

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

PEDRO AURÉLIO FERREIRA ROCHA

Relatório de Projeto de Graduação

**A DEMOCRATIZAÇÃO DA INOVAÇÃO ATRAVÉS DE UM SISTEMA
PRODUTO-SERVIÇO DE IMPRESSÃO 3D**



Rio de Janeiro
2016

PEDRO AURÉLIO FERREIRA ROCHA

**A DEMOCRATIZAÇÃO DA INOVAÇÃO ATRAVÉS DE UM
SISTEMA PRODUTO-SERVIÇO DE IMPRESSÃO 3D**

Projeto de Graduação em Desenho Industrial apresentado à Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Desenho Industrial.

Orientador: Anael Silva Alves

**Rio de Janeiro
2016**

A democratização da inovação através de um sistema produto-serviço de impressão
3D.

Pedro Aurélio Ferreira Rocha

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

Aprovado por:

Prof.Anael Silva Alves

Prof.Beany Gomes Monteiro

Prof.Patrícia March

Rio de Janeiro

Abril de 2016

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Anael Alves, pelo excepcional trabalho como orientador, por se mostrar sempre presente, participativo e disposto a ajudar, por toda a atenção que deu ao meu projeto e toda a força nos momentos em que eu precisei, e em reconhecimento de seu papel fundamental para que este projeto alcançasse os resultados apresentados.

Aos professores Beany Monteiro, Beatriz Afflalo, Gerson Lessa, Jeanine Geammal, e Patrícia March, por tudo o que me ensinaram ao longo da minha trajetória no curso de Desenho Industrial da UFRJ, inclusive pelas críticas e sugestões a este projeto.

Aos colegas de orientação, pelas interações e todo o aprendizado adquirido em conjunto durante o desenvolvimento do projeto.

Ao Felipe Lopes, que sempre se mostrou disponível e disposto a ajudar, em diversas etapas do projeto.

À Lisandra Rodrigues e ao Carlos Dias, por toda a ajuda e apoio que me deram para que eu concluísse essa jornada.

Ao Leandro Nascimento, grande amigo, que acreditou no potencial deste projeto desde o começo, me incentivando e ajudando ao longo do processo.

Aos responsáveis pelo programa Ciência sem Fronteiras, que me proporcionou um crescimento acadêmico, profissional e pessoal imensurável, parte do qual refletido no presente projeto.

À minha família, pelo privilégio de tê-la sempre me apoiando e investindo em minha educação.

À minha mãe Regina Rocha, a quem não tenho palavras para agradecer por tudo o que sempre fez por mim, por me tornar uma pessoa mais contestadora e dedicada, por me inspirar com sua força, seriedade, determinação e disposição em ajudar o próximo, e não posso deixar de citar toda a ajuda que me deu durante este projeto.

À minha companheira, melhor amiga e namorada, Fernanda de Mesquita, por estar sempre ao meu lado, me apoiando, encorajando e acreditando em mim, por estar sempre disposta a me ajudar em tudo o que eu precisei durante o projeto, e por me incentivar a ser o melhor de mim, sempre me ajudando a criar, inovar e superar os meus limites.

A todos aqueles que, de alguma forma, me ajudaram durante este projeto.

CIP - Catalogação na Publicação

R672d Rocha, Pedro Aurélio Ferreira
A Democratização da Inovação Através de um
Sistema Produto-Serviço de Impressão 3D / Pedro
Aurélio Ferreira Rocha. -- Rio de Janeiro, 2016.
ix, 189 f.

Orientador: Anael Silva Alves.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de
Belas Artes, Bacharel em Desenho Industrial,
2016.

1. Impressora 3D. 2. Impressão 3D. 3.
Fabricação Digital. 4. Sistema produto-serviço. I.
Alves, Anael Silva, orient. II. Título.

Resumo do Projeto submetido ao Departamento de Desenho Industrial da EBA/UFRJ como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Desenho Industrial.

A democratização da inovação através de um sistema produto-serviço de impressão 3D.

Pedro Aurélio Ferreira Rocha

Abril / 2016

Orientador: Anael Silva Alves

Departamento de Desenho Industrial / Projeto de Produto

A proposta deste projeto surgiu a partir da experiência do autor com impressão 3D, quando o mesmo percebeu o potencial de inovação e criatividade que a tecnologia oferece, mesmo às pessoas comuns. Assim, o projeto surgiu com o intuito de contribuir com a democratização do acesso à impressão 3D para fabricação pessoal, opondo-se aos hábitos passivos de consumo de produtos industrializados e introduzindo à vida cotidiana das pessoas novas possibilidades de criar e compartilhar novos produtos e idéias.

O projeto foi contextualizado no ambiente acadêmico do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Entretanto, o produto desenvolvido pode ser facilmente inserido em outros contextos, como em outras universidades, centros de fabricação digital, oficinas, e até mesmo em centros comerciais.

Para seu desenvolvimento, foram utilizadas metodologias do Design de Produto combinadas com ferramentas do Design de Serviço, compondo-se assim um sistema integrado produto-serviço, de forma a atender de maneira mais abrangente ao desafio projetual proposto.

Abstract of the Project submitted to the Department of Industrial Design of EBA/UFRJ as part of the requirements for the degree of Bachelor of Industrial Design.

The democratization of innovation through a 3D printing product-service system.

Pedro Aurélio Ferreira Rocha

Abril / 2016

Advisor: Anael Silva Alves

Department of Industrial Design / Product Design

The purpose of this project came from the author's experience with 3D printing, when he realized the potential of innovation and creativity that this technology offers, even to ordinary people. Thus, the project rises in order to contribute to the democratization of access to 3D printing for personal fabrication, opposing the passive habits of the industrialized products and introducing on everyday life of people new opportunities to create and share new products and ideas.

The project is contextualized in the academic environment of the Technology Center of the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ). However, the developed product can be easily inserted in other contexts, as other universities, digital fabrication centers, offices, and even in commercial centers.

For its development, methodologies of product design combined with tools of service design were used, to compose an integrated product-service system, in order to respond more broadly to the proposed design challenge.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
Justificativa	3
Desafio Estratégico	5
Metodologia	5
Planejamento	5
CAPÍTULO 1 - PESQUISA PRELIMINAR	9
1.1 Impressoras 3D para uso pessoal	10
1.2 Serviços de Impressão	16
1.3 Definição do objetivo do projeto	18
CAPÍTULO 2 - LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS	20
2.1 Usuários potenciais	20
2.1.1 Análise quantitativa	21
2.1.2 Resumo de insights sobre usuários potenciais	21
2.2 Operação e serviço	22
2.2.1 Serviços de Impressão 3D	22
2.2.2 Atendimento em quiosques e lojas em shoppings	27
2.2.3 Resumo de insights sobre operação e serviço	34
2.3 Equipamento	35
2.3.1 Análise tecnológica	35
2.3.2 Análise paramétrica de produtos similares	54
2.3.3 Análise das Funções	56
2.3.4 Resumo de insights sobre equipamento	58
2.4 Interpretação de dados	59
CAPÍTULO 3 - CONCEPÇÃO	62
3.1 Projeto do Produto	62
3.1.1 Estudo de possíveis interações	62
3.1.2 Proposição de alternativas	64
3.1.3 Definição e detalhamento do produto	98
3.2 Design do Serviço	126
3.2.1 Moodboard	127
3.2.2 Business Model Canvas	128
3.2.3 Criação de Personas	131
3.2.4 Definição de pontos de contato	138
3.2.5 Jornada do Usuário	141

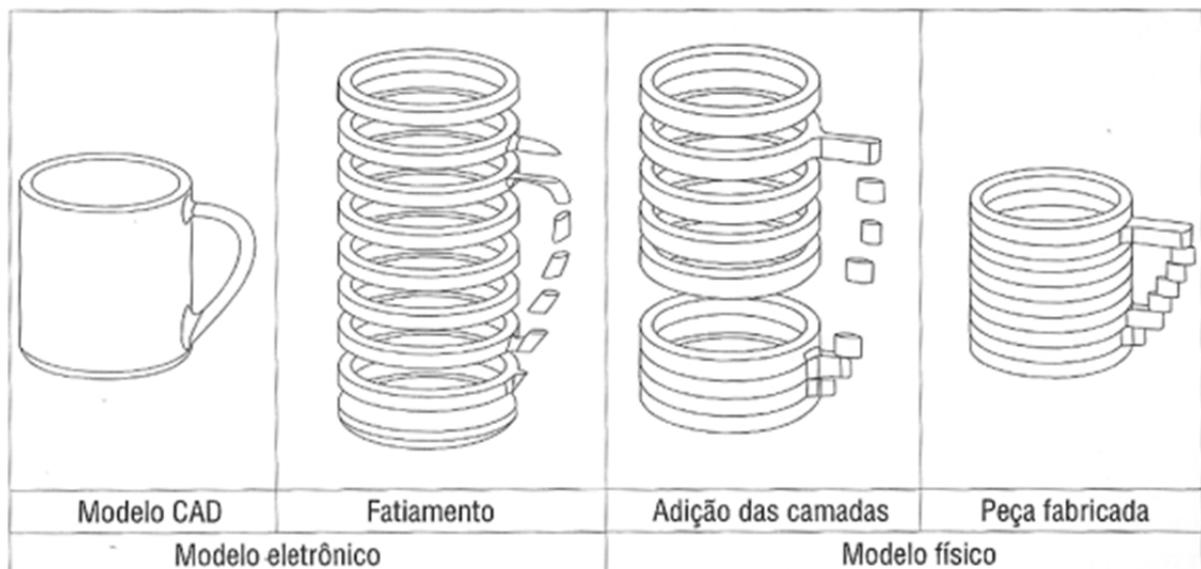
3.2.6 Storyboard.....	143
3.2.7 Service Blueprint	150
3.8 Projeto de Layout da loja.....	152
CONCLUSÃO	156
Referências Bibliográficas	159
Anexo I – Modelo de Questionário	164
Anexo II – Gráficos e tabulações relativas às respostas do questionário	169
Anexo III – Guia da entrevista com os serviços de impressão 3D	180
Anexo IV – Guia da entrevista para serviços similares.....	181
Anexo V – Desenhos Técnicos	182

INTRODUÇÃO

Impressão 3D é um termo popular utilizado para se referir à manufatura aditiva, também conhecida como prototipagem rápida. A manufatura aditiva é um processo que consiste na adição de material, combinado em camadas, para formação de um objeto tridimensional (GORNI, 2001).

O processo de manufatura aditiva começa a partir de um modelo virtual 3D, que pode ser criado utilizando diversos softwares de sistema CAD (Computer Aided Design). Assim, a partir da representação tridimensional do objeto, o modelo deve ser convertido para o formato STL, e então traduzido para impressão por softwares específicos, que codificarão o arquivo, fornecendo os parâmetros que a máquina utilizará para construir o produto. (BEAL, AHRENS e WENDHAUSEN, 2004). Demonstra-se visualmente o processo na Figura 1.

Figura 1: Representação visual do processo de impressão 3D.



Fonte: Carvalho e Volpato (2007)

De acordo com o website 3D Printing Industry, a questão chave em volta da impressão 3D é o fato do processo consistir na adição de material em camadas submilimétricas, o que o diferencia radicalmente dos métodos de fabricação tradicionais (3D PRINTING INDUSTRY, 2016).

A primeira impressora 3D foi inventada pelo norte-americano Chuck Hull em 1984, e utilizava a estereolitografia, que, através da cura seletiva da resina, fabrica o objeto a partir de um modelo virtual. Inicialmente, sua utilização voltou-se às etapas de confecção de

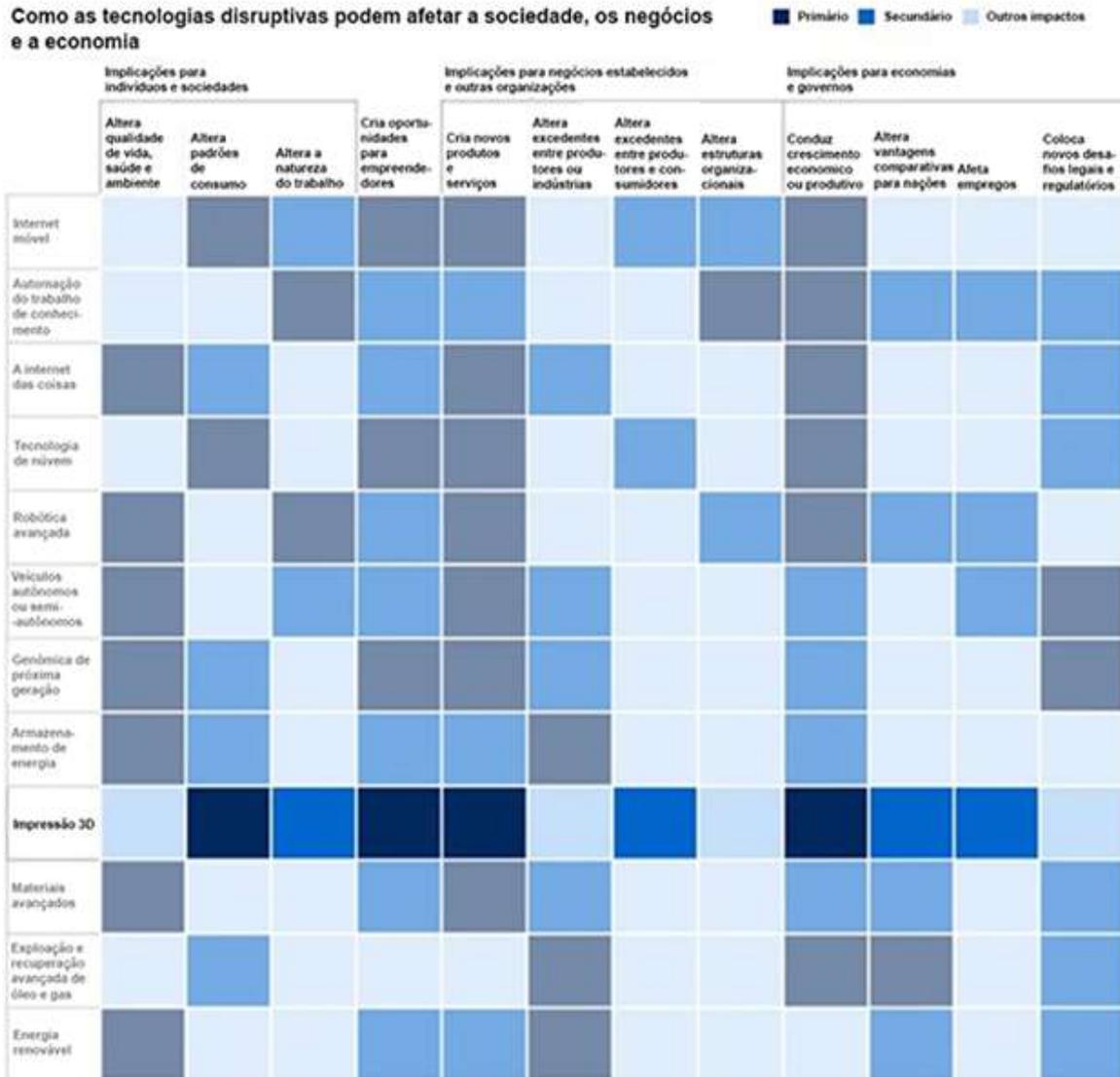
protótipos para projetos industriais, por sua capacidade de produzir um protótipo em velocidade muito superior aos processos tradicionais, se consolidando como ferramenta no desenvolvimento de novos produtos (DIMITROV, SCHREVE e DE BEER, 2006).

Contudo, o avanço da tecnologia permite que ela seja utilizada em cada vez mais etapas de fabricação (ANDERSON, 2012), de forma que uma variedade muito maior de produtos possa ser fabricada através da manufatura aditiva. Em uma entrevista para a revista *The Economist*, Terry Wohlers cita que 28% dos custos de impressão em 2012 foram em produtos finais. A projeção para 2016 é que esses custos alcancem 50% do total, e quem em 2020 já signifiquem mais de 80% dos gastos com a manufatura aditiva. (*The Economist*, 2012)

Essa evolução da manufatura aditiva fez com que a mesma aparecesse em uma lista das dez tecnologias mais disruptivas da próxima década, gerada a partir de um estudo feito pela empresa de consultoria McKinsey & Company, baseada em seu impacto econômico global, conforme ilustra o Quadro 1.

Se faz necessário pontuar que o desenvolvimento das tecnologias de manufatura aditiva para a indústria não irá substituir os tradicionais métodos de manufatura subtrativa (GERSHENFELD, 2005, apud BOSQUÉ, 2015), mas somar às possibilidades de fabricação e desenvolvimento de projetos.

Quadro 1: Comparativo das novas tecnologias consideradas mais disruptivas.



Fonte: Adaptado de McKinsey Global Institute Analysis, 2012

Justificativa

A manufatura aditiva vem sendo descrita como uma inovação com capacidade de transformar o mundo, possibilitando profundas mudanças sociais (BOSQUÉ, 2015). Gershenfeld (2005, apud BOSQUÉ, 2015) acredita que a difusão da impressão 3D permite que os indivíduos possam projetar e produzir objetos tangíveis sob demanda, onde e quando precisarem, tornando-se esse o maior impacto.

Existem, hoje, diversas tecnologias relacionadas à impressão tridimensional, que atendem a demandas distintas. Desde objetos para uso pessoal a órgãos sintéticos e componentes aeronáuticos (MOSKVITCH, 2011). Por isso, é importante definir aqui que o presente projeto aponta para tecnologias que empoderem as pessoas comuns com ferramentas de manufatura, tornando possível a estes a fabricação de produtos únicos e de

pequena escala. Assim, com a possibilidade de que qualquer pessoa seja capaz de produzir seus próprios produtos, podemos prever um novo sistema de consumo surgindo (BOSQUÉ, 2015).

Podemos pensar no potencial da democratização da manufatura, qualificada como uma nova revolução industrial (ANDERSON, 2012), que permite empoderar tecnicamente as pessoas, opondo-se aos hábitos passivos de consumo (MOROZOV, 2014). A questão, então, é perceber que isso cria um ambiente de inovação, que permite que as pessoas passem a criar e trocar tecnologias, ao invés de apenas consumi-las, gerando novos hábitos de consumo e possibilitando grandes mudanças políticas e econômicas (LIPSON e KURMAN, 2010). De acordo com Birthnell & Hoyle (2014, apud IDB), a impressão 3D acessível oferece a possibilidades de soluções para problemas sociais e economias em crise, contribuindo para a inclusão social e criando oportunidades locais de inovação.

A democratização da manufatura tem como consequência a descentralização da fabricação e a aproximação entre a produção e o usuário final. Isso implica diretamente na logística de transporte dos produtos, que na cadeia produtiva tradicional representa cerca de 20% da energia gasta no processo. Além disso, a produção sob demanda representa uma redução significativa de descartes, além de dispensar a necessidade de grandes estoques, de uso intensivo de energia, para estocar uma alta quantidade de produtos fabricados (BSR REPORT, 2015).

Além disso, a capacidade da manufatura aditiva de produzir formas complexas e itens customizados implica na redução de resíduos gerados, e na utilização de menos energia para obtenção dos produtos (UNIDO, 2015). Como estamos falando de manufatura aditiva, e não subtrativa, isso significa que a maior parte do material utilizado no processo, na maioria dos casos, permanece no produto final. Assim, a produção por meio da impressão 3D envolve um gasto muito menor de materiais, reduzindo, também desta forma, o impacto ambiental. A empresa de calçados Nike demonstrou as possibilidades de redução de resíduos ao utilizar a impressão 3D na produção da linha FlyKnits, reportando que isso representou a diminuição de 80% de resíduos gerados ao mesmo tempo em que conseguiu obter um sapato mais leve. (BSR REPORT, 2015)

Clay Shirky (2008, p.137) diz: “A revolução não acontece quando a sociedade adota novas ferramentas. Acontece quando a sociedade adota novos comportamentos”. Assim, embora a tecnologia de manufatura aditiva não seja novidade, a partir do momento que ela se torna acessível para qualquer pessoa, se transforma em um vetor de ideias que se transformam em coisas concretas (WIPPO MAGAZINE, 2013).

Talvez a impressão 3D não represente, por si só, uma nova revolução industrial. Mas é possível que ela seja o começo de um processo revolucionário, que insere, no cotidiano das pessoas, possibilidades de inovação. Democratizar o acesso à fabricação de produtos significa permitir que as pessoas criem e compartilhem ideias, e é justamente com esse conceito que pretendo contribuir ao desenvolver esse projeto.

Desafio Estratégico

Diante do conceito de democratização da inovação através da fabricação digital, me proponho, com o projeto, contribuir com a popularização da impressão 3D, criando novas oportunidades de acesso à tecnologia, oferecendo às pessoas comuns uma ferramenta que possibilite a fabricação de seus próprios projetos ou produtos customizados.

