



Universidade de Aveiro  
Ano 2021

**Tiago Margaça  
Carvalho**

**Integração de tecnologia de Impressão 3D na  
PLM, Plural**





**Universidade de Aveiro**  
**Ano 2021**

**Tiago Margaça  
Carvalho**

## **Integração de tecnologia de Impressão 3D na PLM, Plural**

Tese apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Design de Produto, realizada sob a orientação científica do Doutor Ricardo José Alves de Sousa, Professor Auxiliar c/ Agregação do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro, e do doutor Eduardo Jorge Henriques Noronha, Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro.



Dedico este trabalho em especial à minha mãe Maria João, e irmã Salomé, por sua existência, apoio e inconfundível presença em mim.

Em memória de meu pai Ricardo e avó Rosa, onde na consciência que tudo é efêmero, algo para sempre é deixado por nós a outrem.



**O júri**  
Presidente

Prof. Doutora Maria de Fátima Teixeira Pombo  
Professora Associada c/ Agregação, Universidade de Aveiro

Prof. Doutora Silvina Luísa Rodrigues Félix da Silva  
Professora Adjunta, Escola Superior de Design, Gestão e Tecnologias da Produção de Aveiro - Norte

Prof. Doutor Fábio Jorge Pereira Simões  
Professor Adjunto, Escola Superior de Tecnologia e Gestão – Instituto Politécnico de Leiria

Prof. Doutor Eduardo Jorge Henriques Noronha  
Professor Auxiliar Convidado, Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Em primeiro lugar agradecer aos meus orientadores, Eduardo Noronha e Ricardo Sousa pelas instruções e correções dadas ao longo deste processo, mas principalmente pela transmissão de valores de aprendizagem indispensáveis para o desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao Rúben Gomes e ao César Augusto Lopes pela oportunidade de realizar estágio curricular na empresa PLM, Plural e de se demonstrarem sempre disponíveis para ajudar durante as fases de integração e de desenvolvimento da investigação.

Aos meus amigos e família pela paciência e por todo o apoio registado durante este período.

Por último, uma palavra especial para a minha mãe que é o elemento estrutural de todos estes sonhos e existências.

## **palavras-chave**

Design de Produto, Impressão 3D, Retalho, Exposições Públicas, Experiência Utilização, Inovação Fabrico

## **resumo**

No âmbito do Mestrado em Engenharia e Design de Produto da Universidade de Aveiro desenvolveu-se uma investigação na empresa PLM, Plural que se centrou na exploração, integração e otimização da tecnologia de impressão 3D em produtos desenvolvidos pela organização.

A tecnologia de impressão 3D sendo uma técnica de manufatura aditiva com uma evolução direcionada para a indústria relativamente recente, veio renovar o olhar produtivo relativamente ao processo criativo no desenvolvimento de novos produtos. Ao contrário de outras técnicas existentes, tais como manufatura subtrativa e processos de conformação, a impressão 3D revela claras vantagens quer a nível construtivo quer a nível logístico, desencadeando novas abordagens criativas nos processos de ideação e conceção.

Perante este paradigma, desenvolveram-se dois projetos: o primeiro dedicado ao desenvolvimento de uma estrutura de higienização promovida por um mercado emergente em consequência do contexto pandémico Covid-19, e o segundo projeto centrado no setor do retalho visando o desenvolvimento criativo de uma solução versátil para exposição de produtos comerciais.

Com uma metodologia de trabalho fundada na compreensão dos princípios e conceitos teóricos da tecnologia de impressão 3D e a análise da indústria do sector de retalho, estruturou-se o desenvolvimento conceptual de soluções técnicas estruturais que visam a integração desta tecnologia como recurso para a produção de equipamentos desenvolvidos pela empresa. No intuito de analisar eventuais vantagens deste tipo de abordagens, realizaram-se estudos comparativos com métodos de fabrico tradicionais que revelaram dados promissores relativamente às diversas fases processuais e parametrização das máquinas, tempos de impressão e qualidade de acabamento das superfícies.

As soluções finais integram uma reflexão estratégica sobre possíveis oportunidades de mercado, com as limitações e potencialidades que caracterizam esta tecnologia de impressão 3D, tais como a customização a nível geométrico na perspetiva da personalização de produtos, e a otimização das cadeias de valor consequente de um melhoramento a nível logístico e operacional interno da empresa numa perspetiva de integração da tecnologia na fase inicial de conceção e desenvolvimento dos produtos.

**keywords**

Product Design, 3D Print, Retail, Public Expositions, User Experience, Manufacturing Innovation

**abstract**

Under the Master of Engineering and Product Design at the University of Aveiro was developed an investigation into the PLM, Plural company which focused on the exploration, integration and optimization of 3D printing technology products developed by the organization.

The 3D printing technology, being an additive manufacturing technique with a recent evolution directed to the industry, came to renew the productive look regarding the creative process in the development of new products. Unlike other existing techniques, such as “Subtractive Manufacturing” and “Forming Process”, 3D printing reveals clear advantages in terms of construction and logistics, triggering new creative approaches in the ideation and design processes.

Considering this paradigm, two projects were developed: the first dedicated to the development of a sanitation structure promoted by an emerging market as a result of the Covid-19 pandemic context, and the second project focused on the retail sector aimed at the creative development of a versatile solution for displaying commercial products.

With a work methodology based on the understanding of the theoretical principles and concepts of 3D printing technology and the analysis of the industry in the retail sector, the conceptual development resulted in structural technical solutions aimed at integrating this technology as a resource to produce equipment developed by company. To analyze possible advantages of this type of approach, comparative studies were carried out with traditional manufacturing methods, which revealed promising data regarding the various process stages and machine parameterization, printing times and surface finish quality.

The final solutions integrate a strategic reflection on possible market opportunities, with the limitations and potential that characterize this 3D printing technology, such as customization at a geometric level from the perspective of product personalization, and the optimization of value chains resulting from an improvement at the company's internal operational and logistical level from a perspective of technology integration at the initial stage of product design and development.

## Índice

<b>Capítulo I</b> .....	<b>18</b>
1. Introdução .....	20
2. Objetivos .....	21
3. Metodologia Investigação.....	22
<b>Capítulo II - Contextualização</b> .....	<b>23</b>
1. Contexto.....	25
2. PLM, Plural .....	26
3. Catálogo PLM, Plural .....	27
<b>Capítulo III - Enquadramento Teórico</b> .....	<b>30</b>
<b>1. Enquadramento</b> .....	<b>32</b>
a. Conduta Ética .....	32
b. Design de Espaços Comerciais .....	34
c. Design de Interação Emocional .....	38
d. Inovação Tecnológica aplicada à sustentabilidade Empresarial .....	43
<b>2. Tecnologia Impressão 3D</b> .....	<b>45</b>
a. Tecnologia de Impressão 3D.....	45
b. Vantagens da Tecnologia Impressão 3D .....	47
c. Desvantagens da Tecnologia Impressão 3D .....	49
d. Princípios de Sustentabilidade na Tecnologia Impressão 3D .....	51
e. Potencialidades Tecnologia Impressão 3D .....	55
f. Principais Tecnologias Impressão 3D.....	58
g. Processo da Tecnologia Impressão 3D por filamento .....	61
<b>3. Caso Estudo – Impressora Snapmaker 2.0 (FDM)</b> .....	<b>64</b>
a. Descrição.....	64
b. Sequência Prática Processual .....	68
c. Parâmetros Técnicos - Otimização Resultados .....	72
d. Desenho para Tecnologia Impressão 3D .....	77
<b>4. Tipologia de Estruturas de Higienização</b> .....	<b>81</b>
a. Estruturas Higienização .....	81
b. Caso Estudo Interno – Equipamento SIAS - PLM, Plural .....	83
c. Caso Estudo Externo – Equipamento Gevilion.....	87

<b>5. Análise Setor Retalho .....</b>	<b>88</b>
a. Ponto Situação Contemporâneo.....	88
b. Oportunidades Mercado.....	90
<b>Capítulo IV – Desenvolvimento de Produto .....</b>	<b>93</b>
<b>1. Projeto 1 – Equipamento Higienização .....</b>	<b>95</b>
a. Requisitos do Produto .....	95
b. Desenvolvimento Conceptual.....	96
c. Otimização Geométrica e Tecnológica .....	100
d. Forma.....	106
e. Detalhe Técnico.....	108
f. Lista de Componentes.....	109
g. Memória Descritiva .....	110
h. Prototipagem.....	111
<b>2. Projeto 2 – Inovação Retalho .....</b>	<b>114</b>
a. Requisitos do Produto .....	114
b. Desenvolvimento Conceptual.....	115
c. Otimização Geométrica e tecnológica .....	118
d. Forma.....	122
e. Detalhe Técnico.....	127
f. Lista Componentes .....	129
g. Memória Descritiva .....	130
h. Prototipagem.....	131
<b>Capítulo V - Integração Tecnologia Impressão 3D PLM, Plural .....</b>	<b>133</b>
1. Comparação Projetual – Manufatura Aditiva vs Manufatura Tradicional.....	135
2. Vantagens Estratégicas Futuras .....	138
<b>Capítulo VI – Considerações Finais .....</b>	<b>140</b>
1. Conclusão .....	142
2. Trabalhos Futuros .....	143
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>144</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>152</b>

## Índice de Figuras

<b>Fig. 1</b> Logótipo PLM, Plural. (PLM, 2020c) .....	27
<b>Fig. 2</b> Catálogo PLM: 1 – Loja Huawei, 2019; 2 – Ecrã Interativo Essilor, 2019; 3 – Loja Widex, 2019; 4 - Evento Nos, 2015.....	28
<b>Fig. 3</b> Entrada. (Mesher, 2010).....	36
<b>Fig. 4</b> Circulação. (Mesher, 2010).....	36
<b>Fig. 5</b> Ritmo. (Mesher, 2010) .....	37
<b>Fig. 6</b> Expositores. (Mesher, 2010).....	37
<b>Fig. 7</b> Importância da cor em espaços comerciais. (Brown & Farrelly, 2014) .....	39
<b>Fig. 8</b> Montras. (Mesher, 2010) .....	39
<b>Fig. 9</b> Pilares. (Yu, 2012).....	39
<b>Fig. 10</b> Expositores. (Yu, 2012) .....	40
<b>Fig. 11</b> Murais. (Yu, 2012) .....	40
<b>Fig. 12</b> Uso da Madeira. (Booth & Plunkett, 2015).....	42
<b>Fig. 13</b> Uso do Metal. (Yu, 2011) .....	42
<b>Fig. 14</b> Ambiente com uma narrativa orgânica. (Yu, 2011) .....	42
<b>Fig. 15</b> Ambiente com uma narrativa tradicional. (Mesher, 2010) .....	42
<b>Fig. 16</b> Comparação entre Economia Industrial Linear e Economia Circular. (Stahel, 2019) .....	44
<b>Fig. 17</b> Comparação método de produção: Maquinagem CNC vs Manufatura Aditiva. (Diegel, Olaf; Nordin, Axel; Motte, 2019).....	45
<b>Fig. 18</b> Vantagem: Flexibilidade geométrica. (Diegel, Olaf; Nordin, Axel; Motte, 2019) .....	47
<b>Fig. 19</b> Vantagem: Otimização da montagem. (Diegel, Olaf; Nordin, Axel; Motte, 2019) .....	48
<b>Fig. 20</b> Recipientes de perfumaria - Designer: Ross Lovegrove. (Neira, 2019).....	48
<b>Fig. 21</b> Exemplo geometria obtida através de algoritmos de design generativo. (Autodesk, 2020) .....	49
<b>Fig. 22</b> Esquema maquinagem CNC. (ManufacturingGuide, 2017) .....	52
<b>Fig. 23</b> Esquema moldação por injeção. (ManufacturingGuide, 2017).....	52
<b>Fig. 24</b> Comparação método fabricação convencional vs Técnicas de Manufatura Aditiva. (Srivastava, Manu; Rathee, Sandeep; Maheshwari, Sachin; Kundra, 2019) ...	53
<b>Fig. 25</b> Tipologia de utilização da tecnologia de impressão 3D no mercado atual. (Diegel, Olaf; Nordin, Axel; Motte, 2019).....	56
<b>Fig. 26</b> Peças de ligação para mobiliário. Designer: Gellért Ollé (Boruslawski, 2015) 56	
<b>Fig. 27</b> Banco: Impressão 3D de gesso, açúcar e saquê. Designer: Daniel Widrig (DWS, 2014).....	57
<b>Fig. 28</b> Padrão orgânico em luminária de teto. Designers: Arturo Tedeschi, Michael Pryor, Pavlina Vardoulaki (Tedeschi, 2020).....	57
<b>Fig. 29</b> Vestido totalmente impresso 3D. Designer: Michael Schmidt, Francis Bitonti (Mikocki, 2013) .....	57
<b>Fig. 30</b> Nomenclatura e diferentes abordagens à tecnologia de impressão 3D. (Gebhardt, 2011) .....	58
<b>Fig. 31</b> Impressora Snapmaker 2.0 A350. (Snapmaker, 2020) .....	65
<b>Fig. 32</b> Esquema representativo do limite crítico de uma geometria para a tecnologia FDM. (Redwood, Ben; Schöffner, Filemon; Garret, 2017).....	66

<b>Fig. 33</b> Exemplo de diferentes densidades de preenchimento de uma geometria. (Redwood, Ben; Schöffner, Filemon; Garret, 2017) .....	66
<b>Fig. 34</b> Relação entre a complexidade do processo de impressão e a performance dos materiais para a tecnologia FDM. (Redwood, Ben; Schöffner, Filemon; Garret, 2017)..	67
<b>Fig. 35</b> Limpeza pré-impressão. ....	68
<b>Fig. 36</b> Envio do ficheiro "Gcode" para a impressora.....	68
<b>Fig. 37</b> Pré-aquecimento do bico e tabuleiro de impressão. ....	69
<b>Fig. 38</b> Calibração Tabuleiro.....	69
<b>Fig. 39</b> Escolha do ficheiro pretendido.....	70
<b>Fig. 40</b> Manipulação de parâmetros durante a impressão (opcional).....	70
<b>Fig. 41</b> Extração da peça construída. ....	71
<b>Fig. 42</b> Limpeza pós-impressão.....	71
<b>Fig. 43</b> Exemplo de faces com diferentes padrões de preenchimento. (3D Print Scape, 2021) .....	78
<b>Fig. 44</b> Relação entre direção de impressão e direção de carga. (Redwood, Ben; Schöffner, Filemon; Garret, 2017).....	80
<b>Fig. 45</b> Detalhe para evitar esquinas vivas. (APRINTAPRO, 2021) .....	80
<b>Fig. 46</b> Equipamento SIAS. (PLM, 2020b) .....	83
<b>Fig. 47</b> Vista explodida do equipamento SIAS. (PLM, 2020a).....	84
<b>Fig. 48</b> Configuração sem compartimento luvas. ....	86
<b>Fig. 49</b> Configuração somente com display. ....	86
<b>Fig. 50</b> Configuração com "QR Code Reader". ....	86
<b>Fig. 51</b> Configuração balcão com display e acesso a desinfetante.....	86
<b>Fig. 52</b> Configuração balcão com display. ....	86
<b>Fig. 53</b> Versão mesa ou balcão. ....	87
<b>Fig. 54</b> Versão "stand-alone" (60 cm). ....	87
<b>Fig. 55</b> Versão "stand-alone" (110 cm). ....	87
<b>Fig. 56</b> Exemplo de forma   padrão inspirado na natureza. (Ruttinger, 2013) .....	90
<b>Fig. 57</b> Design de interior baseado na natureza. (Yu, 2012).....	90
<b>Fig. 58</b> Exemplo abordagem modular. (Booth & Plunkett, 2015) .....	91
<b>Fig. 59</b> Exemplo abordagem funcional. (Yu, 2012) .....	91
<b>Fig. 60</b> Exemplo abordagem estrutural. (Archipreneur, 2018).....	91
<b>Fig. 61</b> Exemplo abordagem destaque. (Yu, 2012).....	92
<b>Fig. 62</b> Exemplo abordagem suporte. (Booth & Plunkett, 2015) .....	92
<b>Fig. 63</b> Abordagem através de revestimento. ....	96
<b>Fig. 64</b> Abordagem através de peças de ligação. ....	96
<b>Fig. 65</b> Abordagem através de estrutura de cariz estético e funcional. ....	96
<b>Fig. 66</b> Esboços iniciais. ....	97
<b>Fig. 67</b> Esboços Exploração – Forma Cilíndrica + Textura   Padrão. ....	98
<b>Fig. 68</b> Esboços Exploração – Encaixes.....	99
<b>Fig. 69</b> Esboços Exploração – Ergonomia + Compartimentos Técnicos. ....	99
<b>Fig. 70</b> Esquema representativo dos módulos do conceito SIAS.....	107
<b>Fig. 71</b> Detalhe 1 – Direção de impressão vertical.....	108
<b>Fig. 72</b> Detalhe 2 – Variação de Espessura.....	108
<b>Fig. 73</b> Detalhe 3 - Sistema de encaixes. ....	108
<b>Fig. 74</b> Detalhe 4 – Zona para passagem de cabos.....	108

<b>Fig. 75</b> Capacidade customização conceito SIAS.....	110
<b>Fig. 76</b> Contexto de utilização. ....	110
<b>Fig. 77</b> Teste experimental pós-processamento: Pintura. ....	111
<b>Fig. 78</b> Teste experimental pós-processamento – Deformação superficial com recurso a elementos químicos. ....	113
<b>Fig. 79</b> Comparação de resultados de acabamento superficial.....	113
<b>Fig. 80</b> Problemática: Sistema de alarme como suporte de exposição de produto. (Yu, 2012) .....	115
<b>Fig. 81</b> Esboços de exploração conceptual inicial.....	116
<b>Fig. 82</b> Esboços Exploração – Encaixes.....	117
<b>Fig. 83</b> Esboços Exploração – Expositor. ....	117
<b>Fig. 84</b> Quadro sócio-estilos marca Huawei. (Huawei, 2021).....	122
<b>Fig. 85</b> Desenvolvimento conceptual de propostas para o ecossistema Huawei. ....	123
<b>Fig. 86</b> Conceito final – Ecossistema Huawei. ....	124
<b>Fig. 87</b> Exemplo da capacidade de adaptação do conceito à exposição de outros produtos.....	125
<b>Fig. 88</b> Exemplo de padrões com pressuposto simbólico. ....	125
<b>Fig. 89</b> Diferentes configurações do conjunto de exposição. ....	126
<b>Fig. 90</b> Vista perfil conjunto de exposição.....	126
<b>Fig. 91</b> Detalhe 1 – Sistema de Rotação. ....	127
<b>Fig. 92</b> Detalhe 2 – Saliência para evitar colisão com parafusos. ....	127
<b>Fig. 93</b> Detalhe 3 – Construção geometria “Apoio Inferior”. ....	128
<b>Fig. 94</b> Detalhe 4 – Tubo central estrutural.....	128
<b>Fig. 95</b> Capacidade de associação dos produtos à sua exposição. ....	130
<b>Fig. 96</b> Contexto de utilização. ....	131
<b>Fig. 97</b> Prototipagem - Diminuição do consumo de material. ....	132
<b>Fig. 98</b> Protótipo final - Ecossistema Huawei.....	132
<b>Fig. 99</b> Exemplo de construção de moldes a partir da tecnologia de impressão 3D. (Formlabs, 2017) .....	138
<b>Fig. 100</b> Exemplo de aplicação de produto impresso em material condutor elétrico (PLA + Cobre). (Markforged, 2020).....	139
<b>Fig. 101</b> Exemplo de aplicação tecnologia de impressão 4D. (Sculpteo, 2020) .....	139

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1</b> - Análise Projetos Internos.....	29
<b>Tabela 2</b> - Principais Tecnologias Impressão 3D.....	59
<b>Tabela 3</b> - Parâmetros Técnicos.....	73
<b>Tabela 4</b> - Detalhe Geométrico.....	79
<b>Tabela 5</b> - Componentes Equipamento SIAS – PLM,Plural .....	85
<b>Tabela 6</b> - Fatores caracterização mercado atual.....	89
<b>Tabela 7</b> - Parâmetros de Impressão .....	101
<b>Tabela 8</b> - Testes Práticos: Exploração Forma e Parâmetros Impressão .....	102
<b>Tabela 9</b> - Otimização Configuração .....	104
<b>Tabela 10</b> - Testes Práticos: Parâmetros Impressão .....	105
<b>Tabela 11</b> - Lista de Componentes.....	109
<b>Tabela 12</b> - Parâmetros de Impressão .....	119
<b>Tabela 13</b> - Testes Práticos: Exploração Forma e Parâmetros Impressão .....	120
<b>Tabela 14</b> - Testes Auxiliares .....	121
<b>Tabela 15</b> - Lista Componentes.....	129
<b>Tabela 16</b> - Comparação Custos: Manufatura Aditiva vs Manufatura Tradicional .....	135
<b>Tabela 17</b> - Cálculo custo de Impressão.....	137

## Lista de Acrónimos

3D - Três Dimensões  
A.C - Antes de Cristo  
etc - Et cetera  
MDF - Medium-Density Fiberboard  
NFC - Near Field Communication  
SLA - Stereolithography  
SLS - Selective Laser Sintering  
CNC - Controlo Numérico Computorizado  
PLA - Polylactic Acid  
ABS - Acrilonitrila Butadieno Estireno  
CAD - Computer Aided Design  
STL - Standard Triangle Language  
FDM - Fused deposition modeling  
FFF - Fused filament fabrication  
DOD - Drop on Demand  
DLP - Digital Light Processing  
SLM - Selective Laser Melting  
LMD - Laser Metal Deposition  
EBM - Electron Beam Melting  
LOM - Laminated object manufacturing  
UAM - Ultrasound Additive Manufacturing  
PC - Polycarbonate  
PMMA - Polimetilmetacrilato (Acrílico)  
PEEK - Polyether Ether Ketone  
UV - UltraViolet Radiation  
MM - Milímetros (Unidade Comprimento)  
°C - Graus Celsius (Unidade Temperatura)  
MM/S - Milímetros por Segundos  
SIAS - Smart Integrated Access System  
PVC - Polyvinyl chloride  
Nr. - Número  
TPU - Thermoplastic polyurethane  
CD's - Compact disc's  
MA - Manufatura Aditiva  
MT - Manufatura Tradicional  
W - Watt (Unidade Potência)  
h - Hora (Unidade Tempo)  
€ - Euro (Valor Monetário)  
€/KWh - Preço Quilowatt por hora  
€/Kg - Preço por Quilograma  
G/cm<sup>3</sup> - Grama por centímetro cúbico (Densidade)  
MM<sup>2</sup> - Milímetro Quadrado (Unidade de Área)  
M - Metros (Unidade Comprimento)  
4D - Quatro Dimensões

## **Lista de Anexos**

### **Anexo 1 - 2**

Demonstração: Projeto 1 – Equipamento Higienização

### **Anexo 3 - 4**

Demonstração: Projeto 2 – Inovação Retalho

### **Anexo 5 - 15**

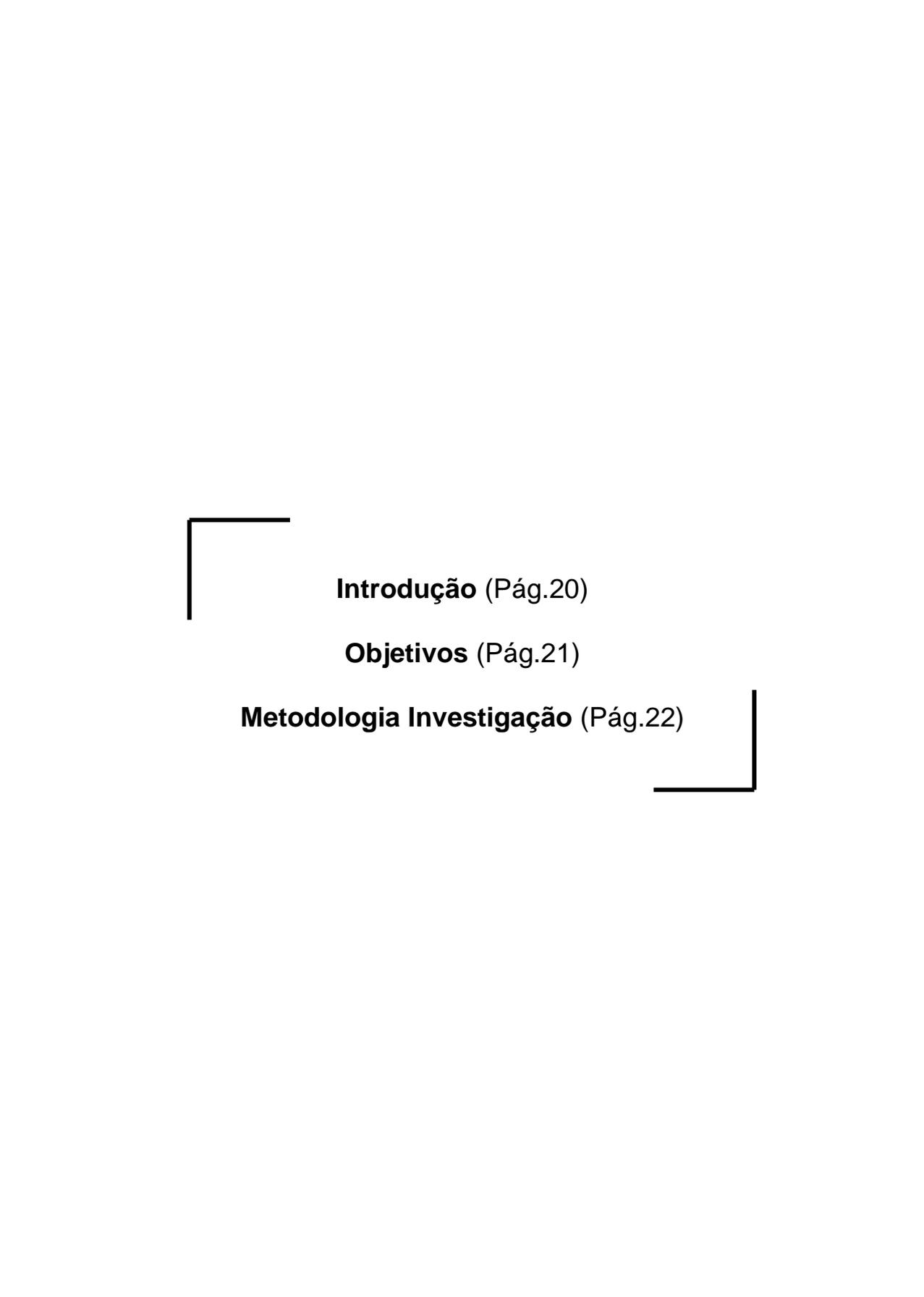
Desenhos de Construção: Projeto 1 - Equipamento Higienização

### **Anexo 16 – 29**

Desenhos de Construção: Projeto 2 - Inovação Retalho

A decorative L-shaped bracket consisting of a vertical line on the left, a horizontal line at the top, and another vertical line on the right, all meeting at a corner. The text 'Capítulo I' is centered within the space defined by the bracket.

Capítulo I



**Introdução (Pág.20)**

**Objetivos (Pág.21)**

**Metodologia Investigação (Pág.22)**

## 1. Introdução

Este documento visa registar a investigação científica em Design e Engenharia Mecânica desenvolvida no âmbito do estágio curricular na empresa PLM, Plural dedicada ao desenvolvimento de dois projetos lançados pela empresa. O estágio apresentado teve a duração de 600 horas distribuídas ao longo do ano letivo de 2020/21, sendo que 200 horas pertenceram ao primeiro semestre realizando um horário de trabalho de dois dias semanais e 400 horas ao segundo semestre num horário semanal completo. O estágio curricular teve início no dia 9 outubro e concluiu, formalmente, no dia 31 de maio de 2021. Durante os meses de junho, julho e agosto manteve-se uma colaboração informal com o objetivo de concluir alguns ensaios e produção de protótipos.

A administração da empresa propôs o desenvolvimento de dois projetos com a mesma premissa: exploração, integração e otimização da tecnologia de impressão 3D em produtos desenvolvidos pela PLM. O primeiro projeto dedicado ao desenvolvimento de uma estrutura de higienização promovida por um mercado emergente, em consequência do contexto pandémico Covid-19 e o segundo projeto centrado no setor do retalho visando o desenvolvimento criativo de uma solução versátil para exposição de produtos comerciais.

Ao longo deste documento encontra-se, sequencialmente, o processo de investigação e desenvolvimento dos respetivos projetos estruturado da seguinte forma:

- i) enquadramento teórico com o objetivo de compreender os princípios e conceitos da tecnologia de impressão 3D;
- ii) estudo do principal sector de atividade da empresa, o retalho, com análise de produtos e empresas concorrentes;
- iii) desenvolvimento conceptual de soluções técnicas estruturalmente desenvolvidas com recurso à tecnologia de impressão 3D.

Na conclusão do documento identificam-se possíveis futuros trabalhos numa perspetiva de reforçar a integração desta tecnologia como recurso para a produção de equipamentos desenvolvidos pela empresa.

As soluções finais integram uma reflexão estratégica sobre possíveis oportunidades de mercado, com as limitações e potencialidades que a impressão 3D configura, considerando que a grande liberdade de construção formal incrementa parâmetros de personalização dos produtos e a otimização de processos logísticos e produtivos.

## **2. Objetivos**

Durante a fase inicial de apresentação interna dos projetos por parte da empresa, foram introduzidos os objetivos projetuais a ter em conta para o desenvolvimento dos mesmos onde se incluíram as principais etapas a seguir: análise do “briefing” e mercado; desenvolvimento conceptual; modelação 3D; desenvolvimento da proposta; apresentação da solução final e, por último o desenvolvimento dos desenhos técnicos para produção.

Como resposta ao desafio lançado pela empresa e numa ótica de complemento às análises de mercado e da tecnologia de impressão 3D realizadas, considerou-se pertinente analisar o catálogo de produtos da organização na perspetiva de compreender o estado de envolvimento da empresa com a tecnologia de impressão 3D e as eventuais expectativas de inovação geradas a partir destes materiais e processos de fabrico no sector de retalho. Este conjunto de informações foi muito útil para perceber a cadeia de valor industrial associada aos diversos produtos lançados pela empresa numa perspetiva de prever a integração de conceitos de sustentabilidade e ou de economia circular, assim como responder ou mesmo antecipar possíveis necessidades dos consumidores no setor do retalho pelo paradigma de produção que a integração desta tecnologia permite.

Assim, define-se como principal objetivo desta investigação identificar a viabilidade de integrar, explorar e otimizar processos de fabrico estruturados em tecnologia de impressão 3D em produtos com valor ambiental e tecnológico acrescentado, na perspetiva de equilibrar as limitações e potencialidades que caracterizam este processo de fabrico.

### **3. Metodologia Investigação**

A abordagem científica que caracteriza a metodologia de desenvolvimento presente ao longo deste trabalho partiu da liberdade exploratória consequente da tecnologia de impressão 3D e do processo iterativo que a sucessiva correção de parâmetros obriga para o controle do processo de fabrico. Assim, muito do pensamento representativo do decorrer dos projetos identifica-se com a base teórica do modelo de gestão da criatividade e do conhecimento designado por “Design Thinking”.

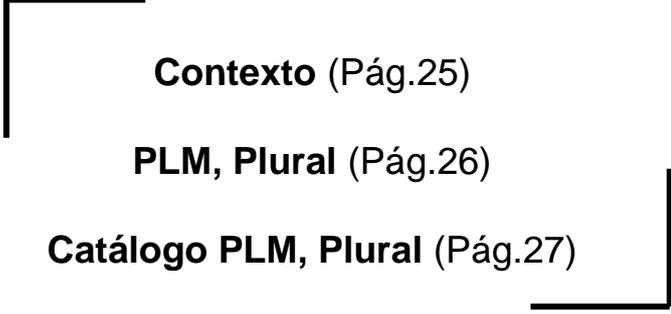
“O Design Thinking cria um ambiente interativo vibrante que promove uma aprendizagem por meio de prototipagem rápida conceptual...” (Plattner, Hasso; Meinel, Christoph; Leifer, 2011)

Ao longo do documento identifica-se uma primeira fase dedicada à análise do contexto industrial e social que circunscrevem o âmbito dos programas, posteriormente a definição de oportunidades de mercado que surgem ao longo de valências específicas da tecnologia e da tradução das tendências de mercado em requisitos de produto. A fase seguinte dedica-se ao processo criativo com a ambição de integrar o conhecimento produzido nas fases anteriores, desejavelmente gerando novas e pertinentes propostas materializadas num processo iterativo de maquetização e correção.



# **Capítulo II**

Contextualização



**Contexto (Pág.25)**

**PLM, Plural (Pág.26)**

**Catálogo PLM, Plural (Pág.27)**

## 1. Contexto

A maneira como uma sociedade vive e interage entre si, caracteriza-se pelo cruzamento social e económico que se estabelece entre o material e o imaterial, e que proporciona uma perceção de experiência e de emoção potenciada para ou pelo indivíduo. Ao longo da história, verifica-se que o setor do retalho contribui para sustentar esse cruzamento através de um processo contínuo de aperfeiçoamento dessas interações que inclui a resposta a múltiplas necessidades sociais características de uma determinada cultura ou época, o acompanhamento da evolução tecnológica e, mais recentemente, de uma primordial análise dos nossos costumes com faturas ambientais.

De acordo com Eleonora Pantano e Charles Dennis o princípio do ato de compra e venda quer de produtos quer de serviços num espaço propositado para esse efeito, o chamado retalho, teve início nos locais denominados de “Ágora” entre os séculos VI e III a.c.(Pantano & Dennis, 2017)

Estes locais públicos, idealizados pelos gregos e situados ao longo da Grécia Antiga e da Magna Grécia serviam não só para promoção dos produtos concebidos na altura, como, evidentemente, para obtenção de lucros onde até as pessoas podiam socializar criando assim um sentimento político-cultural ativo.

Com o evoluir dos tempos verifica-se que esta visão rupestre, centrada nos comerciantes e nos seus produtos locais feitos a nível artesanal sofreu um conjunto de adaptações aos tempos modernos, começando a colocar o consumidor no centro da equação comercial. A passagem de pequenos espaços comerciais focados numa tipologia de produto para grandes superfícies com uma extensa variedade de produtos, fruto do aumento demográfico e do nível de vida e da evolução tecnológica, fez com que existisse uma necessidade de aumentar a experiência do utilizador como forma de inovação e de diferenciação. Em termos conceptuais, começaram também a existir um conjunto de novas áreas a ter em conta que modificaram a interação do indivíduo no ato da compra, nomeadamente os conceitos de marca, publicidade, marketing, espaços dedicados, acessibilidade, organização, etc.

“...Essas inovações tecnológicas podem ser vistas como facilitadores de mudança que modificaram drasticamente o cenário do retalho, motivadas pela necessidade de fornecer experiências novas e divertidas para os consumidores, integrando lazer e retalho, apoiado por um impulso tecnológico constante para o desenvolvimento de soluções inovadoras para o consumidor baseadas na integração de tecnologia avançada, o que mostra uma tendência crescente para configurações de retalho de base mais tecnológica...” (Pantano & Dennis, 2017)

Nos dias de hoje, e com o mercado online cada vez mais desenvolvido comparativamente ao retalho em lojas físicas (Reinartz et al., 2011), uma das premissas para a subsistência deste setor passa pela criação de valor emocional e ativo quer na forma de produtos quer na forma de experiências sensoriais de interação direta e indireta. Numa era com um peso ambiental tão presente nos discursos do dia-a-dia, e com uma sociedade sobrevivente a uma pandemia mundial (Covid-19), o desejado reencontro entre o espaço comercial e o indivíduo deve contribuir para a consciencialização ambiental e social que a atualidade exige.

## **2. PLM, Plural**

A PLM (Fig. 1) teve origem em 1977 como uma empresa familiar de marcenaria. Ao longo dos anos, à medida que as tendências de mercado se foram modificando, existiu a oportunidade de expandir o seu negócio de forma a incluir várias áreas complementares. O retalho surgiu de forma orgânica fruto de um conjunto de experiências que hoje possibilitam à empresa conduzir um projeto desde a conceção à implementação e respetiva manutenção. Assim, a empresa conta com seis áreas de negócio fundamentais para o decorrer com sucesso de um projeto: Criatividade e Produção; Negócios e Aditvação; Pessoas e Eventos; Logística e Implementação; Tecnologia e Integração; Arquitetura e Construção. Tendo em conta uma equipa de trabalho com diferentes especializações, a PLM apresenta um catálogo bastante eclético desde projetos de interiores a expositores de promoção sempre com uma vertente tecnológica e contemporânea muito definida.

A empresa, por não apresentar apenas um ramo industrial dedicado a uma tipologia de produto específica, adapta o desenvolvimento do projeto consoante o cliente, que por sua vez origina dois grandes públicos; a marca – cliente ou entidade que pretenda o bem ou serviço para divulgar a sua instituição ou evento; e o consumidor final que

interage diretamente com o serviço desenhado. Por esta razão, quando se concretiza um projeto na PLM, reforçam-se os ideais estratégicos da empresa: inovação perante a tecnologia a utilizar e a respetiva interação do público-alvo com o produto/espço; e a sustentabilidade como principal fator de otimização de recursos quer materiais quer das cadeias de valor internas no intuito de maximizar os princípios de economia circular sobre os produtos desenhados.

Atualmente, a PLM é uma empresa com participação a nível mundial, estando sediada em território nacional no distrito de Aveiro e Lisboa, integra ainda um armazém em Ílhavo dedicado à montagem de todos os componentes adquiridos para produção. Fora de território nacional conta com parcerias de negócio nos Emirados Árabes Unidos, China, Brasil, Espanha e Alemanha fundamentais para explorar novas oportunidades, e construir uma visão mais abrangente sobre as tendências sociais e culturais necessárias à inovação.



Fig. 1 Logótipo PLM, Plural. (PLM, 2020c)

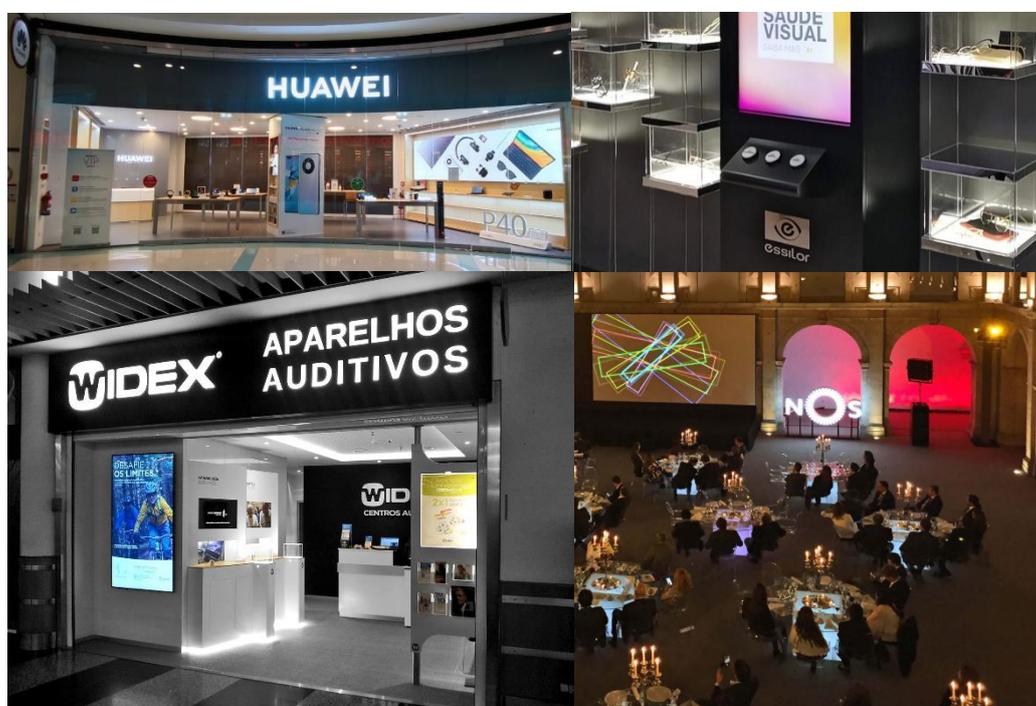
### 3. Catálogo PLM, Plural

A Fig. 2 ilustra alguns produtos recentemente desenvolvidos pela empresa em resposta a solicitações de marcas com atuação em mercados distintos, maioritariamente, em contexto comercial. Observa-se que tanto a escolha dos materiais como o desenho da iluminação são fatores que influenciam a leitura visual do espaço geral, bem como o destaque de um produto que se pretenda explorar.

A partir da Tabela 1 é possível verificar as tecnologias que caracterizam um espaço comercial em formato loja ou expositor, e as experiências que se promovem a partir da representação visual das marcas. No caso da “Huawei”, por exemplo, verifica-se uma intensão de tornar o ambiente mais acolhedor e quente com a utilização de madeiras e texturas naturais, por outro lado no exemplo da marca “Widex”, conseqüente do público-alvo corresponder a uma facha etária mais elevada, predominam os acabamentos principais de cor branca para transmitir maior segurança e tranquilidade.

O “mupi” desenvolvido para a marca “Essilor” integra sistemas de interação multissensorial que podem ser utilizados para cimentar a relação do produto com o consumidor tendo em conta diferentes tecnologias digitais.

Relativamente ao evento desenhado para a marca “NOS” observa-se uma abordagem criativa distinta, porém existem vários fatores a ter em conta que se assemelham aos restantes projetos, dentro dos quais a relação da interação do consumidor com o espaço assim como do destaque dos elementos com intenção de diferenciação, o que leva a empresa a apresentar uma versatilidade de oferta criativa mais evidente. Por último, são destacadas algumas observações técnicas que caracterizam os projetos em termos tecnológicos e construtivos.



**Fig. 2** Catálogo PLM: 1 – Loja Huawei, 2019; 2 – Ecrã Interativo Essilor, 2019; 3 – Loja Widex, 2019; 4 - Evento Nos, 2015.

**Tabela 1 - Análise Projetos Internos**

Número	Tipo de Projeto	Marca	Contexto	Observações
1	Expositor	Huawei	Comercial (Loja)	1. Tampo Mdf com estrutura tubular metálica apoios inferiores (alternativa apoios inferiores: estrutura tubular interna e revestimento com folha de madeira ou chapa metálica); 2. Compartimento central para componentes técnicos - mdf ou chapa metálica; 3. Iluminação de destaque produto - Caixas de Luz em Acrílico (pode incluir display destaque).
	Mural			1. Nichos em Mdf (alternativas: chapa metálica e ou estrutura tubular com revestimento); 2. Caixas de Luz em Acrílico (Estrutura tubular metálica - suporte).
	Pilar			1. Nichos em Mdf (alternativas: chapa metálica e ou estrutura tubular com revestimento); 2. Caixas de Luz em Acrílico (Estrutura tubular metálica - suporte); 3. Pode ser utilizado somente para publicidade.
2	Mupi	Essilor		1. Tecnologias de Interação - NFC; Vitrines Digitais; Holografia; Informação Manipulável; 2. Opções material: Estrutura interna com perfis tubulares e revestimento painéis de acrílico; Estrutura interna mdf e revestimento chapa metálica.
3	Design Interiores	Widex		1. Desenho completo de loja - "Brand Lettering and stopper"; Mesa; Móvel; Expositor; Mupi; Iluminação Geral e de Destaque; Organização Interior.
4		NOS	Evento	1. Organização e Logística do roteiro; 2. Coesão entre iluminação, desenho dos produtos e a marca.



## Capítulo III

Enquadramento Teórico





**Enquadramento (Pág.32)**

**Tecnologia Impressão 3D (Pág.45)**

**Caso Estudo – Impressora Snapmaker 2.0 (FDM) (Pág.64)**

**Tipologia de Estruturas de Higienização (Pág.81)**

**Análise Setor Retalho (Pág.88)**



## 1. Enquadramento

### a. Conduta Ética

“...A prática do design é anterior a qualquer identidade nomeada como "designer", mas ao mesmo tempo design, como um ato de prefiguração (a ideia do "ser feito" indo à frente do fazer direcionar sua forma) foi intrínseco aos momentos mais fundamentais do desenvolvimento do humano...” (Fry, 2014)

A definição de design como conhecemos atualmente é o resultado de um conjunto de associações históricas consequentes de vários segmentos da própria conceção de criação característica de determinada época. De acordo com Bernhard E. Bürdek, Leonardo Da Vinci foi o primeiro caso onde se evidenciou a característica associada à invenção, resultando em inúmeros estudos, esboços e máquinas desse processo intelectual. Posteriormente, e com a arte conectada ao olhar crítico e inovador, surgiu o exemplo do pintor Giorgio Vasari que começou a relacionar e a defender o desenho como o veículo da ideia, derivando depois para diversas formas de exposição artística como, por exemplo, a pintura, escultura e ou arquitetura. (Bürdek, 2005)

Assim com o passar do tempo e consequente evoluir da indústria, começaram a surgir diversas áreas a envolver o design, integrando, simultaneamente, uma componente artística e funcional. De acordo com David Raizman, não é fácil distinguir o design entre a engenharia e o design entre a arte e o artesanato (Raizman, 2010) possibilitando assim um conjunto de domínios de atuação muito mais alargado quer a níveis de evolução social como de revolução industrial.

“...Hoje, a palavra "design" significa muitas coisas. O fator comum que os une é o serviço, e os designers estão contratados numa profissão de serviço na qual os resultados do seu trabalho atendem às necessidades humanas...” (Redström, 2018)

O design, enquanto disciplina generalista, procura a resolução de problemas através de soluções criativas, sendo esta uma característica intrínseca à circunstância e à subjetividade. Como dizia Enzo Manzini “...Design significa também planejar e escolher, ou seja, receber e processar estímulos, selecionar modelos de pensamento e sistemas de valores. Sempre assim tem sido, mas hoje em dia a crescente distância entre o sujeito e a matéria torna mais evidente a componente cultural do design – responsável pela criação da relação entre sujeito e matéria...”. (Manzini, 1989)

Assim, conjugando o autor com o recetor podemos conjeturar que neste processo intermediário e intelectual, o designer padece de um poder real de influência a partir de sua obra, que justifica uma reflexão sobre o contexto que a precede.

“...Em uma era de produção em massa, quando tudo deve ser planejado e projetado, o design tornou-se a ferramenta mais poderosa com a qual o homem molda suas ferramentas e ambientes e, por extensão, a sociedade e ele mesmo. Isso exige alto nível social e responsabilidade moral do designer...” (Victor J. Papanek, 1972)

Com isto, o designer não só apresenta uma dimensão diferenciadora através da inovação artística e funcional, mas também gera a possibilidade de intervir e de originar novas e melhores tendências sociais que possam proporcionar um bem-estar maior, e assim, conseqüentemente, possibilitar a que cada pessoa contribuía e sinta essa mudança. Como Austin Kleon referia “...Como disse o escritor francês André Gide, “Tudo o que precisa de ser dito já foi dito, mas já que ninguém estava a ouvir, tudo deve ser dito novamente.” Se estivermos livres do fardo de tentar ser completamente original, podemos parar de tentar fazer algo a partir de nada, e podemos abraçar a influência em vez de correr longe disso...”. (leon, 2012)

Esta capacidade de entender as preocupações sociais e de ter um tipo de raciocínio abduativo faz do designer alguém com uma clara percepção do mundo que o rodeia. Assim, o seu principal objetivo será fazer com que a relação do ser humano com a natureza seja mais pacífica atribuindo valor ao quotidiano da sociedade equilibrando com o espaço que o envolve.

“...Os designers são, portanto, aqueles que imaginam para além do possível e que, por isso, constroem através da poesia, novas dimensões do ser e novos rumos à História...” (Távora Vilar, 2014)

Atualmente, uma das preocupações, a nível mundial, que tem questionado os mais intrínsecos hábitos do ser humano, ao longo dos tempos, são as alterações climáticas e toda a questão que envolve a pegada ambiental. Sem fugir disso, o designer, sendo alguém com algo a dizer nesta matéria, tem de intervir urgentemente sobre esta causa para que, conseqüentemente, se gere mais movimentos com o mesmo tipo de precaução.

