
1.4.1 Geral:	19
1.4.2 Específicos:.....	19
1.5 <i>Justificativa:</i>	19
1.6 <i>Metodologia:</i>	20
1.7 <i>Requisitos:</i>	22
Capítulo 2: Pesquisa, coleta e síntese de dados	23
2.1 <i>Entendendo os destinos dos resíduos sólidos no Brasil</i>	23
2.2 <i>Educação Ambiental</i>	28
2.2.1 Desenvolvimento infantil e teorias da aprendizagem	29
2.2.2 A Educação no Brasil	32
2.3 <i>A Compostagem de Resíduos Orgânicos:</i>	34
2.3.1 O processo natural da compostagem:.....	36
2.3.2 Métodos de descarte para resíduos orgânicos:	38
2.3.3 O Processo de Compostagem:.....	41
2.3.4 A Gestão de recursos orgânicos para compostagem:	43
2.3.5 Ferramentas e Equipamentos	44
2.3.6 Análise de projetos escolares e o uso da compostagem	45
2.4 <i>Questionário online sobre implantação de composteira nas escolas</i>	47
2.5 <i>Análise Sincrônica</i>	49
2.5.1 Análise da Composteira Humi	52
2.5.2 Análise da Composteira Ecopedagógica.....	59
2.6 <i>Análise da Tarefa</i>	61
2.6.1 Análise das relações.....	61
2.6.2 Análise homem-produto.....	62
2.6.3 Ergonomia.....	63
2.6.4 Análise Produto ambiente.....	65
2.7 <i>Estudo prévio de materiais:</i>	68
2.7.1 Polímeros termoplásticos de origem fóssil:	68

2.7.2 Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes:	70
2.7.3 Materiais plásticos reciclados:	72
2.8 Requisitos do projeto	75
Capítulo 3: Conceituação formal do projeto	76
3.1 Geração de alternativas conceituais	76
3.2 Desenvolvimento de alternativas	85
3.2.1 Alternativa A.....	86
3.2.2 Alternativa B.....	87
3.2.3 Alternativa C	88
3.3 Ranqueamento.....	89
Capítulo 4: Concepção final	91
4.1 Explorando a alternativa	91
4.2 Dimensionamento	94
4.3 Apresentação Geral	98
4.3.1 Tampa.....	101
4.3.2 Caixa Digestora:	103
4.3.3 Anel de apoio:	108
4.3.4 Caixa Coletora:	110
4.3.5 Cachepot:.....	113
4.3.6 Copo coletor:.....	115
4.3.7 Válvula plástica Antelco®:	118
4.4 Materiais e processos	119
4.4.1 Materiais	119
4.4.2 Processos de Fabricação:	122
4.5 Formas de organização e arranjos	126
4.6 Identidade Visual:.....	127
4.6.1 Logotipo e tipografia:	127
4.6.2 Cores institucionais.....	128
4.6.3 Aplicação das cores no produto:	129
4.6.4 Aplicação da logomarca em sugestão de embalagem.....	129
4.7 Humanização, usabilidade e ambientação	130
5 Conclusão	136
Referências	138
Anexos.....	142

Introdução:

Os resíduos sólidos urbanos quando descartados de forma incorreta, acumulam-se em locais inadequados, provocando entupimentos e, por consequência, enchentes. Nos rios ocorre a poluição hídrica e o desequilíbrio da vida aquática. Em céu aberto, os resíduos sólidos podem contaminar o solo, os lençóis freáticos além de emitirem gases tóxicos na atmosfera. Questões que estão relacionadas a forma como a sociedade descarta seu lixo.

Nesse sentido, para minimizar os problemas ambientais causados pelas formas inadequadas de tratamento do lixo, é necessário que as pessoas separem e descartem o lixo produzido conforme o tipo de resíduo para tratamento de forma adequada nos centros e cooperativas de reciclagem.

Infelizmente, os centros e cooperativas de coleta e reciclagem de lixo apresentam problemas, sociais e econômicos, causados pela má gestão de descarte de resíduos, e uma das causas é a forma indevida no descarte de resíduos orgânicos, provenientes do preparo de alimentos como cascas de frutas e legumes. Os restos de produtos orgânicos geralmente são descartados junto com os demais tipos de resíduo, promovendo dificuldades na separação dos mesmos nos centros de reciclagem, causando complicações para os profissionais responsáveis pela triagem de materiais, que poderiam ser reaproveitados.

A correta separação e descarte adequado de resíduos orgânicos, muito contribuiria para a separação e o reaproveitamento do lixo, e também para a melhoria das condições de trabalho nos centros e cooperativas de reciclagem. No entanto, para isso acontecer de forma eficiente, é necessário um trabalho de conscientização e orientação da população, se possível, desde cedo.

Nesse sentido, pensou-se em desenvolver um produto que pudesse facilitar o ensino e o interesse de crianças, ainda em fase escolar, sobre o aproveitamento de resíduos orgânicos de forma simples, atividade conhecida também como compostagem. Pesquisas realizadas sobre o tema mostraram ser possível a

realização da compostagem em ambiente escolar e sua aplicação, como atividade prática para tratar e ampliar a compreensão de conhecimentos relacionados a temas tratados nas aulas, como ecologia, biologia, química e até mesmo matemática.

Para tanto, foram realizadas entrevistas com professores e profissionais da educação para ampliar a detecção e compreensão de questões relacionadas à possibilidade de inserir a prática da compostagem no contexto de aprendizado de alunos crianças e jovens. Também foram realizadas pesquisas de similares disponíveis no mercado, buscando resolver questões provenientes de forma, dimensões e materiais, assim como e possíveis aspectos lúdicos que poderiam ser adotados no produto final, relacionando-o ao universo simbólico infanto-juvenil.

Este relatório registra o processo projetual da composteira Wormi, desenvolvido em quatro capítulos. O primeiro é dedicado à descrição dos elementos da proposição, apresentação dos objetivos, justificativas e metodologia usada. O segundo capítulo reúne coleta, análise e síntese de dados relevantes ao desenvolvimento proposto. No terceiro capítulo são apresentadas as ideias preliminares e o quarto capítulo é dedicado à conceituação formal do projeto, selecionando uma alternativa de solução entre as propostas e seu detalhamento.

A introdução desse tipo de produto nos ambientes de ensino pode oferecer não só uma forma prática de explicar conceitos muitas vezes de entendimento mais complexo, como também oferecer maior interação entre docentes e discentes em uma atividade diferente das tradicionais. Assuntos abordados de forma não-rotineira podem ser melhor assimilados, repercutindo o objetivo do aprendizado por mais tempo na vida de um indivíduo.

Capítulo 1: Apresentação do Projeto

1.2 Apresentação do problema projetual:

Os restos de verduras, frutas e outros alimentos causam dúvidas na hora do descarte. É comum que pessoas façam o descarte desse material de forma indevida junto com o seu lixo inorgânico na hora do preparo de alimentos alocando todos os resíduos em um mesmo saco plástico. Que por sua vez é encaminhado para cooperativas, lixões ou aterros sanitários. Quando se dirigem para cooperativas, esse material orgânico, misturado ao lixo comum acaba se tornando um problema para os profissionais que trabalham na triagem de resíduos sólidos, pois eles se veem obrigados a separar e higienizar o material que pode ser vendido para as recicladoras. Quando esse material vai para lixões ou aterros, pode ser prejudicial para o solo e também atrair animais que podem trazer perigos à população local como por exemplo, doenças e ataques em humanos. Por mais que a coleta seletiva seja insuficiente no país, já que apenas 17% da população tem acesso a um sistema público de coleta seletiva, a reciclagem de resíduos orgânicos pode estar ao alcance da maioria das famílias, pois uma das formas mais difundidas para o reaproveitamento deste material é a compostagem.

A adoção de depósitos de material orgânico como os lixões e aterros sanitários trás diversos problemas socioeconômicos e ambientais além de gerar diversos debates sobre a sua eficiência prática. Entre os problemas de ordem social e econômica destacam-se a os gastos do erário público com disposição ou aluguel de terrenos ou galpões para o armazenamento dos resíduos sólidos, os gastos com as despesas de fornecimento hídrico, gastos com logística e pessoal além da eventual desvalorização das moradias, terrenos e comércios que circundam a região destes depósitos causando um grave problema econômico para os moradores destas regiões. Quanto aos impactos ambientais, a proposta do uso destes depósitos acarreta a alguns problemas como a produção de chorume, que pode poluir recursos hídricos, a emissão de gases poluentes e a proliferação de animais e doenças.

Assim como em outros problemas do nosso cotidiano, o acesso à educação primária e orientada oferece oportunidades de mudança na relação *homem x lixo*.

Poucos de nós fomos acostumados com a ideia de que reciclar é algo que precisa fazer parte de nossa rotina e esperamos que essa realidade seja aos poucos transformada para um impacto mais profundo em nossa relação com o meio ambiente. Hoje, por mais que algumas escolas adotem o sistema de coleta seletiva, auxiliando no descarte correto de materiais plásticos, vidro, papel e metal, introduzindo o conhecimento que esses materiais servem para reciclagem, algumas delas não trabalham o assunto do resíduo orgânico como parte dessa rotina.

1.3 Objetivos da Pesquisa:

1.3.1 Geral:

Entender como é feita a compostagem de lixo orgânico e sua aplicação, identificando a inserção desta prática e dos obstáculos existentes para uma efetiva implementação de uma forma geral e, especificamente, em estabelecimentos de ensino básico, infantil e fundamental.

1.3.2 Específicos:

- Pesquisar o destino do lixo e como é seu trajeto até seu destino de descarte no Brasil;
- Pesquisar quem são as pessoas que entram em contato com esse material em postos de coleta e reciclagem e quais são suas dificuldades;
- Pesquisar sobre compostagem e tipos de compostagem;
- Pesquisar sobre meio ambiente e educação ambiental no Brasil;
- Entender a atividade do ensino sobre educação ambiental em diferentes disciplinas ofertadas às crianças;
- Pesquisar como adicionar a prática de compostagem em escolas;
- Pesquisar sobre os espaços de ensino e as possíveis disciplinas e práticas que poderiam abordar o assunto;
- Entender como as teorias cognitivas e pedagógicas podem auxiliar na criação de um projeto que atenda as boas práticas do design de produto;
- Pesquisar produtos semelhantes no mercado que poderiam suprir a demanda de orientação sobre compostagem;
- Pesquisar e compreender dados antropométricos do público alvo em questão;

- Buscar materiais que possam se adequar o projeto;

1.4 Objetivos do Projeto:

1.4.1 Geral:

Desenvolver uma composteira para ser utilizada em atividades pedagógicas, auxiliando no incentivo de se praticar a compostagem como método consciente de reciclagem de material orgânico.

1.4.2 Específicos:

- Pesquisar e analisar produtos similares específicos e não-específicos
- Consultar plataformas digitais de análise e seleção de materiais para a escolha do material que mais se adeque ao projeto;
- Procurar formas eficientes de se estruturar o produto para o fácil manuseio pelos docentes e discentes
- Identificar maneiras de tornar a atividade atrativa para crianças
- Auxiliar professores e técnicos no ensino de temas ligados a decomposição e relação deste com o meio ambiente
- Desenvolver um produto que incentive a interação e a participação entre os usuários
- Estimular a prática da compostagem a mais pessoas, locais de trabalho e também famílias com um produto que seja amigável e acessível.
- Desenvolver visual um produto com boas referências estéticas, se possível lúdico.

1.5 Justificativa:

Ao ver reportagens sobre descarte do lixo, é possível verificar que, de uma forma geral, muitas pessoas repetem a mesma atitude em relação ao lixo orgânico: não costumam separá-lo do lixo comum. Entre as consequências negativas, além das ambientais e econômicas, estão as dificuldades criadas para o trabalho de pessoas que são de suma importância para o ciclo de vida de materiais recicláveis e reutilizáveis, que no momento da triagem precisam ser separados e limpos. Nesse sentido, verificou-se a necessidade do desenvolvimento de um produto para auxiliar no correto descarte e aproveitamento do lixo orgânico. Incentivando práticas cada vez

mais ecológicas, que agreguem uma estética divertida e simbólica adequada para esse incentivo.

1.6 Metodologia:

A metodologia de um projeto consiste em determinar ações, geralmente divididas em etapas responsáveis por conduzir todo o processo projetual. Para embasar o desenvolvimento deste projeto, foi selecionado o trabalho de Bruno Munari, *Das Coisas Nascem Coisas*¹, acompanhado de ferramentas metodológicas apresentada no livro: *Como se Cria* de Ana Veronica Pazmino². Além disso, foram adotadas práticas metodológicas presentes no livro *Sprint*, dos autores Jake Knapp, John Zeratsky e Braden Kowitz³ que oferece métodos para lidar com problemas de forma mais rápida. Tendo como embasamento teórico os trabalhos em questão, foi elaborada uma metodologia própria adaptada, que se divide nas etapas:

Definição do problema: A primeira etapa corresponde à identificação de problemas acerca da situação previamente proposta, de acordo com Munari, isso se dá imaginando as possíveis soluções e quais seriam os possíveis caminhos que poderão surgir e servir de base para ideias futuras.

Componentes do problema: É onde o problema é dividido em várias partes menores, facilitando a visualização de problemas a serem solucionados do projeto.

Recolhimento de dados: Aqui iremos conhecer o universo em relação a tudo que envolve as etapas anteriores. Análises exemplificadas no livro *Como se Cria* de Pazmino (2016) serão adotadas como métodos para estudar o usuário, o produto, o mercado, sua produção e material.

Análise de Dados: Nessa etapa, serão levados em consideração todo o aprendizado recolhido anteriormente servindo de orientação para a próxima fase. Sem essa etapa,

¹ MUNARI, Bruno. *Das coisas nascem coisas*. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1981, p.39-66.

² PAZMINO, Ana Veronica. *Como se Cria*. Editora Blucher. 2015.

³ KNAPP, Jake. *Et al. Sprint: o método usado no Google para testar e aplicar novas ideias em apenas cinco dias*. 1 ed. Editora Intrínseca, 2016.

não poderíamos saber, por exemplo, o que considerar e o que evitar ao se projetar os conceitos para o produto final.

Criatividade: É a fase em que cada informação decisiva do projeto será aplicada ao desenvolvimento final. É a etapa central do projeto e envolve a criação de estruturas novas, que atendam as demandas verificadas em cada etapa anterior.

Materiais/Tecnologia: Essa fase consiste em outra pequena coleta de dados, porém, referentes às tecnologias e materiais que podem ser utilizados nos conceitos pré-determinados na etapa anterior. Como o projeto tende a verificar a disponibilidade de fabricar um produto com material sustentável, essa etapa é de suma importância para se chegar ao produto final.

Experimentação: Para que as ideias geradas nas etapas anteriores sejam firmadas, é necessário que experimentos sejam feitos sem gerar grandes gastos. Essa etapa é importante para se recolher informações sobre os materiais e técnicas escolhidas.

Modelos: Eis que os esboços são postos em prática em modelos para poder estudá-los individualmente. Analisando suas características positivas e negativas.

Verificação: Essa etapa envolve a participação do usuário, é onde é coletada a opinião sincera acerca dos modelos feitos anteriormente. Deve-se levar em consideração opiniões relevantes a melhoria do objeto para todos, não as questões pessoais. Com base nesses dados, faremos uma avaliação se é um produto satisfatório.

Desenhos de Construção: Etapa final onde serão feitos os desenhos com as métricas para construção do objeto em tamanho real tais como apresentar quaisquer informações úteis para sua confecção.

1.7 Requisitos:

Após imergir no tema e elaborar alternativas, espera-se gerar um produto satisfatório para o público que irá utilizá-lo: professores e alunos da educação básica. Que auxilie no ensino da educação ambiental, proporcionando a prática da compostagem para auxílio em diversas disciplinas tais como biologia, química, matemática e ecologia. Consequentemente, espera-se que o produto seja interessante ao ponto de servir como um marco na educação de muitas crianças, fazendo-as reconhecer a importância da prática e levar com elas durante a vida adulta.

Capítulo 2: Pesquisa, coleta e síntese de dados

2.1 Entendendo os destinos dos resíduos sólidos no Brasil

Em 2017, o Brasil coletou 71,6 milhões de toneladas de resíduos sólidos, ou seja, 91% do país possui cobertura de coleta de lixo de acordo com um panorama lançado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE)⁴. No entanto, no documento em questão, é revelado que 40,9% dos resíduos coletados. 29 milhões de toneladas, são despejados em locais inadequados em lixões ou aterros que não estão de acordo com as normas pré-estabelecidas de funcionamento adequado⁵.

Com o rápido processo de urbanização, o Brasil cresceu sem prévio e adequado planejamento, o que torna muitas regiões incapazes de comportar as necessidades básicas da população, como saneamento básico, fator essencial para categorizar um país como desenvolvido. Serviços de saneamento básico, com tratamento de água e esgoto, levam a melhoria na qualidade de vida, impactando de forma positiva na saúde e educação da população. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)⁶, em 1970 a taxa de urbanização no país era 55,9%; em 2010, ela chegou a 84,4%. Mesmo nas cidades mais desenvolvidas do país, é possível verificar níveis alarmantes de falta de saneamento básico prejudiciais à qualidade de vida de tantas pessoas. E é nesses centros urbanos que se concentram os maiores e mais dramáticos problemas ambientais tais como poluição hídrica, sonora e do ar. Além disso, muitas das vezes, a ocupação do território em áreas de risco torna ainda mais difícil uma gestão efetiva para o controle desses problemas de base estrutural.

Uma das partes mais preocupantes do saneamento básico, responsável em grande parte pela deterioração do meio ambiente e poluição hídrica, é o lixo. No

⁴ Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama/>> Documento Panorama 2017. Pág. 14. Acesso em: 25/06/2020

⁵ Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama/>> Documento Panorama 2017. Pág. 14. Acesso em: 25/06/2020

⁶ Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv64529_cap6.pdf>. Pág. 03. Acesso em: 25/06/2020

entanto, o problema do lixo no Brasil não está na coleta, como foi dito anteriormente, mas, sim, na sua destinação final.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) realizada em 2008 pelo IBGE em 2000 dos 5507 municípios brasileiros, mostrou que 50,8% deles utilizam-se de lixões e 49,6% deles destinam seus resíduos a aterros chamados de “adequados” (27,1% sanitários e 22,5% aterros controlados).⁷

**Destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino dos resíduos
Brasil - 1989/2008**

ANO	Destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino dos resíduos (%)		
	Vazadouro a céu aberto (lixão)	Aterros controlado	Aterros sanitário
1989	88,2	9,6	1,1
2000	72,3	22,3	17,3
2008	50,8	22,5	27,7

Tabela 1 - Destino final dos resíduos sólidos no Brasil

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. 1989/2008. Acesso: Agosto de 2020

Apesar de terem melhorado em relação ao ano de 1989, mais de metade dos municípios ainda destinam seus resíduos a locais inapropriados.

O IBGE caracteriza o destino final dos resíduos de três formas:

Lixão (vazadouro a céu aberto): Local utilizado para disposição do lixo, em bruto, sobre o terreno, sem qualquer cuidado ou técnica especial. O vazadouro a céu aberto caracteriza-se pela falta de medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública.

Aterro controlado: Local utilizado para despejo do lixo coletado, em bruto, e cujos resíduos são cobertos diariamente, após a jornada de trabalho, com uma camada de

⁷ Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=283636>> Pág. 60. IBGE. 2008. Acesso em: 25/06/2020.

terra, de modo a não causarem danos ou riscos à saúde pública e/ou à segurança e minimizarem os impactos ambientais.

Aterro sanitário: Instalação de destinação final dos resíduos sólidos urbanos com adequada disposição no solo, sob controles técnico e operacional permanentes, de modo a que nem os resíduos, nem os efluentes líquidos e gasosos venham a causar danos à saúde pública e/ou ao meio ambiente. Para tanto, o aterro sanitário deve ser localizado, projetado, instalado, operado e monitorado em conformidade com a legislação ambiental vigente e com as normas técnicas oficiais que regem essa matéria.

Lixões, então, constituem o destino final dos resíduos sólidos em um pouco mais da metade dos municípios brasileiros. Embora esse quadro esteja melhorando nos últimos 20 anos, sobretudo nas Regiões Sudeste e Sul do País, o cenário ainda é inadequado e exige soluções urgentes para a reestruturação correta deste sistema. Além da adoção de novas políticas públicas é necessário também que ocorram mudanças no âmbito cultural, econômico e social.

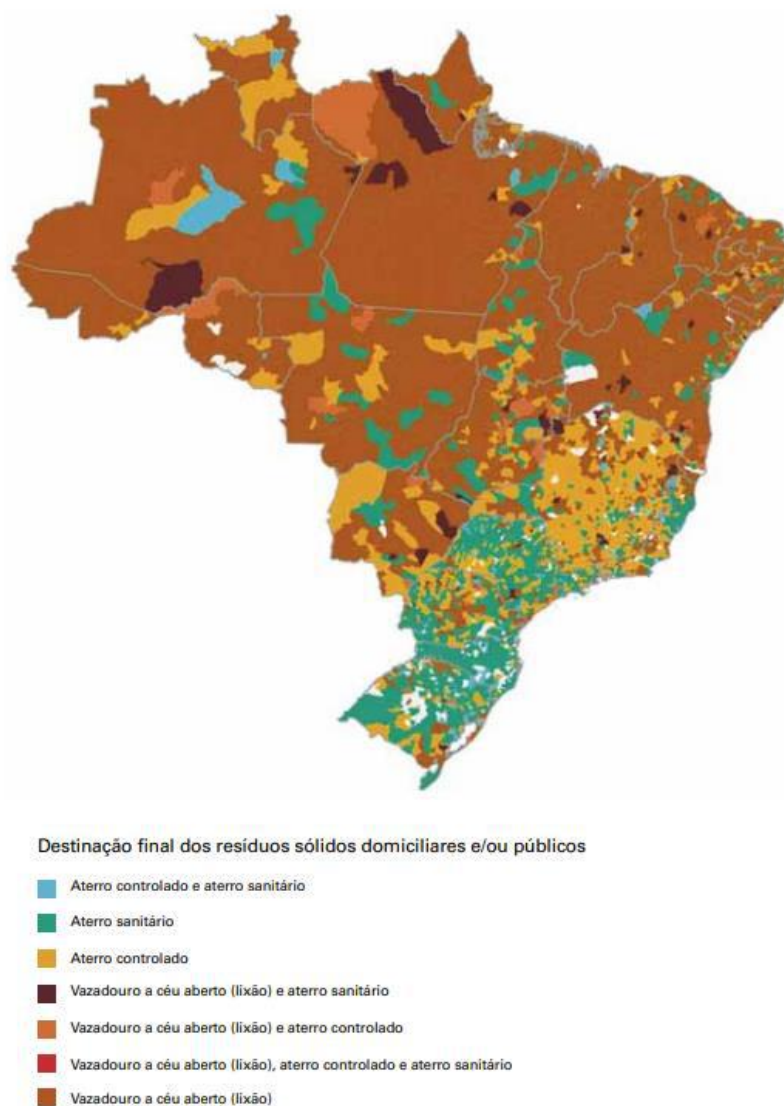


Figura 1 – Destinação final dos resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos.
 Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. 1989/2008. Acesso: Agosto de 2020

Nos dados apresentados nos estudos do IBGE não é informado o destino de resíduos orgânicos, no entanto, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), também conhecida como Lei nº 12.305/2010⁸, busca tentar regulamentar esta questão, definindo, inicialmente, diferenças entre “resíduos sólidos” e “rejeitos”.

A distinção entre “resíduo sólido” e “rejeito” está relacionada à possibilidade de

⁸ Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso 25/06/2020

seu reaproveitamento. Seja uma embalagem plástica ou uma casca de banana, há geração de resíduo sólido. Portanto, o material orgânico que descartamos pode ser reaproveitado, portanto não é rejeito. Denomina-se então o que pode ser consertado, reutilizado ou reciclado de resíduo sólido. Resíduos orgânicos podem ser reciclados com métodos que veremos a seguir. Já os rejeitos são assim chamados por não existir possibilidade de reaproveitamento, algo que não possa voltar para o ciclo. Por isso, a única alternativa é a disposição final, que deve ser feita de maneira que não prejudique o meio ambiente ou que seja menos agressiva possível.

Essa classificação ajudou com o surgimento de diversas cooperativas espalhadas pelo país com o objetivo de separar esses resíduos para que possam ser encaminhados para destinos melhores, como as que são enumeradas no site do CEMPRE (Compromisso Empresarial para Reciclagem)⁹, que é uma ONG sem fins lucrativos dedicada à promoção da reciclagem dentro do conceito de gerenciamento integrado do lixo. Essas cooperativas são capazes de empregar diversas pessoas, tanto as que levam os resíduos até os locais de triagem quanto as pessoas que separam manualmente os lixos que lá chegam.

Pesquisando sobre o processo de trabalho e o cotidiano de pessoas que trabalham nas cooperativas, verificamos as dificuldades encontradas tanto nas cooperativas quanto fora delas. Uma reportagem feita pelo CEMPRE¹⁰, mostra que boa parte de catadores são pessoas que perderam o emprego na reestruturação produtiva e tiveram dificuldade de se recolocar no mercado de trabalho e agora lutam para serem reconhecidos como profissionais. No entanto, de acordo com artigos listados no site Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR)¹¹, os catadores geralmente se tornam sócios - cooperativados - de cooperativas para garantir seus direitos trabalhistas, uma vez que possuem dificuldades de contribuir com o INSS. E ainda diz que somente 7,5% dos catadores se vinculam a uma cooperativa, muitos ainda vivem em condições precárias, inclusive crianças, recolhendo resíduos em lixões sem qualquer equipamento adequado para sua própria proteção, podendo sofrer acidentes como cortes, lesões e infecções.

⁹ Disponível em: <<http://www.cempre.org.br/>> Acesso 25/06/2020

¹⁰ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=RSJVcKkJ94M&t=539s>> Acesso 26/06/2020

¹¹ Disponível em: <<http://www.mncr.org.br/>> Acesso 25/06/2020

Em Brasília, nos dias 4, 5 e 6 de junho de 2001, foi realizado o I Congresso Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis, que contou com a participação de milhares de pessoas e teve como resultado a “Carta de Brasília”, documento que expressa a luta dos catadores em todo o País. O movimento levanta diversas bandeiras ambientais e de qualidade de vida, sugerindo que sejam traçadas estratégias para a construção de uma política de resíduos sólidos que promova a participação cidadã no desenvolvimento de uma nova cultura, com a revisão de valores e práticas, voltada à minimização da geração de resíduos e à solidariedade social.

Esse panorama demonstra a importância de uma mudança cultural radical da destinação do lixo produzido no país, já que a gestão inadequada desses resíduos agravam a situação que nos encontramos no meio ambiente, como a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, proliferação de doenças e emissão de gases nocivos pela putrefação, e também dificulta as lutas sociais de movimentos como as dos catadores, exemplificado acima.

Havendo necessidade de mudanças socioculturais, é importante que assunto possa ser tratado na educação básica, pois quanto mais cedo for abordado e compreendido, mais cedo resultados verdadeiramente significativos podem ocorrer em nossa realidade.

2.2 Educação Ambiental

O Congresso de Belgrado, promovido pela UNESCO em 1975, aponta o termo “Educação Ambiental” como:

“(...) um processo que visa: formar uma população mundial consciente e preocupada com o ambiente e com os problemas que lhe dizem respeito, uma população que tenha os conhecimentos, as competências, o estado de espírito, as motivações e o sentido de participação e engajamento que lhe permita trabalhar individualmente e coletivamente para resolver os problemas atuais e impedir que se repitam (...)” (SEARA FILHO, G. 1987)¹²

¹² SEARA FILHO, G. Apontamentos de introdução à educação ambiental. Revista Ambiental, a. 1, v. 1, p. 40-44, 1987.

Há 45 anos atrás já se compreendia que o problema ambiental era de responsabilidade de todos, que o ideal seria que toda a população pudesse exercer seu papel motivada pelo interesse não só individual, como comunitário. No ambiente escolar ela possui grande importância visto que desde cedo as crianças aprendem a lidar com o desenvolvimento sustentável.

2.2.1 Desenvolvimento infantil e teorias da aprendizagem

Nossa ampla capacidade de aprendizagem é o que nos difere de outros animais. Isso porque nosso cérebro é formado por bilhões de conexões entre neurônios. Essas ligações permitem a comunicação quase imediata entre células especializadas em diferentes funções, tal como memória e aprendizagem. Graças a essas conexões, somos capazes de aprender competências, valores e habilidades que podem influenciar nosso comportamento e nossa relação com outros seres e meio ambiente.

Levando em consideração que esse projeto terá como público alvo crianças e adolescentes, fez-se necessário tentar compreender algumas particularidades de aprendizagem marcantes em cada idade. Assunto estudado desde a Antiguidade, o estudo do processo de aprendizagem compreende questões como tentativa e erro, curvas de aprendizagem, repetição de informações entre outras formas que fariam que as conexões neurais fossem mais duradouras. Algumas pesquisas, acreditam que a idade pode influenciar nesse processo e que assuntos abordados nas fases iniciais da vida do ser humano, quando o cérebro está se desenvolvendo, podem ser cruciais para comportamentos futuros, facilitando que a informação fique presente conosco pelo resto da vida. No entanto, é importante conhecer as fases iniciais da vida de uma pessoa para que saibamos lidar com suas particularidades e respeitar o tempo de aprendizado de cada indivíduo. E esse assunto é abordado pela psicologia cognitiva e principalmente por uma teoria formulada por Jean Piaget¹³.

Jean Piaget foi um biólogo, psicólogo e pesquisador suíço que viveu entre 1896 e 1980. Foi o autor da teoria cognitiva, também conhecida como teoria dos estágios

¹³ PIAGET, Jean. Epistemologia genética. Trad. Álvaro Cabral. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

de desenvolvimento. De acordo com ele, o ser humano possui 4 estágios de desenvolvimento cognitivo resumidos aqui: os estágios sensório-motor, pré-operatório, operatório concreto e operatório formal.

Estágio Sensório-Motor (0 - 2 anos de idade): Nessas primeiras fases da criança, a evolução é muito grande, pois é quando ela começa a conhecer as coisas, perceber sensações, desenvolver o caminhar e reconhecer familiares e outras pessoas fora do seu círculo comum.

Nessa primeira fase, é quando acontece uma grande evolução na percepção da criança. Ela começa a perceber objetos, pessoas, sensações e reconhecer quem são seus familiares. Segundo Piaget, as primeiras ações do bebê são reflexivas e posteriormente, se tornam mais ativas pois é quando buscam novas e interessantes sensações. Por essa característica, é um estágio que precisa de acompanhamento constante de pessoas adultas.

Estágio Pré-Operatório (2 - 7 anos de idade): Essa fase, de modo geral, se caracteriza pelo aprendizado de coisas novas. Conforme seu crescimento, a criança já se vê aprendendo mesmo se o assunto ensinado é ensinado por meio de representações visuais, como desenhos ou símbolos. Eles se desenvolvem e se tornam capazes de compreender a realidade separando-a da fantasia, abrindo caminho para o pensamento lógico. No entanto, é uma fase marcada pelo pensamento egocêntrico.

Dos 2 aos 3 anos: Aqui é onde a criança começa a realizar tarefas com mais coordenação motora. Ela pode se alimentar sozinha, jogar seu próprio lixo no cesto de lixo, manusear um lápis e controlar suas necessidades de ir ao banheiro. Passa a imitar os adultos e interagir com outras crianças.

Dos 3 aos 4 anos: Aqui, o desenvolvimento físico é marcado pela presença de atividades que compreendem mais domínio do corpo: pular, correr, pedalar, comer sozinha, abrindo o caminho para independência de atividades.

Uma fase marcada também pela grande imaginação e do desenvolvimento de pequenas conversas, já que é capaz de se comunicar e compreender o que ouve. É nessa idade em específico que pesquisas relacionam-se com a facilidade de aprender novos idiomas, acreditando que a memória é capaz de guardar informações com mais facilidade.

Dos 4 aos 5 anos: É quando o vocabulário aumenta e começam a conversar bastante. A fase cuja representação de objetos e pessoas se torna bastante visível em desenhos de símbolos. Conseguem reconhecer com clareza a diferença entre fantasia e realidade. Além disso, desenvolvem a capacidade social com ajuda da criatividade.

5 aos 7 anos: É a fase onde a criança adquire mais independência, já podendo fazer escolhas baseadas em sua personalidade e cuidando de sua própria higiene. A linguagem se torna mais fluente, usando os tempos verbais de forma correta. É quando o conhecimento matemático básico e noções do tempo podem ser melhor manifestados. É nessa fase que se tornam menos egoístas, manifestando escolhas que envolvem divisão de brinquedos e empatia por outros seres. Por essa característica, torna-se mais fácil para elas compreenderem coisas que não fazem parte da sua realidade.