Metodologia

O desenvolvimento do projeto se deu em três fases. A primeira constituiu em uma pesquisa preliminar para compreender o cenário do desafio, e então buscar a definição dos objetivos do projeto. A segunda etapa consistiu o estudo acerca dos usuários, serviços, tecnologias e equipamentos existentes que, de alguma forma, se relacionam ao projeto. Nesta fase, usei como base a metodologia apresentada no kit de ferramentas HCD (IDEO, 2015), complementando quando necessário com ferramentas sugeridas por Baxter (2003) como a análise paramétrica de similares, análise de valores e análise das funções, aplicada sobre um dos produtos similares analisados. Todas as informações levantadas geraram *insights* sobre as necessidades e possibilidades projetuais, que foram posteriormente estruturados para a definição das oportunidades projetuais.

Na etapa seguinte foi a de concepção do projeto, que consistiu no desenvolvimento da impressora 3D, a partir da geração de alternativas, auxiliadas por uma análise ergonômica (IIDA, 2005), e ferramentas como MESCRAI (BAXTER, 2003) e análise do ciclo de vida (BAXTER, 2003 e MANZINI e VEZZOLI, 2008). Também foi desenvolvido um breve projeto de serviço, a fim de contextualizar o produto em um sistema produto-serviço, e para isso utilizou-se as ferramentas do design de serviço, como criação de personas, mapa de jornada de usuários, *service blueprint*, *storyboard* e projeto do *layout*.

Planejamento

O planejamento inicial para o desenvolvimento do projeto previa sua conclusão em novembro de 2015. Contudo, em decorrência da mudança do ano acadêmico e outros motivos internos à universidade, o prazo de entrega do projeto foi adiado para março de 2016, e posteriormente para abril do mesmo ano.

Inicialmente não foi previsto o desenvolvimento de um projeto de serviço, mesmo com a percepção do mesmo como parte essencial do sistema de solução para o desafio projetual proposto. Contudo, com a extensão do prazo, foi possível abordar, mesmo que de maneira breve e a fim de sugestão, esse aspecto do projeto.

Tendo esclarecido isso, apresento o cronograma referente ao planejamento inicial do projeto (Quadro 2). Nele são apresentadas apenas as tarefas gerais no desenvolvimento do produto.

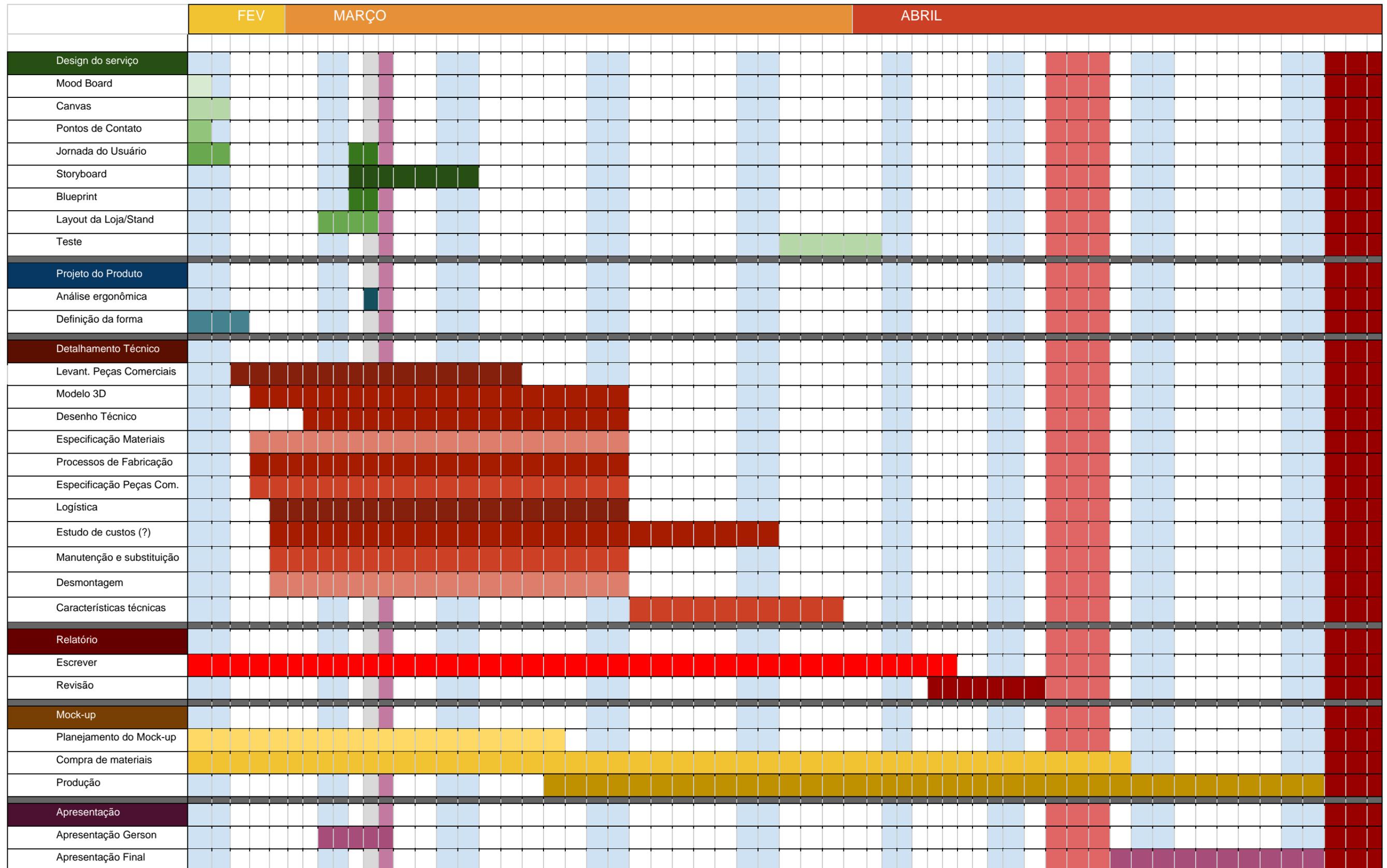
Contudo, no decorrer do projeto, foram elaborados outros cronogramas para acompanhamento de seu desenvolvimento, levando-se em consideração também atividades mais específicas relacionadas às devidas etapas projetuais. Como exemplo da prática, apresento o cronograma final do projeto (Quadro 3), referente aos meses de março e abril.

Quadro 2: Cronograma Inicial

	ABRIL	MAI	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
Pesquisa Preliminar									
Elaboração do metaprojeto									
Definição do objetivo									
Elaboração da justificativa									
Desenv. Guia de Entrevistas									
Entrevistas - Impressão 3D									
Entrevistas - Serviços									
Estudo de tecnologias									
Análise de concorrentes									
Análise de dados									
Definição de requisitos									
Geração de alternativas									
Estudo das dimensões									
Estudo do painel de controle									
Estudo do sistema de abast.									
Estudo de componentes									
Estudo da forma									
Modelagem 3D									
Desenho Técnico									
Características Técnicas									
Planejamento do protótipo									
Providenciar materiais									
Criação do protótipo									
Correções no protótipo									
Criação da apresentação									
Correções na apresentação									
Desenvolv. do Relatório									
Correções no Relatório									

Fonte: Elaborada pelo autor.

Quadro 3: Cronograma março-abril



Fonte: Elaborada pelo autor.

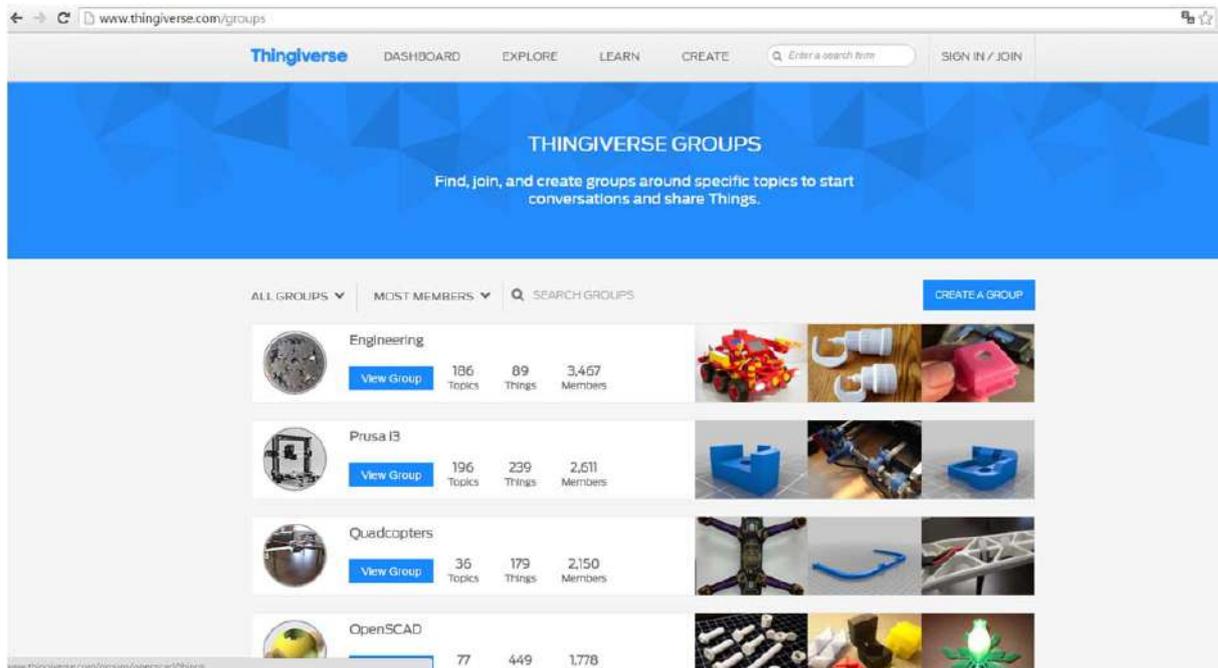
CAPÍTULO 1 - PESQUISA PRELIMINAR

A hipótese inicial que levantei foi a de que o obstáculo ao amplo acesso à impressão 3D seria o custo dos equipamentos. A ideia era que se fosse possível desenvolver uma impressora 3D de baixo custo, mais pessoas poderiam contar com um equipamento do tipo em casa, e conseqüentemente o projeto contribuiria com a popularização da impressão 3D. Assim, realizei uma série de entrevistas informais com pessoas que poderiam ser potenciais usuários da tecnologia.

As pessoas entrevistadas tinham perfis distintos, contudo foram selecionadas a partir da identificação do interesse das mesmas sobre impressão 3D seja para uso pessoal, para projetos acadêmicos, ou para fins profissionais. Durante as entrevistas, pude perceber que existem outros fatores, além do preço do equipamento, que afastam essas pessoas da tecnologia. Dessa forma, mesmo que o projeto alcançasse um produto de valor considerado acessível, ainda seria insuficiente para efetivamente contribuir com a democratização da manufatura. Muitos dos entrevistados citaram a falta de conhecimento acerca da tecnologia como fator principal para a falta de contato da mesma, não se sentindo seguros o suficiente para investir em um equipamento que talvez acabariam não usando.

O desconhecimento da impressão 3D gera dúvidas sobre as possibilidades de impressão e sua utilidade prática, e alguns entrevistados até mesmo sugeriram que não poderiam ser usuários da tecnologia por não saberem projetar produtos através de softwares de modelagem 3D. Muitos ficaram surpresos com a variedade de objetos ao serem apresentados a algumas plataformas como o YouMagazine, Cube Hero, 3D Share e Thingiverse (Figura 2), que disponibilizam acervos de modelos 3D para serem baixados, dispensando, assim, a necessidade de modelagem para que se possa usufruir da impressão 3D.

Figura 2: Captura de tela da plataforma Thingiverse.



Fonte: Thingiverse, 2016

1.1 Impressoras 3D para uso pessoal

Mesmo não sendo uma tecnologia tão nova, apenas recentemente a impressão 3D ultrapassou o limite da prototipagem e manufatura industrial, tornando-se mais acessível a pequenas empresas e até mesmo ao público geral. Assim, são oferecidas a esse público impressoras menores, e também de qualidade inferior às máquinas industriais, a preços acessíveis. Isso abriu as portas da tecnologia para um público muito maior, e como consequência a adesão à impressão 3D vem crescendo exponencialmente (3D PRINTING INDUSTRY, 2016), como mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1: Vendas mundiais de impressoras 3D para uso pessoal



Fonte: Wohlers Associates, 2012

De acordo com a Wohlers Associates, as máquinas de uso pessoal estão criando um novo mercado, iniciado por hobbistas, entusiastas da cultura “*Do it Yourself*”, inventores, pesquisadores e empreendedores. Existem sistemas de impressão 3D que podem ser construídos usando softwares livres, ao mesmo tempo em que grandes empresas também entram no mercado de impressoras de mesa. (THE ECONOMIST, 2012).

É necessário, entretanto, levar em consideração que muito da expectativa criada acerca da impressão 3D pode se dissolver nos próximos anos. De acordo com a Gartner Technology (2016), existe um ciclo de expectativa acerca das tecnologias que surgem, que tem como fatores sua visibilidade e maturidade. Assim, pode-se dividir esse ciclo em cinco etapas. O gatilho tecnológico, seguido pelo pico de expectativas infladas, o vale da desilusão, o auge da iluminação e por fim, o platô da produtividade. Nesse momento, a impressão 3D para uso pessoal estaria deixando o pico de expectativas infladas, conforme o Gráfico 2.

Gráfico 2: Ciclo de expectativa sobre as tecnologias.



Fonte: Gartner Technology, 2015

Gershenfeld (2012) compara os recentes artigos sobre impressão 3D às expectativas criadas sobre o forno de microondas na década de 50, proclamando-o como o futuro da culinária. Em seguida, concorda que o forno de microondas é conveniente, contudo, não substituiu os demais equipamentos de cozinha. Em contraponto, de acordo com o Wohlers Report 2015, as impressoras 3D individuais saltaram de 66 unidades comercializadas em 2007 para quase 140 mil em 2015 (3DPRINT.COM, 2015). Segundo Terry Wohlers, a maior parte dessas impressoras se destinam a atender empresas e instituições educacionais, e não para o uso caseiro(3DPRINT.COM, 2015).

No campo da educação e cultura, diversas escolas e bibliotecas públicas pelo mundo estão disponibilizando a manufatura aditiva ao público. No Reino Unido, existem projetos que envolvem a inserção da impressão 3D no sistema de ensino, engajando os estudantes na tecnologia e promovendo uma interação das possibilidades de impressão e as demais disciplinas (UK DEPARTMENT OF EDUCATION, 2013). A presença de impressoras 3D nas escolas não é apenas um caminho para otimizar a educação tradicional, mas uma ferramenta que permite que permite aos alunos o engajamento em novas formas de projetos (BLIKSTEIN, 2013). Dessa forma, a inserção da impressão 3D em centros de ensino se

alinhar à ideia de construção de um currículo escolar culturalmente significativo apresentada por Freire (1974), que defendia a educação como forma de empoderamento.

As inúmeras possibilidades fornecidas pela impressão 3D fazem Hopkinson *et al.* (2006, apud BOSQUÉ, 2015) questionar: “Que outra tecnologia poderia fazer com que um artista, um clínico médico, um engenheiro e um agente do meio ambiente excitados da mesma forma?”. Em *Makers: A nova revolução industrial*, Anderson (2012) compara as possibilidades de impressão 3D ao surgimento da internet, a respeito da capacidade de democratizar a inovação. Segundo Mills (2011), a tecnologia pode potencializar a criatividade e a inovação a níveis comparáveis à revolução dos computadores pessoais e da internet. Abe Reichental, chefe executivo da 3D Systems, defende que as novas possibilidades de impressão 3D não se tratam apenas de imprimir coisas, mas de simplificar o processo de criação de produtos e permitir que as pessoas usem o poder da web para compartilhar ideias, chamando esse fenômeno de revolução da manufatura pessoal (The Economist, 2012).

Além disso, é possível encontrar impressoras 3D no mercado com a proposta de tentar reduzir ao máximo os custos, como a The Micro (Figura 3a), oferecida por US\$ 299,00 nos EUA, e a iBox Nano (Figura 3b), também oferecida por US\$ 299.

Figuras 3a e 3b: Impressora The Micro (à esquerda) e iBox Nano (à direita)



Fonte: Techtudo, 2016

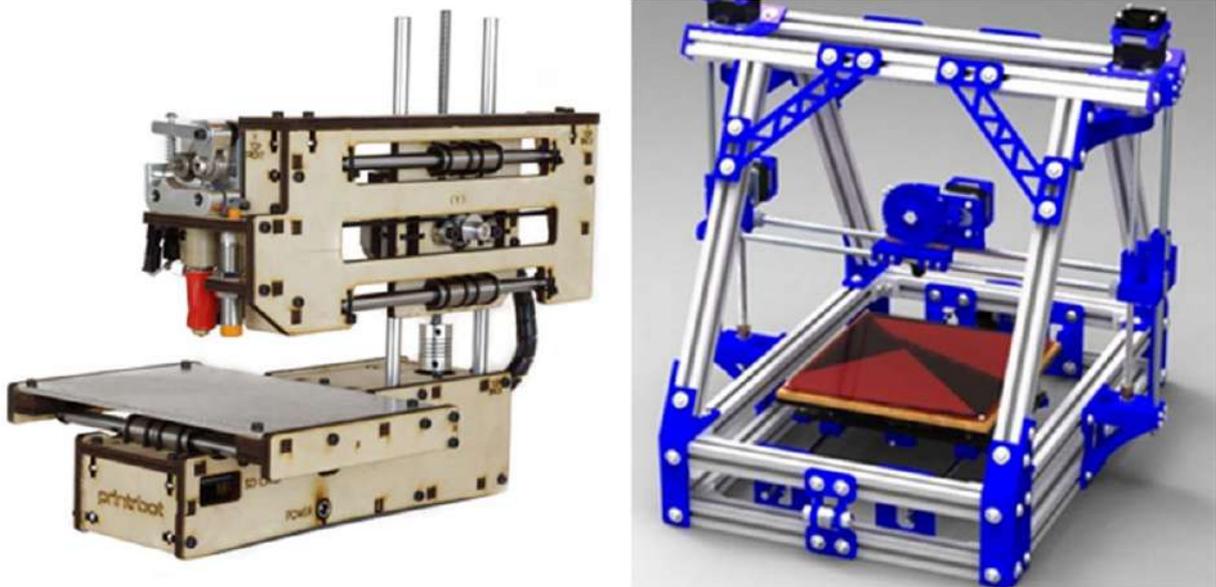
Para alcançar o valor acessível proposto, esses projetos optam por sacrificar características importantes do equipamento, como a qualidade e as dimensões máximas de

impressão. Segundo Alves (2014), uma das possibilidades para a dificuldade da entrada das impressoras “de uso doméstico” no mercado pode estar relacionada à baixa qualidade dos seus resultados. Portanto, é possível que esses fatores, aliados à falta de conhecimento do público sobre impressão 3D se tornem obstáculos na busca pela popularização da impressão 3D.

Uma outra alternativa que busca superar a barreira do alto preço dos equipamentos são os projetos *open-source*¹ disponíveis na internet. Através de uma pesquisa rápida, é possível achar muito conteúdo a respeito, incluindo diversos sites com instruções para construção de máquinas caseiras. Um dos primeiros projetos nesse sentido foi desenvolvido por Adrian Bowyer, chamado de RepRap (*Replicating Rapid Prototyper*), e lançado em 2005.

Por ser um projeto aberto, que permite que qualquer usuário faça mudanças, aprimoramentos e lance sua própria versão, as RepRaps criaram um terreno fértil para o desenvolvimento das impressoras 3D. Assim, criaram-se comunidades virtuais e físicas que reúnem entusiastas da tecnologia que discutem soluções e compartilham seus projetos, com base na experimentação técnica (BOSQUÉ, 2015). Nas Figuras 4a e 4b, pode-se observar dois exemplos de projetos adaptados a partir do projeto RepRap (GILLOZ, 2013).

Figuras 4a e 4b: Variações do projeto RepRap: À esquerda a impressora PrintrBot, e à direita a impressora MendelMax.



Fonte: STL Finder, 2016

¹ Open-source é um termo em inglês que se refere à promoção do licenciamento livre para uso do design ou da esquetização de um produto, e a redistribuição universal do mesmo, possibilitando que qualquer um consulte, examine ou modifique tal produto (OPENSOURCE.COM, 2016).

Explorando ainda mais o potencial de impressão, a proposta das RepRaps é que seus componentes, em sua maioria, possam ser replicados, de forma que novas máquinas possam ser montadas a partir da primeira. Assim, o custo para adquirir uma máquina dessas se restringe ao preço dos componentes que não podem ser impressos em 3D, como ferragens e componentes eletrônicos. Assim, o projeto RepRap se propõe a aproximar as pessoas da possibilidade de fabricar componentes que elas precisam (BOWYER, 2006).