“...Projetar para a sustentabilidade se tornou um valor primário para muitos designers, consumidores e fabricantes (...) design sustentável evita o consumo de recursos não

renováveis, minimiza a libertação de carbono e outros poluentes no meio ambiente e promove conexões entre as pessoas e o mundo vivo. Estudar o ciclo de vida e o uso de energia de um produto - da extração de materiais ao desmantelamento de objetos que não são mais necessários – são maneiras de determinar se é sustentável (...).” (Lupton, Ellen; Alesina, 2010)

No objetivo de atuar sobre esta problemática, o design, primeiramente, tem o poder e a responsabilidade de se subdividir pelas diversas áreas de atuação – produto, industrial, sistemas etc; de analisar o processo interno e externo relativo às organizações e, por último, considerar novas e diferentes estratégias de otimização industrial. Não obstante, este é um processo longo e de melhoria constante, todavia somente proporcionando projetos com uma consciencialização maior, se irá aperfeiçoar a relação do consumidor com o seu meio envolvente.

#### **b. Design de Espaços Comerciais**

O objetivo de exibir e comercializar algo a partir de um espaço exposto a um determinado público requer um estudo amplo de design, não só em termos de planeamento como em termos organizacionais. Podemos observar esta premissa em quase todos os locais públicos que, geralmente, frequentamos, por exemplo centros comerciais, balcões de atendimento e ou espaços empresariais, etc.

Numa era com cada vez mais acesso à informação e à possibilidade de o indivíduo estar em contacto permanente com as mais recentes tendências de mercado, é gerada a necessidade de as marcas criarem um laço emocional forte para “segurar” os seus clientes na hora da escolha do que comprar. Para tal, a narrativa de uma marca, assim como a maneira como ela se apresenta ao público fisicamente passou a ser uma forma evidente de se diferenciar, pois, possibilita que o consumidor naquele espaço sinta essa ligação que ele próprio induziu ou lhe foi induzida.

“...No despertar da sociedade de consumo, pesquisas apontam tendência pelo qual as compras parecem ter menos a ver apenas com qualidade e preço, e mais com estilo e criação de identidade. Os consumidores se apropriam de certas marcas e cada vez mais tendem a usar as suas compras como meio de distinção social...” (Karrholm, 2012)

Existindo esta necessidade de adaptação e de transmissão de emoção por parte das marcas, podemos concluir que o principal objetivo de uma empresa mantêm-se, gerar lucro. Não obstante, verifica-se cada vez mais investimento em proporcionar uma imagem ao consumidor do que ele próprio gostaria de ser ou sentir, criando internamente um processo de auto glorificação experimental. Todavia, não podendo descorar do objetivo mais lógico de um espaço comercial, ou seja, a promoção e o destaque de novos lançamentos ou mesmo o destaque de promoções sazonais, por exemplo. Assim, procurou-se compreender melhor esta dinâmica na perspetiva de responder ao desafio com maior eficácia.

De acordo com Lynne Mesher o “layout” interior de um espaço comercial pode ser dividido em quatro grandes áreas: a entrada (Fig. 3), zona onde é fundamental dar a conhecer o produto que caracteriza a marca e a loja, e ao mesmo tempo despertar algum mistério para induzir o consumidor a entrar. Visto que é o primeiro contacto que o cliente vai ter com a loja, tem de existir a clara identificação da mesma e tudo o que a marca pretenda usar para “impressionar” deve permanecer nesta zona, desde novos lançamentos, amostras, etc; a segunda área, a circulação (Fig. 4), zona onde existe o movimento natural dos consumidores ao longo da loja, pretendendo que, primeiro, haja condições de passagem para qualquer tipo de pessoa, mesmo que apresente limitações a nível físico e a segunda, que consiga guiar o público ao longo de todas as zonas de exposição comercial da loja; a terceira área, o ritmo (Fig. 5), que por sua vez é algo com menor margem de programação, pois pode depender da personalidade do indivíduo, do tamanho da loja, do tipo de produto e do nível de mercado ou serviço que se esteja a comercializar. (Mesher, 2010)

Não considerando estilos de vida diferente e assumindo que todos os consumidores tinham a mesma predisposição num local comercial, no caso de uma pequena cafetaria, por exemplo, poderia existir a necessidade de encurtar o “número” de comodidades para limitar o tempo de paragem, ao contrário, por exemplo, de uma superfície comercial grande como a “Fnac” que, teoricamente, deve prolongar essa experiência por apresentar múltiplos produtos num mesmo espaço; e por último, e não menos importante, os expositores (Fig. 6) que se compreende como o local e a maneira onde os produtos estão exibidos, sendo, provavelmente, o elemento que mais marca pela diferença no exercício comercial.

“...Compreender o produto e as quantidades necessárias em exposição e em armazenamento é fundamental para o sucesso merchandising. O stock em retalho tende a mudar regularmente, portanto a flexibilidade é a chave para um acessório de exposição funcional...” (Mesher, 2010)

Devido à constante velocidade que as propensões do mercado apresentam atualmente, a disposição dos expositores que expõem os diversos produtos de uma loja para além de necessitarem de flexibilidade geométrica e estética de modo a poderem encarnar diferentes contextos, tem de incluir uma rápida leitura visual, que se complementa com os ideais do espaço e da marca, mas mais importante que tudo, que não se sobreponha ao produto em exibição. De acordo com Sam Booth e Drew Plunkett, “...Em geral, acredita-se que o mobiliário em equipamentos comerciais, seja para expor os produtos, seja para proporcionar maior conforto ao cliente, deva ser um complemento modesto à mercadoria em oferta (...) Expositores complexos demais podem ser de difícil acesso aos clientes, além de dificultarem a limpeza e o atendimento dos funcionários...” (Booth & Plunkett, 2015)



**Fig. 3** Entrada. (Mesher, 2010)



**Fig. 4** Circulação. (Mesher, 2010)



**Fig. 5** Ritmo. (Mesher, 2010)



**Fig. 6** Expositores. (Mesher, 2010)

Na presente ideia da necessidade de existência de uma rápida adaptação de determinado espaço comercial face à circunstância momentânea de negócio, é possível sustentá-la por diversas teorias. De acordo com Daniela Ferreira existem quatro bases teóricas que ajudam a compreender o fenómeno relativo às constantes mudanças no setor do retalho. (Ferreira, 2015)

A primeira, as teorias cíclicas, onde se pode compreender, principalmente, as diversas fases de venda de um produto, passando pela inovação, desenvolvimento acelerado, maturação e declínio. Em conformidade com Daniela Ferreira (2015) e a empresa Property Management é nesta última fase que tem de existir um processo de Restruturação, Reposicionamento e Ampliação do espaço comercial para que se consiga reentrar novamente no mercado. A segunda, as teorias ambientais, assumindo todas as possíveis características políticas, sociais, económicas, ...etc que possam ocorrer e influenciar o processo comercial ao longo de determinado tempo e espaço. Para que exista uma capacidade de adaptação mais eficiente por parte do setor do retalho a estes aspetos, convém que as empresas assim como as instituições governamentais consigam existir em sintonia com as necessidades de mercado.

A terceira, as teorias dos conflitos, que se baseia na existência de mercados concorrenciais como principal alavanca para a inovação, criando constantemente intenções de melhoramento interno e externo à organização face às demais. E, por último, as teorias combinadas que resultam da união da maior parte dos aspetos referidos anteriormente, tendo em mente que se houver uma boa resposta de inovação face às questões ambientais, é criada uma hipótese de adaptação desse espaço comercial, assim como, paralelamente se desmarca da sua concorrência.

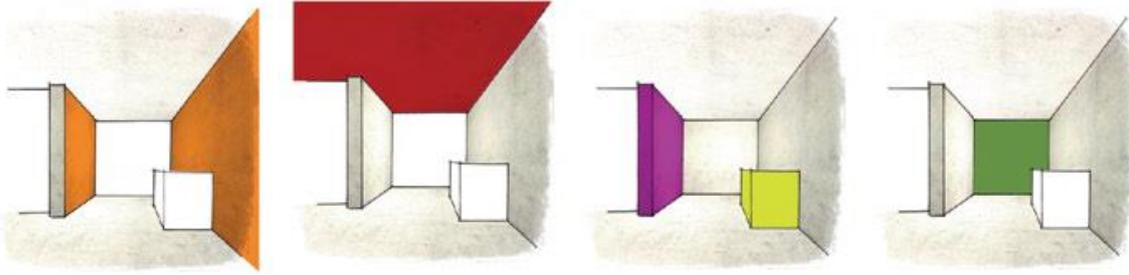
### **c. Design de Interação Emocional**

Uma interação, por definição, parte do pressuposto que existe uma relação entre dois elementos distintos. Mediante este processo, maior será o sentimento criado quanto maior for a profundidade e diversidade da utilização dos sentidos fisiológicos do indivíduo presentes ao longo dessa experiência. Contudo, muitos destes elementos recaem no campo da subjetividade e que podem diferir de contexto para contexto, mas uma coisa é certa, quando existe emoção existe diferenciação e, conseqüentemente, induz a criação de uma memória quer seja positiva ou negativa. Como referiu Jon Kolko, quando se começa a sentir uma emoção sobre algo é quando esse algo o ajuda a realizar um objetivo específico. (Kolko, 2014)

Assim, por exemplo, quando estamos num restaurante e ouvimos, atentamente, a descrição do prato por parte do empregado e sentimos uma certa emoção, essa sensação é criada no intuito primário de transmissão de informação, mas sobretudo de acrescentar uma maior dimensão poética ao prato, que no fundo, complementa, o ato de comer.

“...O ambiente de retalho consiste em fatores que jogam com os sentidos do cliente em termos de visão, som, olfato e tato. Isso acontece através dos materiais e suas texturas, o uso da iluminação artificial, o clima interior e as qualidades acústicas do espaço...” (Mesher, 2010)

No setor do retalho a abordagem é bastante idêntica, onde observamos que todo o detalhe pensado para uma loja, de alguma maneira, está ligado à imagem e, conseqüentemente, à emoção que se pretende promover no consumidor. Primeiramente, observando os elementos visuais, percebemos que a cor é fundamental para a construção de uma aparência, uma vez que influencia a leitura do espaço, nomeadamente a percepção de escala (profundidade) e de peso (tonalidade). A partir da Fig. 7 podemos compreender a importância da cor nesse processo de descodificação do ambiente envolvente, por exemplo, cores vibrantes como o laranja, o violeta ou o verde-alface, de modo geral, são cores que estimulam o indivíduo a querer descobrir mais além. Por outro lado, o encarnado e o verde, já alteram a noção de altura e profundidade, respetivamente, algo que pode ajudar a atenuar espaços vazios ou o tamanho demasiado grande ou pequeno que a loja apresente.



**Fig. 7** Importância da cor em espaços comerciais. (Brown & Farrelly, 2014)

No campo visual, existem outros fatores que também influenciam a capacidade de estímulos no indivíduo, onde se englobam as diferentes tipologias de exposição de um produto. Este tipo de método pode ser entendido como diferentes maneiras de comunicar um mesmo produto, ou seja, criando diferentes padrões de visualização que originam diversas disposições e destaques. O primeiro momento de exposição são as montras (Fig. 8) onde se dá importância à principal temática da loja, assim como a possíveis destaques temporários. Posteriormente, já dentro de loja, poder-se-á ter três pontos de exposição fundamentais, os pilares (Fig. 9) que se localizam, em modo geral, no princípio da loja ou no centro e é aí onde se expõe quer os maiores destaques quer promoções ou publicidade. Num segundo momento, distribuídos ao longo da loja podem ser implementados expositores autónomos (Fig. 10) que, por norma, ficam situados ao nível da cintura com o objetivo, maior parte das vezes, de possibilitar a experimentação do produto; e os murais (Fig. 11) que funcionam tipo estante, tanto para armazenar como para expor uma determinada categoria de produto.



**Fig. 8** Montras. (Meshner, 2010)



**Fig. 9** Pilares. (Yu, 2012)



**Fig. 10** Expositores. (Yu, 2012)



**Fig. 11** Murais. (Yu, 2012)

“...Por meio do nosso sentido do tato registamos e interpretamos o ambiente construído e respondemos à experiência de tocar física, emocional e intelectualmente (...) podemos realçar e até certo ponto controlar essa experiência física e psicológica ao considerar, por exemplo, a sensação de uma maçaneta de porta ou o peso de uma porta...” (Brown & Farrelly, 2014)

Depois da visão, que por sua vez depende do modo como os objetos são iluminados, outro aspeto muito importante para promover uma interação emocional entre um indivíduo com um local comercial é o tato. A partir de determinada seleção de materiais, é possível derivar a experiência de exposição para outros campos, como por exemplo, explorar a sensação de frio ou de calor através das propriedades físicas dos materiais. Na Fig. 12 pode-se observar que a madeira evoca sensações de maior conforto e calor, convenientes para contextos de exposição, por exemplo de livros, onde é desejado um ambiente sereno e tranquilo. Por outro lado, na Fig. 13, observa-se um lançamento de um novo e potente carro alemão, e recorrendo a acabamentos metálicos, ou seja, mais frios e robustos, consegue-se fomentar sensações de potência, exaltação e de aproximação à “pele” do carro.

“...Em uma abordagem afirmativa, o design utilizaria os materiais de modo a enfatizar sua identidade percebida historicamente. Os produtos são resultados da reafirmação, pelo design, das características de seus materiais, motivando alterações de padrões de comportamento...” (De Moraes, Dijon; Krucken, Lia; Reyes, 2010)

Para além das propriedades sensoriais, a escolha do material tem um papel fundamental no processo cultural e técnico de um produto. De acordo com Dijon De Moraes, Lia Krucken e Paulo Reyes muitas das vezes é através do material que o design adquire dimensões culturais, nomeadamente como associações, valores percebidos e ou simbologias referentes a uma determinada entidade. (De Moraes, Dijon; Krucken, Lia; Reyes, 2010)

Por outro lado, é através da seleção do mesmo que é possível perspetivar o desempenho do produto em relação, por exemplo, ao seu processo de fabrico, durabilidade e, muita das vezes, o fator primordial, o custo de produção.

De acordo com Rachael Brown e Lorraine Farrelly, hoje em dia, sabe-se que os sentidos humanos atuam em conjunto cruzando-se entre si e que tal pode ajudar a melhorar a perceção de experiência pois, como existe cada vez mais informação, há uma maior probabilidade de um individuo ter memórias fisiológicas, neurológicas, históricas, sociológicas e imaginárias que complete suas leituras. (Brown & Farrelly, 2014) Assim, a partir do material e de sua textura, possibilitando “misturar” o ver e o sentir, faz da forma um fator fundamental que potencia o conceito do espaço para a respetiva perceção tridimensional.

A forma, resultante muita das vezes de um exercício surreal, parte do cruzamento do material com uma fisionomia que tanto pode enviesar o ambiente e conduzi-lo a um conjunto de detalhes emotivos como servir de complemento funcional ao contexto de exposição.

A seleção do material aliada à tecnologia de fabrico tendo como substância resultante, a forma, tanto pode possibilitar, em modo geral, um espaço com uma narrativa mais orgânica – com a ligação a padrões e ou a diversos trabalhados (Fig. 14); como um espaço com uma narrativa mais linear – com métodos de expor uma narrativa mais tradicional (Fig. 15).

A audição, o olfato e o palato, não sendo sentidos menos importantes que os anteriores, dependem muito mais do contexto para o qual estão inseridos e do próprio produto que se está a promover. Porém, encontramos, por exemplo, na maioria das lojas de vestuário música de fundo utilizada para estimular o cliente à compra, sendo esse tipo de género musical, por norma, analisado de acordo com o público-alvo maioritário dessa marca.



**Fig. 12** Uso da Madeira. (Booth & Plunkett, 2015)



**Fig. 13** Uso do Metal. (Yu, 2011)



**Fig. 14** Ambiente com uma narrativa orgânica. (Yu, 2011)



**Fig. 15** Ambiente com uma narrativa tradicional. (Meshner, 2010)

#### **d. Inovação Tecnológica aplicada à sustentabilidade Empresarial**

A inovação tecnológica, ao longo das décadas tem sido um fator fundamental para certas entidades se destacarem em relação à sua concorrência, principalmente, na obtenção de resultados diferenciadores e de conseguir implementar uma gestão de processos tendo em mente a diminuição de recursos nas diversas fases de desenvolvimento. Este tipo de avanço, que produz, maior parte das vezes, um fim económico, tem, respetivamente, um impacto social na maneira como as pessoas convivem entre si e na relação com os produtos que utilizam no dia-a-dia.

“...A crescente importância da inovação deve-se em parte à globalização dos mercados. A concorrência estrangeira tem pressionado as empresas a inovar continuamente para produzir produtos e serviços diferenciados. A introdução de novos produtos ajuda as empresas proteger suas margens, ao mesmo tempo que investir em inovação de processos ajuda as empresas a reduzir seus custos...” (Schilling, 2017)

Contudo, esta procura desmedida pela inovação, principalmente a nível tecnológico, descorou, ao longo dos tempos modernos, as preocupações ambientais, tornando assim o processo industrial de desenvolvimento de um produto com grandes impactos ambientais. De acordo com Rachael Brown e Lorraine Farrelly existe também uma cumplicidade por parte dos consumidores visto que grande parte procede à compra de um produto sem tentar perceber como ele é fabricado e quais são os recursos consumidos durante o processo de produção. (Brown & Farrelly, 2014)

Atualmente, estes princípios ambientais, onde se inclui a sustentabilidade têm sido cada vez mais difundidos e torna mais possível a mudança de um processo industrial convencional – processo onde maior parte dos componentes de um produto têm um fim de vida, para um processo industrial sustentável – processo onde é possível reintroduzir recursos ao longo do projeto e no final é possível dar outra vida aos mesmos.

“...O principal objetivo de uma economia industrial circular é manter o valor e utilidade económica do inventário de objetos e materiais manufaturados alto pelo maior tempo possível...”. (Stahel, 2019)

A partir da Fig. 16 pudemos observar as principais diferenças entre os dois princípios industriais e perceber que a partir da inovação, considerando a inovação um veículo para a mudança interpretando um problema através de diferentes perspetivas, se podem criar novos métodos internos e externos numa entidade (Schilling, 2017) que promovam o reaproveitamento e renovação de resíduos produzidos ao longo do processo.

Este tipo de visão mais sustentável, faz com que os métodos de produção necessitem de se atualizar e que complementem este tipo de abordagem circular.

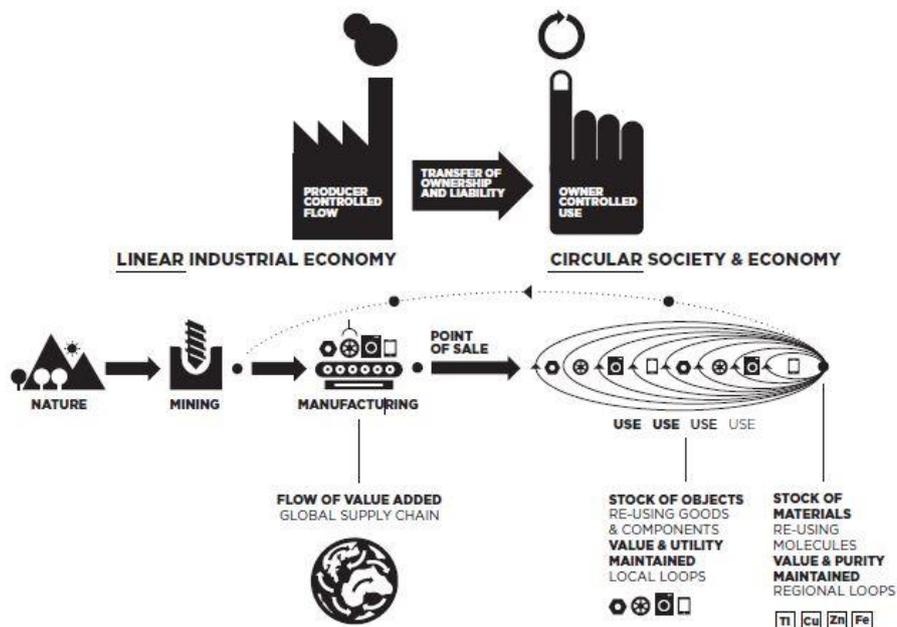


Fig. 16 Comparação entre Economia Industrial Linear e Economia Circular. (Stahel, 2019)

## 2. Tecnologia Impressão 3D

### a. Tecnologia de Impressão 3D

“...Em comparação com os processos de manufatura subtrativos, nos quais se começa com um bloco de material e remove qualquer material indesejado (...) até ficar com a peça desejada, a manufatura aditiva começa do nada e constrói a parte um camada de cada vez, "imprimindo" cada nova camada sobre a anterior, até que a parte esteja completa...” (Diegel, Olaf; Nordin, Axel; Motte, 2019)

A tecnologia de impressão 3D é uma técnica de manufatura aditiva que veio renovar o olhar industrial relativamente ao processo produtivo e criativo no desenvolvimento de novos produtos. Ao contrário de outras técnicas existentes, tais como “Subtractive Manufacturing” (Maquinagem) e “Forming Process” (Fundição), a impressão 3D resulta da adição de material, camada por camada, de um modelo tridimensional proveniente de um ficheiro digital, proporcionando muitas das vezes geometrias mais orgânicas sem recurso a ferramentas ou a outros acessórios de construção (Fig. 17). (Srivastava, Manu; Rathee, Sandeep; Maheshwari, Sachin; Kundra, 2019)



**Fig. 17** Comparação método de produção: Maquinagem CNC vs Manufatura Aditiva. (Diegel, Olaf; Nordin, Axel; Motte, 2019)

De acordo com Olaf Diegel, Axel Nordin e Damien Motte, o princípio da técnica de impressão 3D já existe desde o século XX, mais concretamente no ano de 1951, através de Otto John Munz patenteando a tecnologia que hoje conhecemos como estereolitografia (SLA). Posteriormente, e com o acompanhamento da evolução tecnológica, em 1968, Swainson propôs a polimerização 3D seletiva de um polímero fotossensível na interseção de dois feixes de laser; em 1971, Ciraud propôs a deposição direta de pó em cama aquecida e em 1979 Housholder propôs, o hoje conhecido, como sinterização seletiva a laser à base de pó (SLS). (Diegel, Olaf; Nordin, Axel; Motte, 2019) Todavia, este tipo de tecnologia sempre foi visto como uma técnica de prototipagem rápida pois, fundamentalmente, era usada para a fabricação de modelos conceptuais e ou protótipos pré-produção.

Em 1988, é comercializada a primeira máquina de impressão 3D para SLA, desencadeando uma série de evoluções e derivações até aos tempos contemporâneos permitindo, hoje em dia, a nomenclatura de manufatura aditiva pois permite integrar o processo de desenvolvimento de produto como tecnologia de produção final.

Deste modo, associando este tipo de processo de manufatura à prototipagem rápida torna possível não só a prevenção de não conformidades numa determinada peça como de teste explorativo a uma determinada intenção de forma a desenvolver. Por outro lado, associando esta técnica à produção final de um produto ou projeto, mesmo com certas limitações habituais intrínsecas a uma tecnologia (enunciadas nos capítulos seguintes), torna possível a construção final com o devido detalhe geométrico semelhante ou superior a outro método tradicional.

Segundo T. S. Srivatsan e T. S. Sudarshan, na década de oitenta, houve três benefícios fundamentais apresentados relativamente à tecnologia de impressão 3D que de alguma forma ajudaram a caracterizar e justificar o seu potencial de inovação: a redução do uso de matérias-primas e consumo de energia tendo em mente princípios de sustentabilidade ambiental; a produção a pedido, permitindo repensar as cadeias produtivas de uma organização e assim diminuir a quantidade de recursos gastos; e por último, o desenvolvimento de produtos customizáveis em áreas fundamentais, como por exemplo a saúde, adaptando geometrias face à doença ou ao doente permitindo atender a um número maior de necessidades sociais e conseqüentemente melhorar o nível de vida das pessoas. (Srivatsan, T. S.; Sudarshan, 2016)

O conhecimento sobre uma tecnologia surge como bandeira detentora da inovação, possibilitando o desenvolvimento da mesma como o desenvolvimento de determinado negócio. Outro dos grandes trunfos da manufatura aditiva é o grande e fácil acesso aos recursos necessários para que se desenvolvam estudos e análises para diversas áreas e formas de atuação. De acordo com Joe Micallef “...Atualmente, o que torna a impressão 3D adequada para a descrição é sua capacidade de permitir que qualquer pessoa se torne o único mestre do processo de produção da impressão 3D, desde a concepção inicial de uma ideia até sua produção final impressa em 3D...”. (Micallef, 2015)

Este tipo de descrição “renascentista” que o autor refere, ou seja, existindo uma evidente transmissão de ideais de mudança, de proliferação de conhecimento e democratização das habilidades de aprendizagem faz desta tecnologia uma razão óbvia de investimento intelectual e industrial de futuro.

#### **b. Vantagens da Tecnologia Impressão 3D**

Em qualquer tecnologia existem aspetos potencializadores que motivam a sua implementação quer a nível processual no intuito interno de investigação ou de validação da forma, quer a nível final em contexto de produção. Para isso, é preciso um conjunto de informação que provém de análises prévias do contexto do produto a desenvolver e dos limites da tecnologia em prol de um mesmo fim.

A seguir identificam-se algumas vantagens da impressão 3D, podendo diferir de contexto e de objetivo pretendido.

- **Flexibilidade Geométrica:** A partir da impressão 3D, as limitações geométricas diminuem e possibilitam a construção de várias peças numa só impressão, pois não existe a necessidade de uma ferramenta especializada para determinada forma (Fig. 18).



**Fig. 18** Vantagem: Flexibilidade geométrica. (Diegel, Olaf; Nordin, Axel; Motte, 2019)

- **Otimização da Montagem:** Numa única impressão é possível obter duas peças que encaixam, simultaneamente, e que exercem determinada força ou movimento entre si. Requer atenção prévia às folgas programadas entre peças (Fig. 19).



**Fig. 19** Vantagem: Otimização da montagem. (Diegel, Olaf; Nordin, Axel; Motte, 2019)

- **Produção Personalizável:** Uma das máximas da impressão 3D é a possibilidade de customizar as formas consoante o pedido ou contexto do cliente devido a não necessitar de ferramentas com uma geometria fixa, como por exemplo, moldes. Esta característica permite reduzir a ocupação de espaço dedicado ao armazenamento de “stock” ou de produtos em fim de vida (Fig. 20).



**Fig. 20** Recipientes de perfumaria - Designer: Ross Lovegrove. (Neira, 2019)

- **Otimização do Peso:** A otimização topológica, hoje em dia, tem se revelado uma maneira eficaz de economizar material desnecessário ao comportamento mecânico das peças. A partir da análise dos elementos finitos e com algoritmos de design generativo é possível manter as propriedades e diminuir o peso da peça, eventualmente impossível de reproduzir através de métodos convencionais (Fig. 21).



**Fig. 21** Exemplo geometria obtida através de algoritmos de design generativo. (Autodesk, 2020)

- **Produção a Pedido:** O acesso e a maneira como a impressão 3D garante resultados quase momentâneos, possibilita aos criativos a produção de uma peça somente quando solicitados, evitando o armazenamento indevido de inventário, tornando a tecnologia exequível tanto em pequenos como grandes escritórios e induz a um pensamento mais atento ao fim do ciclo de vida dos recursos.

- **Redução de desperdícios:** Como consequência de existir menos operações de construção durante as fases de processamento de uma peça, permite reduzir o desperdício de material devido ao facto de a peça, maior parte das vezes, sair pronta no final da impressão.

### **c. Desvantagens da Tecnologia Impressão 3D**

Apesar de grandes indicadores e de tudo indiciar uma mudança de paradigma na própria maneira de idealizar um projeto tendo em conta o processo de conceção a partir da tecnologia de impressão 3D existem ainda fatores menos positivos. Assim, como qualquer outra tecnologia em desenvolvimento, é ainda necessário ultrapassar algumas. A seguir é apresentada uma lista de desvantagens da impressão 3D, onde mais uma vez, pode diferir de contexto e de objetivo pretendido.

- **Desadequada para produção em série:** Por consequência de não existir uma ferramenta fixa de uma geometria, não existe a possibilidade de repetir, continuamente, a produção de uma determinada peça. Além disso, como cada peça é impressa individualmente torna o processo de programação específico de geometria para geometria.

- **Escala e Materiais limitados:** A limitação de escala surge, naturalmente, pois a construção de uma peça desenrola-se consoante as dimensões entre eixos da impressora sendo esta uma característica que depende do modelo da máquina. Contudo, existem, recentemente, impressoras que funcionam através de um movimento tipo passadeira, garantindo o fim indeterminado de um eixo. Relativamente ao leque de materiais disponíveis, atualmente, existe uma grande oferta de materiais, porém ainda dependem muito da categoria de impressão para que são desenhados assim como da impressora em utilização.

- **Acabamento Superficial irregular:** Maior parte das impressoras deixa o acabamento em camadas muito evidente principalmente nas superfícies exteriores. Nos dias que correm, já se consegue obter um acabamento superficial razoável, porém esse acabamento só é alcançado quando a peça passa por algum tipo de pós-processamento para uniformizar a superfície das camadas exteriores.

- **Velocidade de Impressão:** O processo de impressão de uma geometria ainda se revela bastante demorado, favorecendo peças mais pequenas e com pequeno / médio detalhe. Contudo, existe um avanço considerável em tempo de logística e de teste em relação aos métodos tradicionais.

- **Material de Suporte:** A necessidade de uma geometria precisar de material de suporte quando não se encontra apoiada ao longo da direção de impressão é, evidentemente, um risco pois pode comprometer a qualidade superficial da peça principal e origina um gasto extra de material.

#### **d. Princípios de Sustentabilidade na Tecnologia Impressão 3D**

Desde a inovação até à concretização efetiva de valores indústrias que respeitem as atuais preocupações ambientais existe um longo caminho a percorrer. Somente a partir da mudança de velhos costumes é possível adotar novas estratégias industriais que permitam não só um benefício económico, assim como um benefício social de influência e intervenção de boas práticas sustentáveis. Este tipo de transformação deve começar por uma análise interna às entidades, de maneira a perceber onde estão os pontos críticos ao longo das suas cadeias de valor. De acordo com Robert P. Sroufe e Steven A. Melnyk, é nas funções de compras e logística onde se centram os principais fatores de mudança para uma cadeia de valor mais próxima dos ideais sustentáveis. (Sroufe & Melnyk, 2017)

A partir de uma tecnologia nova, existe a possibilidade de reajustar e definir as sequências processuais ao longo das diversas fases de desenvolvimento de um produto. A manufatura aditiva, de certo modo, possibilita uma nova interpretação de dados relativos a esta temática e encaminha uma nova visão sobre o processo industrial.

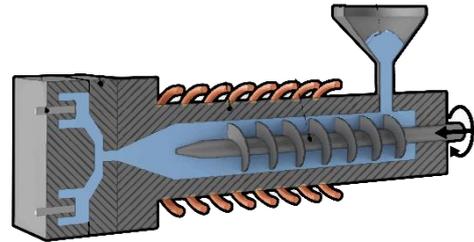
“...A manufatura aditiva também tornou possível o desenvolvimento de produtos ecologicamente corretos. Ao contrário dos processos de manufatura tradicionais, que tendem a impor várias restrições no projeto de um produto, a flexibilidade intrínseca à manufatura aditiva permite aos fabricantes otimizem os cronogramas de produção, eliminando assim potenciais desperdícios...” (Srivatsan, T. S.; Sudarshan, 2016)

A indústria atual conta com um conjunto de técnicas de fabrico programadas, principalmente, para uma produção contínua de uma mesma geometria, onde incluímos a categoria da moldação. A caracterizar o processo industrial convencional, principalmente, tendo em conta o processamento de materiais poliméricos – principal material que caracteriza a tecnologia impressão 3D, geralmente são consideradas duas fases de produção: a primeira fase, a criação da ferramenta por maquinagem CNC (Fig. 22) através do desbaste de uma determinada geometria metálica maciça; e a segunda fase relativa ao processo de moldação onde se considera, maior parte das vezes, a tecnologia de injeção (Fig. 23).

A tecnologia de moldação por injeção como o nome indica não é mais que o processo de injetar o material polimérico – categoria dos termoplásticos, sobre as cavidades do molde, acabando por esfriar e solidificar num processo extremamente rápido e repetido (ManufacturingGuide, 2016). Este processo é abundantemente usado numa ótica puramente industrial pois são necessários investimentos elevados para implementação e manutenção das ferramentas, produzindo em larga escala para que seja possível a amortização do capital.



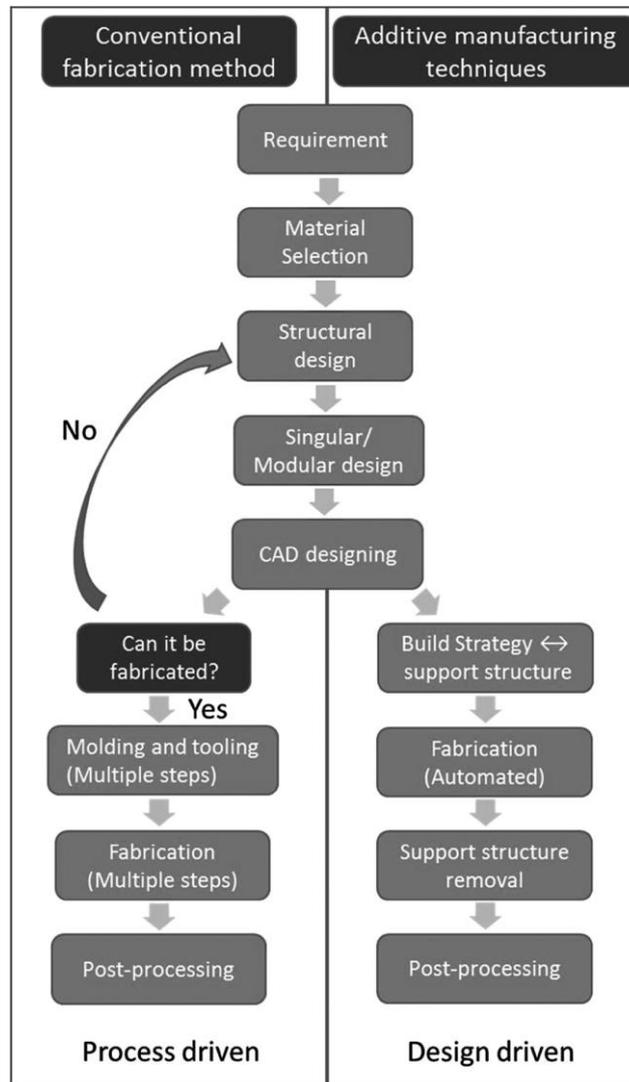
**Fig. 22** Esquema maquinagem CNC.  
(ManufacturingGuide, 2017)



**Fig. 23** Esquema moldação por injeção.  
(ManufacturingGuide, 2017)

Na Fig. 24 podemos observar uma comparação entre o processo industrial convencional para a moldação e o processo industrial com recurso às técnicas de manufatura aditiva. No método tradicional podemos constatar que, mesmo que subentendida, existe uma obrigatoriedade imposta à ordem de cada uma das fases de desenvolvimento pois, só se projeta percebendo qual o material, só se produz a ferramenta quando o projeto é exequível e assim que se inicia a produção eventuais alterações/correções obrigam a intervenções na ferramenta ou mesmo a conceção de novos moldes.

Por outro lado, a manufatura aditiva torna o processo muito mais iterativo e automático, sendo mais acessível proceder a trabalho explorativo de teste e prototipagem, fundamental para se atingirem resultados mais otimizados na proposta final. Assim, depois de vários testes, e se uma geometria for desenvolvida de modo a não precisar de material de suporte, o processo não só economiza tempo de produção como diminui a quantidade de material consumido. Por existirem poucas restrições geométricas, sempre que uma forma é desenvolvida pode na impressão seguinte ter uma versão alternativa; a peça sendo impressa de uma só vez, maior parte das vezes, não necessita de operações pós-processamento normalmente dispendiosas.



**Fig. 24** Comparação método fabricação convencional vs Técnicas de Manufatura Aditiva. (Srivastava, Manu; Rathee, Sandeep; Maheshwari, Sachin; Kundra, 2019)

Relativamente à logística associada a cada um dos métodos, é possível denotar diferenças que evidenciam claramente uma otimização a nível sustentável do processo com utilização da manufatura aditiva em relação ao método tradicional. Visto que o método convencional se centra em máquinas de grande porte, implica instalações industriais, ao contrário de uma impressora 3D que pode trabalhar em ambientes mais contidos. As ferramentas de escala industrial requerem também elevadas potências energéticas no estado ativo em oposição a uma impressora que funciona com potências domésticas.

Hoje em dia, constatamos um vasto leque de materiais para aplicação sobre a tecnologia de impressão 3D. Desde polímeros tradicionais como PLA, ABS e ou Nylon; metais como o alumínio ou cobre e alguns materiais orgânicos como a areia e a cerâmica. Por outro lado, ainda que mais recentes, existem várias opções compósitas onde à base polimérica lhe é adicionada um outro material para complementar e diferenciar as propriedades do conjunto como por exemplo, cortiça, madeira, fibra de carbono...etc.

O tema fundamental relativamente à sustentabilidade aplicada aos materiais para impressão 3D depara-se com a possibilidade de reciclagem do material que resulta de erros ou testes de impressão e a capacidade de o conseguir reutilizar em impressões futuras. Esta característica é elementar para que haja um processo sustentável em que a matéria final, ao longo do processo, torne a ser matéria inicial.

De acordo com Brian Obudho, uma grande quantidade de polímeros utilizados nesta tecnologia são recicláveis devido ao facto de serem termoplásticos, ou seja, quando aquecidos voltam a ficar deformáveis. (Obudho, 2018)

Todavia, a categoria das resinas fotopoliméricas, mesmo que já se consiga atingir bons resultados de reciclagem, ainda são constituídas por substâncias químicas com processos relativamente complexos para se atingir as propriedades iniciais do material. (Chen et al., 2021)

O processo de reciclagem, considerando, por exemplo, o caso específico do filamento do polímero PLA, tendo como base o autor Brian Obudho passa por três fases fundamentais: a primeira, a fase da trituração, onde o operador deve proceder à separação dos diversos polímeros tendo em conta, principalmente, a família do material, a cor e a densidade – esta fase evita erros de impressão futuros que possam surgir quer pelas diferentes temperaturas de processamento que cada material apresenta quer pela probabilidade de irregularidades (pontos de rotura) ao longo do filamento; a segunda, a fase da extrusão, o material aquecido funde e é conformado plasticamente com o objetivo de criar o novo filamento; e por último, a fase da reutilização, a partir do filamento reciclado, o material pode ser novamente utilizado no processo de impressão. (Obudho, 2018)

Caso haja a incapacidade interna à organização de conduzir o processo de reciclagem dos seus resíduos de impressão, existe atualmente no mercado serviços de recolha dos mesmos (Empresa: RePLAy3D), assim como a comercialização de filamentos já reciclados que podem representar um caminho mais sustentável desde o princípio dos processos produtivos.

### **e. Potencialidades Tecnologia Impressão 3D**

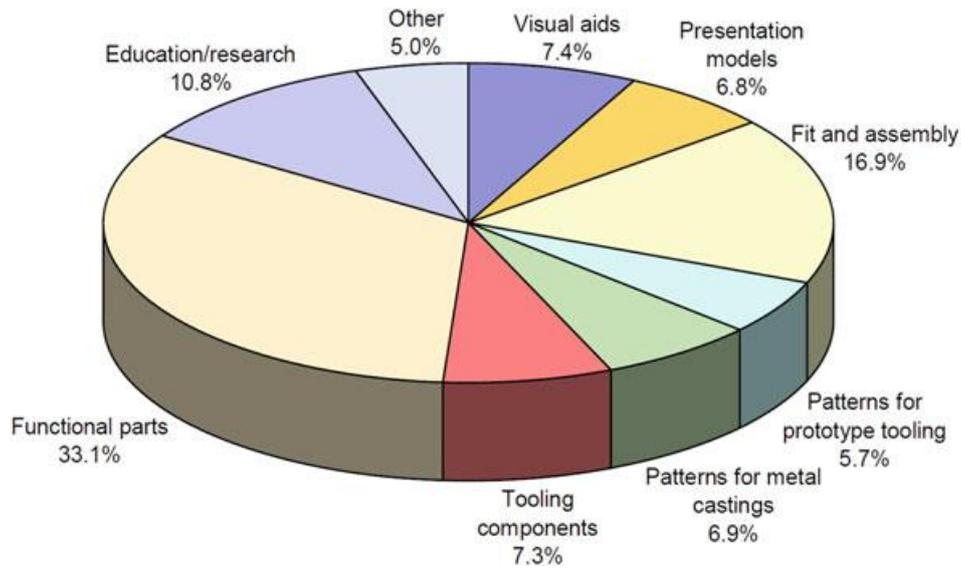
Uma vez que o processo de fabrico condiciona a geometria de um produto, a escolha desse processo está sempre relacionada com as eventuais vantagens resultantes do detalhe geométrico que se pretende atingir. A tecnologia de impressão 3D não foge à regra e como qualquer tecnologia explora-se a sua viabilidade em função das características do programa, considerando também nessa equação o fator de diferenciação que pode apresentar face à concorrência. A democratização do acesso à tecnologia de impressão 3D, induz às marcas a necessidade de uma evolução mais rápida das máquinas o que, conseqüentemente, vai ser traduzido em novas formas de idealizar e de produzir produtos cada vez mais diferentes e de incluir novas áreas de intervenção.

“...A manufatura aditiva permite que todos criem peças ou produtos de qualquer forma imaginável, para produzir a partir de qualquer material e quantidade desejados, e fazer tudo isso em qualquer lugar e possivelmente, mesmo simultaneamente, em lugares diferentes. Isso define o início de uma era de produção em massa personalizável, revolucionando assim o mundo industrial e a sociedade de hoje...”

(Gebhardt, 2011)

A partir da Fig. 25 podemos observar um importante estudo sobre o estado da manufatura aditiva realizado pela empresa The Wohlers Report, em 2018, onde podemos constatar as diversas tipologias de produto para que esta tecnologia tem sido mais requisitada. (Diegel, Olaf; Nordin, Axel; Motte, 2019)

O aspeto relevante deste gráfico é que podemos subdividir as aplicações em dois grandes grupos, o funcional onde incluímos as partes funcionais, componentes de ferramentas, moldes para metais etc; e o visual onde englobamos os modelos para apresentação, complementos de investigação, etc. Tendo em vista, os benefícios da manufatura aditiva podemos conjecturar que estes dois grupos, caso sejam agrupados podem tornar uma proposta com valor funcional e ao mesmo tempo estético, não necessitando, à partida, de encarecer o processo.



**Fig. 25** Tipologia de utilização da tecnologia de impressão 3D no mercado atual. (Diegel, Olaf; Nordin, Axel; Motte, 2019)

Considerando essa relação entre a forma e a função, através da Fig. 26 podemos observar uma peça de ligação para painéis de madeira que assume um protagonismo evidente na construção do mobiliário. A partir da Fig. 27, 28 e 29 podemos verificar na área do mobiliário, iluminação e moda, respectivamente, a inclusão de texturas e malhas, geralmente orgânicas, representando um padrão irregular diferenciador. Este tipo de abordagem, maior parte das vezes é representado através de uma disposição programada do material ao longo da peça assim como da conjugação, ou não, desse padrão com elementos sólidos. Este tipo de desenho digital é normalmente utilizado em objetos decorativas e/ou até mesmo para reproduzir texturas e formas presentes na natureza evocando relações mais afetivas e naturais. Por outro lado, pode também ser utilizado para otimizar produtos a nível estrutural, conjugando o peso, a quantidade de material e a capacidade de resistir a esforços.



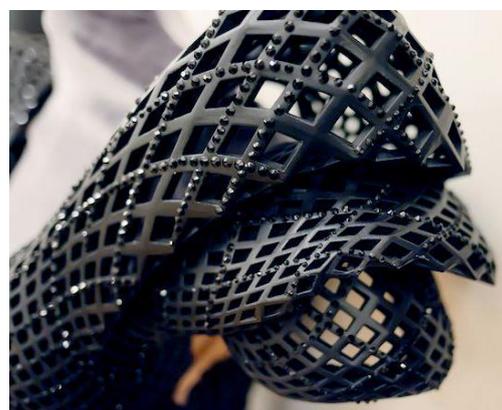
**Fig. 26** Peças de ligação para mobiliário. Designer: Gellért Ollé (Boruslawski, 2015)



**Fig. 27** Banco: Impressão 3D de gesso, açúcar e saquê.  
Designer: Daniel Widrig (DWS, 2014)



**Fig. 28** Padrão orgânico em luminária de teto.  
Designers: Arturo Tedeschi, Michael Pryor, Pavlina Vardoulaki (Tedeschi, 2020)

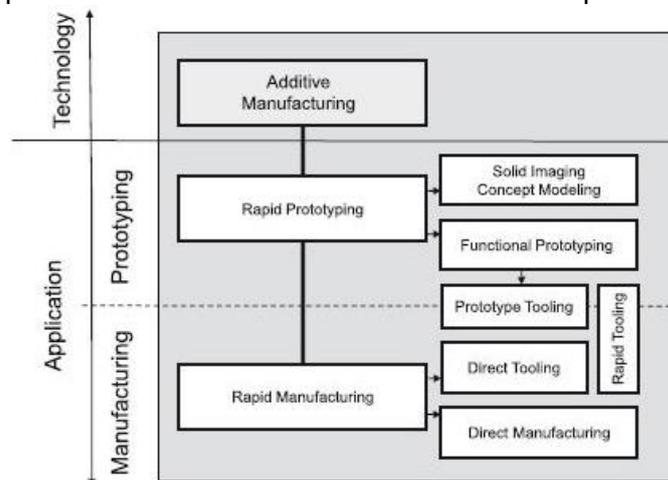


**Fig. 29** Vestido totalmente impresso 3D.  
Designer: Michael Schmidt, Francis Bitonti (Mikocki, 2013)

**f. Principais Tecnologias Impressão 3D**

Atualmente, existe um número considerável de processos e de técnicas de manufatura aditiva que variam, primeiramente, do estado em que se encontra o material (Srivastava, Manu; Rathee, Sandeep; Maheshwari, Sachin; Kundra, 2019) geralmente pertencente à família dos polímeros: o mais conhecido, o filamento; o estado líquido onde se inclui as resinas e diversos materiais sintéticos; o pó que caracteriza os processos mais desenvolvidos a nível tecnológico e com melhores resultados direcionados para a família dos metais, e por último, os laminados que representam um processo relativamente recente face aos anteriores. Por outro lado, o principal fator que interfere claramente na escolha da tecnologia é o objetivo e a intenção que se pretende atingir, primeiramente, com a seleção do material e segundo com o acabamento visual-estrutural que a tecnologia permite atingir. Podemos observar a partir da Fig. 30 que para intenções de realização de protótipos conceptuais, funcionais ou até mesmo para algumas peças finais deverá ser realizado a partir de um processo de tecnologia mais acessível, rápida e que apresente um rigor de detalhe aceitável para as diversas abordagens, como o “Material Extrusion”. Porém, quando se apresentam intenções de projetos para manufatura, processos de tecnologias como “Binder Jetting” ou “Powded Bed Fusion” é possível atingir altos níveis de detalhe técnico fundamentais, por exemplo, para peças de âmbito mecânico ou estrutural. Os processos de tecnologia “Vat Polymerization” e “Material Jetting”, embora apresentem resultados interessantes a nível formal e estrutural, como a sua base de produção é centrada em resinas e estas, ainda representam uma preocupação ambiental - dificuldade de reciclagem e reintrodução no processo produtivo – são aspetos que as penalizam cada vez mais.