Estágio Operatório Concreto (8 a 12 anos): Aqui o raciocínio lógico baseado em memórias é mais presente. Aulas de assunto mais complexos como ciências e matemática são mais compreendidas. As regras para se viver em sociedade também são mais tangíveis, pois nessa idade elas são capazes de julgar o que é correto e o que não é. Importante fase para a autoestima e desenvolvimento da autoconfiança.

Estágio Operatório Formal (12 anos): Durante esse estágio, há melhor entendimento sobre operações que envolvem abstração e símbolos que não se parecem com formas físicas. Além disso, as crianças passam a ter a capacidade de entender pontos de vistas diferentes e outras perspectivas. Raciocínio dedutivo e indutivo também se desenvolvem e elas conseguem se relacionar melhor com senso crítico.

Piaget influenciou a educação profundamente. Seus estudos vieram como crítica ao sistema educacional autoritário do Século XX. Para ele, as crianças só poderiam aprender aquilo que estavam preparadas para assimilar. E aos professores, caberia aperfeiçoar o processo dessa descoberta de maneira mais natural condizente com seus estágios e características marcantes destes.

Sabendo dessas informações, é possível entender quais fases seriam mais adequadas para se apresentar o produto futuramente detalhado neste relatório e seria a partir da fase Pré-Operatório (mais por volta dos 4 anos de idade). No entanto, além disso, precisamos saber como é feita a distinção de fases nas grades do sistema educacional brasileiro.

2.2.2 A Educação no Brasil

A Constituição Brasileira de 1988, estabelece que a educação é um "direito para todos", um dever do Estado e da família. Cujo objetivo, é ser promovida pela colaboração da sociedade desenvolvendo o indivíduo e sua participação nos trabalhos com vista ao bem-estar comum.

Regulamentada pelo Governo Federal, a educação brasileira, através do Ministério da Educação recebe orientação de programas educacionais. Está também na Constituição que as crianças brasileiras precisam frequentar a escola por, no mínimo, nove anos. Fazendo um recorte para o ensino básico "infantil e fundamental", que é o objetivo deste projeto, procuramos entender como é organizado o sistema por anos e a grade de cada modalidade de educação.

Educação infantil: É a primeira etapa da educação básica. Nessa modalidade, segundo o LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional)¹⁴, foca no desenvolvimento da criança até os seis anos de idade. Aspectos como social, intelecto, corpo humano e psicológicos complementam as atividades oferecidas por essa etapa. Assim como a ação da família em atividades mais comunitárias.

¹⁴ Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm> Acesso em: 25/06/2020.

Geralmente, é oferecida em creches, em até 3 anos de idade, e pré-escolas, para crianças de 4 a 5 anos de idade. Nesse tipo de educação, a avaliação se faz pelo registro do desenvolvimento de cada aluno, sem o objetivo de competição ou promoção.

Ensino Fundamental: Essa modalidade é obrigatória e compreende as idades de 6 a 14 anos. Existem nove séries nessa etapa e seu objetivo é a alfabetização. De acordo com o Conselho Nacional de Educação, a grade do ensino fundamental precisa ser constituída de: língua portuguesa, matemática, ciências, história, geografia, artes e educação física (do 1º ao 5º ano) e depois, com o alcance do 6º ano, inclui-se as línguas inglesa e espanhol na grade curricular.

Assuntos como meio ambiente, reciclagem e ecologia surgiram por necessidade, se articulando com as disciplinas obrigatórias. Segundo a lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999: “Art. 10º. “A educação ambiental será desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal.”¹⁵ Com essa abordagem, o aluno passa a conhecer temas ligados à área ambiental e têm como objetivo formar cidadãos conscientes cujos valores se encaixem com as necessidades sustentáveis. Vale dizer que, em algumas unidades de ensino, são oferecidas atividades extracurriculares que têm o mesmo objetivo, gerando debates, workshops, a construção de espaços verdes e visitas a centros de tratamento e reciclagem para que alunos se tornem conhecedores dos processos que existem na sua localidade.

Sabendo dessas informações, verificou-se que as idades entre 4 a 14 anos seriam as mais favoráveis para se introduzir o assunto da compostagem. Incentivando-as a entender que o “lixo” tem que ser jogado nos lugares certos e posteriormente, ensinar como é feito e o porquê é feito. Dessa forma, a utilização do produto, pode caminhar junto com os exercícios de aprendizagem e os professores podem criar diferentes desafios e usar a compostagem para exemplificar problemas reais. Com o produto lúdico ao alcance desses usuários, é trabalhado a curiosidade,

¹⁵ Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm > Acesso em: 25/06/2020.

a interação em grupo e ajuda os estudantes a entenderem processos cuja explicação é complicada sem o uso do sentido visual. Mas para dizermos com mais segurança como cada disciplina poderia lidar com esse assunto, precisamos estudar o assunto em si e encontrar os links que mais interessaram cada tipo de assunto abordado em escolas do Brasil.

2.3 A Compostagem de Resíduos Orgânicos:

Antes de se idealizar o produto em si, é necessário que o método da compostagem seja analisado. Foi utilizado um material de orientação como apoio para se estruturar o texto deste subcapítulo. Encontrado no site do Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Manual de Orientação de Compostagem Doméstica, Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos (2018) foi elaborado junto com o Centro de Estudos e Agricultura de Grupo - Cepagro e com o Serviço Social do Comércio - Sesc/SC.¹⁶

Restos de comidas, cascas, madeira, restos de animais ou vegetais que são descartados de atividades humanas constituem exemplos de resíduos orgânicos. E estes, podem ter diversas origens desde a simples confecção de alimentos a nível doméstico ao grande descarte produzido pelos setores agrícola ou industrial.

Esses materiais são decompostos naturalmente e seus nutrientes fazem parte do ciclo da natureza. No entanto, como vimos anteriormente, seu descarte indevido pode trazer complicações. Assim, é necessário a adoção de novas práticas para que a matéria orgânica seja melhor aproveitada. Uma dessas práticas, é a separação dos resíduos diretamente na fonte. Conhecida como separação ou coleta seletiva em 3 frações: Recicláveis secos, resíduos orgânicos e rejeitos. O uso das cores representadas abaixo é uma recomendação de serviços de limpeza urbana.

¹⁶ Disponível em: < https://sinir.gov.br/images/sinir/Arquivos_diversos_do_portal/Compostagem-Manual_2018-11-26_digital_figuras-c-titulo.pdf > Acesso em: 26/06/2020



Figura 2 – Sugestão de pré-separação de resíduos em locais públicos.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

Essa simples atitude já ajudariam pessoas que trabalham em cooperativas, evitando que as mesmas ficassem em contato com o material em decomposição ou tivessem que higienizar outros tipos de resíduos que poderiam ser aproveitados. Quanto aos resíduos orgânicos descartados em escolas, teriam como destino duas possibilidades: Uma delas é transferir todo o material para uma empresa de tratamento de resíduos orgânicos, o que implicaria aplicações financeiras, logísticas e emissão de CO₂ por conta do transporte desse material. Outra possibilidade é o material ser compostado dentro da própria escola. Trazendo uma forma econômica, simples de operar e educativa.

A compostagem nada mais é do que a decomposição natural de tais materiais orgânicos com a presença do oxigênio. Basicamente, os resíduos são deixados em condições semelhantes à que aconteceria naturalmente de forma que diversos organismos decompositores presentes no meio possam realizar seu trabalho e degradar os resíduos em condições saudáveis para a saúde humana.

O resultado dessa decomposição são fertilizantes orgânicos com muita qualidade cujos nutrientes que ao contato com plantas ajudam-a em seu desenvolvimento gerando um solo perene (melhorando a absorção da água e nutrientes e ajudando em um maior desenvolvimento das raízes) e com melhor temperatura e pH. Além disso, solos ricos em matéria orgânica ajudam na reprodução de micro-organismos benéficos a culturas agrícolas.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, menos de 2% dos resíduos sólidos urbanos são destinados para compostagem. Lembrando que esses resíduos

não são rejeitos, já que podem ser reciclados, o desafio é o de aproveitar esse enorme potencial de nutrientes para devolver fertilidade para solos brasileiros.

Existem muitas formas de compostar resíduos orgânicos de forma segura (sem gerar odores, nem atrair animais como ratos e moscas). Para a compostagem doméstica, outras possibilidades simples são a compostagem em minhocários e a compostagem em baldes, que podem ser feitas até em locais com pouco espaços, como apartamentos. Além disso, a tarefa não demanda muito conhecimento tecnológico ou equipamentos caros ou complexos, podendo ser reproduzida facilmente desde que sejamos minimamente orientados para isso.

Com a dificuldade de implementar uma política pública capaz de recolher tal material, é necessário que sejam incentivadas por meio da educação. Já que escolas são o primeiro contato de muitas pessoas com a educação formal, por que não introduzir uma atividade como a compostagem para que seja ensinada de forma a gerar valores logo no começo da vida do cidadão?

2.3.1 O processo natural da compostagem:

Para se aproximar o máximo possível do processo natural, com o fim de não poluir o composto e de evitar o mau cheiro, devemos entender como o processo da compostagem é feito de maneira natural. Resumidamente falando, uma planta morre e seu corpo, em contato com a terra, começa a ser decomposto por microrganismos, com sua total decomposição, seus nutrientes se agregam na terra e a torna rica para o nascimento de novas plantas.

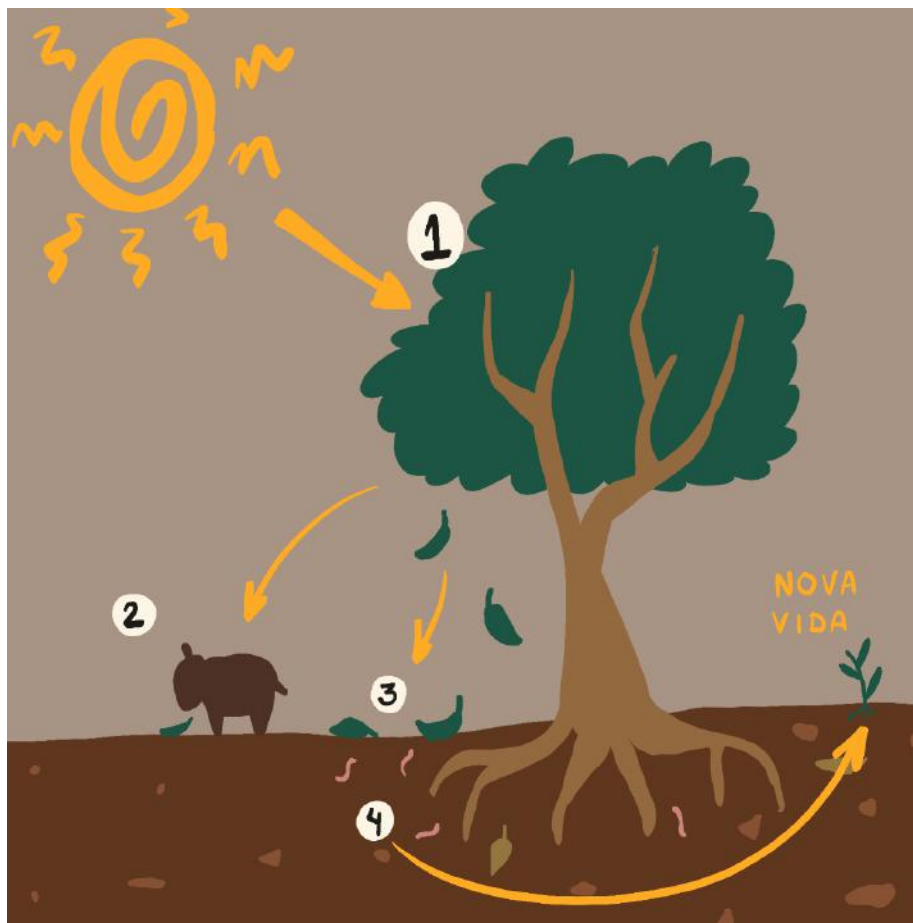


Figura 3 – Esquema visual da compostagem no meio natural
 Fonte: Elaboração própria, 2020.

1) Plantas (produtores) utilizam da energia do sol, absorvida pelas folhas, o gás carbônico captado pelo ar e os nutrientes (água e sais minerais) absorvido pelas raízes para produzirem glicose e liberarem oxigênio em um processo conhecido como fotossíntese. A glicose é o alimento da planta, que as fazem crescerem fortes e produzirem frutos.

2) Animais (consumidores) se alimentam dos produtores (plantas) e animais se alimentam de outros animais, iniciando a cadeia alimentar.

3) Quanto produtores e consumidores morrem, são depositados na superfície do solo e se acumulam com o tempo. São os resíduos orgânicos.

4) Esses resíduos são decompostos por fungos, minhocas, nematóides ou pequenos insetos (decompositores). Estes são os responsáveis por liberar os sais minerais, água, gases e outros compostos químicos de volta para o solo.

O grupo dos decompositores inclui, na verdade, uma enorme diversidade de microrganismos. São responsáveis pela manutenção dos ciclos biogeoquímicos do planeta, como por exemplo Ciclo do Nitrogênio.

Exemplos de resíduos e rejeitos

Resíduos Orgânicos	Restos de comida, restos de frutas, restos de legumes, palha, folhas, madeira, esterco de animais, cascas de ovos, etc.
Resíduos Recicláveis	Papel, revistas, jornais, papelão, isopor, metais, vidro, embalagens plásticas, brinquedos, etc.
Rejeitos	Espuma, fotografias e papel carbono, espelho, embalagens metalizadas, papéis engordurados, fraldas, absorventes, bitucas de cigarro, etc

Tabela 2 – Exemplos de resíduos e rejeitos
Fonte: Elaboração própria. 2020.

2.3.2 Métodos de descarte para resíduos orgânicos:

Existem muitos métodos de tratamento e descarte para resíduos orgânicos. A seguir, serão mostrados alguns desses processos, quais suas características e quais os problemas que alguns deles podem oferecer ao meio ambiente.

1) Enterramento: É uma das formas mais simples para o destino de resíduos orgânicos. É um tipo de compostagem, no entanto, é feito diretamente no solo e não em um local separado. O processo é simples: Cava-se uma vala no solo e enterra-se os resíduos para que sejam decompostos. Quando mal feito, pode ocasionar mau cheiro e atração de animais perigosos. Portanto, é necessário evitar o uso de carnes e criar uma camada de matéria seca (como serragem ou folhas secas) e esse cuidado, cria condições de degradação aeróbia e evita o mau cheiro. Esse processo pode ser

perigoso para animais domésticos, uma vez que podem surgir microorganismos e fungos prejudiciais à saúde desses animais.

2) Tratamento em minhocários (ou vermicompostagem): Esse processo é feito geralmente em baldes ou recipientes plásticos fechados. Coloca-se a matéria orgânica junto com terra e matéria seca e minhocas ou gongolos participam ativamente da decomposição desse material. No Brasil, as minhocas mais utilizadas para tratar esses resíduos são as conhecidas como “minhocas californianas”, que são disponíveis em lojas especializadas ou até mesmo online. Essa espécie é conhecida por ser muito mais eficiente do que minhocas normais, pois elas se alimentam de seu peso diariamente em matéria orgânica.

Vale dizer que as minhocas podem sobreviver até 3 meses sem adição de matéria orgânica. Se este sistema for adotado por escolas, haverá necessidade de se atentar ao período de férias.

O uso de minhocários é muito adotado em apartamentos e locais pequenos, pois o processo de decomposição se torna mais rápido. No entanto, é necessário cuidados com a criação desse tipo de processo pois muita umidade e muito calor podem matar as minhocas, ou se em contato com chuvas, pode alagar o minhocário e afogá-las. Restos de carnes, cítricos e restos de alimentos muito salgados também não são bem vindos à saúde das minhocas, uma vez que isso pode alterar o ambiente delas.

3) Biodigestão anaeróbia: Biodigestores são equipamentos cujo processo se caracteriza pela ausência de oxigênio (anaeróbio) na produção de fertilizantes. Esse processo além de gerar fertilizante, tem-se a produção de gases (o biogás), em especial o gás metano que é um combustível usado para geração de calor, energia elétrica ou motores adaptados de automóveis. No entanto, é uma tecnologia complexa, que exige muita infraestrutura e organização, além de mão de obra especializada.

4) Aterramento sanitário: Aterros sanitários compreendem locais selecionados e equipados para a manutenção do ambiente e da saúde pública. Uma vez alocados nos aterros, os rejeitos são compactados e cobertos com camadas de terra. São a

única forma de disposição final de resíduos e rejeitos aceita pela legislação brasileira e regulamentada por normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. Por isso, o solo deve ser impermeabilizado, drenado e o chorume e gases devem ser tratados. Nesse processo, deveria-se evitar o descarte de materiais recicláveis nesses locais, no entanto sabemos que essa realidade está distante de ser o ideal.

5) Incineração: Nesse processo acontece a queima controlada dos resíduos sólidos com o objetivo de gerar energia elétrica e térmica. Tem como vantagem a diminuição drástica de volume de resíduos, no entanto, devemos considerar que é um desperdício de matéria orgânica que deveria estar voltando a fertilizar os solos. Além disso, é o processo mais caro das alternativas citadas pois exige manutenção constante e cuidados para se operar pois há risco de contaminação atmosférica.

6) Compostagem aeróbia: O processo de compostagem é semelhante ao enterramento, no entanto a degradação dos resíduos é feito de modo mais controlado e, diferentemente da biodigestão, acontece com a presença de oxigênio (processo aeróbio). Nessa modalidade de descarte, procura-se reproduzir condições ideais como o bom equilíbrio entre compostos ricos em carbono e compostos ricos em nitrogênio ou boa umidade do processo. Esse equilíbrio cria as condições ideais para uma maior diversidade de microorganismos decompositores (bactérias, fungos, etc). É um pouco mais seguro por evitar o aparecimento de vetores tais como moscas e ratos e tem como resultado final um material rico em nutrientes, com cor e textura homogêneas semelhante a terra preta, chamado de húmus ou composto orgânico. Algumas composteiras ainda separam o húmus do biofertilizante (ou chorume) que se resulta do processo. Esse líquido de aparência escura pode ser utilizado para fertilizar plantas e é tão nutritivo quanto o húmus. Nesse método, pode ser necessário aerar (furar ou misturar) o composto para que os microorganismos decompositores aeróbios consigam decompor de forma igual.

Apesar de se tentar atingir esse equilíbrio na maior parte das vezes, é um método simples e seguro que pode ser feito a nível doméstico, comunitário ou até mesmo industrial. No entanto, é necessário conhecer algumas informações com o fim de se evitar odores ruins e a proliferação de vetores de doenças.

2.3.3 O Processo de Compostagem:

Para fins práticos, faremos um recorte para o processo de compostagem considerando pequenos ambientes (doméstico e comunitário, como condomínios e escolas) para que o produto possa ser melhor compreendido pensando em seu público alvo. Além de ser um processo de baixo custo.

Todo processo de decomposição da matéria orgânica que se caracteriza pela presença do oxigênio pode ser considerado como compostagem. Recomenda-se juntar material orgânico suficiente para adicioná-lo todo de uma vez no local de decomposição. Muitas pessoas que geram pouco material orgânico, por morarem sozinhas, separam um recipiente no congelador para juntar o máximo de cascas de frutas, ovos e vegetais ou restos de comida e realizam a compostagem somente quando esse recipiente é lotado.

Quando reunido todo material orgânico para compostagem, é recomendado forrar o fundo da composteira com algum material seco como galhos, serragem, folhas secas, palha, entre outros e posteriormente, adicionar um inoculante (composto que possui bastante bactérias). Esse inoculante pode ser algum composto com estrume ou terra preta. Seu objetivo é acelerar a proliferação de microrganismos para decompor o material orgânico que virá a seguir. É possível realizar a compostagem sem o uso de inoculante, no entanto o processo demora mais tempo.

Posto a camada de matéria seca e a camada de inoculante, coloca-se a matéria orgânica úmida acumulada, ou seja, restos de comida, cascas de frutas e verduras, etc. Posteriormente, é adicionado mais uma camada de inoculante ou terra para se misturar a essa matéria úmida. Por fim, é colocado a última camada de matéria seca, evitando mal cheiro e evitar a perda de calor e umidade. Recomenda-se também revirar a pilha ou furá-la com uma haste para que novo oxigênio seja levado para seu interior, ajudando os microrganismos aeróbios e acelerando mais ainda o processo.

Caso sejam adicionadas minhocas ao processo, recomenda-se utilizar camadas estritamente indicadas: 1 a 3 cm de altura cada camada em que a altura total não ultrapasse 35 cm. Ao contrário do sistema aeróbio sem minhocas, na vermicompostagem não é necessário arejar o composto periodicamente.

Esse processo pode ser repetido, adicionando mais camadas a uma composteira, depois de 48 horas. Para que esse processo seja melhor manejado, recomenda-se a orientação de um professor.

A ORDEM DAS CAMADAS DE UMA COMPOSTEIRA

5. Matéria Seca
4. Terra Preta
3. Composto Orgânico
2. Terra Preta
1. Matéria Seca



Caixa Digestora
(Húmus)

Caixa Coletora
(Biofertilizante)

Figura 4 – Ordem das camadas em uma composteira.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

Quanto ao processo químico, é basicamente dividido em duas etapas:

1) Fase de oxidação (fase ativa): Dura cerca de 90 dias. Se caracteriza pelas reações bioquímicas de oxirredução e pela rápida decomposição dos polissacarídeos e proteínas. A temperatura do material começa a aumentar nas primeiras 24 horas devido aos microorganismos aeróbios que se proliferam para começar a decomposição. A temperatura pode atingir 45°C a 65°C. É nessa fase que ocorre a redução de volume do composto, já que grandes cadeias de carboidratos e proteínas são reduzidos em açúcares simples e aminoácidos. O Ph é ácido e a relação entre carbono e nitrogênio é alta. Nos primeiros dias, a temperatura é alta o que gera bastante valor de água (a composteira tende a mostrar gotículas condensadas na tampa). Depois de mais ou menos 40 dias, a temperatura diminui conforme a atividade microbiana vai se tornando menos ativa. É nesse momento que fungos têm papel importante na decomposição do material.

2) Fase de Maturação (ou Humificação): Dura pelo menos 30 dias. Nessa fase, ocorre a formação de húmus. É quando ocorre também a decomposição de ácidos orgânicos e partículas maiores, como celulose e lignina (macromolécula presente em alguns vegetais e frutas). O pH se torna neutro e a relação entre carbono e nitrogênio é reduzida. Dessa forma, aumenta a capacidade do composto de disponibilizar cátions para as plantas. Essa característica química aumenta sua fertilidade.

A relação carbono/nitrogênio na compostagem:

A relação entre esses dois elementos é essencial para ter, como fim, um composto orgânico de boa qualidade. Em resumo, a relação ideal é obtida misturando-se 2/3 em volume de material seco (rico em carbono) com 1/3 de material úmido (rico em nitrogênio). Se na mistura houver muito material como palha e serragem (material rico em carbono), a fermentação pode não ocorrer. Por outro lado, se houver excesso de material rico em nitrogênio (verduras, folhas verdes, arroz, etc), haverá perda de nitrogênio na forma de amônia.

2.3.4 A Gestão de recursos orgânicos para compostagem:

Para uma compostagem de qualidade recomenda-se separar os recursos orgânicos na fonte. Ou seja, não misturá-los com outras substâncias em uma lixeira comum a todos os resíduos. Recomenda-se separar um balde ou um recipiente maior e acumular os resíduos assim que descartados. Dessa forma, evita-se a contaminação do resíduo com metais pesados e químicos indesejáveis para o solo e para o plantio.

Recomenda-se existir 3 recipientes básicos nos locais que serviriam de coleta: Um para materiais reciclados (que posteriormente serão encaminhados para a triagem e lá separados para reciclagem), um para os rejeitos (materiais que não servem para reciclagem e que também não servem para compostar) e um último recipiente para adicionar a matéria orgânica. Este, deve possuir capacidade para um bom armazenamento, boa vedação e tamanhos apropriados para manejo e transporte.

Já que um bom processo de compostagem demanda mais resíduos úmidos (ricos em nitrogênio), professores poderiam combinar com os profissionais que trabalham no refeitório de descartar os materiais de sobras usados nas refeições junto com os alunos, caso a produção de orgânicos seja menor do que o previsto para encher a composteira. Já o fornecimento da fonte de carbono poderia vir como tarefa de casa, caso não haja como recolher dentro da escola ou por fornecedores da vizinhança.

Serragem: Podem ser facilmente encontradas em marcenarias da região. Um setor interessante são os que trabalham com madeiras de demolição pois não utilizam químicos em seu tratamento. É importante que o pó de terra não seja utilizado, somente suas lascas. Dessa forma, cria-se pequenos espaços dentro da composteira para facilitar o fluxo de ar. O ar é extremamente importante nesse processo.

Palha: Pode ser obtida nas Centrais de Abastecimento (CEASAs) da região pois algumas frutas e vegetais geralmente vem rodeados desse material para que não se prejudiquem na logística. É comumente descartado, podendo então ser doadas se houver comunicação prévia entre a escola e esses lugares.

Aparas de grama, folhas, podas e galhos: Esse tipo de resíduo pode ser obtido com a instituição responsável pela poda e manutenção de jardins do município.

O composto pronto pode ser usado na própria escola para manutenção de canteiros, enviado para residência de seus alunos mais velhos, caso queiram ou doados para serem usados em outros projetos de paisagismo.

2.3.5 Ferramentas e Equipamentos

Os principais Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) para se lidar com a compostagem são botas, luvas e roupas adequadas, especialmente calça comprida. É igualmente importante que se tenha por perto equipamentos para a adequada higienização dos baldes e recipientes coletores, como mangueiras, escovas e esponjas.

Ferramentas para usar na compostagem seriam utilizadas por adultos, tais como pequenas pás, ancinhos e enxadas e carrinhos de mão, se necessário. Óculos de proteção podem ser utilizados, além dos EPIs citados anteriormente.

2.3.6 Análise de projetos escolares e o uso da compostagem

Muitas escolas aderiram a iniciativa de ensinar sobre compostagem e adotaram projetos com o intuito de incluir a atividade na vida dos usuários da comunidade escolar. Um desses projetos foi o "Leve Educação Ambiental a uma Escola Pública!" realizado com a ajuda de financiamento coletivo na plataforma digital Catarse em 2016. Uma iniciativa do Coletivo Organicidade e Morada da Floresta¹⁷.

Esse projeto arrecadou R\$14,803 reais para realizar 16 encontros de formação para professores oferecendo 168 oficinas e instalar um sistema de compostagem para tratar 100% dos resíduos orgânicos da unidade escolar.

Para isso precisaram instalar uma composteira grande de característica termofílica cuja estrutura consiste em dois cilindros feitos de tela de arame e sombrite. A estrutura contava, também, com um sistema de drenagem para coleta do biofertilizante.



Figura 5 - Composteiras termofílicas.
Fonte: Morada da Floresta. Acesso: Agosto de 2020.

¹⁷ Disponível em: <https://www.catarse.me/cejamirdagir> Acesso: 26/08/2020



Figura 6 - Sistema de coleta de biofertilizante por canos e sistema móvel de compostagem termofílica.
Fonte: Morada da Floresta. Acesso: Agosto de 2020.

Salientando que, ao entrar em contato com a Morada da Floresta, foi dito que ao escolher o sistema que coleta o biofertilizante mostrado acima o solo deve ser impermeabilizado para que não prejudique o sistema com o tempo.

Outras escolas pesquisadas adotaram modelos improvisados de compostagem, utilizando cestos de lixo, baldes com tampa ou até garrafas PET para fins educacionais. Alguns modelos, quando havia espaço eram feitos no chão amparados com um cerco de concreto ou madeira, com reaproveitamento da matéria orgânica.



Figura 7 - Conjunto de imagens (prints) recolhidos sobre o tema.
Fonte: www.youtube.com. Acesso: Agosto de 2020.

A análise permitiu identificar dois propósitos para o uso de composteiras em escolas: servir para compostar as grandes quantidades de resíduos orgânicos descartados diariamente e outro para fins educacionais, e estas, geralmente, são menores e podem ser manipuladas ou transportadas para espaços maiores posteriormente. Portanto, é necessário definir neste relatório qual composteira adotar para as próximas etapas rumo à solução.

2.4 Questionário online sobre implantação de composteira nas escolas

O questionário online foi realizado do dia 21 de agosto até o dia 23 de agosto, através da plataforma *google.com/forms*. O link foi compartilhado em grupos do *Facebook*: "Grupo Composta São Paulo", "Minhoca na Cabeça - Compostagem e Vermicompostagem", "Comunidade *Humi*", "Professores da Educação Infantil", entre outros

O questionário possui 20 perguntas com o objetivo de não só entender o nível de interesse de se introduzir a atividade e o produto composteira em escolas públicas e particulares quanto conhecer o profissional (professor) que iria manipular esse produto em seu ambiente de trabalho. Portanto, as primeiras perguntas foram direcionadas ao professor e depois as perguntas foram direcionadas para o espaço (escola) e a possibilidade de se introduzir esse conteúdo nesse espaço considerando suas características e disponibilidade de carga horária. O questionário obteve 42 respostas no total.

Visto que aproximadamente 80% dos participantes responderam que considera a inclusão da prática extremamente necessária, o questionário provou que há interesse por parte dos próprios profissionais de incluir esse assunto em suas rotinas. Nenhum dos participantes manifestou que a prática era desnecessária ser adotada nas escolas.

Inclusive, de acordo com as respostas do questionário, houveram 14 respostas positivas quando perguntado se na escola já praticava a compostagem. No entanto, 18 respostas foram negativas quanto outras 10 pessoas marcaram "Outro"

especificando que a prática já ocorreu em forma de oficina ou teoria, que irão começar ou que ocorreu em um tempo no passado.

Em sua escola é ensinada e praticada a compostagem?

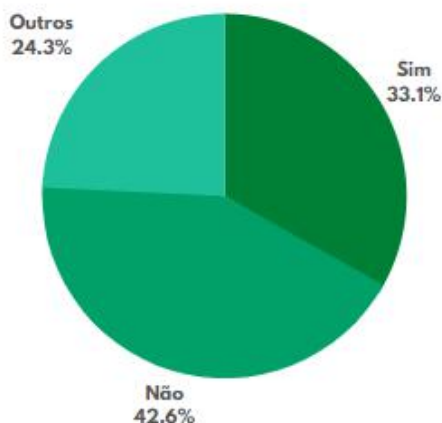


Figura 8 – Gráfico “Em sua escola é ensinada e praticada a compostagem?”
Fonte: Elaboração própria. 2020.

Apesar da grande maioria achar a prática necessária, 35,7% das respostas manifestaram achar a inclusão da prática difícil e os motivos, explicados logo na pergunta seguinte foram, sucintamente:

- Burocracia do corpo administrativo
- Dificuldade em mobilizar toda a comunidade escolar
- Regularidade da coleta dificultada
- Escola não possuir espaço para hortas
- Falta de um funcionário para cuidar da manutenção da composteira
- Grande quantidade de matéria orgânica gerada exigiria uma grande composteira (difícil de implementar)

No entanto, a maior parte das respostas sugere que a prática não seria tão difícil assim. 64,3% das pessoas acreditam que é possível incluir a compostagem em suas escolas alegando que o material é acessível e o interesse de todos pode ser alcançado, adicionando que os estudantes podem se interessar bastante por essa atividade.

Quando perguntado se o ensino da compostagem poderia ser incluído no cronograma das disciplinas sob responsabilidade do professor, quase todas as

respostas foram positivas. Somente 3 respostas foram negativas, sendo uma a de um professor aposentado. Esse resultado mostra o quanto os professores reconhecem que é um assunto importante. Alguns alegaram já lecionar o assunto, mesmo que em oficinas.

Sobre as refeições, 92,9% das escolas oferecem almoço e lanche. Uma grande quantidade de resíduos orgânicos devem ser gerados diariamente e, de acordo com as respostas, mais da metade das escolas descartam de forma incorreta seu material orgânico (junto com outros resíduos sólidos). Somente 11,9% são descartados corretamente via coleta seletiva e 19% aproveitados em hortas da escola.

Sobre o espaço para ser alocado o húmus as respostas também foram favoráveis. Mais da metade das escolas possuem uma área verde e 33,3% possui uma horta em duas dependências. 9,5% disseram não possuir local para alocação de húmus. Além disso, 85,4% responderam que existe um espaço coberto, apto para deixar a composteira livre de chuvas e raios solares.