Contudo, a maioria dos entrevistados citou a estética pouco atraente das máquinas caseiras, assumindo que o visual cria um distanciamento ainda maior entre eles e a tecnologia, pois causa a impressão de que é algo pouco prático e difícil de lidar. Segundo Baxter (2003), a simplicidade de um equipamento tende a aumentar a segurança das pessoas, enquanto a complexidade aparente provoca insegurança, conforme demonstrado no Gráfico 3.

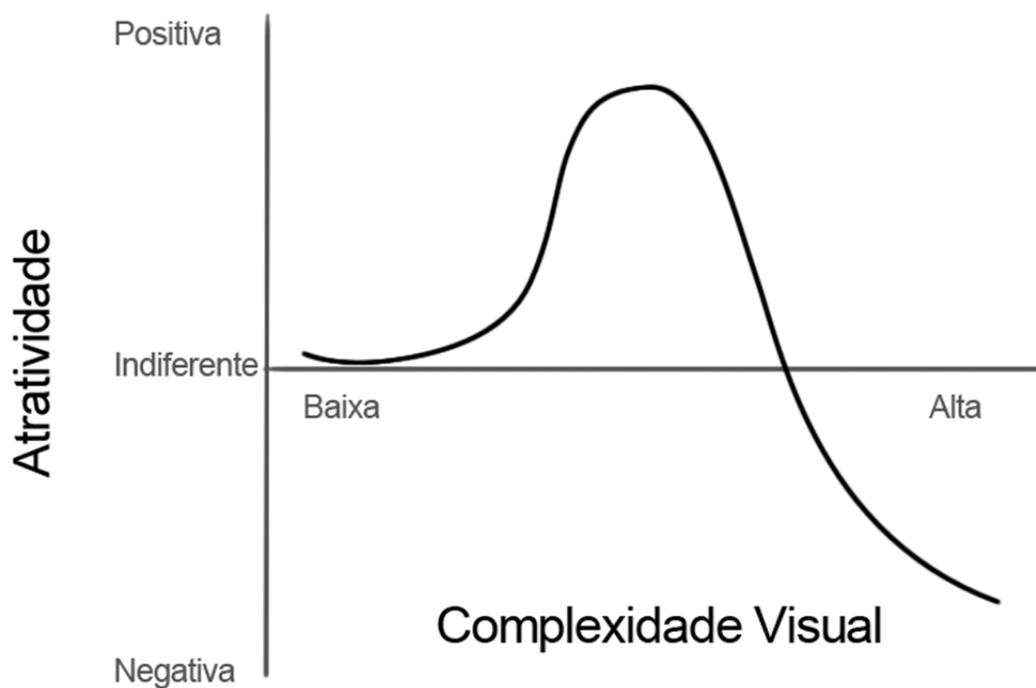


Gráfico 3: Modelo de Berlyne sobre a relação entre atratividade e complexidade visual.

Fonte: BAXTER, 2003

E a complexidade das máquinas dessa categoria ultrapassa a estética. Soderberg (2013, apud BOSQUÉ) comenta que fazer uma impressoras 3D *open-source* funcionar com bons resultados não é uma tarefa trivial, pois exige conhecimentos específicos de mecânica, eletrônica, e até mesmo programação. Essa clara necessidade de um conhecimento

avançado para lidar com a impressora afasta ainda mais os potenciais usuários da tecnologia.

Isso me levou a refletir sobre a relação entre as pessoas que podem desfrutar dos objetos fabricados por manufatura aditiva, e portanto, potenciais usuários, e a necessidade de operar uma impressora 3D. Assim, percebi que essa baixa predisposição para lidar com uma impressora 3D por parte dos potenciais usuários pode ser superada a partir do momento em que é oferecido um serviço de impressão, de forma que basta que o usuário envie o modelo a ser impresso, e fica a encargo do prestador de serviço operar a máquina, o que pode tornar a impressão 3D mais acessível até mesmo a pessoas com pouco conhecimento sobre a tecnologia.

1.2 Serviços de Impressão

Hoje em dia, existem alternativas online, de forma que o interessado em fabricar seu produto em 3D não precisa ter uma máquina em casa. Algumas empresas, como a Imprima 3D (Figura 5), produzem os projetos a partir de modelos 3D enviados pelos usuários, produzindo e entregando poucos dias após a aprovação do orçamento e pagamento do projeto.

Figura 5: Captura de tela do site da Imprima 3D

Imprima3D

HOME GALERIA MATERIAIS COMUNIDADE FAQ SUPORTE

VENDER IMPRIMIR

0 itens

Buscar: desenhos

Entre Cadastre-se

PASSO A
IDEIA & CRIAÇÃO

PASSO B
ORÇAMENTO & IMPRESSÃO

PASSO C
ENTREGA

IMPRIMA SEUS PROJETOS

Designs e Produtos Criativos Para Você

Accessórios

Arte e Decoração

Jóias

Miniaturas

Toy Art

Utilidades domésticas

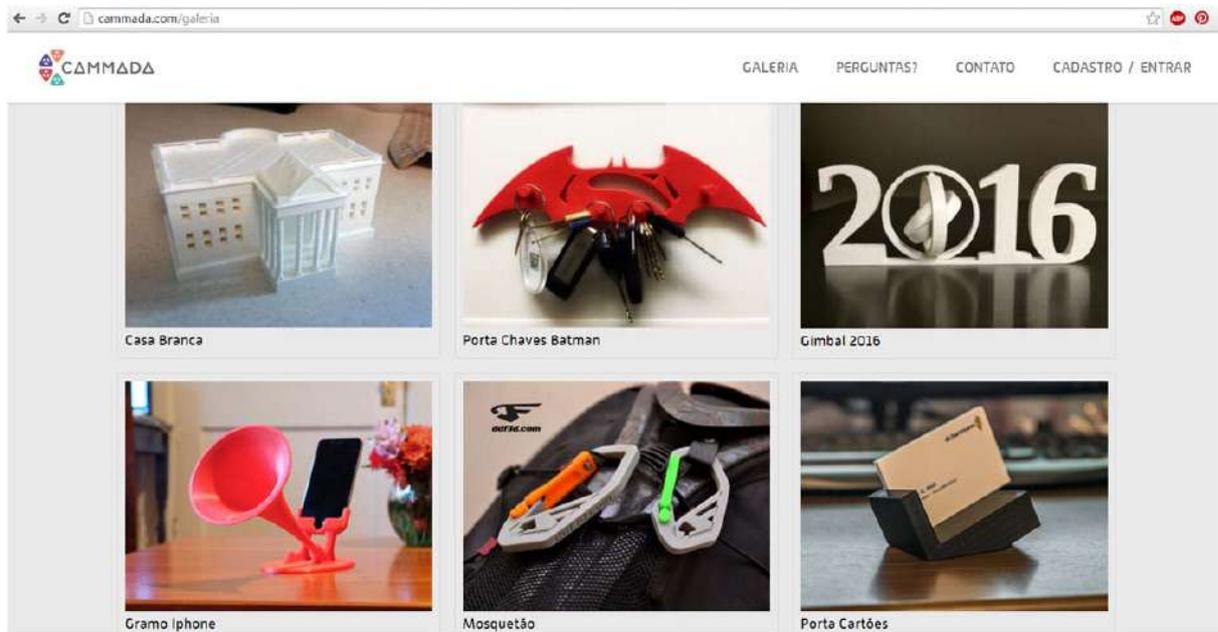
Compre sua

vaso A partir de R\$7.407,41 Por Israel Cavalcanti	COLMEIA - caps A partir de R\$417,55 Por Coentro Inã	Letra A-STL A partir de R\$26,15 Por Cristian Sasso	Alarg e Lixo A partir de R\$32,92 Por Lucas Gusmano da Rocha	Trilho Lego - A partir de R\$293,36 Por Felipe Batista

Fonte: Imprima 3D, 2015

Há também as plataformas que conectam as pessoas que querem imprimir algum projeto em 3D com as pessoas que têm impressoras disponíveis, como a 3D Hubs e a Cammada (Figura 6).

Figura 6: Captura de tela da plataforma Cammada.



Fonte: Cammada, 2016.

Existem também algumas oficinas e centros de fabricação digital, como por exemplo os chamados FabLabs (*Fabrication Laboratories*), que oferecem suporte para criação de produtos, invenção e inovação, estimulando o empreendedorismo e também servindo como plataforma de aprendizagem (FAB FOUNDATION, 2016). A ideia desses ambientes é fornecer acesso fácil e democrático às ferramentas de fabricação digital. Na Figura 7, uma imagem de um FabLab, com máquinas disponíveis aos estudantes para construção de projetos.

Figura 7: FabLab Senai, o primeiro FabLab voltado para a educação no Brasil.



Fonte: Portal da Indústria, 2014

Em Janeiro de 2015, tive a oportunidade de visitar o FabLab Recife, em Pernambuco, e conversar com os responsáveis pelo espaço. Sobre os usuários do serviço que eles ofereciam, me informaram que o público ainda era mais restrito a pessoas buscando soluções pontuais, e que de maneira geral eram procurados por pessoas que tinham mais intimidade com as tecnologias de fabricação digital. Ainda assim, buscavam organizar eventos para atrair o público para as possibilidades oferecidas pelo FabLab.

É importante observar que hoje em dia já existem alternativas viáveis às pessoas comuns que desejam usufruir da tecnologia. Por um lado, existem impressoras 3D a preços acessíveis, enquanto por outro existem serviços que oferecem possibilidades de impressão. Contudo, ainda assim a impressão 3D não alcançou um estágio de difusão de seu uso na sociedade, e isso talvez se explique pela falta de conhecimento das pessoas acerca da tecnologia, conforme a pesquisa preliminar sugere. Portanto, este se apresenta como principal obstáculo a ser superado na busca pela popularização da impressão 3D.

1.3 Definição do objetivo do projeto

Buscando uma maneira de colocar a impressão 3D em evidência para o público comum, proponho-me neste projeto a **desenvolver uma impressora 3D que atue em espaços coletivos**, onde as pessoas possam levar projetos para imprimir, ou mesmo acessar um acervo de produtos disponíveis para impressão. Uma impressora disponível ao público e presente em espaços de comum circulação, como por exemplo em faculdades ou shoppings, possibilitará uma proximidade maior entre a tecnologia e seus potenciais

usuários, proporcionando maior visibilidade. A esse respeito, Bosqué (2015) diz que a implementação de uma ferramenta de fabricação ao alcance de comunidades locais, possibilitando o acesso a impressoras 3D compartilhadas em lojas, contribui para o empoderamento dessas comunidades.

Se a tecnologia e o fato de torná-la disponível ao consumidor final já podem apresentar resultados relevantes no âmbito da sustentabilidade, pensar no acesso à impressão enquanto um sistema, estendendo-se além das características do produto físico, pode significar uma contribuição ainda mais relevante. Mont (2001) diz que o Sistema Produto-Serviço (PSS²) é um conjunto de produtos e serviços comerciais capaz de suprir as necessidades do usuário, substituindo as maneiras tradicionais de consumo pela possibilidade de atender o consumidor através da disponibilização de um serviço mais desmaterializado, envolvendo frequentemente mudanças na estrutura de propriedade. Segundo Manzini e Vezzoli (2008), o design deve prever o conjunto integrado de produto, serviço e comunicação, ligando o tecnicamente possível ao ecologicamente necessário.

O conceito de “desmaterialização” consiste em criar produtos e serviços que oferecem a consumidor a mesma performance, mas reduzindo o impacto ambiental. Os PSS têm potencial para minimizar o impacto ambiental com relação à produção e consumo (MONT, 2001). A proposta de uma impressora acessível em espaços coletivos possibilita uma grande redução no volume de máquinas produzidas para atender às demandas individuais, dispensando a necessidade de que cada usuário da tecnologia conte com uma impressora particular. Além disso, a complexidade do uso de equipamentos de impressão 3D aliada à inexperiência inicial de muitos usuários pode resultar em um grande volume de material desperdiçado por erros de impressão ou configurações erradas de projeto. Em contrapartida, as impressoras acessíveis em ambientes coletivos podem contar com pessoas tecnicamente treinadas para garantir eficiência na fabricação dos produtos.

² A abreviação em inglês PSS (*Product-Service System*) foi empregada conforme aparece na literatura utilizada para o desenvolvimento deste projeto.

CAPÍTULO 2 - LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

Nesta parte do projeto, optei por investigar os elementos necessários para o desenvolvimento do produto em sincronia com as possibilidades existentes de atuação e tecnológicas, as necessidades do usuário e as características de serviços similares. Após a coleta de informações, foi realizada a interpretação do material levantado.

2.1 Usuários potenciais

É importante esclarecer que ao abordar esse tópico, me refiro a pessoas que de alguma forma poderiam desfrutar das possibilidades oferecidas pelo acesso à impressão 3D, sem que necessariamente precisem lidar com o equipamento, de forma que mesmo uma pessoa sem conhecimento no assunto pode ser entendida como potencial usuário da tecnologia. Essas possibilidades podem envolver produtos preexistentes, possibilidades de customização, e até mesmo a oportunidade que esse acesso oferece às pessoas comuns de produzir projetos inovadores.

As discussões acerca da amplitude do público alvo da impressão 3D ainda são pouco conclusivas. De um lado, existe a expectativa de que a impressão possa atender a todas as pessoas. Afinal, as possibilidades de impressão vão desde objetos de uso cotidiano, como utensílios e acessórios de moda, até projetos mais ambiciosos, como próteses, *drones* e até mesmo novas máquinas, de forma que praticamente qualquer pessoa poderia utilizar produtos fabricados por impressoras 3D. Por outro lado, é possível especular sobre a real necessidade da impressão 3D para a maioria do público comum, e principalmente se os objetos impressos em 3D despertam interesse o suficiente para que esse público deixe de consumir determinados produtos fabricados de forma tradicional e opte pelo impresso em 3D.

De acordo com Bassan e Srinivasan (2012), projetos pessoais, onde o usuário final não é apenas um consumidor passivo mas tem uma participação ativa em sua concepção, têm requisitos de qualidade diferentes dos processos industriais. Por isso, os consumidores são muito mais tolerantes quanto à qualidade e às falhas dos produtos que eles próprios criaram, a partir do momento em que têm o poder de fabricar seus próprios projetos. Seguindo essa ideia, é possível prever que o consumidor não utilizará a impressão 3D para recriar algo que ele possa comprar em uma loja, mas para criar novos objetos, produtos que ele simplesmente não pode comprar, como partes personalizadas ou dispositivos inventados.

Cabe, então, a reflexão sobre o engajamento necessário para que uma pessoa comum participe da fabricação de novos produtos e assim se torne um potencial usuário da impressão 3D. Além disso, é possível sugerir que esse engajamento possa aumentar à medida em que a tecnologia se torna mais conhecida e ganha visibilidade, de forma que alguém que não tenha interesse na tecnologia em um primeiro momento possa se tornar um potencial usuário em um momento posterior.

2.1.1 Análise quantitativa

Foi realizada uma pesquisa em formato de questionário, aplicado através da internet, buscando apurar o entendimento das pessoas acerca da tecnologia e a disposição das mesmas em utilizá-la. O modelo do questionário pode ser encontrado no Anexo I

O perfil das respostas ao questionário se concentrou em pessoas de nível superior. Dentre as áreas de conhecimento, as mais citadas foram Engenharia e Tecnologia e Desenvolvimento de produtos. Assim, é necessário pontuar que as respostas obtidas não traduzem as opiniões e entendimentos do público geral, pois uma pesquisa estatisticamente representativa requereria um público mais abrangente tanto em quantidade quanto em diversidade de perfis, e recursos indisponíveis para o projeto proposto. Ainda assim, a pesquisa fornece indícios que podem ser úteis no desenvolvimento do projeto. Os gráficos e tabelações relativos às respostas podem ser encontrados no Anexo II

2.1.2 Resumo de insights sobre usuários potenciais

A partir das respostas obtidas com o questionário, foi possível levantar algumas considerações interessantes, as quais apresento a seguir.

Dentre as pessoas que participaram da pesquisa, 55,2% responderam que sua área de atuação está próxima ou muito próxima da impressão 3D, e 89,4% das pessoas admitiu que consideraria usar um serviço no shopping ou faculdade para imprimir projetos sempre ou eventualmente. O que mostra que uma grande quantidade de pessoas que não vê proximidade da sua área de atuação com a impressão 3D também consideraria utilizar um serviço de impressão.

Contudo, do público abordado, apenas 16,1% já imprimiu algum projeto em 3D, uma porcentagem muito baixa, considerado os dados anteriormente apresentados. A razão mais indicada para isso foi não ter uma impressora 3D disponível, com 50,8% das pessoas tendo indicado esse motivo. Em seguida, 49,2% das pessoas alegou que o alto custo das impressões também é um impedimento. Outros fatores que se destacaram, com cerca de 25% das pessoas admitindo, foram não saber onde imprimir, não saber como modelar em

3D e não saber como proceder para imprimir, ambos ligados à falta de conhecimento acerca da tecnologia.

A respeito das “bibliotecas virtuais”, os acervos de modelo disponíveis para seleção de produtos pré-modelados para impressão, 94,8% das pessoas se mostraram predispostas a utilizar, enquanto apenas 2,3% disseram que provavelmente não teriam interesse nos artigos expostos nesses acervos de modelo.

Com relação a um hipotético serviço de impressão 3D, foram apresentadas algumas possibilidades para envio do arquivo e recebimento do produto. Todas as situações foram majoritariamente classificadas como aceitáveis ou perfeitamente aceitáveis. A possibilidade que se destacou levemente sugeria o envio do arquivo por e-mail e busca do produto impresso na loja fisicamente.

Sobre o serviço complementar de modelagem, 86,5% das pessoas responderam que poderiam solicitar, caso necessário.

Foi questionado em dois momentos que produtos as pessoas imprimiriam em 3D se tivessem a oportunidade. Em um primeiro momento, o campo de respostas era livre, de forma que as respostas escolhidas foram espontâneas. Para essa pergunta, os produtos mais citados foram bonecos e miniaturas, capinhas para celular, objetos de decoração, instrumentos musicais e peças para jogos. Posteriormente, perguntou-se quais dentre os projetos apresentados a pessoa consideraria imprimir em 3D. Nessa questão, as opções mais indicadas foram projetos de faculdade, objetos de uso cotidiano, peças sobressalentes, objetos de decoração e engrenagens, carcaças, etc.

2.2 Operação e serviço

Como o projeto prevê a contextualização do produto em um serviço disponível ao público, se mostrou necessário compreender melhor esse cenário. Contudo, por se tratar de uma nova proposta de serviço, optei por buscar referências em serviços com características similares.

2.2.1 Serviços de Impressão 3D

Inicialmente, entrei em contato com empresas que oferecem serviços de impressão ao público comum, com o objetivo de entender as atribuições e peculiaridades encaradas pelos profissionais desse segmento. A fim de um maior proveito desse contato, realizei uma entrevista semi-estruturada baseada na metodologia apresentada no Kit de Ferramentas

HCD (IDEO, 2015). O guia da entrevista com os serviços de impressão 3D pode ser encontrado no Anexo III.

2.2.1.1 Empresa Koios

Tive a oportunidade de conversar com Marcus Casagrande, um dos sócios da Koios, sobre o serviço de impressão 3D que a empresa presta. A Koios é uma empresa em desenvolvimento, assistida pela incubadora de empresas da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Seu serviço principal é o desenvolvimento e comercialização de impressoras 3D para uso particular, contudo, a fim de complementar a receita, a empresa também oferece serviços de impressão.

Devido à proximidade física com o ambiente acadêmico, muitos projetos que surgem para a impressão são de estudantes da UFRJ, mas também existe uma demanda externa de projetos. Segundo Marcus, sócio da empresa, geralmente em um primeiro momento os clientes ainda têm muitas dúvidas, e muitos entram em contato por curiosidade sobre as possibilidades de impressão. Assim, a maior dificuldade do serviço seria por conta do desconhecimento das pessoas, que faz com que muitas vezes solicitem projetos impossíveis de imprimir, como um carro ou uma prancha de surf.

A Koios utiliza sua própria máquina para fornecimento do serviço, e está desenvolvendo uma nova versão da mesma.

2.2.1.2 Empresa You Print Me

Também pude conversar com o Rodrigo de Mello, fundador da You Print Me (YPM). Por opção do mesmo, a entrevista foi realizada pelo meio virtual. Ele informou que começou o negócio como forma de complementar a renda, mas à medida que a demanda evoluiu, a atividade tornou-se sua principal fonte de renda, mesmo com o pouco tempo de mercado. A empresa atende às solicitações de serviços de impressão feitas através das redes sociais. A entrega dos produtos impressos pode acontecer por correio ou mesmo pessoalmente, dependendo da preferência e da disponibilidade do cliente.