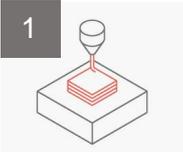
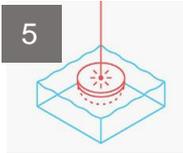
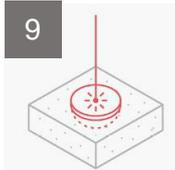
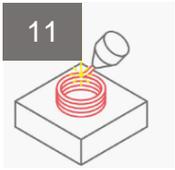
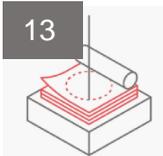
A Tabela 2 representa um estudo sintetizado dos sete principais processos de tecnologia de impressão e das suas características técnicas processuais.



**Fig. 30** Nomenclatura e diferentes abordagens à tecnologia de impressão 3D. (Gebhardt, 2011)

**Tabela 2 - Principais Tecnologias Impressão 3D**

Processo	Tecnologia	Estado Material	Materiais Normalizados	Materiais Alternativos	Descrição
"Material Extrusion"	FDM / FFF	Filamento	PLA; ABS; PC; Nylon	PLA + Madeira; PLA + Cortiça; Pasta Cerâmica (Robocasting)	O bico de impressão, devidamente aquecido, extrude o material construindo camada após camada a geometria da peça.
"Material Jetting"	DOD	Líquido	Digital ABS	Borracha; Cêra (Wax)	A deposição gota a gota de material fotopolímero líquido correspondente a cada camada da geometria. Na fonte de luz UV as gotas curam, solidificando a peça.
"Vat Polymerization"	SLA / DLP	Líquido	Resinas Fotopoliméricas	Resinas c/ Cerâmica	A fotopolimerização permite a partir de resinas líquidas produzir peças que são curadas por luz ultravioleta (UV) camada por camada.
"Binder Jetting"	"Binder Jetting"	Pó	Gesso; Areia; PMMA; Metais	Açúcar; Vidro	É através da deposição de camada de pó que o agente ligante é aplicado às partes correspondentes à geometria, solidificando-a. A plataforma desce e o processo repete-se.
"Powder Bed Fusion"	SLS / SLM	Pó	Nylon; Alumínio; PEEK	Aço Inox; Ouro; Cobre	A partir de um feixe de energia o pó derrete-se onde quer que o laser tenha atingido e o processo vai-se repetindo fundindo as partes que formam a geometria da peça.
"Directed Energy Deposition"	LMD / EBM	Pó / Arame	Metais (Soldáveis)		A máquina tem um braço com 5 eixos e o bico de impressão transfere material e energia para a fusão do material.
"Sheet Lamination"	LOM / UAM	Material plano (forma de Chapa)	Papel; Metais	Fibras (Vidro / Carbono)	O material laminado é cortado no formato de camada e colado camada por camada.

Vantagens	Desvantagens	Esquema	Tipologia de Produto
Máquinas mais acessíveis; Material baixo custo.	Baixo acabamento superficial; Dificuldade em extrair material suporte.		
Alto acabamento Superficial; Bom acesso de materiais e cores.	Obrigatoriedade material suporte; Requer o uso de Resinas (até à data são dificilmente recicláveis).		
Alto acabamento Superficial; Alto rigor geométrico.	Pós-Processamento difícil Resinas (até à data são dificilmente recicláveis)		
Possibilidade de produzir moldes (areia ou metal); Pode imprimir várias cores.	Taxa retração apróx. 20%; Necessidade de pós-processamento superficial (metal); estrutural (gesso).		
Alta resistência estrutural; Não necessita material suporte.	Tecnologia muito cara; Necessita de tempo para esfriar antes pós-processamento - Torna processo mais longo.		
Rápido processamento de impressão; Bom corretor de falhas.	Baixo acabamento superficial; Baixa precisão geométrica.		
Rápido processamento de impressão; Tecnologia barata.	Necessidade de pós-processamento (polir e tratar superfícies).		

**Referência:** Informação e Figuras - 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13 - (Redwood, Ben; Schöffner, Filemon; Garret, v2017); 12-(Synergy Additive Manufacturing, LLC., 2020); 14 - (Engineering Product Design, 2019)

### **g. Processo da Tecnologia Impressão 3D por filamento**

A tecnologia de impressão 3D tem um processo de construção bastante automatizado, porém existem bastantes fases que antecipam, precedem e programam todos os detalhes técnicos que influenciam diretamente o resultado da impressão. De acordo com Ian Gibson, David W. Rosen e Brent Stucker, existem oito passos que caracterizam o processo de manufatura aditiva: a modelação (CAD) do modelo tridimensional; a conversão num ficheiro com malha de triângulos (STL); a transferência do ficheiro para o programa da máquina (Slicer); a configuração da máquina; a construção da peça; a remoção da peça; o pós-processamento, e por último a aplicação. (Gibson et al., 2010)

A seguir é apresentado, sob a forma de tópicos, uma descrição e análise sobre cada uma das fases do processo de manufatura aditiva enunciadas anteriormente.

- **Modelo CAD:** O ponto de partida no processo da manufatura aditiva é dado pela construção de um modelo tridimensional ou pela aquisição de um modelo já desenhado. Para esse efeito existem vários softwares disponíveis no mercado, como é o caso do Solidworks, Fusion360, Rhinoceros 3D e também algumas versões de código aberto como é o caso do Blender ou FreeCad. A partir destes softwares é possível a modelação de sólidos, sem falhas entre superfícies, com os requisitos geométricos de acordo com a máquina a utilizar (espessura mínima, ângulos limite, etc.).

A criação de padrões irregulares pode ser realizada recorrendo à modelação manual da geometria pretendida; a ferramenta “Generative Design” do “Fusion360” e ou, a extensão “Glasshoper” do “Rhino” por exemplo.

- **Conversão para STL:** Tendo como base o modelo CAD criado na fase anterior, estes softwares permitem exportar o modelo geométrico para um ficheiro constituído por uma malha de triângulos (STL) – cálculos computacionais que delimitam as superfícies da geometria da peça num número finito de triângulos. Esta exportação, quanto mais detalhe apresentar (maior número de triângulos), mais rigoroso será o processo de conversão da malha em linguagem de programação da máquina o que origina uma impressão com maior resolução.

A aplicação de texturas na geometria da peça pode ser considerada também nesta fase a partir do modelo STL, através da ferramenta “3D Texture” do “Solidworks”; da implementação de bitmaps no programa “Keyshot” e ou, no programa “Meshmixer” onde se pode também corrigir, manipular e editar a geometria do modelo.

- **Transformação para ficheiro máquina (Slicer):** Nesta fase, o pretendido é importar o ficheiro STL para a plataforma Slicer da impressora, que converte a malha de triângulos nas diversas camadas ao longo da geometria. O objetivo é orientar e posicionar o objeto sobre a respetiva área de impressão, tendo em conta a direção de construção desejada. Caso a impressora tenha um programa próprio, recomenda-se a utilização do mesmo já que normalmente apresenta um conjunto de configurações específicas para a respetiva máquina, traduzindo-se numa redução da probabilidade de erro na fase de tradução de informação. Na hipótese de a marca não apresentar software autónomo existem programas universais gratuitos, tais como o “Cura” da marca “Ultimaker”, o “PrusaSlicer” da marca “Prusa” ou o “Ideamaker” da marca “Raise3D” sendo que neste último é possível aplicação de texturas superficiais dentro do próprio programa.

- **Configuração Máquina:** A partir do programa anterior, nesta fase, o objetivo passa por definir os aspetos técnicos de impressão, onde se inclui, por exemplo, a velocidade, a altura das camadas, a percentagem de preenchimento, etc. Este tipo de manipulação de parâmetros técnicos deve ser analisado e testado previamente para conseguir perceber quais as melhores especificações da máquina em questão considerando que impressoras diferentes geram indicadores distintos. A conclusão desta fase gera as informações guardadas num ficheiro de formato “Gcode” com toda a informação de trajetórias espaciais que a máquina irá converter.

- **Construção da Peça:** A construção da peça é um processo bastante automatizado que prescinde de supervisão intensiva. Porém, é conveniente ter em conta que no início do processo de impressão é quando existe maior probabilidade de erro, quer por falta de aderência ao prato de impressão ou eventuais erros na deposição do material, por isso convém assegurar que a impressão segue como previsto. Ao longo do processo de impressão é possível ajustar alguns dos parâmetros definidos na fase anterior, contribuindo para melhorar o resultado final.

- **Remoção da Peça:** O processo de extração da peça, por norma, é um processo simples, todavia convém ter sempre alguma precaução nas impressoras com ambiente controlado fechado, sendo recomendável esperar que as condições de temperatura e humidade normalizem para poder retirar a peça da base.

- **Pós-Processamento:** Nesta fase, o objetivo passa por remover, essencialmente, o material em excesso que serviu de suporte à estrutura da peça assim como de polir alguma superfície com qualidade insuficiente.

- **Aplicação:** De acordo com o objetivo de aplicação pretendido, admite-se qualquer tipo de processo de revestimento, por exemplo, ou de montagem, caso a peça se complemente com outras.

### **3. Caso Estudo – Impressora Snapmaker 2.0 (FDM)**

#### **a. Descrição**

A máquina disponível na empresa PLM, Plural para o desenvolvimento dos projetos foi a impressora Snapmaker 2.0. Esta máquina tem a particularidade de incluir três tecnologias configuráveis, a gravação a laser, a escultura CNC e impressão 3D, mais concretamente a tecnologia FDM. Devido à sua modularidade de construção, existe ainda a possibilidade de lhe ser adicionado um módulo para corte a laser e outro para torneamento quer por subtração ou adição de material.

Esta impressora, tendo sido apresentada e comercializada entre o ano de 2019 e 2020, caracteriza-se por conter três modelos distintos que se diferenciam, principalmente, pelo tamanho da área de impressão, tais como: modelo A150 (160x160x145 mm), o modelo A250 (230x250x235 mm) e por último, o presente na empresa PLM, o modelo A350 (320x350x330 mm) (Fig. 31).

“...As tecnologias de fabrico aditivo baseadas na extrusão de material, a mais comum, das quais é conhecida como Fused Deposition Modeling (FDM), funciona pela extrusão de um filamento fino de material, geralmente polímero, traçando cada camada do modelo com esse material...”

(Diegel, Olaf; Nordin, Axel; Motte, 2019)

Considerando o processo de impressão 3D (FDM) presente na máquina enunciada anteriormente, de acordo com Ben Redwood, Filemon Schöffner e Brian Garret existem algumas características que definem uma impressora e o processo direcionado para a utilização da tecnologia FDM, tais como: o aquecimento inicial; a aderência ao tabuleiro; a estrutura de suporte; o preenchimento; a precisão dimensional; o material e o pós-processamento. (Redwood, Ben; Schöffner, Filemon; Garret, 2017) De seguida é apresentado, sob a forma de tópicos, uma descrição e análise sobre cada uma das características a ter em conta para a tecnologia FDM.

## Snapmaker A350

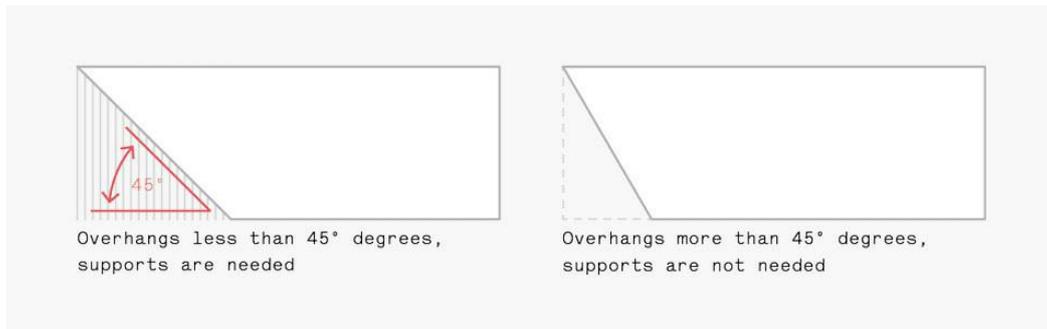


**Fig. 31** Impressora Snapmaker 2.0 A350. (Snapmaker, 2020)

- **Aquecimento Inicial:** A partir do aquecimento inicial do tabuleiro correspondente à área de impressão, incrementa-se a probabilidade de adesão do material à superfície da máquina, assim como se diminui a probabilidade de empeno das peças pela brusca mudança de temperatura comparando, evidentemente, a temperatura de saída do bico de impressão e da superfície de contacto. Quando se trata de materiais que precisam de elevadas temperaturas de processamento ou de um ambiente controlado fechado, como por exemplo, o ABS, estes tipos de cuidados tornam-se ainda mais prementes.

- **Aderência ao Tabuleiro:** A aderência ao tabuleiro é uma característica fundamental que influencia diretamente a qualidade e resistência das várias camadas impressas. Nesta característica, aspetos como a calibração da máquina, assim como o uso de um adesivo suplementar, podem ser técnicas que promovem um resultado final de qualidade superior.

- **Estrutura de Suporte:** As estruturas de suporte surgem quando a geometria de uma peça apresenta zonas não apoiadas, ou seja, isso acontece quando há faces em que o ângulo de inclinação é menor que  $45^\circ$ . A partir desta inclinação consegue-se garantir que a camada de impressão tenha apoio suficiente para suportar a camada seguinte (Fig. 32).



**Fig. 32** Esquema representativo do limite crítico de uma geometria para a tecnologia FDM.  
(Redwood, Ben; Schöffner, Filemon; Garret, 2017)

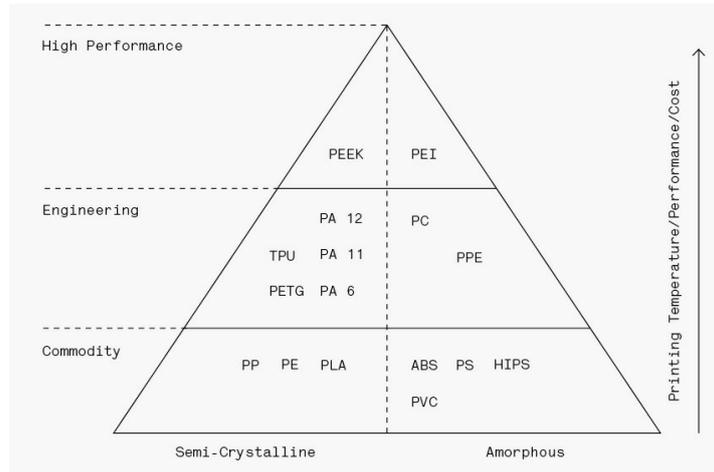
- **Preenchimento:** O preenchimento de uma peça produzida a partir da tecnologia FDM, como não é um processo tradicional, não é sólido, é um padrão que pode ser programável tanto em estilo como em quantidade percentual. Se se considerar uma percentagem alta, a geometria da peça vai conferir uma maior rigidez estrutural, porém, vai apresentar um aumento do tempo de impressão e de material consumido; se se considerar uma percentagem baixa, a peça vai ser mais leve, todavia, dependendo da geometria pode ser mais complicado o processo de impressão pois existe menos estrutura interna de apoio durante a construção das camadas (Fig. 33).



**Fig. 33** Exemplo de diferentes densidades de preenchimento de uma geometria.  
(Redwood, Ben; Schöffner, Filemon; Garret, 2017)

- **Precisão Dimensional:** O objetivo integral a todas as tecnologias é atingir um nível de detalhe que consiga garantir uma boa precisão dimensional necessária, por exemplo, para garantir o encaixe de duas peças específicas. A tolerância dimensional de +/- 0.5mm assim como a eliminação de arestas vivas, em certos casos, são técnicas necessárias para uma abordagem funcional.

- **Material:** Na tecnologia FDM, o material mais utilizado é, maioritariamente, filamento de termoplástico e ou de composto de matriz polimérica de diâmetro 1,75mm. Podemos observar a partir da Fig. 34 que quanto mais propriedades mecânicas o polímero apresenta mais elevada é a sua temperatura de processamento, consequência da probabilidade de empeno ser maior, o que torna a impressão mais dispendiosa.



**Fig. 34** Relação entre a complexidade do processo de impressão e a performance dos materiais para a tecnologia FDM. (Redwood, Ben; Schöffner, Filemon; Garret, 2017)

- **Pós-processamento:** Após o processo de impressão, remove-se a estrutura de suporte que tenha sido aplicada. Essa estrutura deve ser evitada em fase de projeto, pois obriga-se à reparação das superfícies onde estava ligada e durante esse processo pode causar danos à geometria da peça e, conseqüentemente, interferir na tolerância dimensional. Todavia, se o material de suporte for solúvel em água (implica impressão com dois bicos de impressão) é possível prevenir esse problema.

As técnicas de pós-processamento podem ainda ser classificadas: para tratamento superficial, onde se inclui o lixamento e o preenchimento de falhas geralmente utilizando resinas epóxis nas zonas defeituosas; para união de duas partes, utilizando acetona no chamado processo de Soldadura a frio e, por último, para fins estéticos, o polimento de áreas específicas, pintar na totalidade ou parcialmente a geometria da peça, submeter a peça a banhos vaporizados de acetona ou de álcool isopropílico e revestimentos de cariz metálicos ou de resinas epóxis para que confirmem novas propriedades e acabamentos ao produto.

## b. Sequência Prática Processual

O processo de interação com a máquina Snapmaker 2.0 é facilmente entendido e replicável, porém existem determinadas fases a ter em conta para o correto funcionamento, antes e depois de impressão, no intuito de obter uma maior durabilidade e proveito experimental da impressora.

De seguida apresenta-se, sob a forma de tópicos sequencialmente ordenados, a descrição e análise de cada uma das fases recomendadas a ter em conta no processo de utilização e impressão da Snapmaker 2.0.

- **Preparação Tabuleiro:** A área de impressão convém estar limpa de impurezas ou gorduras que dificultem adesão do material proveniente do bico de impressão. Assim, umas breves passagens de álcool isopropílico são o suficiente para garantir uma superfície mais limpa e homogénea.



Fig. 35 Limpeza pré-impressão.

- **Introdução Ficheiro:** A partir do software interno da máquina – “Snapmaker Luban” e da máquina ter ligação a redes móveis, é possível enviar o ficheiro (“Gcode”) remotamente; por outro lado, a impressora tem uma entrada “USB” convencional, onde pode ser inserido o ficheiro através de uma “Pen Drive”.

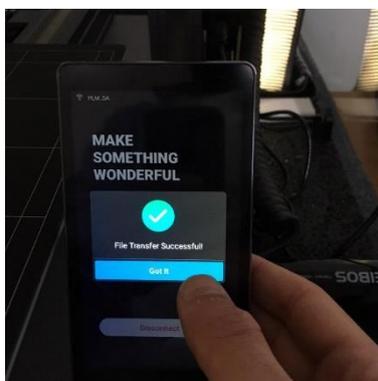


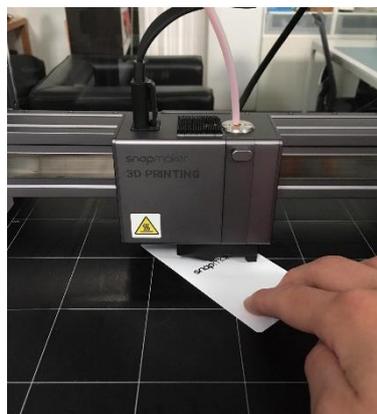
Fig. 36 Envio do ficheiro "Gcode" para a impressora.

- **Pré-Aquecimento:** O pré-aquecimento é fundamental numa ótica processual mais específica, se se aquecer o bico de impressão (da extrusora) podemos inserir ou alterar o filamento que se pretende trabalhar. Por outro lado, ao aquecer o tabuleiro, consegue-se limpar pequenas partículas que tenham subsistido da limpeza no primeiro passo e o processo seguinte de calibração é mais eficaz, pois é realizado sobre as possíveis dilatações que a temperatura de impressão causa na estrutura da máquina.



**Fig. 37** Pré-aquecimento do bico e tabuleiro de impressão.

- **Calibração:** O processo de calibração pode depender da máquina, da temperatura, do rigor do nivelamento do tabuleiro, porém o aconselhado é o bico de impressão ficar a uma distância menor que o diâmetro teórico do bico (0,4mm maioritariamente). Assim é possível garantir que o material está a ser, ligeiramente, esborratado para aderir à camada anterior e sintetizar.



**Fig. 38** Calibração Tabuleiro.

- **Seleção Ficheiro:** A seleção do ficheiro ocorre através do display da impressora onde, a partir do armazenamento de dados, se seleciona o ficheiro com o nome pretendido.



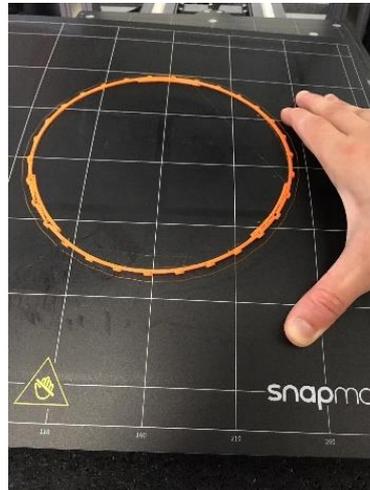
**Fig. 39** Escolha do ficheiro pretendido.

- **Processo Impressão:** Após o início do processo de impressão propriamente dito, é possível alterar os valores de temperatura da extrusora e do tabuleiro, a velocidade geral de impressão e a calibração (cota no eixo Z). Estes tipos de alterações são fundamentais para retificar o processo de construção da geometria em tempo real, pois as configurações iniciais teóricas dependem de múltiplos fatores, como a temperatura ambiente, a humidade e ou a própria forma da peça.



**Fig. 40** Manipulação de parâmetros durante a impressão (opcional).

- **Extração Peça:** Assim que finalizada a impressão, a técnica mais frequentemente utilizada para a remoção da geometria da peça, é a sinuosa dobragem do tabuleiro em diferentes direções, libertando calmamente a superfície da peça que está em contacto com o mesmo.



**Fig. 41** Extração da peça construída.

- **Limpeza Tabuleiro:** No final, o processo de limpeza com álcool isopropílico repete-se assim como a extração de pequenos filamentos que tenham ficado colados no tabuleiro, no intuito de deixar a superfície limpa e estável para uma impressão seguinte.



**Fig. 42** Limpeza pós-impressão.

### **c. Parâmetros Técnicos - Otimização Resultados**

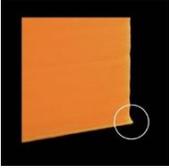
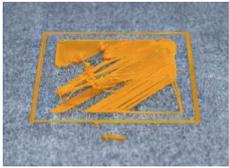
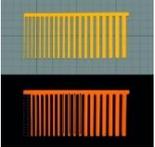
A impressão 3D, como tecnologia recente e muitas das vezes experimental, evolui a partir de análises práticas visto que maior parte das vezes se trabalham com geometrias complexas e que dependem de diversos fatores externos. Por isso, existe um conjunto de parâmetros que ajudam a guiar, programar e manipular o processo de impressão, tanto durante a fase de programação do modelo como durante a própria operação de impressão. Estes tipos de configurações variam face ao objetivo da impressão, ou seja, por exemplo, se a intenção de impressão for somente a construção de uma geometria para validação volumétrica, o rigor será consideravelmente menor que uma peça com um fim estrutural. Assim, na primeira, a velocidade de construção pode tomar valores muito superiores pois o detalhe não é um requisito obrigatório ao contrário do segundo exemplo.

O processo de definição dos parâmetros de impressão é bastante complexo, onde um valor induzido erradamente, quer seja superior ou inferior ao recomendado, promove o aparecimento de defeitos, não conformidades ou consequentes falhas de impressão que contaminam, continuamente, o processo de construção de uma geometria nas camadas seguintes. Neste processo experimental, que varia de máquina para máquina, resultam uma série de consequências que, geralmente, podem ser corrigidas a partir da alteração de um ou mais parâmetros de impressão.

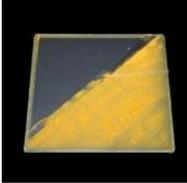
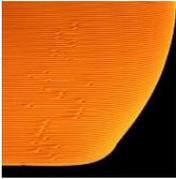
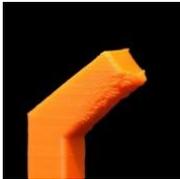
A Tabela 3 representa um estudo sintetizado dos principais parâmetros técnicos e a maneira como eles podem influenciar positivamente e negativamente a impressão de uma peça. No final considera-se ainda um conjunto de soluções que ajudam a mitigar essas não conformidades.

**Tabela 3 - Parâmetros Técnicos**

<b>Parâmetros</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Consequências</b>
<b>Temperatura (Ambiente)</b>	Garantir uma contínua sinterização e composição das camadas.	Pode existir correntes de ar, mudanças de temperatura que interfiram no processo de sinterização das camadas da geometria.
<b>Temperatura (Filamento)</b>	Garantir o controlo de condições de temperatura e humidade ao longo de todo o filamento.	Pode alterar indevidamente a temperatura do filamento aumentando ou diminuindo a temperatura total de extrusão do material.
<b>Temperatura (Bico Impressão)</b>	Garantir que o material fica maleável e deformável; Garantir fluxo de material de saída.	Cantos Ásperos ("Curling/ Rough Corners"); Deformações na geometria.
<b>Temperatura (Tabuleiro)</b>	Garantir que o material adere à superfície do tabuleiro;	Se for demasiada temperatura pode deformar a peça - "Pé de elefante"; Se for pouca temperatura a peça pode vir a descolar mais facilmente.
<b>Calibração (Bico Impressão)</b>	Garantir uma correta e completa deposição do filamento.	Se distancia for curta pode causar entupimento da máquina; Se distancia for longa o material não adere ao tabuleiro.
<b>Calibração (Tabuleiro)</b>	Garantir o nivelamento dos pontos da área de impressão.	Pode originar pontos de desequilíbrio na geometria da peça.
<b>Diâmetro Bico</b>	Influencia o tempo de impressão; Adaptar o nível de detalhe da peça em relação à escala.	Caso se utilize um bico de diâmetro grande para uma peça pequena a peça sairá com pouco detalhe e rigor geométrico (vice-versa).
<b>Taxa de Extrusão</b>	Garantir a quantidade de material saída necessária.	Varia o rigor geométrico da peça e das camadas; Influencia a capacidade de sinterização entre camadas.

Representação Visual	Soluções
	<p>Tentar envolver a impressora num espaço fechado com um ambiente controlado; Para certos tipos de plástico como ABS, necessitam mesmo desse ambiente controlado e de um ventilador.</p> <hr/> <p>Ajustar a temperatura consoante recomendações do material e ou da temperatura ambiente.</p>
	<p>Variar temperatura: 5° - 10°C; Aumentar percentagem velocidade do ventilador; Aumentar velocidade geral impressão.</p>
	<p>Manter a temperatura indicada pelos fornecedores de cada tipo de material.</p>
	<p>Variar altura em Z (positivamente - cima; negativamente - baixo); Repetir processo calibração.</p>
	<p>No caso de calibração manual pode ser utilizado um nivelador ou uma folha de papel; Verificar nivelamento da mesa ou do piso onde a máquina se encontra apoiada.</p>
	<p>Testar vários diâmetros para a mesma peça tendo em conta o objetivo da geometria.</p>
	<p>(+) Taxa Extrusão (+) velocidade impressão (-) Taxa Extrusão (-) velocidade impressão</p>

<b>Parâmetros</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Consequências</b>
<b>Velocidade Inicial</b>	Garantir uma boa adesão ao tabuleiro; Garantir que as primeiras camadas ficam niveladas.	Influência juntamente com a temperatura de extrusão a quantidade material de saída; Influência diretamente a qualidade de impressão.
<b>Velocidade (Trajetórias)</b>	Garantir movimentos entre espaços diferentes de uma mesma geometria.	Velocidade elevada pode resultar em zonas de "cozimento" de superfícies mal ligadas; Velocidade excessivamente alta pode causar desalinhamento.
<b>Velocidade (Paredes)</b>	Garantir o aspeto interno e externo da geometria.	(+) Velocidade (-) Tempo Impressão (-) Rigor; (-) Velocidade (+) Tempo Impressão (+) Rigor; Pode originar camadas incompletas ou mal construídas.
<b>Retração Filamento</b>	Garantir uma boa definição superficial de uma superfície.	Defeitos na superfície ("Zits/Pimples"); Deixa material em zonas indevidas.
<b>Manutenção</b>	Garantir a máxima durabilidade da Impressora.	Saída de material Entupida; Variação no diâmetro de material extrudido; Criação de bolhas de ar ou de resíduos de filamento.
<b>Estruturas de Suporte</b>	Permite construir detalhes mais complexos.	Desalinhamento e desabamento estrutural - "Overhangs"; Requer extração da estrutura de suporte e tratamento superficial.
<b>Preenchimento</b>	Garantir o nível estrutural necessário à função do produto.	Pouco preenchimento pode desabar a geometria; Muito preenchimento endurece muito a peça.

Representação Visual	Soluções
	Aumentar velocidade caso haja "grumos" de material; Diminuir velocidade se o filamento não estiver aderir.
	Velocidade alta indicada para peças médias - nem com muito detalhe nem com objetivos técnicos rigorosos; Velocidade baixa indicada para peças com detalhe geométrico.
	Aumentar a velocidade caso o material necessite de uma temperatura de manuseamento mais elevada; Diminuir a velocidade para melhor acabamento.
	(+ ) Temperatura (+) Retração (-) Velocidade (+) Retração; Distancia retração: 1 a 5 mm (recomendação); Velocidade retração: 20 a 100 mm/s (recomendação).
	Limpeza frequente bico de impressão (Método da Agulha   Tração Fria ).
	Ventilação ativa (sinterização mais rápida); (+) Velocidade Geral Impressão (-) Probabilidade desabamento.
	Estudar a (%) preenchimento consoante a geometria, função e escala do produto.

Referência: Informação e Figuras - (APRINTAPRO, 2021)

#### **d. Desenho para Tecnologia Impressão 3D**

“...Existem poucas regras de design para a manufatura aditiva que podem ser aplicadas universalmente a todas as geometrias, materiais, tecnologias de manufatura aditiva e peças. Muitos parâmetros de design dependem de outros parâmetros e condições de impressão, portanto, é difícil encontrar números precisos que funcionam em todos os casos...”. (Diegel, Olaf; Nordin, Axel; Motte, 2019)

O processo criativo de um produto, quando conjugado com o conhecimento das respetivas potencialidades e limitações de uma tecnologia, permite ao projetista alcançar uma maior perceção de como a geometria pode ser construída e sobretudo perceber quais os detalhes a ter em conta. Porém, enquanto no método de manufatura tradicional, como no caso da manufatura subtrativa, onde existe um conjunto definido de linhas guia para o desenho de uma peça, na manufatura aditiva, estes parâmetros podem variar de contexto, forma ou tecnologia pretendida.

Em seguida apresenta-se, sob a forma de tópicos, a descrição e análise de recomendações direcionadas para o desenho de uma geometria no processo de impressão na máquina Snapmaker 2.0. O objetivo principal das orientações é tentar otimizar o processo conceptual e produtivo, permitindo ao autor, perceber os principais atributos que pode explorar da tecnologia.

- **Minimização Material Consumido:** Os principais elementos que conciliam a quantidade de material gasta com a capacidade mecânica de uma geometria impressa é a altura das camadas e o preenchimento. Uma peça assim que desenhada deve ser testada para se perceber se esta consegue aguentar iguais ou superiores tensões com um menor consumo de recursos.

De qualquer maneira, para uma geometria de escala pequena, a altura das camadas deverá de ser inferior, ao contrário de uma peça de grande escala. Porém, e considerando que para valores de altura mais reduzidos, o comportamento mecânico melhora, o tempo de impressão aumenta drasticamente.

Por isso, na fase criativa de um projeto, é recomendável evitar peças com uma altura excessiva, ou com preenchimentos muito densos, para evitar, não só, consumo excessivo de material como de tempo de produção. É aconselhável analisar o projeto e identificar as faces que podem ficar destapadas, ou seja, em que o preenchimento assume os limites da peça (Fig. 43).



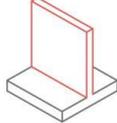
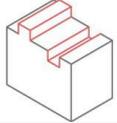
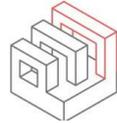
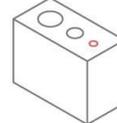
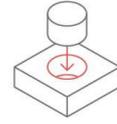
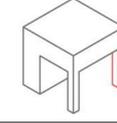
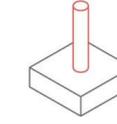
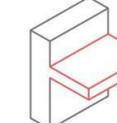
**Fig. 43** Exemplo de faces com diferentes padrões de preenchimento.  
(3D Print Scape, 2021)

- **Evitar Estruturas Suporte:** Ao mesmo tempo que se desenvolve conceptualmente uma geometria, é fundamental perceber a sua direção de impressão. Estes hábitos promovem a otimização geométrica das peças e, conseqüentemente, definem como vão ser impressas, diminuindo a probabilidade de usar estruturas de suporte.

- **Detalhe Geométrico:** No intuito de precaver certas não conformidades tanto na geometria como no processo de impressão, existem valores que correspondem a detalhes estabelecidos que tendem a aproximar o processo construtivo do produto idealizado com algum rigor.

A Tabela 4 representa os principais detalhes e respectivas recomendações numéricas a ter em conta na fase de desenvolvimento.

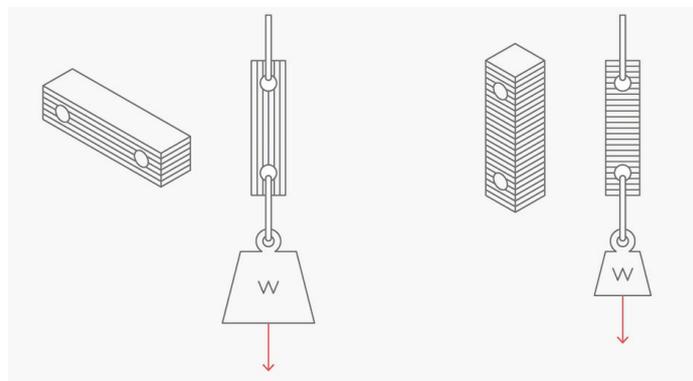
**Tabela 4 - Detalhe Geométrico**

<b>Detalhe Geométrico</b>	<b>Valor Recomendado</b>	<b>Representação Visual</b>
<b>Espessura Parede</b>	0,8 mm	
<b>Saliências</b>	45° (máx.)	
<b>Relevos e Gravuras</b>	0.6 - 2 mm	
<b>Pontes</b>	10 mm (máx.)	
<b>Furos</b>	Ø 2 mm (mín.)	
<b>Tolerância (Folga)</b>	0.5 mm	
<b>Tamanho Detalhes</b>	2 mm (mín.)	
<b>Pinos</b>	Ø 3 mm (mín.)	
<b>Arestas (Não Suportadas)</b>	3 mm (máx.)	

**Referência:** Informação e Figuras - (Redwood, Ben; Schöffner, Filemon; Garret, 2017)

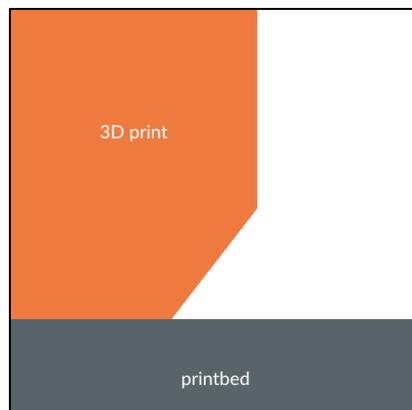
- **Direção Camadas:** De acordo com Olaf Diegel, Axel Nordin e Damien Motte “...A anisotropia, a diferença nas propriedades mecânicas de uma peça na direção vertical, pode ser o calcanhar de aquiles da manufatura aditiva. Essa anisotropia afeta todas as tecnologias de manufatura aditiva, mas algumas são mais afetadas do que outras...”. (Diegel, Olaf; Nordin, Axel; Motte, 2019)

A tecnologia em questão, o FDM, por se basear na sinterização de filamento ao longo de várias camadas, cria um padrão organizado numa determinada direção. Portanto, ao idealizar uma geometria, principalmente se esta estiver sujeita a uma certa carga ou tensão, convém que a direção de aplicação da força corresponda à perpendicular da direção de impressão, conforme ilustrado na Fig. 44.



**Fig. 44** Relação entre direção de impressão e direção de carga. (Redwood, Ben; Schöffner, Filemon; Garret, 2017)

- **Desenho:** Em qualquer método de manufatura existe a necessidade de precaver a geometria da peça de arestas vivas. A manufatura aditiva não foge à regra sendo até recomendável a aplicação de “chanfros” nas superfícies em contacto com o tabuleiro no intuito de minimizar o risco de variações quer a nível geométrico quer a nível de toleranciamento nessas zonas (Fig. 45).



**Fig. 45** Detalhe para evitar esquinas vivas. (APRINTAPRO, 2021)

#### **4. Tipologia de Estruturas de Higienização**

##### **a. Estruturas Higienização**

A recente pandemia COVID-19 marca uma série de mudanças de paradigma na vida dos seres humanos. A nível individual introduziu novos hábitos e a nível social forçou a capacidade de adaptação a novas formas de interação entre a sociedade.

“...Uma mudança paradigmática é uma mudança fundamental nos pressupostos básicos de um fenômeno. Na pesquisa, essas mudanças são raras, mas impactantes, que mudam radicalmente a nossa compreensão dos fenômenos, alterando os pressupostos básicos sobre os quais deriva nossa compreensão (...) A pandemia COVID-19 tem o potencial de resultar em múltiplas mudanças de paradigma em organizações que a sociedade, em geral, ainda precisa antecipar totalmente. O espectro de mudanças varia de pessoal a profissional, individual a organizacional e na maioria dos setores...”(Howe et al., 2020)

Considerando este tipo de mudança a convivência em sociedade, depois de múltiplas normas que restringiram ou libertaram certas políticas civilizacionais, a higiene e a desinfecção são exemplos de tópicos que poderão pertencer a um futuro permanente. A partir da pandemia, surgiram diversas maneiras de controlar e prevenir o contágio tendo em conta aspetos logísticos, tais como a organização distanciada ou a lotação limite de um espaço público, e tendo em conta pontos de desinfecção nesses mesmos locais. As estruturas de higienização e desinfecção surgem assim para dar resposta a uma necessidade emergente, mas sobretudo numa ótica futurista de precaução e saúde pública.

No desenrolar da pandemia surgiram inúmeras propostas, com pontos de aplicação distintos, mas com a mesma finalidade, salvaguardar a proteção do comércio e dos seus consumidores. A partir do “Moodboard – Tipologia de Estruturas de Higienização” é possível ter uma noção mais abrangente do mercado relativo a esta tipologia de produto. Com este estudo foi possível verificar a influência do dispositivo sobre a forma como o produto é utilizado, considerando “Stand-Alone” como a posição base; a disposição sobre uma mesa ou uma parede e, por último, os exemplos que se podem configurar em mais que uma posição. Com base nesta análise também é possível perceber que a nível estético, a maior parte dos produtos desenvolve-se a partir de formas idênticas e com os mesmos acabamentos, atribuindo aos aspetos funcionais a hierarquia do desenho.

**Moodboard** – Tipologia de Estruturas de Higienização

“Stand-Alone”

Balcão | Mesa

Parede

Configuráveis



**Referência:** 1 - (Chip7, 2020a); 2 - (Promed Solutions, 2020); 3 - (Padimat, 2020); 4 - (Chip7, 2020b); 5 - (Gullni, 2020); 6 - (Genwec, 2020); 7 - (Chip7, 2020c); 8 - (JVD, 2020); 9 - (Wagner Ewar, 2020); 10 - (Svavo, 2020); 11 - (Chip7, 2020d).

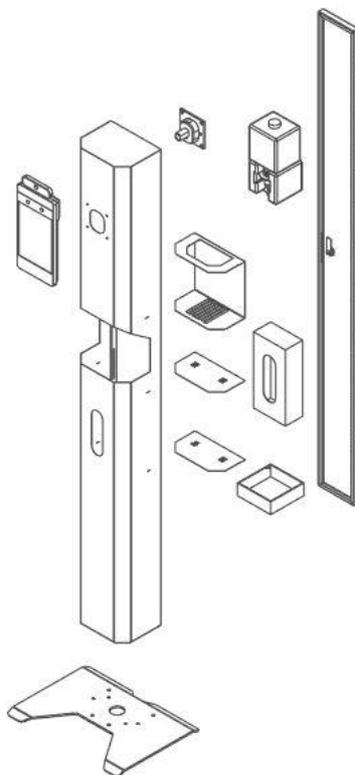
### b. Caso Estudo Interno – Equipamento SIAS - PLM, Plural

O equipamento “Smart Integrated Access System” (SIAS) desenhado e implementado pela empresa PLM, reforçou o mercado da higienização e da prevenção do vírus COVID-19. Para além do compartimento reservado para dispensar gel desinfetante e luvas, o dispositivo integra um sistema eletrónico que possibilita a medição de temperatura – principal indicador de infeção do vírus, o reconhecimento facial (com máscara) de pessoas registadas e permite ainda o controlo, através de uma base de dados, das pessoas que interagiram com o produto se assim for desejado (Fig. 46). Deste modo, este tipo de dispositivo tanto pode ser utilizado em estabelecimentos públicos, em eventos pontuais ou por entidades privadas, onde geralmente se verifica maior tráfego de pessoas, sendo assim necessário um controlo mais eficaz de rastreio do vírus.



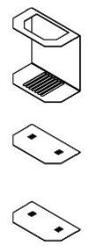
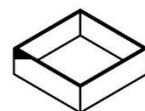
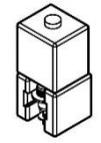
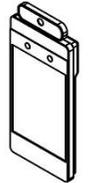
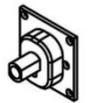
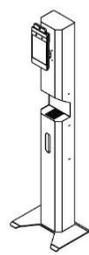
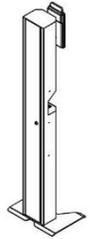
**Fig. 46** Equipamento SIAS. (PLM, 2020b)

O SIAS é constituído por uma estrutura em chapa metálica pintada a branco, cortada a laser e quinada de modo a obter um aspeto discreto e universal. Para criar compartimentos (gel desinfetante e luvas) e ao mesmo tempo otimizar a resistência mecânica da estrutura, são inseridas chapas metálicas na horizontal em relação ao piso sendo soldadas à estrutura principal em forma de gavetas conferindo um esqueleto ao interior. Para finalizar, o produto conta ainda com uma porta de acesso aos componentes técnicos situada na face posterior com um sistema de fecho através de uma fechadura e uma base em chapa metálica quinada, mas de espessura relativamente superior à estrutura principal, para garantir uma maior estabilidade. Relativamente aos componentes que complementam as funcionalidades do dispositivo, integram ainda uma caixa acrílica para os resíduos de gel desinfetante, o sensor responsável pela ativação da saída do mesmo e o display com interface que contém toda a informação disponível para o utilizador centrado na chapa principal a partir de um sistema de fixação ao revestimento exterior. A partir da Fig. 47 e da Tabela 5 é possível observar a vista explodida e componentes do equipamento.



**Fig. 47** Vista explodida do equipamento SIAS. (PLM, 2020a)

**Tabela 5** - Componentes Equipamento SIAS – PLM, Plural

	Componentes							Conjunto		
	Estrutura Principal	Compartimentos	Porta	Base	Caixa Resíduos	Sensor Desinfetante	Display	Fixação	Final	
<b>Representação Visual</b>										

Referência: (PLM, 2020a).

Ao longo do período pandêmico, a proposta SIAS foi sofrendo algum redesenho mantendo sempre a mesma coerência construtiva. A exigência de mercado assim como a possibilidade de acrescentar valor à proposta face a diferentes contextos de atuação fez com que novas soluções fossem criadas. A maneira mais evidente de tornar a proposta mais abrangente passou permitir a customização face às necessidades específicas dos clientes adaptando o equipamento à disposição no espaço e funções que integra. Para isso, dentro do modelo base foram criadas versões sem o compartimento de luvas (Fig. 48), outra somente com o display (Fig. 49) e outra com a implementação de um “QR Code Reader” (Fig. 50). Por outro lado, relativamente a versões para disposição sobre uma mesa ou balcão, foi criada uma versão com display e gel desinfetante (Fig. 51) e outra somente com display (Fig. 52).



**Fig. 48** Configuração sem compartimento luvas.



**Fig. 49** Configuração somente com display.



**Fig. 50** Configuração com “QR Code Reader”.



**Fig. 51** Configuração balcão com display e acesso a desinfetante.



**Fig. 52** Configuração balcão com display.

### c. Caso Estudo Externo – Equipamento Gevilion

A marca de origem oriental Gevilion, surgiu em 2008 em Shenzhen, China e até então tem sido especialista e líder na área CFTV. Não obstante, apresenta também outros setores na sua atividade comercial produzindo sistemas tecnológicos que incluem câmaras com detecção de temperatura, termómetros e acessórios. Considerando o mesmo tipo de abordagem tecnológica face ao equipamento SIAS da PLM, a Gevilion apresenta igualmente uma proposta de solução de dispositivo de higienização.

Comparativamente com o equipamento da empresa PLM, podemos observar que a metodologia de personalização utilizada é bastante semelhante, existindo uma versão para mesa ou balcão (Fig. 53) e outra versão “stand-alone” de 60 (Fig. 54) e 110 (Fig. 55) cm de altura. Por outro lado, os equipamentos da Gevilion apresentam uma estrutura mais estreita, de igual modo, construídos com base em chapa metálica, mas com um acessório luminoso que a destaca e ao mesmo tempo favorece e suaviza a forma alongada da geometria. Podemos considerar também que o recurso a niveladores promove maior estabilidade da base.



**Fig. 53** Versão mesa ou balcão.



**Fig. 54** Versão "stand-alone" (60 cm).



**Fig. 55** Versão "stand-alone" (110 cm).

## 5. Análise Setor Retalho

### a. Ponto Situação Contemporâneo

“...No que diz respeito ao desenvolvimento de produtos, explorar ainda mais a heterogeneidade de gostos também oferece oportunidades de inovação (...) A tecnologia de informação móvel e online torna os consumidores cada vez mais flexíveis em termos de onde e como desejam ter acesso as informações do retalho e onde e como comprar...” (Reinartz et al., 2011)

Em tempos modernos e digitais como os atuais, podemos verificar mudanças a nível comportamental e tecnológico quase momentâneas. Estas transformações são evidenciadas de um momento para o outro pois a exposição do ser humano à informação é cada vez maior podendo originar movimentos sociais como muito mais facilidade que outrora. Assim, encurtando o tempo de processo de transmissão de informação do emissor para o recetor, induz-se a necessidade a que nada esteja fixo ou predestinado a um determinado fim.

O setor do retalho não foge à regra, e funcionando através de marcas que atendem às necessidades das sociedades, têm de conseguir conciliar a inovação com a flexibilidade de ajuste face ao contexto social e de mercado no qual se encontra inserido.

A Tabela 6 realizada a partir da interpretação de dois artigos científicos (Reinartz et al., 2011) e (Gupta & Ramachandran, 2021) retrata o raciocínio que caracteriza as fases que antecedem o objetivo final da análise do ponto de situação do mercado de retalho, os potenciais de inovação.

Assim, podemos verificar que as preocupações dos consumidores assumem particular importância nesta análise, tornando evidente que a maneira de viver centralizada no “eu” aliada à precaução ambiental desencadeiam um conjunto de visões que modificam o processo industrial. Deste modo, a indústria é forçada a adaptar as suas metodologias internas, tais como: diminuição de recursos consumidos, utilização de materiais recicláveis ou introdução de práticas de economia circular, para potencializar a inovação dos seus projetos. Relativamente ao processo de desenvolvimento de produto, a capacidade de adaptação aos programas dos clientes determina-se pela otimização da cadeia de valor, encurtando fases que procuram avanços tecnológicos. Para além disso, é possível verificar que a maneira de interagir com os ambientes e respetivos objetos se tornou cada vez mais uma peça fundamental para exceder a expectativa dos utilizadores através da exploração das dimensões emocionais.