2.5 Análise Sincrônica

Para a realização desta análise foram elaboradas pranchas (Anexo 1) apresentando 15 modelos de composteiras encontradas no mercado, sendo 6 delas disponíveis em sites de venda nacionais. O primeiro critério a considerar nessa busca foram produtos acessíveis e vendidos comercialmente. Dessa forma, foi pensado em como um possível usuário reagiria na busca de composteiras para suprir as necessidades dentro de sala de aula. O segundo critério considerado foram diversidade de forma e de material, assim, buscou-se englobar o máximo de formas de diferentes estruturas e quais materiais foram utilizados para isso. Posteriormente, foram considerados os seguintes critérios em ordem: nome, fabricante, nacionalidade, dimensões, volume, material, diferencial visual, preço, estética e cores. Observações finais foram feitas baseadas nas descrições que acompanham o produto ou em vídeos de review encontrados na internet.

Os 3 primeiros modelos encontrados são os que mais se assemelham visualmente. São modelos simples cujo custo benefício era elogiado em comentários

de usuários. O modelo 1, encontrado à venda no Mercado Livre, parece atender aos objetivos de uma família pequena (máximo de 3 pessoas) e possui capacidade de 15L em cada caixa. O modelo 2 tem a estética semelhante, mas seu diferencial é que é pequena e cabe em lugares menores. Vendida para pessoas que moram sozinhas ou que querem iniciar a compostagem. O problema desse produto é que ele não possui tampa e isso pode dificultar o processo já que a compostagem, se não for feita corretamente, pode gerar problemas com odor e moscas.

O modelo 3, 4 e 10 são composteiras maiores. A 3 funciona de modo semelhante com os modelos descritos anteriormente, já que possui caixa coletora do biofertilizante líquido, torneira e micro furos laterais para ajudar na decomposição aeróbia. O diferencial do modelo 4 e 10 encontra-se na abertura que possibilita retirar o material compostado de seu interior facilmente. Vale a pena dizer que as caixas dos modelos 1, 2 e 3 podem ficar muito pesadas e dificultar a troca de material ou das caixas.

Uma das características predominantes dos modelos encontrados no mercado foi a semelhança no material. A maioria é feita de material plástico (Polipropileno ou Polietileno), salvo alguns modelos como, por exemplo, o 7 e 14. Alguns modelos inclusive citaram em suas descrições que o material geralmente era tratado para ser resistente aos raios UV, uma característica importante para produtos que podem ser colocados em ambientes externos. A aplicação de material plástico se justifica pelo seu tempo de vida útil em contato com material úmido e orgânico contido na composteira. Além disso, proporciona maior leveza ao produto, característica de extrema importância para este projeto, uma vez que o conteúdo do interior o fará pesado. Vale a pena citar, que em alguns países, como a Índia, são comercializadas composteiras feitas de barro. Esse tipo de material, porém, torna o produto além de mais pesado, quebradiço. Por esse motivo, esta opção não foi citada na pesquisa.

Comparando produtos nacionais com os internacionais, ao contrário do que se pensava, revelou que o mercado brasileiro possui grande variedade de produtos. Inclusive, a única composteira pedagógica encontrada foi nacional (número 6). Inclusive, os 2 modelos que mais se destacaram para esse projeto foram nacionais e ambos os produtos são do mesmo fabricante (Morada da Floresta). Os modelos 5 e 6 serão analisados melhor separadamente na análise estrutural.

O modelo que usa eletricidade (7) é uma opção interessante pois diminui o tempo do processo com o controle da temperatura e aeração. No entanto, talvez não fosse útil para o interesse deste projeto (já que o ideal é o ensino baseado no que acontece naturalmente na natureza), além disso, o modelo levantou diversas perguntas sobre a questão da limpeza ou troca de seus materiais. No site do fabricante descobriu-se que utiliza de um filtro de carvão ativado para evitar odores que precisam ser trocados com certa frequência, tornando o processo ainda mais caro e inviável.

O modelo 8 se destaca por sua fácil montagem, é um sistema de caixas que se empilham. No entanto, o peso do material pode dificultar a retirada e troca das caixas. Um diferencial também é o formato da caixa coletora do líquido (que tem o formato de V) facilitando o escoamento e retirada do biofertilizante pela torneira.

Os modelos 9 e 11 tem um sistema de rotacionar a estrutura que ajuda a descompactar o composto e ajudar na aeração. Esse sistema poderia trazer um pouco mais de interação para o projeto, já que crianças poderiam se lembrar de rotacionar o composto pelo menos uma vez ao dia. Prática que poderia ajudar a criar o hábito.

O modelo 12 é um modelo de composteira que não possui tampa, o que sugere que ela fique ao ar livre. Sua porta para retirar composto é fechada com velcro. Não foram encontrados vídeos de uso desse produto, mas alguns comentários mostravam que usuários a usavam para cultivar tubérculos.

A composteira 13 tem uma estética agradável e seu diferencial era justamente esse em sua descrição. No entanto, diversos comentários foram direcionados a falta de vedação apropriada, seus usuários postaram fotos das minhocas fugindo facilmente pelas laterais do encaixe. Fora este detalhe, a composteira apresenta pegas, o que ajuda na mobilidade das caixas. Ela possui uma pequena torneira que fica em seu fundo.

Os últimos modelos de composteira (14 e 15) são semelhantes na retirada do composto, já que ele é retirado por baixo. Seus formatos também são parecidos. De acordo com o designer da *Hunger Bin*, em seu vídeo promocional, o formato triangular do produto ajuda o húmus a se compactar no fundo, enquanto que as minhocas se

dirigem para cima para se alimentar do material orgânico. No entanto, vídeos de review apresentam críticas ao processo, dizendo quase sempre que era muito complicado retirar o composto por baixo, pois o peso era o suficiente para que a caixa de baixo tombasse. A necessidade de ter que se abaixar e lidar com as travas que não funcionavam da *Hunger Bin* foram as principais reclamações.

Foi observado na análise sincrônica pouca variação formal nos produtos similares disponíveis para o estudo em questão. Boa parte das soluções formais apresentadas, são quadradas, cilíndricas ou retangulares e essa característica é justificada pelo conteúdo de seu interior, que pode ser úmido demais e difícil de ser retirado em formas mais complexas, o que pode dificultar a higienização. Quando adotadas paredes lisas e superfícies planas, essa tarefa se torna mais simples.

A pesquisa não só ajudou a visualizar pontos que precisam de atenção quanto apontou os modelos formais mais adotados no mercado. A importância de se ter um material com tratamento UV, se preocupar com o peso do composto ou como esse material será transportado foram alguns dos pontos que precisarão ser explorados posteriormente. Além do mais, foram identificadas composteiras que se destacaram com boas qualidades na análise e estas serão avaliadas a seguir.

2.5.1 Análise da Composteira Humi

Idealizada e vendida pela Morada da Floresta, uma empresa de serviços e projetos socioambientais a composteira *Humi* recebeu a Medalha de Prata na categoria "Design de Impacto Positivo" do *Brasil Design Award 2018* (principal premiação do design brasileiro) e foi o produto que mais apresentou diferenciais pensados em ergonomia e design na análise sincrônica. Então, pensou-se em analisar seus componentes de forma separada em busca de inovações estruturais.

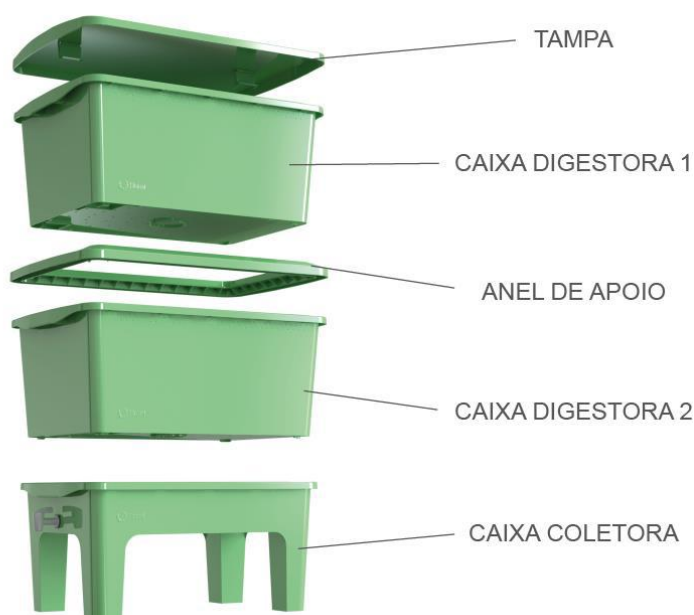


Figura 9 – Explosão da Composteira “Humi”.

Fonte: Morada da Floresta. <<https://composteirahumi.eco.br/diferenciais-da-composteira-humi-em-relacao-as-convencionais/>>. Acesso: 29/08/2020

A primeira vista, a composteira Humi possui uma estética agradável, podendo ser facilmente alocada tanto no interior quanto no ambiente externo. Tem capacidade de 47 L (cada caixa digestora) e 8 L (a caixa coletora), sendo recomendada para famílias de até 3 pessoas. A seguir, analisaremos alguns de seus diferenciais.

Curvatura da tampa:



Figura 10 – Curvatura da tampa da composteira “Humi”.

Fonte: Morada da Floresta. <<https://composteirahumi.eco.br/diferenciais-da-composteira-humi-em-relacao-as-convencionais/>>. Acesso: 29/08/2020

A tampa da Composteira Humi apresenta uma curvatura. Dessa forma, água de chuva não acumula em sua superfície. Tratando-se de um produto que pode ficar localizado no meio externo, deve-se evitar locais propensos ao acúmulo de água. As gotículas internas, causadas pela transpiração do material, também escorrem com mais facilidade.

Ganchos na Tampa



Figura 11 – Ganchos na Tampa da composteira “Humi”.

Fonte: Morada da Floresta. <<https://composterahumi.eco.br/diferenciais-da-composteira-humi-em-relacao-as-convencionais/>>. Acesso: 29/08/2020

Ao manipular composteiras, geralmente é necessário das duas mãos livres para agilizar o trabalho. Então a tampa possui 2 garras para ser colocada de forma simples sob um local adequado.

Micro furos na tampa e nas laterais

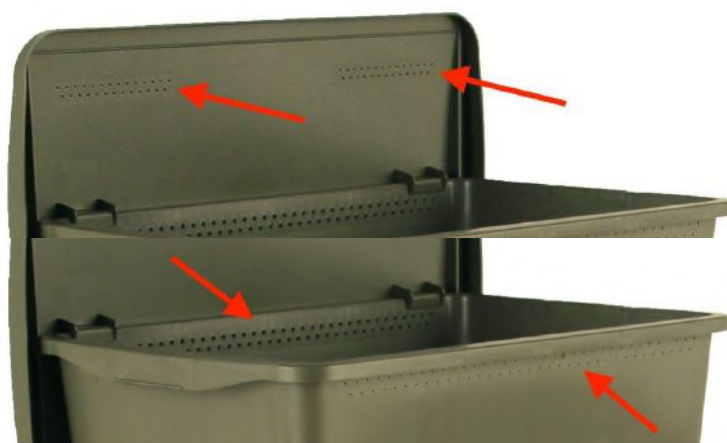


Figura 12 – Furos nas laterais da composteira “Humi”.

Fonte: Morada da Floresta. <<https://composterahumi.eco.br/diferenciais-da-composteira-humi-em-relacao-as-convencionais/>>. Acesso: 29/08/2020

Micro furos na tampa e nas laterais foram vistos em quase todas as composteiras analisadas na análise sincrônica. Eles servem para ajudar na aeração

do composto. Quanto mais oxigênio, mais rápida a degradação das substâncias orgânicas.

Pés para apoio nas bases das caixas digestoras

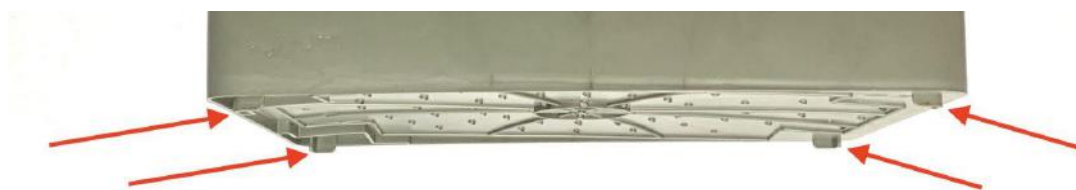


Figura 13 – Pés para apoio da composteira “Humi”.

Fonte: Morada da Floresta. <<https://composteahumi.eco.br/diferenciais-da-composteira-humi-em-relacao-as-convencionais/>>. Acesso: 29/08/2020

Os 4 pequenos pés que ficam localizados na base das caixas digestoras foram pensados para o momento de troca de caixas. Com eles a base não encosta no chão ou na superfície de apoio, evitando que o local fique sujo. Os pés também evitam que minhocas (que transitam pelos furos) sejam esmagadas.

Fundo da digestora levemente inclinado

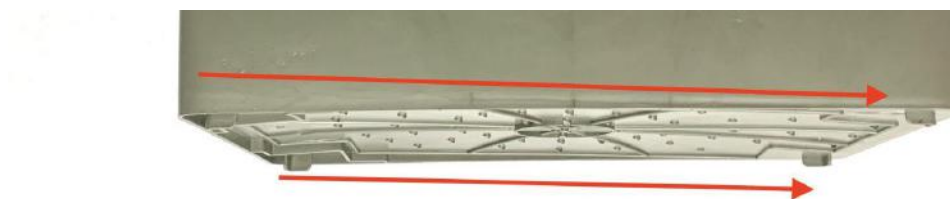


Figura 14 – Fundo levemente inclinado da composteira “Humi”.

Fonte: Morada da Floresta. <<https://composteahumi.eco.br/diferenciais-da-composteira-humi-em-relacao-as-convencionais/>>. Acesso: 29/08/2020

A inclinação das digestoras facilita o controle da umidade. Acontece que apenas o húmus localizado na frente da composteira ficará mais úmido, facilitando a retirada do composto que fica mais seco.

Caixa coletora



Figura 15 – Caixa coletora da composteira “Humi”.

Fonte: Morada da Floresta. <<https://composteirahumi.eco.br/diferenciais-da-composteira-humi-em-relacao-as-convencionais/>>. Acesso: 29/08/2020

A caixa coletora por si só já possui muitos diferenciais. Os quatro pés da caixa coletora ajudam a retirada do biofertilizante de modo mais ergonômico, já que ajuda a altura da composteira sem a necessidade de se improvisar um suporte adicional. A sua base, assim como as caixas digestoras, também é levemente inclinada para facilitar o líquido a sair pela torneira.



Figura 16 – Detalhe da caixa coletora da composteira “Humi”.

Fonte: Morada da Floresta. <<https://composteirahumi.eco.br/diferenciais-da-composteira-humi-em-relacao-as-convencionais/>>. Acesso: 29/08/2020

A torneira também fica abaixo do nível da caixa coletora, facilitando a retirada de 100% do líquido.

A estrutura do meio, funciona como uma ilha para salvar as minhocas que podem cair na caixa coletora, dessa forma, elas podem escalar e retornar para as caixas que possuem alimento. Usuários de outras composteiras relataram que geralmente improvisam essa estrutura com tijolos ou pedras.



Figura 17 – Ilha para minhocas da composteira “Humi”.

Fonte: Morada da Floresta. <<https://composterahumi.eco.br/diferenciais-da-composteira-humi-em-relacao-as-convencionais/>>. Acesso: 29/08/2020



Figura 18 – Encaixe para ilha das minhocas da composteira “Humi”.

Fonte: Morada da Floresta. <<https://composterahumi.eco.br/diferenciais-da-composteira-humi-em-relacao-as-convencionais/>>. Acesso: 29/08/2020

A “ilha” presente no fundo da caixa coletora, consegue se encaixar na marcação circular da caixa digestora, ajudando também, no suporte do peso da caixa.



Figura 19 – Rodízios da composteira “Humi”.

Fonte: Morada da Floresta. <<https://composterahumi.eco.br/diferenciais-da-composteira-humi-em-relacao-as-convencionais/>>. Acesso: 29/08/2020

Além disso, a caixa coletora possui a capacidade de colocar rodinhas de silicone gel para facilitar seu transporte. Sabendo que a composteira pode ficar muito pesada devido ao peso da terra, as rodinhas podem ser o jeito mais rápido de fazer sua locomoção. De acordo com a Morada da Floresta, a Composteira Humi é a única do mundo que possui essa possibilidade.

Facilidade na logística



Figura 20 – Encaixes da composteira “Humi”

Fonte: Morada da Floresta. <<https://composterahumi.eco.br/diferenciais-da-composteira-humi-em-relacao-as-convencionais/>>. Acesso: 29/08/2020

A composteira Humi possui caixas empilháveis, o que facilita sua logística, pois dessa maneira ela pode ocupar menos espaço reduzido na altura do pacote e influenciando o preço do frete.

Materiais reciclados (caixas longa-vida e BOPP)

Conhecido pela sua eficiência na conservação de alimentos, o material das caixas de longa-vida, de barras de cereal ou de embalagem de salgadinhos (BOPP, sigla para o filme de polipropileno biorientado ou biaxially oriented polypropylene, no inglês) é o material utilizado na Composteira Humi. De acordo com o CEMPRE, Sua reciclagem é prevista para crescimento no país (só em 2018, 73 mil toneladas foram recicladas). De acordo com a Morada da Floresta, para cada Composteira Humi 100% BOPP produzida, 4.500 embalagens de salgadinhos são reciclados, evitando que esse material vá parar em lixões e aterros.

2.5.2 Análise da Composteira Ecopedagógica



Figura 21 – Composteira Ecopedagógica da Morada da Floresta.
Fonte: Morada da Floresta. <<https://loja.moradadafloresta.eco.br/compostagem/composteira-ecopedagogica>>. Acesso: 29/08/2020

Indicada para atividades educativas, a Composteira Ecopedagógica é transparente e permite visualizar o conteúdo das caixas. Também é um produto da Morada da Floresta. Ela possui duas caixas digestoras e uma caixa coletora, a torneira vem separadamente para encaixe.

De acordo com comentários sobre o material, ele é resistente, mas pode ser quebrado se mal utilizado. Um dos usuários, por exemplo, manifestou dificuldades ao encaixar a torneira e houve uma rachadura no local devido a força para se introduzir a torneira. Isso ocorre na escolha do material Poliestireno (PS), que apesar de apresentar boa transparência que permite a melhor visualização de seu interior, é um material com baixas propriedades mecânicas, sujeito à abrasão e fraturas ao longo do uso.

Outro usuário manifestou insatisfação com a troca das caixas. Devido ao peso e vácuo que se forma, pode ser difícil desencaixar as caixas digestoras pois seu formato cilíndrico não possui nenhum tipo de pega ou encaixe para as mãos.



Figura 22 – Crianças utilizando a composteira ecopedagógica.

Fonte: Foto enviada por usuário nos comentários disponíveis em <https://loja.moradadafloresta.eco.br/compostagem/composteira-ecopedagogica> Acesso em 29/08/2020.

2.6 Análise da Tarefa

2.6.1 Análise das relações

Ferramenta que permite mostrar as relações que o usuário poderá ter com o produto. São definidos todos os possíveis usuários, contexto social, objetos e locais, com os quais o produto possa estabelecer relações, além de apontar as relações entre produto e ambiente ao longo do ciclo de vida do produto. (Pazmino, 2015.)¹⁸

Definir relações do produto, tanto com seus usuários quanto o ambiente em que ele possa ficar é essencial para manter sua qualidade e satisfação do usuário durante o maior tempo possível. A análise também buscou sintetizar quem fará parte do público alvo (pensando nos usuários diretos e indiretos) e imaginar ambientes que podem ocorrer.

Usuários diretos seriam professores, alunos e qualquer pessoa que tivesse contato direto com o produto. Serão os dados desses usuários que irão influenciar na estrutura da composteira. No entanto, é necessário pensar também nos usuários indiretos, que são aqueles que são ou podem ser afetados de alguma forma pelo uso do produto. Usuários indiretos que podem ocorrer são os pais e parentes das crianças, funcionários da manutenção e limpeza da escola, profissionais que atuam na cozinha e alunos mais velhos que fazem parte do ensino médio da mesma unidade de ensino.

Para a análise, pensou-se em fazer as análises com a composteira mais comum encontrada no mercado ("Composteira Doméstica 15 Litros"), que é feita de Polietileno de Alta Densidade (PEAD). Conhecendo o material, pode-se dizer como ele será prejudicado para realizar uma análise concisa.

¹⁸ PAZMINO, Ana Veronica. *Como se Cria*. Editora Blucher. 2015.



Figura 23 – Composteira Doméstica de 15 Litros.
Fonte: Mercado Livre. Acesso: Agosto de 2020.

2.6.2 Análise homem-produto

Utilizada para a identificação e compreensão das possíveis relações entre usuários, (diretos e indiretos) e produto, levando em consideração questões sociais e culturais inseridas no ambiente. A composteira a ser desenvolvida terá como público alvo alunos (entre 4 e 14 anos) e professores. Alunos devem estar sempre juntos de pelo menos um professor para o auxílio no uso da composteira, utilizando os EPIs necessários.

Pensando que a composteira seja utilizada em oficinas ou aulas especiais, pessoas da comunidade próxima a escola também podem ser influenciadas direta ou indiretamente. Há a possibilidade do produto ser adquirido para ser utilizado a nível domiciliar, nesse caso, os pais substituirão os professores no momento do auxílio.

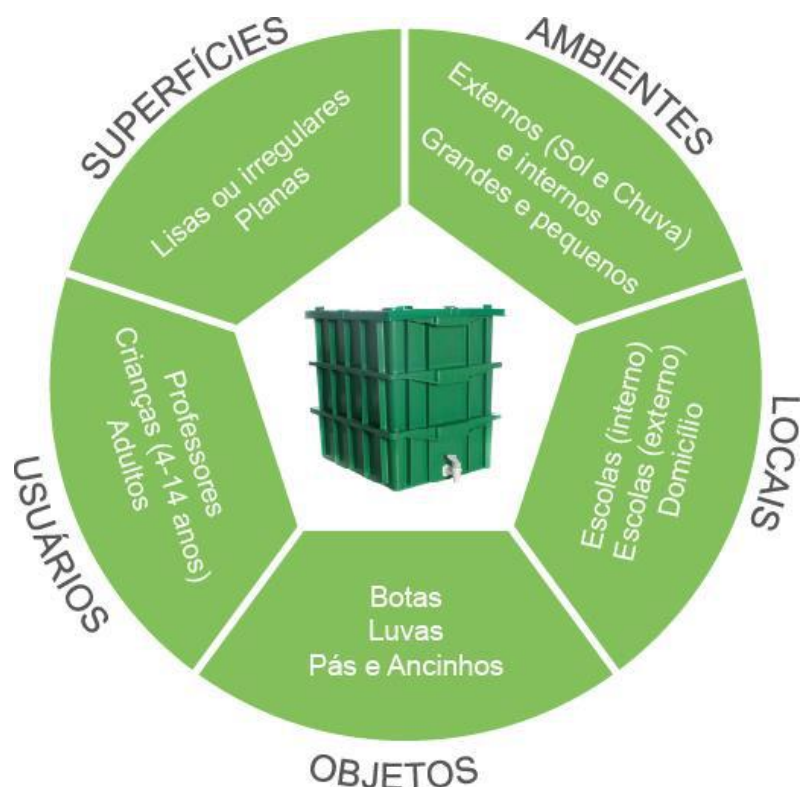


Figura 24 – Análise homem-produto.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

É importante ressaltar que a composteira pode ser usada para vermicompostagem e deverá ser projetada para considerar esse objetivo, uma vez que a participação das minhocas no processo é um dos conteúdos que podem ser abordados em sala de aula. Pensando nisso, é importante que a composteira possua espaço e altura suficientes para atingir esse fim.

2.6.3 Ergonomia

Para o levantamento de dados ergonômicos foi utilizado como referência os dados mostrados no livro *As medidas do homem e da mulher: Fatores Humanos em Design* (TILLEY, 2007). Como o projeto engloba tanto crianças como adultos foram retirados dados referentes a crianças de 4 e 14 anos de idade e também os dados dos adultos (homem e mulher). Todas as medidas retiradas do livro compreendem o percentil 50%. Para auxiliar na decisão futura forma e altura do produto, foram tomadas medidas da vista frontal do corpo.

a) Crianças:

As idades 4 e 14 anos foram escolhidas para compreender o mínimo e máximo alcançável confortavelmente pelas crianças que possam utilizar o produto. Todas as medidas de crianças do livro "As medidas do homem e da mulher: Fatores Humanos em Design" compreendem o percentil 50%, portanto, os dados abaixo indicam dados médios da população estudada.

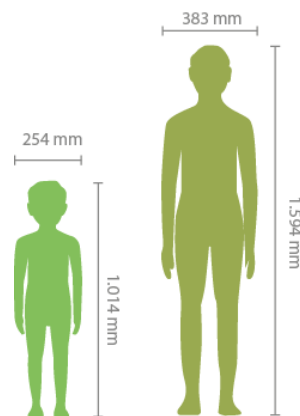


Figura 25 – Relação antropométrica de crianças de 4 e 14 anos de idade percentis 50%.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

b) Adultos:

Para os dados antropométricos dos adultos foram escolhidos os percentis 99% para ambos os sexos, desta forma, os dados dos adultos se transformam no exemplo máximo de extremos.

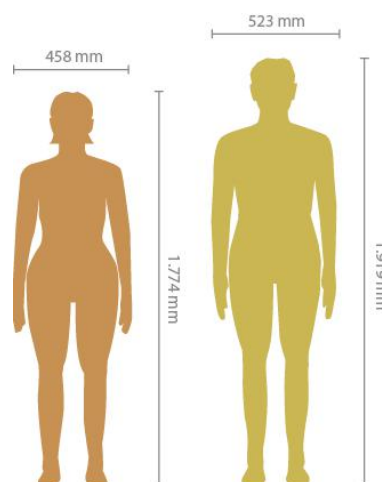


Figura 26 – Relação antropométrica de adultos percentis 99% (homem e mulher).
Fonte: Elaboração própria. 2020.

c) Comparação das figuras analisadas:

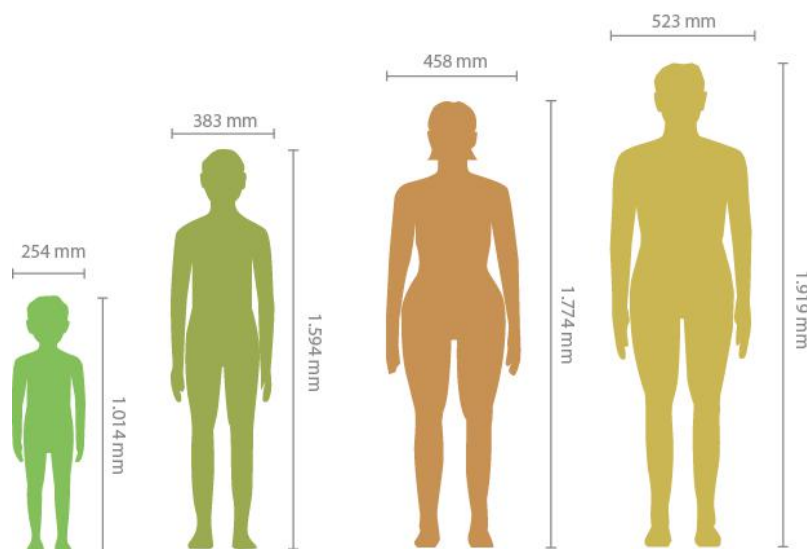


Figura 27 – Relação antropométrica entre usuários.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

2.6.4 Análise Produto ambiente

Nessa análise é importante salientar não só os impactos existentes entre produto e o ambiente (uma vez que ele possa sofrer impactos da incidência solar, de chuvas ou da sujeira) como também os impactos que o produto possa gerar ao ambiente (impacto ambiental no descarte, poluição, etc).

Aqui também será utilizada como base a composteira "Composteira Doméstica 15 Litros" encontrada no site de vendas *Mercado Livre*, uma vez que seu custo benefício a tornou popular em comparação a outras analisadas na análise de similares.

O ideal seria que a composteira ficasse sob uma área coberta, sem incidência do sol e nenhum contato com chuva se optado pelo método de vermicompostagem. O calor extremo pode matar as minhocas e a entrada de água dentro da composteira, as matariam afogadas. Portanto, nesse caso, é de obrigatoriedade que a composteira fique em um local protegido.

Mas em outros cenários, caso a escolha seja o método de compostagem aeróbia, pode ser que o produto venha a ser utilizado em ambientes externos sob a incidência direta do sol, cujos raios UV podem vir a danificá-lo. Nesse caso, deve-se evitar a incidência direta do sol pois uma característica negativa do PEAD é justamente sua baixa resistência às variações bruscas do clima. Para corrigir esse defeito, e assim atrasar o desgaste e evitar a perda de propriedades do material, é necessário a aditivação do polímero, com antioxidante e estabilizante ultravioleta, por exemplo. Também são passíveis de sofrer danos ocasionados por agentes mecânicos, como por exemplo, quedas acidentais ou não suportar o peso do material.

Na relação inversa, o impacto que o produto pode causar ao ambiente, pode começar antes mesmo de sua fabricação. A produção de determinados materiais pode demandar a extração de recursos naturais e contribuir com a poluição de mares, rios, e também do ar. O PEAD, material muito versátil, é um polímero termoplástico derivado do petróleo. Para sua obtenção é necessário primeiramente que o petróleo seja extraído, sendo esse um recurso não renovável geralmente retirado do fundo do mar. A construção das plataformas de petróleo, geram diversas alterações no ecossistema marinho e contribuem para o vazamento de óleo nos mares. Além disso, o processo de refinamento do petróleo, necessário para a obtenção de plásticos e outros subprodutos do petróleo, demanda queima, fazendo com que monóxido de carbono e outros gases tóxicos se dispersem no ar, gerando poluição. Os materiais que virão a constituir o produto, também são responsáveis pelos impactos causados ao meio ambiente ao final de sua vida útil. O descarte do produto pode gerar um lixo, que quando não reciclado, pode permanecer no ambiente levando centenas de anos para se decompor e causando danos a diversos ecossistemas.

Quando perguntado a uma comunidade dedicada a compostagem e vermicompostagem do Facebook (grupo: Minhoca na Cabeça - Compostagem e Vermicompostagem) qual material faria mais sentido ao uso da compostagem, uma opção adicionada por um membro do grupo foi líder de escolhas: Material Plástico Reciclado. Essa resposta foi importante para identificar a própria vontade dos usuários para o material do produto.

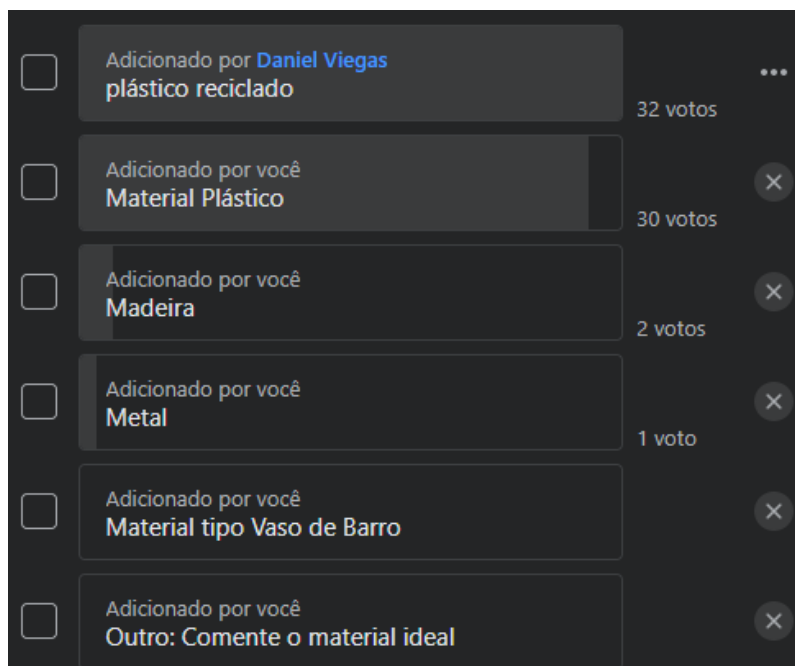


Figura 28 – Pesquisa sobre materiais mais requisitados em produto (composteira)
Fonte: Elaboração própria. 2020.