Rodrigo observou que a maioria das pessoas que entram em contato para solicitar o serviço têm dificuldade em entender que tipos de projetos é possível imprimir em 3D, e que muitas vezes são solicitadas impressões de componentes eletrônicos, e que sejam entregues funcionando. É possível imprimir peças que posteriormente sejam montadas com partes eletrônicas, mas para isso é necessário adquirir esses componentes separadamente,

pois não é possível imprimí-los em 3D. Segundo ele, esse é o maior motivo de recusa de projetos.

A YPM conta com uma impressora 3D de modelo RepRap. Embora o produto seja voltado a atender uma produção individual, Rodrigo disse que a demanda não é tão grande, então o equipamento é suficiente por ora. Contudo, ele já está considerando adquirir uma nova impressora para aumentar a capacidade de produção. Rodrigo relatou que a parte mais exaustiva da tarefa é a manutenção frequente que esse tipo de impressora requer.

A maior parte de sua produção é destinada a material didático, como poliedros e formas diversas para uso por professores do ciclo fundamental. Contudo, recentemente, tem crescido a demanda por impressão de projetos de faculdade e maquetes de arquitetura.

2.2.1.3 Caso especial: Serviço Acadêmico

A terceira entrevista foi com o Felipe Lopes, pesquisador do Laboratório PRO-PME, da COPPE/UFRJ. O laboratório atende empresas, auxiliando no desenvolvimento de novos produtos, contando com equipamentos de fabricação digital, incluindo uma impressora 3D de grande porte da empresa Stratasys. Contudo, a fim de atender à demanda de projetos de estudantes da universidade, o laboratório adquiriu recentemente impressoras de pequeno porte, que são destinadas a projetos menores.

Durante a entrevista, Felipe comentou sobre o processo de recebimento de projetos. Segundo ele, em se tratando dos serviços acadêmicos, muitas vezes os arquivos recebidos estão com erros ou não são salvos corretamente, de forma que é constante a necessidade de solicitar alterações no modelo. Por vezes, ele precisa instruir a pessoa sobre como corrigir o arquivo, de forma que fica caracterizada a falta de informação sobre impressão mesmo entre aqueles que procuram o serviço.

Com relação ao equipamento, um dos problemas apontados por Felipe foi a necessidade de um cartucho específico, comercializado apenas pela empresa que vende a impressora. O material interno do cartucho pode ser encontrado através de outros fornecedores, porém a impressora não aceita esse material, pois ela tem um sensor que identifica o cartucho fabricado pela empresa Stratasys. O maior problema disso é o preço, pois o valor cobrado pela empresa é muito superior ao material encontrado de forma livre no mercado. Outro problema é que a variedade possível de materiais fica restrita à oferecida pela empresa.

Essa característica também pode ser encontrada em algumas impressoras 3D de pequeno porte, como a Cube, da 3D Systems, que limita o uso do filamento aos cartuchos vendidos por ela. Há, entretanto, relato de alguns usuários que conseguiram fazer um “*hack*” na impressora, soldando o chip de leitura do cartucho, de forma que a máquina passasse a identificar um cartucho de filamento mesmo quando não está sendo usado, e assim, possibilitando o uso de materiais de outras fontes.

Felipe também destacou a importância da conferência visual durante o processo de impressão, pois muitas vezes ocorre algum defeito na máquina ou na peça que gera um erro na impressão. Assim, se esse erro não for percebido, a impressão vai continuar, mais material será gasto e, ao final, o produto deverá ser descartado. Portanto, ao se notar alguma falha na impressão, pode-se interromper o processo no meio e, assim, evitar um gasto maior de material. Além disso, quanto antes a impressão for interrompida, mais cedo se pode recomeçar a impressão, evitando perder ainda mais tempo com uma impressão defeituosa.

Junto à entrevista, foi feita uma breve análise da tarefa durante a qual Felipe demonstrou como utiliza a impressora 3D de grande porte. Embora esse equipamento fosse voltado a projetos de porte maior, a observação das interações com a máquina postas em prática poderiam gerar considerações importantes para o projeto de uma impressora voltada a atender uma demanda coletiva, conforme ilustra a Figura 8.

Figura 8: Felipe Lopes operando a impressora.



Fonte: Acervo próprio

Um ponto crítico observado, que pode ser notado na imagem anterior, é a inadequação ergonômica referente à altura da impressora, de forma que, se apoiada no chão, fica muito abaixo da posição adequada para uso, e ao mesmo tempo, se instalada em cima de uma mesa comum, fica muito acima dessa posição, dificultando o uso. Para contornar esse problema, o laboratório teve que solicitar a fabricação de uma mesa de altura fora do padrão para que a impressora ficasse posicionada de forma ergonomicamente adequada.

Por conta do posicionamento da impressora no laboratório, o acesso à parte de trás da impressora é restrito, dificultando assim as operações necessárias para ligar a máquina como conectar à tomada e ligar a fonte de energia (Figura 9).

Figura 9: Dificuldade de acesso à parte de trás da impressora.



Fonte: Acervo próprio

Outro ponto crítico observado foi o difícil acesso à área de impressão para retirada da peça impressa ou mesmo para eventual manutenção. Pelo limitado espaço e devido ao calor de determinadas peças, é necessário o uso de uma luva com proteção térmica para evitar que o operador se queime. Felipe aponta que embora a proteção térmica seja

eficiente, o uso da luva resulta na perda do tato, o que dificulta a operação da máquina, conforme ilustrado na Figura 10

Figura 10: Acesso limitado à área de impressão e necessidade de uso de luva para proteção térmica.



Fonte: Acervo próprio

2.2.2 Atendimento em quiosques e lojas em shoppings

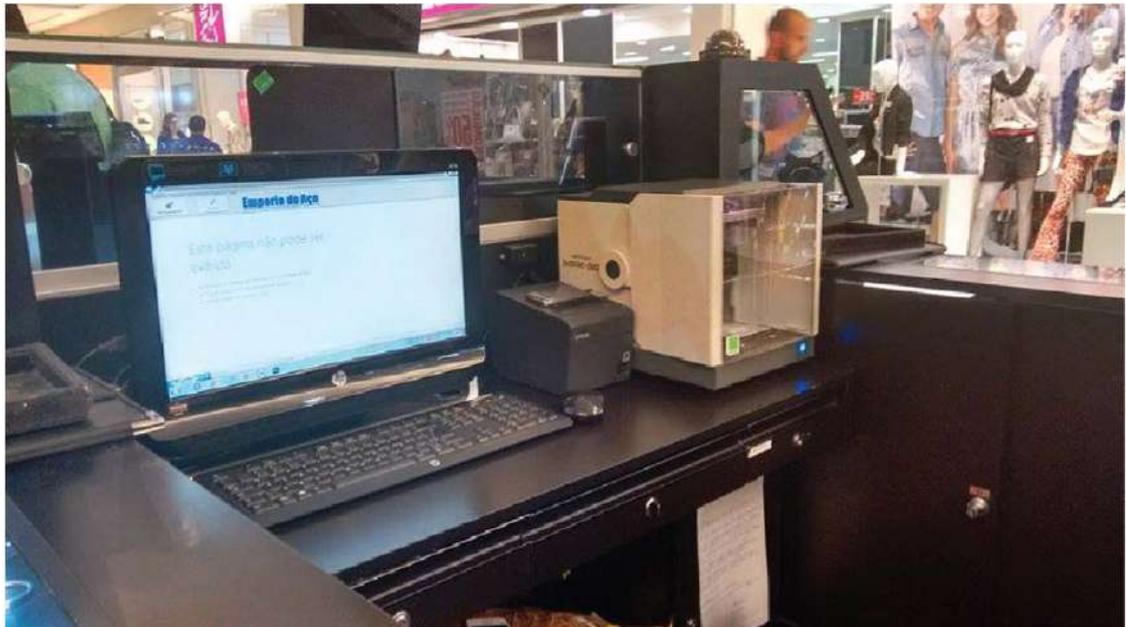
Buscando entender melhor as relações de atendimento ao público, decidi estudar alguns serviços com características que se aproximassem do serviço proposto no projeto, principalmente relacionadas à solicitação de um serviço de fabricação ou impressão. Assim, seria possível observar aspectos relevantes, como as interações entre atendente e cliente, como se dá a seleção de arquivos, a visualização do modelo antes de imprimir, possibilidades de layouts, entre outras noções que poderiam ser interessantes ao projeto.

Todas as entrevistas foram realizadas com os atendentes presentes nas lojas, de modo informal. A atividade permitiu o acompanhamento do trabalho de atendimento e produção, enquanto as perguntas necessárias para a entrevista eram feitas entre processos, quando o atendente se mostrava disponível. Na preparação do guia para a entrevista semi-estruturada, além de apontar os pontos a serem questionados, listei alguns aspectos importantes das tarefas a serem observados, como pode ser visto no Anexo IV.

2.2.2.1 Empório do Aço - Norte Shopping

O quiosque Empório do Aço faz gravação em metal a partir de fotografias. O quiosque fica no meio do corredor, e o layout é arrumado de forma que o computador fica na parte de trás, com uma tela para seleção de arquivos, ao lado da máquina que faz a gravação em metal, conforme a Figura 11.

Figura 11: Quiosque Empório do Aço.



Fonte: Acervo próprio

Como o espaço é limitado, ficam até duas atendentes por vez no quiosque, sentadas atrás do balcão. A seleção do arquivo é feita através da tela do computador. Devido às dimensões do monitor, geralmente quem está sendo atendido busca ficar próximo ao computador, e muitas vezes se debruça no balcão, assumindo posições desconfortáveis, para selecionar o arquivo. A atendente, por sua vez, tem que procurar se posicionar entre a tela e o cliente, também assumindo posturas ergonomicamente inadequadas.

Segundo a atendente, a gravação é feita na hora, mediante apresentação de arquivo que pode ser levado nos formatos padrão de imagem. Ela recomenda que, enquanto o serviço é executado pela impressora, o cliente passeie pelo shopping, e busque posteriormente o produto. Ela também indicou que o painel de comando é bem fácil de usar, pois tem poucas funções. Assim, não vê grandes críticas à interface de uso.

2.2.2.2 Casemix - Norte Shopping

A Casemix é um quiosque localizado no Norte Shopping, centro comercial que se localiza na zona norte da cidade do Rio de Janeiro, que comercializa produtos para celular, e trabalha com gravação de imagens em capas de celular a partir de fotografias levadas pelos clientes, sendo esse o foco da abordagem. Embora também seja um quiosque localizado no centro de um dos corredores do shopping, seu layout não apresenta balcões. Nesta configuração, a máquina para produção das capas de celular e os demais produtos ficam expostos em prateleiras, e os atendentes ficam ao redor do quiosque.

O cliente que deseja utilizar o serviço geralmente aborda o atendente mais próximo. Nesse ponto, a inexistência de um balcão causa certa confusão nos clientes, que demoram um pouco a identificar um funcionário do quiosque, ainda que usem uniforme. Em seguida, o cliente é encaminhado para a seleção do arquivo em um computador localizado ao lado da máquina, para a seleção do arquivo (Figura 12).

Figura 12: Quiosque Casemix.



Fonte: Acervo próprio

A inexistência de um balcão entre atendente e cliente, torna a interação mais natural, e a seleção de arquivo fica mais confortável para ambos. Além disso, como a tela fica de frente para cliente e atendente, não é preciso que nenhuma das partes assuma posturas desconfortáveis para visualização do arquivo.

O grande problema desse layout, do ponto de vista dos atendentes, é que ele não oferece nenhum tipo de conforto ao funcionário, que tem que ficar em pé, ao lado dos produtos ou do equipamento, durante a maior parte do tempo.

Segundo o atendente, o equipamento é fácil de lidar. A única variação que exige atenção é entre os formatos de capa de celular, e por isso é fácil aprender a manusear, mesmo para iniciantes.

2.2.2.3 Kodak - Norte Shopping

A Kodak do Norte Shopping faz impressão de fotos, atendendo através de um balcão, a partir de arquivos levados pelo cliente em pendrive. Os arquivos são transferidos ao computador com uma interface própria da Kodak, ligado à máquina que imprime as fotografias. A Figura 13 apresenta o layout da loja.

Figura 13: Loja Kodak do Norte Shopping.



Fonte: Acervo próprio

O cliente tem liberdade de selecionar as imagens por conta própria, podendo contar com o auxílio do atendente. Foi possível perceber um maior conforto na seleção dessa maneira, por parte do cliente, do que em outros sistemas onde demonstrou certa ansiedade

com o fato de ter que indicar para o atendente o caminho entre as pastas até achar o arquivo correto.

Neste equipamento, a tela é sensível ao toque, o que dispensa o uso do mouse. Sua posição intermediária não privilegia cliente ou atendente, assim como não demanda grandes sacrifícios posturais, embora a postura necessária não seja confortável. O layout da loja não prevê a visibilidade da impressora pelos clientes, colocando em seu campo de visão apenas o computador e seu monitor.

O atendimento no balcão é realizado em pé, o que é coerente com o posicionamento da tela de seleção adequada a atendente e cliente, pois o cliente também estará na posição de pé. Contudo, existem alguns bancos espalhados pela loja, para que os funcionários possam sentar enquanto não estiverem em atendimento.

A atendente informou que o equipamento não exige qualquer configuração prévia, tornando simples a sua operação. As únicas tarefas necessárias são o envio dos arquivos para impressão e a retirada das fotografias impressas da máquina. Eventualmente, é necessário substituir o toner de tinta, o que é um pouco desconfortável, mas ainda assim uma tarefa simples.

2.2.1.4 Kodak – Botafogo Praia Shopping

Como todos os demais serviços analisados se localizavam no Norte Shopping, busquei pesquisar um serviço similar que atendesse a outro público, a título de comparação. Assim, me propus analisar a Kodak do Botafogo Praia Shopping (Figura 14), centro comercial localizado na zona sul da cidade do Rio de Janeiro.

Figura 14: Loja Kodak do Botafogo Praia Shopping.



Fonte: Acervo próprio

Diferente da anterior, esta é uma loja aberta que contém uma espécie de “ilha de impressão” no centro de seu espaço, o que faz com que o atendimento se assemelhe ao da Casemix, com cliente e atendente se posicionando de frente para a tela de visualização e seleção de arquivos. A Figura 15 apresenta outros ângulos da ilha de impressão:

Figura 15: “Ilha de impressão” da loja Kodak do Botafogo Praia Shopping.



Fonte: Acervo próprio

No fundo da loja existem alguns bancos, de forma que alguns clientes e atendentes podem aproximar das máquinas para se sentar durante a seleção dos arquivos.

Segundo a atendente, o fato da tela de seleção não ser sensível ao toque (e exigir o uso do mouse) faz com que a tarefa seja assumida por quem está atendendo, e não pelo cliente. A única máquina que oferecia o recurso tinha uma tela própria que era fixada no equipamento, e ficava em uma posição muito baixa, dificultando seu uso. Além disso, essa máquina era voltada à impressão de grandes formatos, e como a maior demanda era de fotografias em tamanho padrão, essa máquina acabava pouco utilizada.

A atendente sugeriu que uma melhoria possível nos equipamentos seria o uso das telas sensíveis ao toque, e de uma interface própria, que permitisse que a seleção dos arquivos fosse feita pelo próprio cliente.

2.2.1.5 Bordamania - Norte Shopping

A Bordamania é uma loja que faz bordado e estampas em camisetas. O destaque da loja é uma grande máquina de bordado, que é disposta de forma a ficar em evidência no

layout da loja, com o objetivo de atrair a atenção do público. O atendimento é feito através de um balcão. Para visualização dos arquivos, há dois grandes monitores no centro da loja voltados para o cliente, permitindo que este tenha uma boa visualização do arquivo, como é possível verificar na Figura 16.

Figura 16: Loja Bordamania do Norte Shopping.



Fonte: Acervo próprio

Para uso dos atendentes, existe um monitor na lateral do balcão, voltada para a parte interna da loja. A intenção deste monitor seria que o atendente pudesse lidar com o arquivo através do mesmo, posicionado de forma ergonomicamente adequada, enquanto o cliente observasse os monitores maiores. Na prática, porém, o monitor menor é subutilizado, pois os atendentes de maneira geral optam por interagir com os clientes, voltando-se aos monitores grandes, e assim assumindo posições ergonomicamente inadequadas.

No momento em que perguntei se poderia registrar a loja, o atendente comentou que diversas pessoas pedem para tirar foto da máquina de bordado, e que a curiosidade sobre a máquina atrai o público. Assim, o fato de ela ficar exposta torna-se um atrativo para a loja.

Sobre a manutenção da máquina, o atendente demonstrou certa impaciência, dizendo que o equipamento necessitava de ajustes frequentes, e que por conta do porte da máquina, muitas vezes o acesso à parte de trás era difícil.

O serviço geralmente é feito sob encomenda. O cliente leva a imagem que deseja bordar ao balcão e, na maioria das vezes, o arquivo apresentado precisa ser convertido para

o formato adequado. Assim, é necessário contratar um serviço, também oferecido por eles, para transformar a imagem apresentada em um arquivo que possa ser bordado. Assim, o prazo de entrega varia entre 24h e 72h, dependendo da demanda.

2.2.3 Resumo de insights sobre operação e serviço.

O estudo feito sobre os serviços similares permitiu que fossem observados diversos pontos relevantes para o projeto.

A respeito dos serviços de impressão 3D, é possível perceber que a falta de conhecimento do público consumidor sobre impressão 3D, mesmo de pessoas relativamente próximas à tecnologia, é um fator que interfere no serviço. Muitas pessoas ainda não compreendem as possibilidades de impressão, e portanto acabam solicitando produtos inviáveis para esse tipo de serviço. Pode-se imaginar que essa ideia equivocada sobre a impressão 3D tem origem na propaganda exagerada das possibilidades da tecnologia, como impressão de casas e órgãos humanos, que de fato são progressos muito importantes, porém não são tecnologias acessíveis a pessoas comuns. Assim, é possível que esse tipo de celebração da tecnologia, aliada à falta de informação, faz com que as pessoas imaginem ser possível imprimir qualquer tipo de produto com uma impressora 3D.

Outro ponto de reflexão, baseado no que Rodrigo e Mello comentou sobre a viabilidade de atender à demanda com uma impressora voltada a produção individual, é a necessidade de se ter um equipamento com capacidade de atender a uma demanda maior, prevendo um maior volume de projetos a partir do momento em que se pensa em um produto que ocupe um espaço coletivo.

A demanda de projetos acadêmicos foi citada por todos os entrevistados, corroborando o resultado obtido com o questionário.

Felipe apresentou um ponto importante sobre a necessidade da conferência visual durante o processo de impressão para que, em caso de erro, se possa evitar um desperdício ainda maior de material e de tempo.

Sobre a impressora 3D de grande porte presente no PRO-PME, a necessidade de se construir uma mesa com medida diferenciada para alcançar uma posição de uso satisfatório destacou a importância de se pensar na adequação ergonômica, bem como o acesso limitado à área de impressão adverte sobre a necessidade de se pensar na ergonomia dos acessos do produto.

Já dos serviços e atendimentos em lojas em quiosques de shopping, podemos perceber que o painel para visualização do arquivo é essencial para a conferência final do que será produzido, e estava presente em todos os lugares estudados.

Ainda assim, existe uma dificuldade em encontrar a posição ideal para a tela, principalmente porque geralmente cliente e atendente estão de lados opostos da bancada, o que faz com que, de modo geral, uma posição que beneficie um dos lados acaba sacrificando a postura do outro. Além disso, os clientes demonstraram maior conforto quando puderam escolher por conta própria os arquivos a serem impressos.

Quando os equipamentos são interessantes, diferentes e, de alguma maneira, atraem o público, é pertinente que eles fiquem à mostra, para chamar a atenção do cliente e que o mesmo possa acompanhar o serviço sendo realizado. É plausível supor que uma impressora 3D esteja adequada a esse conceito, de modo que deixá-la visível possa despertar interesse das pessoas que ocupam os ambientes em que as impressoras eventualmente possam ser instaladas.

A presença de uma bancada ajuda a uma identificação mais rápida do *front-office*³ por parte do cliente.

A variedade de layouts das lojas e quiosques estudados evidencia a importância de pensar em um produto cuja forma seja adaptável a diferentes configurações de layout, como, por exemplo, considerando a presença ou não de uma bancada.

2.3 Equipamento

Para completar o levantamento de dados acerca do projeto, houve um estudo das possibilidades tecnológicas e possíveis funções do equipamento.

2.3.1 Análise tecnológica

Existem diversos processos e tecnologias disponíveis quando se fala em impressão 3D. Por exemplo, existem impressoras que processam materiais pulverizados utilizando um laser como fonte de calor para sinterizar ou fundir as camadas de pó. Outro processo conta com a polimerização de resina utilizando uma fonte de luz que solidifica o material em camadas ultra finas (3D PRINTING INDUSTRY, 2016).

³ Atividades do serviço que têm alto contato com os clientes.