“...Num ambiente de mercado no qual os consumidores são inundados com produtos físicos, a inovação de retalho, ao fornecer aos clientes uma experiência divertida, ao mesmo tempo que lhes permite cocriar seus próprios produtos exclusivos, confere à empresa uma vantagem competitiva de diferenciação...” (Reinartz et al., 2011)

**Tabela 6** - Fatores caracterização mercado atual

<b>Ponto Situação Contemporâneo</b>			
	<b>Preocupações</b>	<b>Indústria</b>	<b>Potencial Inovação</b>
<b>Sociais</b>	Mudanças Demográficas	Produção Customizada	Inovações "Verdes"
	Gostos Diferenciados	Otimização Cadeias de Valor	Produtos c/ Experiência de Utilização ou Interação
	Ser "Individualista"	Economia Circular   Local	Experiencia Sensorial (Design)
<b>Ambientais</b>	Ideais de Sustentabilidade		
	Reduzir Pegada Ambiental (Re)Valorização Objetos		

O processo atual de criação de produtos que visam uma reação sensorial acrescida tem que ver com a tendência contemporânea de aproximação aos padrões presentes na natureza. O modo de viver, aparentemente, cada vez mais livre e natural, faz dessas representações geométricas um aproximar de ambientes nos quais o ser humano se sente mais livre dos seus problemas pessoais e disponível para sentir o que o rodeia. Para além disso, estes tipos de geometrias padronizadas representam propostas muito mais desenvolvidas a nível mecânico, diminuindo muitas das vezes o material consumido e aumentando a resistência estrutural. A Fig. 56 representa um produto e a Fig. 57 um espaço criado tendo em conta aspetos estéticos e estruturais de geometrias presentes na natureza.

“...a biomimética - design inspirado na forma como os desafios funcionais foram resolvidos na biologia - é uma das melhores fontes de soluções que nos permitirá criar um futuro positivo e fazer a passagem da era industrial para a era ecológica da humanidade...” (Pawlyn, 2016)



**Fig. 56** Exemplo de forma | padrão inspirado na natureza. (Ruttinger, 2013)



**Fig. 57** Design de interior baseado na natureza. (Yu, 2012)

## **b. Oportunidades Mercado**

As oportunidades de mercado, surgem numa ótica de conjugação da análise do mesmo com o conjunto de potencialidades que o desenvolvimento tecnológico invoca. Deste modo, as premissas projetuais que reúnem as principais valências da tecnologia de impressão 3D como, a flexibilidade geométrica, a produção customizada e o menor desperdício de material, são fundamentais para através do desenvolvimento criativo de um produto responder às necessidades momentâneas do mercado – preocupação ambiental e novas experiências de consumo.

A exploração de cenários reais e a análise de diferentes formas de atuar perante o processo de inovação é crucial para que as respostas conceptuais tenham um fim coerente face ao contexto do projeto.

Assim, foram criados possíveis cenários que aliassem estas considerações a potenciais abordagens de inovação, servindo de contribuição teórica para ambos os projetos. Por meio de uma lista de tópicos, são apresentadas as possíveis abordagens conceptuais consideradas para o desenvolvimento de produto.

**- Abordagem Modular:** A modularidade pode ser uma característica importante para a versatilidade de uma geometria, mais concretamente, pela integração de métricas entre várias peças pertencentes a um determinado conjunto. Assim é possível o produto integrar-se em múltiplos contextos e, conseqüentemente, enquadrar-se em diferentes posições espaciais.



**Fig. 58** Exemplo abordagem modular.

(Booth & Plunkett, 2015)

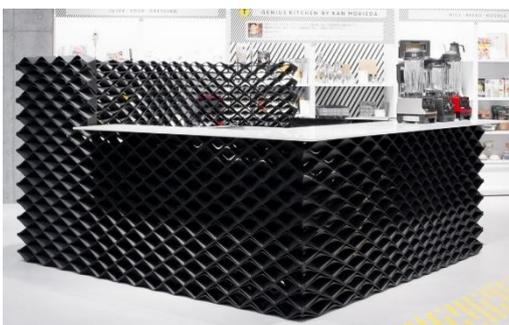
- **Abordagem Funcional:** Num cenário comercial, a quantidade de informação recebida pelo consumidor é programada, ou seja, o número de elementos que compõem o espaço tem o principal objetivo de exibição. A capacidade da estrutura conseguir integrar o espaço sem comprometer a sua função, permite expor e integrar outras funções como arrumação, iluminação, divisão, etc.



**Fig. 59** Exemplo abordagem funcional.

(Yu, 2012)

- **Abordagem Estrutural:** A estrutura sendo a base que sustenta a forma e a função de uma geometria, geralmente, define uma abordagem estética ou mecânica. Todavia, a simbiose entre estes dois campos abre diversas novas opções criativas e que procuram inovação.



**Fig. 60** Exemplo abordagem estrutural.

(Archipreneur, 2018)

- **Abordagem Destaque:** Numa perspectiva em que o destaque é a principal intenção do equipamento, é recomendável equilibrar o desenho de um produto entre a integração e a diferenciação num espaço. O processo de apelo ao consumidor é feito muitas vezes pelo expositor, que não se deve sobrepor ao produto exposto.



**Fig. 61** Exemplo abordagem destaque.  
(Yu, 2012)

- **Abordagem Suporte:** Considerando a exposição de um produto, aspetos como a posição de destaque, a ligação a componentes funcionais e ou proteção, são critérios necessários que ajudam a orientar o desenho. Para além disso, devido à proximidade com o produto em exposição, a estrutura passa a integrar o espaço da primeira interação real do cliente com o produto.



**Fig. 62** Exemplo abordagem suporte.  
(Booth & Plunkett, 2015)



# Capítulo IV

Desenvolvimento de Produto





**Projeto 1 – Equipamento Higienização (Pág.95)**

**Projeto 2 – Inovação Retalho (Pág.114)**



## 1. Projeto 1 – Equipamento Higienização

### a. Requisitos do Produto

O primeiro projeto teve como principal objetivo o desenvolvimento de uma proposta criativa a partir da estrutura de higienização apresentada pela empresa PLM. Assim, realizou-se o levantamento das necessidades e especificações destes equipamentos considerando os requisitos de um produto como linhas orientadoras do processo de desenho.

A seguir é apresentada a lista dos requisitos identificados tendo em conta o projeto de equipamento de Higienização organizados por grau de importância de acordo com o modelo de Kano, considerando os requisitos obrigatórios os aspetos fundamentais do produto; os requisitos unidimensionais os aspetos relativos ao uso e desempenho; e, por último, os requisitos atrativos os aspetos que causam maior satisfação e diferenciação. (Relvas, 2017)

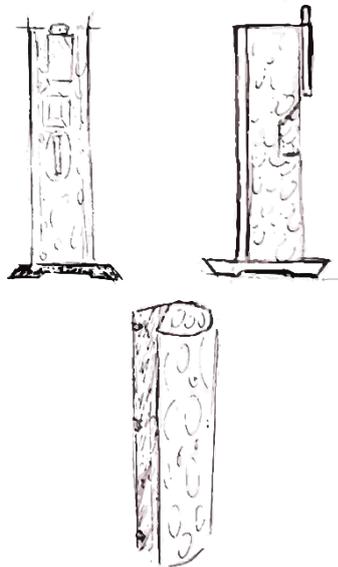
**Requisitos Obrigatórios:** Facilidade de Limpeza; Estabilidade estrutural; Integração dos Componentes técnicos (Sensor Desinfetante; Display; Caixa luvas);

**Requisitos Unidimensionais:** Facilidade de Manuseamento; Otimização da Cadeia de valor; Facilidade de montagem;

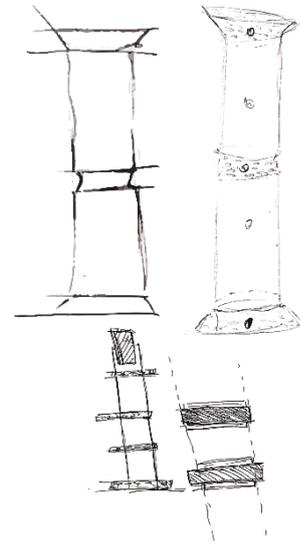
**Requisitos Atrativos:** Adaptação a espaços distintos; Capacidade de personalização; Integração de sinalética.

**b. Desenvolvimento Conceptual**

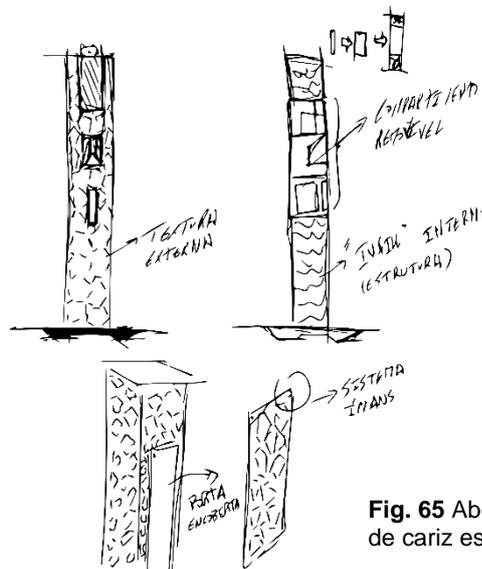
No intuito do desenvolvimento conceptual, foi importante identificar a importância da integração da tecnologia de impressão 3D relativamente à construção da geometria. Deste modo, admitiram-se três abordagens distintas: o revestimento, assumindo que a geometria a desenvolver seria uma camada padronizada que envolve a geometria original da estrutura de higienização da PLM (Fig. 63); peças de ligação, considerando, neste caso, que o produto a desenvolver seria uma série de peças intermédias que ligassem a uma outra estrutura principal externa e aos respetivos topos (Fig. 64); e, por último, peça estrutural, onde nesta abordagem se considerou o desenvolvimento da estrutura do produto, desenhada tanto com um fim estético, a partir da customização da textura superficial, com um fim estrutural a partir da sua forma (Fig. 65).



**Fig. 63** Abordagem através de revestimento.



**Fig. 64** Abordagem através de peças de ligação.



**Fig. 65** Abordagem através de estrutura de cariz estético e funcional.

De forma a potenciar a tecnologia de impressão 3D ao longo deste projeto, definiu-se que a última opção conceptual – peça estrutural, seria a mais desafiante, não só por possibilitar uma nova versão geométrica de raiz, assim como a abordagem estética de personalização poderia, mais facilmente, ser conjugada ao longo do conjunto.

Paralelamente, outra das medidas tomadas no decorrer do desenvolvimento conceptual foi a integração da “abordagem modular” enunciada no capítulo anterior. Esta característica permitia ao conjunto poder ser separado em diferentes medidas de altura e, conseqüentemente, ser adaptado a diferentes contextos de aplicação, tais como, “Stand-Alone” e mesa ou balcão.

Assim, foi desenvolvido um conjunto de esboços iniciais, sem grandes restrições formais, que procuraram reunir os requisitos do produto e as considerações em cima referidas (Fig. 66). No intuito de tornar a geometria do produto mais uniforme e estável, com a repartição dos módulos regular, explorou-se a forma cilíndrica. Para além disso, a forma cilíndrica permite uma aplicação de padrões e texturas muito mais fluída e contínua, pois não há cantos nem esquinas a provocar deformações geométricas. Na Fig. 67 são apresentados os esboços representativos da forma cilíndrica explorando, inicialmente, a posição de textura ou padrão ao longo da superfície exterior.

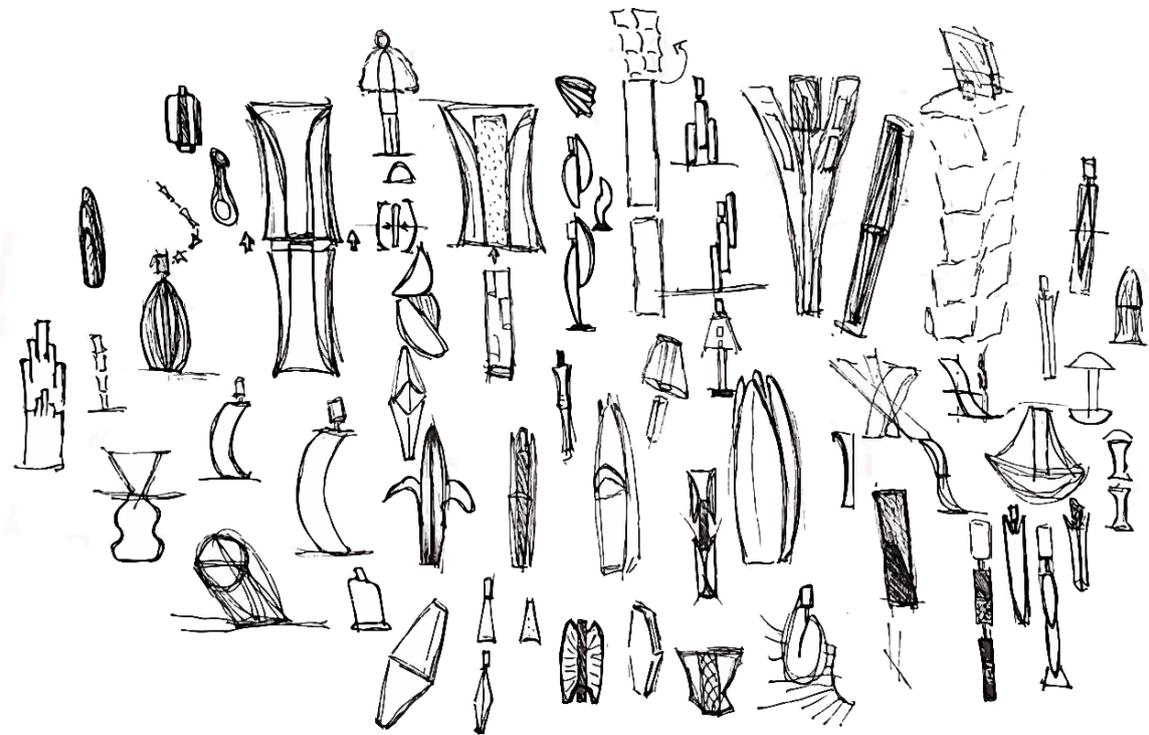
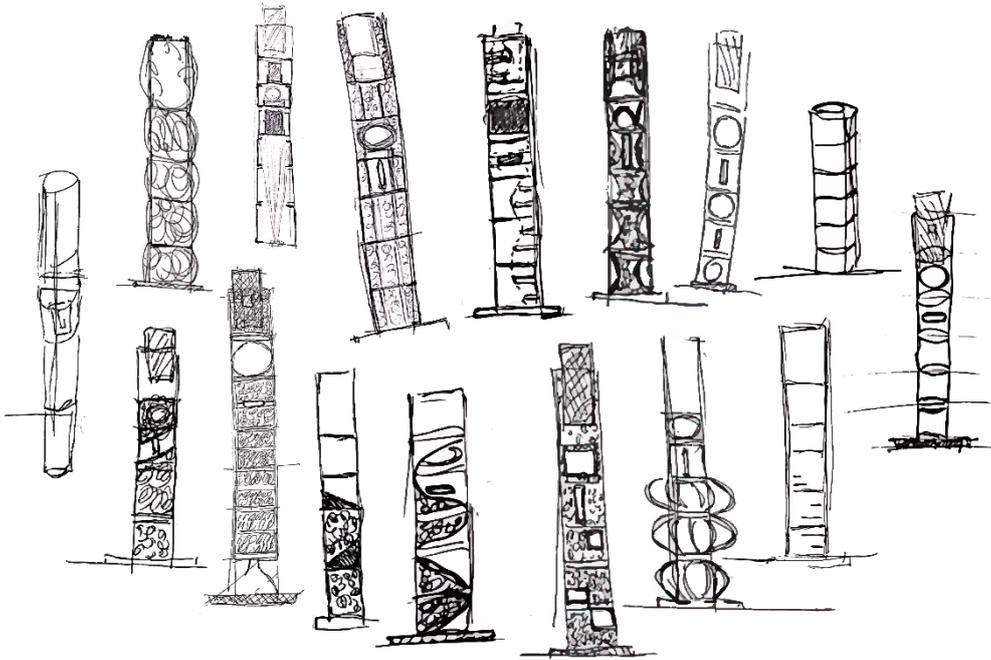


Fig. 66 Esboços iniciais.



**Fig. 67** Esboços Exploração – Forma Cilíndrica + Textura | Padrão.

Simultaneamente ao processo de exploração da forma, tentou-se perceber as principais questões que comprometem o desempenho do produto, os encaixes e a ergonomia. Relativamente aos encaixes entre os módulos existiam dois grandes aspetos a ter em conta: visto a geometria ser cilíndrica, ou seja, ter secção circular, foi importante procurar um sistema de travamento rotacional; por outro lado, foi igualmente indispensável garantir um travamento axial vertical que evitasse movimentos entre a geometria. No que diz respeito à ergonomia, devido ao produto em questão se apresentar em contacto direto com qualquer tipo de público, considerou-se a integração de pessoas de todas as fchas etárias assim como pessoas de mobilidade reduzida. Outro aspeto a ter em conta nesta equação foi a altura máxima de impressão da impressora “Snapmaker 2.0”, ou seja, trezentos e trinta milímetros. Relativamente aos compartimentos necessários para acondicionar os componentes técnicos correspondentes à funcionalidade do produto, foram considerados os seguintes módulos: suporte do monitor; sensor aproximação; dispensador de desinfetante e dispensador de luvas.

A Fig. 68 representa um conjunto de esboços de exploração de soluções de encaixes, e a Fig. 69 ilustra o desenho exploratório relativo ao dimensionamento ergonómico dos módulos aliado à organização interna técnica.

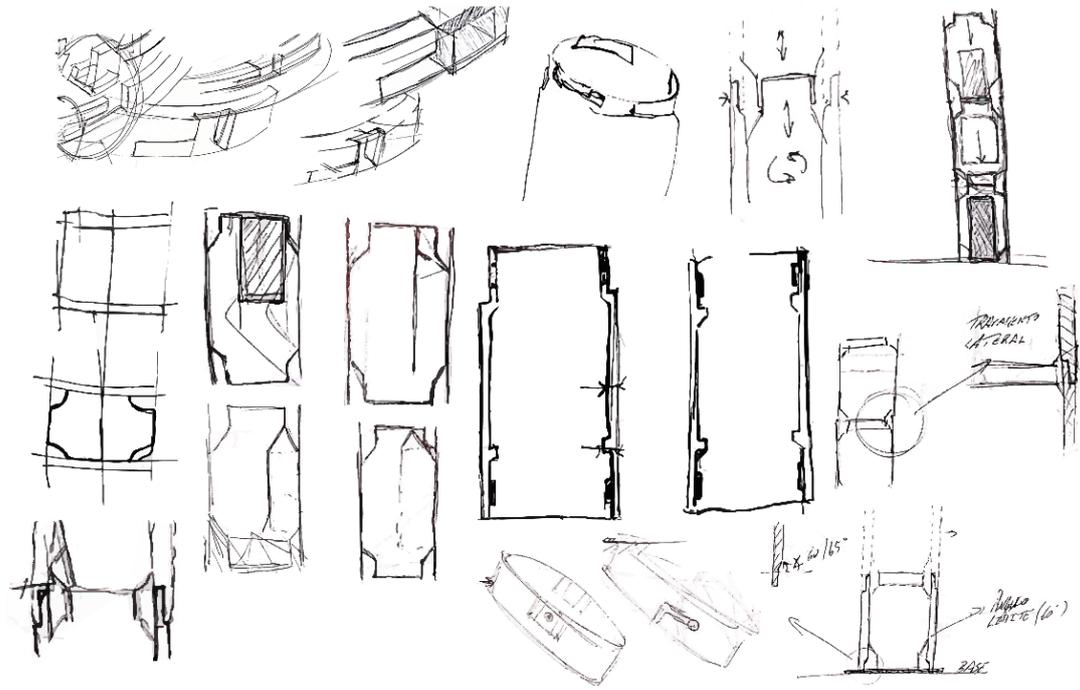


Fig. 68 Esboços Exploração – Encaixes.

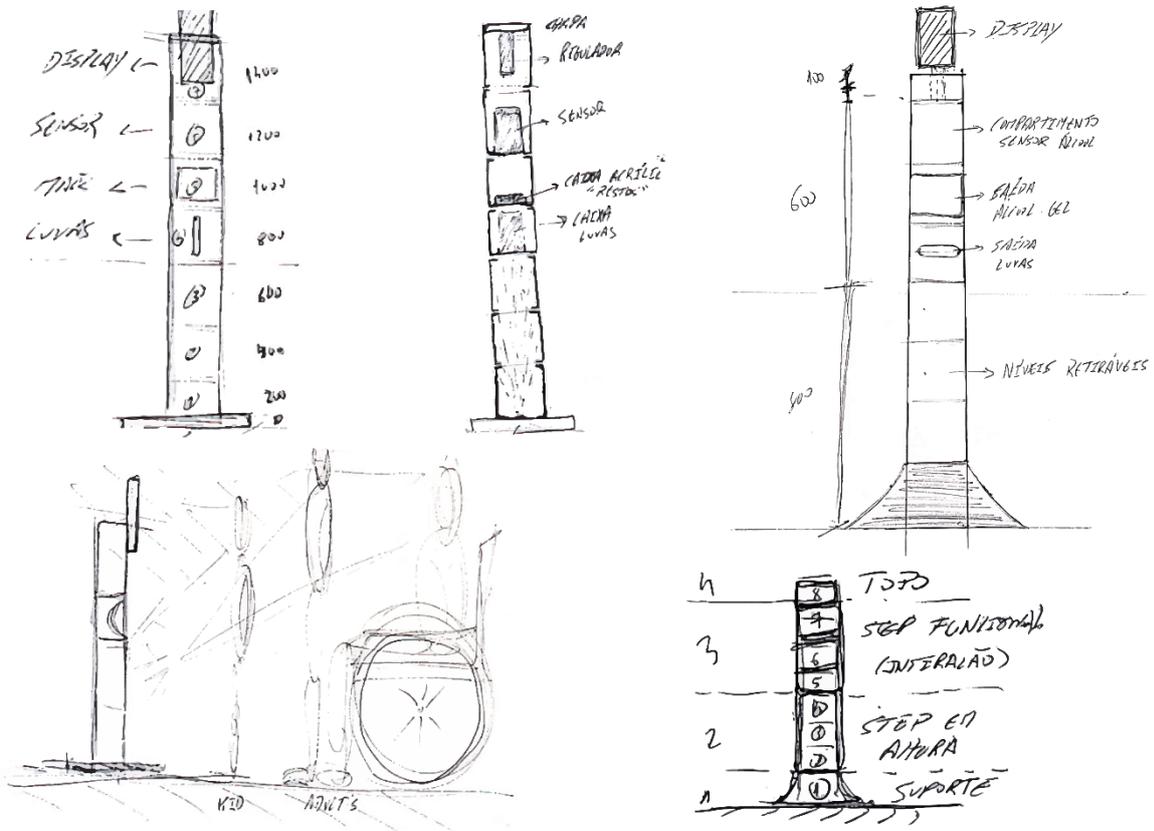


Fig. 69 Esboços Exploração – Ergonomia + Compartimentos Técnicos.

### **c. Otimização Geométrica e Tecnológica**

No processo criativo, para além do desenho e da ideação, neste caso, foi utilizado o processo de análise dos parâmetros de impressão para desenvolver a forma do produto. Primeiramente, e como os encaixes representavam o principal elemento funcional dos módulos, foram testados três encaixes distintos tendo por base diferentes tipologias de geometria. Os dois primeiros foram baseados no método de montagem “Snap-Fit” e o último com recurso ao método macho e fêmea com meios círculos.

Relativamente aos parâmetros de impressão, manipulados a partir do programa – “Snapmaker Luban” – programa interno da impressora em análise, apresentavam três configurações pré-definidas: a “fast”, a “normal” e a “hight”. Desse modo, as configurações “1”, “2” e “3” correspondem cada uma delas ao conjunto de valores de parametrização programados para observar as principais diferenças relativas ao detalhe e rigor geométrico de impressão equivalente a cada encaixe.

A partir da Tabela 7 é possível observar o processo de parametrização comparativamente com as configurações pré-definidas e com os devidos objetivos práticos. Os dados resultantes do processo de impressão, são apresentados com base na Tabela 8 onde se verifica uma clara otimização geométrica de exemplo para exemplo, diminuindo o material consumido e conseqüente redução do tempo de impressão. Além disso, observou-se ainda um melhoramento significativo na eficiência do encaixe.

**Tabela 7 - Parâmetros de Impressão**

Parâmetros Impressão													Objetivos
Impressora SnapMaker 2.0 A350	Layer Height	Wall Thickness	Top Thickness	Bot Thickness	Infill (%)	Inicial (Layer - Travel) Speed	Infill Speed	Outer Wall Speed	Inner Wall Speed	Top/Bot Speed	Travel Speed		
<b>Fast</b>	0,2	0,8	0,8	0,8	15	18 - 24	60	20	25	30	80		
<b>Normal</b>	0,16	1,2	0,8	0,8	15	18- 24	50	15	20	25	70		
<b>Hight</b>	0,08	1,2	0,8	0,8	15	18 - 24	40	10	15	20	60		
<b>Configurações</b>	<b>1</b>	0,25	0,8	0,8	0,8	10	100 - 240	150	150	200	250	700	Estudo da influência da altura da camada no rigor da geometria; Reduzir (%) de material de preenchimento; Aumento da velocidade (aprox. 10x em relação configuração normal).
	<b>2</b>	0,4	0,8	0,8	0,8	10	50 - 50	150	250	200	250	750	Ligeira alteração dos parâmetros definidos na fase anterior – Nota para o aumento da altura da camada.
	<b>3</b>	0,2	1,2	0,8	0,8	5	25 -25	70	80	90	100	300	Estabilizar valores da altura de camada e de velocidade inicial de impressão; Aumento ligeiro parâmetros impressão (aprox. 5x em relação configuração normal).

**Tabela 8 - Testes Práticos: Exploração Forma e Parâmetros Impressão**

Testes Práticos - Exploração Forma e Parâmetros Impressão							
Representação Visual	Descrição	Nr.	Configuração	Material	Quantidade (metros)	Tempo	Conclusões
	Primeira versão de encaixes baseado em elementos "Snap-fit".	1	1	PLA (transparente)	33,7	5h 9 min	Encaixe não é recomendado pois existe o risco de partir devido à força que é exercida de sentido contrário à direção de impressão das camadas; Desenho da geometria com muito material.
		2		PLA (transparente)	28,4	3h 57min	
	Segunda versão de encaixes baseado em elementos "Snap-fit".	1	2	PLA (branco)	15,5	1h 1 min	Encaixes muito frágeis devido à relação entre a escala e a força que a estrutura tem de suportar; Parâmetros de impressão com os valores de altura de camada bastante elevados, notando-se pouco rigor geométrico.
		2		PLA (branco)	9,8	52 min	
	Terceira versão de encaixes baseado em "meias esferas" para travamento axial e cruzamento de geometrias para travamento rotacional.	1	3	PLA (branco)	16,4	2h 59 min	Encaixes que funcionam tendo em conta uma folga entre diâmetros de 0.25mm; Parâmetros de impressão com rigor geométrico de nível médio, possibilitando sempre o processo de otimização.
		2		PLA (branco)	9,4	1h 42 min	

Referência: Imagens produzidas pelo autor.

De modo a otimizar a configuração com a melhor relação rigor dimensional vs tempo de impressão, ou seja, a configuração “3”, foram, uma vez mais, realizados testes práticos tendo em conta o projeto em questão. Para tal, foram criadas várias configurações variando, maioritariamente, os parâmetros de altura de camada e espessuras tanto de parede, topo e base.

Ao longo do estudo verificou-se que como os módulos seriam uma peça de grande escala face à tecnologia de impressão 3D, uma das soluções para otimizar o tempo de impressão seria diminuir as espessuras das paredes da geometria e ao mesmo tempo aumentar sinuosamente a altura das camadas. Por outro lado, seria fundamental diminuir a velocidade das primeiras camadas para uma melhor adesão ao tabuleiro dado ao diâmetro da geometria, assim como da velocidade das paredes de fora que garantem o acabamento visível do produto.

A partir da Tabela 9 são visíveis as configurações pré-definidas conjuntamente com as seis versões criadas evidenciando as mudanças referidas anteriormente. Com base na Tabela 10 é possível observar que os cinco primeiros ensaios correspondem a pequenos testes rápidos e o último representa a construção na totalidade de um módulo com aplicação de textura superficial.

**Tabela 9 - Otimização Configuração**

Parâmetros Impressão													
Impressora SnapMaker 2.0 A350	Layer Height	Wall Thickness	Top Thickness	Bot Thickn ess	Infill (%)	Inicial (Layer - Travel) Speed	Infill Speed	Outer Wall Speed	Inner Wall Spee d	Top/Bot Speed	Travel Speed	Objetivos	
<b>Fast</b>	0,2	0,8	0,8	0,8	15	18 - 24	60	20	25	30	80		
<b>Normal</b>	0,16	1,2	0,8	0,8	15	18- 24	50	15	20	25	70		
<b>Hight</b>	0,08	1,2	0,8	0,8	15	18 - 24	40	10	15	20	60		
<b>Configurações</b>	<b>1</b>	0,25	1,2	0	0	10	50 - 50	140	120	160	50	400	Parâmetros de impressão o dobro da "configuração 3" – Tentativa de otimização.
	<b>2</b>	0,25	0,8	0,8	0,8	10	25 -25	70	80	90	100	300	Ligeiro aumento na altura de camada.
	<b>3</b>	0,4	0,6	0,6	0,6	15	25 -25	70	80	90	100	300	Aumento considerável de altura de camada; Diminuição das espessuras de parede internas.
	<b>4</b>	0,3	0,6	0,4	0,4	15	25 -25	70	80	90	100	300	Uniformização altura de camada; Diminuição das espessuras das parede internas.
	<b>5</b>	0,3	0,4	0,4	0,4	15	24 - 30	100	60	80	25	200	Aumento de velocidades (trajetórias e preenchimento); Diminuição da velocidade das camadas externas e de topos.
	<b>6</b>	0,3	0,4	0,4	0,4	15	25 - 30	100	50	80	80	400	Reajuste da velocidade de trajetória e de acabamento externo.

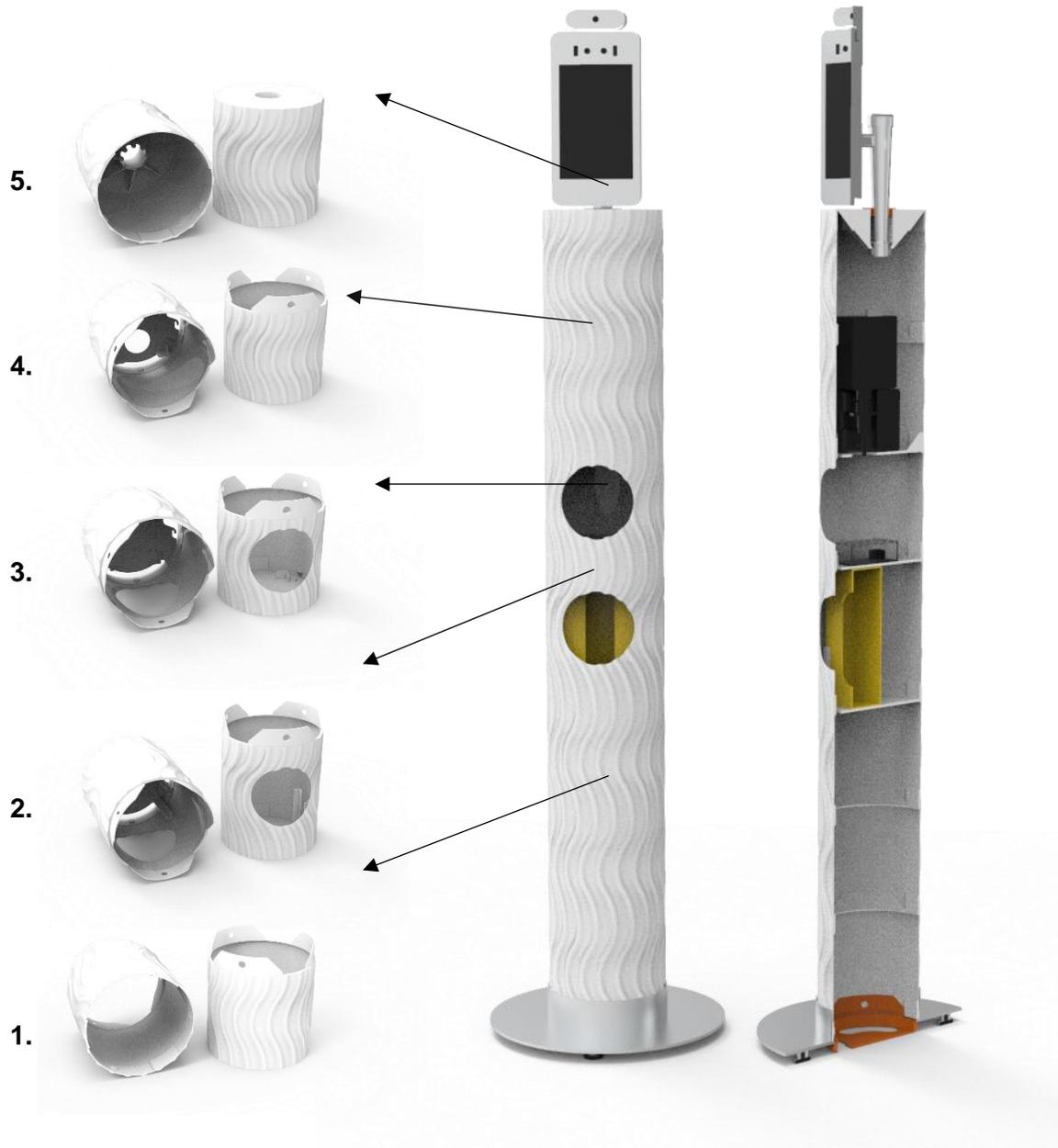
**Tabela 10** - Testes Práticos: Parâmetros Impressão

<b>TESTES PRÁTICOS - PARÂMETROS IMPRESSÃO</b>		
<b>CONFIGURAÇÕES</b>	<b>Representação Visual</b>	<b>Conclusões</b>
<b>1</b>		Valor de espessura de parede muito grande face a uma espessura de geometria mais pequena. Incorreta construção do preenchimento.
<b>2</b>		
<b>3</b>		Altura de camada que torna visível não conformidades de impressão.
<b>4</b>		Espessura de paredes mais fina garante uma construção do preenchimento mais definida.
<b>5</b>		Configuração que garante uma boa adesão da geometria ao tabuleiro na fase inicial e tem uma relação tempo - rigor relativamente boa.
<b>6</b>		Altura de camada indicada assim como velocidade de impressão; As estrias foram solucionadas aumentando a temperatura de extrusão de 200 para 218°C.

**Referência:** Imagens produzidas pelo autor.

#### **d. Forma**

A forma dos módulos testada na fase anterior, surgindo do desenho aliado aos testes práticos, foi nesta fase redesenhada e adaptada aos respectivos compartimentos distribuídos pelas diversas funções do equipamento. Assim, a estrutura de higienização foi subdividida em cinco módulos distintos (Fig. 70), tais como: (1) o módulo de regulação em altura sendo assim este tipo de geometria isenta de qualquer compartimento técnico, servindo somente para aumentar e diminuir a altura do equipamento; (2) o módulo de saída de luvas onde a base da geometria se encontra preenchida com material para criar um compartimento com guias verticais e apresenta ainda, uma abertura central para possibilitar o acesso ao interior; (3) o módulo de acesso ao álcool gel com a mesma abordagem do anterior, apoiado por uma caixa acrílica para a deposição dos resíduos de desinfetante que pinguem sobre a mesma; (4) o módulo de suporte ao sensor e depósito de álcool gel, igualmente com uma base e guias verticais dispostas sobre um conjunto de nervuras para conferir estrutura à geometria; e por último, (5) o módulo do display apoiado por uma estrutura central reforçada por nervuras para dispersar as tensões aplicadas para fora da zona de aplicação da força



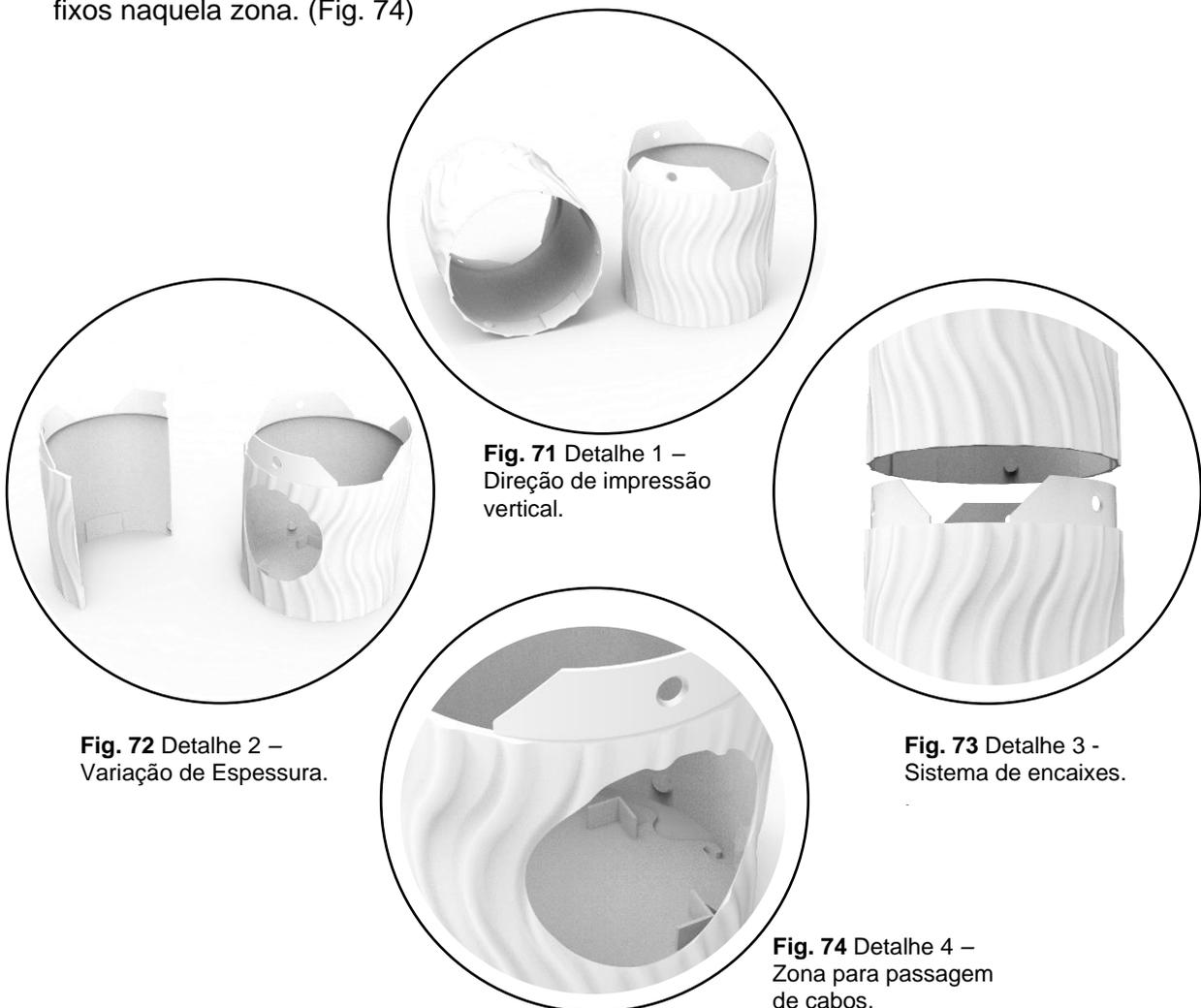
**Fig. 70** Esquema representativo dos módulos do conceito SIAS.

### e. Detalhe Técnico

O equipamento de higienização apresenta vários detalhes construtivos que complementam e caracterizam algumas valências da tecnologia em investigação, tais como: a direção de impressão vertical salientando o facto da geometria não necessitar de material de suporte de forma a não incrementar o tempo e material consumido durante o processo de impressão (Fig. 71); a integração de diferentes espessuras ao longo da geometria do módulo com o objetivo de acrescentar material à zona do sistema de encaixe onde é requerido mais estrutura. (Fig. 72)

Os módulos são desenhados de modo a não precisar de elementos de fixação externa, por isso, o terminal da base encaixa sobre o terminal do topo como ilustra a Fig. 73. Deste modo, toda a direção de montagem se torna uniaxial e mais intuitiva, proporcionando que quer a geometria quer a textura aplicada funcione de guia condutora relativamente à direção de encaixe do próximo módulo.

Por fim, observa-se ainda uma saliência, presente em todos os módulos de base preenchida para a passagem de cabos conferindo também a possibilidade de os manter fixos naquela zona. (Fig. 74)



**f. Lista de Componentes**

A partir da Tabela 11 são apresentados os valores finais de tempo de impressão correspondente a cada módulo, assim como os componentes necessários para o funcionamento integral do equipamento.

**Tabela 11 - Lista de Componentes**

Lista Componentes						
Componente	Denominação	Material	Quantidade	Processo	Tempo	Observações
<b>Módulos</b>	Regulação Altura (1)		66,4 m		12h 20 min	-
	Saída Luvas (2)		90,7 m		18h 41 min	Alteração Espessura Top & Bot: 0 mm
	Saída Álcool Gel (3)		69,3 m		13h 23 min	Alteração Espessura Top & Bot: 0 mm
	Sensor Desinfetante (4)	PLA	76,9 m	Impressão 3D	14h 42 min	Alteração Espessura Top & Bot: 0 mm
	Display (5)		92,9 m		18h 44 min	Alteração Espessura Top: 0 mm
<b>Auxiliar</b>	Topo		1,3 m		17 min	-
	Base		17,2 m		3h 33 min	Alteração Espessura Top & Bot: 0 mm
<b>Externo</b>	Caixa (resíduos)	Acrílico (PVC)		Corte a Laser Colagem		Produção - Empresa: Moldacril
	Base	Alumínio		Corte a Laser Soldadura		Produção - Empresa: Quinagueda
	Niveladores		-			Fornecedor: Figplasticos Referência: 617Q 301 006
	Fita Led					Fornecedor: Leroy Merlin Referência: 18632663
	Luvas					Fornecedor: Progelpack Referência: PT100

### g. Memória Descritiva

A proposta criativa relativa ao equipamento de higienização resultou assim num conjunto de premissas projetuais que procuram o equilíbrio estético com a capacidade de personalização (Fig. 75). Assim, o equipamento, criado à base de módulos dispostos verticalmente, proporciona diferentes alturas e acabamentos superficiais do conjunto. Além disso, apresenta todos os componentes funcionais, tais como, dispensador de luvas, desinfetante e monitor de reconhecimento facial e medição de temperatura. O produto desenhado, destaca e incentiva o ato de desinfeção, apresentando a sua base iluminada explorando uma nova dimensão sensorial.

Deste modo, o produto pode ser adaptado face ao contexto de aplicação, considerando qualquer espaço comercial público ou privado onde seja necessário proceder ao controlo e desinfeção dos possíveis utilizadores (Fig. 76).



**Fig. 75** Capacidade customização conceito SIAS.



**Fig. 76** Contexto de utilização.

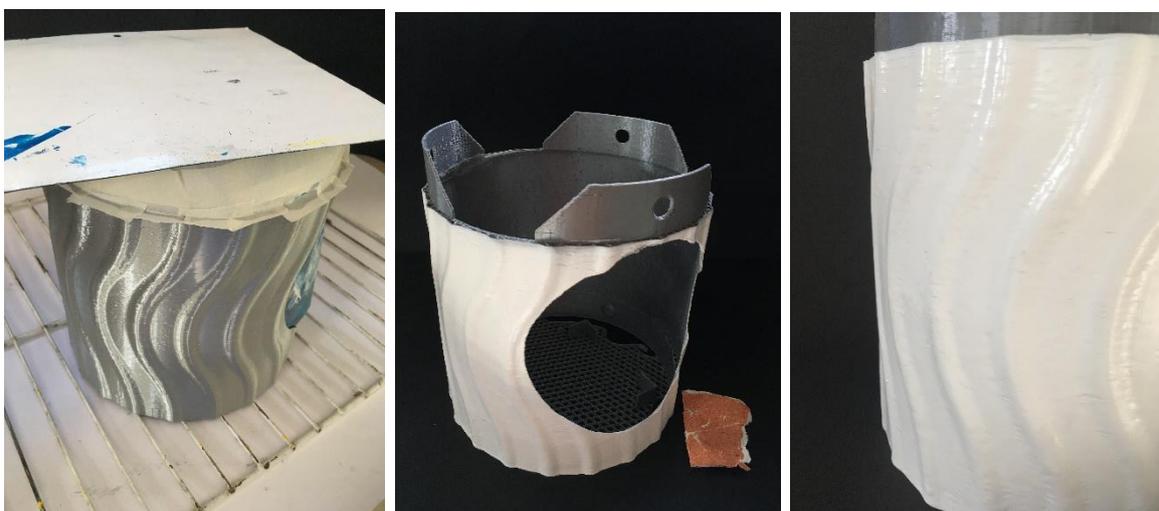
## h. Prototipagem

No processo de prototipagem, à semelhança do processo de desenvolvimento conceptual, procurou-se atingir o tempo de impressão mais otimizado em relação ao acabamento superficial da geometria. Posteriormente, constatou-se algumas falhas nas impressões devido à possível variação natural das condições de produção - temperatura, humidade, erros de nivelamento das camadas anteriores, falta de controlo ao longo do processo, erros da leitura da trajetória, etc. Todos estes erros são admitidos uma vez que as geometrias têm um elevado tempo de impressão limitando o controlo absoluto no processo de produção.

Nesta ótica, foi realizado um estudo prático para analisar possíveis formas de pós-processamento em determinados módulos do conjunto para servir de comparação. Para esta análise não foram considerados materiais de enchimento como por exemplo poliuretano para não alterar indevidamente a textura da geometria.

A primeira abordagem de pós-processamento foi a pintura. Tendo em conta algumas inconformidades iniciais e para garantir uma superfície mais homogênea, primeiramente, poliu-se toda a superfície da geometria começando com limas grossas e acabando em limas finas. Relativamente à pintura propriamente dita, foi utilizada tinta de spray convencional considerando três demãos intercaladas com operações de polimento.

A partir do resultado final (Fig. 77) é possível observar que alguns erros de impressão permaneceram visíveis ao longo da superfície da peça. Com base nesta observação, concluiu-se que este processo não seria o mais indicado até porque as probabilidades de o filamento permanecer apto para o processo de reciclagem diminuam pela dificuldade de extração da tinta.



**Fig. 77** Teste experimental pós-processamento: Pintura.

A segunda abordagem de pós-processamento acontece através da criação de um ambiente fechado controlado com o ar interno embebido num elemento químico, neste caso foi utilizado acetona e posteriormente, álcool isopropílico. O objetivo desta atividade experimental foi fazer com que este elemento químico, através da sua forte capacidade de dissolver várias substâncias, reagisse com a superfície polimérica da peça, preenchendo as falhas com o material diluído.

No primeiro caso, o elemento químico usado foi a acetona e não se verificaram quaisquer modificações relativamente à suavização da superfície do módulo, permanecendo conservado neste ambiente, primeiramente três horas – acetona doméstica, e posteriormente três dias – acetona industrial.

No caso do álcool isopropílico o resultado foi praticamente o mesmo, ou seja, a superfície permaneceu inalterável verificando somente uma ligeira melhoria nas áreas de alto relevo da textura e quando não presente em zonas de falhas maiores (Fig. 78).