Dessa maneira, é importante buscar materiais recicláveis ou reciclados que possam fazer parte da composição da composteira. O PEAD é reciclável e apesar de ser originado através de processos danosos ao meio ambiente, também pode ser obtido através do reaproveitamento de outros produtos que chegaram ao fim de sua vida útil. O material deve-se ser resistente para que sua vida útil seja longa pois mesmo protegendo-o de sol e chuva o peso do composto pode danificá-lo com o tempo. A relação de ambiente está sintetizada abaixo:



Figura 29 – Relação produto-ambiente.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

2.7 Estudo prévio de materiais:

Dentre as composteiras reunidas na análise sincrônica feitas de plástico, encontramos basicamente 3 tipos de material principais: Polipropileno (PP), Polietileno (PE) e Poliestireno (PS). Viu-se a necessidade de fazer um estudo de cada um desses materiais para entender suas limitações e processos de fabricação. Além do mais, a escolha do material para o público infantil deve-se ser cuidadosa. O material precisa ser resistente a impactos com o fim de evitar superfícies cortantes, atóxico e leve. E, conforme analisado anteriormente, o material também precisa ser resistente aos raios UV e chuva, com o objetivo de prolongar seu tempo de vida útil. Também será pesquisado tipos de materiais plásticos reciclados para entender sua viabilidade para o projeto.

Os materiais mais comuns encontrados na análise sincrônica são todos termoplásticos, ou seja, são polímeros que, ao serem aquecidos, alteram sua viscosidade e então podem ser conformados ou moldados definindo uma nova forma. Isso acontece porque suas cadeias moleculares se afastam pela presença da alta temperatura e podem ser novamente ligadas ao serem resfriados. Por esse motivo, o material que se caracteriza por termoplástico pode ser reciclado inúmeras vezes. Por isso, será considerado na pesquisa somente materiais termoplásticos, ignorando os de característica termorrígidos (estes raramente podem ser reutilizados, tornando sua reciclagem difícil).

2.7.1 Polímeros termoplásticos de origem fóssil:

Polipropileno (PP): O polipropileno é um pouco mais rígido e resistente ao calor. Com densidade mais baixa, ele pode produzir peças com peso menor. É resistente e flexível, principalmente quando copolimerizado com etileno, tornando-se competidor direto de materiais como o acrilonitrila butadieno estireno (ABS). Além disso, ele é razoavelmente econômico e reciclável.

Para aplicações no meio externo, é necessário incluir aditivos de absorção de UV e antioxidantes. Além disso, aditivos *antiestáticos* podem ser adicionados para

ajudar a superfícies a resistir à poeira e sujeira. Quanto à temperatura de moldagem, à depender do tipo de PP, transita na faixa de 160°C - 166°C.

O processo de fabricação mais comum de produtos que se utilizam do material PP é a moldagem por meio da injeção. Técnicas semelhantes como extrusão, moldagem rotacional, e sopro também são muito utilizadas. O PP em formação semicristalina é naturalmente translúcido, no entanto, suas propriedades de transparência podem ser aprimoradas com a redução do tamanho dos seus cristais ou adicionando mais ramificações às suas cadeias. Também pode receber a coloração de pigmentos, que faz o material se tornar opaco.

Poliétileno (PE): Possui alta ductilidade e resistência ao impacto, no entanto, baixa resistência, dureza e rigidez. Além disso, pode se tornar frágil quando exposto à luz solar. Para aumentar sua resistência, negro de fumo é adicionado como estabilizador de UV. É reciclável e economicamente vantajoso. Existem diversos tipos de polietileno, cada um com propriedades e destinos de produção diferentes. Para os fins deste projeto, serão descritos apenas dois tipos de polietileno comercial mais comuns à indústria: o polietileno de alta densidade (HDPE) e polietileno de baixa densidade (LDPE).

Poliétileno de alta densidade (HDPE): Elevada resistência ao impacto e à abrasão, atóxico, impermeável, leveza, vida útil prolongada (por isso, esse material é muito utilizado na fabricação de tubos). Um terço de todos os brinquedos são fabricados em HDPE.

A Braskem e a Toyota Tsusho Corporation iniciaram atividades de marketing conjuntas para a produção de polietileno a partir da cana-de-açúcar. O que sugere que um material plástico com as mesmas propriedades seja gerado com menor uso de combustível fóssil e conseqüentemente uma redução, a longo prazo, da emissão de carbono.

Poliétileno de baixa densidade (LDPE): O polietileno de baixa densidade, comparado ao de alta densidade, apresenta cadeias com maior número de ramificações, e conseqüentemente menor empacotamento das cadeias. Esse

pequeno detalhe afeta nas suas propriedades, tornando o material menos denso, mais leve, mais flexível, e com maior resistência à impactos. Além disso, é atóxico, inerte, impermeável e requer baixo custo de produção. Seu uso é mais comum em frascos, embalagens, baldes, caixas d'água e sacolas plásticas.

Poliestireno (PS): O poliestireno é conhecido comumente em sua forma expandida (isopor), no entanto, ele é uma resina termoplástica com diferentes outras aplicações. Conhecido como poliestireno cristal (ou comum) esse tipo de material tem a transparência visualmente semelhante ao vidro. É quebrado facilmente, o que pode ser um problema para este projeto. Por outro lado, temos o *High Impact Polystyrene* (HIPS) que é obtido pela copolimerização com o monômero de butadieno e torna o material mais resistente. No entanto, o aperfeiçoamento de suas propriedades mecânicas compromete sua transparência, tornando-se um material translúcido de aparência leitosa.

2.7.2 Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes:

Visto que é um tema recorrente quando abordado assuntos ligados à produção de objetos de material plástico, a reciclabilidade ou uso de material ditos sustentáveis podem levantar diversas dúvidas. Resolveu-se incluir uma pesquisa, assistida pelo artigo Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes (BRITO et al 2011).

Biopolímeros: Produzidos a partir de matérias-primas de fontes renováveis tais como celulose, milho, quitina, cana-de-açúcar, etc. Possuem um ciclo de vida mais curto quando comparado a fontes fósseis, no entanto, não contribuem para a poluição no meio ambiente.

Alguns biopolímeros possuem grande potencial para substituição de polímeros de fontes fósseis. Abaixo, uma tabela mostrando a possibilidade dessa substituição por biopolímeros. Os biopolímeros apresentados na tabela são o amido, o poli (ácido láctico), conhecido pela sigla "PLA", o *polihidroxibutirato* cuja sigla é PHB, e o *polihidroxibutirato-co-polihidroxihexanoato* - PHBHx.

Tabela 1. Potencial de substituição de alguns polímeros provenientes de fontes fósseis por biopolímeros, adaptado de [3]

Polímero	PVC	PEAD	PEBD	PP	PS	PMMA	PA	PET	PC
Amido	-	+	+	+	+	-	-	-	-
PLA	-	+	-	+	+	-	+	+	-
PHB	-	+	-	++	+	-	-	-	-
PHBHx	+	++	++	++	+	-	-	+	-

++ substituição completa; + substituição parcial; - não substitui.

Tabela 3 - Potenciais de substituição de polímeros de fontes fósseis por biopolímeros.
Fonte: Brito et al, Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes, 2011.

Apesar de ser aparentemente vantajosa, a escolha do biopolímero pode ter algumas limitações relativas a sua processabilidade e seu uso como produto final. Para isso, diversos grupos de pesquisa vêm estudando meios de modificar esses materiais, transformando-os em blendas, compósitos ou nanocompósitos.

Polímeros biodegradáveis: São aqueles que podem ser degradados pela ação dos microorganismos (tais como bactérias e fungos). Podem ser obtidos tanto de fontes naturais renováveis como milho, celulose, batata, etc ou provenientes de fontes animais (quitina, quitosana ou proteínas). Sua degradação pode ocorrer em semanas ou meses, dependendo das condições adequadas para a biodegradação. A escolha desse material para o uso de uma composteira, portanto, pode apresentar problemas estruturais no tempo de vida útil do produto.

Polímeros verdes ou oxibiodegradáveis: São polímeros que outrora eram sintetizados 100% a partir de matérias-primas de origem fóssil, mas que com o avanço tecnológico, passaram a ser sintetizados em conjunto com matérias-primas de fontes renováveis sem perder suas propriedades observadas. Como exemplo, o polietileno verde e o PVC verde. No entanto, deve-se salientar que o adjetivo “verde” é utilizado em função da menor utilização de derivados do petróleo, se comparado com polímeros de origem fóssil convencionais. A longo prazo, a promessa é de que a redução no uso de fontes fósseis reduza também a emissão de carbono na atmosfera. Apesar disso, o polímero “verde”, ou oxibiodegradável, quando descartado imprópriamente, degrada-se em microplásticos e afeta da mesma forma o meio-ambiente.

O primeiro polietileno verde inclusive foi produzido pelo Brasil, pela empresa Braskem, a partir do etanol de cana-de-açúcar. E ainda no Brasil, a responsável pela produção do PVC verde é a Solvay Indupa, uma multinacional belga.

Quando a degradação dos materiais citados acima, é evidente que não podem ser aplicados em uma composteira, pois isso diminuiria seu tempo de vida útil. Mesmo que o material não esteja em contato direto com o material orgânico pois métodos para avaliar a degradação desses materiais envolvem em monitorar o crescimento de microorganismos decompositores, o que seria facilitado pela matéria orgânica depositada em seu interior.

2.7.3 Materiais plásticos reciclados:

De acordo com produtos encontrados na análise sincrônica já existem composteiras no mercado que utilizam de material reciclado em sua composição. Os mais comuns são o polipropileno e o polietileno, embora existam outros que vale a pena destacar neste item.

A reciclagem de termoplásticos mais comum é conhecida como reciclagem mecânica. Ela consiste na conversão de do material polimérico passando pelas seguintes etapas: 1) separação do resíduo polimérico, 2) moagem, 3) lavagem, 4) secagem, 5) reprocessamento. Por último, a transformação do polímero em um novo produto.

Existem variações nessas etapas devido aos diferentes equipamentos utilizados ou interesses econômicos diversos. Portanto, a propriedade e qualidade de cada material pode ser influenciada por esses motivos.

A etapa de separação é a mais importante do processo. É nela que serão identificados os materiais e quais possuem impurezas. A presença de contaminantes como cola, papel, metal ou outros polímeros podem alterar as propriedades do material reciclado. A etapa de separação no Brasil é feita, na maioria das vezes, de forma manual e por cooperativas de pequeno porte devido ao custo. A separação de diferentes polímeros é feita com a ajuda da simbologia de identificação presente na maioria dos produtos de material plástico.

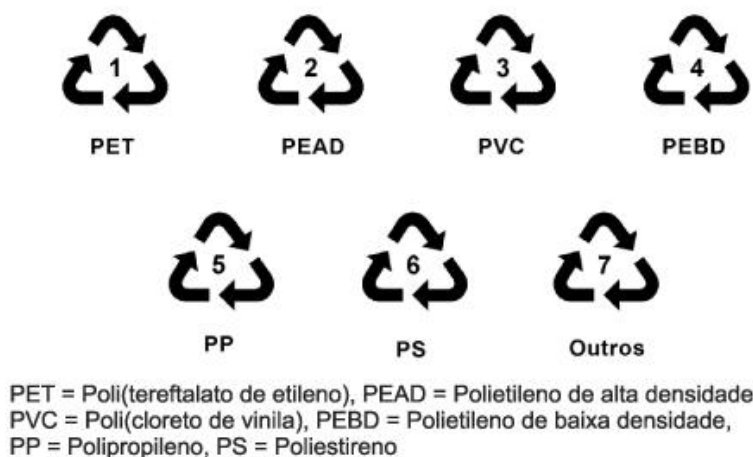


Figura 30 – Símbolos relativos à reciclagem de cada material plástico.
 Fonte: SPINACE, Márcia Aparecida da Silva; DE PAOLI, Marco Aurelio. A tecnologia da reciclagem de polímeros. Quím. Nova, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 65-72, Feb. 2005.

Outro método de separação envolve o uso da densidade do material em tanques de flotação. Alguns materiais flutuam e outros afundam e o uso de diferentes soluções em água, ajuda na separação desses materiais. Quanto mais semelhante a densidade, mais difícil é esta técnica. No entanto, é outro método relativamente simples de separação.

Depois de separado, o material deve ser moído e peneirado. É nessa fase que ocorre a transformação em “pallets”. Nas fases de lavagem e secagem, têm como objetivo retirar todo o detergente e pó proveniente da etapa anterior e tornar o material preparado para receber aditivos da etapa final, que geralmente são os mesmos que polímeros virgens recebem, mas que os tornam mais aptos a concorrer com os plásticos virgens do mercado.

Apesar da importância da etapa de separação, também é possível reciclar uma mistura de polímeros. No método de desenvolvimento da “madeira plástica”, por exemplo, pode-se utilizar uma mistura dos polímeros: PEAD, PEBD, poli(acrilonitrila-co-butadieno-co-estireno) (ABS), PP e até 20% m/m de PVC sem liberação de gases tóxicos. A madeira plástica pode ser utilizada em construção civil, mobiliário urbano e em locais onde a corrosão seja elevada (como próximo ao mar) pois estes objetos podem ficar expostos a intempéries por mais tempo em comparação com madeira comum.

O Polipropileno Bi-orientado (BOPP) também é um material que recebe mais de um tipo de plástico. Em muitos casos, quando o produto é composto por BOPP, a identificação de número 7, escrito "outros". A principal diferença de PP comum é a possibilidade de produção em espessuras mais finas, por isso é utilizado largamente em embalagens de alimentos cujo interior é laminado. No entanto, ele também pode ser transparente, opaco ou fosco. Apesar do material ser 100% reciclável, não foram encontrados dados sobre a reciclagem de BOPP no Brasil.

Polímeros de diferentes pigmentos também podem ser utilizados para reciclar usando-se mistura. Como visto em um projeto na plataforma de financiamento coletivo "indiegogo", que promete reaproveitar plásticos que não iriam ser reciclados e baterias transformando-as em carregadores portáteis, a mistura dos pigmentos pode gerar uma estética diferente, semelhante ao mármore.



Figura 31 – GOMI – Plástico reciclado.

Fonte: GOMI - Portable Chargers That Clean The Planet

<<https://www.indiegogo.com/projects/gomi-portable-chargers-that-clean-the-planet--3#/>>

Acesso: 14/09/2020

Conforme a pesquisa prévia de materiais mostrou, nem todos os polímeros com propósitos ecológicos são passíveis de serem utilizados em uma composteira. No entanto, materiais reciclados ainda podem ser considerados futuramente neste relatório.

2.8 Requisitos do projeto

A lista de requisitos abaixo é resultado da pesquisa dos objetivos e necessidades dos usuários junto com os dados recolhidos acerca das características da compostagem. Foram definidos requisitos obrigatórios, aqueles que são de extrema necessidade para que o produto atenda o que promete, e requisitos desejáveis, aquelas características que melhoram seu funcionamento ou estética mas que, sem elas, o produto ainda desempenharia sua função.

Classificação	Requisitos
Necessário	<ul style="list-style-type: none"> Atender ao uso de crianças entre 4 e 14 anos de idade Produto que facilite atividades pedagógicas Não apresentar perigo para crianças Material reciclado ou reciclável Material atóxico Fácil montagem Fácil de transportar Ser resistente a chuva e interpéries Fácil higienização Ser resistente ao peso
Desejável	<ul style="list-style-type: none"> Estética lúdica Possuir capacidade modular Baixo custo Facilidade de transporte logístico Possuir mais de uma caixa digestora

Figura 32 – Lista de requisitos necessários e desejáveis para o projeto.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

Capítulo 3: Conceituação formal do projeto

3.1 Geração de alternativas conceituais

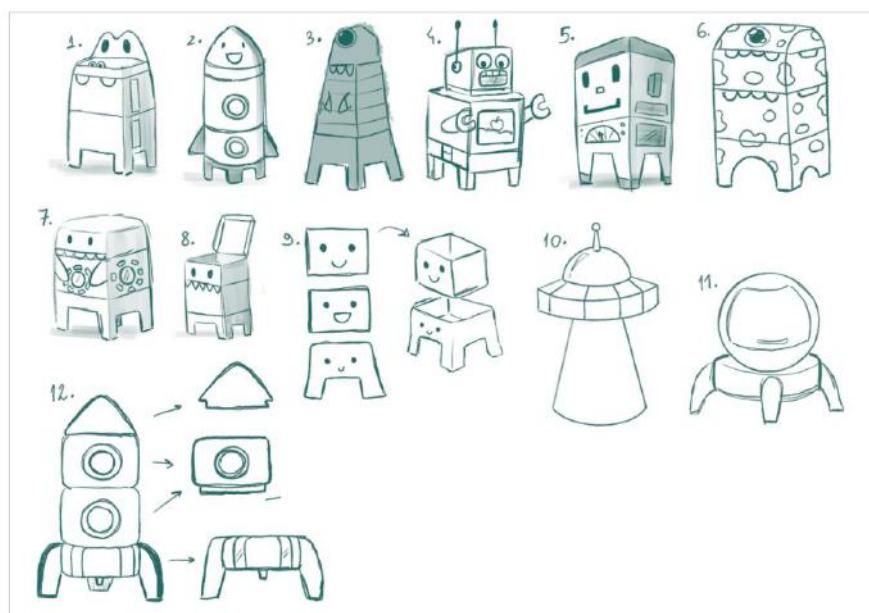
Dedicado a etapa de geração de possibilidades formais do produto, este capítulo tem como propósito registrar o processo criativo compreendido no desenvolvimento projetual. O início do processo de criação de ideias, vale a pena dizer, foi realizado simultaneamente com as etapas do capítulo anterior, com o objetivo de explorar a criatividade antes mesmo da definição de requisitos do produto. Foram realizados diversos esboços dos quais foram selecionadas 3 alternativas mais promissoras ao desenvolvimento projetual proposto, conseqüentemente analisadas e avaliadas conforme os requisitos estabelecidos.

Como tentativa de explorar mais formas, diferentes das encontradas na análise sincrônica (Anexo 1) foram recolhidas referências visuais para compor um *moodboard*, ferramenta muito utilizada por designers para proporcionar um cenário visual propício à criação e elaboração de novas ideias. Literalmente traduzido, o *moodboard* seria um “quadro de sentimento”, no caso, um quadro com elementos gráficos para auxiliar na criação do conceito trazendo ideias como cores, formas, materiais, etc.

Nas ideias iniciais, deu-se ênfase à característica lúdica, com o objetivo de atrair o interesse das crianças, sobretudo as mais novas, para a atividade de compostagem. Nesse sentido, no primeiro *moodboard* desenvolvido, **Figura 36 – Moodboard 1**, foram reunidas imagens de “monstrinhos” para tentar uma aproximação com o lúdico de “alimentar o monstrinho” ou de foguetes para fazer uma associação ao biodiesel (que poderia aproximar a compreensão e interesse pelo assunto de sustentabilidade e a possibilidade da sua implementação em futuras decisões da sociedade). Também tendo em vista o público infantil, foram pesquisadas referências visuais de mobiliário infantil que fogem um pouco de formas tradicionais.



Figura 33 – Moodboard 1
Fonte: Elaboração própria. 2020.



Quadro de esboços 1

Figura 34 – “Quadro de esboços 1”
Fonte: Elaboração própria. 2020.

Inspirado no moodboard lúdico, foram gerados os esboços apresentados na figura X. A maioria das alternativas foram realizadas antes do fechamento do capítulo anterior, portanto, algumas formas estruturais foram posteriormente avaliadas como inadequadas para elaboração do ranqueamento final. Algumas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, e 9) apresentariam a utilização de adesivos ou pinturas para agregar referências visuais lúdicas ao produto, porém essas opções foram descartadas pois poderiam comprometer o tempo de vida útil do objeto, com a ação da poeira e sujeira, prejudicando o acabamento. Além disso, o uso de adesivos poderia comprometer a reciclabilidade futura.

Outras alternativas, como a 3, a 10 e a 11 também foram descartadas por não proporcionarem uma modularidade vertical, característica estrutural desejável em uma composteira.

Nessa etapa de elaboração de possibilidades formais, tendo em vista as funções práticas e simbólicas desejadas para o produto em sua forma funcional e lúdica, a estrutura que mais se destacou foi a do número 12, o foguete, cuja estrutura poderia resolver questões relativas à compostagem de forma mais segura para crianças e meio ambiente.

Posteriormente, viu-se a necessidade de pesquisar formas menos complexas devido às limitações estruturais que uma composteira apresenta, considerando também a questão da higienização do produto.

Outro motivo que levou à pesquisa de estruturas mais simples foi a montagem do conjunto composto pelas caixas de uma composteira (digestora e coletora). A caixa digestora precisa sempre estar em cima da caixa coletora, as duas muito bem encaixadas e vedadas. O peso da caixa digestora, que recebe a terra e o conteúdo orgânico, é muito superior ao da caixa de baixo, a coletora, que armazena o biofertilizante, e que precisa suportar o peso de uma caixa digestora ou mais. Nesse sentido, estruturas complexas poderiam dificultar esse cálculo. Foram pesquisados móveis e estruturas como gaveteiros, caixas, diferentes tipos de suporte e estruturas esteticamente agradáveis porém consistentes, conforme o **Moodboard 2 - Figura 38**.



Figura 35 – Moodboard 2
 Fonte: Elaboração própria. 2020.

Pensando nas possibilidades funcionais com a organização e uso de mais de uma composteira, em um mesmo espaço escolar, foi realizada uma pesquisa de referências para se estudar o uso de uma modularidade horizontal, sentido avaliado como o mais adequado. Foram reunidas referências de mosaicos, cerâmicas e móveis com essa característica (**Figura 39 – Mooboard 3**). O objetivo de se explorar essas ideias era trabalhar a interação móvel do produto, que poderia ser alocado em diferentes espaços, juntando duas ou mais composteiras de mesmo formato modular.



Quadro de esboços 2

Figura 37 – Quadro de esboços 2
 Fonte: Elaboração própria. 2020.

Um dos problemas verificados quando analisadas as alternativas desenvolvidas nesta etapa foi o uso de formas que possuíam ângulos menores que 90° em seu interior, tais quais as alternativas: 13, 14, 15, 22 e 23. Devido a umidade do fundo das caixas, torna-se difícil a retirada do húmus quando o ângulo é menor. A opção 25 foi descartada devido a dificuldade no manuseio, sua forma poderia dificultar o encaixe ou a retirada das caixas digestoras devido ao peso. No entanto, alternativas como as do módulo hexagonal (24) ou a inspirada em células de plantas (26) trouxeram formas interessantes para o projeto. Outras formas, mais funcionais, também se destacaram pela simplicidade e funcionalidade: 16, 17 e 20.

Como verificado no Quadro de esboços 2 (Figura 40), houve perda de uma estética mais lúdica em relação aos primeiros esboços, então, pensou-se em realizar mais uma pesquisa de imagens e produtos referências para então gerar mais alternativas e explorar novas possibilidades do lúdico: o uso de transparência, o desenho e brinquedos de encaixe.

O uso de um material transparente na composteira ajudaria na visualização do que ocorre em seu interior: como a decomposição da matéria orgânica ou a rotina da vermicompostagem. É uma característica bastante desejável pois alguns professores entrevistados alegaram que as minhocas já atraíam a atenção das crianças por si só, tornando-se o centro das atenções da atividade.

Na pesquisa de imagens, surgiram móveis fabricados para serem usados como área para desenhar. Portanto, pensou-se também no uso do desenho: E se o material da composteira pudesse funcionar como uma espécie de quadro branco, podendo ser reutilizado diversas vezes, conforme orientações e tarefas propostas pelos professores?

Brinquedos de encaixe também foram considerados na pesquisa por serem intuitivos e permitirem que crianças utilizem da criatividade para reordenar peças e encaixá-las em seus lugares. Pensou-se, por exemplo, em brinquedos como o *Mr. Potato Head*¹⁹ cuja peculiaridade é possuir diversas peças que podem ser encaixadas para formar seu rosto e o mobiliário *Paradise Tree*²⁰, um cabideiro modulado onde a ordem de suas seções podem ser reordenadas.



Figura 38 – Moodboard 4
Fonte: Elaboração própria. 2020.

¹⁹ Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Mr._Potato_Head > Acesso: 25/09/2020

²⁰ Disponível em: < <https://www.magisdesign.com/product/paradise-tree/> > Acesso: 25/09/2020

Alternativas destacadas nos quadros de esboços anteriores foram selecionadas junto a mais duas alternativas criadas (6 e 7) para uma pré-avaliação, conforme a figura 42 abaixo. Estas foram pensadas para proporcionar interatividade com o produto, encaixando outros componentes à sua estrutura principal.

Alternativas selecionadas para pré-avaliação

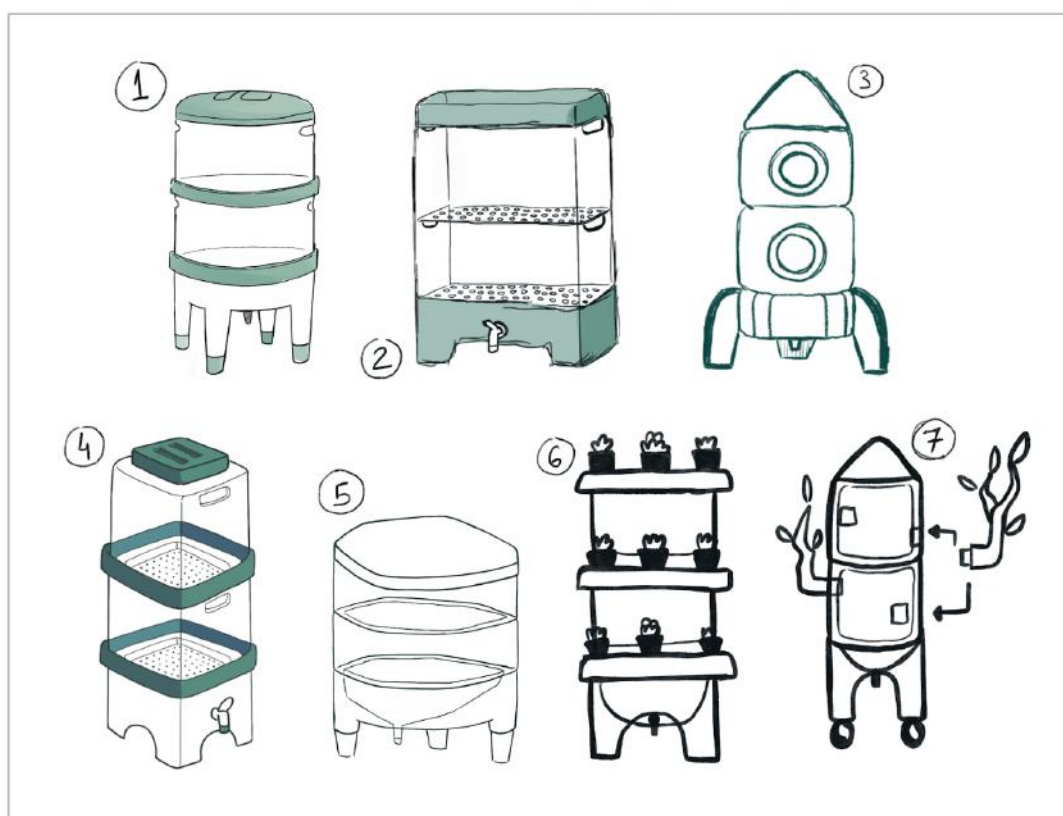


Figura 39 – Alternativas selecionadas para pré-avaliação
Fonte: Elaboração própria. 2020.

Decidiu-se selecionar apenas alternativas que apresentassem transparência, pois foi observado que essa particularidade facilitaria atividades pedagógicas. Além disso, todas também possuem modularidade vertical: Podendo ser adicionada mais uma caixa digestora conforme a necessidade da turma. O uso de rodinhas para facilitar o transporte é opcional.

Uma questão presente durante a geração de alternativas foi o aspecto lúdico que entrava em conflito com a funcionalidade do produto, mas que, no entanto, era muito desejável ao projeto. Contudo, houve uma preocupação com a abrangência das

idades definidas no capítulo 2 como público alvo. Quanto que uma criança de 4 anos poderia se sentir mais familiarizada com uma forma lúdica mais literal, crianças mais velhas poderiam não ter o mesmo efeito. Além disso, decidiu-se priorizar o processo educacional em si, evitando que elementos extras atrapalhem a visualização ou acabem desviando a atenção da atividade. Portanto, as alternativas 3 e 7 foram eliminadas do ranqueamento final.

A alternativa 5 foi inspirada no formato de células de plantas vistas por microscópio. Imaginou-se que se cada turma tivesse sua própria composteira, elas teriam certa ligação visual se ficassem agrupadas em um mesmo lugar. Com a transparência, seria fácil ver as camadas e o processo da vermicompostagem e associar o formato da composteira com o vínculo biológico.



Figura 40 – Célula vista pelo microscópio óptico.

Fonte: "<https://br.pinterest.com/pin/786159678678109734/>" Acesso: 26/09/2020.

A alternativa 6 tem formato cilíndrico e suporte para encaixe de pequenos vasinhos de plantas onde poderiam ser cultivadas com a ajuda do húmus vindo da composteira, atividade que ampliaria a compreensão da utilidade e aplicação da compostagem. Conforme visto na vista superior na figura abaixo, o suporte poderia admitir, pelo menos, 5 vasinhos, totalizando o total de 15 deles dispostos em torno da estrutura.



Figura 41 – Alternativa 6
Fonte: Elaborado pela autora. 2020.

As alternativas 1, 2 e 4 foram importantes para se explorar encaixes e pegas para as laterais do produto, tal como a ligação entre as caixas, contudo, elas não apresentaram nenhum diferencial em relação às do mercado, fora a transparência, que pudesse facilitar a interação de crianças com as atividades. A alternativa 1 foi descartada por se assemelhar formalmente com a alternativa 6 e por não oferecer outro diferencial. A alternativa 4 foi eliminada pois sua configuração quadrada a faria mais alta do que a alternativa 2, podendo dificultar o acesso de crianças mais baixas.

Dessa forma, foram escolhidas as alternativas 2, 5 e 6 como alternativas a serem exploradas e movidas para o ranqueamento final.

3.2 Desenvolvimento de alternativas

Para fins práticos, as alternativas 2, 5 e 6 serão agora chamadas de A, B e C, respectivamente e serão analisadas separadamente, buscando melhorar alguns aspectos formais e mostrando diferentes vistas quando necessário para uma melhor compreensão.



Figura 42 – Alternativas finais
Fonte: Elaborado pela autora. 2020.

3.2.1 Alternativa A

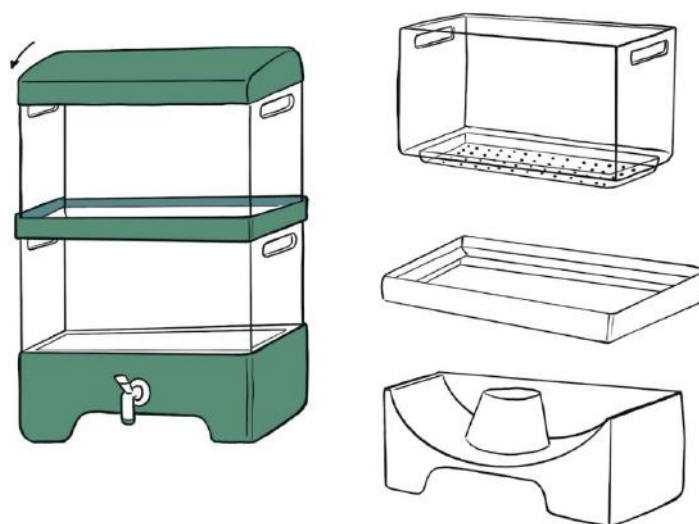


Figura 43 – Alternativa A.
Fonte: Elaborado pela autora. 2020.

A alternativa A foi pensada para facilitar a visualização interna das camadas de compostagem através da sua transparência, como exemplificado no capítulo 2. Além

disso, julgou-se ser necessário seu atributo funcional: Suas caixas digestoras teriam uma leve inclinação para não acumular umidade em sua base, desta forma, facilitando a retirada do composto rico em nutrientes posteriormente. Além disso, as caixas seriam modulares, podendo ser adicionado mais de um andar ao produto. Mais um diferencial estaria nas cavidades para melhor acomodar as mãos durante o manuseio, com isso, as caixas digestoras poderiam ser trocadas com maior segurança e facilidade.

A caixa coletora, por sua vez, deve possuir uma rampa para canalizar o biofertilizante para a torneira, agilizando a retirada do líquido e evitando que o produto precise ser inclinado. A ilha das minhocas ficaria no centro para que elas pudessem escalar novamente para a caixa digestora posicionada acima.

A tampa deve ser inclinada para não acumular água de chuva.