Além dessas tecnologias mais conhecidas, existem outros tantos processos sendo desenvolvidos para aplicação em diversas áreas, como a medicina, construção civil e aeronáutica.

2.3.1.1 Tecnologias

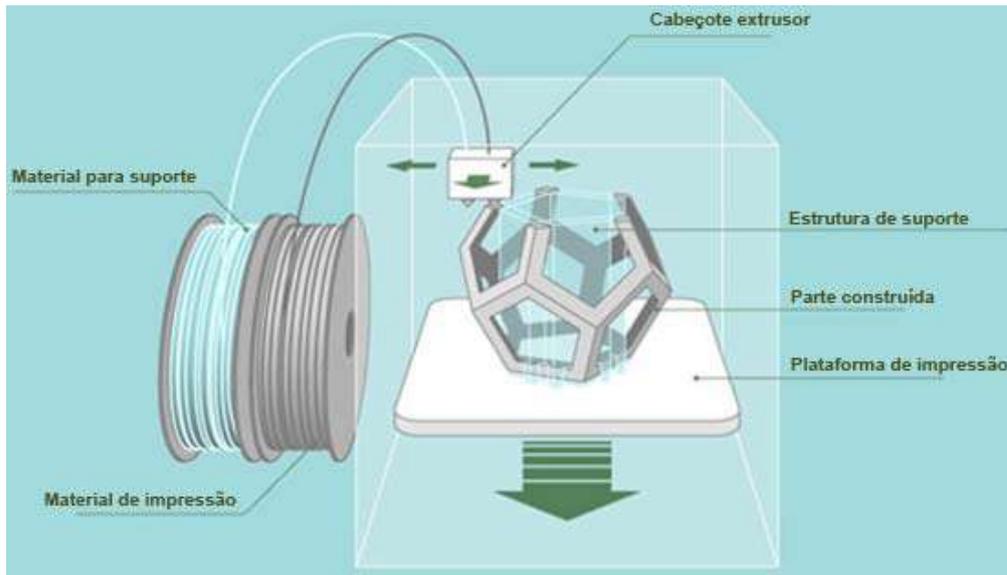
Como o foco do projeto é a manufatura aditiva que democratiza o acesso às possibilidades de fabricação de produtos, houve uma seleção prévia das alternativas tecnológicas que seriam utilizadas, para que o estudo não se estendesse a sistemas que não são voltados para o público comum.

Assim, os sistemas selecionados para análise foram a modelagem por fusão e deposição (FDM), a sinterização seletiva a laser (SLS), estereolitografia (SLA) e a impressão com uso de projetor DLP (Digital Light Processing).

- **Modelagem por fusão e deposição**

As impressoras tipo FDM são o modelo mais facilmente encontrado no mercado para uso pessoal. O sistema imprime a peça a partir de um filamento plástico, que é puxado por uma engrenagem e passa por um cabeçote de extrusão, fazendo com que o plástico seja extrudado por um bico que o deposita na bandeja de impressão. O bico movimenta-se nos eixos X e Y, percorrendo as formas da camada que está sendo feita, formando um desenho da mesma com o plástico extrudado. Ao término da primeira camada, a plataforma se desloca alguns milímetros para baixo no eixo Z e a segunda camada começa a ser desenhada por cima da primeira. O processo é repetido continuamente, até que o objeto seja finalizado. Os materiais mais utilizados nesse tipo de impressão são os polímeros ABS (acrilonitrila butadieno estireno) e PLA (ácido polilático). Alguns modelos apresentam variações, como o bico se deslocar no eixo Z ao invés da base, e a possibilidade de imprimir em mais de um material simultaneamente. A Figura 18 ilustra o funcionamento de um sistema FDM.

Figura 18: Funcionamento de um sistema FDM



Fonte: Adaptado de Site para Empresas, 2014.

As peças fabricadas por impressoras FDM apresentam anisotropia¹, de forma que não têm muita resistência mecânica quando submetidas a forças com direção paralela às camadas. Além disso, costumam ter um acabamento de baixa a média qualidade, caracterizadas pelas evidentes marcas da construção em camada, como é possível notar na Figura 19.

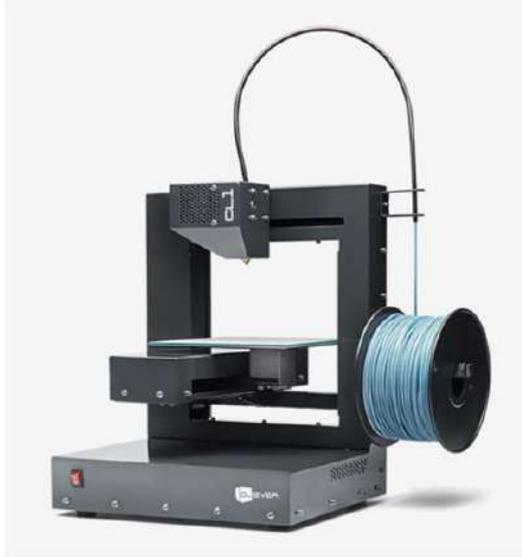
Figura 19: Brinquedo fabricado utilizando impressora FDM.



Fonte: Thingiverse, 2015.

Um exemplo de impressora FDM é a CL1, da empresa Cliever, que é fabricada no Brasil, apresentada na Figura 20.

Figura 20: Impressora 3D CL1, com sistema FDM

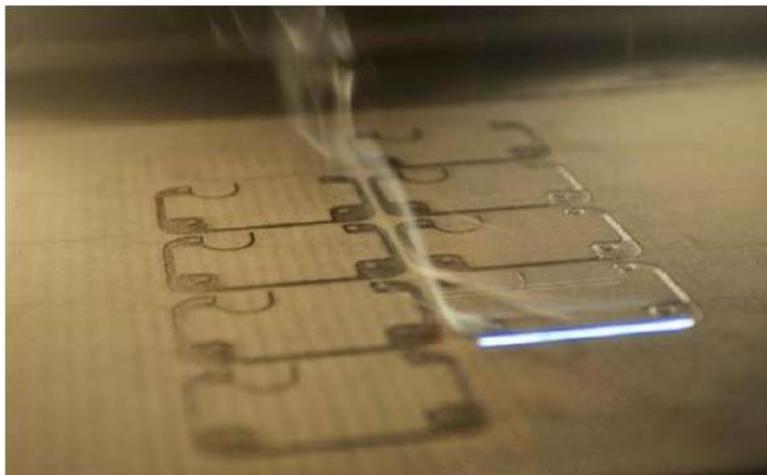


Fonte: Cleiver, 2016

- **Sinterização Seletiva a Laser**

O sistema SLS normalmente necessita um equipamento maior e um sistema mais complexo. Ao invés de depositar camadas de material plástico, a impressora forma as camadas da peça incidindo um feixe de laser sobre uma plataforma coberta por uma fina camada do material pulverizado (Figura 21).

Figura 21: Incidência do laser em camada de pó para construção da peça.

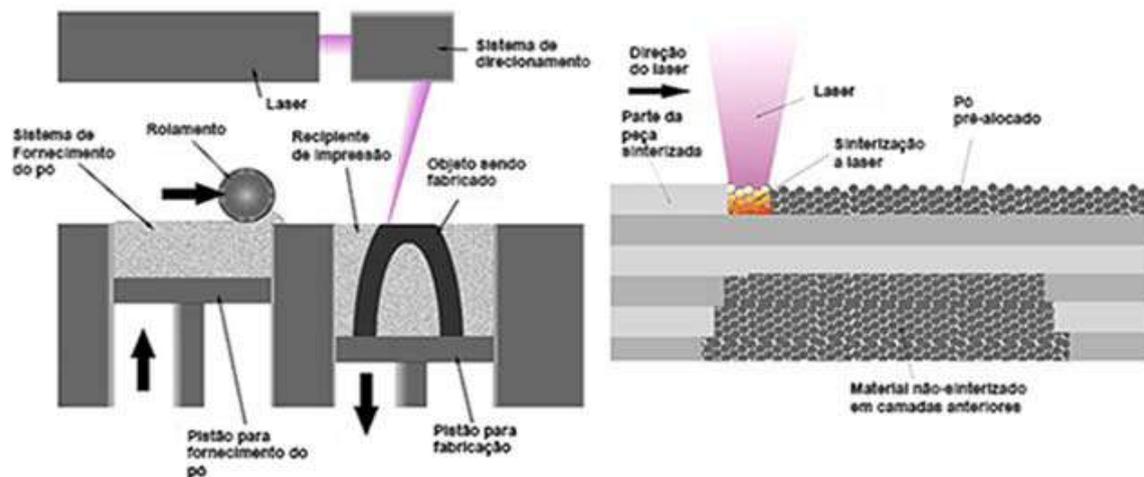


Fonte: Axis Prototypage Rapide, 2016.

Em seguida, um rolo aquecido cobre a superfície de impressão com uma outra camada de pó, e então é feita a sinterização da camada seguinte. O processo se repete até que o

produto seja formado. Ao final da impressão, é necessário remover o excesso de pó do objeto impresso, mas este material pode ser reutilizado em impressões posteriores. O esquema de funcionamento do sistema SLS é demonstrado na Figura 22.

Figura 22: Esquema de funcionamento de um equipamento SLS



Fonte: Adaptado de Live Science, 2013.

As peças fabricadas por SLS ainda apresentam anisotropia, mas em um nível muito inferior ao que apresentariam se fossem fabricadas através do processo FDM. Além disso, sua superfície apresenta muito menos marcas de construção, como é possível ver na Figura 23.

Figura 23: Peça fabricada através da tecnologia SLS.



Fonte: Axis Prototypage Rapide

Um ponto crítico da tecnologia SLS, de acordo com Signe Brewster (2014), é o seu alto grau de periculosidade e a complexidade da máquina. O laser utilizado para sinterização tem uma potência capaz de causar dano em contato com o ser humano. Por

isso, não existem muitos projetos para máquinas pessoais com essas tecnologias. Normalmente, a tecnologia é utilizada em impressoras de grande porte, como a demonstrada na Figura 24.

Figura 24: Impressora 3D SLS de grande porte.



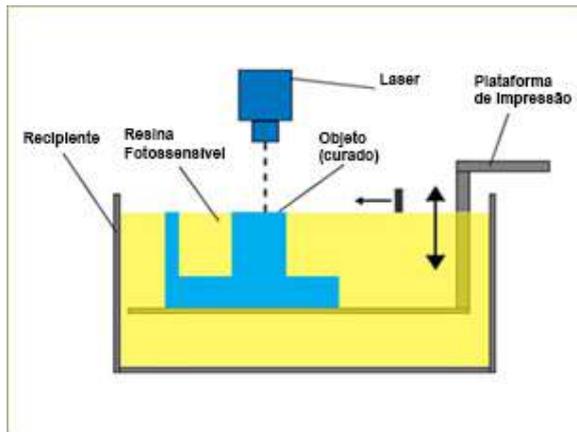
Fonte: Brewster, 2014

- **Estereolitografia**

O processo de impressão por estereolitografia é semelhante ao SLS, pois também envolve a incidência de um feixe de luz para a cura seletiva. Contudo, substitui-se o material pulverizado por uma resina líquida fotossensível, que é polimerizada através da luz ultravioleta.

Existem duas variações de máquinas com relação ao posicionamento do tanque de resina e a incidência da luz. Na variação mais conhecida, a chamada *top-down*, o tanque de resina fica na parte inferior, e a plataforma de impressão fica levemente submersa, deixando apenas uma fina camada de resina acima, para que o feixe de luz percorra a forma da primeira camada do produto, fazendo a cura das resina atingida. Em seguida, a plataforma submerge um pouco mais, fazendo com que a resina líquida cubra a parte já curada, e o processo se repete sucessivamente até que o produto esteja formado. A Figura 25 demonstra o processo de impressão *top-down*.

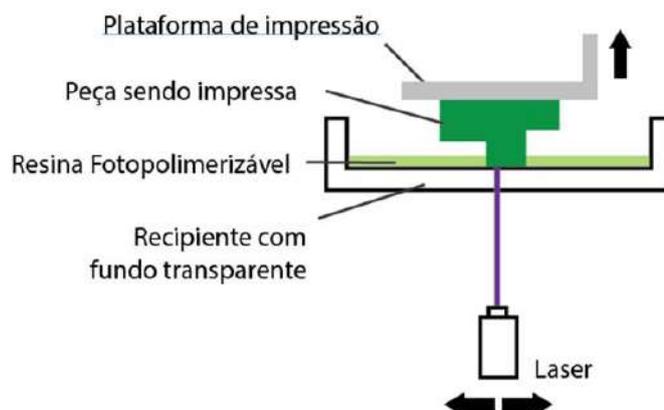
Figura 25: Representação de uma máquina de estereolitografia *top-down*.



Fonte: 3Dprinting.com, 2016

Na variação *bottom-up*, menos utilizada, a resina fica em um recipiente com fundo transparente. A plataforma de impressão se aproxima do fundo do recipiente, de forma a deixar uma leve camada de resina abaixo. O feixe de luz incide por baixo do recipiente, fazendo a cura seletiva na camada de resina, de acordo com o formato da camada do objeto. Em seguida, a plataforma é erguida, levando junto a parte já polimerizada, e volta a abaixar até deixar novamente uma leve camada de resina entre a última camada polimerizada e o fundo, e assim sucessivamente até a fabricação total do objeto. Para impedir a camada polimerizada de aderir à base do recipiente, o que acabaria obstruindo a impressão, essa base deve receber um tratamento para que fique antiaderente. A representação do processo de impressão *bottom-up* pode ser observada na Figura 26.

Figura 26: Representação de uma máquina de estereolitografia *bottom-up*.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Os produtos impressos através da tecnologia SLA têm um acabamento muito superior às FDM, pois as marcas de construção são muito menos perceptíveis, como no exemplo apresentado na Figura 27.

Figura 27: Crânio fabricado através da tecnologia SLA.

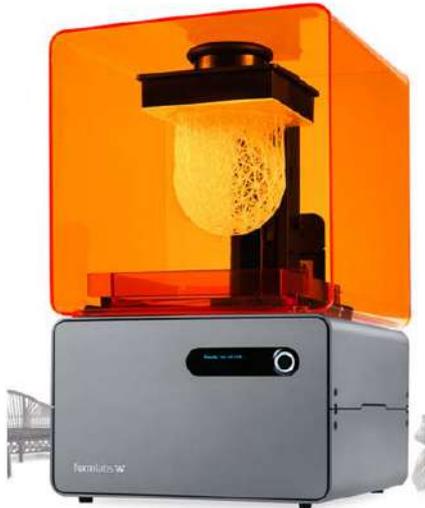


Fonte: 3ders.org, 2016

Ao final da impressão, pode ser necessário um pós-processamento na peça para que a cura da resina seja feita por completo. Assim, o produto impresso é inserido em uma câmara onde fica exposto à luz ultravioleta, fazendo com que todas as partes do objeto sejam completamente curadas. O tempo de duração desse processo pode variar bastante, de acordo com o tamanho do objeto e a espessura do preenchimento do mesmo.

Um dos exemplos mais conhecidos de impressora SLA é a Form 1, da empresa Formlabs, apresentada na Figura 28.

Figura 28: Impressora 3D Form1, que utiliza tecnologia SLA



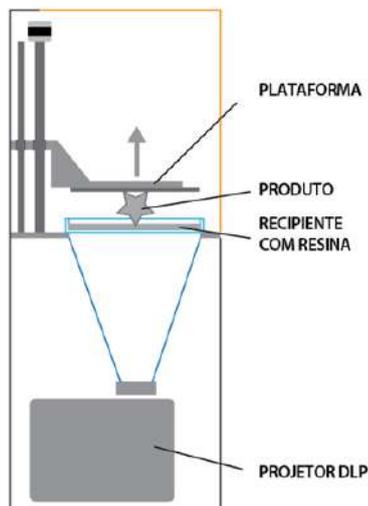
Fonte: Formlabs, 2016

- **Impressoras DLP**

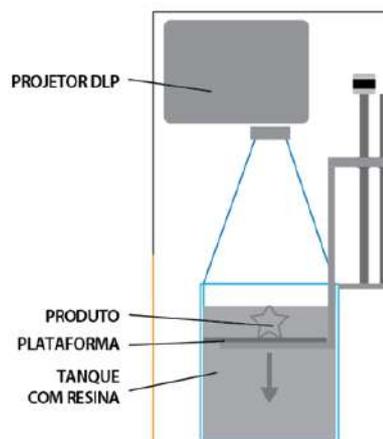
As impressoras DLP utilizam um projetor DLP, que dá o nome ao sistema, para fazer a cura da resina. O sistema é parecido com os das impressoras SLA, com a diferença de que o feixe de luz que percorre a superfície fazendo a cura seletiva da resina é substituído por uma projeção completa da camada a ser polimerizada. Ao contrário das impressoras SLA, o modelo mais comum de impressora DLP utiliza o sistema *bottom-up*, embora também existam modelos de impressoras DLP *top-down*. O esquema de funcionamento dos sistemas de impressão DLP está apresentado na Figura 29.

Figura 29: Representação do funcionamento de uma impressora DLP bottom-up (à esquerda) e top-down (à direita)

BOTTOM-UP



TOP-DOWN



Fonte: Elaborada pelo autor.

Essa característica é interessante, pois implica em uma considerável diminuição do tempo de impressão de produtos maiores ou de mais produtos simultâneos. Isso, porque, independente da imagem projetada, o tempo de exposição da projeção em cada camada será o mesmo (TEXAS INSTRUMENTS, 2015), de forma que uma camada que tenha dimensões 10x10mm irá requerer o mesmo tempo para ser polimerizada que uma camada com dimensões 100x100mm, por exemplo. Portanto, imprimir uma ou dez peças iguais, ou ainda diferentes, mas com a mesma altura, demora o mesmo tempo que imprimir uma única peça, desde que todas caibam na mesma plataforma de impressão.

Os produtos resultante da fabricação por impressoras DLP tem aparência e características muito semelhantes aos impressos pelo sistema SLA, como é possível ver na Figura 30.

Figura 30: Produto impresso através de impressora DLP.

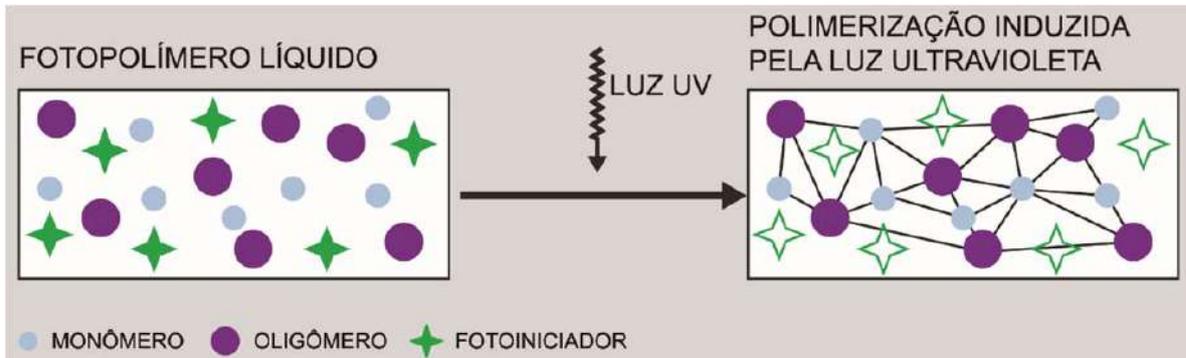


Fonte: Makerjuice, 2016.

A impressão DLP, assim como a SLA, utiliza resinas fotopolimerizáveis, também chamadas de fotossensíveis. Esse tipo de resina é composto por monômeros, oligômeros e foto-iniciadores, que ao serem expostos à luz, sofrem reações que alteram suas propriedades químicas e mecânicas (REIXHMANIS e CRIVELLO, 2014). As resinas adequadas para o sistema de impressão DLP são polimerizáveis através da incidência de luz ultravioleta ou de comprimento de onda próximo ao UV. Assim, ao serem submetidas à luz UV, sofrem o endurecimento em decorrência da formação de cadeias poliméricas

interligadas por ligações cruzadas (BURTON, 2008). Na Figura 31, uma representação do processo de polimerização das resinas fotossensíveis.

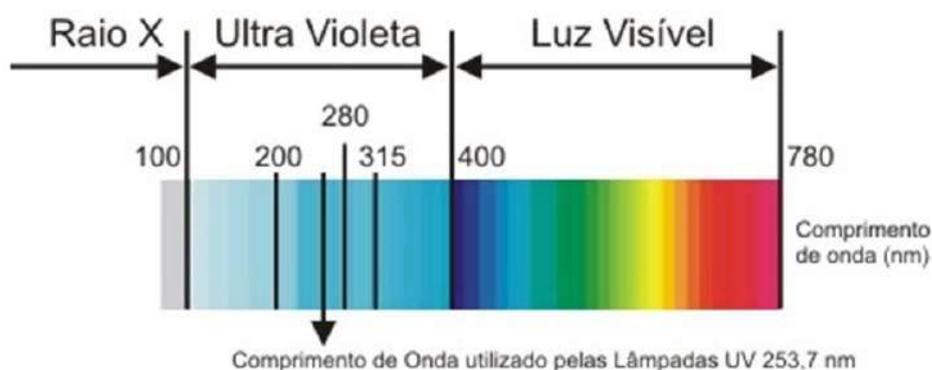
Figura 31: Representação do processo de polimerização das resinas sensíveis à luz UV.