Tendo em consideração (Redwood, Ben; Schöffner, Filemon; Garret, 2017) este tipo de reação surge, principalmente, sobre peças impressas em ABS, porém dependendo do método de produção do filamento e da mistura de polímeros que pode acontecer em determinado fornecedor, o PLA poderá reagir aos elementos químicos referidos. Por outro lado, uma característica observada com esta análise experimental foi a geometria que depois de submetida aos respetivos testes, adquiriu a capacidade de se deformar e recuperar a posição inicial, aumentando assim, sinuosamente, o seu regime de deformação elástica. Porém, a resistência entre camadas diminuiu, assim como várias dimensões alteraram-se descontroladamente.

No final, verificamos os três resultados de pós-processamento distintos (Fig. 79), ordenados pela sua respectiva complexidade: (1) acabamento com revestimento em tinta; (2) acabamento em vapor de elemento químico; (3) acabamento de origem de impressão com uma simples remoção de pequenos excessos de material ao longo da superfície com auxílio de uma pinça. Conclui-se que quanto menor for a probabilidade de existir variações nas condições de impressão, maior é a probabilidade de as geometrias prescindirem de operações de pós-processamento.



**Fig. 78** Teste experimental pós-processamento – Deformação superficial com recurso a elementos químicos.



**Fig. 79** Comparação de resultados de acabamento superficial.

## 2. Projeto 2 – Inovação Retalho

### a. Requisitos do Produto

No desenvolvimento do projeto de inovação para o setor de retalho, e paralelamente à análise das oportunidades de mercado, através de um processo de observação direta foi possível verificar que o sistema de alarme, na maior parte dos casos, corresponde ao elemento de suporte de exposição do produto em loja (Fig. 80). Esta problemática, evidenciada, maioritariamente, em produtos tecnológicos e em produtos com um valor económico elevado, faz com que o expositor muitas das vezes não considere no desenho a integração do alarme ou vice-versa.

Deste modo, um objetivo deste projeto passou pelo desenvolvimento de várias peças que garantam os aspetos funcionais sem comprometer o aspeto final do conjunto, simplificando a leitura do espaço de exposição, reforçando ligações entre produtos de uma mesma marca. Para além disso, procurou-se perceber a forma como as peças iriam ser expostas, considerando o desenvolvimento de uma estrutura de exposição com capacidade de adaptação idêntica aos respetivos suportes.

A seguir é apresentada a lista de requisitos tendo em conta o projeto de inovação para o setor de retalho organizados por grau de importância de acordo com o modelo de Kano, considerando os requisitos obrigatórios os aspetos fundamentais do produto; os requisitos unidimensionais os aspetos relativos ao uso e desempenho; e, por último, os requisitos atrativos os aspetos que causam maior satisfação e diferenciação. (Relvas, 2017)

**Requisitos Obrigatórios:** Facilidade de limpeza; Estabilidade Estrutural;

**Requisitos Unidimensionais:** Facilidade de manuseamento; Otimização da cadeia de valor; Facilidade de montagem;

**Requisitos Atrativos:** Adaptação a espaços distintos; Capacidade de personalização.



**Fig. 80** Problemática: Sistema de alarme como suporte de exposição de produto. (Yu, 2012)

## **b. Desenvolvimento Conceptual**

No intuito do desenvolvimento conceptual da proposta criativa para o projeto de inovação de retalho, primeiramente, foi estudada a maneira como as peças de suporte poderiam adquirir uma vantagem estratégica. Portanto, considerou-se a criação de uma métrica de montagem das peças em relação ao expositor e às restantes. Assim, e tendo em conta as potencialidades da tecnologia de impressão 3D, considerou-se a aplicação de texturas ao longo da superfície destas peças o elemento-chave, para aproximar visualmente os diferentes objetos expostos, e melhorar o primeiro impacto do utilizador com o produto em exposição.

A partir deste aspeto percebeu-se que estas peças teriam facilmente de ser ajustadas ao contexto e produto em exposição, tendo que apresentar uma fácil e rápida montagem. Assim, a partir da Fig. 81 pode-se verificar um conjunto de esboços iniciais, onde se começou a perceber como a aplicação das texturas poderia funcionar assim como a forma de estabelecer relação entre as peças expostas.



Relativamente ao desenvolvimento do expositor, partiu-se do mesmo princípio, ou seja, garantir a maior flexibilidade face ao produto e ao contexto de exposição. Um dos aspetos fundamentais no processo criativo foi perceber como implementar progressivamente no desenho estrutural do expositor o aumento ou diminuição da área útil de integração de peças em exposição.

A partir da Fig. 82 é possível observar esboços de exploração relativos aos encaixes funcionais entre peças e através da Fig. 83 os esboços de exploração relativos à estrutura do expositor.

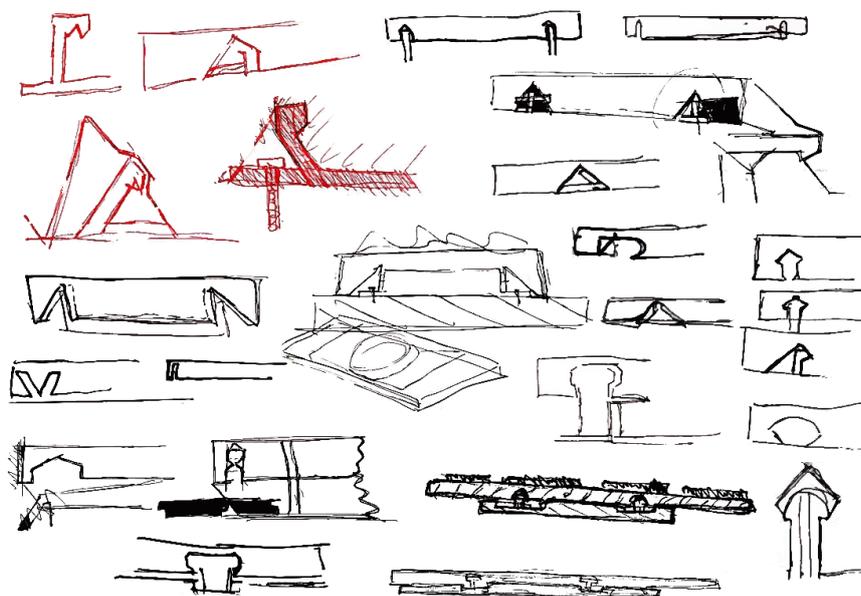


Fig. 82 Esboços Exploração – Encaixes.

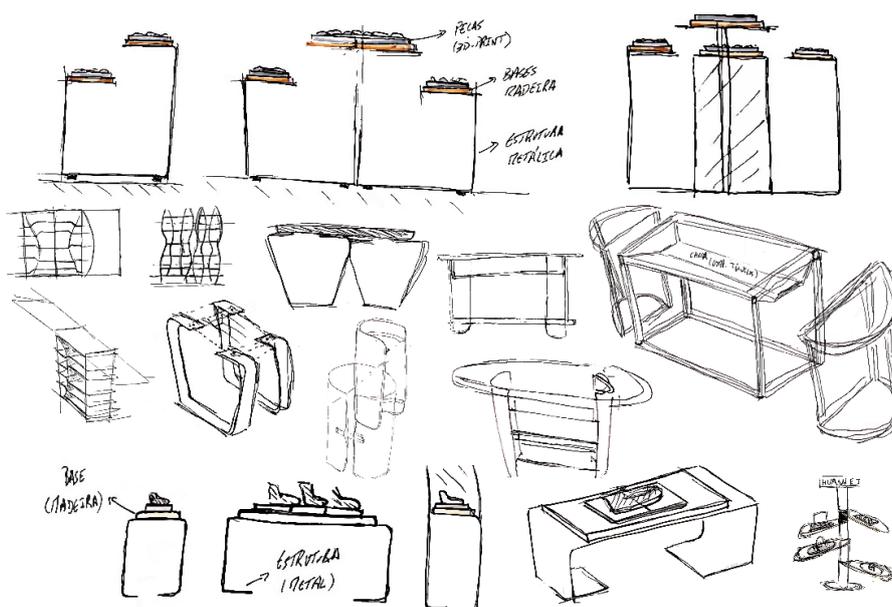


Fig. 83 Esboços Exploração – Expositor.

### **c. Otimização Geométrica e tecnológica**

A metodologia de análise utilizada para a otimização do processo de impressão foi a mesma do projeto anterior, considerando um conjunto de configurações resultantes da experiência anterior e consequente observação das geometrias desenvolvidas. Comparativamente ao projeto da estrutura de higienização, as peças idealizadas para este projeto teriam de apresentar um detalhe muito mais minucioso pois existe a possibilidade de o cliente ter contacto direto com o produto. Deste modo, e excluindo as duas primeiras configurações criadas no intuito de testagem máxima de parametrização com a geometria, a altura das camadas assim como as velocidades de acabamento permaneceram em valores normalizados.

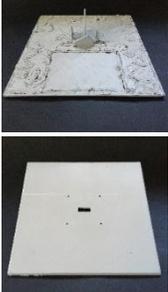
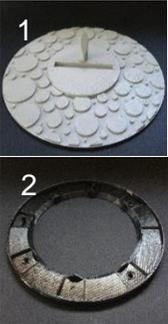
Ao longo do processo de desenvolvimento geométrico, é visível uma melhoria contínua face à quantidade de material consumido na construção da respetiva peça, devido ao facto de perceber ao longo da testagem, que os encaixes, em vez de funcionarem independentes do conjunto, poderiam integrar a geometria. Explorando este princípio, e aproveitando a geometria construída através da configuração 3, foi possível derivar a peça principal para a base do conjunto e à outra corresponderia a peça relativa à função do elemento em exposição.

A partir da Tabela 12 é possível observar o processo de parametrização comparativamente com as configurações pré-definidas e com os devidos objetivos práticos. Na Tabela 13 são visíveis os resultados relativos ao processo de impressão.

**Tabela 12 - Parâmetros de Impressão**

Parâmetros Impressão													
Impressora SnapMaker 2.0 A350	Layer Height	Wall Thickness	Top Thickness	Bot Thickness	Infill (%)	Inicial (Layer - Travel) Speed	Infill Speed	Outer Wall Speed	Inner Wall Speed	Top/Bot Speed	Travel Speed	Objetivos	
<b>Fast</b>	0,2	0,8	0,8	0,8	15	18 - 24	60	20	25	30	80		
<b>Normal</b>	0,16	1,2	0,8	0,8	15	18- 24	50	15	20	25	70		
<b>Hight</b>	0,08	1,2	0,8	0,8	15	18 - 24	40	10	15	20	60		
<b>Configurações</b>	<b>1</b>	0,3	0,8	0,8	0,8	5	25 -25	250	100	150	250	700	Aumento da altura de camada e velocidades (aprox. 10x configuração normal); Perceber relação dos parâmetros com a geometria.
	<b>2</b>	0,2	1,2	0,8	0,8	5	25 -25	70	80	90	100	300	Normalização do valor de altura de camada e ligeira diminuição das velocidades.
	<b>3</b>	0,24	0,8	0,8	0	15	18 - 24	100	20	25	30	200	Aumento do preenchimento interno; Aumento específico de velocidades (preenchimento e trajetória); Anulação de espessura na base.
	<b>4</b>	0,2	1,2	0,8	0	15	18 - 24	100	20	25	30	200	Validação da configuração anterior; Sinuosa diminuição da altura de camada. (melhorar acabamento)

**Tabela 13 - Testes Práticos: Exploração Forma e Parâmetros Impressão**

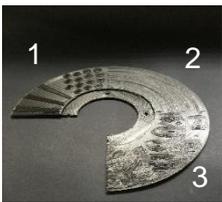
Testes Práticos - Exploração Forma e Parâmetros Impressão							
Representação Visual	Descrição	Nr.	Configuração	Material	Quantidade	Tempo	Conclusões
	Análise da forma retangular com textura superficial aplicada; Sistema de encaixe com "meias esferas".	1	1	PLA (cinzento)	59,3 m	4h 42 min	Sistema de encaixe não foi impresso corretamente - provavelmente devido à escala do detalhe; Espessura da peça demasiado elevada; Pouco rigor nos cantos do painel.
	Análise da forma de painel retangular com textura superficial, suporte para telemóvel, e rebaixo para especificações de produto; Sistema de encaixe em "Snap-Fit".	1	2	PLA (cinzento)	35,2 m	5h 50 min	Boa otimização em relação ao material consumido, porém a superfície virada para baixo pode não ser totalmente preenchida; Precisa mais detalhe na construção da textura - aumentar preenchimento; Sistema de encaixe demasiado pequeno.
	Análise da geometria circular com os elementos funcionais centrais; Sistema de encaixe "Snap-Fit".	1 2	3	PLA (cinzento) PLA (preto)	24,6 m 8,1 m	5h 33 min 2h 25 min	Sistema de encaixe muito frágil; Geometria com bom acabamento superficial e resistência à dobragem.
	Desconstrução conceptual - Peça configurável teor funcional (1) Base com textura e ligação ao expositor (2); Sistema de encaixe rotacional.	1 2	4	PLA (preto) PLA (preto)	7,1 m 7,1 m	1h 58 min 2h 23min	Sistema de encaixe intuitivo e fácil de manusear; Bom acabamento superficial e estrutural.

Referência: Imagens produzidas pelo autor.

Paralelamente ao processo de otimização geométrico e tecnológico, foram igualmente realizados um conjunto de testes auxiliares no intuito de adquirir conhecimento face a pormenores que poderiam influenciar o desempenho da forma ao longo do processo de impressão. Deste modo, foi analisado a construção da textura, tendo em conta altos e baixos-relevos criados a partir de modelos retilíneos, curvilíneos e irregulares; a geometria que envolve um furo é determinante para uma impressão com sucesso e, por último, e num âmbito mais exploratório, o processo de mistura de materiais ao longo de uma impressão.

Na Tabela 14 são destacam-se os dados ilustrativos e conclusivos dos testes referidos anteriormente.

**Tabela 14 - Testes Auxiliares**

<b>Testes Auxiliares</b>		
Representação Visual	Objetivos	Conclusões
	<p>Estudo para verificação de diferentes formas de construção de texturas:</p> <p>1 - Saliências com esquinas vivas;                  2 - Saliências boleadas   curvilíneas;                  3 - Saliências Irregulares (freeform)</p>	<p>Verificou-se que os altos e baixos-relevos representados no exemplo 1 apresentavam mais detalhe. Por outro lado, os restantes exemplos apresentavam um acabamento onde as camadas são mais evidentes.</p>
	<p>Estudo de otimização geométrica direcionado para zonas que contenham furos.</p>	<p>A partir deste estudo foi possível observar que quando é construída uma geometria em redor dos furos, essa zona fica mais resistente e tem menos probabilidade de falha de impressão.</p>
	<p>Estudo de exploração de impressão com diferentes materiais (Recurso à máquina Palette 2S PRO):</p> <p>1 - Mistura PLA (2 cores) + TPU;                  2 - Mistura PLA (2 cores);                  3 - Mistura PLA (3 cores).</p>	<p>De acordo com esta análise foi possível verificar diferentes combinações de materiais que se podem ter em conta. Contudo, o processo ainda é bastante primário criando muito desperdício de material.</p>

**Referência:** Imagens produzidas pelo autor.

**d. Forma**

Em conformidade com as peças desenvolvidas, no próximo passo investiu-se nos produtos que iriam servir de exemplo para exposição assim como a textura de ligação conceptual entre eles. Por outras palavras, só percebendo o produto e a sua ligação a outros produtos e ou à marca, se poderia perspetivar em primeiro lugar, o desenho do suporte específico para determinado produto e em segundo lugar o desenho da simbologia associada ao conjunto.

O primeiro exercício conceptual proposto pela empresa, foi desenvolver um conjunto direcionado para o ecossistema de produtos da marca “Huawei”, considerando os seguintes equipamentos: “Smartphone”, “Freebuds” e “Smartwatch”. Assim, a metodologia projetual passou por conhecer a tipologia de produtos assim como as principais características que definem a identidade da marca. Realizou-se um quadro sócio-estilos que ilustra os aspetos dos produtos e o estilo das lojas que comercializam estes equipamentos (Fig. 84).

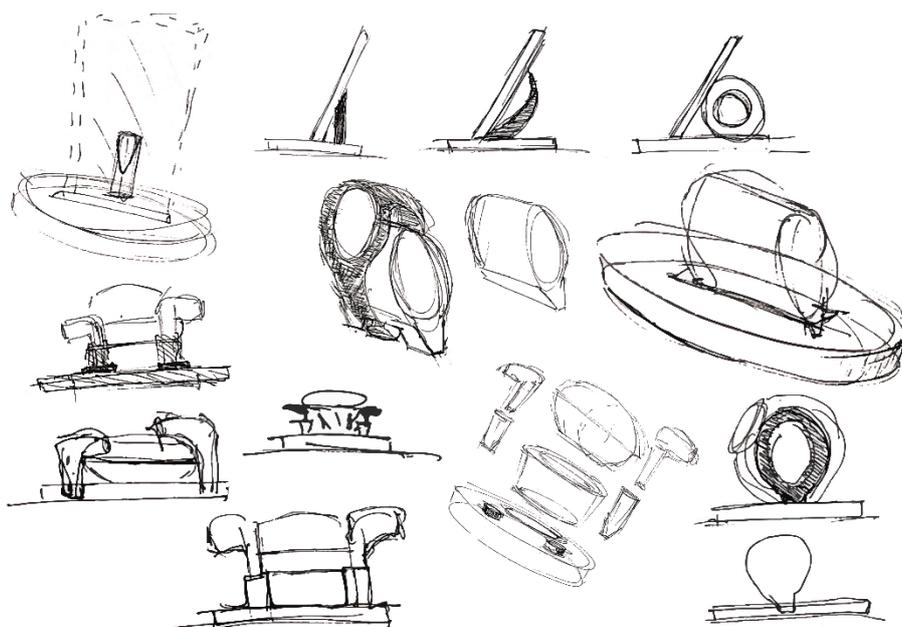
Com este exercício conseguiu-se esboçar geometrias que respondem funcionalmente ao equipamento específico, ou seja, que promovem um posicionamento privilegiado e facilitado do produto em exposição e que tornam o mesmo flexível à mudança relativamente a novos modelos dentro deste ecossistema.



**Fig. 84** Quadro sócio-estilos marca Huawei. (Huawei, 2021)

Posteriormente, realizou-se um processo de exploração de formas através de desenhos simulando os equipamentos em cima referidos (Fig. 85).

Desenvolveu-se o suporte para “Smartphone” a partir de uma geometria produzida através de um apoio sobre a parte posterior do mesmo, permitindo um ângulo de visibilidade estável e confortável face à superfície de encaixe e com um orifício na base para a passagem do sistema de alarme; o suporte “Smartwatch” através de uma peça facilmente manipulável pelo utilizador e com a possibilidade de integração do sistema de alarme sobre a bracelete do mesmo. Por fim, o suporte “Freebuds” constituído por uma geometria base e por um conjunto de peças auxiliares desenvolvidas com o objetivo de facilitar o ajuste dimensional face a novos eventuais modelos. Neste último expositor, considerou-se uma caixa em acrílico com o objetivo de proteger o equipamento como é retratado na Fig. 86.



**Fig. 85** Desenvolvimento conceptual de propostas para o ecossistema Huawei.



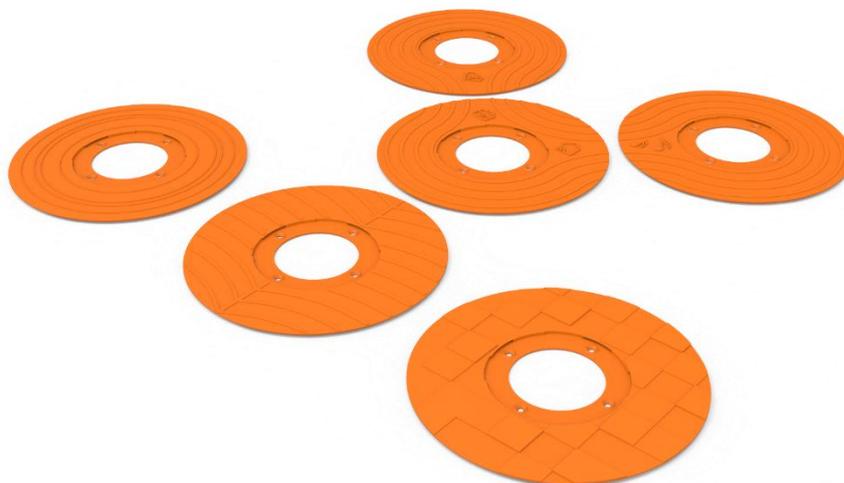
**Fig. 86** Conceito final – Ecosistema Huawei.

Deste modo, foram desenvolvidas novas versões direcionadas para diferentes produtos tendo em conta o destaque e setor no qual se inserem. Atualmente, através de observação direta verificamos que muito dos produtos comercializados a partir do setor do retalho têm ligação ao lado hedonista da vida, porventura, relacionado com a experiência de utilização momentânea como fator de escolha. Assim, foram concebidas versões alternativas (Fig. 87) direcionadas, primeiramente, para o setor musical, como discos de vinil e cd's, inspirado no suporte de telemóveis desenvolvido anteriormente, apresentando um apoio sobre as costas e uma ranhura de travamento frontal; uma versão para fragâncias e perfumes a partir de uma reentrância com a forma da base do elemento a expor e, por último uma versão para calçado, a partir de um apoio sobre a sola do sapato e com um travamento frontal na biqueira, realçando que o painel deste conjunto é maior que os restantes para possibilitar que o sapato tenha um ponto de estabilidade mais robusto.

De maneira a promover uma interligação através da textura dos painéis, no exercício referente ao ecossistema da “Huawei” foi desenhado um padrão que reforça a continuidade entre os três elementos e com simbologia referente a cada produto. Por outro lado, a textura presente ao longo do segundo exercício representa, de forma independente, cada produto, ou seja, no exemplo dos discos de vinil e cd's considerou-se uma gravura circular que representa as faixas de um álbum; no perfume explorou-se a alusão à natureza a partir da nervura de uma folha e, por último, no exemplo do calçado representou-se a calçada urbana que simboliza a superfície de contacto entre ambos. Na Fig. 88 são apresentados os respetivos padrões.



**Fig. 87** Exemplo da capacidade de adaptação do conceito à exposição de outros produtos.

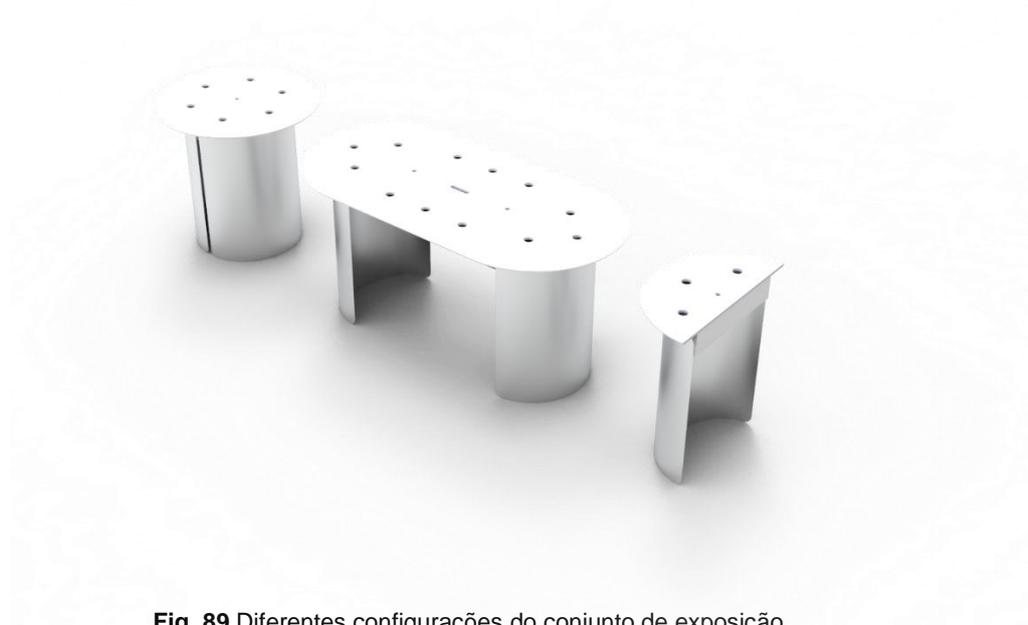


**Fig. 88** Exemplo de padrões com pressuposto simbólico.

Relativamente ao expositor, de modo a existir uma coerência no desenho das peças desenvolvidas anteriormente, considerou-se a circunferência como forma estruturante. Assim, e como forma de resposta às premissas impostas inicialmente, seria mais fácil alcançar a progressividade face à personalização da área de exposição, pois poderia ser considerado o tamanho da circunferência; de meia circunferência; e de uma geometria maior que a circunferência, mas delimitada pela mesma.

Para isso, analisou-se qual o elemento fixo da estrutura que poderia facilmente pertencer às diversas abordagens. Uma vez que o tampo será o elemento que assume diferentes dimensões, a estrutura relativa aos apoios inferiores do conjunto converte-se no elemento-chave deste produto.

A partir da Fig. 89 e Fig. 90 podemos observar o conjunto desenhado, incluindo na configuração em circunferência completa seis, na meia circunferência três e na geometria maior doze pontos de ligação a peças de suporte de produto para exposição. Como referido anteriormente, o elemento base em todos os expositores são os apoios inferiores que tornam o mesmo facilmente ajustável e personalizável face ao espaço de atuação comercial pretendido.



**Fig. 89** Diferentes configurações do conjunto de exposição.

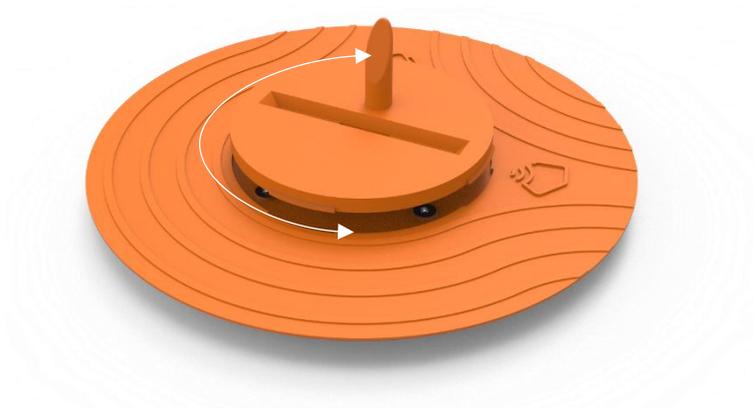


**Fig. 90** Vista perfil conjunto de exposição.

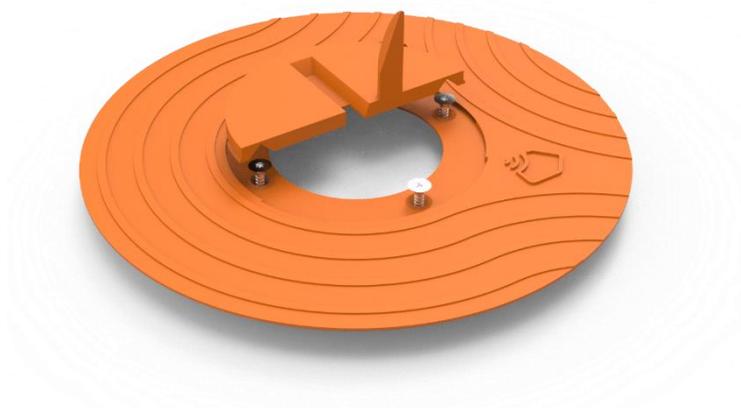
### e. Detalhe Técnico

De acordo com as peças desenvolvidas ao longo deste projeto, existem vários detalhes técnicos importantes de mencionar para uma percepção mais completa do modo de funcionamento da solução. Assim, a partir da Fig. 91 podemos observar o sistema de rotação que possibilita o encaixe do painel texturado à base funcional do conjunto permitindo uma fixação mais fácil e intuitiva. Deste modo, e como esta peça tem de rodar sobre a outra, existe uma reentrância ao longo da superfície inferior da base que permite evitar a colisão da mesma com os orifícios dos furos (Fig. 92).

Relativamente à estrutura do expositor, para a construção dos pés de apoio, considerou-se chapa metálica dobrada, soldada internamente, a uma estrutura tubular de secção quadrada assim como uma chapa metálica mais fina pela extremidade oposta que permite um acabamento discreto e simultaneamente apoio estrutural (Fig. 93). Para além disso, o tubo metálico tem como função assentar a estrutura tubular que atravessa o conjunto de configuração maior, quer para estrutura como para travamento visível a partir da Fig. 94.



**Fig. 91** Detalhe 1 – Sistema de Rotação.



**Fig. 92** Detalhe 2 – Saliência para evitar colisão com parafusos.



**Fig. 93** Detalhe 3 – Construção *geometria* “Apoio Inferior”.



**Fig. 94** Detalhe 4 – Tubo central estrutural.

**f. Lista Componentes**

A partir da Tabela 15 são apresentados os tempos finais de tempos de impressão correspondente a cada peça, assim como os componentes necessários para o funcionamento integral do conjunto.

**Tabela 15 - Lista Componentes**

Lista Componentes							
Componente	Representação Visual	Denominação	Material	Quantidade	Processo	Tempo	Observações
<b>Peças Suporte</b>		Painéis Textura	PLA	16,7 m	Impressão 3D	4h 51 min	Painel Calçado PLA: 28 m; 7h 24 min
		Base Smartphone		7,8 m		2h 30 min	-
		Base Smartwatch		7,7 m		2h 22 min	-
		Base Smartwatch		7,1 m		3h 6 min	Alteração Espessura bot: 0.8 mm
		Base Freebuds		7,1 m		2h 33 min	-
		Base Freebuds		4 m		1h 31 min	Alteração Espessura bot: 0.8 mm
		Base Discos		9,5 m		2h 54 min	-
		Base CD's		8,1 m		2h 26 min	-
		Base Perfume		6,9 m		2h 11 min	-
		Base Calçado		8,9 m		2h 44 min	-
<b>Expositor</b>		Tampo	Acrílico (PVC)		Corte a laser Colagem		Produção - Empresa: Moldacril
		Corpo	Acrílico (PVC)		Corte a laser Colagem		
		Apoios Inferiores	Chapa Alumínio		Corte a Laser Dobragem Soldadura	-	Produção - Empresa: Quinagueda
		Estrutura Interna	Tubo Alumínio		Corte (Serra) Soldadura		Produção - Empresa: Quinagueda
<b>Externo</b>		Caixa (Freebuds)	Acrílico (PVC)		Corte a laser Colagem		Produção - Empresa: Moldacril

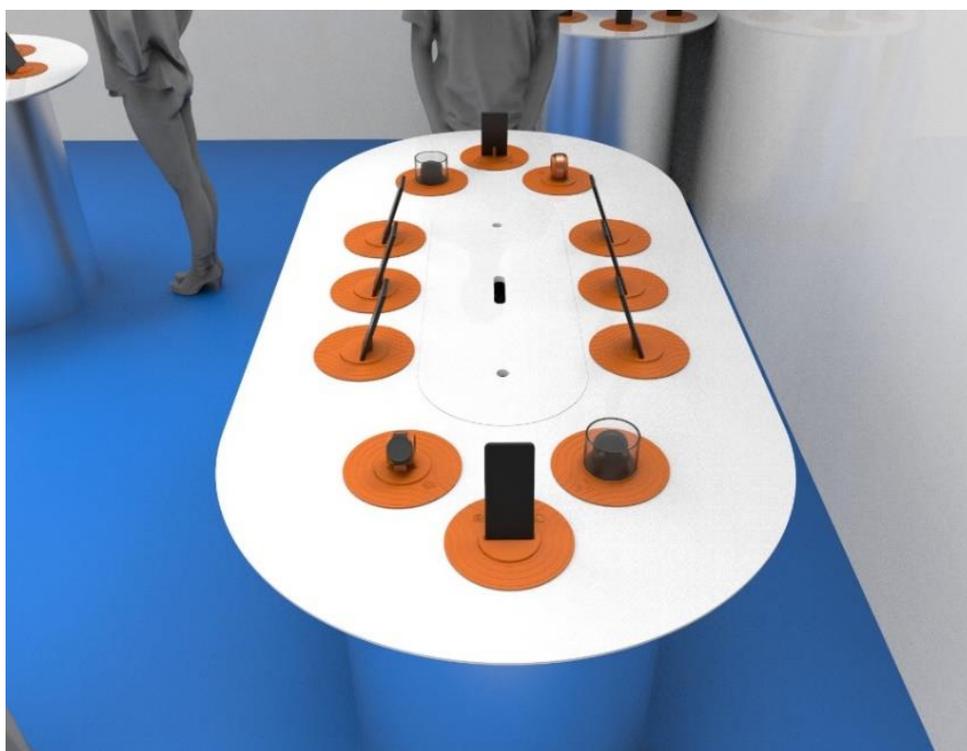
Referência: Imagens produzidas pelo autor.

### g. Memória Descritiva

Neste projeto direcionado para o setor do retalho e tendo em conta a premissa inicial de simplificar e melhorar a experiência de exposição assim como a ligação entre os produtos a exibir, desenvolveu-se um conjunto de peças de suporte específico para diversos produtos. Este conjunto de peças é subdividido em duas, a primeira, o painel que contém a ligação principal à superfície do expositor e a textura de carácter decorativo, e em segundo, a base, peça pela qual o produto é posicionado e fixado para exibição. Desta forma procurou-se que as peças, a partir da forma e da textura, criem uma narrativa entre si, sobre o produto ou sobre o espaço que as envolve (Fig. 95).

A solução encontrada pode ser utilizada para equipamentos eletrónicos, perfumaria, calçado ou qualquer outro produto que necessite de um local específico de destaque.

Aliado à personalização em termos construtivos da peça, a partir das diversas configurações do expositor idealizado, foi possível considerar diferentes áreas úteis de colocação de suportes assim como diferentes maneiras de organização espacial de uma loja recorrendo apenas a uma estrutura base. Assim, como é apresentado na Fig. 96, são criados diferentes pontos de interação com o utilizador, tendo em conta a mesma linguagem visual e a mesma tipologia de suporte de exposição funcional.



**Fig. 95** Capacidade de associação dos produtos à sua exposição.



**Fig. 96** Contexto de utilização.

#### **h. Prototipagem**

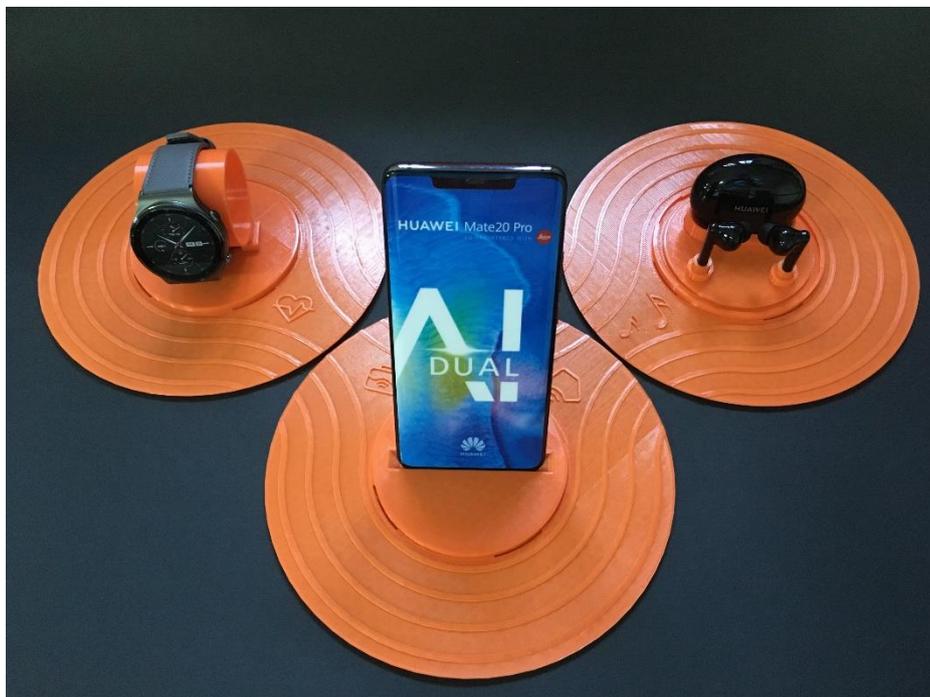
O processo de prototipagem relativo ao projeto de inovação para o setor de retalho, comparativamente ao primeiro projeto, obteve um resultado bastante preciso e otimizado face ao detalhe previamente idealizado. Devido ao facto de escala das peças ser consideravelmente mais pequena, o controlo sobre o detalhe imposto ao longo da impressão foi mais fácil de ser assegurado.

A partir da Fig. 97 é possível verificar as respetivas áreas não preenchidas pensadas para minimizar o material consumido assim como reduzir o tempo de impressão. Observam-se ainda os detalhes relativos aos encaixes, aos orifícios e às saliências da textura que correspondem à simbologia aplicada a cada painel.

Na Fig. 98 apresenta-se o conjunto em contexto de uso, verificando a união conceptual entre os três painéis.



**Fig. 97** Prototipagem - Diminuição do consumo de material.



**Fig. 98** Protótipo final - Ecosystema Huawei.



## **Capítulo V**

Integração Tecnologia Impressão 3D PLM, Plural





**Comparação Projetual - Manufatura Aditiva vs Manufatura Tradicional (Pág.135)**

**Vantagens Estratégicas Futuras (Pág.138)**



## 1. Comparação Projetual – Manufatura Aditiva vs Manufatura Tradicional

Após desenvolvimento dos dois projetos, o objetivo principal nesta fase passa pela análise crítica e comparativa da inclusão da tecnologia de impressão 3D ao longo do processo de desenvolvimento de produtos a partir das propostas finais obtidas.

Para realizar uma análise comparativa entre a manufatura aditiva e a manufatura tradicional efetuou-se um estudo de custos que considera os custos teóricos previsíveis dedicados às diversas fases do projeto e os custos reais de ambos os projetos. De acordo com Yao Li, Guozhu Jia, Yang Cheng e Yuchen Hu existem quatro custos fundamentais a ter em conta no decorrer de um processo, tais como: os custos de transporte, de manufatura, de inventário e, por último, os administrativos. (Li et al., 2017)

A Tabela 16 surge da interpretação da informação do artigo científico (Li et al., 2017) aplicado ao contexto de investigação e da empresa. Relativamente aos custos de transporte e de manufatura podemos observar uma clara otimização do processo com recurso à manufatura aditiva. Constata-se a possibilidade de produzir internamente a geometria assim como o acompanhamento e supervisão de todo o processo de manufatura, com diminuição de etapas intermédias. Estas fases intermédias, são visíveis, maioritariamente, na manufatura tradicional, resultando de possíveis subcontratações necessárias para completar o ciclo produtivo. Os custos administrativos, são, igualmente, importantes na ótica em que é possível, com a inclusão da manufatura aditiva, assumir o papel de prototipagem e produção dentro do próprio gabinete controlando o processo de uma forma direta e ágil.

**Tabela 16** - Comparação Custos: Manufatura Aditiva vs Manufatura Tradicional

<b>Comparação Custos - Manufatura Aditiva e Tradicional</b>		
<b>Tipo Custo</b>	<b>MA</b>	<b>MT</b>
<b>Transporte</b>	Material Fornecedor ⇔ PLM, Plural Produto PLM, Plural ⇔ Cliente Final	Material Fornecedor ⇔ Fabricante Produto Fabricante ⇔ PLM, Plural PLM, Plural ⇔ Cliente Final
<b>Manufatura</b>	Impressora   Material   Energia (Eletricidade)	Fabricação Ferramenta: (Material; Molde; Produção; Energia)
<b>Inventário</b>	Montagem   Implementação   Manutenção	Distribuição   Fabricação (fases intermédias) Montagem   Implementação   Manutenção
<b>Administrativo</b>	Conceção   Desenvolvimento   Produção	Conceção   Desenvolvimento

Tendo em conta os custos do processo relativo a ambos os métodos de manufatura, foi desenvolvido o cálculo do custo total dos projetos. Este cálculo considera, principalmente, os custos de manufatura pois são as despesas representativas da construção, com recurso à tecnologia de impressão 3D. Todos os outros aspetos que poderiam ser considerados na equação, tais como recursos humanos, acessórios de manufatura, ou as peças com outros processos de fabrico e materiais não foram contabilizados numa ótica de análise específica à tecnologia em questão.

No desenvolvimento do cálculo do custo de produção, resultado da interpretação do site Omni calculator e do canal 3D Geek Show, o mesmo foi subdividido em dois grandes campos, o custo do tempo de impressão e o custo do material. (Szyk, 2020) (Show, 2017)

No primeiro, o objetivo foi determinar o valor monetário de energia elétrica consumida pela utilização da impressora sobre o tempo acumulado de impressão de todas as peças pertencentes aos respetivos projetos. Por outro lado, no segundo a intenção foi determinar, a partir do custo do filamento e da quantidade de material acumulada consumida, o custo incorrido com a matéria. A soma destes dois campos, como ilustra a Tabela 17, origina os valores finais relativos ao custo de impressão de cada projeto.

Assim, a partir da observação dos valores obtidos, concluiu-se que, o projeto da estrutura de higienização (projeto 1) comparativamente ao projeto para o setor de retalho (projeto 2), evidencia muito mais material consumido, o que representa um maior tempo de impressão e valor monetário, devido à escala das peças ser consideravelmente maior. Por esse motivo, e com base no projeto 2, verificam-se maior número de peças e maior diversidade formal, que representa menos material e menos tempo de impressão.

Conclui-se, portanto, que para esta tecnologia, a escala da geometria influencia diretamente o planeamento e orçamentação de um processo de desenvolvimento de produto. Ainda assim, e comparativamente com a manufatura tradicional, os valores obtidos representam uma clara otimização económica. De acordo com a empresa Formlabs um molde direcionado para injeção de um polímero, dependendo do volume de produção e da complexidade da geometria, varia entre 340 e 145 000 euros ficando limitado à geometria e escala do mesmo. (Formlabs, 2021)

**Tabela 17** - Cálculo custo de Impressão

<b>Cálculo Custo Impressão</b>		
<b>Variável</b>	<b>Projeto 1</b>	<b>Projeto 2</b>
Potência Impressora (W)	320	
Constante Eletricidade (€/Kwh)	0,1445	
Custo Hora c/ Energia (€)	0,0462	
Tempo Construção (h)	98,7	27,1
<b>Custo Tempo Impressão (€)</b>	<b>4,56</b>	<b>1,25</b>
Custo Filamento (€/Kg)	20	
Densidade Material Filamento (g/cm <sup>3</sup> )	1,24	
Diâmetro do filamento (mm)	1,75	
Área Diâmetro do Filamento (mm <sup>2</sup> )	2,41	
Comprimento Material Consumido (m)	414,7	83,8
<b>Custo Material (€)</b>	<b>24,74</b>	<b>5,00</b>
<b>Custo Total Impressão (€)</b>	<b>29,30</b>	<b>6,25</b>

A partir da inclusão da tecnologia de impressão 3D no processo de desenvolvimento de produto na empresa PLM, Plural verifica-se uma significativa otimização logística, ambiental e orçamental.

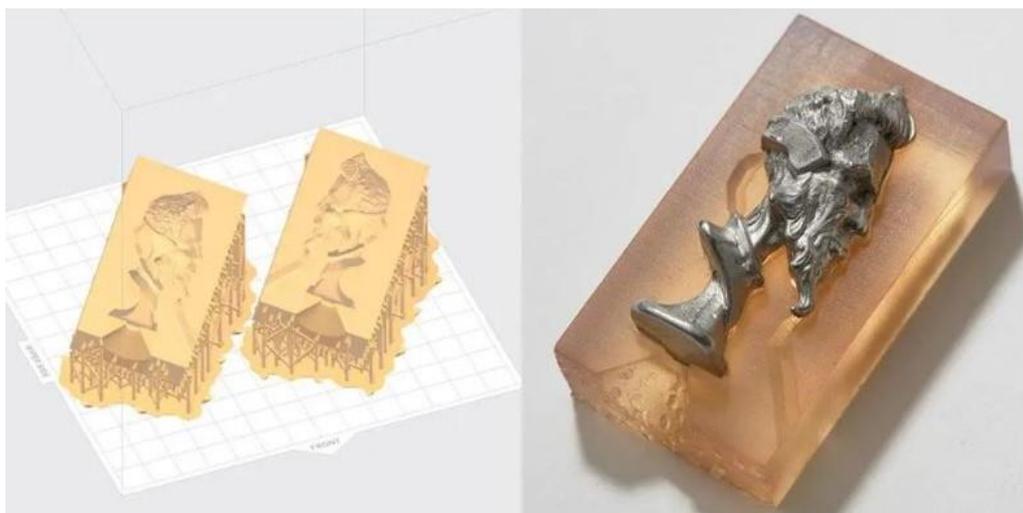
Logística, porque representa uma significativa diminuição de processos intermédios característicos das tecnologias produtivas tradicionais; ambiental, com clara redução de custos de transporte e respetivas emissões de CO<sub>2</sub> em pequenas séries de produtos personalizados; e, por último, orçamental, percebendo face às tendências contemporâneas de apresentar cada vez mais características segmentadas e efémeras, que um tipo de tecnologia flexível e versátil como a impressão 3D, possibilita o desenvolvimento de diversas geometrias sem necessidade de construção de ferramentas complexas e onerosas, permitindo um processo muito mais económico e rápido. Considera-se então, que para a maioria das aplicações da empresa, e considerando as previsíveis evoluções desta tecnologia, a impressão 3D representa uma tecnologia produtiva que potencia a inovação industrial.

## 2. Vantagens Estratégicas Futuras

Expectavelmente, a tecnologia de impressão 3D não vai parar de evoluir, e por essa razão, novas abordagens técnicas surgirão possibilitando a criação de novas soluções inovadoras para serem exploradas. No processo de desenvolvimento de produto, há decisões que ajudam a focalizar a temática do projeto de modo a possibilitar a associação do produto a uma narrativa coerente que justifique a proposta de valor desenvolvida. Porventura, com o passar do tempo, as valências que definem um produto inovador vão começar a ser vulgarizadas quer pela tecnologia quer pelo público, tornando fundamental o processo de evolução e de atualização semântico e industrial.

A partir dos projetos desenvolvidos no âmbito desta investigação, com a tecnologia de impressão 3D funcionou a apresentar um novo olhar sobre o desenvolvimento integral de novos produtos numa empresa, é previsível identificar a imersão desta tendência.

Atualmente, a tecnologia de impressão 3D encontra particular aplicação no desenvolvimento de moldes. Desta forma, a manufatura aditiva pode intervir diretamente na construção efetiva das diversas partes que constituem o molde como, e possibilitando um processo de engenharia inversa, na obtenção das respetivas partes do molde através do modelo previamente impresso. A qualidade destes moldes já permite vaziar e conformar peças metálicas. Na Fig. 99 é possível verificar um exemplo de construção de um molde de silicone para um acessório metálico.