3.2.2 Alternativa B

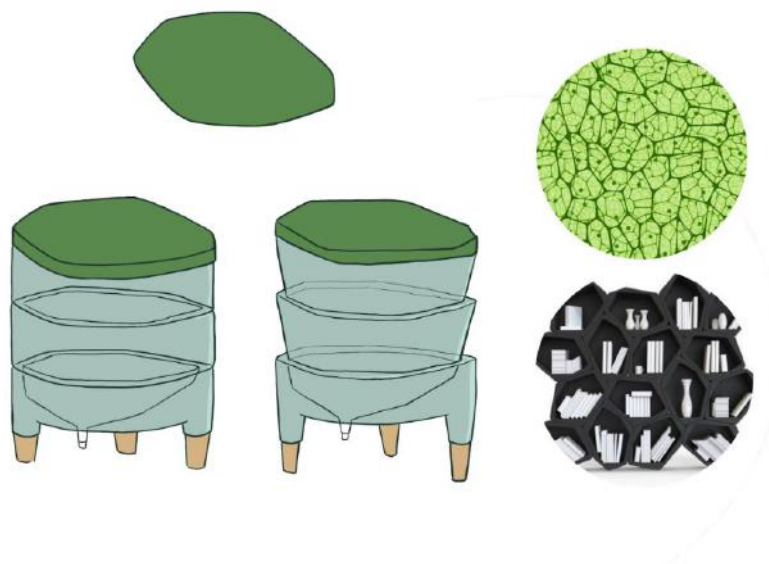


Figura 44 – Alternativa B
Fonte: Elaborado pela autora. 2020.

Esta alternativa foi gerada pensando nas formas orgânicas que uma célula de planta apresenta quando vista por um microscópio. Seria fabricada em plástico transparente verde para ajudar na visualização total do processo. A tampa seria de plástico reciclado e os pés de madeira sustentariam a estrutura.

Uma das dificuldades encontradas no primeiro rascunho dessa forma foi sua dificuldade na logística. Seria desejável que suas caixas digestoras pudessem ser agrupadas para serem enviadas com mais facilidade e prezando o baixo custo. Portanto, criou-se outra alternativa onde as caixas possuem uma base menor e que possam ser encaixadas naturalmente. Outra dificuldade foi imaginar onde seriam as pegas das caixas que auxiliam no manuseio de suas trocas. Devido a sua forma menos regular, poderia ocorrer um desequilíbrio devido ao peso.

A alternativa foi pensada caso a escola pudesse agrupar várias composteiras iguais em um mesmo lugar, criando a sensação que pertencem ao mesmo módulo e simulando a inspiração inicial: células. Para isso, optou-se pela torneira em seu interior para não impedir o agrupamento. Sua caixa coletora seria semelhante a um funil, direcionando o líquido proveniente da compostagem para o centro inferior do produto. As paredes, poderiam possuir rugosidades caso ocorressem quedas de minhocas no líquido, dessa forma, as minhocas poderiam escalar de volta a caixa digestora acima.

3.2.3 Alternativa C

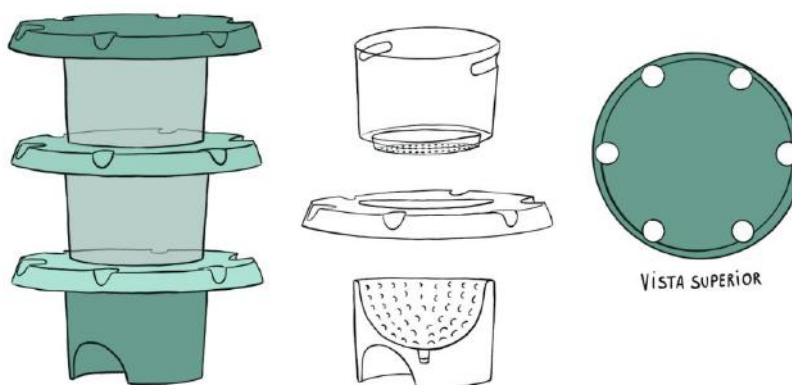


Figura 45 – Alternativa C.
Fonte: Elaborado pela autora. 2020.

A alternativa C também é modular. Suas caixas digestoras podem ser encaixadas umas nas outras para facilitar a logística, tal como os anéis de apoio que conectam as caixas e ajudam em sua sustentação.

O diferencial dessa alternativa está em suas cavidades nos anéis de apoio para se adicionar vasinhos de plantas, que podem ser cultivadas durante a atividade de compostagem ajudando na interatividade com o projeto. Cada anel possuiria 6 furos para encaixe de vasos.

Suas caixas digestoras seriam transparentes, quanto que a coletora e as tampas seriam fabricadas em material plástico reciclado e assim como a alternativa anterior, sua torneira ficaria na base, conectada a um funil preenchido com rugosidades que ajudariam caso as minhocas caíssem na caixa de baixo.

3.3 Ranqueamento

O critério para seleção da alternativa final deu-se fundamentalmente pela lista de requisitos definidos no final do capítulo 2. Achou conveniente ranquear cada item com no máximo 3 pontos para mostrar qual alternativa melhor se destaca em cada categoria. Ao final, serão contados a quantidade de pontos que cada opção conceitual obteve.

Como uma das diretrizes dos requisitos era possuir “material reciclado ou reciclável” e todas as opções já apresentavam esse diferencial, o item foi mudado para “ergonomia” onde foi ranqueado com base no diferencial ergonômico que cada opção ofereceria.

Ranqueamento para a seleção da alternativa final

	REQUISITOS	ALTERNATIVAS		
		A	B	C
OBRIGATÓRIOS	Atender ao uso de crianças entre 4 e 14 anos de idade	● ● ●	● ● ●	● ● ●
	Produto que facilite atividades pedagógicas	● ● ●	● ●	● ● ●
	Não apresentar perigo para crianças	● ● ●	● ● ●	● ● ●
	Ergonomia	● ● ●	●	● ● ●
	Fácil montagem	● ● ●	●	● ● ●
	Material atóxico	● ● ●	● ● ●	● ● ●
	Fácil de transportar	● ●	●	● ● ●
	Ser resistente a chuva e interpéries	● ● ●	● ● ●	● ● ●
	Fácil higienização	● ● ●	● ●	● ● ●
	Ser resistente ao peso	● ● ●	● ●	● ● ●
DESEJÁVEIS	Estética lúdica	● ● ●	● ●	● ● ●
	Possuir capacidade modular	● ● ●	● ● ●	● ● ●
	Baixo custo	● ● ●	● ● ●	● ● ●
	Facilidade de transporte logístico	●	● ●	● ● ●
	Possuir mais de uma caixa digestora	● ● ●	● ● ●	● ● ●
	Pontuação:	40	34	45
	Posição:	2º	3º	1º

Tabela 4 - Ranqueamento final.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

Desta forma, a alternativa C foi a que apresentou mais vantagens considerando os requisitos definidos no capítulo anterior e seu desenvolvimento será detalhado no próximo capítulo.

Capítulo 4: Concepção final

4.1 Explorando a alternativa

Este capítulo visa detalhar o desenvolvimento técnico da alternativa escolhida e explicar como o produto foi dimensionado, utilizando como base medidas de produtos já existentes. O momento de coleta de dimensões foi fotografado e detalhado nas páginas seguintes, assim como, a identidade visual, a estrutura modelada tridimensionalmente e a ambientação do produto em diferentes espaços.

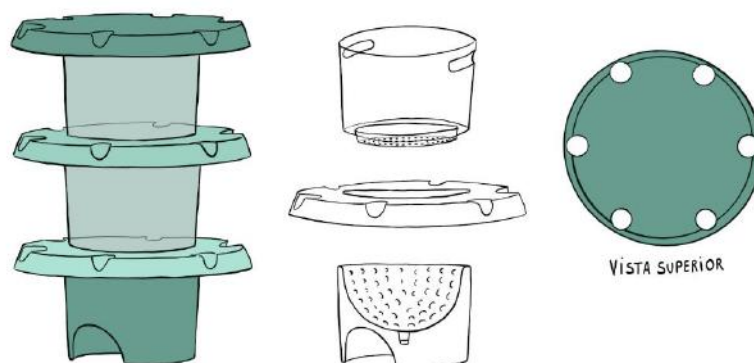


Figura 46– Alternativa C: A alternativa escolhida para detalhamento.
Fonte: Elaborado pela autora. 2020.

Como visto no capítulo anterior, a alternativa C foi escolhida por conseguir atingir mais objetivos definidos nos requisitos do projeto. Porém, algumas modificações foram feitas em sua estrutura visando melhorar alguns aspectos funcionais.

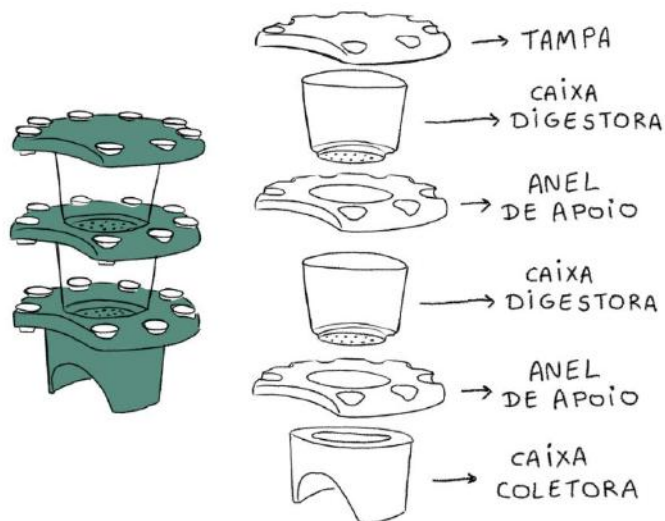


Fig X. “Rascunho mostrando corte e vista explodida do produto com modificações visando melhorias de forma e função”.
Fonte: Elaborado pela autora. 2020.

Para isso, foi feito um corte na vista superior e dessa maneira, a composteira poderá ser agrupada com outras, se possível de outras turmas de uma mesma escola e assim, interagindo com movimento e dinamismo (Figura 52). Modificações também foram feitas na caixa digestora: sua inclinação foi modificada para que pudessem ser empilhadas e facilitar a logística. Sua transparência se manteve, porém, sem uso de coloração.

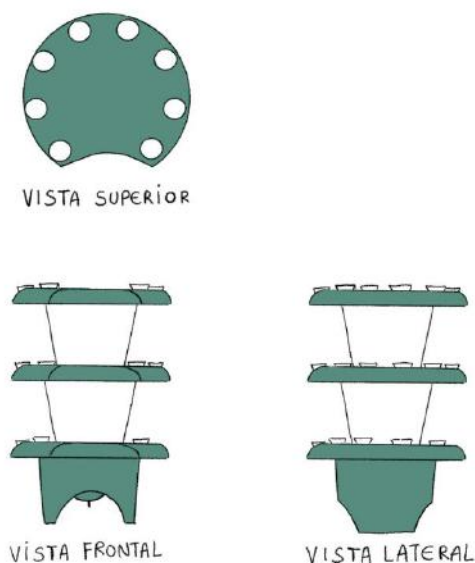


Figura 47 - Rascunho das vistas do produto.
Fonte: Elaborado pela autora. 2020.

Possibilidades de ORGANIZAÇÃO DA VISTA SUPERIOR DO PRODUTO

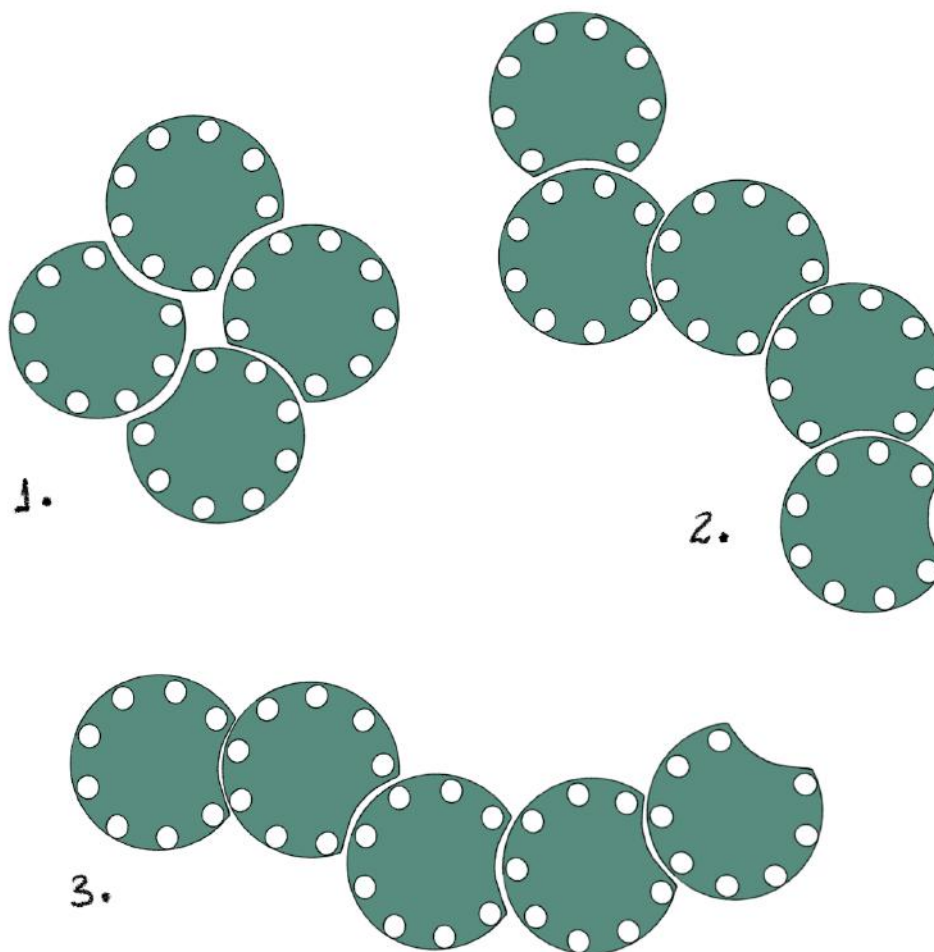


Figura 48 - Possibilidades de organização da vista superior do produto.
Fonte: Elaborado pela autora. 2020.

Com essas modificações, a composteira pode ser agrupada com outras proporcionando maior interação dos alunos no uso do produto. Dessa forma as diferentes turmas de alunos poderão ter suas próprias composteiras e, quando agrupadas, em um pátio ou em uma sala, permitiria mais interatividade com os usuários (crianças e professores) criando não só um pequeno espaço imersivo da atividade como também a interação com outras turmas. Na Fig. 48, são apresentados,

através de vistas superiores, exemplos de como poderiam ser organizadas as unidades da composteira. (vista superior). Outra modificação pertinente para o bom funcionamento do produto foi optar por uma estrutura mais estável com somente um andar: retirando um anel de apoio e uma caixa digestora. Essa decisão, além de tornar o produto mais seguro proporcionando-o equilíbrio também o faria mais viável economicamente, uma vez que agora possui menos peças.

As composteiras disponíveis para venda geralmente apresentam dois andares para fins práticos: enquanto uma caixa já está cheia em processo de decomposição do material orgânico nela depositado, processo que dura entre dois a seis meses, há uma segunda caixa para ser preenchida durante esse tempo. Como este projeto seria para fins educacionais, a presença de mais uma caixa digestora seria desnecessária, justificando a decisão de retirar um andar.

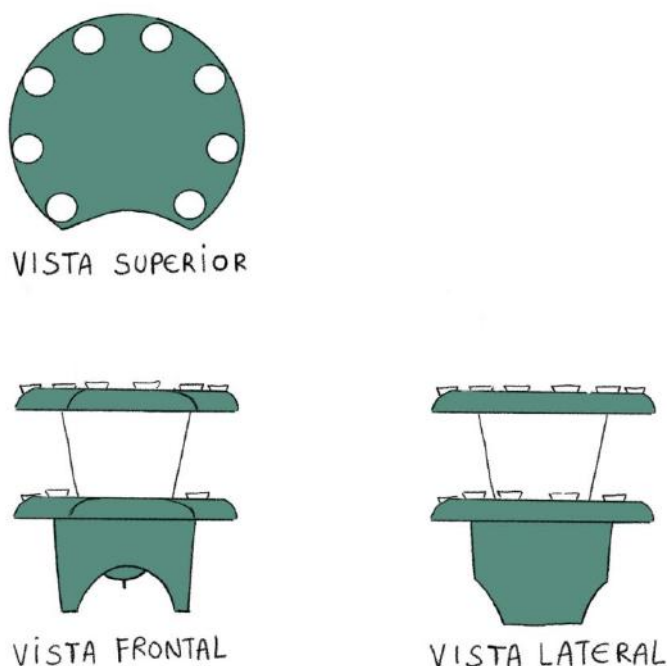


Figura 49 - Alteração na estrutura do produto.
Fonte: Elaborado pela autora. 2020.

4.2 Dimensionamento

Após a definição da alternativa final a mesma deveria ser prototipada em escala em um modelo volumétrico real para o estudo estrutural das dimensões. Porém, pelo curto espaço de tempo causado pela natureza pandêmica do ano de 2020, não houve como realizar essa etapa. Em adaptação, foram feitos estudos baseados em dimensões de objetos reais descritos abaixo e, posteriormente, estudos tridimensionais digitais em um software paramétrico cuja característica de edição de dimensões tornou-se muito favorável ao projeto, acelerando resultados do estudo de métricas.

Para saber qual a altura mínima que precisaria possuir cada caixa digestora foram medidas as alturas de duas estruturas: Uma composteira improvisada que foi construída para auxiliar neste projeto e um balde cilíndrico de 10L.



Figura 50 - Coletando medidas para altura da caixa digestora.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

Posteriormente, foi tirada a medida do diâmetro do fundo do mesmo balde para ter a noção mínima da base da caixa digestora. A medida do fundo de um cesto de roupa também foi usada como outro objeto comparativo.



Figura 51 - Coletando medidas para o fundo da caixa digestora.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

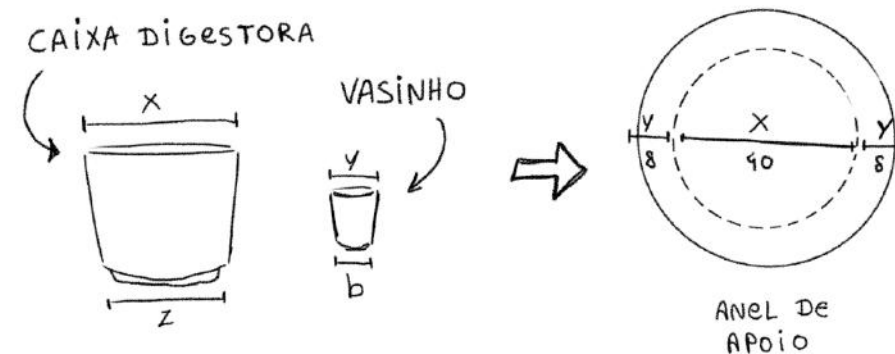
Parte do cesto também foi utilizado para tirar medidas de altura e largura pois foi o único objeto próximo que possuía uma base menor do que o topo, essa característica cônica seria importante para o projeto. Ao coletar essas duas medidas, consegue-se o ângulo que o lado do objeto faz-se em relação ao chão.



Figura 52 - Coletando medidas do ângulo da estrutura.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

Para auxiliar no diâmetro do anel de apoio, foi tirada as medidas de um pequeno vaso de planta que poderia ter suas dimensões encaixadas na estrutura. Sua altura de aproximadamente 6,5 cm e diâmetro maior 8 cm foram importantes para se definir o diâmetro do anel de apoio conforme mostra o esquema abaixo.

COLETANDO DIMENSÕES PARA O ANEL DE APOIO :



DIMENSÕES COLETADAS :

$X = 40 \text{ cm}$
 $Z = 25 \text{ cm}$
 $Y = 8 \text{ cm}$
 $b = 5 \text{ cm}$

⇒ Medida mínima para anel de apoio = 56 cm //

Figura 53 - Rascunho digitalizado da coleta de dados.
 Fonte: Elaboração própria. 2020.



Figura 54 - Medida do vasinho de planta.
 Fonte: Elaboração própria. 2020.

Após ter coletado as medidas, estas foram adaptadas em modelos tridimensionais digitais. Com a ajuda de um modelo inicial criado a partir de uma única revolução, ou seja, rotacionada uma única vez no eixo y (figura59), conclui-se que todas as peças da composteira poderiam partir de estruturas revolucionadas. Graças a este modelo digital também foi definido o tamanho das alturas dos anéis de apoio e

tampa (que foram comparados com as medidas das caixas). Cada parte da composteira foi dividida em 4: caixa coletora, anel de apoio, caixa digestora e tampa.

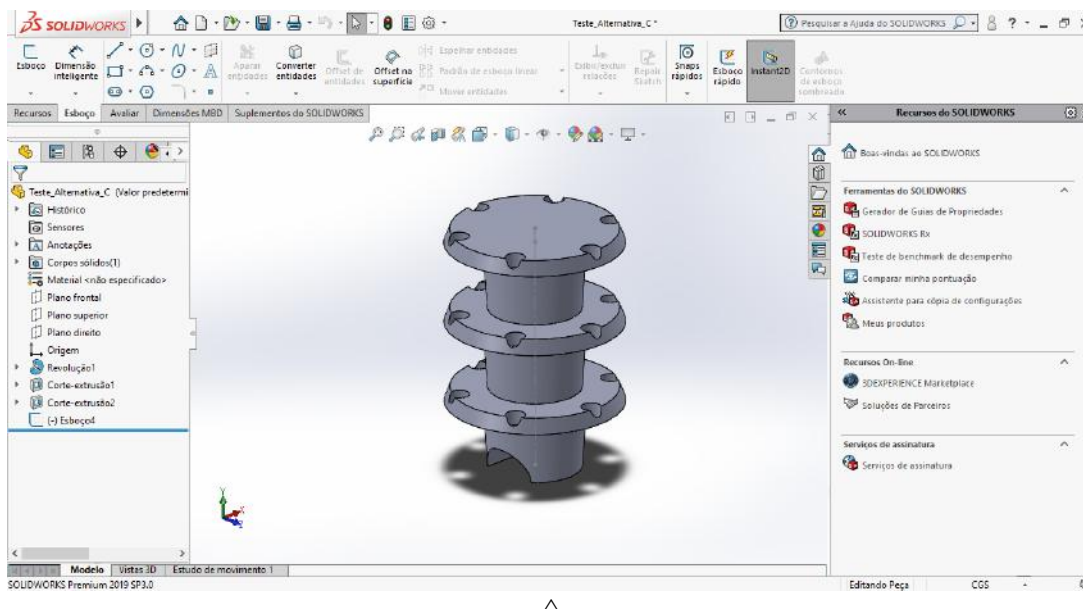


Figura 55 - Modelo inicial feito em uma única revolução.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

Posteriormente, fazendo testes nos modelos tridimensionais, algumas medidas que foram coletadas anteriormente foram modificadas para se adequar ao projeto, uma vez que dentro do software paramétrico pode-se editar essas modificações sem maiores problemas.

4.3 Apresentação Geral

Ao modelar o produto tridimensionalmente, viu-se a necessidade de fazer alguns ajustes em suas dimensões pensando na estrutura e encaixes. Nesse sentido, algumas medidas coletadas no item anterior foram usadas somente para uso comparativo. Modificações também foram feitas na tampa, incluindo uma pega no centro para um melhor manuseio da mesma, chegando no resultado final abaixo.



Figura 56 - Render do produto.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

A composteira é basicamente montada por encaixes simples. Sua estrutura, quando agrupada com outras semelhantes, permite que elas se encaixam por meio da abertura em meia lua localizada tanto no anel de apoio, quanto na tampa, podendo estabelecer uma relação de movimento. Dessa forma, cria-se um ambiente de bastante interação. O conjunto da composteira compreende os seguintes componentes: uma tampa, uma caixa digestora, um anel de apoio, uma caixa coletora, dezesseis cachepots e uma válvula para remover o líquido. Esses componentes serão melhor detalhados a seguir.

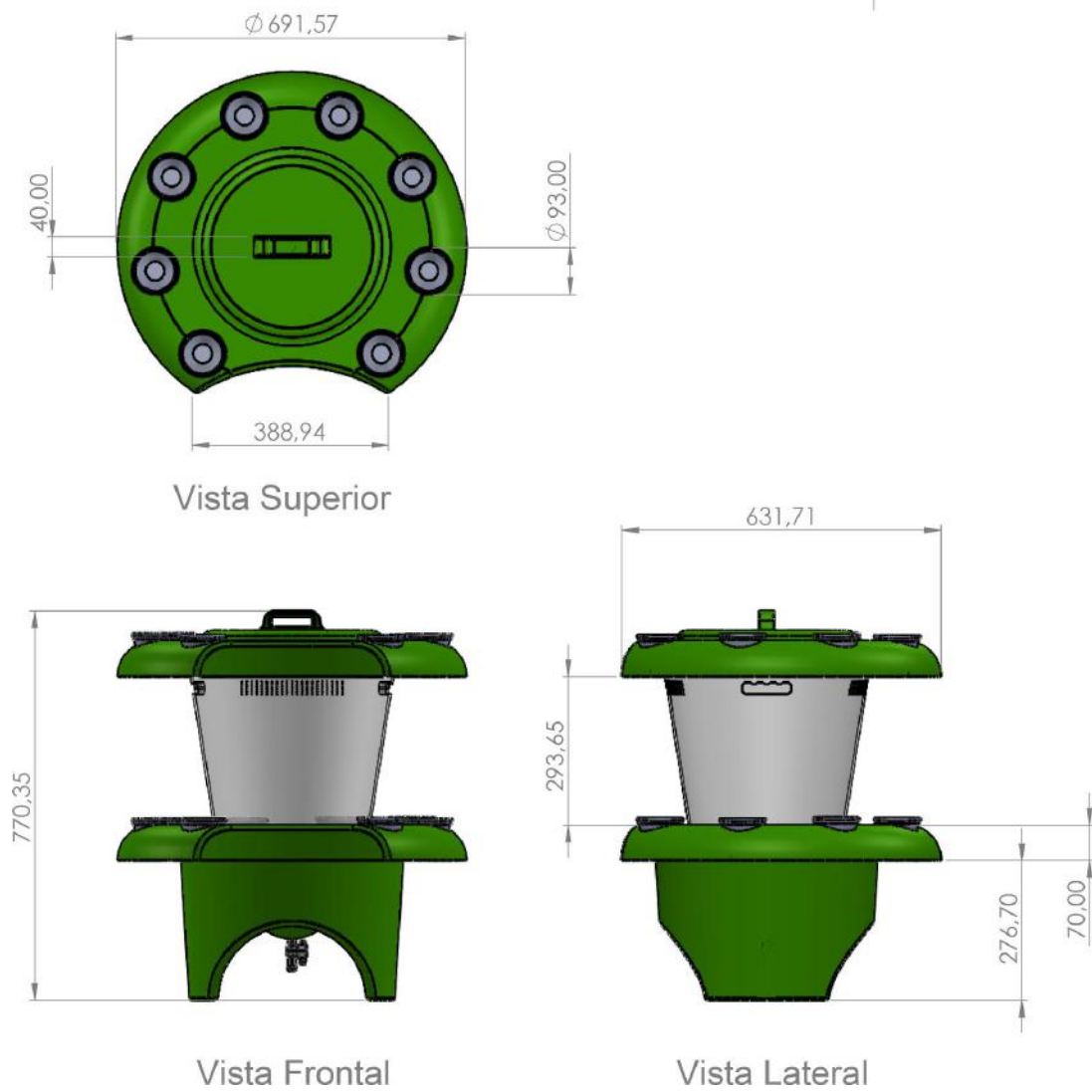


Figura 57 - Dimensões gerais do produto em milímetros. Escala 1:10.
Fonte: Elaboração própria. 2020.



Figura 58 - Render da explosão do produto e seus componentes.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

4.3.1 Tampa



Figura 59 - Render da vista superior da tampa.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

A tampa do produto é uma peça revolucionada no eixo y que sofre um corte na vista superior no formato de meia lua para possibilitar o encaixe de uma composteira com outra, facilitando diferentes formas de configuração quando agrupadas duas ou mais composteiras. A tampa também possui uma pega simples, externa e

centralizada, possibilitando o seu manejo com o uso de somente uma mão. Pequenos furos foram dispostos ao redor da extremidade da tampa, projetados para alocar oito pequenos cachepots de planta e encaixados até a base da tampa. Dessa forma, ao ser posicionada a tampa na caixa digestora, não há o risco de perder o equilíbrio ao se colocar os cachepots em seus furos.



Figura 60 - Render da tampa sem e com cachepots.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

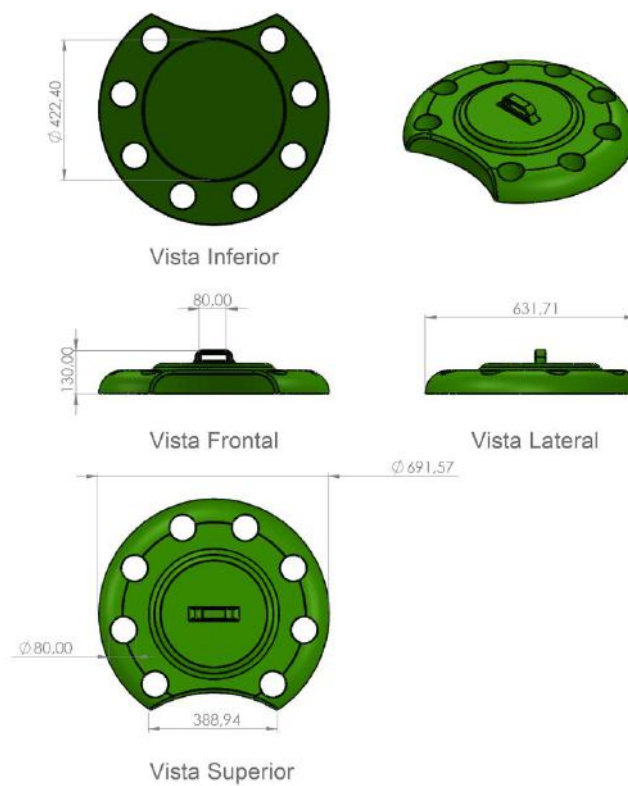


Figura 61 - Dimensionamento geral da tampa em milímetros. Escala 1:10.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

4.3.2 Caixa Digestora:



Figura 62 - Render da caixa digestora.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

A caixa digestora é o recipiente destinado ao conteúdo orgânico, a terra, a matéria seca e as minhocas. Esse conteúdo será organizado nesse recipiente em camadas de acordo com as recomendações debatidas no capítulo dois. É onde ocorre a decomposição com a ajuda de microrganismos também. Por este motivo, as medidas como a altura total precisaram ser modificadas, uma vez que precisava-se de espaço para que fosse possível ver as camadas da atividade se modificando com o tempo. Cento e vinte e um furos foram feitos em sua base para que o líquido proveniente dessa decomposição fosse canalizado para fora da caixa, evitando que o composto se tornasse muito úmido (o que poderia matar as minhocas, uma vez que elas possuem respiração cutânea).

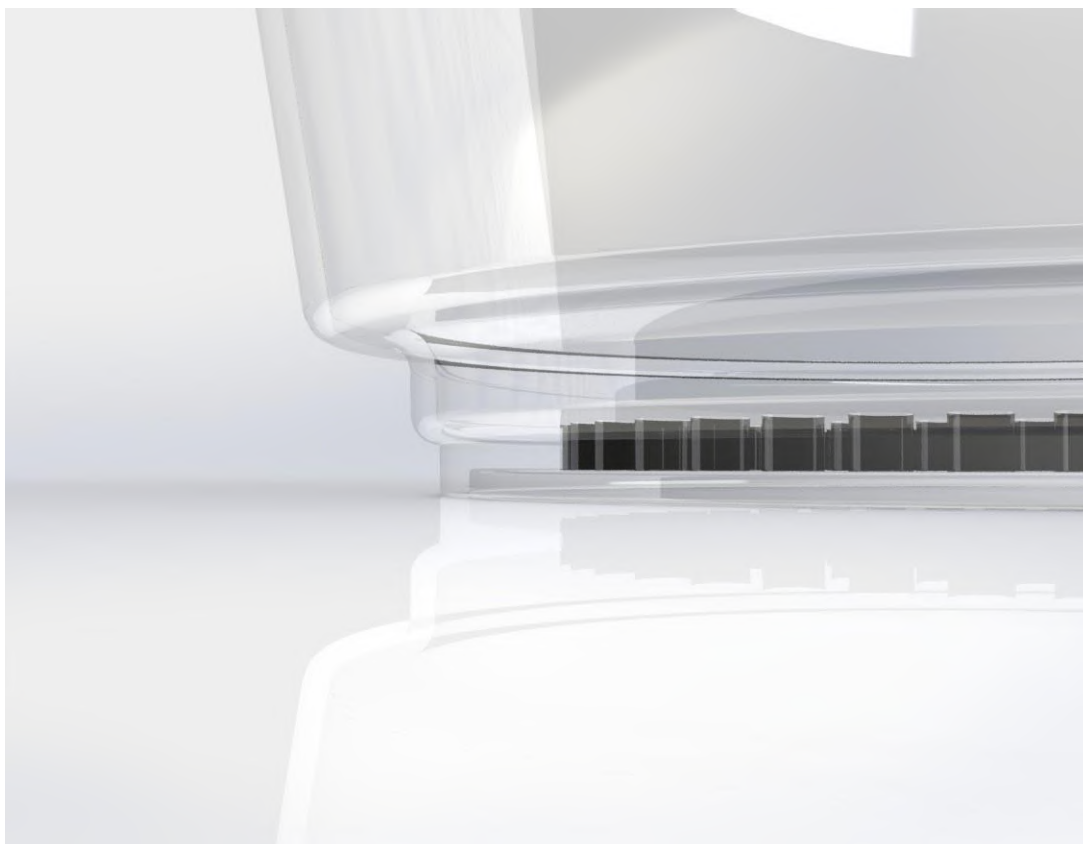


Figura 63 - Ressalto na caixa digestora.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

Um ressalto também foi projetado na base da caixa digestora, criando um pequeno espaço entre a base da caixa digestora e a superfície em que ela seria apoiada (como o chão, por exemplo). Dessa forma, qualquer minhoca que estivesse no local, não seria esmagada no momento de retirada do composto ou limpeza do objeto.