Fonte: Adaptado de Wikipedia, 2016.

O comprimento de onda necessário para a cura da resina varia de acordo com o material, podendo estar abaixo do espectro visível (comprimento de onda abaixo de 400nm), quando é chamada de ultravioleta, até um pouco acima. Alguns exemplos são as resinas fabricadas pela MakerJuice, empresa americana fabricante de resinas fotopolimerizáveis para impressão 3D, que polimerizam com uma luz de comprimento de onda em torno de 420nm (MAKERJUICE, 2016), e pela Makertech, empresa brasileira que fabrica e comercializa resinas fotopolimerizáveis para impressão 3D, que polimerizam com uma luz de comprimento de onda entre 240 e 425nm (MAKERTECH, 2016). A Figura 32 ilustra a relação entre os comprimentos de onda e o espectro de cor visível e ultravioleta.

Figura 32: Espectro de luz visível e ultravioleta.

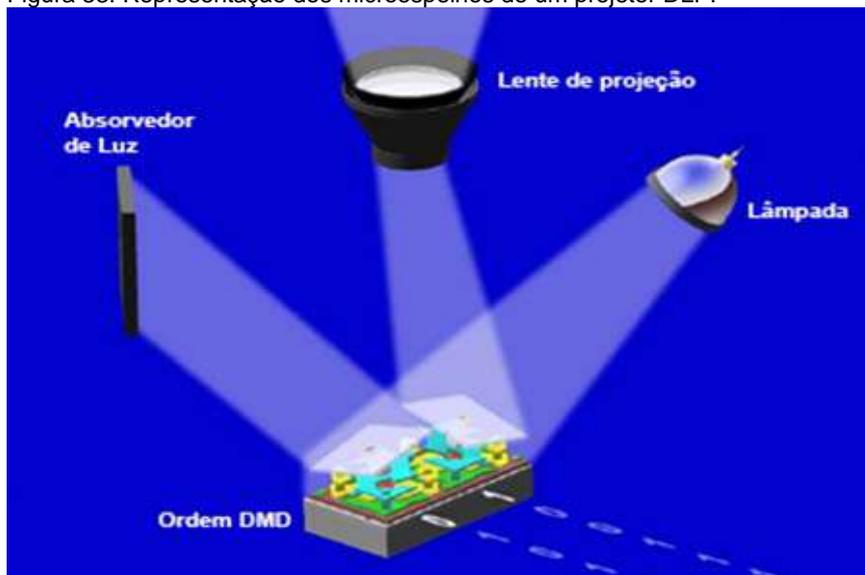


Fonte: NaturalTec, 2016

Assim, se faz necessário compreender o elemento emissor da luz que irá curar a resina, o projetor DLP. O sistema de projeção conta com um semicondutor ótico, conhecido

como chip DLP. Esse sistema foi desenvolvido pela empresa Texas Instruments, em 1987. Esse chip contém microespelhos com base flexível que se movimentam, refletindo uma imagem digital em qualquer superfície. De acordo com a posição dos microespelhos, é criado um pixel claro ou escuro na superfície de projeção. Cada microespelho pode ser ativado e desativado até dez mil vezes por segundo, e quanto mais tempo ele permanecer ativado, mais claro será o pixel projetado (Texas Instruments, 2016). Na Figura 33, segue um esquema de como funcionam esses microespelhos na condução da luz para projeção.

Figura 33: Representação dos microespelhos de um projetor DLP.

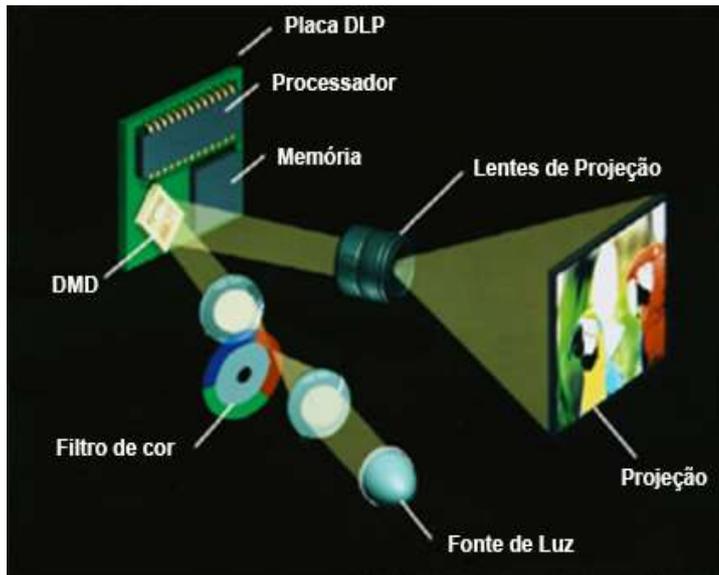


Fonte: Adaptado de Yujie Liu, 2013.

O sistema de projeção DLP tradicionalmente envolve uma fonte de luz branca, que passa por um círculo de cores transparente antes de ser direcionado ao chip DLP (Figura 34). Esse elemento filtra previamente a luz, estreitando o espectro de cores, que, ao chegarem ao chip, o mesmo poderá criar diversos tons diferentes, dentro do espectro determinado pelo filtro. (TEXAS INSTRUMENTS, 2016).

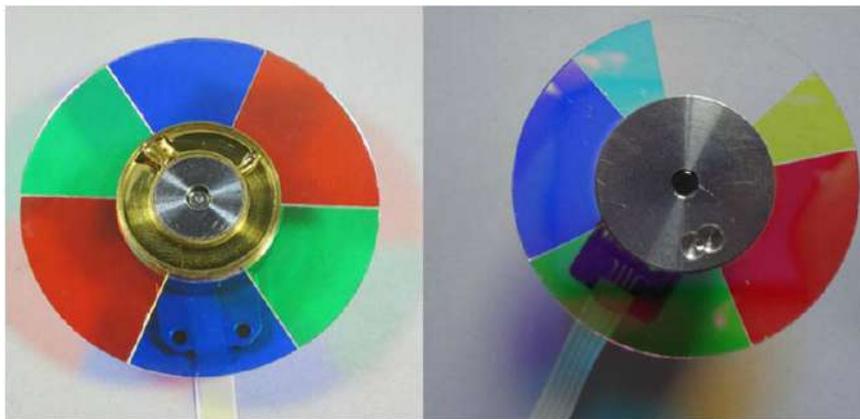
Esse filtro de cor é desenvolvido para gerar cores do espectro visível ao ser humano (TEXAS INSTRUMENTS, 2010). Assim, muitos círculos de cores encontrados em projetores são divididos em vermelho, azul e verde, o que significa que, com esse filtro, a projeção de luz ultra-violeta não será possível, pois toda a luz emitida pela lâmpada abaixo do comprimento de onda tolerado pelo filtro será perdido. Portanto, em projetores DLP dessa maneira, será necessária a remoção ou substituição do filtro adaptado para que ele se adeque ao projeto. Na Figura 35, pode-se observar dois círculos de cor.

Figura 34: Representação do sistema de projeção DLP.



Fonte: adaptado de Delta Displays, 2016.

Figura 35: Circulos de cores utilizados em muitos projetores DLP.



Fonte: China Direct, 2016 e Aliexpress, 2016.

Existem sistemas DLP que utilizam 3 chips para projeção. Esses projetores geralmente são menos usuais e têm um custo mais elevado. Além disso, a diferença desse sistema para o padrão é que a filtragem da cor acontece através dos chips, e não do círculo de cores, o que faz com que sua adaptação para uso em uma impressora DLP seja mais complexa e cara.

É importante destacar que, em alguns projetores, um filtro que atenua a presença de raios ultravioleta e infravermelho é aplicado sobre o refletor (TEXAS INSTRUMENTS, 2010). Esse filtro pode ser retirado com uma modificação do projetor. Contudo, sua retirada também permite a passagem de radiação infravermelha, o que tem como consequência o aumento do calor dentro do projetor, que pode prejudicar o equipamento a longo prazo.

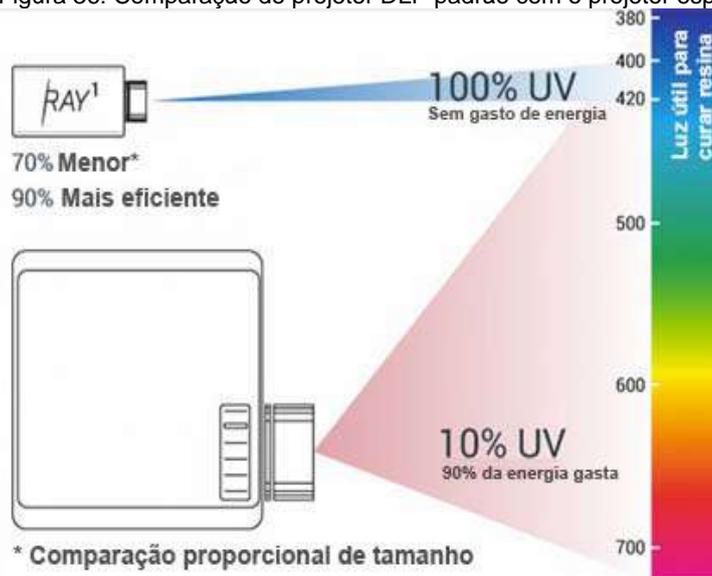
Os projetores de LED não podem ser utilizados para a cura da resina, pois, embora sua arquitetura conte com um sistema de projeção parecido com o sistema DLP, ele utiliza três fontes de luz distintas, que já emitem luzes nas cores vermelhos, verde e azul (TEXAS INSTRUMENTS, 2010). Assim, eles não têm capacidade de emitir luz UV.

Considerando essas informações, podemos admitir a influência de algumas características de projeção importantes para um sistema de impressão 3D DLP. A primeira delas é a quantidade de luz emitida por uma lâmpada, medida em lúmens. É possível encontrar projetores com fluxos luminosos diversos, mas ao mesmo tempo, é perceptível uma relação entre o aumento de lúmens e o aumento do preço de um projetor. A quantidade de luz emitida pela lâmpada permite que a cura da resina seja feita em menos tempo.

A segunda característica é a resolução da imagem projetada, pois ela será determinante para o nível de detalhe do produto final impresso. Dessa forma, quanto maior a resolução do projetor utilizado, maior será a qualidade do produto final.

É possível encontrar projetores DLP voltados para impressão 3D, como os fabricados pela empresa Texas Instruments, cujo espectro de cores vai de 353nm a 700nm (TEXAS INSTRUMENTS, 2015), e o projetor Ray1, fabricado pela empresa MoonRay, que além de ser 70% menor que os projetores DLP convencionais, é 90% mais eficiente por conta da emissão de luz restrita ao espectro UV e próximo ao UV (MOONRAY, 2016), conforme é possível observar na Figura 36.

Figura 36: Comparação do projetor DLP padrão com o projetor específico para impressora DLP Ray1.



Fonte: Adaptado de 3DPrint.com, 2015.

O uso de projetores desenvolvidos especificamente para impressoras 3D DLP é interessante do ponto de vista da eficiência energética e aproveitamento de espaço. O problema é que ainda é uma tecnologia muito restrita, com poucas opções e de difícil acesso. Assim, a manutenção do produto em caso de defeito no projetor se tornaria dispendiosa, e em caso de descontinuidade da fabricação do produto por parte da empresa fornecedora, seria complicado achar uma alternativa, o que poderia afetar a fabricação de novas impressoras.

2.3.1.2 Critérios considerados para análise e seleção das tecnologias

Após ter recolhido as informações acerca das tecnologias pré-selecionadas, determinei alguns fatores relevantes para usar como base na comparação e escolha das tecnologias. Esses critérios foram separados em três categorias, relacionados ao equipamento, à matéria prima e ao produto final.

- **Critérios relacionados ao equipamento**

O primeiro critério considerado foi a **complexidade dos sistemas**, levando em consideração a quantidade de sistemas e mecanismos existentes para a função básica de cada tipo de impressora. Um sistema muito complexo, que depende de muitos mecanismos para realizar a impressão seria considerado péssimo. Por outro lado, seria considerado ótimo um sistema extremamente simples, que contasse com o mínimo de elementos para imprimir.

O segundo critério foi com relação à **estrutura**, de forma que um parecer ruim iria a um sistema que requer um volume grande, com muitas exigências estruturais quanto ao tipo de material, formato, etc. Por outro lado, um sistema perfeito não dependeria da carcaça para que a impressão funcionasse, de forma que a mesma influencia apenas no aspecto estético, tendo total liberdade de forma.

O terceiro critério foi a previsão de fácil **manutenção do equipamento**. Naturalmente, esse critério está associado à complexidade do equipamento, pois quanto mais complexo, mais difícil e realizar sua manutenção. Assim, uma manutenção complexa, impraticável pelo usuário comum, com pouco conhecimento, e que dependesse de um serviço integral de assistência técnica seria considerada péssimo. Em contrapartida, um sistema onde qualquer problema possa ser facilmente resolvido mesmo por usuários inexperientes seria considerado ótimo.

Outro fator levado em consideração é a facilidade de **reposição dos componentes** fundamentais para o funcionamento do equipamento, de forma que um desempenho considerado péssimo seria um projeto cujos elementos não pudessem ser encontrados a venda no mercado, e que caso fosse necessária sua substituição, apenas fornecedores específicos poderiam fornecer. Por outro lado, o parece ótimo seria sobre um sistema onde todos os componentes pudessem ser encontrados facilmente no mercado para reposição.

O quinto fator considerado foi o **espaço mínimo ocupado** por uma máquina do tipo para produzir objetos de pequeno porte, levando em consideração o volume de impressão. Dessa forma, um sistema que ocupe um espaço muito grande em relação à capacidade de impressão seria considerado péssimo, enquanto um sistema em que a área ocupada para a função básica do equipamento fosse próxima à área de impressão, seria considerado ótimo.

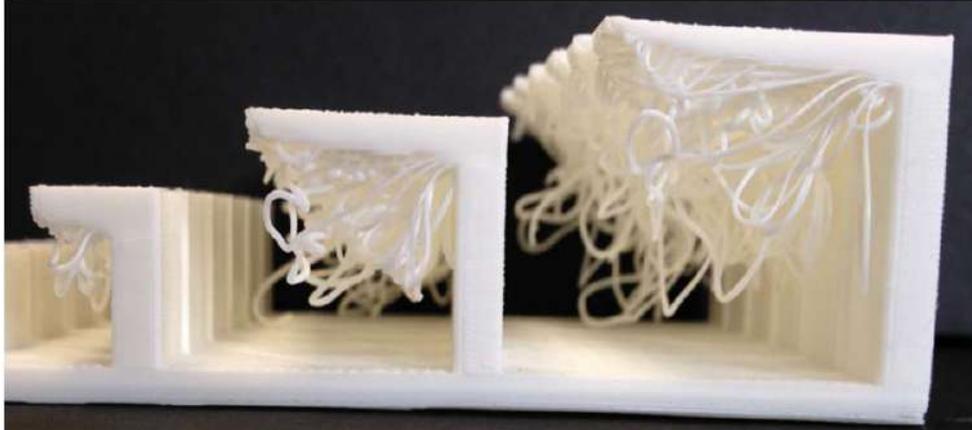
O sexto fator foi relacionado à **velocidade de impressão**. Além disso, levando em consideração que o projeto está sendo desenvolvido para atender a uma demanda coletiva, e conseqüentemente a impressão de mais de um projeto simultaneamente, a análise sobre a velocidade de impressão também considerou o volume a ser impresso. Dessa forma, se o tempo de impressão de uma camada aumenta exponencialmente em razão da área a ser impressa, a avaliação é negativa. Por exemplo, em uma impressora FDM, ao enviar dez peças de xadrez para uma mesma impressão, além do tempo que o sistema demora para “desenhar” cada camada de cada peça, ainda existe o intervalo em que o bico extrusor percorre o caminho entre uma peça e outra, o que acaba influenciando negativamente o tempo de impressão. Em contrapartida, um sistema considerado ótimo não tem interferência da área da camada no tempo de impressão, como por exemplo com uma impressora DLP, que ao enviar as mesmas dez peças de xadrex para impressão, ela demoraria o mesmo tempo que para imprimir uma única peça.

O sétimo fator analisado foi a **possibilidade de uso de mais de um material** na impressão. Assim, um desempenho ruim seria de um sistema que restringe a impressão a um único material, que deve ser usado do início ao fim da mesma. Por outro lado, um sistema que permitisse o uso de diversos materiais em uma única impressão, inclusive com possibilidade de cores distintas seria considerado ótimo.

O último fator relacionado aos equipamentos foi a **necessidade de impressão de suporte**. O suporte à impressão se faz necessário na maioria das tecnologias abordadas, principalmente na FDM. O material a ser depositado precisa sempre estar conectado à parte já impressa do produto. Dessa forma, ao imprimir uma miniatura de pessoa de braços abertos, por exemplo, se não houver um material de suporte até o começo do braço, quando

o bico extrudar o plástico, o mesmo vai cair, gerando uma falha na impressão, conforme pode ser visto na Figura 37.

Figura 37: Falha na impressão de peça sem o suporte necessário.



Fonte: The Innovation Station, 2016

O problema do material de suporte é que ele só é utilizado para servir como base da impressão em andamento, e após sua conclusão, ele é descartado, o que significa que quanto maior a necessidade de suportes, maior a quantidade de resíduos gerados. Além disso, o material de suporte precisa ser posteriormente destacado da peça, o que pode significar um trabalho de pós-processamento complexo, e muitas vezes alguma parte do suporte está instalada em uma parte pouco acessível do produto impresso, dificultando ainda mais sua remoção. A Figura 38 apresenta um exemplo de impressão com material de suporte.

Figura 38: Peça (em amarelo) impressa com material de suporte (em branco).



Fonte: 3D File Market, 2016.

- **Crêterios relacionados   matéria prima utilizada na impressão**

Com rela o   matéria prima utilizada, o primeiro fator analisado foi o **custo de aquisi o** da mesma, levando em considera o o gasto de material para produzir uma única peça, como por exemplo, com a produ o de material de suporte.

Outro fator analisado foi a **variedade de materiais e cores** possíveis para a fabrica o de produtos, considerando-se a diversidade de propriedades, como por exemplo materiais com maior elasticidade ou maior tenacidade.

O último fator analisado foi a **capacidade de reaproveitamento dos materiais** envolvidos na fabrica o, levando-se em considera o, também, a complexidade do processo para sua reutiliza o. O ABS, por exemplo, polímero mais utilizado nas impressoras FDM,   um material que pode ser reaproveitado posteriormente, inclusive sendo novamente transformado em filamento para uma nova utiliza o. Uma parte dos materiais utilizados nos processos SLS também pode ser reaproveitada. Os metais, por exemplo, podem ser derretidos e utilizados em outros processos industriais, o que   uma alternativa mais viável do que a pulveriza o desses materiais para reutiliza o na impressão 3D. Por outro lado, os materiais produzidos nas impressoras SLA e DLP são termorrígidos, e, por conta da sua estrutura molecular, são de difícil reciclagem ou reaproveitamento. Embora já existam estudos para o reaproveitamento de resíduos de materiais termorrígidos, inclusive com a cria o de alguns materiais que permitem a reciclagem. Cabe lembrar que, embora sua reutiliza o seja atualmente inviável, materiais termorrígidos também podem ser biodegradáveis, o que implica na redu o do impacto ambiental dos produtos impressos.

- **Crêterios relacionados ao produto da impressão**

Um dos cr terios analisados, relacionados aos produtos fabricados pelas impressoras, foi a **qualidade de impressão**, principalmente considerando a minimiza o das marcas de constru o por camada e a capacidade de manter detalhes finos e texturas nos produtos impressos. Na Figura 39,   possível perceber a diferença entre a qualidade de impressão de uma impressora DLP e uma FDM.

Figura 39: Comparativo entre produtos impressos por impressora DLP (à esquerda) e FDM (à direita).



Fonte: Adaptado de Geeky Gadgets, 2016.

O outro critério utilizado foi a **necessidade de acabamento ou pós-processamento**. Por um lado, considerou-se a necessidade física dos produtos impressos em SLA e DLP de passarem por uma câmara UV para ficarem expostos à luz ultravioleta e completar o processo de cura após a impressão. Por outro, também foi considerado o processo de acabamento necessário para que o produto final tenha um aspecto estético semelhante a produtos comercializados.