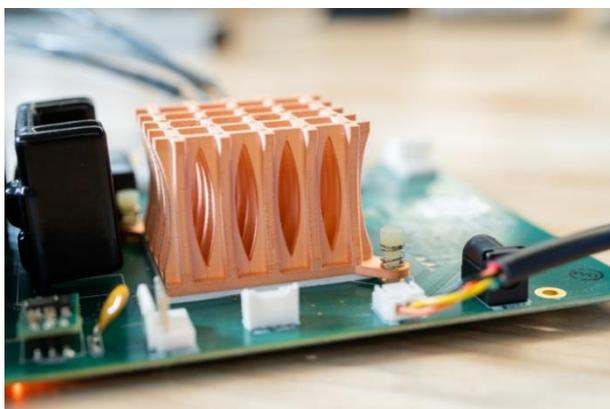


**Fig. 99** Exemplo de construção de moldes a partir da tecnologia de impressão 3D.  
(Formlabs, 2017)

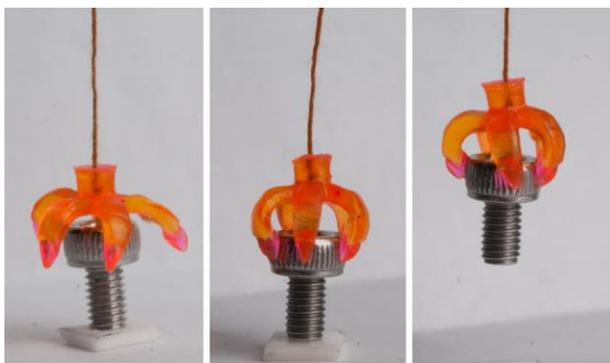
Para além das possibilidades de construção de uma peça como foi demonstrado no exemplo anterior, é igualmente importante ter em conta a cada vez maior diversidade de materiais disponíveis para processamento através da tecnologia de impressão 3D. Atendendo, principalmente à categoria dos filamentos, atualmente é possível verificar a união do elemento polimérico base, o PLA, com outros materiais, por exemplo, madeira, cortiça, fibra de carbono, cobre, etc. Estas composições permitem ao produto impresso adquirir um desempenho mecânico e acabamento visual específico assim como a textura e o odor podem ser elementos de destaque. Além disso, no caso do material adicionado ser, por exemplo, o cobre, permite que a geometria do produto integre também essa propriedade (Fig. 100).

Numa abordagem mais exploratória desta tecnologia, consideram-se os “materiais inteligentes” com características particulares de alteração de forma quando excitados por estímulos de temperatura, luz ou outros impulsos. Estes tipos de materiais estão ligados à próxima geração de tecnologia de impressão, ou seja, a impressão 4D.

De acordo com a empresa Sculpteo a impressão 4D pode ser realizada em impressoras 3D, porém em vez da geometria ser criada camada por camada, é o tempo – a nova dimensão, que vai transformar a forma do produto, podendo variar face às condições a que esteja inserido (Fig. 101). (Sculpteo, 2019)



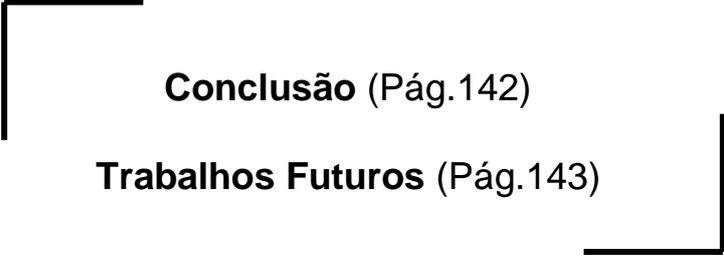
**Fig. 100** Exemplo de aplicação de produto impresso em material condutor elétrico (PLA + Cobre). (Markforged, 2020)



**Fig. 101** Exemplo de aplicação tecnologia de impressão 4D. (Sculpteo, 2020)

# **Capítulo VI**

Considerações Finais



**Conclusão (Pág.142)**

**Trabalhos Futuros (Pág.143)**

## 1. Conclusão

Em conformidade com os objetivos propostos no início da investigação foram desenvolvidos dois projetos distintos que incluem a tecnologia de impressão 3D como processo de integração conceptual relativamente ao seu potencial ambiental e tecnológico.

Em termos teóricos e práticos, observou-se que a partir desta tecnologia, é possível o designer garantir maior controlo no processo de desenvolvimento de produto comparando com o método tradicional, principalmente, pelas iterações que pode realizar ao longo do processo sem grandes restrições. Ao mesmo tempo, conclui-se também que a partir desta tecnologia, a flexibilidade geométrica, potencia a criação de formas que carregam significados – determinantes para a criação de emoções e diferenciação de mercado. E nos critérios mecânicos uma grande liberdade para explorar a resistência e encaixes entre peças que permitem elevados índices de customização, fundamental para este setor de mercado.

Não obstante, esta tecnologia apresenta também fragilidades, pelo elevado número de variáveis que influenciam o processo de impressão e respetivo acabamento superficial. Em relação ao primeiro aspeto, evidenciado no capítulo da prototipagem referente ao projeto 1, observou-se que para a mesma parametrização e com o mesmo filamento, obtiveram-se resultados distintos com um dos modelos a apresentar mais falhas (módulo sujeito a teste por elemento químico). Este fenómeno só se justifica com a possível alteração de temperatura no compartimento durante a impressão. O segundo aspeto tem que ver com a necessidade de melhorar o acabamento superficial das peças, concluindo que será preferível manter o acabamento de origem e controlar cada vez mais as variáveis externas de produção do que adicionar fases de pós-processamento que encarecem o processo e inviabilizam a reciclagem e reutilização do filamento.

Concluindo pode-se aferir que a inclusão da tecnologia de impressão 3D na PLM, Plural permitiu explorar criativamente e concretizar projetos com uma viabilidade ecológica reforçada por um ciclo de produção mais curto e ágil, principalmente com a reintrodução de recursos e a diminuição de consumos energéticos. Tendo como base os valores de custo apresentados no capítulo “Comparação Projetual – Manufatura Aditiva vs Manufatura Tradicional” é também possível observar uma relação de custos de produção concentrados internamente e com menos fases intermédias.

Por fim, afirma-se a viabilidade tecnológica do processo observada a partir dos projetos desenvolvidos onde se explora dimensões sensoriais nos produtos, amplificando narrativas e emoções mais complexas, pela percepção das geometrias e pela maior liberdade de interação entre o consumidor e o produto.

## **2. Trabalhos Futuros**

A partir dos projetos realizados no âmbito desta investigação na empresa PLM, Plural foram exploradas novas abordagens que podem ser superadas em projetos futuros. Relativamente ao projeto da estrutura de higienização, dada à escala do produto, admite-se uma solução alternativa baseada num tubo de secção normalizado, explorando a tecnologia de impressão 3D apenas como revestimento dessa estrutura. Este revestimento, sendo um conjunto de peças de espessura muito reduzida, caso fossem impressas com um padrão alternativo ou simplesmente através de um filamento de material inteligente poderia não só garantir a flexibilidade característica da tecnologia em questão, mas também sobre a geometria final de apresentação do produto.

Relativamente ao projeto de inovação para o setor do retalho, perspectiva-se também a integração de materiais inteligentes. A narrativa presente na solução desenvolvida, conceptualmente, explora dimensões sensoriais na interação com o equipamento, mas a eventual resposta a impulsos poderia redimensionar toda a experiência do utilizador.

Assim, e aproveitando uma experiência de mistura de dois materiais na mesma impressão - Tabela 14, futuramente seria interessante perceber qual a melhor abordagem para integração dos materiais convencionais com os materiais direcionados para a impressão 4D.

De igual modo, será pertinente perceber a forma como os fatores externos de um espaço comercial, como por exemplo, a personalização lumínica do ambiente poderá, através do expositor, gerar novas percepções de geometrias, potenciar novas dinâmicas e interatividade para o consumidor.

## **Referências Bibliográficas**

3D Print Scape. (2021). Best 3D Printing Infill Pattern.

<https://3dprintscape.com/3d-printing-infill-pattern/>

APRINTAPRO. (2021). PrintaGuide.

<https://printaguide.aprintapro.com/>

Archipreneur. (2018). 3D Printing Is Making Its Way into Interior Design.

<https://archipreneur.com/3d-printed-interiors-making-way-department-stores/>

Autodesk. (2020). GENERATIVE DESIGN.

<https://www.autodesk.com/solutions/generative-design>

Booth, S., & Plunkett, D. (2015). Mobiliário para o design de interiores. Editorial

Gustavo Gili.

Boruslawski, P. (2015). Designboom. Design and Construct Your Own Furniture with 3D Printed Joints.

<https://www.designboom.com/technology/olle-gellert-3d-printed-joints-07-29-2015/>

Brown, R., & Farrelly, L. (2014). Materiais no design de interiores. Editorial Gustavo

Gili.

Bürdek, B. E. (2005). Design: History, Theory and Practice of Product Design.

Chen, Z., Yang, M., Ji, M., Kuang, X., Qi, H. J., & Wang, T. (2021). Recyclable thermosetting polymers for digital light processing 3D printing. *Materials and Design*, 197, 109189. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2020.109189>

Chip7. (2020a). DISPENSADOR AUTOMÁTICO GEL C/ MEDIDOR DE TEMPERATURA PULSO + DISPLAY 10.1.

Chip7. (2020b). DISPENSADOR AUTOMÁTICO ZONERICH ÁLCOOL GEL DE MESA.

Chip7. (2020c). DISPENSADOR AUTOMÁTICO ÁLCOOL GEL DE PAREDE.

Chip7. (2020d). DISPENSADOR AUTOMÁTICO ÁLCOOL GEL COM SUPORTE DE CHÃO.

De Moraes, Dijon; Krucken, Lia; Reyes, P. (2010). Caderno de Estudos Avançados em Design (U. Estado de Minas Gerais (Ed.)).

Diegel, Olaf; Nordin, Axel; Motte, D. (2019). A Practical Guide to Design for Additive Manufacturing. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-8281-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-13-8281-9_2)

DWS. (2014). Designboom. Daniel Widrig 3D Prints Chair Using Plaster, Sugar + Sake. <https://www.designboom.com/design/daniel-widrig-3d-prints-chair-using-plaster-sugar-sake-01-14-2014/>

Engineering Product Design. (2019). Sheet Lamination. <https://engineeringproductdesign.com/knowledge-base/sheet-lamination/>

Ferreira, D. (2015). Os Centros Comerciais Mortos na Área Metropolitana Norte de Lisboa. Universidade de Lisboa.

Formlabs. (2017). How to Cast Pewter to Make Metal Miniatures With 3D Printing. <https://formlabs.com/blog/metal-miniatures-3d-printed-pewter-casting-molds/>

Formlabs. (2021). How to Estimate Injection Molding Cost? <https://formlabs.com/blog/injection-molding-cost/>

Fry, T. (2014). The Origin of the Work of Design: Thoughts based on a Reading of Martin Heidegger's "The Origin of the Work of Art." Design Philosophy Papers, 12(1), 11–22. <https://doi.org/10.2752/144871314x14012672861973>

Gebhardt, A. (2011). Understanding Additive Manufacturing. Rapid Prototyping - Rapid Tooling - Rapid Manufacturing (H. Publications (Ed.); 1st ed.).

Genwec. (2020). Automatic Hand Sanitiser Gel Dispenser.

- Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2010). Additive Manufacturing Technologies: Rapid Prototyping to Direct Digital Manufacturing. Springer.  
<https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1120-9>
- Gullni. (2020). Suporte de Mesa Com Dispensador de Álcool.
- Gupta, S., & Ramachandran, D. (2021). Emerging Market Retail: Transitioning from a Product-Centric to a Customer-Centric Approach. Journal of Retailing.  
<https://doi.org/10.1016/j.jretai.2021.01.008>
- Howe, D. C., Chauhan, R. S., Soderberg, A. T., & Buckley, M. R. (2020). Paradigm shifts caused by the COVID-19 pandemic. Organizational Dynamics, 100804.  
<https://doi.org/10.1016/J.ORGDYN.2020.100804>
- Huawei. (2021). Huawei Products | Lifestyle | Stores.  
<https://www.huawei.com/>
- JVD. (2020). Dispensador Álcool Gel.
- Karrholm, M. (2012). Retailising Space: Architecture, Retail and the Territorialisation of Public Space. Ashgate.
- Kolko, J. (2014). Well-Designed: How to Use Empathy to Create Products People Love. Harvard Business Review Press.
- leon, A. (2012). Steal Like an Artist: 10 Things Nobody Told You About Being Creative. Workman Publishing Company.
- Li, Y., Jia, G., Cheng, Y., & Hu, Y. (2017). Additive manufacturing technology in spare parts supply chain: a comparative study. International Journal of Production Research, 55(5), 1498–1515. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1231433>
- Lupton, Ellen; Alesina, I. (2010). *Exploring materials: creative design for everyday objects* (1st ed.). Princeton Architectural Press.

- ManufacturingGuide. (2016). Injection Molding.  
<https://www.manufacturingguide.com/en/injection-molding>
- ManufacturingGuide. (2017).  
<https://www.manufacturingguide.com/>
- Manzini, E. (1989). The material of invention. The MIT Press.
- Markforged. (2020). Introducing 3D Printed Copper.  
<https://markforged.com/resources/blog/3d-printed-copper>
- Meshher, L. (2010). Basics Interior Design: Retail Design. Ava Publishing.
- Micallef, J. (2015). Beginning Design for 3D Printing. In Beginning Design for 3D Printing (1st ed.). Apress.
- Mikocki, L. (2013). Designboom. First Fully Articulated 3D Printed Dress Designed Specifically for Dita von Teese.  
<https://www.designboom.com/design/first-fully-articulated-3d-printed-dress-designed-specifically-for-dita-von-teese/>
- Neira, J. (2019). Designboom. Ross Lovegrove 3D-Prints *Formula 1's First-Ever* Perfume in Metal.  
<https://www.designboom.com/design/ross-lovegrove-f1-perfume-bottle-designer-parfums-12-10-2019/>
- Obudho, B. (2018). ALL3DP. 3D Printer Filament Recycler – All You Need to Know.  
<https://all3dp.com/2/the-3d-printer-filament-recycler-s-guide/>
- Padimat. (2020). Dispensador de Pedal Para Álcool Gel.
- Pantano, E., & Dennis, C. (2017). Exploring the origin of retail stores in Europe: Evidence from Southern Italy from the 6th century BCE to the 3rd century BCE. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 39, 1.  
<https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2017.08.020>

- Pawlyn, M. (2016). *Biomimicry in architecture* (2nd ed.). Riba Publishing.
- Plattner, Hasso; Meinel, Christoph; Leifer, L. (2011). *Design Thinking: Understand – Improve – Apply* (1st ed.). Springer. <http://www.springer.com/series/8802>
- PLM. (2020a). *Desenho Construção SIAS*.
- PLM. (2020b). *Equipamento SIAS*.
- PLM. (2020c). *PLM - Brand logo*.
- Promed Solutions. (2020). *TORRE DISPENSADOR ÁLCOOL GEL*.
- Raizman, D. (2010). *History of Modern Design* (2nd ed.). Laurence King Publishing Ltd.
- Redström, J. (2018). *Making Design Theory*. In *Making Design Theory*.  
<https://doi.org/10.7551/mitpress/11160.001.0001>
- Redwood, Ben; Schöffner, Filemon; Garret, B. (2017). *The 3D Printing Handbook: Technologies, design and applications* (1st ed.). 3D Hubs.
- Reinartz, W., Dellaert, B., Krafft, M., Kumar, V., & Varadarajan, R. (2011). Retailing innovations in a globalizing retail market environment. *Journal of Retailing*, 87(SUPPL. 1), S53–S66. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2011.04.009>
- Relvas, C. (2017). *Design & Engenharia: da Ideia ao Produto*. Publindústria.
- Ruttinger, J. (2013). *Ruttinger. CATEGORY INSPIRED BY NATURE*.  
<http://www.ruttinger.eu/category/be-inspired/inspired-by-nature/>
- Schilling, M. (2017). *Strategic Management of Technological Innovation* (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- Sculpteo. (2019). *4D Printing: A Technology Coming from the Future*.  
<https://www.sculpteo.com/en/3d-learning-hub/best-articles-about-3d-printing/4d-printing-technology/>

- Sculpteo. (2020). Impressão 4D: Uma Tecnologia Futurista.  
<https://www.sculpteo.com/en/3d-learning-hub/best-articles-about-3d-printing/4d-printing-technology/#Part-2>
- Show, 3D Geek. (2017). Boa Impressão3D. Como Cobrar Por Um Serviço de Impressão 3D.  
<https://boaimpressao3d.com.br/dicas/como-calculiar-o-preco-de-uma-impressao-3d/>
- Snapmaker. (2020). Snapmaker 2.0: Modular 3-in-1 3D Printers.  
<https://www.snapmaker.com/>
- Srivastava, Manu; Rathee, Sandeep; Maheshwari, Sachin; Kundra, T. . (2019). Additive Manufacturing-Fundamentals and Advancements (1st ed.). CRC Press.
- Srivatsan, T. S.; Sudarshan, T. S. (2016). Additive Manufacturing Innovations, Advances, and Applications. CRC Press.
- Sroufe, R. P., & Melnyk, S. A. (2017). Developing sustainable supply chains to drive value: Vol. I. Business Expert Press.
- Stahel, W. R. (2019). *The Circular Economy: A User's Guide*. Routledge.
- Svavo. (2020). New Automatic Soap Dispenser with Tray.
- Synergy Additive Manufacturing, LLC. (2020). Directed Energy Deposition.
- Szyk, B. (2020). Omni Calculator. 3D Printing Cost Calculator.  
<https://www.omnicalculator.com/other/3d-printing>
- Távora Vilar, E. (2014). Design et AI: Dez perspectivas contemporâneas (D. Quixote (Ed.)).

Tedeschi, A. (2020). Designboom. Venetian Glass Craftsmanship Meets 3D Printing in  
“horizon” Suspension Lamp.

<https://www.designboom.com/design/venetian-glass-3d-printing-horizon-suspension-lamp-09-10-2020/>

Victor J. Papanek. (1972). Design for the Real World: Human Ecology and Social  
Change (1st ed.). Pantheon Books.

Wagner Ewar. (2020). Dispenser de Álcool Em Gel de Parede.

Yu, J. (2011). Exhibitions and Showrooms. Design Media Publishing Ltd.

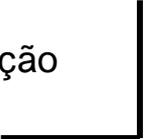
Yu, J. (2012). Shopping Experience Store & Showroom. Design Media Publishing Ltd.

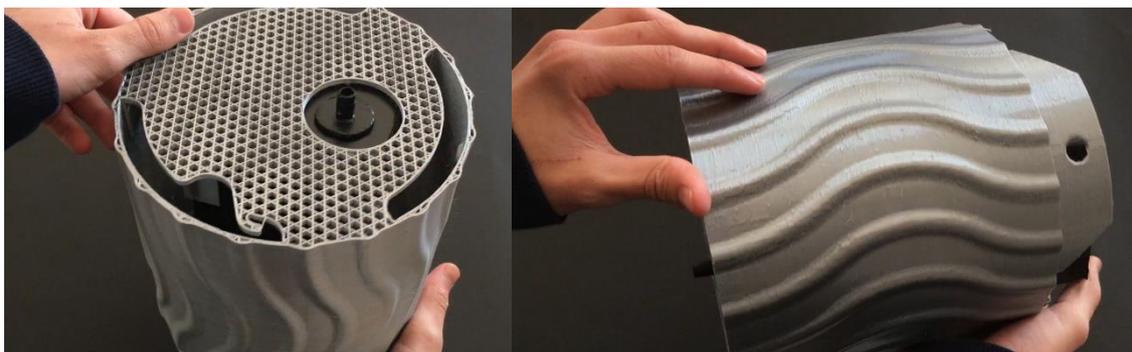
**Anexos**



**Demonstração**

Projeto 1 – Equipamento Higienização









## **Demonstração**

Projeto 2 – Inovação Retalho



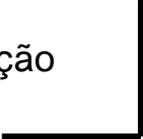


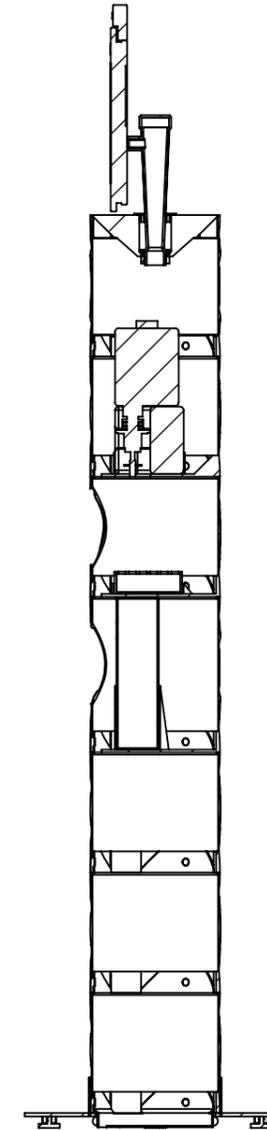
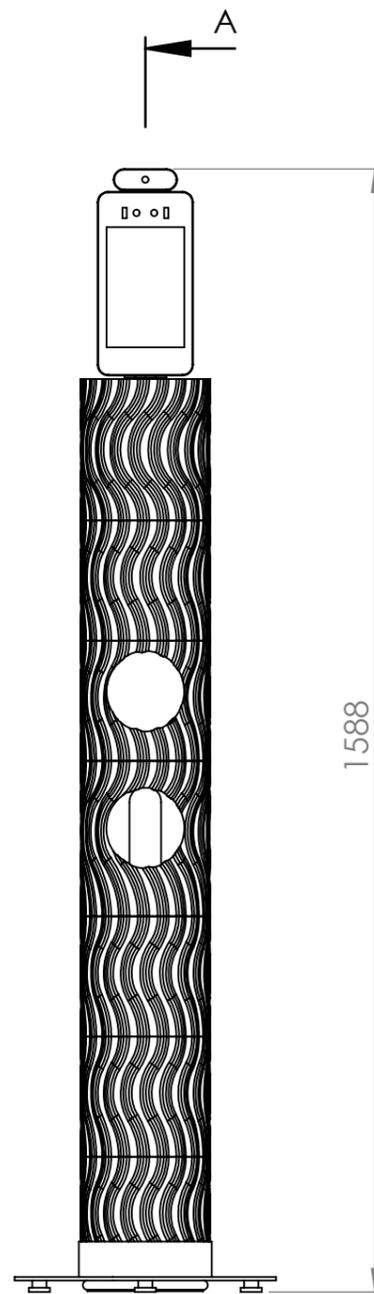




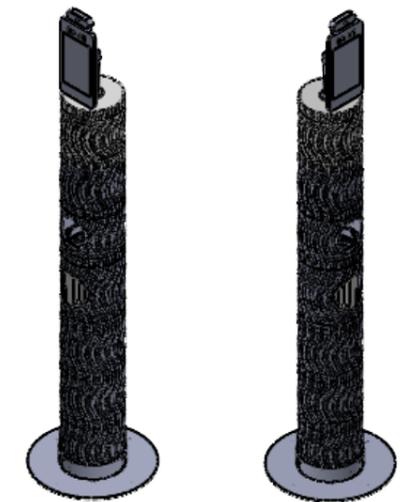
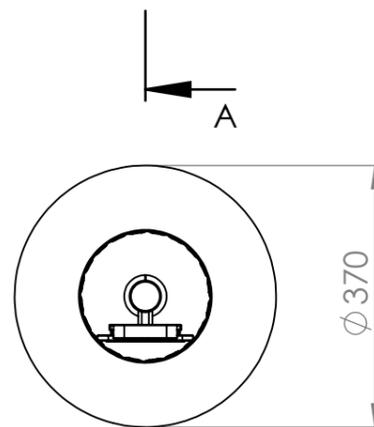
## **Desenhos de Construção**

Projeto 1 - Equipamento Higienização

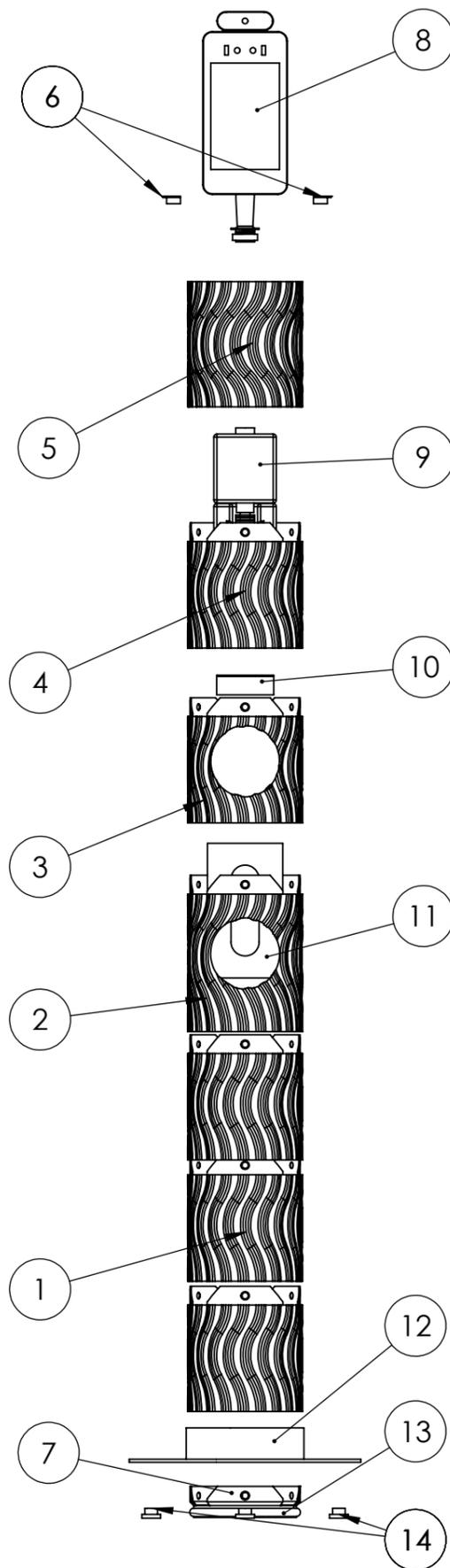




SECTION A-A  
SCALE 1 : 10



MATERIAIS: --	ACABAMENTO: --	NOTAS: --	PEÇA Desenho Conjunto	DESENHO Nº 1 / 1	DESENHADO POR TC		
			DESCRIÇÃO / PRODUTO Projeto Sias - Conceito Teste Impressão 3D	ESCALA 1:10	PAPEL A3		DATA DE DESENHO 07-09-2021
PLM.097.00	A ESTE DESENHO APLICA-SE A LEI 45/85 DE 17 SET, O CODIGO DOS DIREITOS DE AUTOR E OUTROS DIREITOS CONEXOS		ETAPA <input type="checkbox"/> Orçamento	REVISÃO <input checked="" type="checkbox"/> Produção	DATA DE REVISÃO --	REVISÃO Nº --	



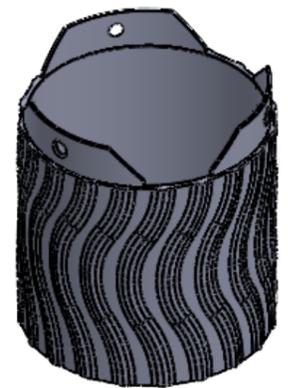
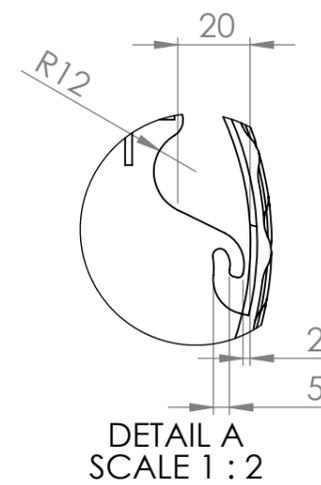
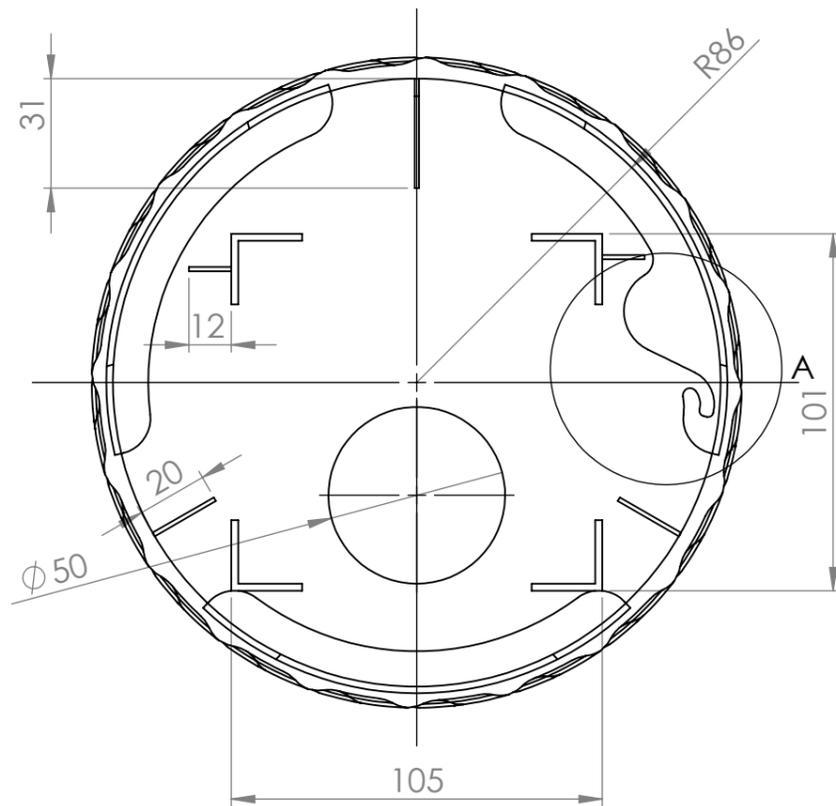
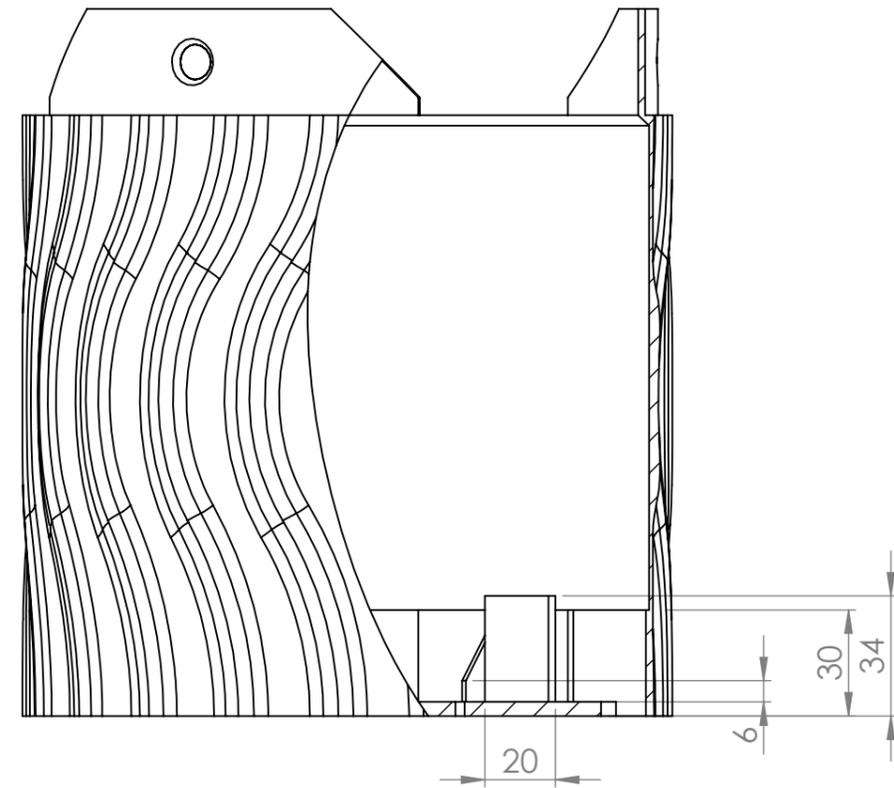
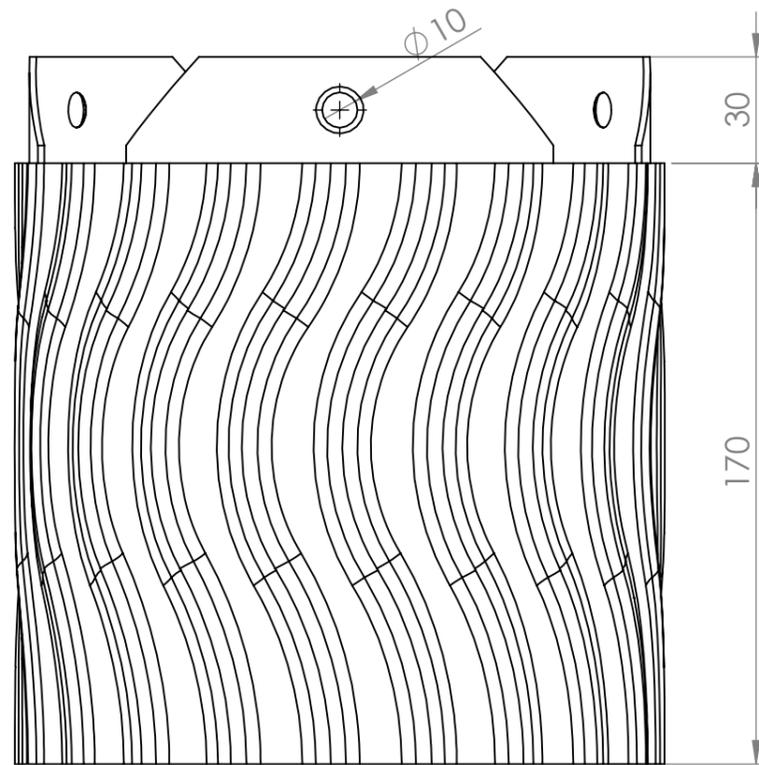
ITEM NO.	COMPONENTE	OBSERVAÇÃO	QTY.
1	Módulo - Regulação Altura	Impressão 3D - PLM, Plural	0,1,2,3...
2	Módulo - Saída Luvas	Impressão 3D - PLM, Plural	1
3	Módulo - Saída Desinfetante	Impressão 3D - PLM, Plural	1
4	Módulo - Sensor Desinfetante	Impressão 3D - PLM, Plural	1
5	Módulo - Display	Impressão 3D - PLM, Plural	1
6	Apoio Topo	Impressão 3D - PLM, Plural	2
7	Apoio Base	Impressão 3D - PLM, Plural	1
8	Display	Componente Normalizado - PLM, Plural	1
9	Sensor Desinfetante	Componente Normalizado - PLM, Plural	1
10	Depósito Desinfetante (Restos)	Produção - Empresa: Moldacril	1
11	Caixa Luvas	Progelpack (Ref: PT100)	1
12	Base	Produção - Empresa: Quinagueda	1
13	Iluminação Led	Leroy Merlin (Ref: 18632663)	1
14	Niveladores	Figplasticos (Ref: 617Q 301 006)	4

MATERIAIS: --	ACABAMENTO: --	NOTAS: --	PEÇA Lista de Componentes	DESENHO Nº 1 / 1	DESENHADO POR TC			
			DESCRIÇÃO / PRODUTO Projeto Sias - Conceito Teste Impressão 3D	ESCALA 1:20	PAPEL A3		DATA DE DESENHO 07-09-2021	
PLM.097.00	A ESTE DESENHO APLICA-SE A LEI 45/85 DE 17 SET, O CODIGO DOS DIREITOS DE AUTOR E OUTROS DIREITOS CONEXOS		ETAPA <input type="checkbox"/> Orçamento <input checked="" type="checkbox"/> Produção	REVISÃO <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	DATA DE REVISÃO --	REVISTO POR --	REVISÃO Nº --	Unidades: mm



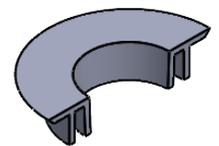
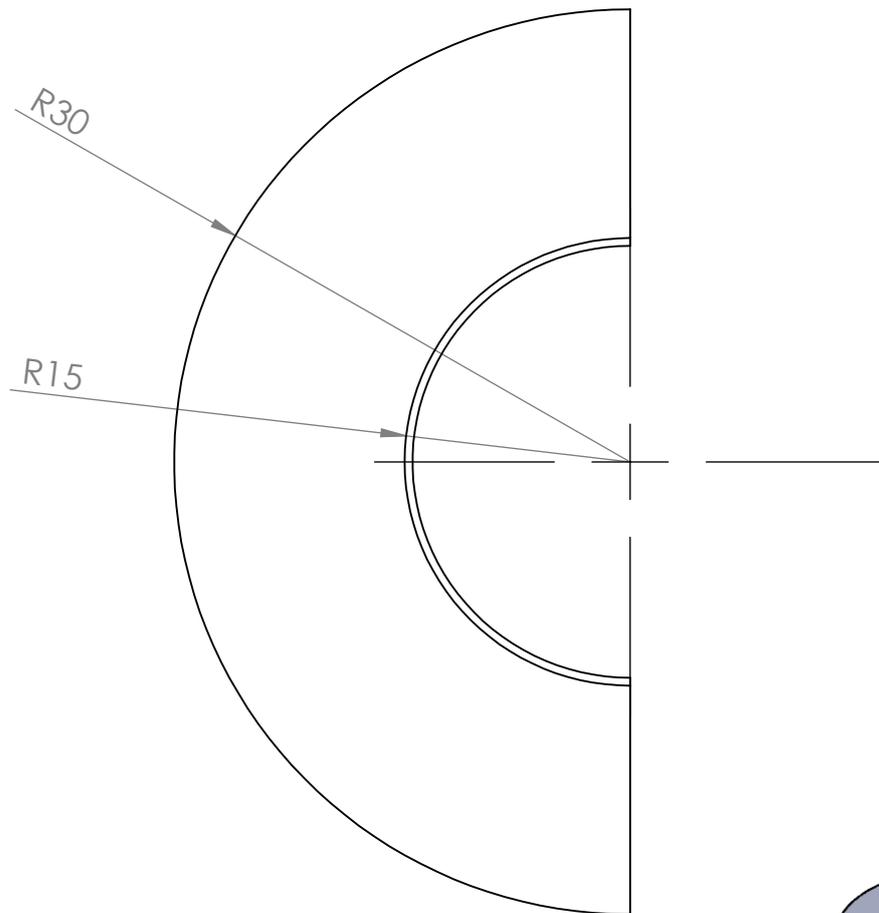
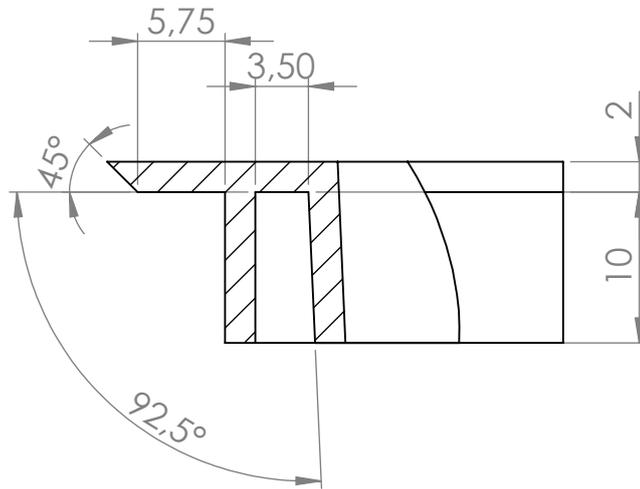






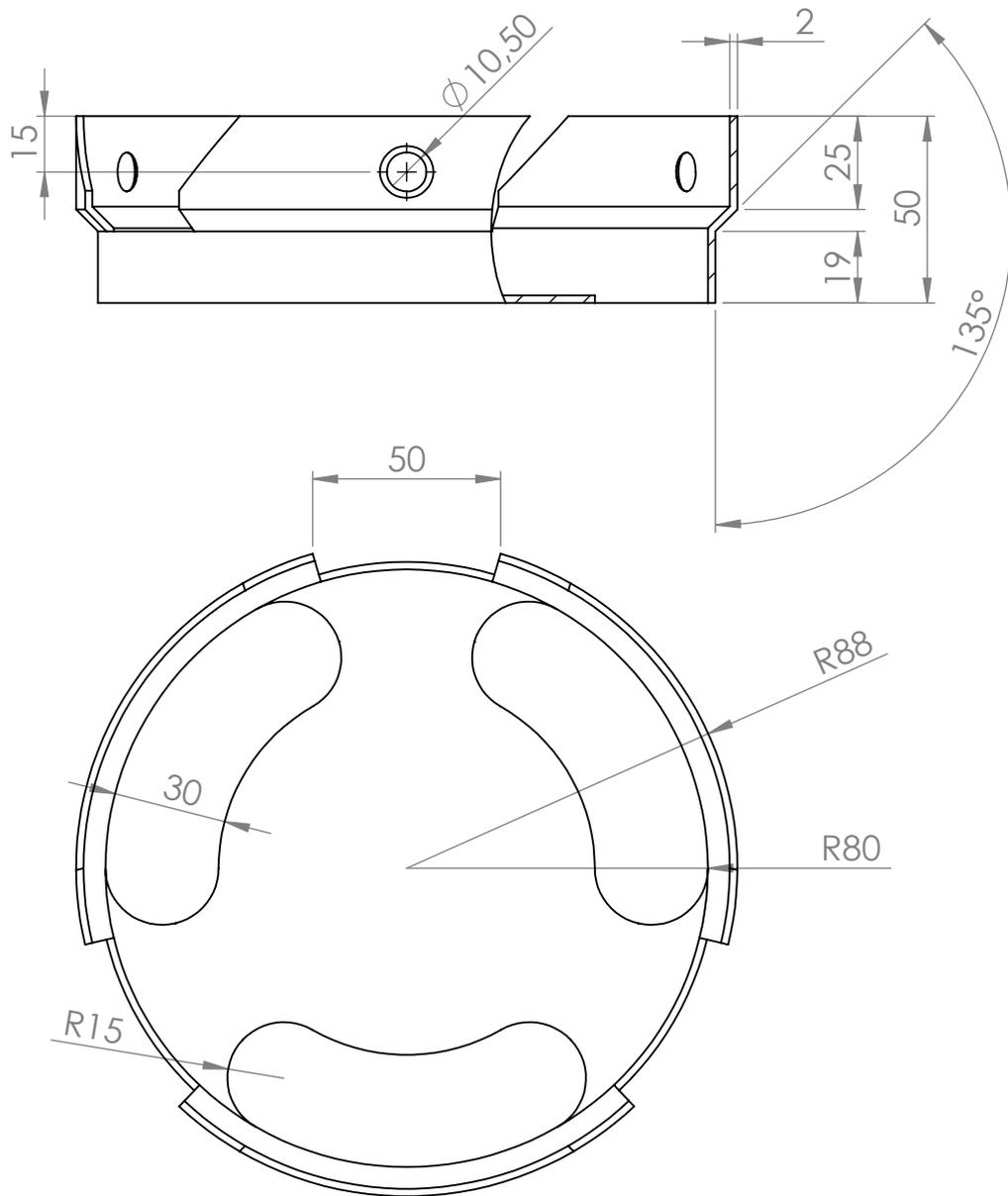
MATERIAIS:	ACABAMENTO:	NOTAS:	PEÇA:	DESENHO Nº	DESENHADO POR	
Filamento PLA	--	Impressão 3D	Módulo - Sensor Desinfetante	1 / 1	TC	
			DESCRIÇÃO / PRODUTO	ESCALA	PAPEL	DATA DE DESENHO
			Projeto Sias - Conceito Teste Impressão 3D	1:2	A3	07-09-2021
			ETAPA	REVISÃO	DATA DE REVISÃO	REVISÃO Nº
PLM.097.00	A ESTE DESENHO APLICA-SE A LEI 45/85 DE 17 SET, O CODIGO DOS DIREITOS DE AUTOR E OUTROS DIREITOS CONEXOS		<input type="checkbox"/> Orçamento <input checked="" type="checkbox"/> Produção	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	--	--
						 Unidades: mm





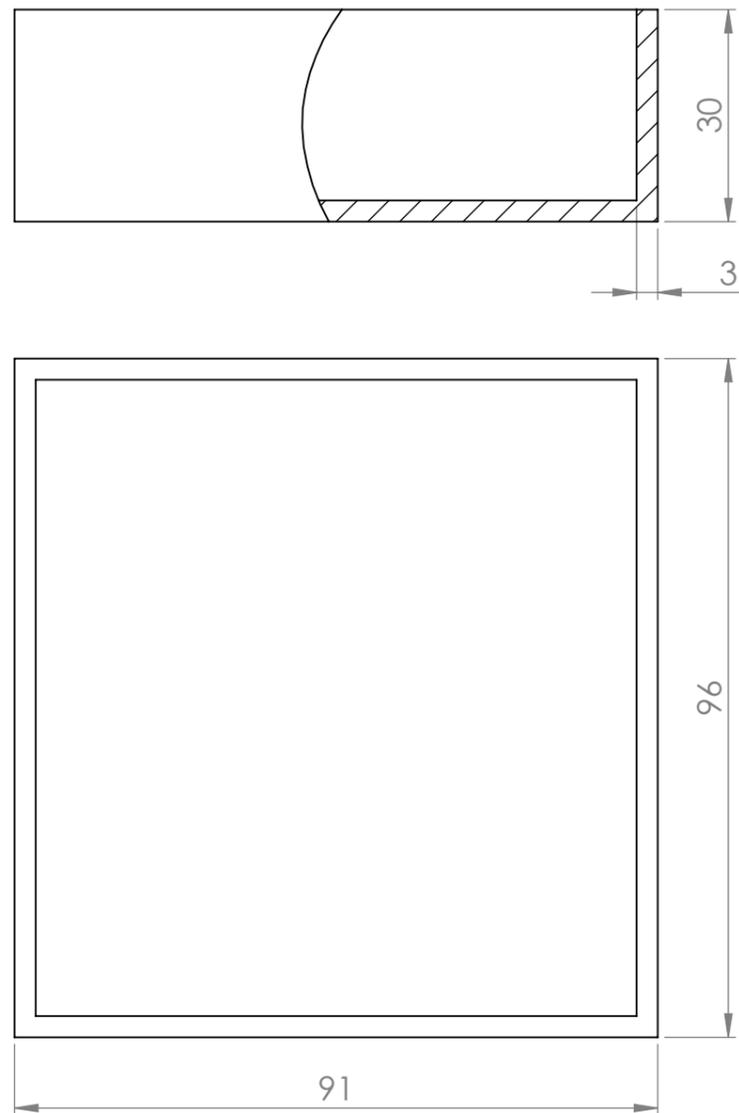
MATERIAIS:	ACABAMENTO:	NOTAS:
Filamento PLA	--	Impressão 3D
PLM.097.00 PEÇA	A ESTE DESENHO APLICA-SE A LEI 45/85 DE 17 SET, O CODIGO DOS DIREITOS DE AUTOR E OUTROS DIREITOS CONEXOS	
Apoio Display	DESENHO Nº 1 / 1	DESENHADO POR TC
DESCRIÇÃO / PRODUTO Projeto Sias - Conceito Teste Impressão 3D	ESCALA 2:1	PAPEL A4
ETAPA	REVISÃO	DATA DE REVISÃO
<input type="checkbox"/> Orçamento	<input checked="" type="checkbox"/> Produção	--
<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não	--
REVISTO POR	REVISÃO Nº	--
--	--	--
		Unidades: mm