Uma outra característica importante da compostagem é a presença do oxigênio, que ajuda na decomposição acelerando o processo. Para isso, foram feitos 126 micro furos nas laterais das caixas digestoras.

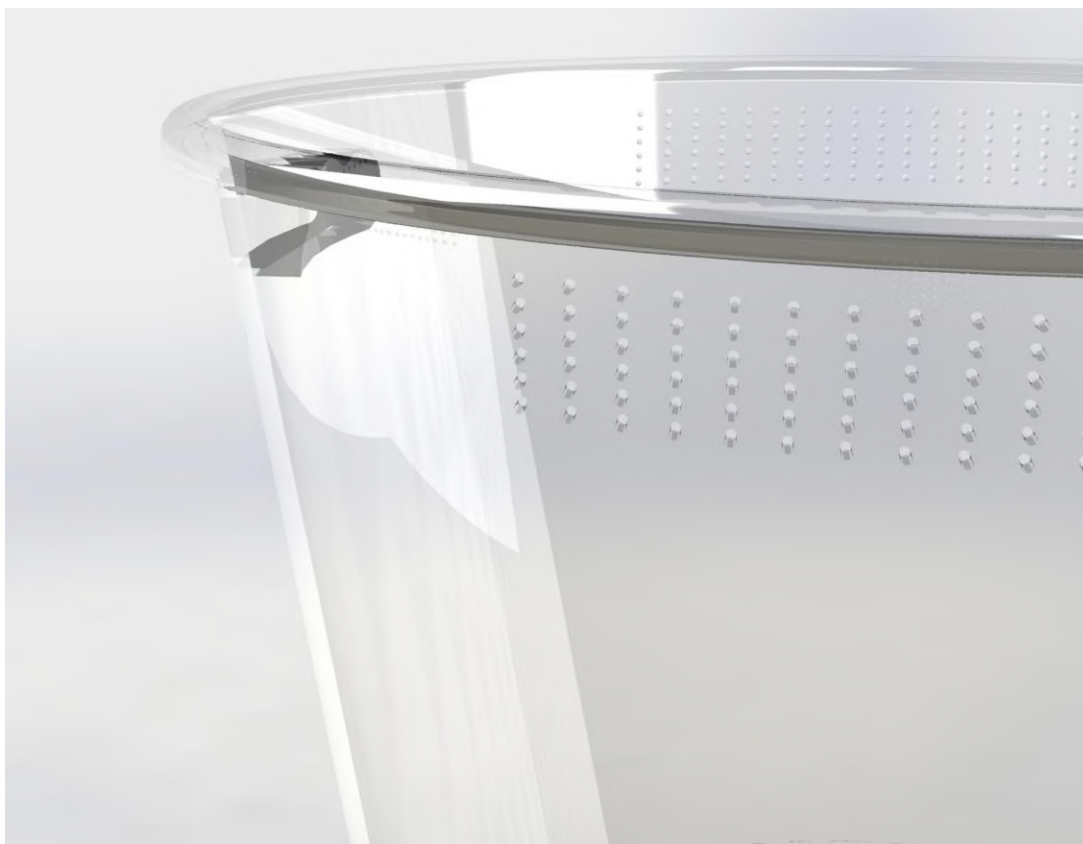


Figura 64 - Microfuros da caixa digestora.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

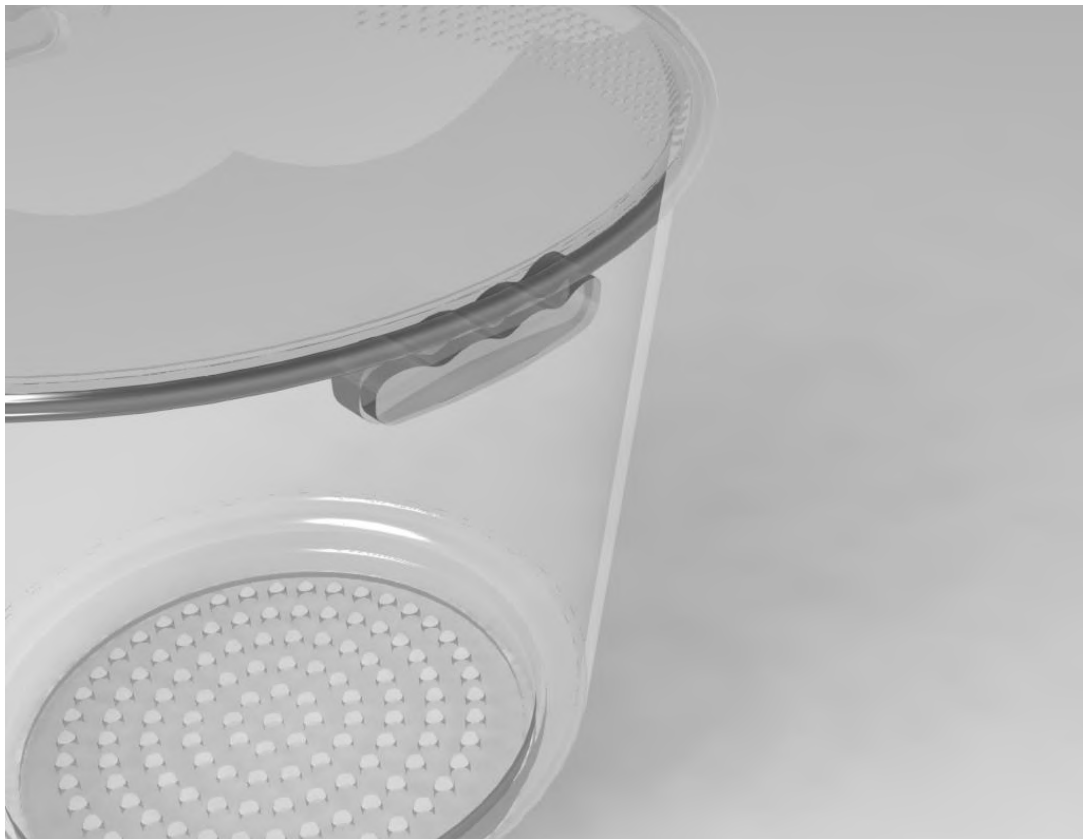


Figura 65 - Pega da caixa digestora.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

Por fim, foram projetadas pegas na estrutura para facilitar o manuseio, pequenas cavidades que possuem encaixe para os dedos em formato curvo para que o peso da caixa não machuque o usuário.

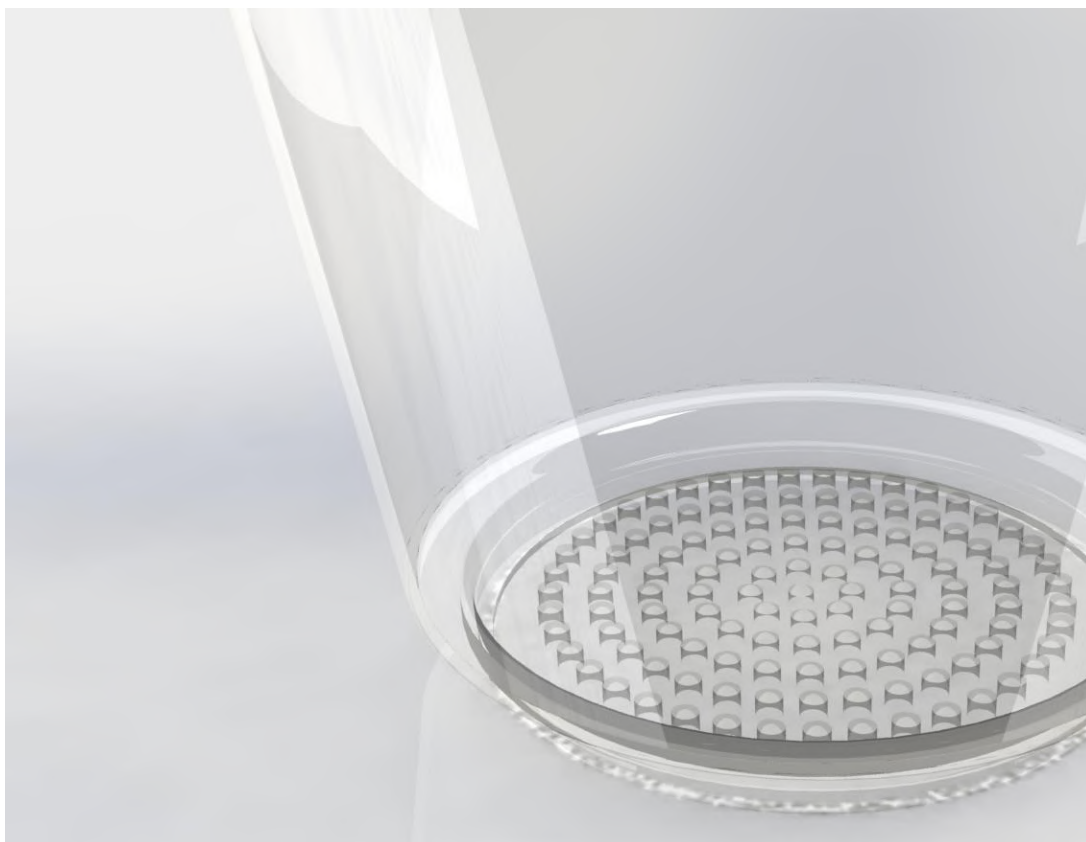


Figura 66 - Furos no fundo da caixa digestora.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

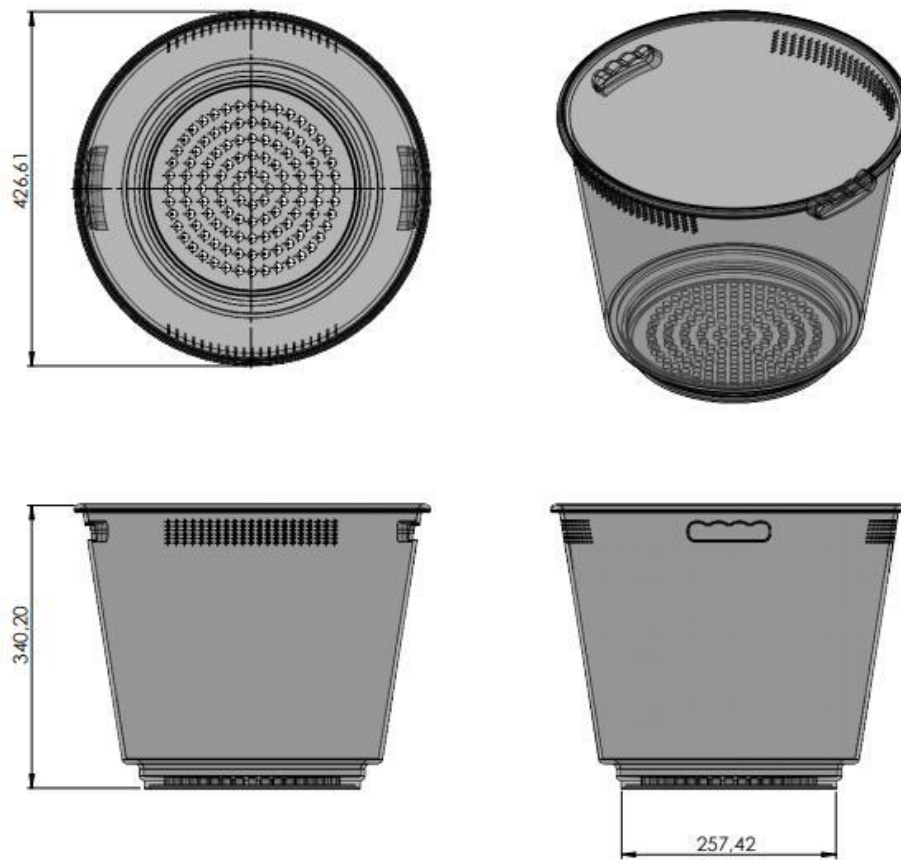


Figura 67 - Dimensões gerais da caixa digestora.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

4.3.3 Anel de apoio:



Figura 68 - Anel de apoio.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

O anel de apoio funciona como um suporte para as caixas digestoras, sem eles, poderia ser difícil uma estrutura aguentar o peso delas, quando cheias. Assim como a tampa, o anel de apoio possui oito furos para encaixe de vasilhinhos de plantas que seriam utilizados para cultivo em sala de aula, implementando a atividade de compostagem. Dessa forma, haveria no total, 24 espaços para cultivo junto ao produto.

O anel de apoio possui encaixes menores em sua vista superior (para o fundo da caixa digestora) e um encaixe maior em seu inferior, para o encaixe do topo da caixa digestora e do topo da caixa coletora.



Figura 69 - Espaço para encaixe interno e anel de apoio com cachepots.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

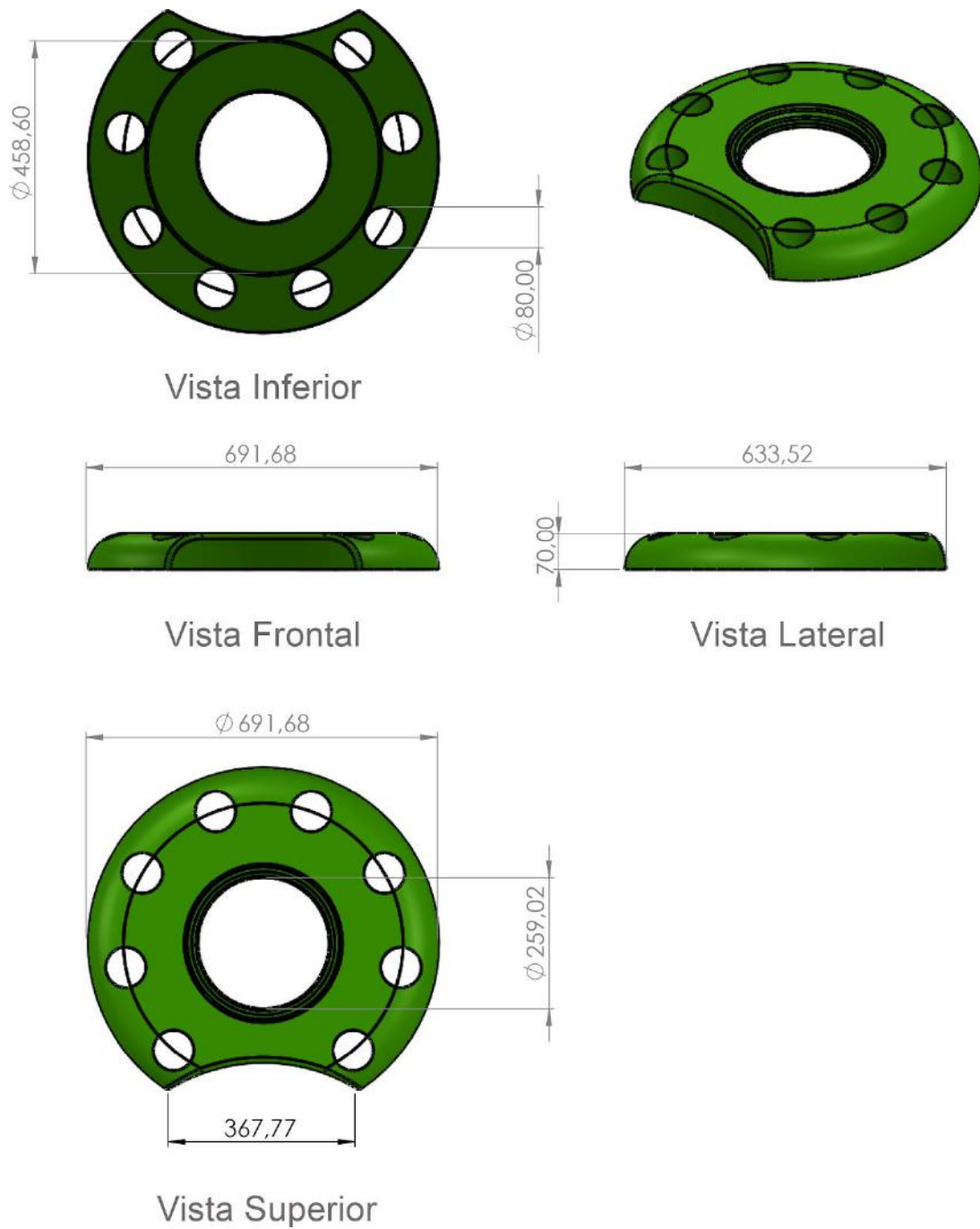


Figura 70 - Dimensões gerais do anel de apoio em milímetros. Escala 1:10.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

4.3.4 Caixa Coletora:



Figura 71 - Caixa coletora.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

A caixa coletora é responsável por armazenar e coletar o líquido proveniente da decomposição da matéria orgânica, usualmente conhecido como chorume. No entanto, devido a popularização da palavra atrelada a assuntos como poluição e contaminação de lençóis freáticos, passou-se a utilizar outra palavra: o biofertilizante, que diferentemente do chorume poluente, não tem poder de contaminação, e é, na verdade, um fertilizante de ótima qualidade.

Um dos desafios de projetar a caixa coletora foi a possibilidade, bastante comum, de minhocas caírem no líquido quando atravessam os furos da caixa digestora. A sugestão para resolução desse problema seria que a caixa coletora apresentasse, em seu interior, um revestimento com rugosidades, dessa forma, as minhocas poderiam escalar de volta ao topo rumo a caixa digestora através dessas rugosidades. Infelizmente, no software de modelagem Solidworks não dispõe de tantas possibilidades de material rugoso para preencher a parede do interior da caixa.

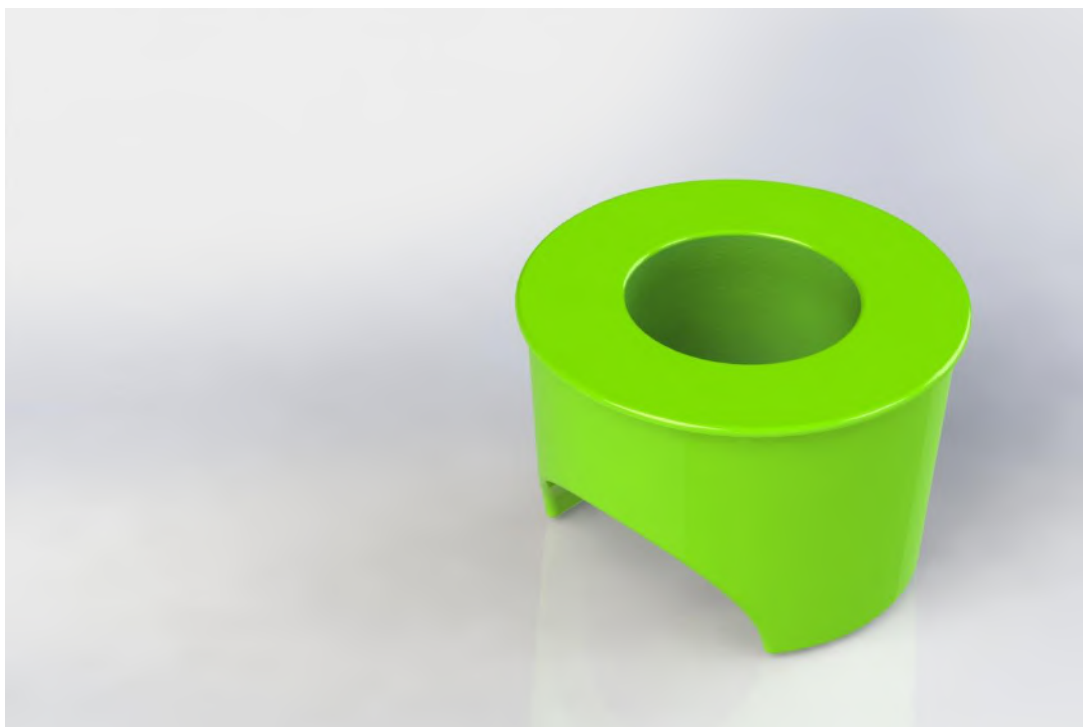


Figura 72 - Caixa coletora com interior.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

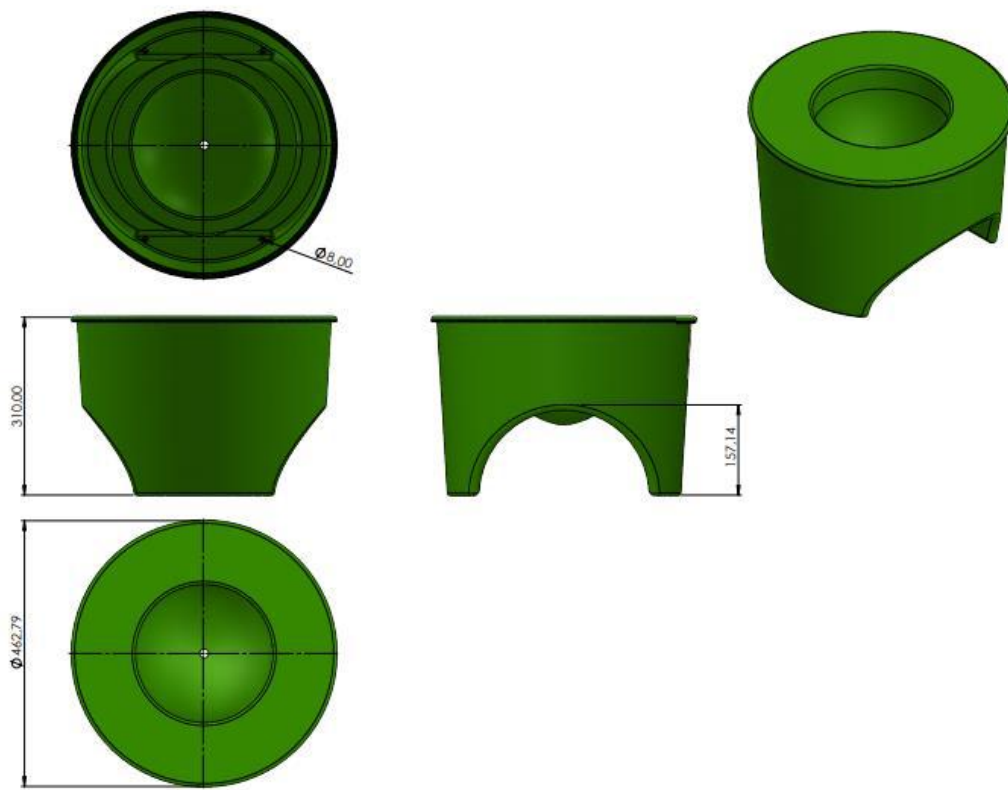


Figura 73 - Dimensões gerais da caixa coletora.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

4.3.5 Cachepot:



Figura 74 - Cachepot.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

Os cachepots seriam comercializados juntamente com a composteira, para que assim se mantenha o padrão estético do produto. Além disso, sua característica cônica possibilita que sejam encaixados nos furos presentes no anel de apoio e tampa.

Cachepots não possuem furos, dessa maneira, são não são utilizados para plantio direto da planta. Trata-se apenas de um suporte para um vaso mais simples e este sim, com furos para drenagem. Eles são capazes também de armazenar água e ajudar na umidade da planta. Não sendo necessário irrigá-la todos os dias.



Figura 75 - Cachepot vista superior.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

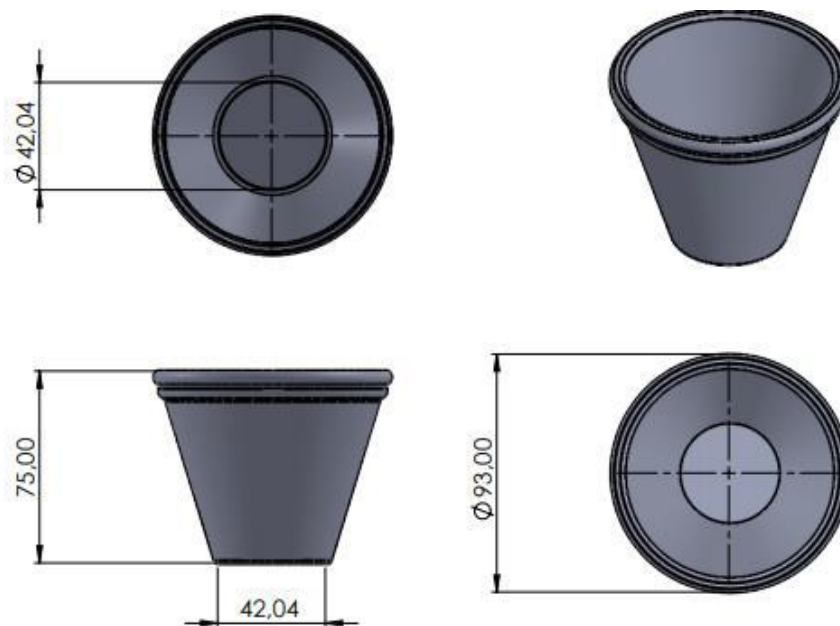


Figura 76 - Dimensões gerais do cachepot em milímetros. Escala 1:2.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

4.3.6 Copo coletor:



Figura 77 - Copo coletor.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

Com o objetivo de retirar o líquido da caixa coletora, foi projetado um pequeno objeto transparente para ser facilmente colocado abaixo da composteira. Sua transparência permite avaliar o quanto de líquido foi originado da decomposição da matéria orgânica. É recomendado que o conteúdo da caixa coletora seja verificado semanalmente. Pode ocorrer de gerar muito ou nenhum líquido. Ambos os casos são normais. Isso se deve ao tipo de material orgânico colocado para decomposição: Se o material possui muita água tal como restos de frutas e legumes o líquido será mais frequente, mas caso contrário, haverá pouco ou nenhum líquido. Muitas pessoas retiram o líquido depois da caixa coletora totalmente cheia, no entanto, é preferível que a estrutura seja higienizada com frequência, entre 15 dias ou 2 meses.

Vale a pena lembrar que o líquido proveniente da decomposição é um poderoso fertilizante que pode ser utilizado em hortas ou áreas verdes das dependências das escolas.



Figura 78 - Copo coletor preparado para colheita do biofertilizante.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

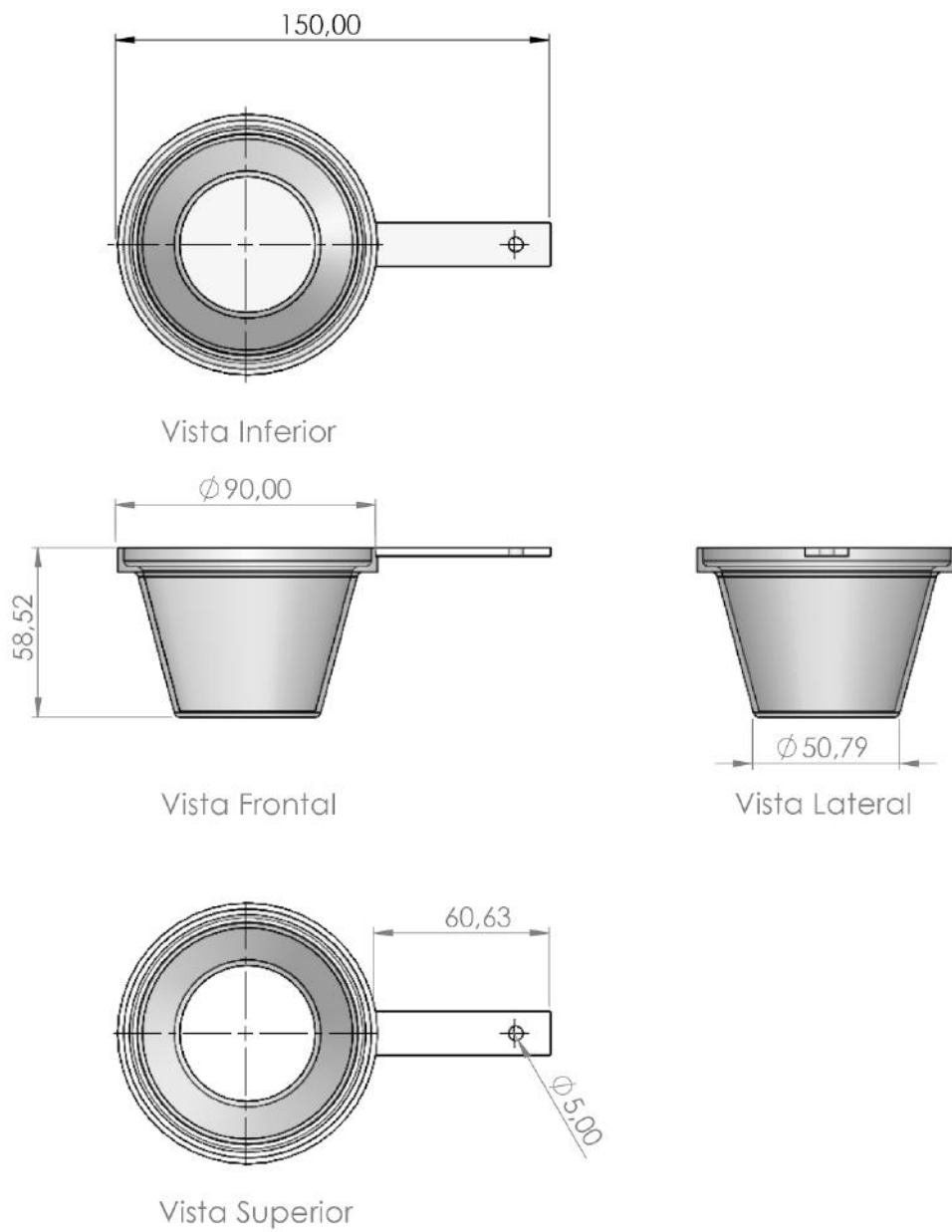


Figura 79 - Dimensões gerais do copo coletor em milímetros. Escala 1:2.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

4.3.7 Válvula plástica Antelco®:

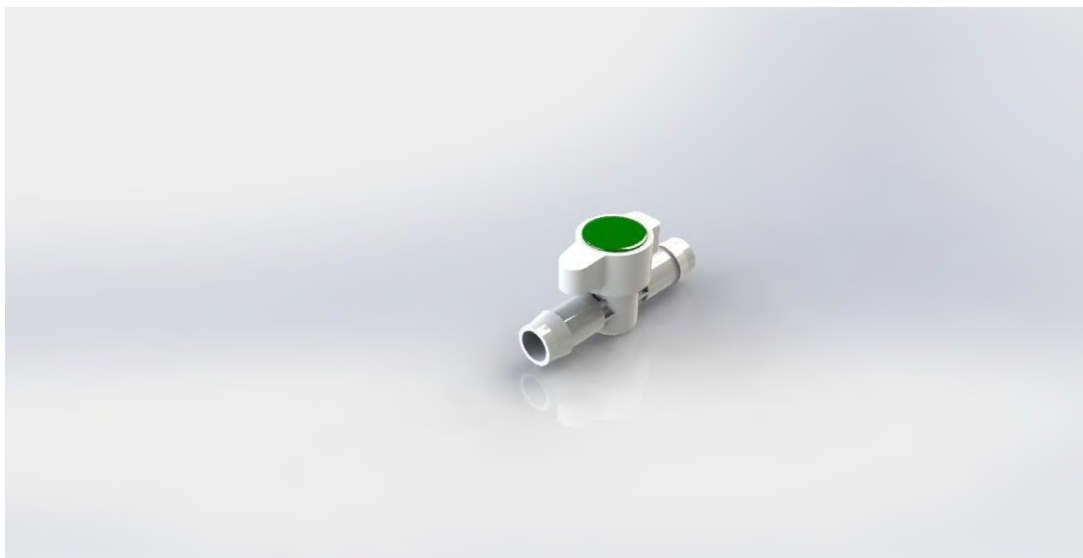


Figura 80 - Torneira.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

Para possibilitar o escoamento do líquido produzido na compostagem, conforme apontado anteriormente, foi incluída uma válvula no fundo da caixa coletora. A válvula escolhida é oferecida comercialmente pela Antelco, que fabrica válvulas plásticas geralmente usadas no controle de sistemas de irrigação. A escolha pela válvula em questão se deu pela simplicidade de uso e pela capacidade de regulagem do fluxo do líquido. A válvula seria facilmente encaixada por pressão.