- **Matriz de comparação de tecnologias**

Após definidos os critérios de comparação e sua importância para o desenvolvimento do produto, elaborei uma comparação, apresentada na tabela 1, avaliando cada uma das tecnologias abordadas, atribuindo um grau de 1 a 10 a cada tecnologia em cada um dos critérios, de acordo com seu desempenho, que posteriormente foram multiplicados pelo peso atribuído a cada um dos fatores definidos (variando de 1 a 3) e somados às demais notas para obter a tecnologia com maior grau total, definindo-a como a tecnologia utilizada no projeto.

Tabela 1: Tabela comparativa de tecnologias.

MÁQUINA	FDM	SLS	SLA	DLP		
Complexidade da Máquina (de acordo com a quantidade de sistemas)	3	1	5	7	x2	10
Paredes externas e "case"	10	8	8	8	x1	10
Facilidade de Manutenção do Equipamento	5	5	5	7	x2	10
Facilidade de Reposição de Componentes da Máquina	5	1	3	7	x1	10
Espaço Ocupado (Razão entre a Área Total e a Área de Impressão e Altura)	4	1	9	7	x2	10
Velocidade de Impressão	3	7	7	10	x3	10
Possibilidade de uso de mais de um material na impressão	5	1	1	1	x3	10
Necessidade de Impressão com Suporte / Impressão de formas complexas	5	9	7	7	x3	10
Total	78	74	94	111		170
MATÉRIA PRIMA						
Preço do Material	10	5	7	7	x1	10
Variedade de Materiais e Cores Possíveis	7	9	8	8	x3	10
Reaproveitamento	8	5	1	1	x3	10
Total	55	47	34	34		30
PRODUTO DA IMPRESSÃO						
Qualidade da Impressão	4	9	9	9	x3	10
Necessidade de Acabamento e pós-produção	3	8	3	3	x2	10
Total	18	43	33	33		50
TOTAL	151	164	161	178		250

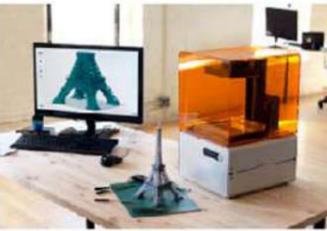
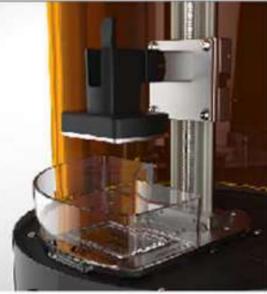
Fonte: Elaborada pelo autor.

Assim, por apresentar melhor desempenho diante dos critérios analisados, a tecnologia selecionada para o projeto foi a DLP.

2.3.2 Análise paramétrica de produtos similares

Após a seleção da tecnologia mais adequada ao projeto, optei por elaborar uma análise paramétrica de produtos similares, ferramenta projetual apresentada por Baxter (2003). Para a análise, foram levados em consideração os critérios velocidade de impressão, acesso aos componentes internos, abertura para acesso aos componentes, reposição da resina, acompanhamento visual da impressão e estética. Procurei também abordar as particularidades de cada projeto com a análise. Os produtos foram avaliados com notas de 1 a 5 para cada um dos critérios abordados. As impressoras selecionadas para a análise foram a Kudo The Titan 1, a Form1, a Autodesk Ember, a Projet 1200 e a B9 Creator. A tabela 2 apresenta a análise comparativa de produtos similares.

Tabela 2: Análise paramétrica de similares.

Nome	Kudo The Titan 1	Form 1	Autodesk Ember	Projet 1200	B9 Creator
Imagem					
Tecnologia	DLP	SLA	DLP	DLP	DLP
Velocidade de impressão	5	3	5	5	5
Acesso aos componentes internos	5	4	4	2	4
Abertura para acesso aos componentes	2	4	5	2	4
Reposição da resina	3	3	3	5	5
Acompanhamento visua da impressão	5	5	4	0	3
Estética	3	5	4	3	1
Observações:	A necessidade da retirada da capa para acesso à impressão é pouco prática, mas tem a vantagem de facilitar o acesso a todos os componentes internos	Embora a Form1 não seja uma impressora DLP, a tecnologia utilizada por ela (SLA) tem características semelhantes e recursos similares, de forma que sua análise pode contribuir para o desenvolvimento do projeto.	A Autodesk Ember utiliza um projetor DLP específico, fabricado pela empresa Texas Instruments. É um projetor de pequeno porte, e mais eficiente do ponto de vista da projeção UV, e seria uma alternativa interessante o projeto. Contudo, contar com um projetor específico para o desenvolvimento da impressora, além de arriscado, encarece o projeto e eventuais manutenções na máquina que envolvam a substituição desse elemento.	A impossibilidade de conferência visual durante a impressão em andamento é um ponto negativo, pois gera desperdício de material com uma impressão defeituosa, que poderia ser evitado com seu cancelamento imediato.	O espaço onde fica o projetor é aberto, não tendo qualquer tipo de proteção UV pela parte de baixo do recipiente de impressão (onde são projetadas as imagens para cura da resina). Como o volume do recipiente é pequeno e a área de passagem de UV externo é baixa, não interfere muito em pequenas impressões. Contudo, isso pode ser prejudicial em uma impressora de maior porte e com maior volume de impressão.
	A forma da capa de proteção é puramente estética, resultando em gasto desnecessário de material, embora o resultado visual seja positivo	Sua interface de uso amigável e o fato da impressora ser esteticamente agradável a tornam um objeto de desejo, indo além de sua função prática.	A abertura da área de impressão é parcial, mas suficiente para oferecer conforto no acesso aos elementos internos.	A Projet 1200 tem um visual mais sóbrio que as demais, de forma que sua estética é mais adequada a escritórios e atividades comerciais.	O projeto inicial não contava com um recipiente para reabastecimento. Contudo, após modificações sugeridas por usuários, a máquina passou a contar com um frasco de resina, situado na lateral superior, que, conectado ao recipiente de impressão, mantém sempre o nível necessário de resina.
Imagens Complementares					

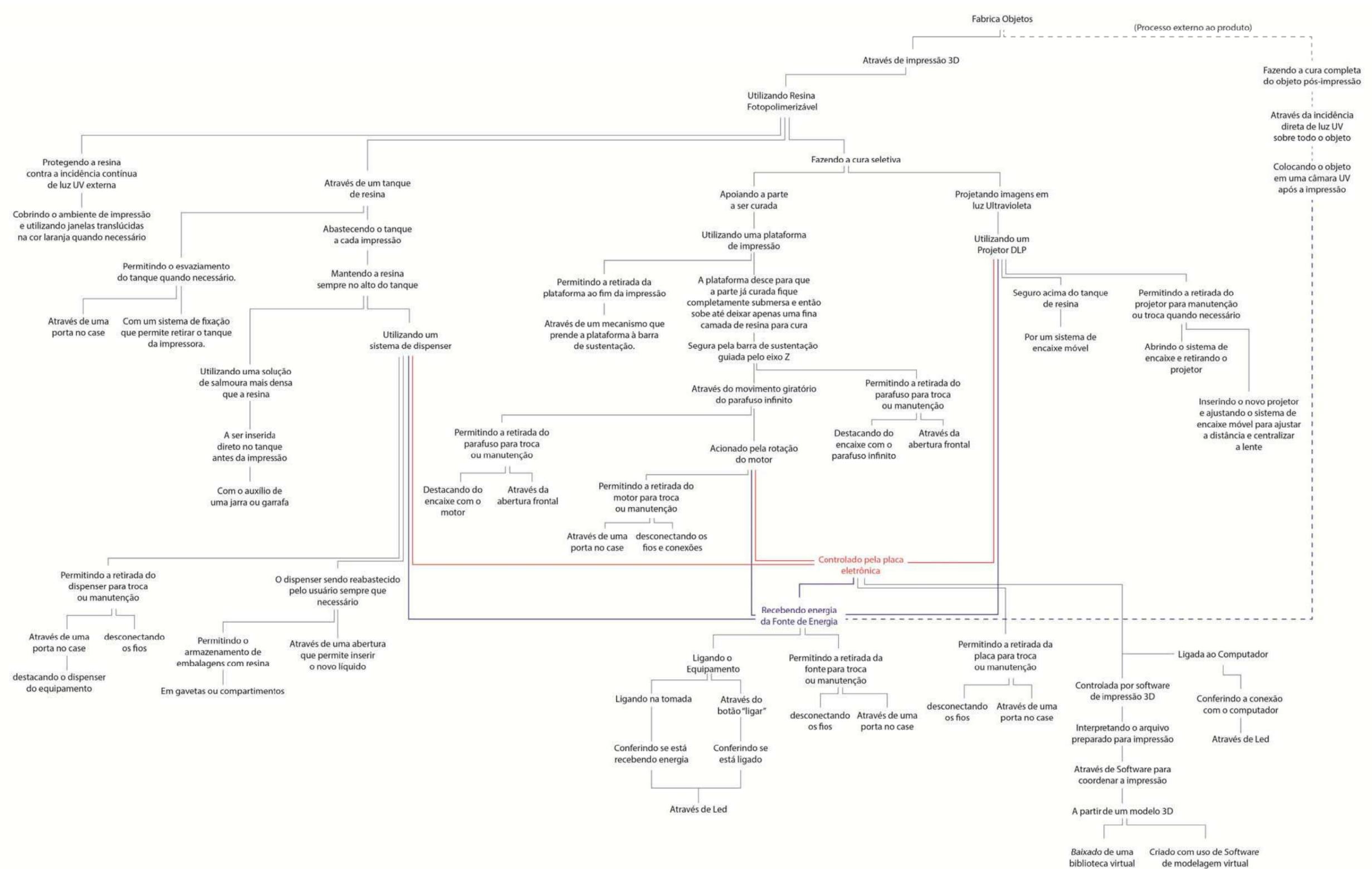
Fonte: Elaborada pelo autor.

2.3.3 Análise das Funções

Em seguida, para mapear as funções e compreender melhor a lógica do sistema e evidenciar elementos e sistemas funcionais que possam ser aprimorados, elaborei uma análise de funções (BAXTER, 2003). Dentre os produtos estudados anteriormente na análise paramétrica, selecionei a impressora B9 creator por ser um produto de fácil visualização dos componentes, cujas instruções de montagem e características técnicas estão disponibilizadas no website da empresa (B9 CREATOR, 2016), e por ter algumas características similares às pleiteadas para o projeto.

Apresento, na Figura 40, a árvore de funções elaborada sobre a impressora B9 Creator.

Figura 40: Árvore de funções.



Fonte: Elaborada pelo autor.

2.3.4 Resumo de insights sobre equipamento

A partir das informações analisadas no estudo de equipamento, é possível apontar algumas reflexões relevantes para o projeto.

A variação top-down da tecnologia DLP, assim como da SLA, necessita de um tanque com uma grande quantidade de resina, pois o produto irá submergindo na resina à medida que for construído. Isso significa que a impressão não será possível se não houver resina o suficiente para preencher o tanque, mesmo tendo resina o suficiente para fabricar o produto em questão. É possível encontrar relatos e até mesmo ensaios de experimentos com o preenchimento do tanque com uma solução de salmoura, pois supostamente a resina seria menos densa que a salmoura, e assim o volume de resina necessário para impressão seria muito menor. Contudo, adotando essa prática a substituição de resinas no tanque seria muito mais trabalhosa, além do peso do tanque cheio ser muito maior que o recipiente de impressão da variação bottom-up.

Como no sistema bottom-up das impressoras SLA, as impressoras DLP bottom-up precisam de um recurso que impeça a camada curada de aderir à base para não prejudicar a impressão.

As resinas utilizadas são polimerizadas com a luz ultravioleta, o que quer dizer que elas devem ser protegidas da luz UV externa, para que isso não afete as propriedades da resina.

Da mesma forma, durante o processo de impressão, é necessário que haja uma proteção UV, ao mesmo tempo em que é importante manter a impressão exposta, para permitir a conferência visual do operador da máquina durante a impressão. Ao mesmo tempo, a impressão visível é coerente com a ideia de evidenciar a tecnologia para despertar interesse, levantado anteriormente.

Embora já existam projetores específicos para impressoras DLP, eles não são acessíveis, de forma que não é vantajoso atualmente utilizá-los para o projeto. Ainda assim, não se descarta a possibilidade de utilizar essa alternativa em uma versão atualizada da impressora, caso futuramente esses equipamentos se mostrem mais tangíveis.

O fato do aumento do número de peças impressas (desde que de mesma altura) não implicar no aumento do tempo de impressão é uma característica importante para um projeto de impressora que visa atender a uma demanda coletiva e que, provavelmente, vai precisar realizar impressões de objetos diferentes simultaneamente

Essa observação leva à reflexão sobre a importância da possibilidade de impressões simultâneas, de forma a oferecer maior agilidade no atendimento e produção.

O sistema *bottom-up* necessita de um sistema de reabastecimento de resina para impressões volumosas, como visto com a impressora B9 Creator. Da mesma forma, é possível prever que será necessário substituir a resina para impressões diferentes.

É importante garantir fácil acesso à área de impressão, para retirada do produto impresso e substituição da resina.

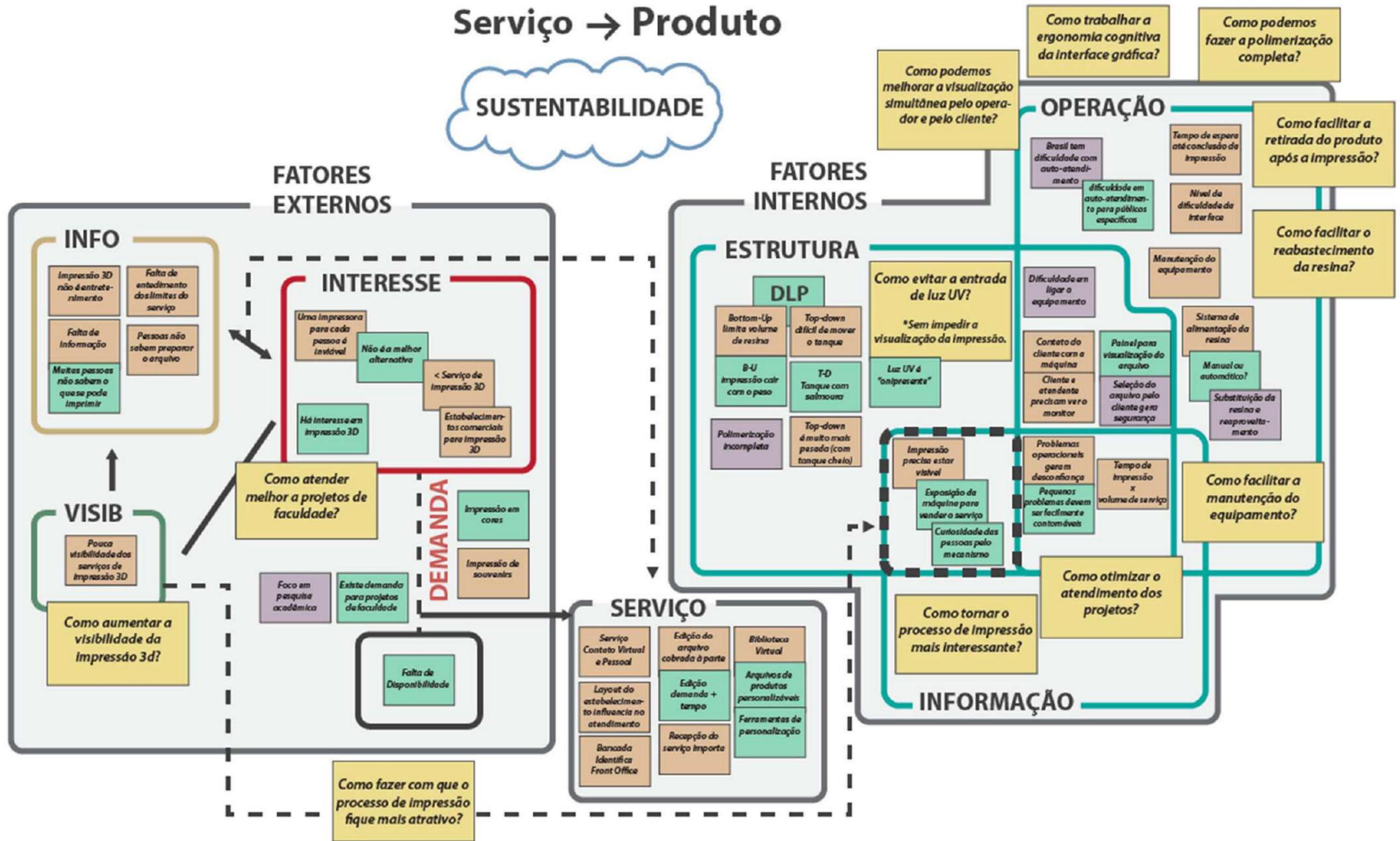
É interessante que a estética da impressora sirva para valorizar tecnologia, de forma que a simplicidade visual da máquina possa contribuir para chamar atenção ao processo de impressão.

2.4 Interpretação de dados

Após o levantamento das informações acerca do usuário, operação e serviço e equipamento, se fez necessária a análise dos dados coletados, levando-se em consideração os insights gerados pelo estudo. Para isso, contei com a ajuda de Anael Alves, meu orientador no presente projeto, Felipe Lopes, do laboratório PRO-PME, Fernanda de Mesquita, estudante de Engenharia de Materiais da UFRJ e Alexandru Olteanu, estudante de Desenho Industrial da UFRJ.

Para traduzir esquematicamente todos os dados levantados, propus um exercício projetual que consistia na estruturação visual dos insights gerados a partir dos estudos anteriores e de uma conversa prévia com os participantes. À medida em que eu apresentava, discutíamos sobre as questões relacionadas ao projeto, e todas as informações relevantes a partir daí eram anotadas. Em um momento posterior, as notas foram visualmente distribuídas em um quadro, e então agrupadas, formando uma organização sistemática e visual dos dados, de forma que possibilitasse uma reflexão mais ampla acerca do projeto. Na Figura 41, apresento o esquema gerado. As oportunidades projetuais geradas a partir da estruturação visual estão marcadas em amarelo.

Figura 41: Organização visual de Insights.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Dentre as oportunidades projetuais percebidas, selecionei as que considerei mais importantes e compatíveis com a proposta do projeto:

- Como aumentar a visibilidade da impressão 3D?
- Como fazer com que o processo fique mais atrativo?
- Como otimizar a produção de projetos e atender à demanda?
- Como evitar ou minimizar a entrada de luz UV, sem impedir a visualização da impressão?
- Como melhorar a visualização simultânea da tela de seleção por operador e cliente?
- Como facilitar a retirada do produto e o reabastecimento de resina?
- Como facilitar a manutenção do equipamento?

Em seguida, para hierarquização dessas oportunidades, elaborei uma matriz GUT, considerando a relação das perguntas propostas com o desafio projetual estabelecido para a análise das oportunidades sobre os fatores da matriz. Dessa forma, o fator Gravidade representa o possível prejuízo que a não solução dessa oportunidade implica no desafio projetual. O fator urgência é relacionado à necessidade de resolução imediata da oportunidade para que o produto seja viável. E por último, o fator tendência implica nas consequências da não solução das oportunidades e a tendência da situação a piorar, ficar estável ou melhorar. Apresento na tabela 3 a hierarquização das oportunidades projetuais a partir da matriz GUT.

Tabela 3: Matriz GUT para hierarquização de oportunidades projetuais.

Oportunidades Projetuais	Gravidade	Urgência	Tendência	GxUxT
Como aumentar a visibilidade da impressão 3D?	4	5	4	80
Como fazer com que o processo fique mais atrativo?	4	4	4	64
Como otimizar a produção de projetos e atender à demanda?	5	4	5	100
Como evitar ou minimizar a entrada de luz UV, sem impedir a visualização da impressão?	5	5	5	125
Como melhorar a visualização simultânea da tela de seleção por operador e cliente?	3	2	2	12
Como facilitar a retirada do produto e o reabastecimento de resina?	5	3	4	60
Como facilitar a manutenção do equipamento?	4	3	3	36

Fonte: Elaborada pelo autor.

CAPÍTULO 3 - CONCEPÇÃO

Após o estudo realizado e a síntese das necessidades do projeto nas oportunidades projetuais, iniciei a fase de concepção do sistema produto-serviço. É importante destacar, contudo, que o foco do projeto é o desenvolvimento do produto, de forma que a proposição do serviço é complementar ao mesmo, visando contextualizar o produto desenvolvido em um possível cenário de aplicação.

O desenvolvimento do produto ocorreu concomitantemente ao projeto de serviço, de forma que ambas as propostas têm influencia sobre as decisões projetuais uma da outra. Contudo, a fins de organização, apresento neste relatório o processo separado de criação do produto e do serviço.