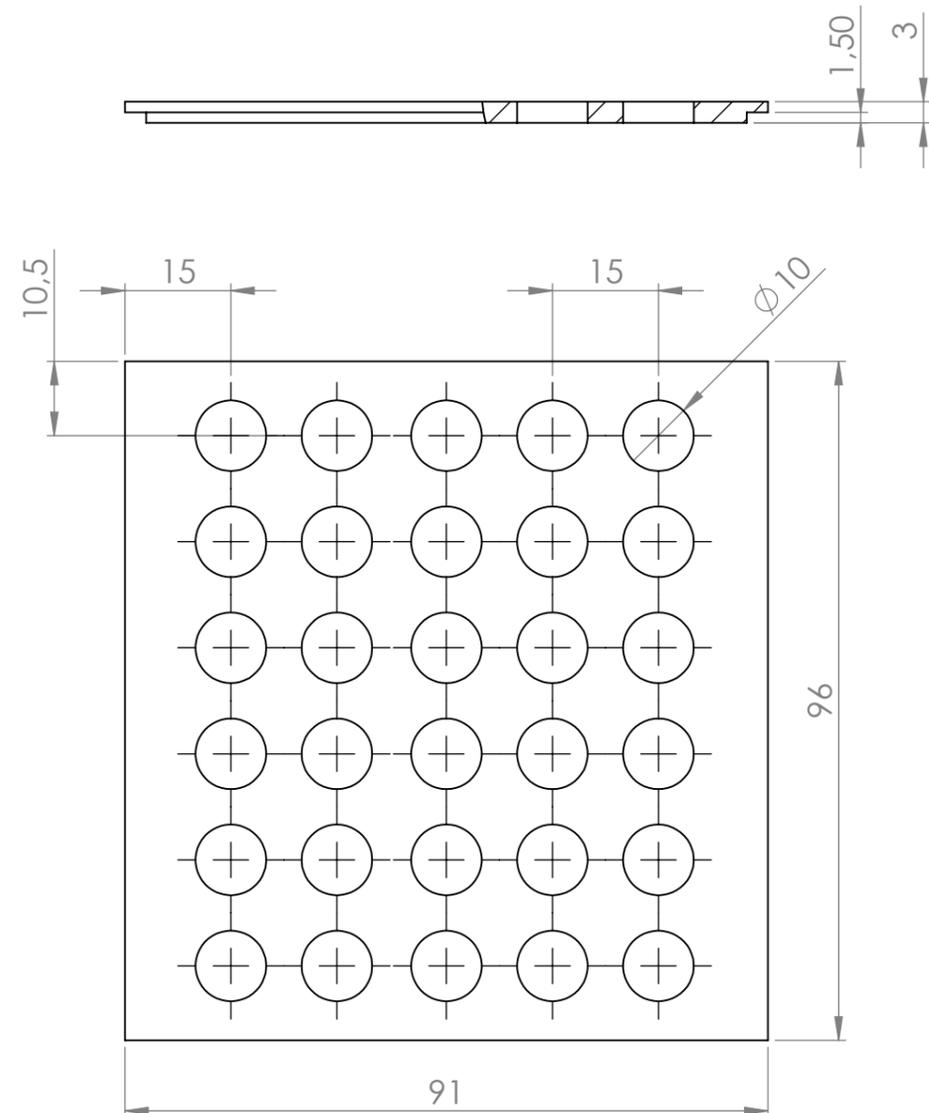


MATERIAIS:  Filamento PLA		ACABAMENTO:  --		NOTAS:  Impressão 3D	
PLM.097.00 PEÇA		A ESTE DESENHO APLICA-SE A LEI 45/85 DE 17 SET, O CODIGO DOS DIREITOS DE AUTOR E OUTROS DIREITOS CONEXOS			
Apoio Base			DESENHO Nº	DESENHADO POR	
DESCRIÇÃO / PRODUTO			1 / 1	TC	
Projeto Sias - Conceito Teste Impressão 3D			ESCALA	PAPEL	DATA DE DESENHO
			1:2	A4	07-09-2021
ETAPA		REVISÃO	DATA DE REVISÃO	REVISTO POR	REVISÃO Nº
<input type="checkbox"/> Orçamento <input checked="" type="checkbox"/> Produção		<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	--	--	--
					Unidades: mm

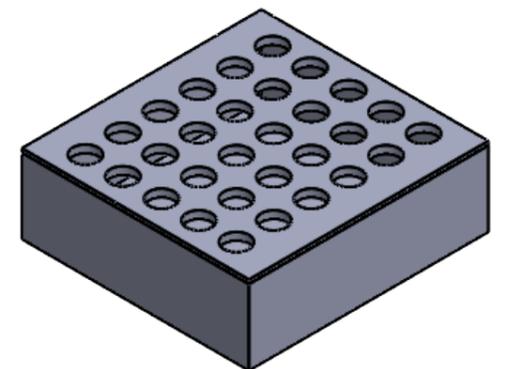
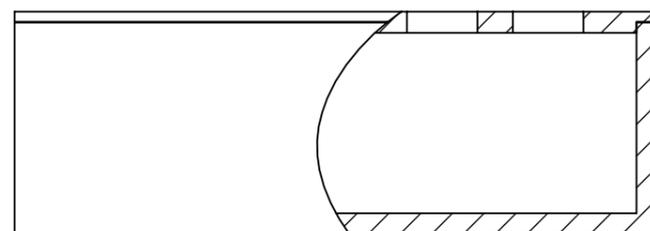
Caixa  
(1:1)



Tampa  
(1:1)

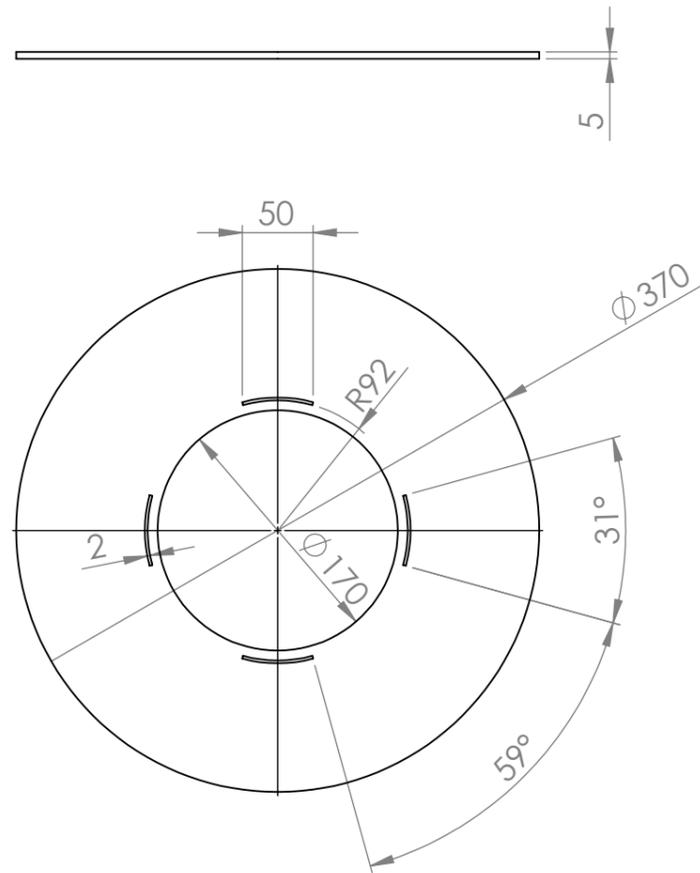


Detalhe Conjunto  
(1:1)

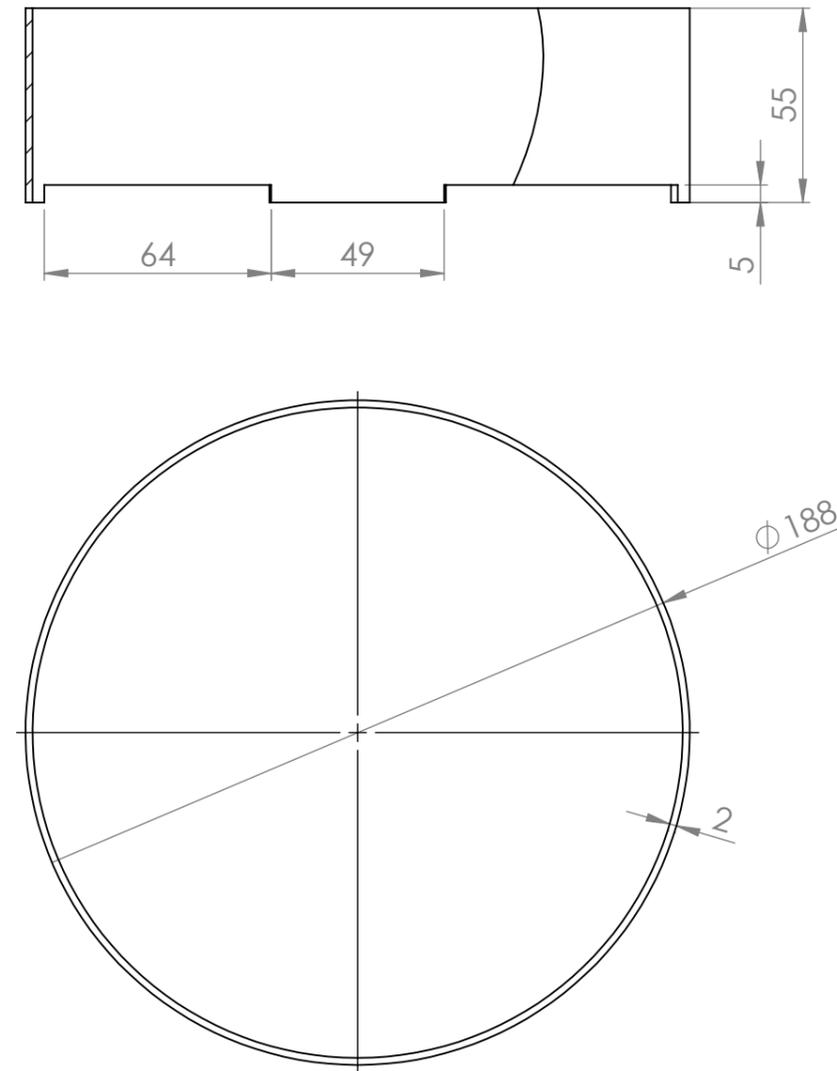


MATERIAIS: <b>Acrílico PVC</b>	ACABAMENTO: --	NOTAS: <b>Moldacril</b> (produção: Corte a laser e colagem)	PEÇA <b>Depósito Desinfetante</b>	DESENHO Nº <b>1 / 1</b>	DESENHADO POR <b>TC</b>		
PLM.097.00	A ESTE DESENHO APLICA-SE A LEI 45/85 DE 17 SET, O CODIGO DOS DIREITOS DE AUTOR E OUTROS DIREITOS CONEXOS		DESCRIÇÃO / PRODUTO <b>Projeto Sias - Conceito Teste Impressão 3D</b>	ESCALA <b>1:1</b>	PAPEL <b>A3</b>		DATA DE DESENHO <b>07-09-2021</b>
			ETAPA <input type="checkbox"/> Orçamento <input checked="" type="checkbox"/> Produção	REVISÃO <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	DATA DE REVISÃO --	REVISÃO Nº --	 Unidades: mm

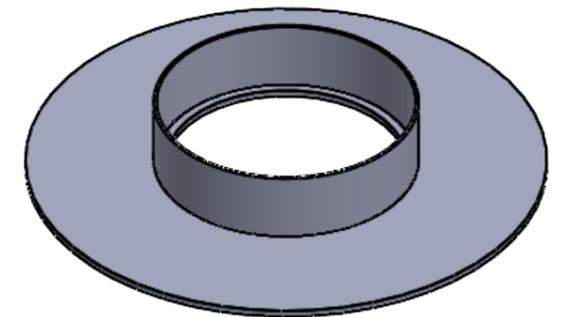
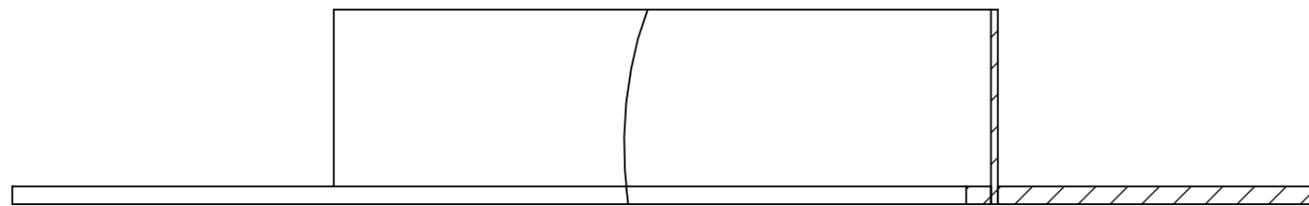
Base  
(1:5)



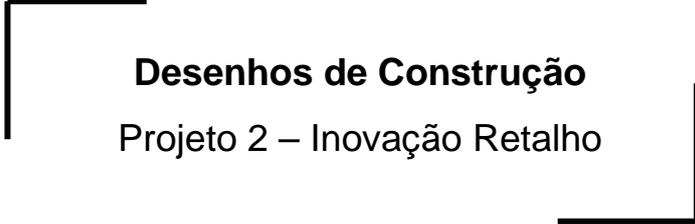
Corpo  
(1:2)



Detalhe Conjunto  
(1:2)



MATERIAIS: <b>Alumínio</b>	ACABAMENTO: --	NOTAS: <b>Quinagueda</b> (produção: Corte a laser e Soldadura)	PEÇA: <b>Base</b>	DESENHO Nº: 1 / 1	DESENHADO POR: TC	
A ESTE DESENHO APLICA-SE A LEI 45/85 DE 17 SET, O CODIGO DOS DIREITOS DE AUTOR E OUTROS DIREITOS CONEXOS			DESCRIÇÃO / PRODUTO: <b>Projeto Sias - Conceito Teste Impressão 3D</b>	ESCALA: 1:2	PAPEL: A3	
ETAPA: <input type="checkbox"/> Orçamento	REVISÃO: <input checked="" type="checkbox"/> Produção	DATA DE REVISÃO: --	REVISÃO: <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	REVISADO POR: --	REVISÃO Nº: --	Unidades: mm
PLM.097.00						



**Desenhos de Construção**  
Projeto 2 – Inovação Retalho

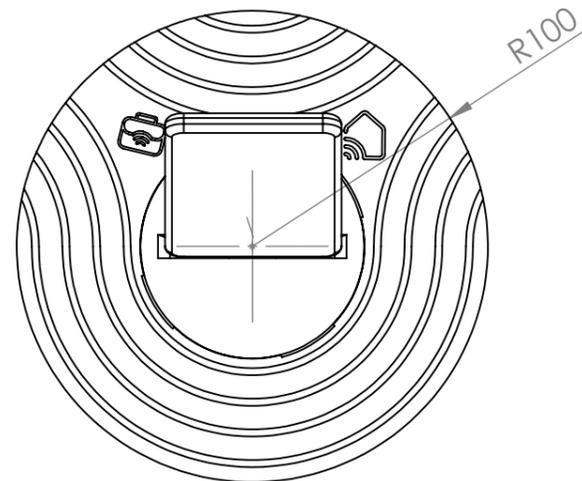
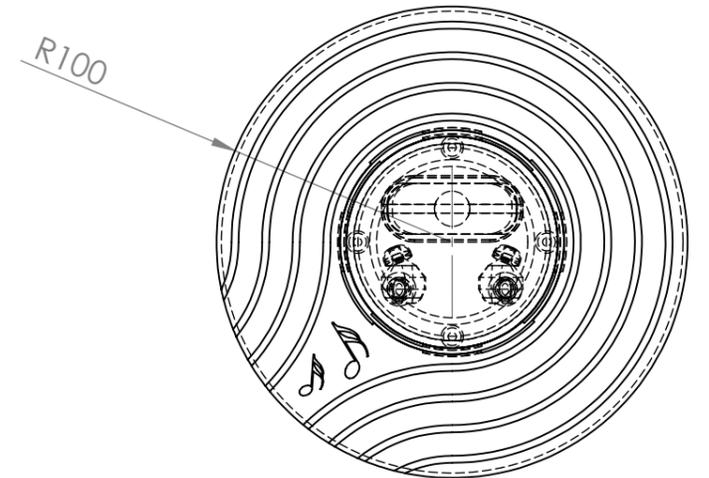
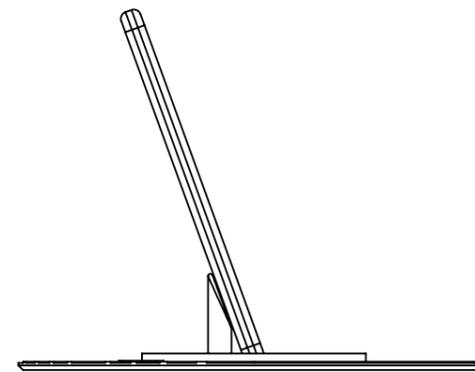
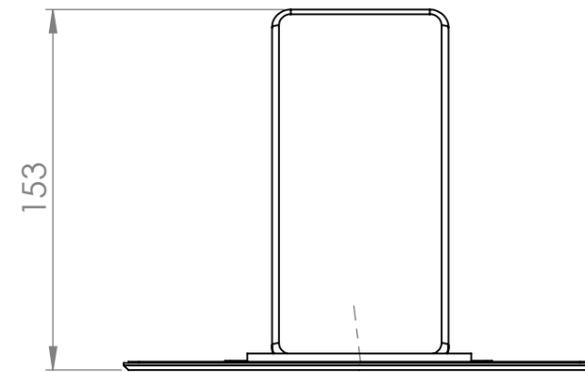
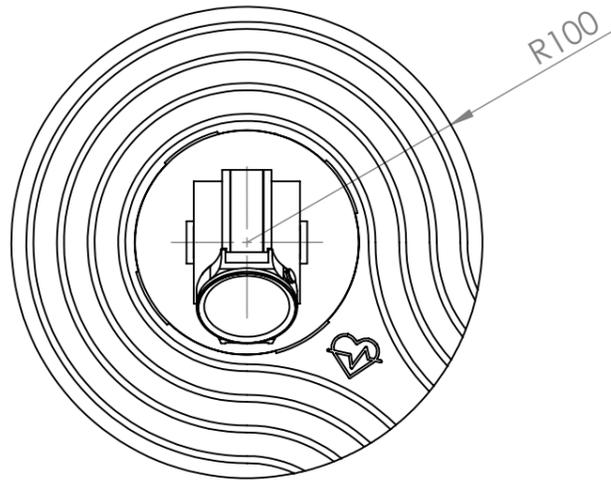
## Conjunto Smartwatch



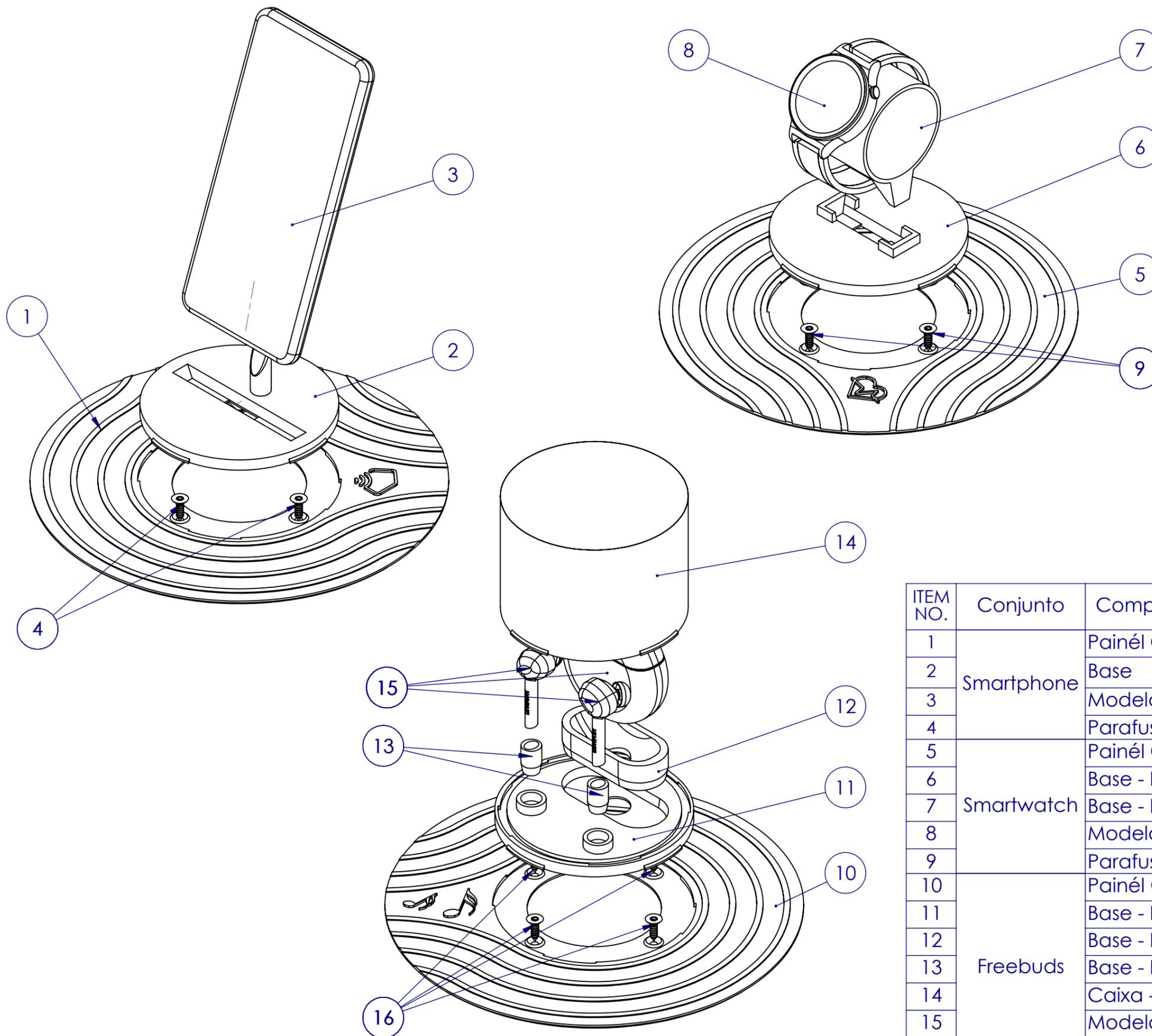
## Conjunto Freebuds



## Conjunto Smartphone

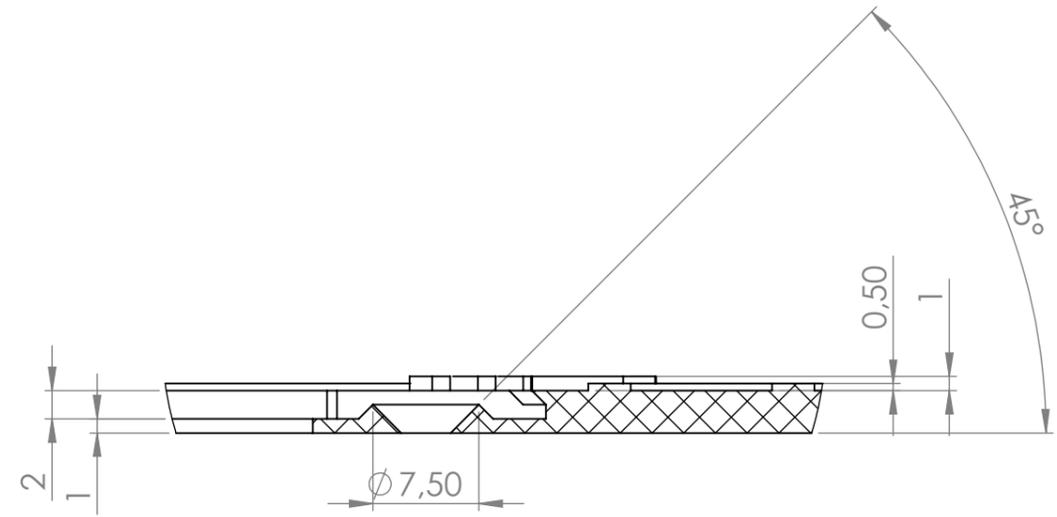


MATERIAIS: --	ACABAMENTO: --	NOTAS: --	PEÇA Desenho Conjunto - Ecossistema Huawei	DESENHO Nº 1 / 1	DESENHADO POR TC		
			DESCRIÇÃO / PRODUTO Projeto Inovação Retalho - Conceito Teste Impressão 3D	ESCALA 1:3	PAPEL A3		DATA DE DESENHO 07-09-2021
PLM.097.00	A ESTE DESENHO APLICA-SE A LEI 45/85 DE 17 SET, O CODIGO DOS DIREITOS DE AUTOR E OUTROS DIREITOS CONEXOS		ETAPA <input type="checkbox"/> Orçamento <input checked="" type="checkbox"/> Produção	REVISÃO <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	DATA DE REVISÃO --	REVISÃO Nº --	

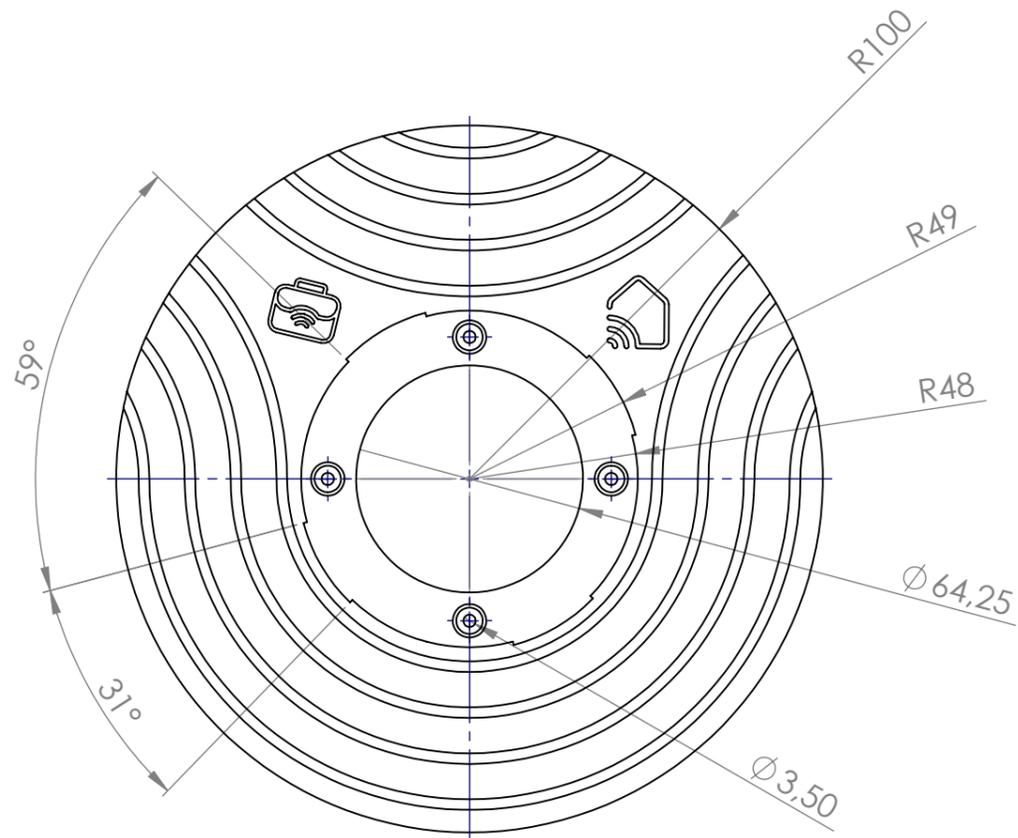


ITEM NO.	Conjunto	Componente	Observação	QTY.
1	Smartphone	Painél Circular	Impressão 3D - PLM, Plural	1
2		Base	Impressão 3D - PLM, Plural	1
3		Modelo	Componente Normalizado	1
4		Parafusos	Pecol - Din 7982   Ø3.5   9.5 mm	4
5	Smartwatch	Painél Circular	Impressão 3D - PLM, Plural	1
6		Base - Peça 1	Impressão 3D - PLM, Plural	1
7		Base - Peça 2	Impressão 3D - PLM, Plural	1
8		Modelo	Componente Normalizado	1
9		Parafusos	Pecol - Din 7982   Ø3.5   9.5 mm	4
10	Freebuds	Painél Circular	Impressão 3D - PLM, Plural	1
11		Base - Peça 1	Impressão 3D - PLM, Plural	1
12		Base - Peça 2	Impressão 3D - PLM, Plural	1
13		Base - Peça 3	Impressão 3D - PLM, Plural	2
14		Caixa - Vitrine	Produção - Empresa: Moldacril	1
15		Modelo	Componente Normalizado	1
16		Parafusos	Pecol - Din 7982   Ø3.5   9.5 mm	4

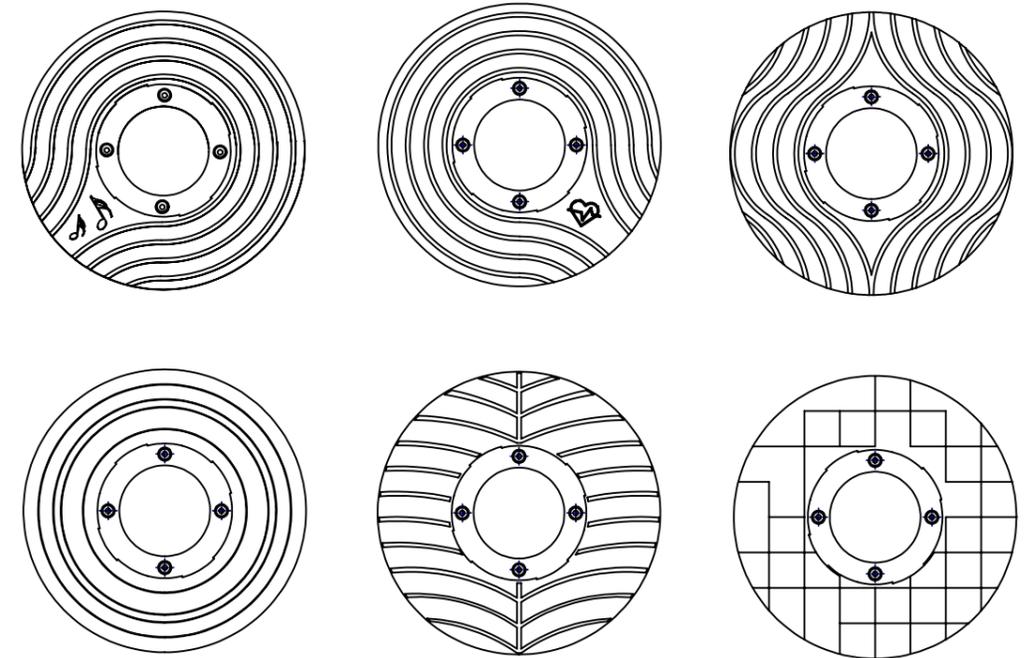
MATERIAIS:	ACABAMENTO:	NOTAS:	PEÇA	DESENHO Nº	DESENHADO POR		
--	--	--	Lista Componentes - Ecossistema Huawei	1 / 1	TC		
			DESCRIÇÃO / PRODUTO	ESCALA	PAPEL	DATA DE DESENHO	
			Projeto Inovação Retalho - Conceito Teste Impressão 3D	1:2	A3	07-09-2021	
			ETAPA	REVISÃO	DATA DE REVISÃO	REVISÃO Nº	
			<input type="checkbox"/> Orçamento	<input checked="" type="checkbox"/> Produção	<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não	--
PLM.097.00	A ESTE DESENHO APLICA-SE A LEI 45/85 DE 17 SET, O CODIGO DOS DIREITOS DE AUTOR E OUTROS DIREITOS CONEXOS						Unidades: mm



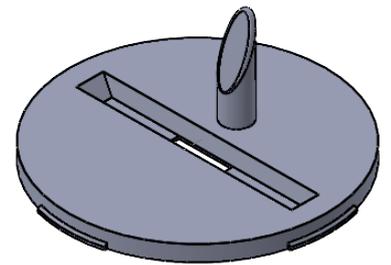
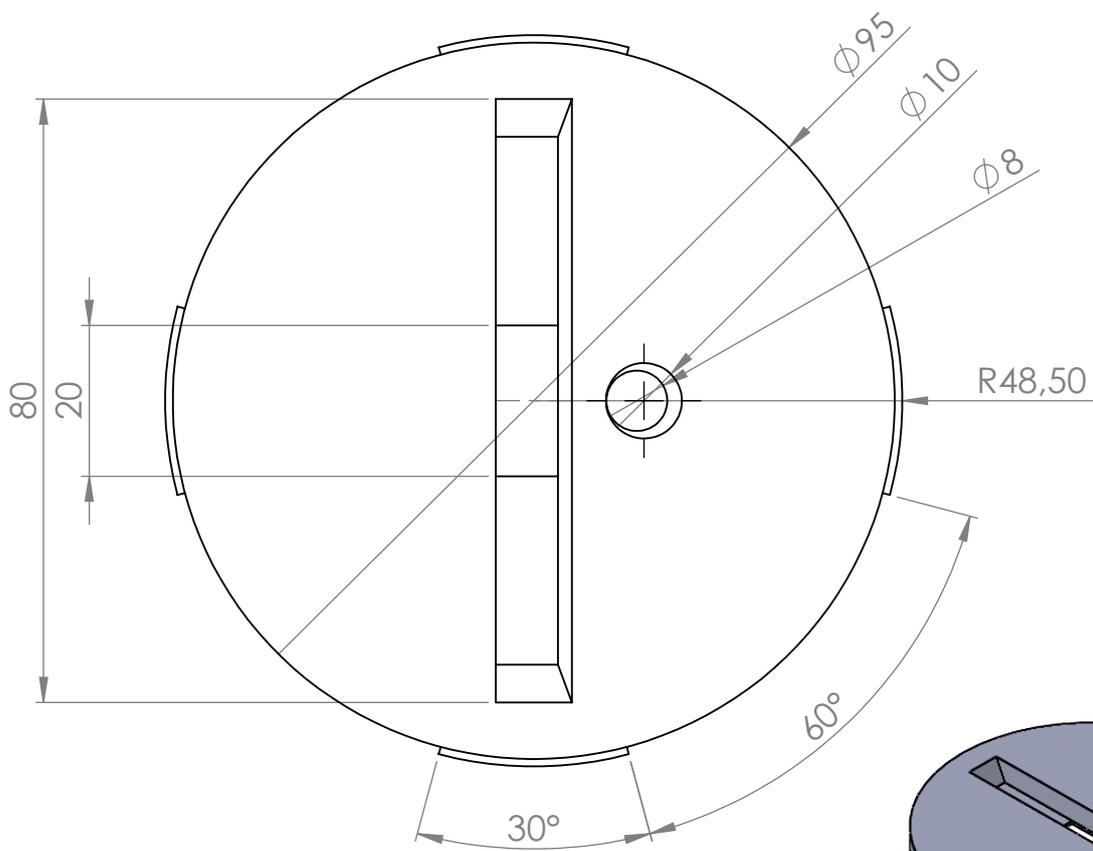
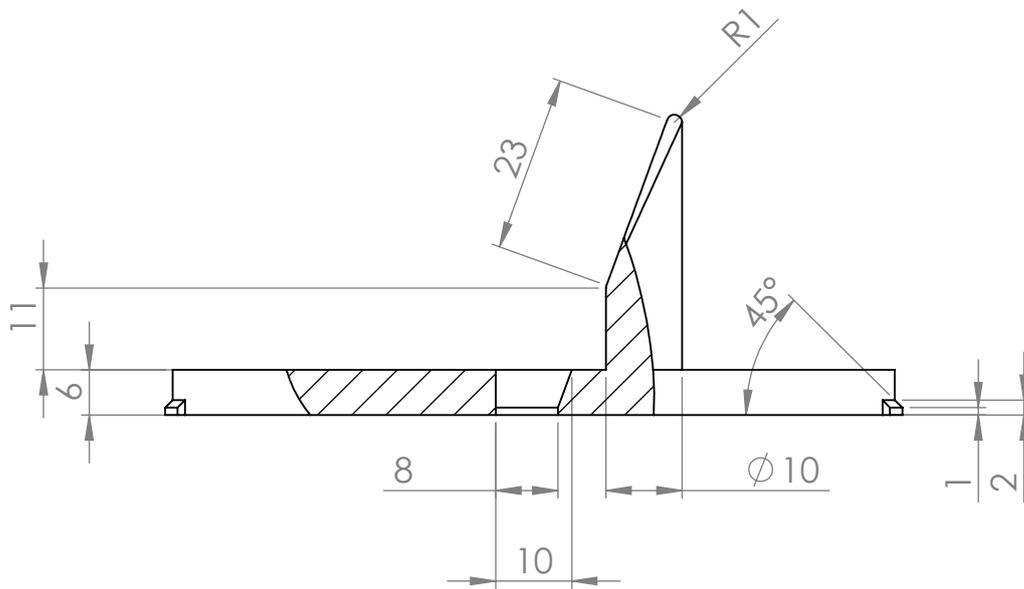
DETAIL A  
SCALE 2:1



Variantes  
(1:5)



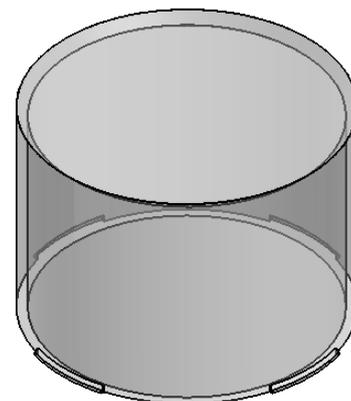
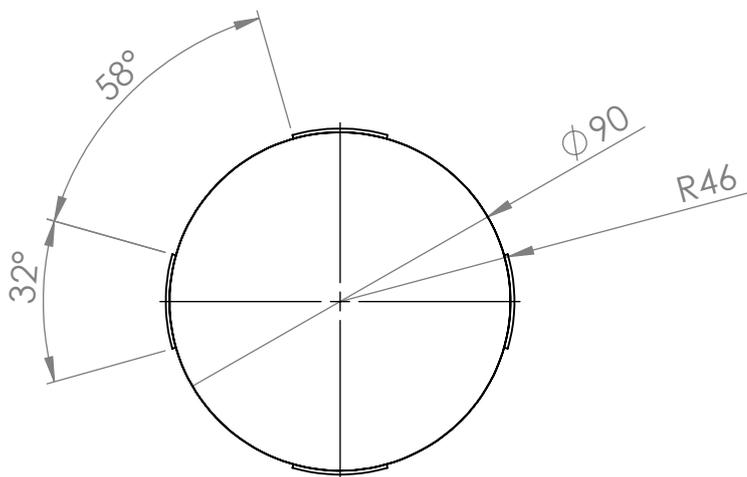
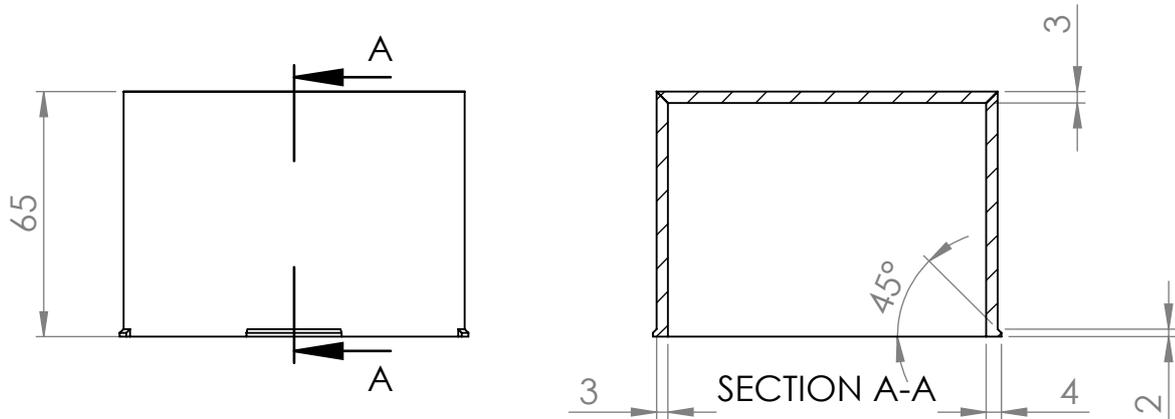
<p>MATERIAIS:</p> <p><b>Filamento PLA</b></p>	<p>ACABAMENTO:</p> <p>--</p>	<p>NOTAS:</p> <p><b>Impressão 3D</b></p>	<p>PEÇA</p> <p><b>Painél Circular</b></p> <p>DESCRIÇÃO / PRODUTO</p> <p><b>Projeto Inovação Retalho - Conceito Teste Impressão 3D</b></p> <p>ETAPA</p> <p><input type="checkbox"/> Orçamento <input checked="" type="checkbox"/> Produção <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não</p>	<p>DESENHO Nº</p> <p>1 / 1</p> <p>ESCALA</p> <p>1:2</p> <p>PAPEL</p> <p>A3</p> <p>REVISÃO Nº</p> <p>--</p>	<p>DESENHADO POR</p> <p>TC</p> <p>DATA DE DESENHO</p> <p>07-09-2021</p> <p>REVISÃO Nº</p> <p>--</p>	 <p>Unidades: mm</p>
<p>PLM.097.00</p> <p>A ESTE DESENHO APLICA-SE A LEI 45/85 DE 17 SET, O CODIGO DOS DIREITOS DE AUTOR E OUTROS DIREITOS CONEXOS</p>						



MATERIAIS:		ACABAMENTO:		NOTAS:	
Filamento PLA		--		Impressão 3D	
PLM.097.00 PEÇA		A ESTE DESENHO APLICA-SE A LEI 45/85 DE 17 SET, O CODIGO DOS DIREITOS DE AUTOR E OUTROS DIREITOS CONEXOS			
Base - Smartphone			DESENHO Nº	DESENHADO POR	
DESCRIÇÃO / PRODUTO			1 / 1	TC	
Projeto Inovação Retalho - Conceito Teste Impressão 3D			ESCALA	PAPEL	DATA DE DESENHO
			1:1	A4	07-09-2021
ETAPA	REVISÃO	DATA DE REVISÃO	REVISTO POR	REVISÃO Nº	
<input type="checkbox"/> Orçamento	<input checked="" type="checkbox"/> Produção	<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não	--	--
					Unidades: mm

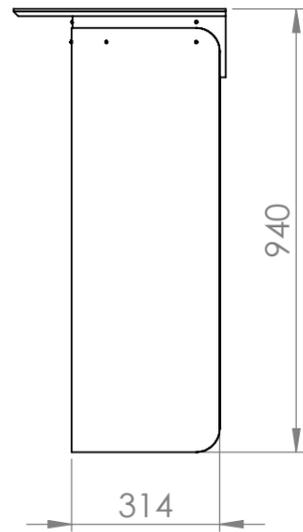




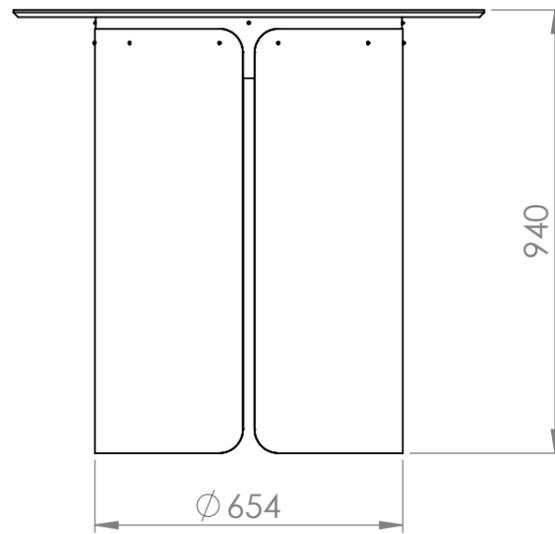


MATERIAIS:  Acrílico PVC		ACABAMENTO:  --	NOTAS:  Moldacril (Produção: Corte a Laser e Colagem)	
PLM.097.00 PEÇA		A ESTE DESENHO APLICA-SE A LEI 45/85 DE 17 SET, O CODIGO DOS DIREITOS DE AUTOR E OUTROS DIREITOS CONEXOS		
Caixa Freebuds - Vitrine		DESENHO Nº 1 / 1	DESENHADO POR TC	
DESCRIÇÃO / PRODUTO Projeto Inovação Retalho - Conceito Teste Impressão 3D		ESCALA 1:2	PAPEL A4	DATA DE DESENHO 07-09-2021
ETAPA <input type="checkbox"/> Orçamento <input checked="" type="checkbox"/> Produção	REVISÃO <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	DATA DE REVISÃO --	REVISTO POR --	REVISÃO Nº --
				  Unidades: mm

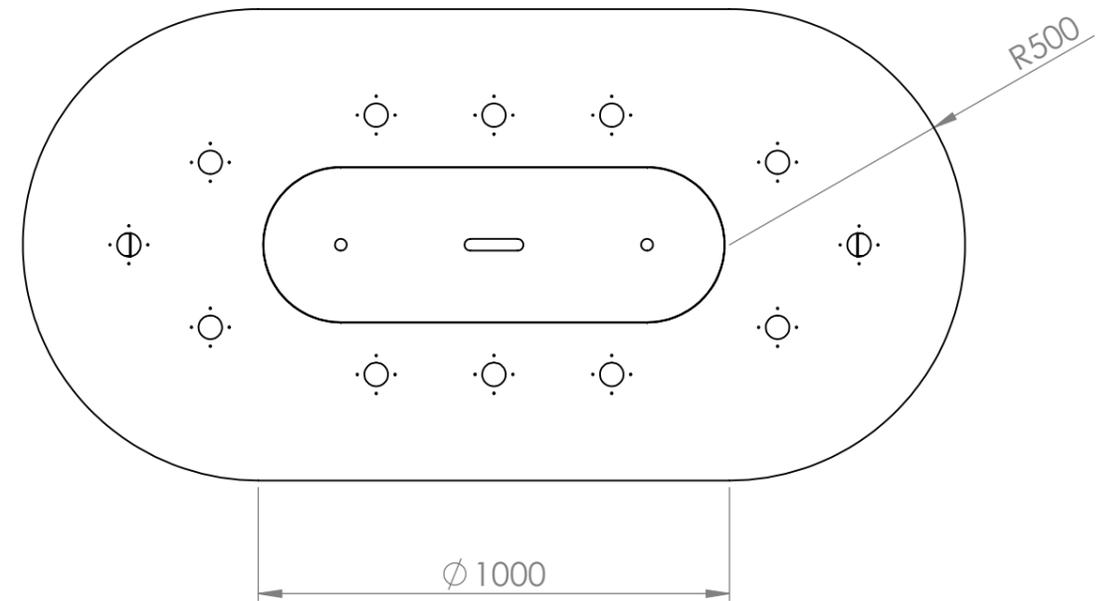
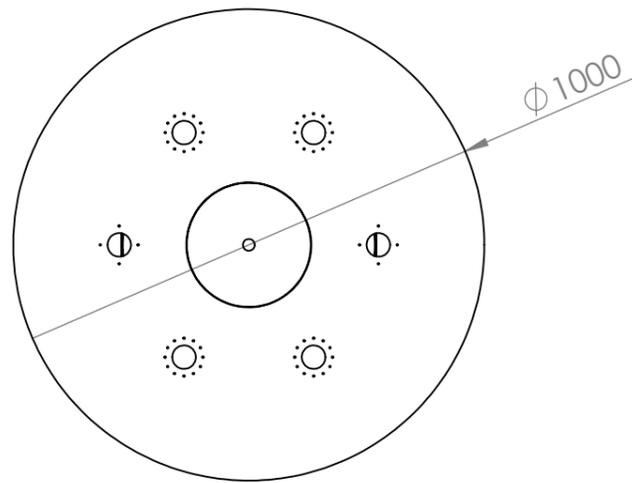
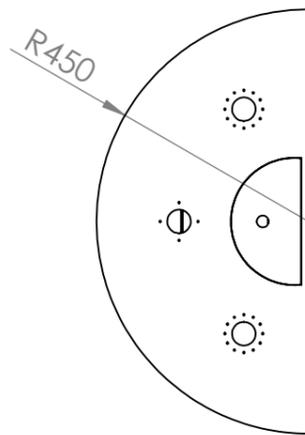
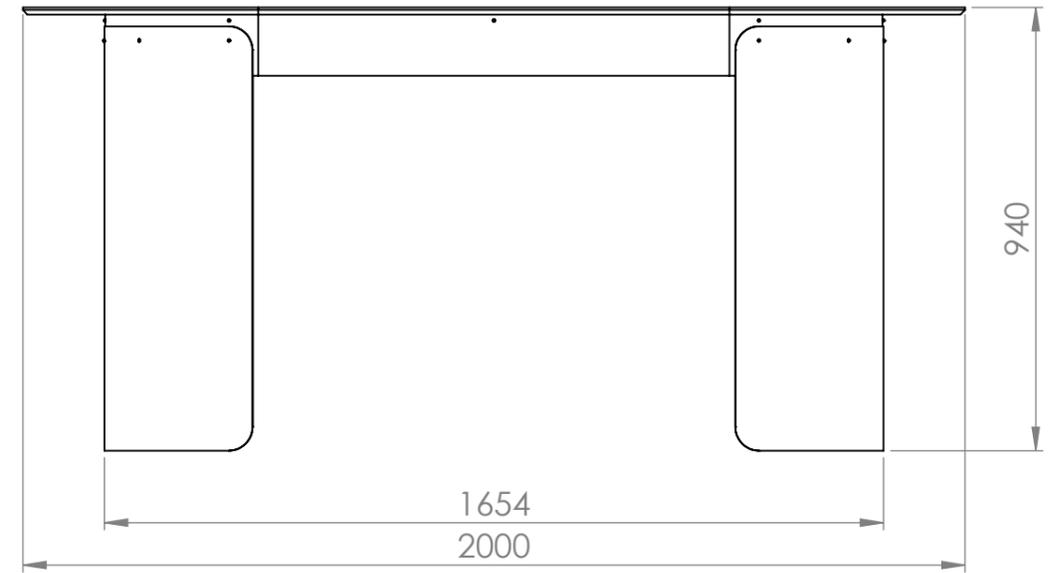
Versão 1