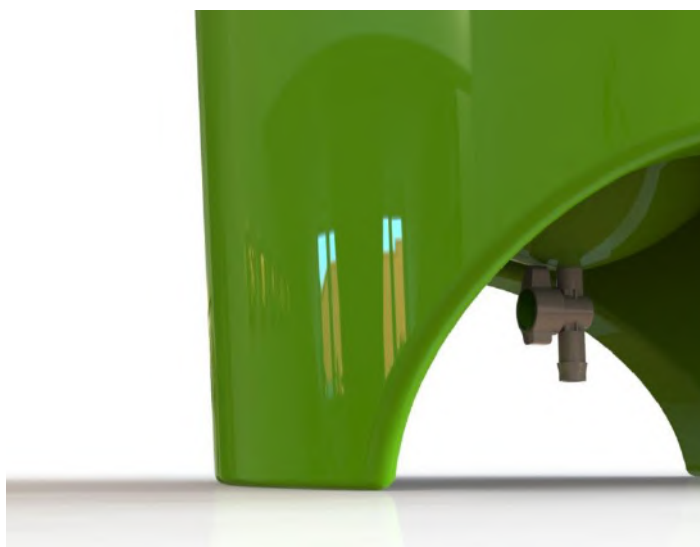


Figura 81 - Válvula encaixada na caixa coletora.
 Fonte: Elaboração própria. 2020.

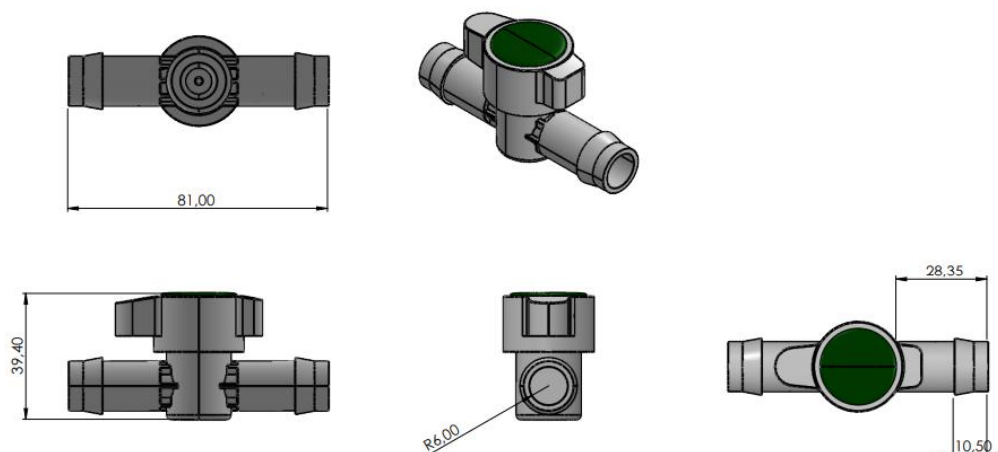


Figura 82 - Dimensões gerais da válvula.
 Fonte: Elaboração própria. 2020.

4.4 Materiais e processos

4.4.1 Materiais

Como parte do desenvolvimento final, é de extrema importância a escolha do material baseado nos requisitos que foram definidos no começo do projeto, pois dependendo do material escolhido o produto pode ganhar características diferentes, durabilidade diferentes e até visuais diferentes. Os custos do produto também podem variar conforme material e processo selecionados.

Ainda que existam materiais dos mais variados tipos, definimos que o mais viável para a fabricação da composteira seriam materiais que tivessem boa avaliação em resistência, em sua reciclabilidade, que fosse atóxico e, para a caixa digestora, boa transparência para que o processo da compostagem e atividade da vermicompostagem sejam presentes nas atividades educacionais.

Foi verificado ainda que materiais em contato com substâncias orgânicas durante longos períodos de tempo precisam ser quimicamente inertes, ou seja, não se degradar ou contaminar o que está sendo compostado.

Com essas características, decidiu-se utilizar o polipropileno (PP) para as áreas em verde e para o cachepô e o politereftalato de etileno (PET) transparente para a caixa digestora e o copo coletor. Tais materiais são utilizados amplamente na indústria de cosméticos e alimentos, tendo boa durabilidade química.

Outros materiais como acrílico e policarbonato foram considerados como materiais com boa transparência que possuem mais durabilidade e estética, porém com um custo maior, o que o custo torna estes materiais inapropriados conforme os torna menos acessíveis para o projeto.

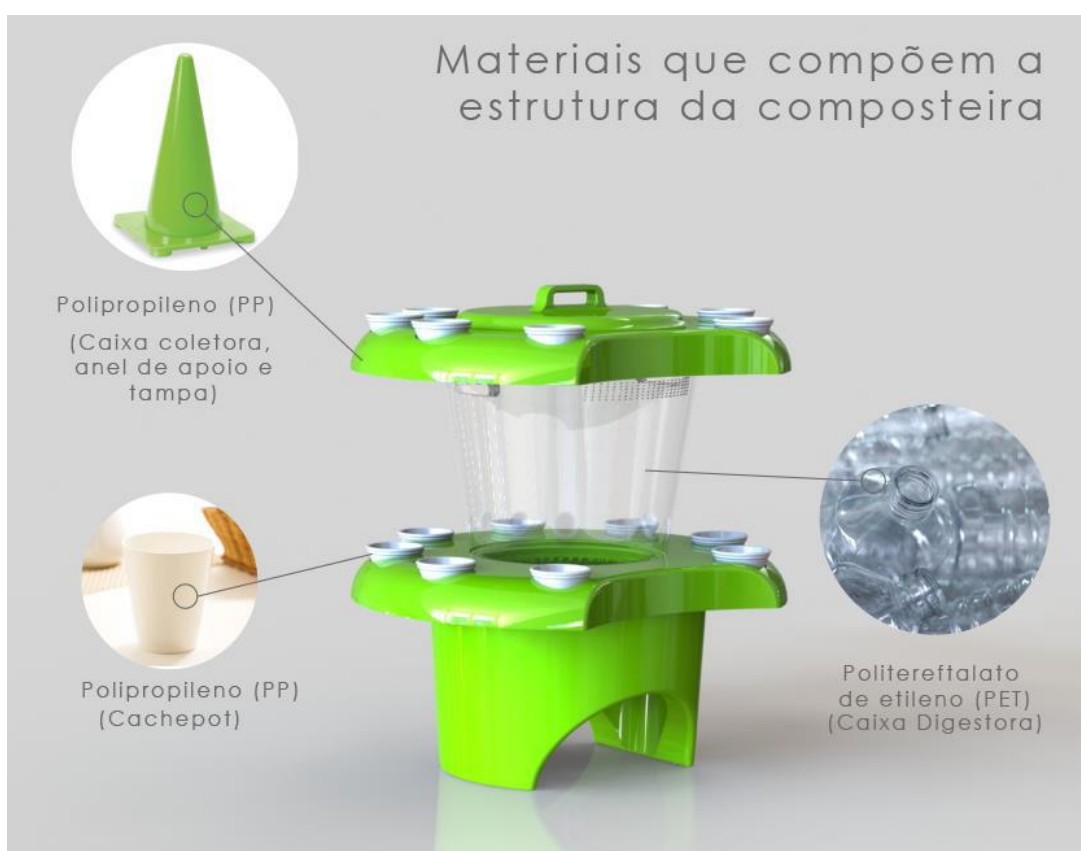


Figura 83 - Materiais que compõem a estrutura da composteira.
Fonte: Elaboração própria. 2020

Polipropileno (PP):

O polipropileno ou PP trata-se de um tipo de plástico que pode ser moldado quando submetido a temperatura elevada, por isso é classificado como um termoplástico, portanto reciclável. É uma resina de baixa densidade. Dentre suas características principais que influenciaram em sua escolha para o projeto, estão:

- Baixo custo
- Evitar que gases penetrem no material
- Inquebrável
- Brilhante
- Rígido
- Resistente a mudanças de temperatura

Por ser um material barato, bastante versátil e leve, o polipropileno foi escolhido como material que irá compor a estrutura principal do produto. Possui um equilíbrio de propriedades que o torna um material muito vantajoso. Uma das desvantagens, porém, é que ele pode sofrer desgastes como mudança de coloração e surgimento de porosidades quando colocado em meio com incidência solar. Para que isso seja evitado (caso a composteira seja utilizada em meios externos) o polipropileno pode ganhar aditivos absorventes de radiação UV e agentes antioxidantes.

A versatilidade do polipropileno também está presente nas formas como pode ser processado. São elas:

- Injeção
- Extrusão de filmes
- Extrusão de filamentos
- Termoformagem
- Sopro
- Rotomoldagem

Além dessas características favoráveis ao projeto, o polipropileno possui brilho característico o que acrescenta melhor acabamento para o produto.

Politereftalato de etileno (PET):

O PET foi escolhido para este projeto, não só por apresentar boa transparência como também por ser um dos materiais mais viáveis de se reciclar no Brasil. A

diversidade de usos desse material reciclado permite que o valor pago pela sucata (sobretudo pela indústria têxtil) seja altamente atrativo. Portanto, por conta da demanda, atividades de muitas empresas que o comercializam, bem como inúmeras cooperativas e seus catadores, são garantidas permitindo que a rentabilidade permaneça em patamares aceitáveis, salários justos aos trabalhadores e a busca pela coleta seletiva eficiente. Além disso, o PET apresenta as seguintes características que influenciaram em sua escolha para este projeto:

- Transparência
- Resistente ao desgaste
- Resistente à corrosão
- Acabamento de alta resistência
- Baixa absorção de água

4.4.2 Processos de Fabricação:

Rotomoldagem:

O processo de rotomoldagem foi escolhido para a produção da maior parte das peças: tampa, anel de apoio, caixa digestora e caixa coletora. Este processo geralmente é escolhido para a produção de peças ocas, leves e com um bom acabamento. A rotomoldagem é utilizada na produção de produtos de menor complexidade como caixas d'água e tanques, assim como produtos de alto nível de complexidade como brinquedos e até escorregadores para parques. Além disso, permite fácil substituição de materiais e cores, pois o molde é reaproveitável, podendo moldar peças com paredes duplas, com furos para parafusos e roscas, aberturas e reforços. Além de também não precisar de ângulos de saída para a peça do molde.

Quanto aos moldes, eles podem ser de alumínio, cobre, aço ou níquel. Os moldes utilizados neste processo são mais baratos quando comparados ao processo de injeção, sopro e vácuo. E, em geral, não é necessário um grande trabalho de acabamento nas peças. Assim, há poucas sobras de material (scrap), uma vez que o peso desejado da peça é controlado durante a adição da matéria-prima ao molde.



Figura 84 - Máquina de rotomoldagem.

Fonte: <https://afinkopolimeros.com.br/processamento-de-polimeros-rotomoldagem>. Acesso: 07/11/2020



Figura 85 - Molde para tanque agrícola em alumínio.

Fonte: <https://poliforma.ind.br/artigos-blog/quanto-custa-um-molde-de-rotomoldagem.html#artigos-titulo>. Acesso: 07/11/2020

O processo de rotomoldagem é mais lento do que o processo de injeção, sendo indicado para peças de baixa demanda. Como a composteira seria vendida para fins educativos, esse ponto negativo do processo não prejudica o objetivo do produto.

Injeção:

Muito utilizado pela indústria por ser um método barato com grande capacidade de conformar formas das mais simples às mais complexas, o método de injeção foi considerado para fundir os cachepots. A escolha desse processo para essa peça foi considerada pela possibilidade da máquina injetora poder conformar mais de um copo por vez, acelerando a produção.



Figura 86 - Moldes para injeção plástica.

Fonte: <http://www.abismould.com/plastic-cup-injection-custom-moulding-mold>.

Acesso: 07/11/2020

As etapas do processo, resumidamente, envolvem o aquecimento da matéria-prima, a injeção no molde e o resfriamento, o que torna o processo bastante rápido já que o resfriamento é feito durante o processo de injeção.

Para cada peça a ser moldada, acontece o ciclo completo ilustrado abaixo: fechamento do molde (a esquerda), injeção do material fundido, recalque, resfriamento, abertura do molde e extração da peça.

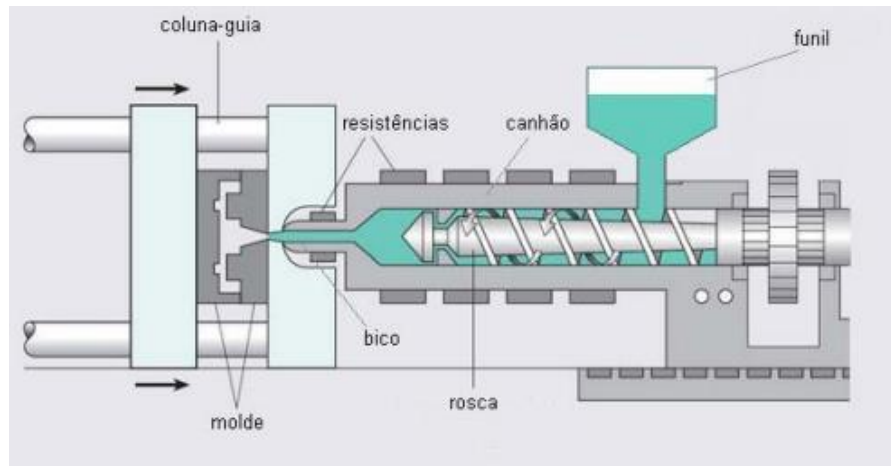


Figura 87 - Estrutura de uma injetora vista por dentro.
Fonte: tudosobreplasticos.com. Acesso: Outubro de 2020.



Figura 88 - Máquina de injeção.
Fonte: <https://www.startplastico.com.br/injecao-plastica-preco>. Acesso: Outubro de 2020.

4.5 Formas de organização e arranjos

Devido à sua estrutura, são possíveis diferentes modos de agrupar a composteira. Abaixo foram sugeridas algumas organizações pensadas para, áreas de grande espaço, áreas de espaço reduzidos e área para maior interação da atividade (formando um C e agrupando os estudantes com mais proximidade):



Figura 89 - Arranjo para espaços amplos.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

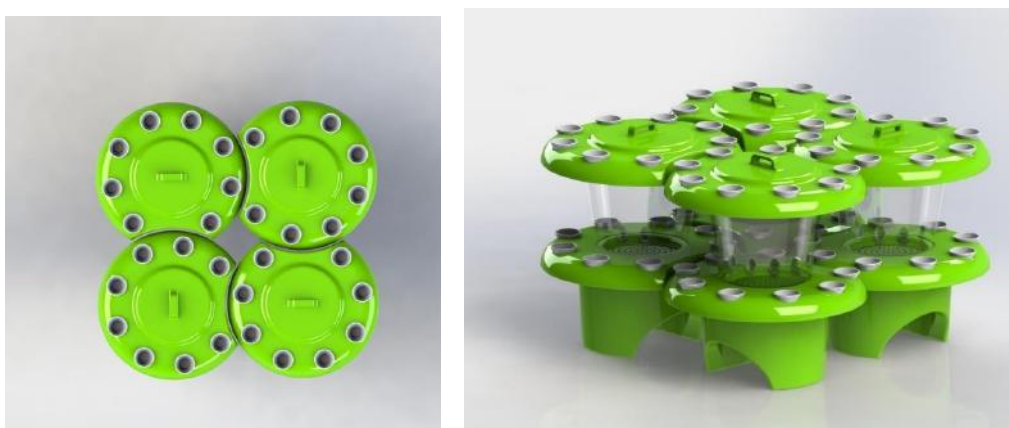


Figura 90 - Arranjo para pequenos espaços.
Fonte: Elaboração própria. 2020.



Figura 91 - Arranjo para maior interação.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

4.6 Identidade Visual:

A identidade visual de uma marca é o conjunto de elementos visuais que irão compor de forma resumida a ideia do produto ou da empresa. Dessa forma, é muito importante que as imagens, fontes, formas e cores escolhidas estejam de harmonia com o conceito do projeto.

4.6.1 Logotipo e tipografia:

O nome Wormi deriva do inglês "worm" que significa minhoca. A palavra foi escolhida para fazer uma analogia a uma das funções do produto, a vermicompostagem e também por sua característica modular que ao se juntar com outras composteiras, pela vista de topo, se assemelha ao anelídeo.

Buscou-se posteriormente uma fonte tipográfica que remetesse às atividades lúdicas com crianças e priorizou-se as sem serifa, com maior espessura para que pudessem ser lidas com maior facilidade, mesmo por crianças. Foi escolhida a fonte Chicken Pie. A palavra foi modificada vetorialmente para criar uma logo semelhante a uma ilustração.

Para representar o produto em suas cores, foram escolhidos tons vibrantes pois eles costumam passar a sensação de alegria, e também associáveis a frutas e legumes presentes no processo de compostagem.



Figura 92 - Logotipo Wormi.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

4.6.2 Cores institucionais

Cores institucionais são escolhidas para se tornar a identidade da marca e devem ser utilizadas como regras em divulgações da marca tal como impressos ou embalagens. Para facilitar o uso das cores foi apresentada cada uma com seu código hexadecimal.



Figura 93 - Logotipo Wormi.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

4.6.3 Aplicação das cores no produto:

Considerando que mais de um mesmo produto poderia ser comprado por uma mesma unidade escolar, seria importante que houvesse uma distinção por meio de cores, assim, cada turma poderia ter uma composteira e localizá-la por meio de sua cor. Dessa forma, foram geradas mais três cores diferentes como sugestão, dentro da identidade visual da marca.



Figura 94 - Sugestões de diferentes cores para o produto.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

4.6.4 Aplicação da logomarca em sugestão de embalagem

Para se ter uma ideia da aplicação da logo no produto, foi gerada uma embalagem fictícia. Dessa forma, é possível de se avaliar como ficaria a identidade visual escolhida. O produto seria transportado em caixas de papelão para facilitar o seu transporte e evitar que fosse danificado.



Figura 95 - Logotipo Wormi simulado em embalagem.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

4.7 Humanização, usabilidade e ambientação

Para se compreender melhor as dimensões do produto, e os alcances para o seu uso, foram criadas ambientações em espaços variados e uma humanização contendo adulto e criança na faixa etária de 14 anos.



Figura 96 - Simulação do produto em meio externo.

Fonte: Elaboração própria. 2020. Foto para ambientação: <https://www.archdaily.com.br/> Acesso: Outubro de 2020.

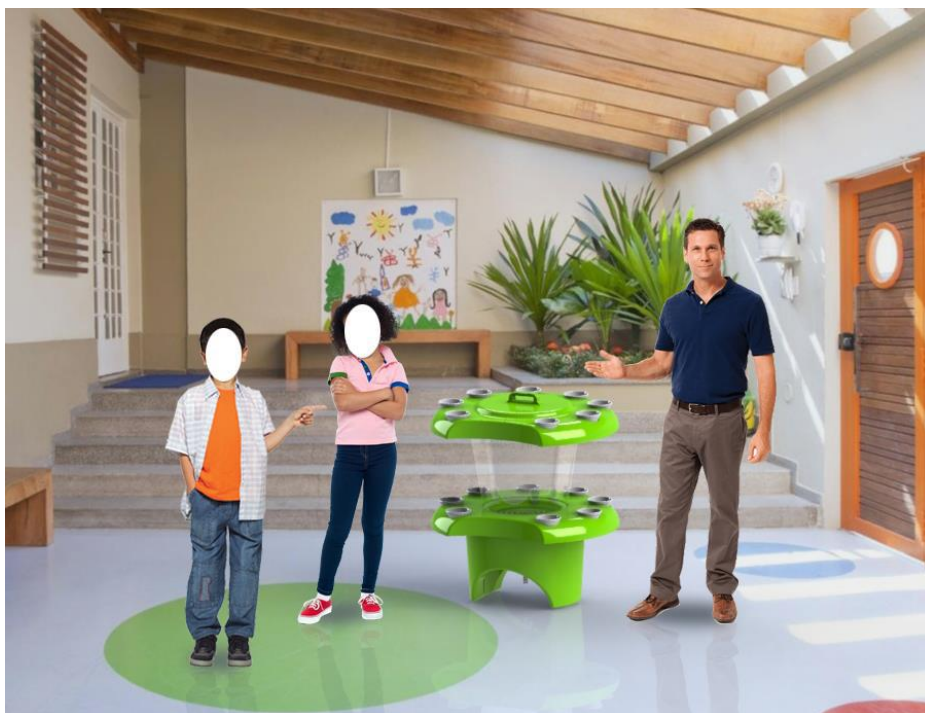


Figura 97 - Simulação do produto com um adulto e crianças de 14 anos.
Fonte: Elaboração própria. 2020. Foto para ambientação: <https://www.archdaily.com.br/>. Acesso: Outubro de 2020.

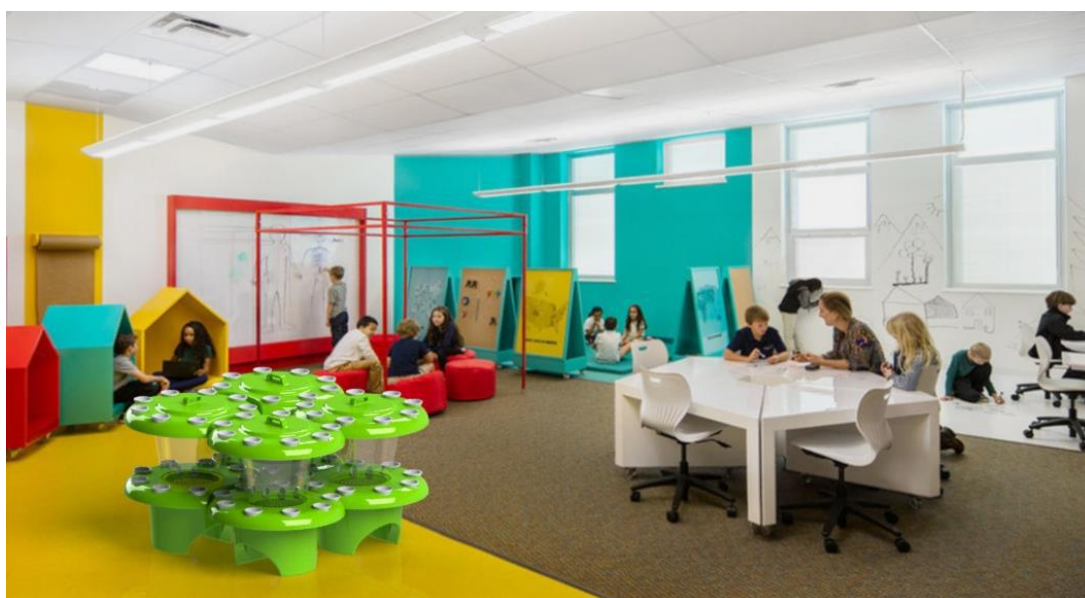


Figura 98 - Simulação do produto em espaços reduzidos.
Fonte: Elaboração própria. 2020. Foto para ambientação: <https://www.vivadecora.com.br/>. Acesso: Outubro de 2020.



Figura 99 - Simulação do produto em espaço maiores.

Fonte: Elaboração própria. 2020. Foto para ambientação: <https://www.archdaily.com.br/> Acesso: Outubro de 2020.



Figura 100 - Interação do produto com crianças.

Fonte: Elaboração própria. 2020. Foto para ambientação: <https://www.archdaily.com.br/> Acesso: Outubro de 2020.



Figura 101 – Interação com um conjunto de produtos
Fonte: Elaboração própria. 2020.



Figura 102 - Produto em utilização.
Fonte: Elaboração própria. 2020.



Figura 103 - Cachepots em utilização.
Fonte: Elaboração própria. 2020.

5 Conclusão

Esse projeto foi iniciado tendo-se em mente contribuir para a difusão da compostagem e seus benefícios na perspectiva de indicar possibilidades de ações cotidianas, visando qualidade de vida apoiada no desenvolvimento sustentável. Nesse sentido foi desenvolvida uma composteira durável e acessível para ser utilizada em escolas e colégios visando estimular o interesse de crianças e jovens pela atividade de compostagem de forma lúdica e interativa.

Criar um produto que alcançasse os objetivos propostos ajudando a manter o interesse pela compostagem, atividade, infelizmente, pouco conhecida e praticada, foi muito satisfatório e desafiante. O desafio maior, porém, foi desenvolver o projeto e chegar em um resultado com um cronograma tão curto, o presente relatório foi concluído em três meses devido a pandemia de 2020 e realizado de forma remota. Algumas etapas não puderam ser feitas de forma convencionalmente realizadas durante o curso: entrevistas presenciais foram substituídas por entrevistas digitais em grupos de convivência de professores com suas memórias afetivas de experiências pessoais; pesquisas de campo foram substituídas por coleta e análise de fotografias de ambientes escolares. No entanto, mesmo sob condições adversas, o projeto provou-se ser realizável sem a ocorrência de problemas que invalidam a satisfação de ter realizado esse projeto.

Ao criar uma composteira que permita visualizar o processo da compostagem, é esperado que crianças e professores interajam entre si com a ajuda visual. Além da transparência, o produto conta com espaços para cultivo, que podem fazer parte da atividade, permitindo que explicações sobre ecologia sejam implementadas no conhecimento. A característica modular da composteira também permite mais interação, se possível, entre mais de uma turma. Dessa forma, os alunos podem compartilhar suas experiências com um número maior de pessoas. Todas essas vantagens foram muito favoráveis para a satisfação com o projeto.

Infelizmente, as pesquisas relacionadas a materiais não apontaram materiais reciclados que pudessem fazer parte da estrutura do produto. Apesar de inúmeras

pesquisas sobre o assunto, ainda não foi possível de se implementar um material totalmente sustentável uma vez que nem sempre o que é vendido como ecologicamente correto de fato cumpre com os requisitos de sustentabilidade. Foi preferível, dessa maneira, utilizar um termoplástico já que poderá ser reutilizado quando o produto sofrer algum dano ou tornar-se inutilizável.

Como todo projeto realizado em um curto período de tempo, é inegável que existam alguns elementos que poderiam ser melhorados se houvesse mais tempo disponível. Porém, o projeto cumpriu com sua proposta uma vez que passou por etapas necessárias à sua finalização e agregou conhecimento. Espera-se que futuramente possa agregar ainda mais, contribuindo para a educação e qualidade de vida da sociedade.

Referências

MUNARI, Bruno. **Das coisas nascem coisas**. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1981, p.39-66.

PAZMINO, Ana Veronica. **Como se Cria**. Editora Blucher. 2015.

KNAPP, Jake. El al. **Sprint: o método usado no Google para testar e aplicar novas ideias em apenas cinco dias**. 1 ed. Editora Intrinseca, 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Sistema de Informação e Bibliotecas. **Manual para elaboração e normalização de trabalhos de conclusão de curso**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://www.sibi.ufrj.br/manual_teses.pdf>. Acessado em: 2020.

MNCR. **Movimento Nacional de Catadores de Materiais Recicláveis**. Disponível em: <http://www.mncr.org.br/>>. Acessado em: julho 2020.

YOUTUBE. **Reciclagem no Brasil - CEMPRE**. Disponível na INTERNET via <https://www.youtube.com/watch?v=RSJVcKkJ94M>. Acessado em: julho 2020.

TRIBUNA, Jornal Digital do Paraná. **Catadores de papel descobrem cooperativas**. Disponível na INTERNET via <https://www.tribunapr.com.br/noticias/parana/catadores-de-papel-descobrem-cooperativas/>. Acessado em: julho 2020.

YOUTUBE. **Um dia na vida de uma cooperativa de catadores**. Disponível na INTERNET via: https://www.youtube.com/watch?v=aIEfwi9KcAU&ab_channel=coopcentTv. Acessado em: julho 2020.

ALBREPE, **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**. Disponível na INTERNET via: <https://abrelpe.org.br/sobre/>. Acessado em: julho 2020.

ALBREPE. **ROTEIRO PARA APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS.**

Disponível na INTERNET via: <https://abrelpe.org.br/roteiro-para-aproveitamento-dos-residuos-organicos/>. Acessado em: julho 2020.

TODA MATÉRIA. **Educação Ambiental.** Disponível na INTERNET via:

<https://www.todamateria.com.br/educacao-ambiental/>. Acessado em: julho 2020.

PIAGET, Jean. A psicogênese dos conhecimentos. In: PIAGET, Jean. **Epistemologia Genética.** Tradução: Álvaro Cabral. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2002. cap. 1, p. 7-47.

WIKIPÉDIA. **Educação no Brasil.** Disponível na INTERNET via:

https://pt.wikipedia.org/wiki/Educa%C3%A7%C3%A3o_no_Brasil. Acessado em: julho 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resíduos Sólidos.** Disponível na INTERNET

via: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-org%C3%A2nicos.html>. Acesso em: 30/07/2020

YOUTUBE. **Programa Globo Rural de 19/10/14 - compostagem doméstica.**

Disponível na INTERNET via: <https://www.youtube.com/watch?v=Wo2kzO3zuYs>
Acesso em: 30/07/2020

MORADA DA FLORESTA. **Compostagem em escolas.** Disponível na INTERNET

via: <https://moradadafloresta.eco.br/tag/compostagem-em-escolas/> Acesso em: 12/08/2020

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. **Coleta seletiva.** Disponível na

INTERNET via: <http://coral.ufsm.br/coletaseletiva/> Acesso em: 12/08/2020

FOLHA DE SÃO PAULO, Mara Gama. **Escolas de Ilhabela desviam do aterro 145 toneladas de orgânicos em 1 ano.** Disponível na INTERNET via:

<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2019/02/escolas-de-ilhabela-desviam-do-aterro-145-toneladas-de-organicos-em-1-ano.shtml> Acesso em: 19/08/2020

CATARSE, Financiamento Coletivo. **Leve Educação Ambiental a uma Escola Pública**. Disponível na INTERNET via: <<https://www.catarse.me/ceijamirdagir>> Acesso em 19/08/2020

YOUTUBE. **COMPOSTEIRA PEDAGÓGICA EM ESCOLA PÚBLICA**. Disponível na INTERNET via: < <https://www.youtube.com/watch?v=ZTRyvVAowBs>> Acesso em 19/08/2020

YOUTUBE. **Compostagem na Escola**. Disponível na INTERNET via: < <https://www.youtube.com/watch?v=SDkRnIK2FFY>> Acesso em 19/08/2020

YOUTUBE. **Projeto Horta e Compostagem no Forno**. Disponível na INTERNET via: <<https://www.youtube.com/watch?v=P2nZc6fPhRk>> Acesso em 19 /08/2020

CEMPRE, Compromisso Empresarial para Reciclagem. **BOPP. Embalagens Longa Vida**. Disponível na INTERNET via: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/9/embalagens-longa-vida>> Acesso em 26 /08/2020

PLANALTO. **LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010**. Disponível na INTERNET via:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em 26 /08/2020

UROBORO, Marco Balsinha. **Uroboro domestic vermicomposter formed by Marco Balsinha**. Disponível na INTERNET via: <<https://www.designboom.com/design/uroboro-domestic-vermicomposter-marco-balsinha-04-06-2016/>> Acesso 30/08/2020

ECOPIPE. **Polietileno – Pead**. Disponível na INTERNET via: <<http://www.ecopipe.com.br/pead/polietileno-pead/>> Acesso em 10/09/2020

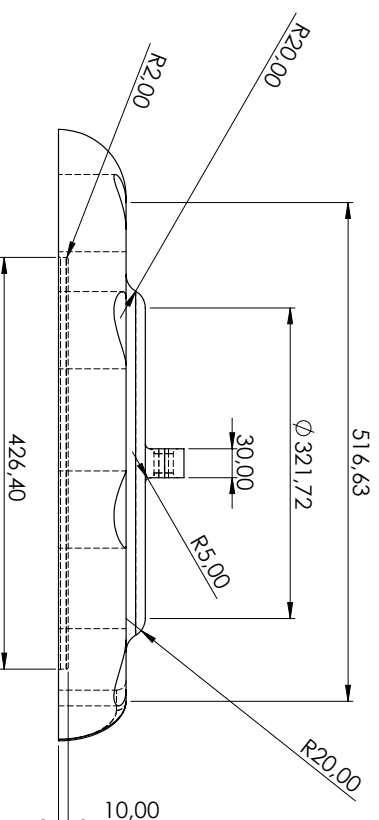
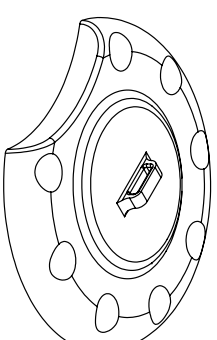
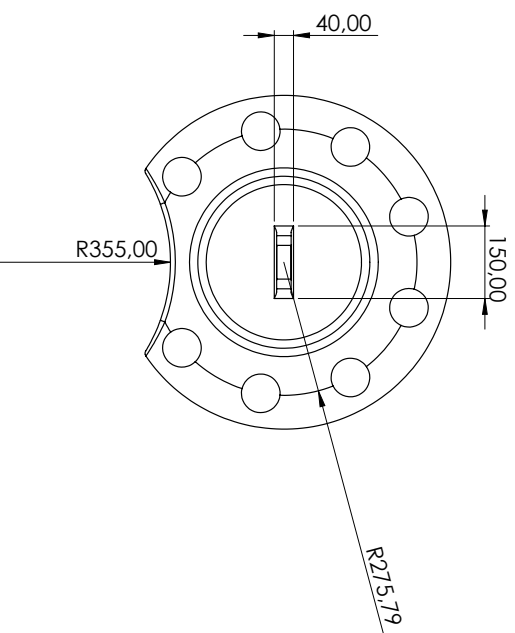
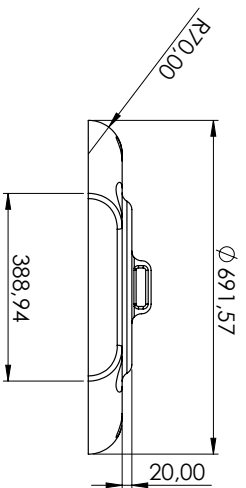
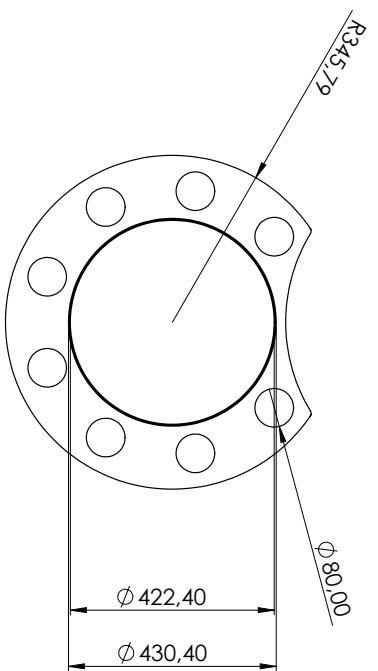
BRASKEN. **Plástico Verde**. Disponível na INTERNET via: <<http://plasticoverde.braskem.com.br/site.aspx/plasticoverde>> Acesso em 10/09/2020

MAIS POLÍMEROS. **Poliétileno – PE.** Disponível na INTERNET via:
<<http://www.maispolimeros.com.br/2019/02/20/poliétileno-pe/>> Acesso em
10/09/2020

MAIS POLÍMEROS. **Poliestireno – PS.** Disponível na INTERNET via:
<<http://www.maispolimeros.com.br/2019/02/25/poliestireno-ps/>> Acesso em
10/09/2020

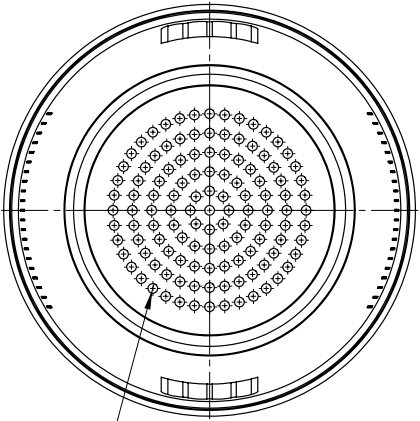
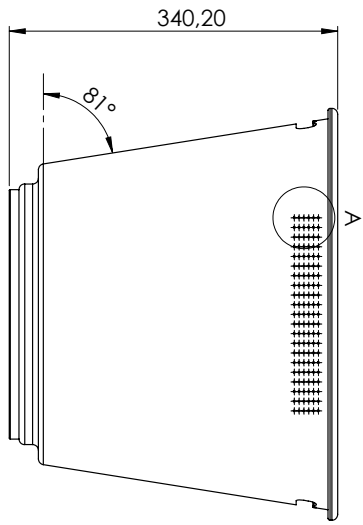
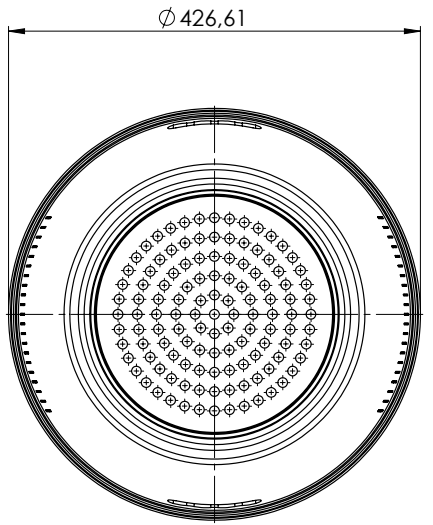
LEFTERI, Chris. **Como se faz: 92 Técnicas de Fabricação Para Design de Produtos.** São Paulo: Editora Blucher, 2ª Edição. 2013.

Anexos

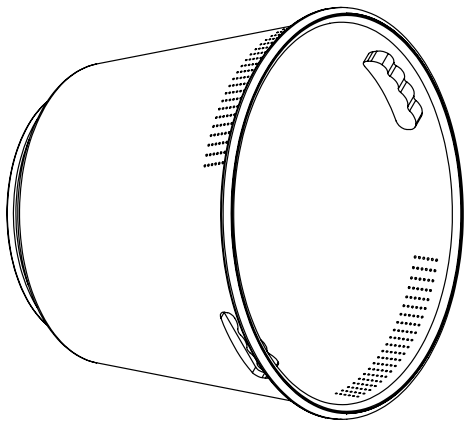
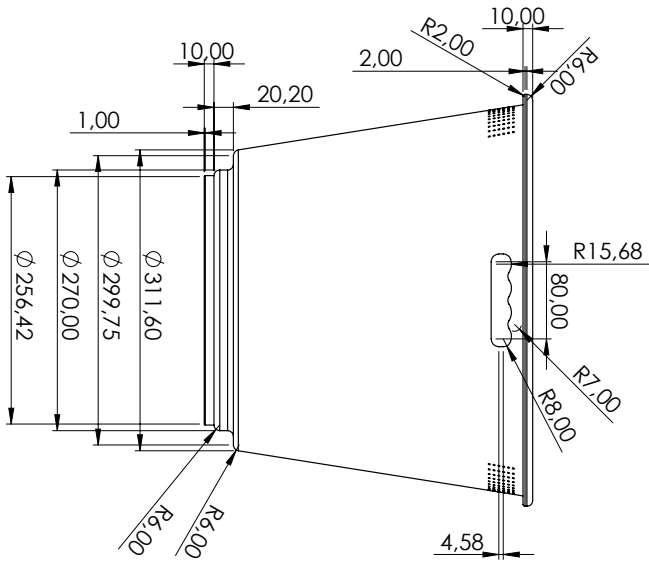
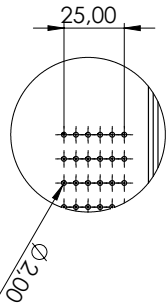


ESCALA: 1:5

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ			
Nome	Orientadora	Curso	
Louise da Silva Rego	Patrícia March	Design Industrial - Projeto de Produto	
Título do Projeto	Instituição	Dicdro	Un: de Medida
Wormi	Escola de Belas Artes	1º	mm
Disciplina	Folha:		Prancha:
Projeto de Graduação em Design de Industrial	A4		1/7
Peça: Tampa		Data	
		29/1/2020	

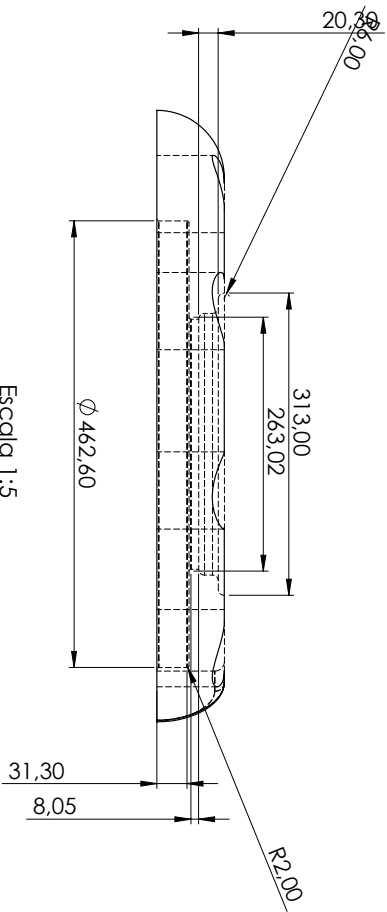
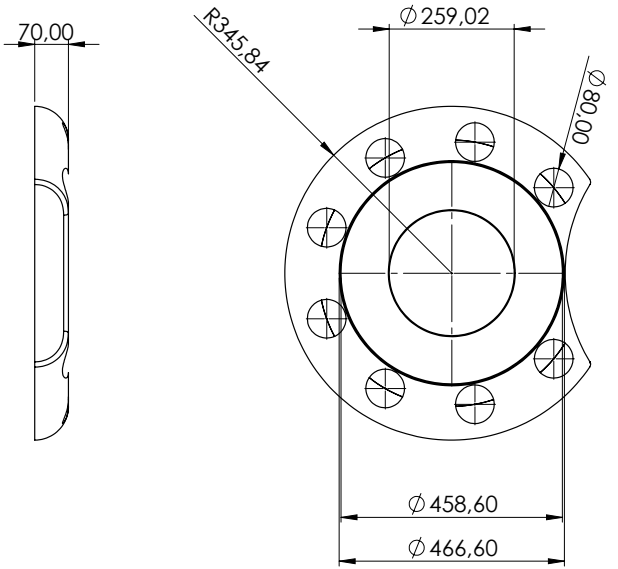


DETALHE A
ESCALA 1 : 2

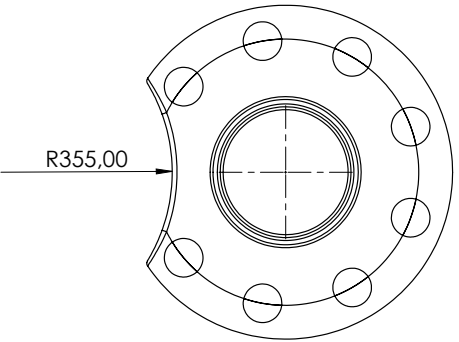
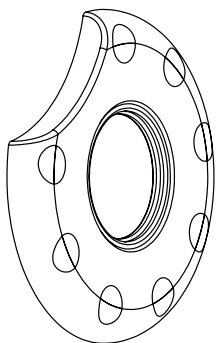


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ

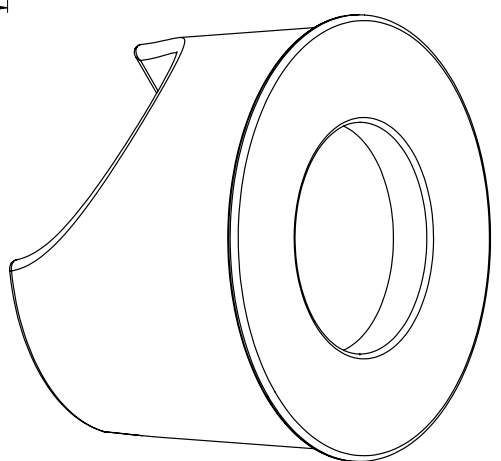
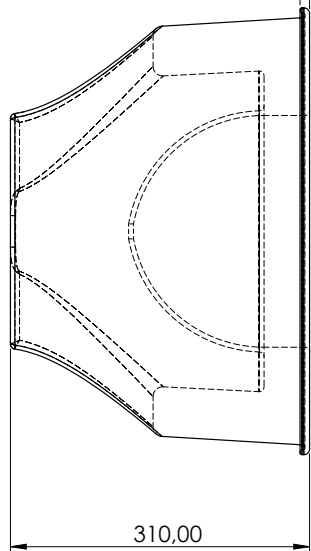
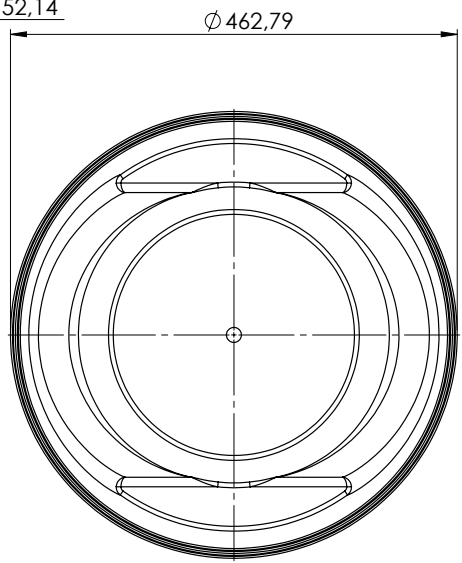
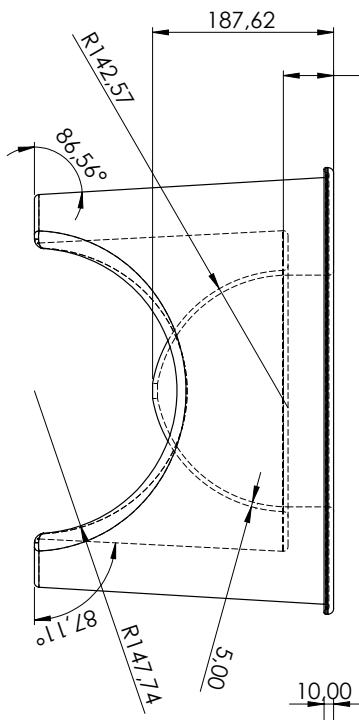
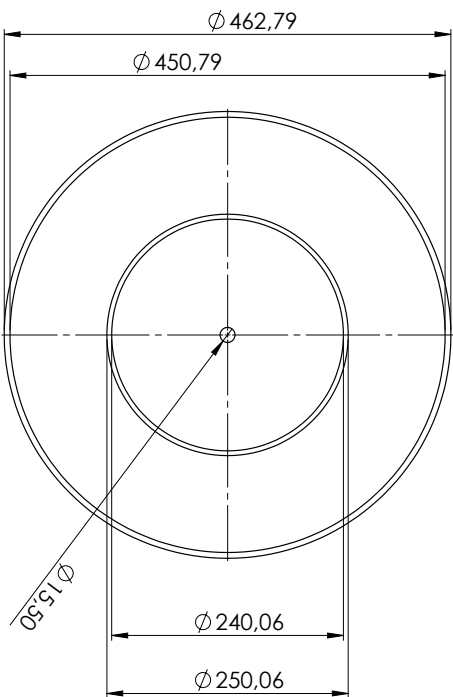
Nome		Orientadora		Curso	
Louise da Silva Rego		Patrícia Marchi		Design Industrial - Projeto de Produto	
Título do Projeto		Instituição		Diedro	
Wormi		Escola de Belas Artes		1º	
Disciplina		Folha:		Prancha:	
Projeto de Graduação em Design de Industrial		A3		2/7	
		Peça: Caixa Digestora		Data	
				29/1/2020	



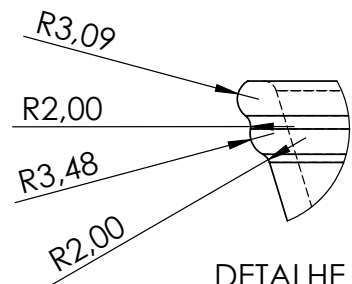
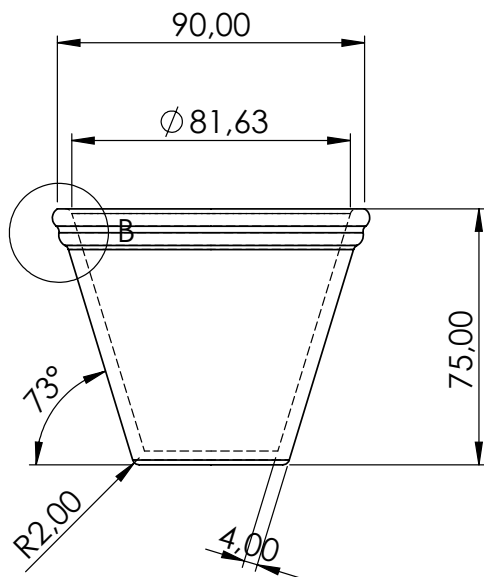
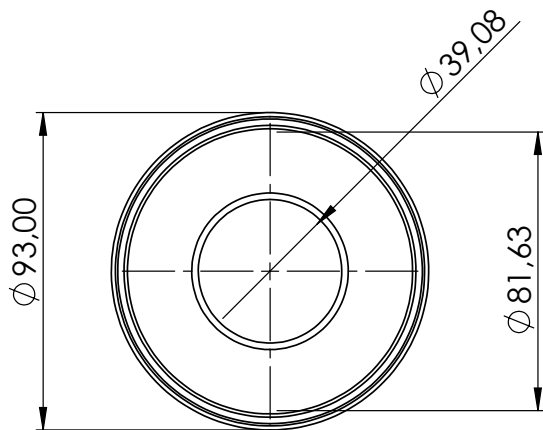
Escala 1:5



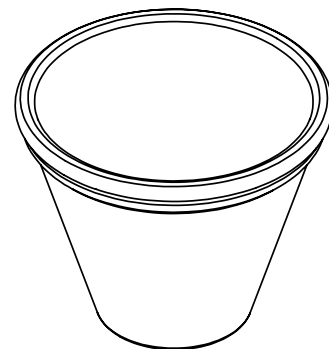
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ			
Nome	Orientadora	Curso	
Louise da Silva Rego	Patrícia March	Design Industrial - Projeto de Produto	
Título do Projeto	Instituição	Dicdro	Un. de Medida
Wormi	Escola de Belas Artes	1º	mm
Disciplina	Folha:	Prancha:	Data
Projeto de Graduação em Design de Industrial	A3	3/7	29/1/2020
Peça: Anel de Apoio			



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ					
Nome	Louise da Silva Rego		Orientadora	Patrícia March	
Curso			Design Industrial - Projeto de Produto		
Título do Projeto	Instituição	Dicdro	Uni. de Medida	Escala	Data
Wormi	Escola de Belas Artes	1º	mm	1:5	29/1/2020
Disciplina			Folha:	Prancha:	
Projeto de Graduação em Design de Industrial			A3		4/7
			Peça: Caixa Coletora		

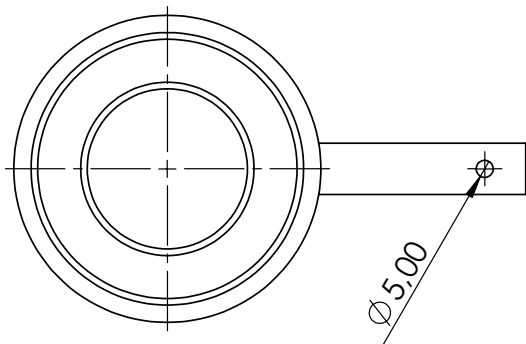
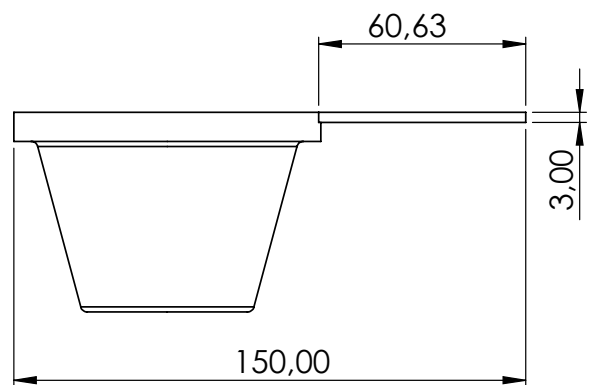
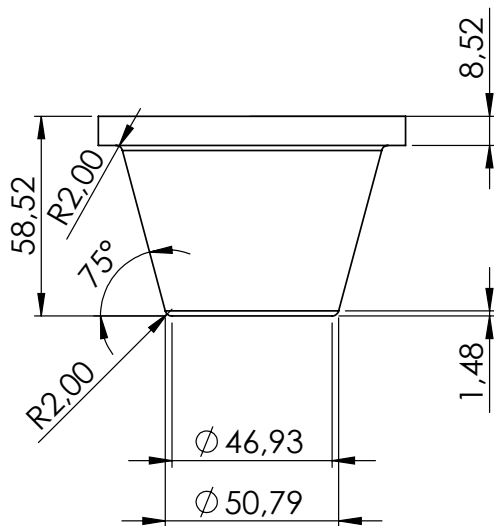
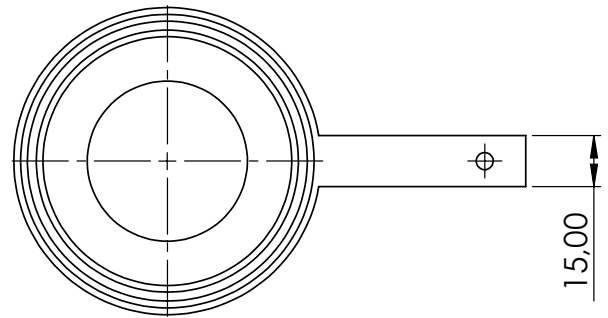
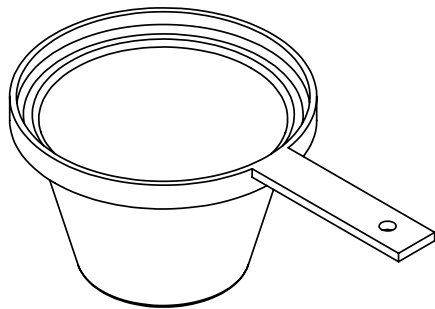


DETALHE B
ESCALA 1 : 1



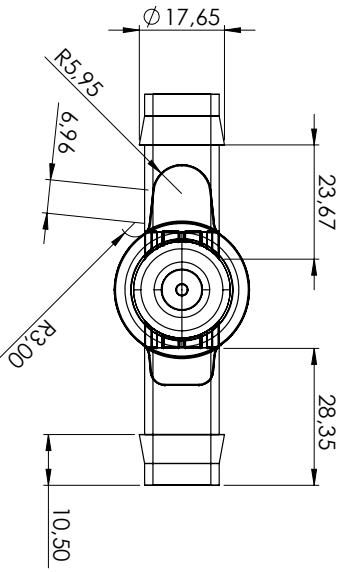
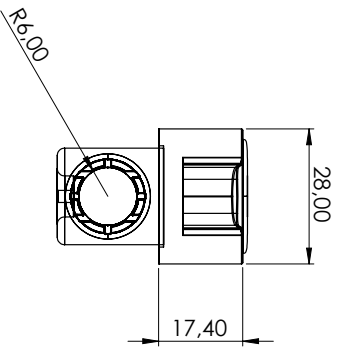
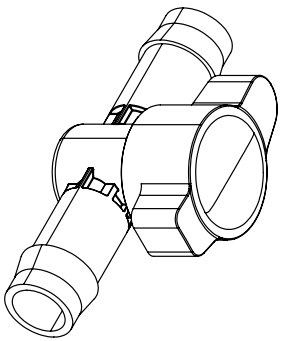
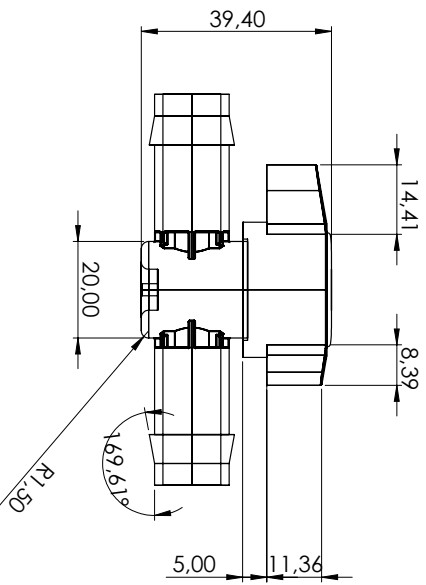
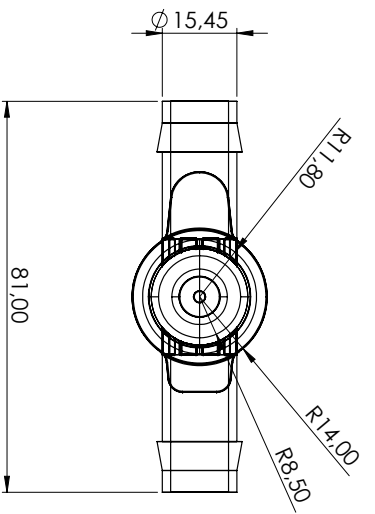
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ

Nome Louise da Silva Rego		Orientadora Patrícia March	Curso Design Industrial - Projeto de Produto			
Título do Projeto Wormi	Instituição Escola de Belas Artes	Diedro 1°	Uni. de Medida mm	Escala 1:2	Data 15/10/2020	
Disciplina Projeto de Graduação em Design de Industrial			Folha: A4	Prancha: 5/7		
Peça: Cachepot						



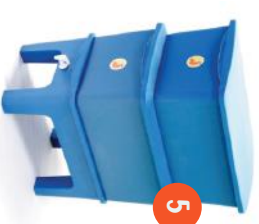
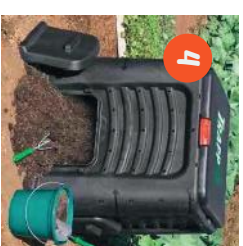
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ

Nome Louise da Silva Rego		Orientadora Patrícia March		Curso Design Industrial - Projeto de Produto		
Título do Projeto Wormi	Instituição Escola de Belas Artes	Diedro 1°	Uni. de Medida mm	Escala 1:2	Data 29/11/2020	
Disciplina Projeto de Graduação em Design de Industrial			Folha: A4	Prancha: 6/7		
			Peça: Copo Coletor			



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ					
Nome	Louise da Silva Rego		Orientadora	Patrícia March	
Curso			Design Industrial - Projeto de Produto		
Título do Projeto	Instituição	Escola de Belas Artes	Dicido	1º	
Wormi			Unl. de Medida	mm	1:1
Disciplina			Folha:	A3	Prancha:
Projeto de Graduação em Design de Industrial			Peça: Válvula - Antelco		
			Data		29/10/2020
			7/7		

PRODUTO



Nome	Composteira Doméstica 15 Litros	Composteira Minizinha 2 Litros	Composteira Doméstica Kit G - 39 Litros	Caixa de Compostagem Composteira 435L - Trapp	Composteira Doméstica Humi P
Fabricante	Loja da Compostagem	Loja da Compostagem	Morada da Floresta	Trapp	Morada da Floresta
Nacionalidade	Nacional	Nacional	Nacional	Nacional	Nacional
Dimensões	37x43x45 cm (LxAxC)	16,5x30x16,5 cm (LxAxC)	39x59x62 cm (LxAxC)	70X80X70 (LxAxC)	42X78x60 cm (LxAxC)
Volume	15L cada caixa	2L cada caixa	39L cada caixa	435L	45L (caixa digestora) 8L (caixa coletora)
Material	Polipropileno (PP)	Polipropileno (PP)	Poliétileno (PE)	Poliétileno (PE)	Bi-axially oriented polypropylene (Boop)
Diferencial visual	Básica. Custo benefício excelente.	Compacta. Perfeita para pequenos espaços	Diferencial no seu tamanho. Perfeita para grandes quantidades de material orgânico	Abertura nas 4 laterais	Suporte e inovações em material
Preço	R\$ 99,90	R\$ 59,99	R\$ 189,05	R\$ 1.101,45	R\$ 429,00
Estética	★ ★	★ ★ ★ ★	★ ★	★	★ ★ ★ ★ ★
Cores	Verde, azul, branca, amarela e preta	Preta	Preta	Preta	Verde, azul, marrom, cinza, vermelha e preta
Observações	Para 2 ou 3 pessoas. Furos no fundo e micro furos nas laterais. Com torneira.	Não possui tampa somente uma touca ventiladoras. Com torneira	Para 2 ou 3 pessoas. Furos no fundo e micro furos nas laterais. Com torneira.	Possui furos nas laterais para ventilação. Possui 4 saídas para o adubo, uma em cada lado da caixa. Tampa com trava de segurança	Produto com grandes inovações. Analisado melhor posteriormente

PRODUTO




6



7



8



9



10

Nome	Composteira Ecopedagógica	Composteira Elétrica Terraform	4-Tray Worm Compost Kit	Envirocycle Mini Composter	Neudorff Compost Térmico Neudorff Duotherm 530 L
Fabricante	Morada da Floresta	TOPGOLD INDUSTRIA E COMERCIO DE EQUIPAME	Teemway	Envirocycle	Neudorff
Nacionalidade	Nacional	Nacional	Internacional	Internacional	Internacional
Dimensões	26,5cm (ø) x 37cm (alt)	300x445x350 mm (LxAXC)	8,5"x12"x9" in (LxAXC)	19 x 18.75 x 21.5 in	0,82 x 0,82 x 1,15 m
Volume	6L (em cada caixa)	5L	1.75 pounds	17 US Gallons	530 L
Material	Poliestireno	Metálico e componentes de plástico não especificados	Polipropileno (PP)	Food Grade and BPA Free Plastic and Aluminum	Plástico Reciclado não especificado
Diferencial Visual	Material transparente. Formato cilíndrico.	Uso de electricidade. Diferente material	Montagem por encaixe	Formato redondo	Formato alongado. Abertura nas laterais.
Preço	R\$199,00	R\$2.960,00	US\$49.99	US\$189.99	R\$ 787,49
Estética	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★	★
Cores	Transparente	Metálico Cinza	Azul	Preto e Rosa Pink	Verde
Observações	Indicada para atividades educativas. Cubas modulares. Furos no fu do e nas laterais	Controla umidade, temperatura e aerção. O processo pode levar entre 4 e 12 horas para ficar pronto.	Fácil montagem. Sistema de recolhimento de biofertilizante eficiente	Compacta. Sistema de rolagem eficiente.	Forma octogonal. Isolamento térmico (possui duas paredes). Material resistente aos raios UV.

PRODUTO




11



12



13



14



15

Nome	Fcmp Outdoor IM4000	60L Organic Kitchen Composter	Hot Frog Living Composter	Urban Worm Bag Version 2	The Hungry Bin
Fabricante	Forest City Models and Patterns	Banggood	Gardener's Supply Company	URBAN WORM COMPANY	Low Impact Limited
Nacionalidade	Internacional	Internacional	Internacional	Internacional	Internacional
Dimensões	36 x 30 x 28 in	56 cm (Ø) (cima) 37cm (alt) 25 cm (Ø) (baixo)	15x15x22 in (WxDxH)	26.75 x 26.75 x 31.75 in	24 x 26 x 37 in
Volume	37 L	60 L	22 L	Medida não encontrada (No entanto, suporta 54kg)	4 L
Material	Polipropileno (PP), Reciclado e aço galvanizado	Lona de Polietileno (PE)	Polietileno (PE) reciclado e madeira não especificada	Teido oxford 900D (Nylon) forrado com um forro resistente à água	Polipropileno (PP) Livre de metais pesados
Diferencial Visual	Sistema rotativo. Possui vidro numa das laterais para ver o interior. Suporte facilita rotação da estrutura	Material maleável	Forma clean e uso da madeira na estética	Material maleável	Possui rodas para melhor locomoção
Preço	US \$118,86	R\$49,69	US\$179.00	US\$ 129.00	US\$ 325.00
Estética	★★★★★	★	★★★★★★★	★★★★★	★★★★★★★
Cores	Preto	Verde	Verde e Cinza	Beje com estrutura preta	Verde
Observações	Sistema de rotação ajuda na aeração. Material resistente aos raios UV	Modelo específico de composteira utilizada para o plantio de tubérculos. Não possui tampa por esse motivo	Torneira localizada no seu interior	O sistema de retirada do composto parece ser um pouco complicado de se realizar.	Biofertilizante fica exposto na bandeja do solo