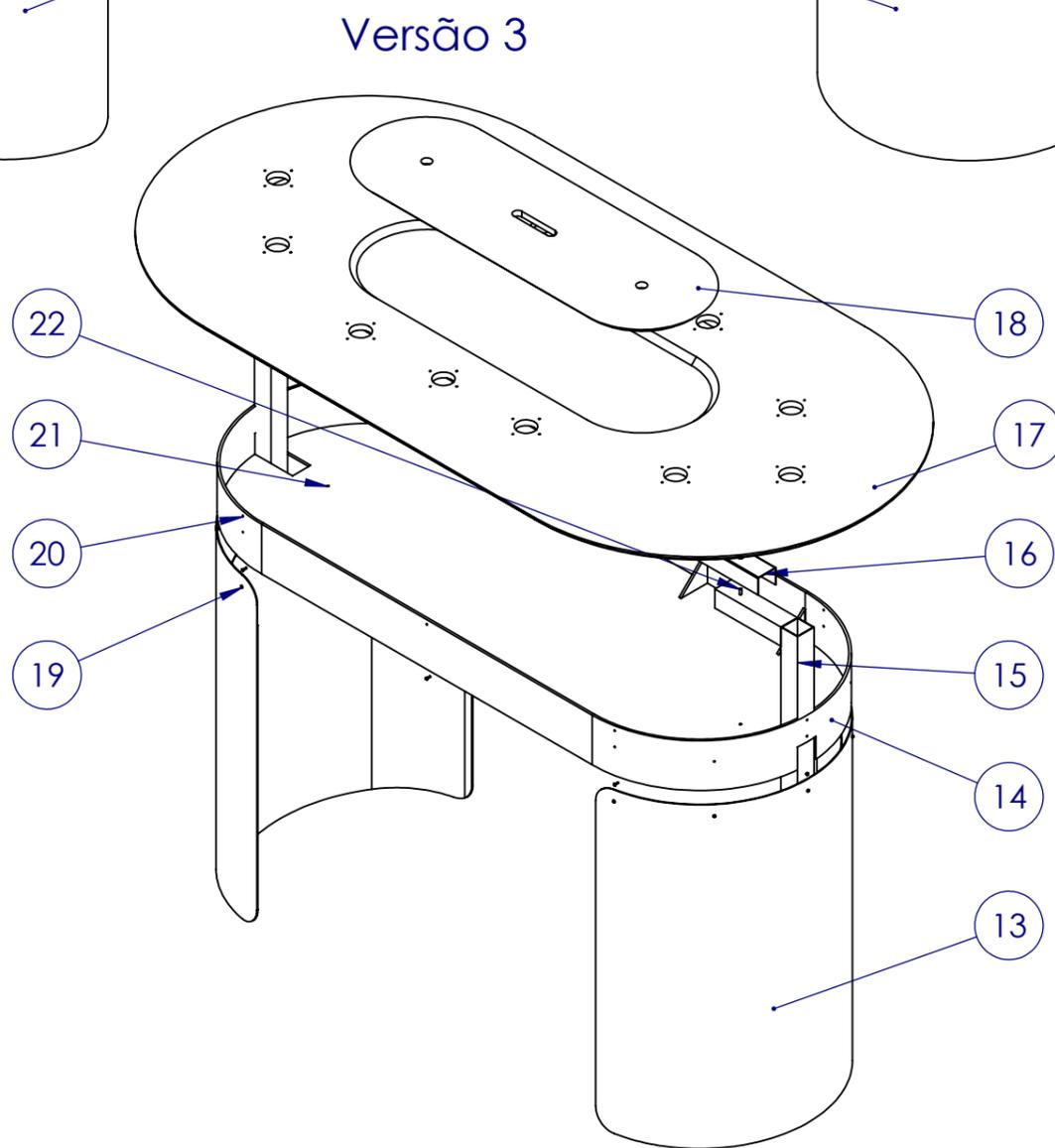
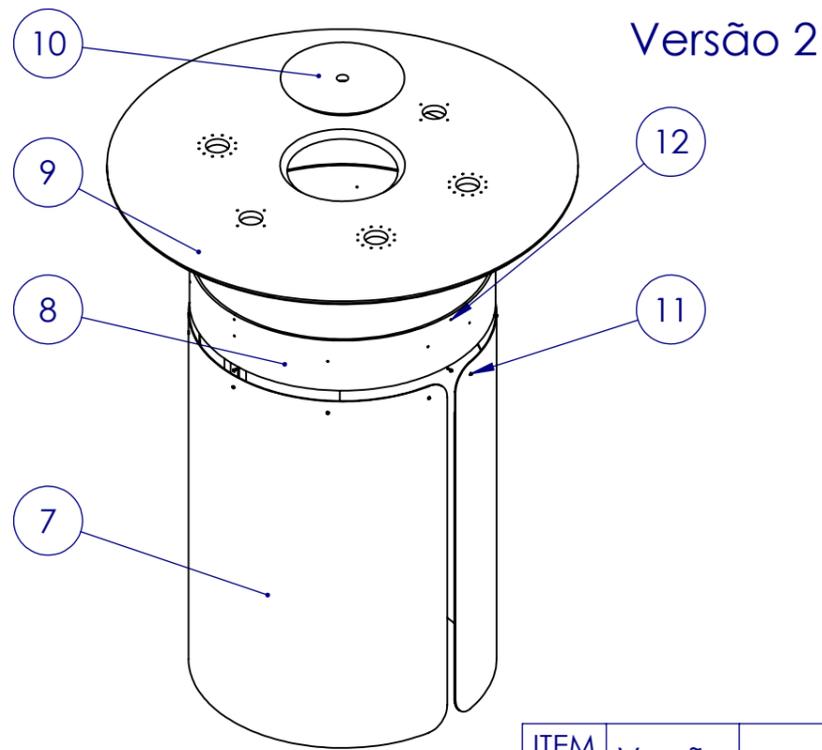
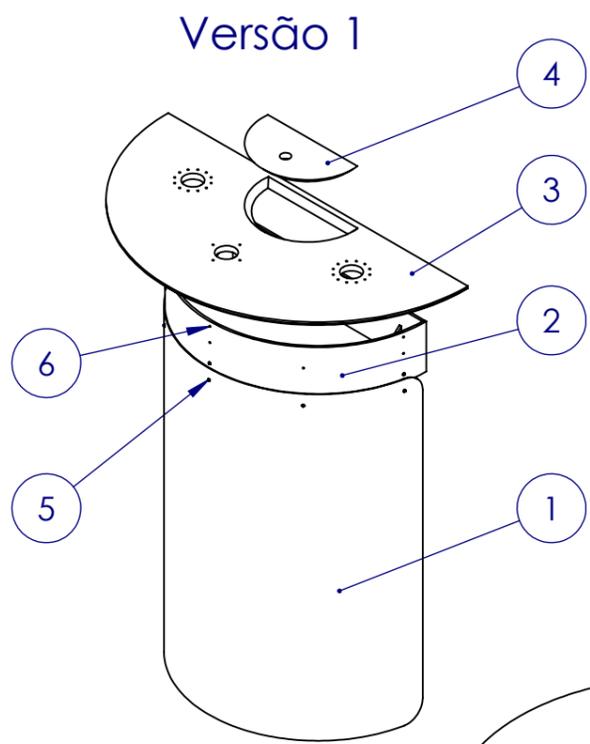
Versão 2



Versão 3



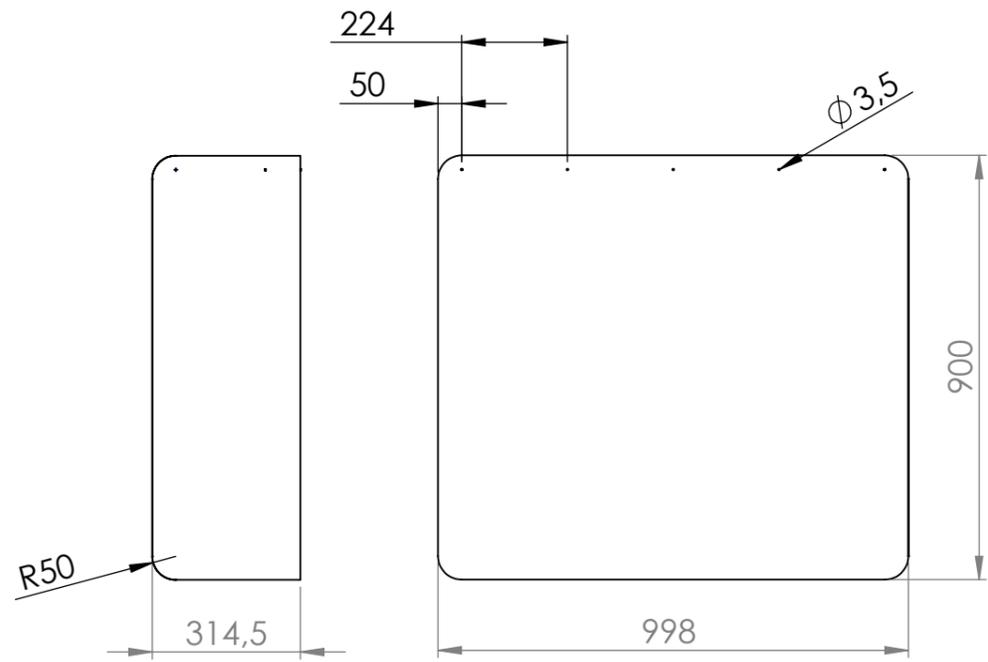
MATERIAIS: --	ACABAMENTO: --	NOTAS: --	PEÇA Desenho Conjunto - Sistema de Exposição	DESENHO Nº 1 / 1	DESENHADO POR TC			
			DESCRIÇÃO / PRODUTO Projeto Inovação Retalho - Conceito Teste Impressão 3D	ESCALA 1:20	PAPEL A3		DATA DE DESENHO 07-09-2021	
PLM.097.00	A ESTE DESENHO APLICA-SE A LEI 45/85 DE 17 SET, O CODIGO DOS DIREITOS DE AUTOR E OUTROS DIREITOS CONEXOS		ETAPA <input type="checkbox"/> Orçamento <input checked="" type="checkbox"/> Produção	REVISÃO <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	DATA DE REVISÃO --	REVISTO POR --	REVISÃO Nº --	Unidades: mm



ITEM NO.	Versão	Componente	Observação	QTY.
1	1	Apoio Inferior	Produção - Empresa: Quinagueda	1
2		Corpo - Peça 2	Produção - Empresa: Moldacril	1
3		Corpo - Peça 1	Produção - Empresa: Moldacril	1
4		ISO 7045 - M3 x 8 - Z - 8N	Produção - Empresa: Moldacril	1
5		Parafusos	Pecol (Din 7981   Ø3.5   9.5 mm)	5
6		Parafusos	Pecol (Din 7981   Ø3.5   13 mm)	3
7	2	Apoio Inferior	Produção - Empresa: Quinagueda	2
8		Corpo - Peça 2	Produção - Empresa: Moldacril	1
9		Corpo - Peça 1	Produção - Empresa: Moldacril	1
10		Corpo - Peça 3	Produção - Empresa: Moldacril	1
11		Parafusos	Pecol (Din 7981   Ø3.5   9.5 mm)	10
12		Parafusos	Pecol (Din 7981   Ø3.5   13 mm)	4
13	3	Apoio Inferior	Produção - Empresa: Quinagueda	2
14		Corpo - Peça 2	Produção - Empresa: Moldacril	1
15		Estrutura Interna - Peça 1	Produção - Empresa: Quinagueda	2
16		Estrutura Interna - Peça 2	Produção - Empresa: Quinagueda	1
17		Corpo - Peça 1	Produção - Empresa: Moldacril	1
18		Corpo - Peça 3	Produção - Empresa: Moldacril	1
19		Parafusos	Pecol (Din 7981   Ø3.5   9.5 mm)	10
20		Parafusos	Pecol (Din 7981   Ø3.5   13 mm)	8
21		Parafusos	Pecol (Din 965   Ø5   70 mm)	2
22		Rosca	Pecol (Din 6923   Ø5)	2

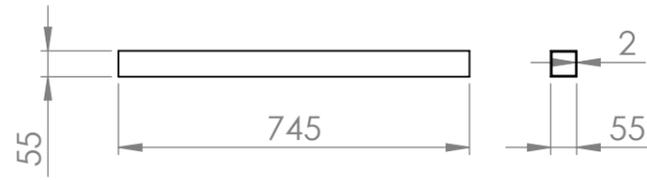
MATERIAIS: --	ACABAMENTO: --	NOTAS: --	DESENHO Nº 1 / 1	DESENHADO POR TC		
DESCRIÇÃO / PRODUTO Projeto Inovação Retalho - Conceito Teste Impressão 3D			ESCALA 1:15	PAPEL A3		DATA DE DESENHO 07-09-2021
ETAPA			REVISÃO	DATA DE REVISÃO	REVISADO POR	REVISÃO Nº
<input type="checkbox"/> Orçamento <input checked="" type="checkbox"/> Produção			<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	--	--	--
PLM.097.00	A ESTE DESENHO APLICA-SE A LEI 45/85 DE 17 SET, O CODIGO DOS DIREITOS DE AUTOR E OUTROS DIREITOS CONEXOS					

### Chapa Exterior

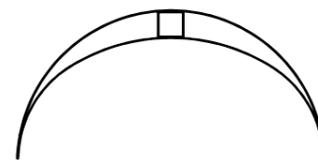
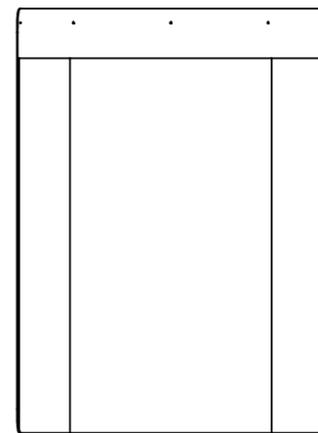


(Planificação)

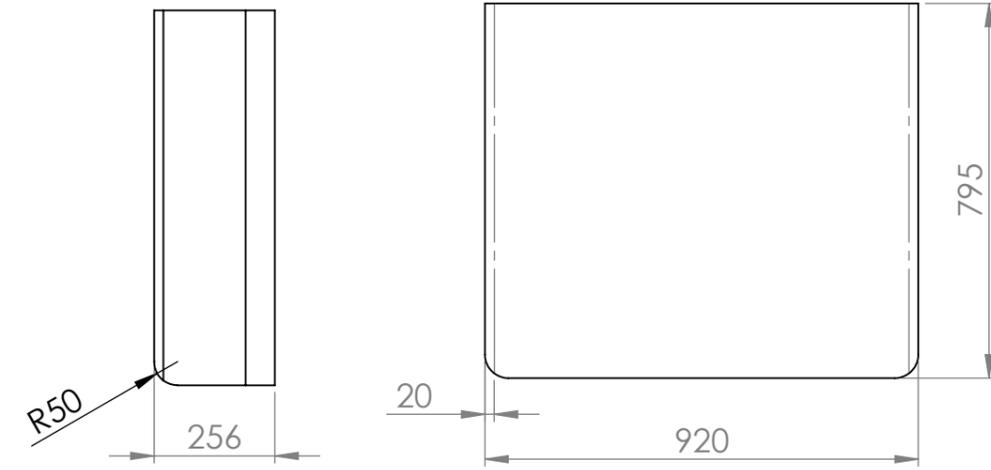
### Tubo Interno



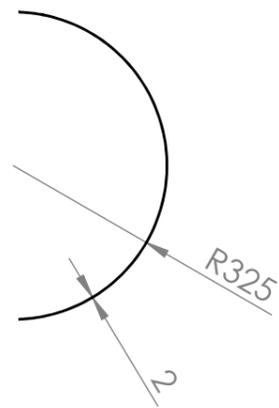
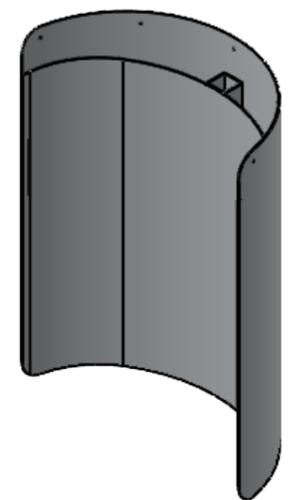
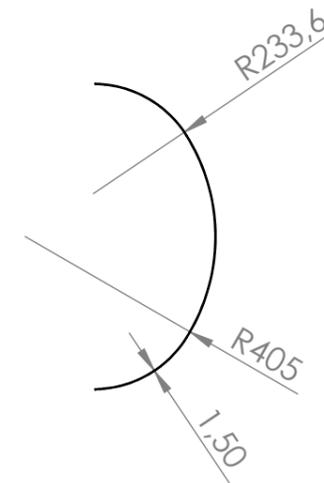
Detalhe Conjunto (1:15)



### Chapa Interior

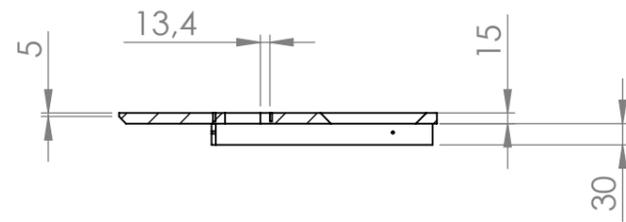


(Planificação)



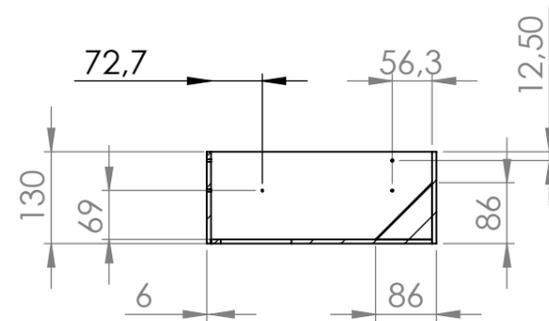
MATERIAIS: <b>Alumínio</b>	ACABAMENTO: --	NOTAS: <b>Quinagueda (Produção: Corte a Laser, Dobragem e Soldadura)</b>	PEÇA: <b>Apoio Inferior</b>	DESENHO Nº: 1 / 1	DESENHADO POR: TC		
A ESTE DESENHO APLICA-SE A LEI 45/85 DE 17 SET, O CODIGO DOS DIREITOS DE AUTOR E OUTROS DIREITOS CONEXOS			DESCRIÇÃO / PRODUTO: <b>Projeto Inovação Retalho - Conceito Teste Impressão 3D</b>	ESCALA: 1:15	PAPEL: A3		DATA DE DESENHO: 07-09-2021
PLM.097.00			ETAPA: <input type="checkbox"/> Orçamento <input checked="" type="checkbox"/> Produção	REVISÃO: <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	DATA DE REVISÃO: --	REVISÃO Nº: --	Unidades: mm

Peça 1



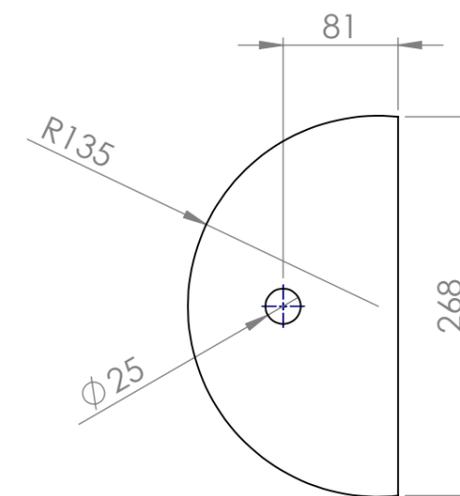
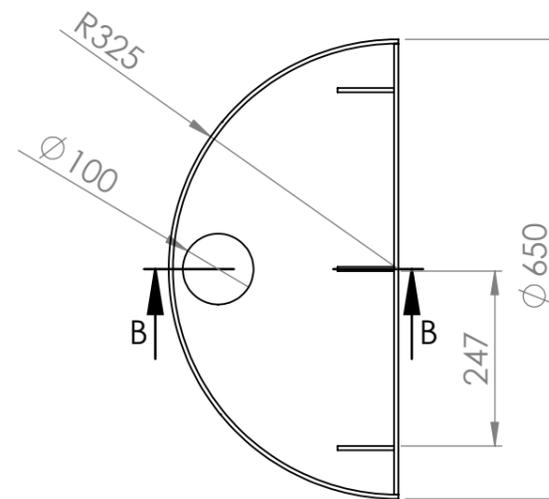
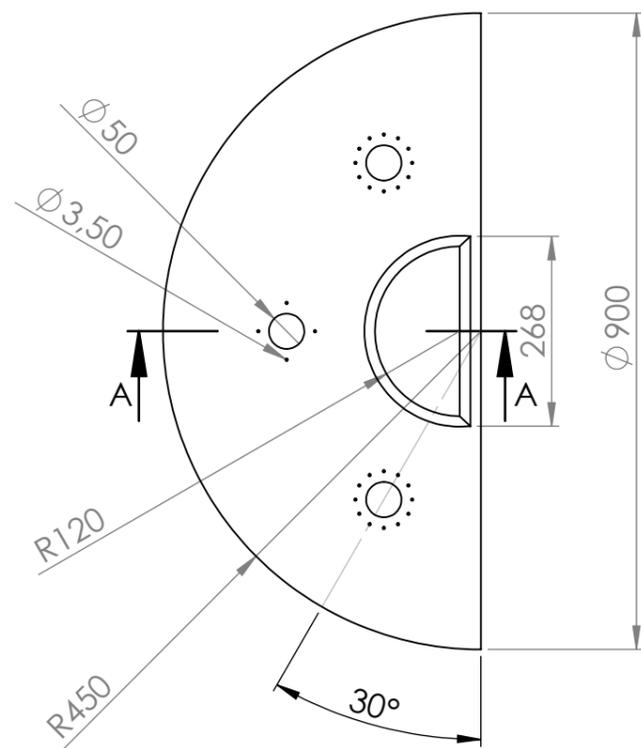
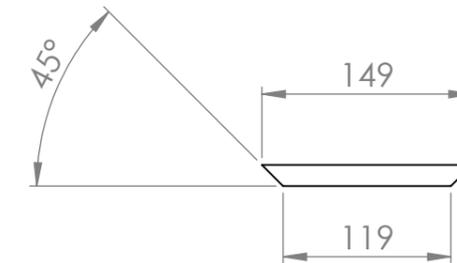
SECTION A-A

Peça 2

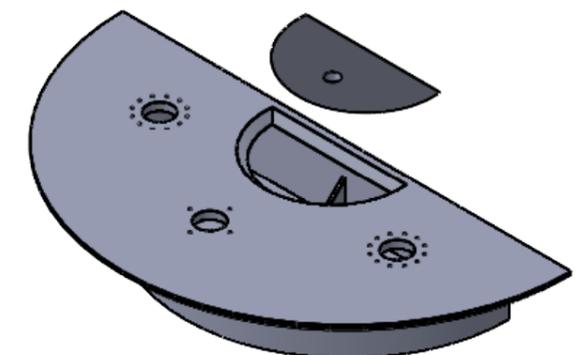
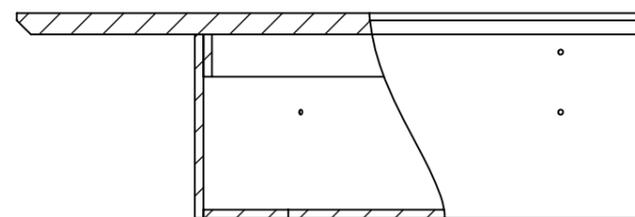


SECTION B-B

Peça 3

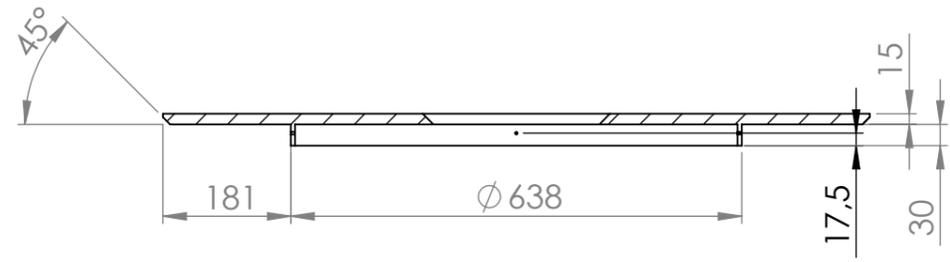


Detalhe Conjunto  
(1:5)



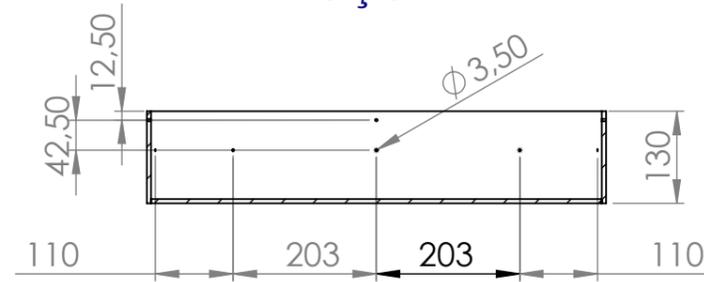
MATERIAIS: <b>Acrílico PVC</b>	ACABAMENTO: --	NOTAS: <b>Moldacril (Produção: Corte a Laser e Colagem)</b>	PEÇA: <b>Corpo - Versão 1</b>	DESENHO Nº: 1 / 1	DESENHADO POR: TC			
A ESTE DESENHO APLICA-SE A LEI 45/85 DE 17 SET, O CODIGO DOS DIREITOS DE AUTOR E OUTROS DIREITOS CONEXOS			DESCRIÇÃO / PRODUTO: <b>Projeto Inovação Retalho - Conceito Teste Impressão 3D</b>	ESCALA: 1:10	PAPEL: A3		DATA DE DESENHO: 07-09-2021	
PLM.097.00			ETAPA: <input type="checkbox"/> Orçamento <input checked="" type="checkbox"/> Produção	REVISÃO: <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	DATA DE REVISÃO: --	REVISADO POR: --	REVISÃO Nº: --	Unidades: mm

Peça 1



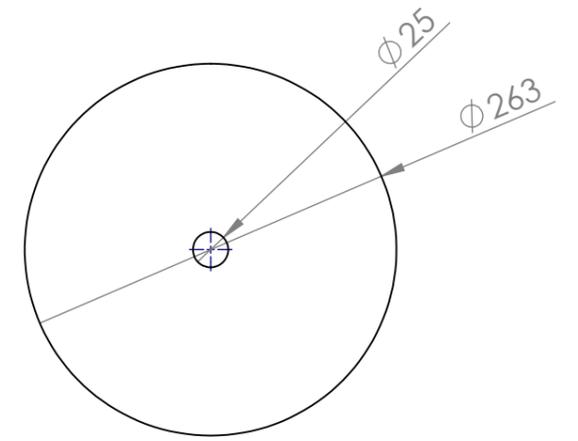
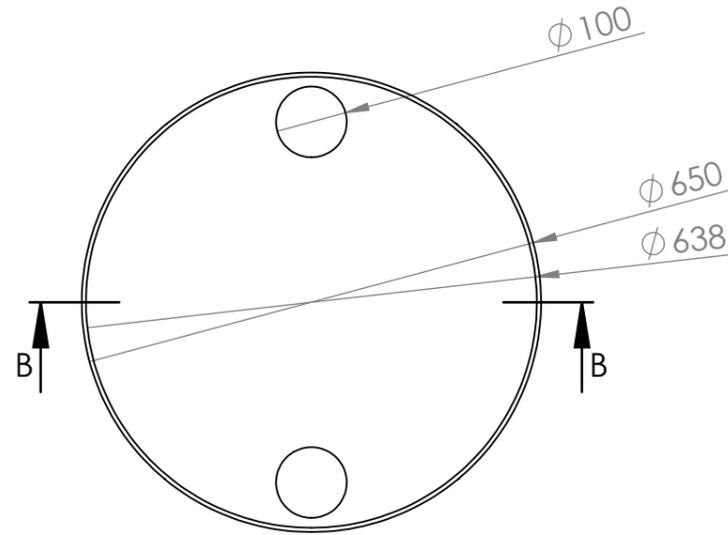
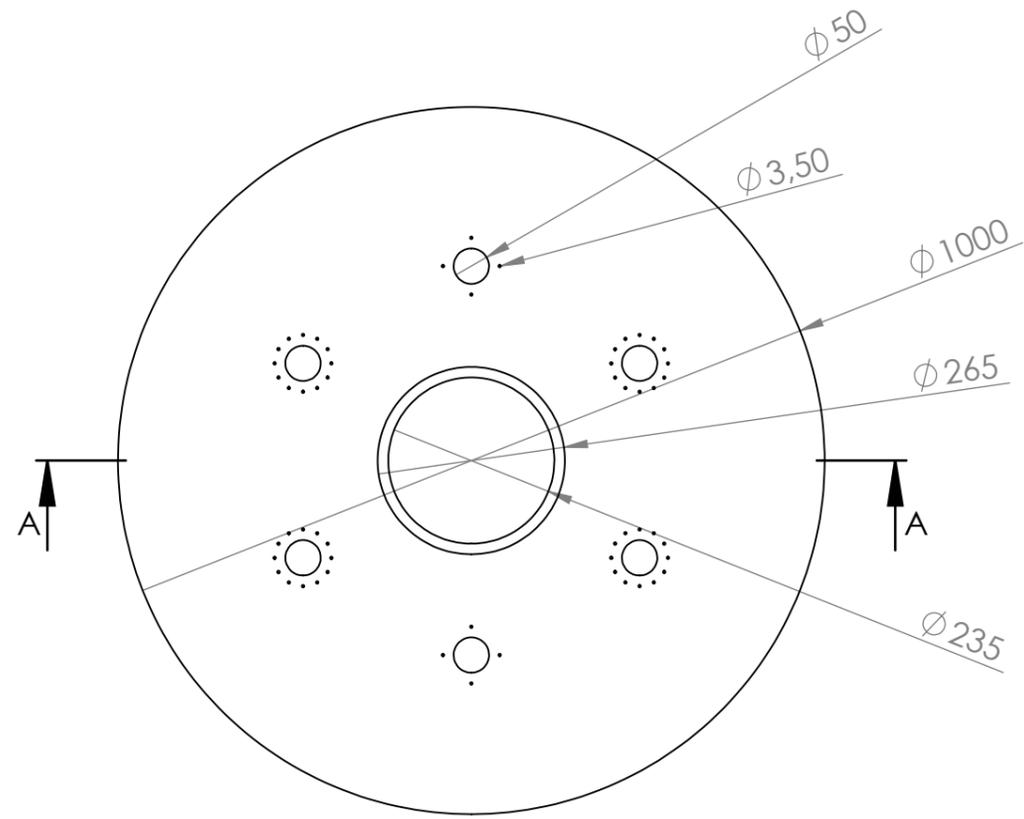
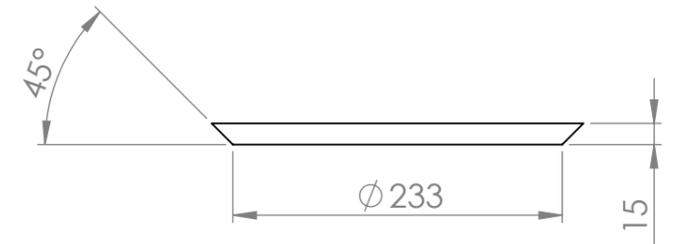
SECTION A-A

Peça 2

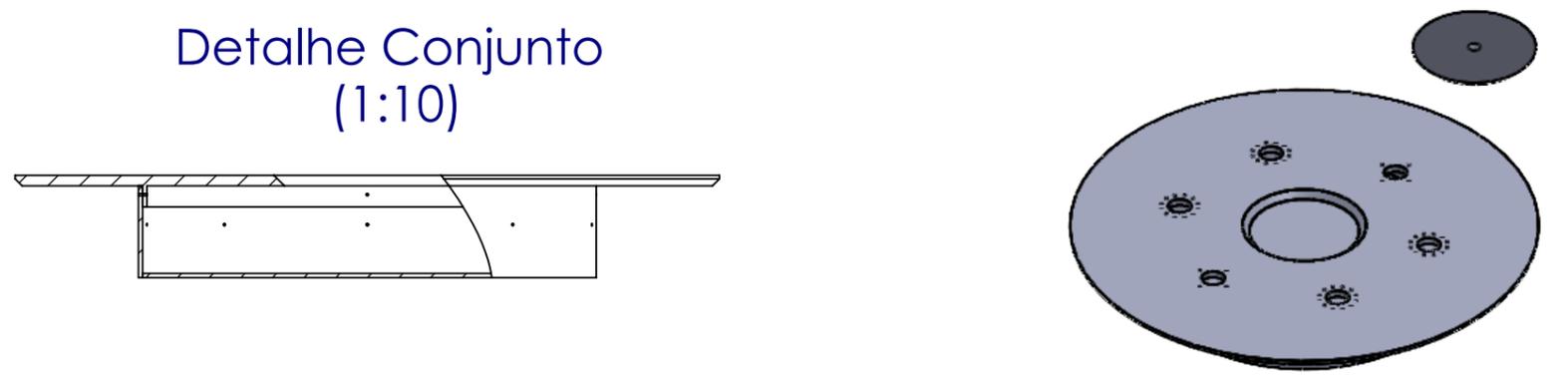


SECTION B-B

Peça 3



Detalhe Conjunto (1:10)

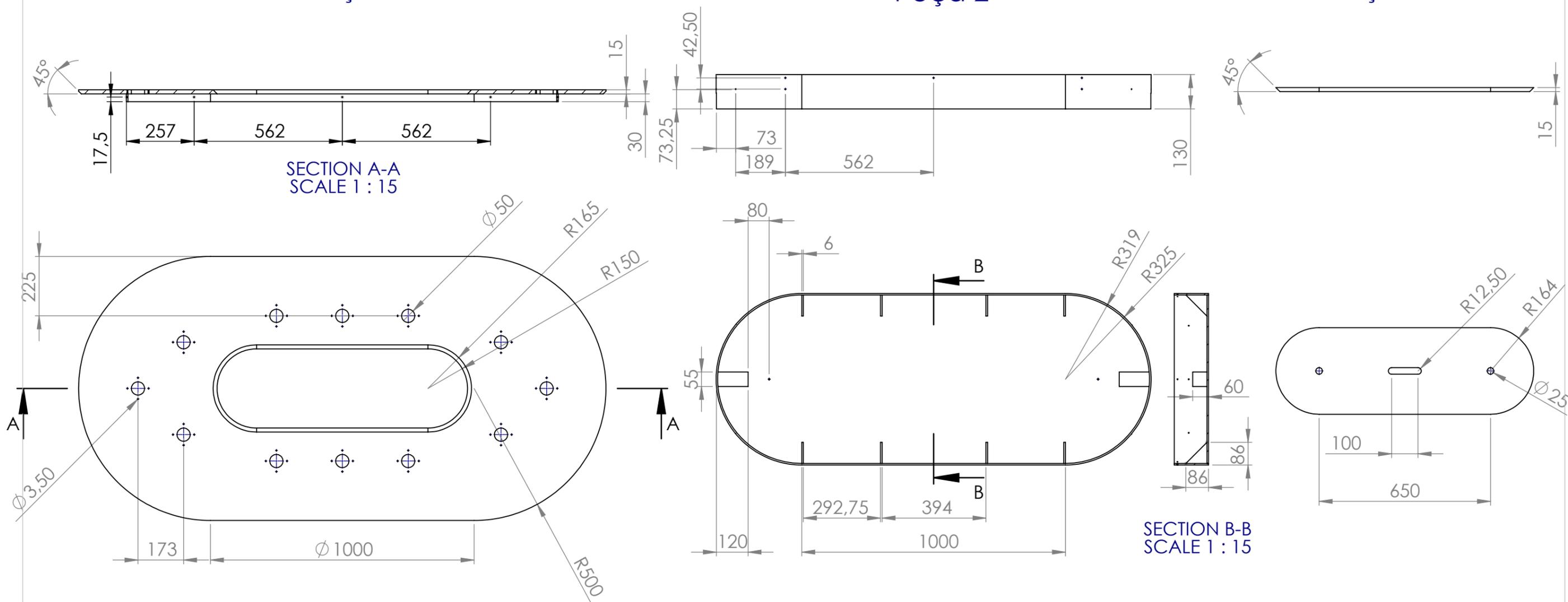


MATERIAIS: <b>Acrílico PVC</b>	ACABAMENTO: --	NOTAS: <b>Moldacril (Produção: Corte a Laser e Colagem)</b>	PEÇA: <b>Corpo - Versão 2</b>	DESENHO Nº: 1 / 1	DESENHADO POR: TC			
A ESTE DESENHO APLICA-SE A LEI 45/85 DE 17 SET, O CODIGO DOS DIREITOS DE AUTOR E OUTROS DIREITOS CONEXOS			DESCRÇÃO / PRODUTO: <b>Projeto Inovação Retalho - Conceito Teste Impressão 3D</b>	ESCALA: 1:10	PAPEL: A3		DATA DE DESENHO: 07-08-2021	
PLM.097.00			ETAPA: <input type="checkbox"/> Orçamento <input checked="" type="checkbox"/> Produção	REVISÃO: <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	DATA DE REVISÃO: --	REVISTO POR: --	REVISÃO Nº: --	Unidades: mm

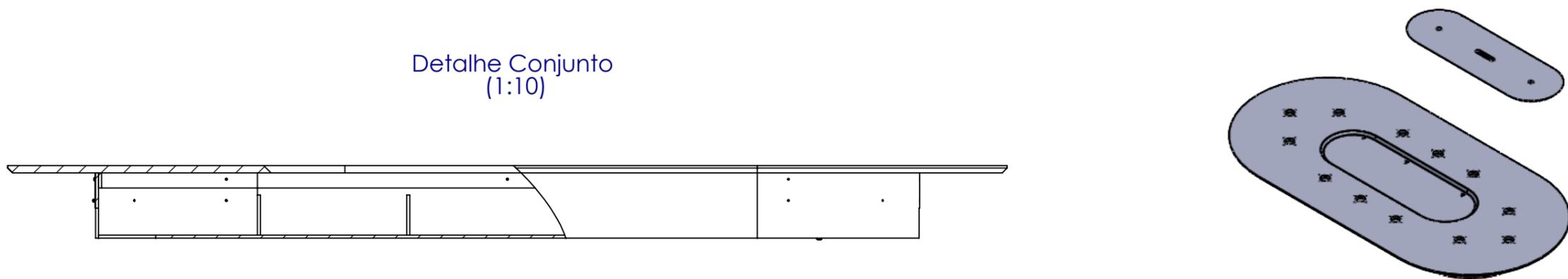
### Peça 1

### Peça 2

### Peça 3

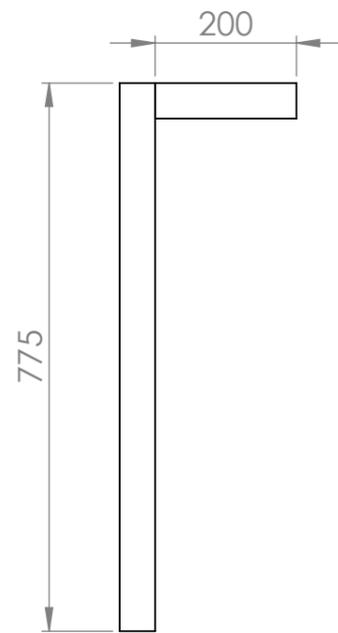
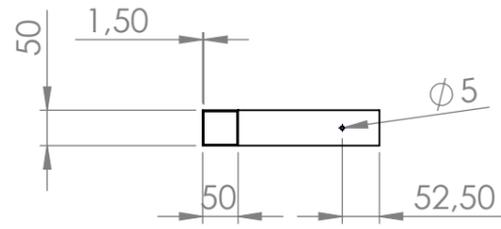


Detalhe Conjunto (1:10)

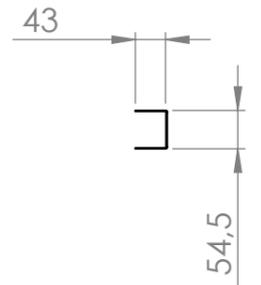
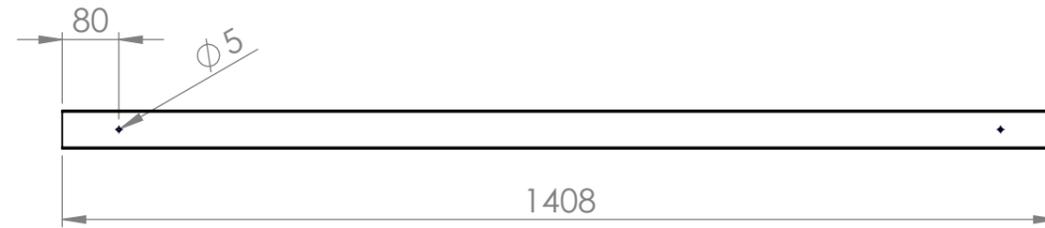


MATERIAIS: <b>Acrílico PVC</b>	ACABAMENTO: --	NOTAS: <b>Moldacril (Produção: Corte a Laser e Colagem)</b>	PEÇA: <b>Corpo - Versão 3</b>	DESENHO Nº: 1 / 1	DESENHADO POR: TC			
A ESTE DESENHO APLICA-SE A LEI 45/85 DE 17 SET, O CODIGO DOS DIREITOS DE AUTOR E OUTROS DIREITOS CONEXOS			DESCRIÇÃO / PRODUTO: <b>Projeto Inovação Retalho - Conceito Teste Impressão 3D</b>	ESCALA: 1:15	PAPEL: A3		DATA DE DESENHO: 07-09-2021	
PLM.097.00			ETAPA: <input type="checkbox"/> Orçamento <input checked="" type="checkbox"/> Produção	REVISÃO: <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	DATA DE REVISÃO: --	REVISADO POR: --	REVISÃO Nº: --	Unidades: mm

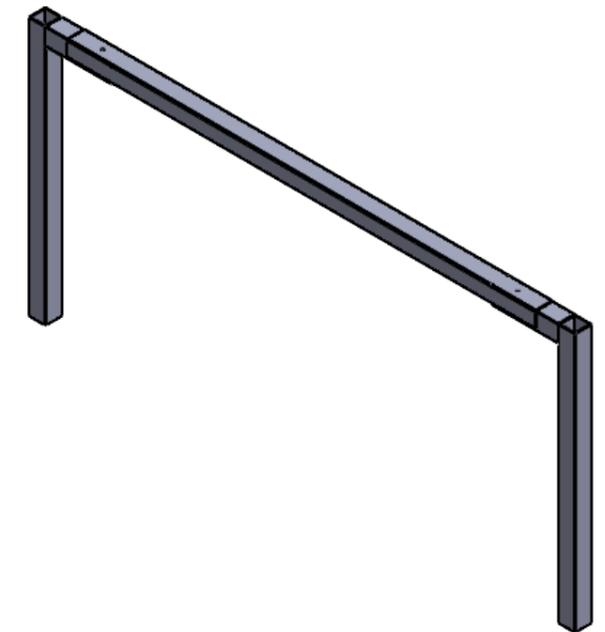
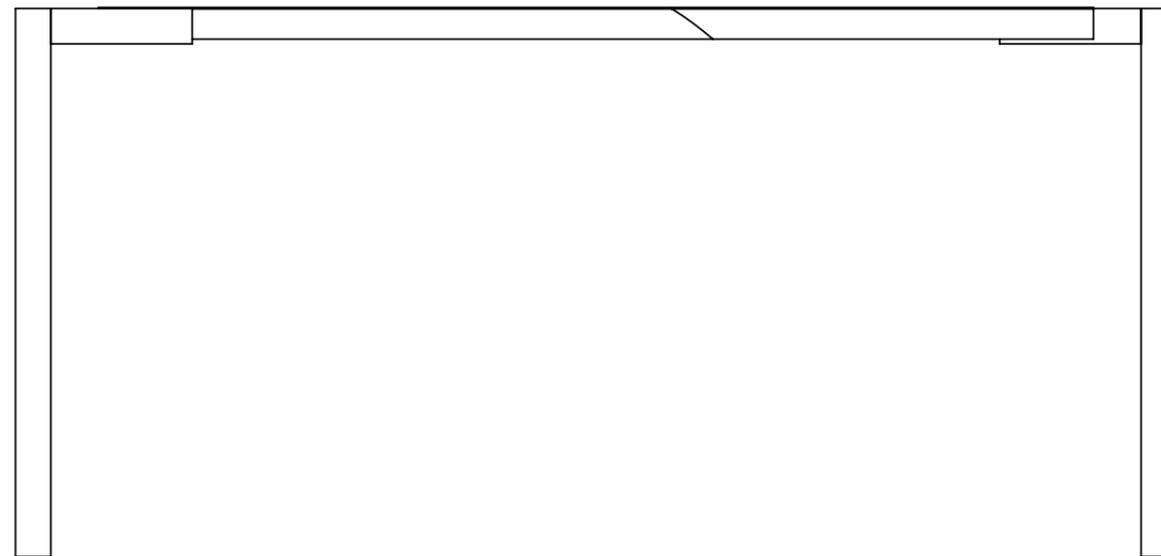
Peça 1



Peça 2



Detalhe Conjunto  
(1:10)



<p>MATERIAIS:</p> <p style="text-align: center;">Alumínio</p>	<p>ACABAMENTO:</p> <p style="text-align: center;">--</p>	<p>NOTAS:</p> <p style="text-align: center;">Quinagueda (Produção: Corte (Serra) e Soldadura)</p>	<p>PEÇA</p> <p>Estrutura Interna - Versão 3</p> <p>DESCRIÇÃO / PRODUTO</p> <p>Projeto Inovação Retalho - Conceito Teste Impressão 3D</p> <p>ETAPA</p> <p><input type="checkbox"/> Orçamento <input checked="" type="checkbox"/> Produção <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não</p>	<p>DESENHO Nº</p> <p style="text-align: center;">1 / 1</p> <p>ESCALA</p> <p style="text-align: center;">1:10</p> <p>REVISÃO</p> <p style="text-align: center;">--</p>	<p>DESENHADO POR</p> <p style="text-align: center;">TC</p> <p>PAPEL</p> <p style="text-align: center;">A3</p> <p>DATA DE DESENHO</p> <p style="text-align: center;">07-09-2021</p> <p>REVISÃO Nº</p> <p style="text-align: center;">--</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p style="text-align: right;">Unidades: mm</p>
<p>PLM.097.00</p>		<p>A ESTE DESENHO APLICA-SE A LEI 45/85 DE 17 SET, O CODIGO DOS DIREITOS DE AUTOR E OUTROS DIREITOS CONEXOS</p>		<p style="text-align: center;">--</p>		