3.1 Projeto do Produto

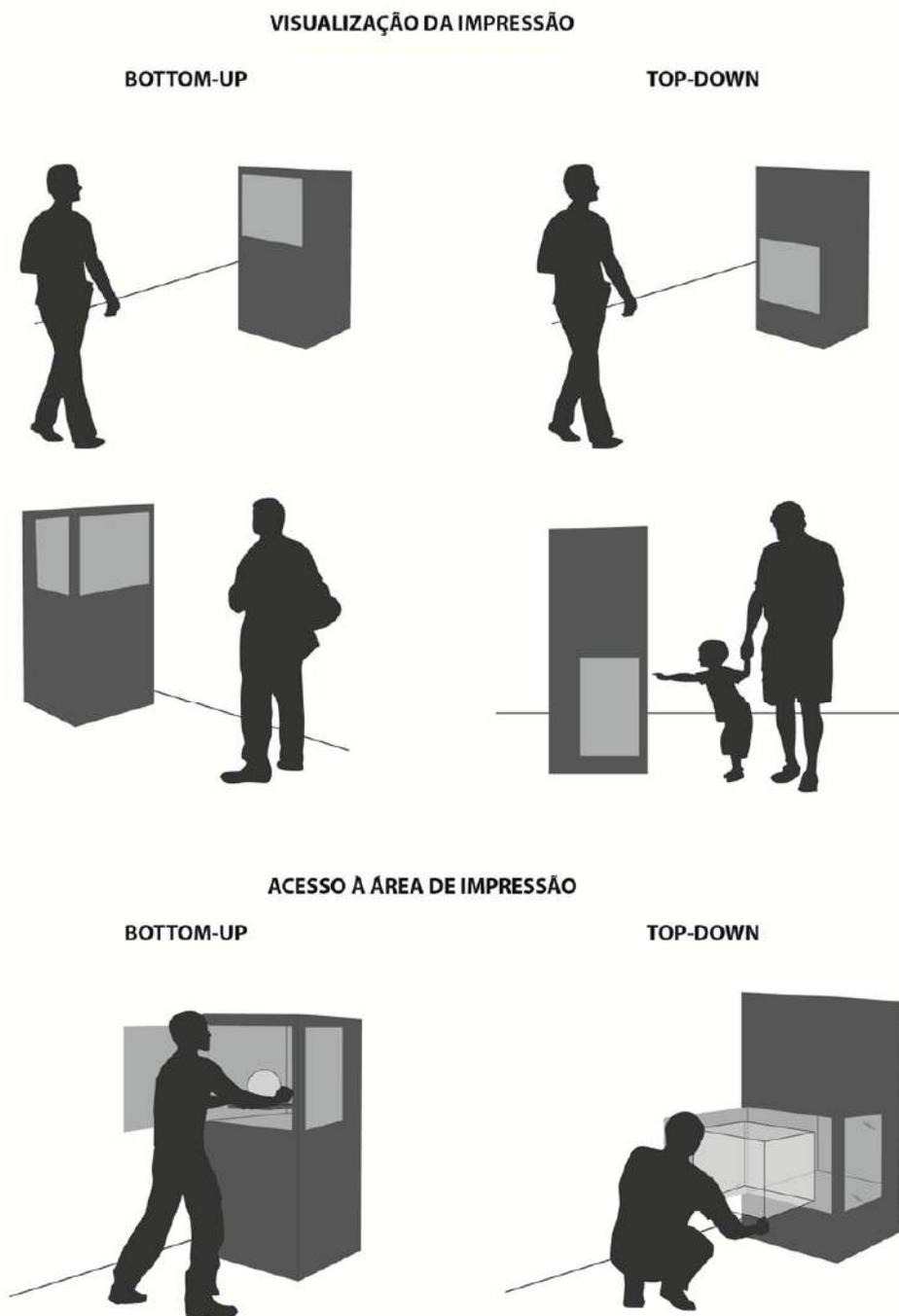
O projeto do produto foi desenvolvido simultaneamente de forma macro, pensando no produto como um todo e em como ele contribui para a resolução do desafio projetual, e micro, atuando nos subsistemas do produto, de forma que eles sejam eficientes e adequados ao contexto de operação no conjunto.

3.1.1 Estudo de possíveis interações

Nesta etapa do desenvolvimento do produto, houve uma reflexão sobre qual das duas variações de sistemas possíveis para a impressora DLP seria mais apropriada para o projeto. Assim, foi realizado um estudo prevendo possíveis interações dos usuários da tecnologia com o equipamento, considerando tanto o operador da máquina quanto o cliente do serviço. Embora a interface de uso do produto ainda não estivesse definida, era possível prever as possibilidades de interação com base na apreciação dos estudos realizados sobre operação e serviço.

O objetivo dessa etapa era evidenciar as vantagens e desvantagens de cada sistema, alinhando esses fatores às oportunidades projetuais definidas, para, enfim, definir a alternativa utilizada no projeto. Assim, apresento na Figura 42 o painel com o estudo de possíveis interações.

Figura 42: Estudo de possíveis interações com o equipamento.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Então, recorrendo às oportunidades projetuais e observando o painel, é possível perceber que o sistema *bottom-up* posiciona a impressão a uma altura mais adequada ao ângulo de visão do usuário. Isso favorece a visibilidade da impressão, ao mesmo tempo em que torna o processo mais atrativo. Além disso, no processo *top-down*, o processo de impressão não é visível, pois o produto é construído submerso em resina. Já no *bottom-up*, as partes já construídas ficam à mostra, de forma que é possível acompanhar a impressão.

Outro problema observado é a necessidade da troca de resina. O processo *top-down* utiliza um tanque, e o projeto está prevendo atender a uma demanda maior que a individual, o que implica em um grande volume de resina. Assim, para a substituição da resina seria necessário um sistema que permitisse esvaziar o tanque ainda com ele na máquina (pela impossibilidade do operador suportar o peso de um tanque cheio de resina), para que então o tanque pudesse ser removido e lavado adequadamente para o posterior preenchimento do tanque com a nova resina. Além disso, as posições adotadas para remover o tanque são desconfortáveis, o que significa que uma substituição frequente de resina implica em um sacrifício postural frequente. No sistema *bottom-up*, ao contrário, o recipiente de resina pode ser removível, e como o volume de resina contido nele é pequeno, seria possível o operador remover para limpeza e troca de resina.

Portanto, com base nas oportunidades projetuais determinadas e no estudo das possíveis interações com o equipamento, optei pelo sistema *bottom-up*.

3.1.2 Proposição de alternativas

Após a definição do sistema utilizado na máquina, iniciei a etapa de proposição de soluções projetuais para atender as oportunidades.

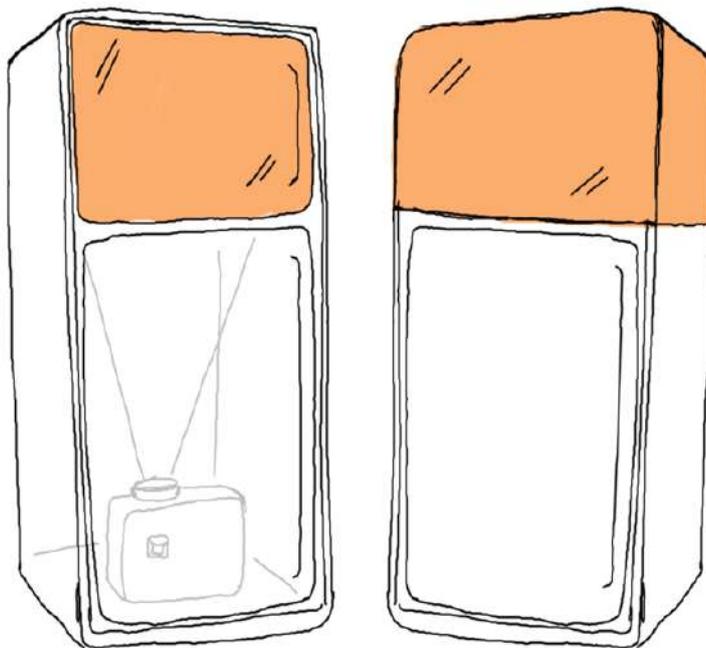
3.1.2.1 Visualização da Impressão

A primeira questão abordada na proposição de soluções foi como minimizar a entrada de luz ultravioleta, e ao mesmo tempo permitir a visualização da impressão. A solução mais eficaz para impedir a entrada de luz UV é uma câmara de impressão fechada, como a da impressora Projet 1200, da 3D Systems. Contudo, isso não permitiria o acompanhamento visual de impressão. Uma das possibilidades seria inserir uma câmera na parte interna da impressora, e assim um vídeo poderia ser exibido na tela. Do ponto de vista do operador da máquina, essa solução seria suficiente para que ele pudesse verificar o andamento da impressão. Contudo, essa é uma solução cara, além de não ter tanto impacto visual para o público como ver a impressão “ao vivo”.

Assim, optei por adotar o uso de uma cobertura transparente com filtro de cor na câmara de impressão, como nos projetos da B9 Creator e da Form1. Baseado no comprimento de onda das luzes, quanto mais próxima a cor fosse do violeta, menos eficaz seria o filtro. Assim, o ideal seria um filtro vermelho. Porém, o mesmo prejudicava um pouco mais a visibilidade da impressão, de forma que um filtro laranja seria o suficiente para minimizar os efeitos dos raios UV sobre a resina, e ao mesmo tempo sem interferir tanto na visualização da impressão. O material proposto para a cobertura é o polimetilmetacrilato (PMMA), pois considerando a intensa exposição à luz UV, o mesmo apresenta resistência superior aos demais polímeros, inclusive o policarbonato, que foi outro material considerado para o projeto (Portal Metalica, 2016).

Uma questão abordada foi se a parte transparente laranja seria apenas uma janela de cada lado (uma para visualização pelo cliente e outra pelo operador) ou se o PMMA envolveria toda a câmara de impressão, conforme demonstrado na Figura 43. Por um lado, ter apenas duas janelas significaria mais proteção contra a luz UV. Por outro, significaria limitar o ângulo de visão tanto do operador quanto do cliente, o que prejudica o acompanhamento de toda a impressão e ao mesmo tempo diminui a visibilidade do processo. Assim, ficou definido que toda a câmara de impressão seria coberta por PMMA.

Figura 43: Esboços da impressora com cobertura inteira de acrílico (à direita) e apenas com janela para visualização (à esquerda)



Fonte: Elaborada pelo autor.

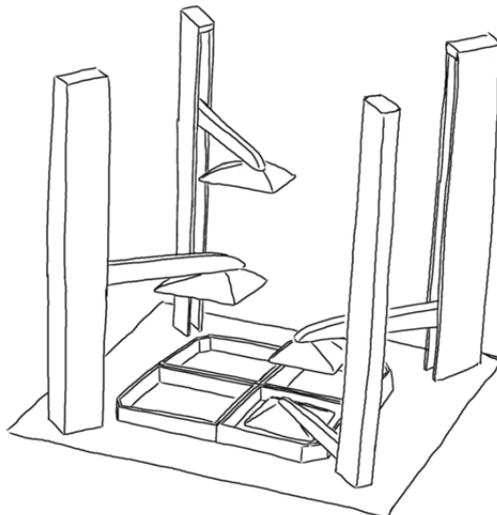
3.1.2.2 Recipientes e plataformas de impressão

A fim de otimizar a produção de projetos e atender à demanda, a proposta que apresento utiliza um sistema de modular de recipientes com resina. Inicialmente pensei apenas em quatro plataformas de impressão simultâneas no mesmo recipiente, de forma que as impressões pudessem ocorrer em processos paralelos. Assim, se uma impressão já estivesse em andamento, outra impressão poderia ser iniciada sem a necessidade de esperar a conclusão da primeira.

Contudo, é possível prever alguns problemas nesse sistema, quanto ao recipiente com resina. O primeiro deles é que duas ou mais plataformas imprimindo em tempos distintos iriam provocar perturbações na resina que poderiam causar falhas na impressão. Outro problema é que todas as impressões realizadas simultaneamente teriam que ser do mesmo material, o que acabaria atrapalhando o atendimento à demanda, de forma que para iniciar um projeto que exige uma resina diferente, seria necessário esperar a conclusão de todas as impressões em andamento. Além disso, se todos os projetos a serem impressos precisarem de materiais diferentes, seria necessário imprimir um por vez, mesmo com outras plataformas de impressão disponíveis.

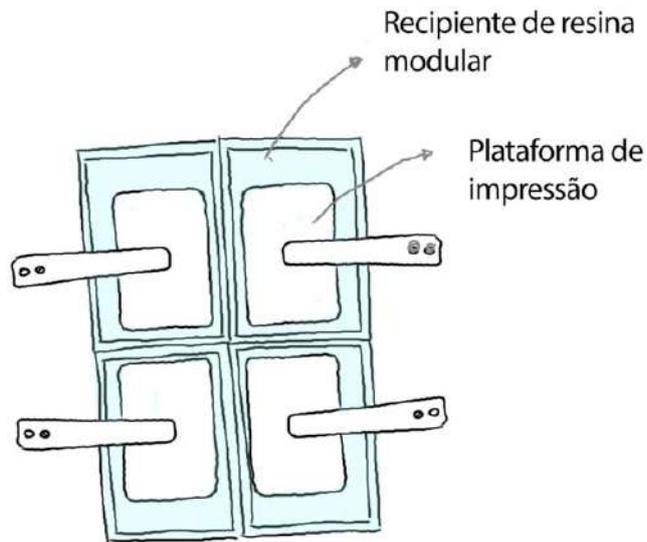
Assim, a solução encontrada é a uma composição de quatro recipientes de resina independentes, um para cada plataforma de impressão, conforme os esboços apresentados nas figuras 44 e 45. Dessa forma, uma impressão não corre o risco de provocar falhas na outra, e seria possível utilizar materiais diferentes para cada impressão, bem como substituir o material em um dos recipientes sem precisar aguardar a conclusão das demais impressões.

Figura 44: Recipientes independentes para realização de impressões simultâneas.



Fonte: Elaborada pelo autor.

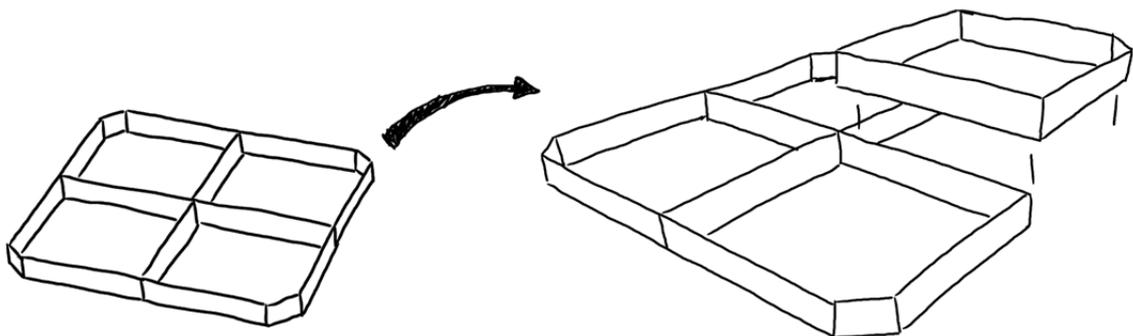
Figura 45: Representação dos recipientes e plataformas de impressão (vista superior).



Fonte: Elaborada pelo autor.

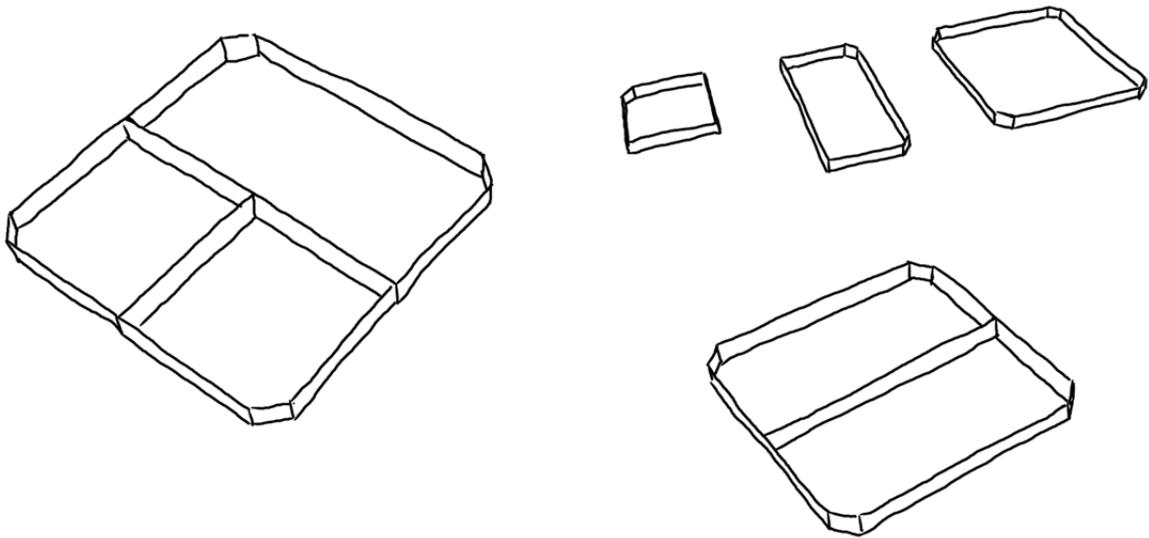
Uma proposta complementar é que esses recipientes sejam modulares, de forma que seja possível substituir esses módulos menores por outros maiores, em caso de impressões que necessitem de uma área maior de impressão, conforme ilustrado nas figuras 46 e 47.

Figura 46: Possibilidade de remoção dos recipientes de resina.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 47: Diferentes tamanhos de módulos e exemplos de possíveis configurações.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Nos casos em que a impressão utilizará módulos maiores, é necessário substituir as plataformas de impressão para acompanhar o formato do recipiente. Assim, as plataformas individuais seriam substituídas por plataformas duplas, ou mesmo quádruplas, dependendo da necessidade da impressão, e os elevadores envolvidos atuariam em conjunto para erguer a plataforma simultaneamente.

3.1.2.3 Fundo do recipiente e revestimento antiaderente

Como a imagem será projetada no fundo do recipiente, e deverá chegar até a camada de resina para que a mesma seja polimerizada, é necessária alguma atenção com a base do mesmo. Sobre a construção desse recipiente, eu pude ter a oportunidade de consultar o Fabrício Lourenço Gebrin, dono da empresa Makertech, que fabrica resinas fotopolimerizáveis.

Sobre o material utilizado para a base, é necessário que não absorva luz UV. Esse, segundo Gebrin, é um empecilho no uso de vidro, pois a maioria dos vidros fabricados no Brasil possuem tratamento anti-uv, que impediria a cura da resina. Uma alternativa seria o uso de borossilicato, que é um vidro que permite a passagem de UV em luzes de comprimento de onda até 200nm. O problema é que este é um material de difícil manipulação e moldagem, o que implica no preço e na dificuldade de acesso a fabricantes. Pensei também na utilização de algum polímero transparente, como PMMA ou policarbonato. O problema dessa alternativa é que os materiais poliméricos podem reagir

em contato com a resina, que atua como solvente orgânico. Além de acelerar a deterioração do recipiente, isso pode alterar a composição da resina, causando falhas na resina.

Durante o processo de impressão, é necessário que a camada polimerizada não adira à base, mas sim à plataforma. Assim, é necessário que o material utilizado na base receba um tratamento antiaderente. Porém, esse tratamento também deve permitir a passagem da luz UV para a polimerização da resina. Uma solução indicada por Gebrin é a utilização de silicone antiaderente, do mesmo tipo utilizado em painéis solares. O que apresenta melhores resultados é o Sylgard 184, da empresa Dow Corning. Contudo, ele é fabricado fora do Brasil, de forma que é difícil adquirir este material. Outro silicone testado por Gebrin que apresentou bons resultados foi o SQ-8000, da empresa Silaex.

Outra solução apresentada por Gebrin é a utilização de um filme fluoroplástico (FEP), que tem alta propriedade antiaderente (DuPont, 2013). Esse filme pode ser aplicado sobre o material da base. Há ainda a possibilidade de usá-lo para o fundo sem a necessidade de outro material. A vantagem disso é que assim a luz UV seria muito menos absorvida. Contudo, a película ficaria suscetível a danos por conta do manuseio do recipiente.

Entrei em contato com o laboratório de filmes do curso de Engenharia de Materiais da UFRJ, que propôs como solução um tratamento sobre o vidro que pode ser feito utilizando um determinado equipamento do laboratório, cujo resultado é similar ao uso do filme FEP. Como não foi possível encontrar uma amostra de vidro sem filtro UV a tempo do teste no laboratório, foi utilizado PMMA transparente. Embora não seja recomendada sua aplicação para uso com resina, a utilização do material para teste com o tratamento de antiaderência seria o suficiente para validar a eficácia do tratamento feito no laboratório.

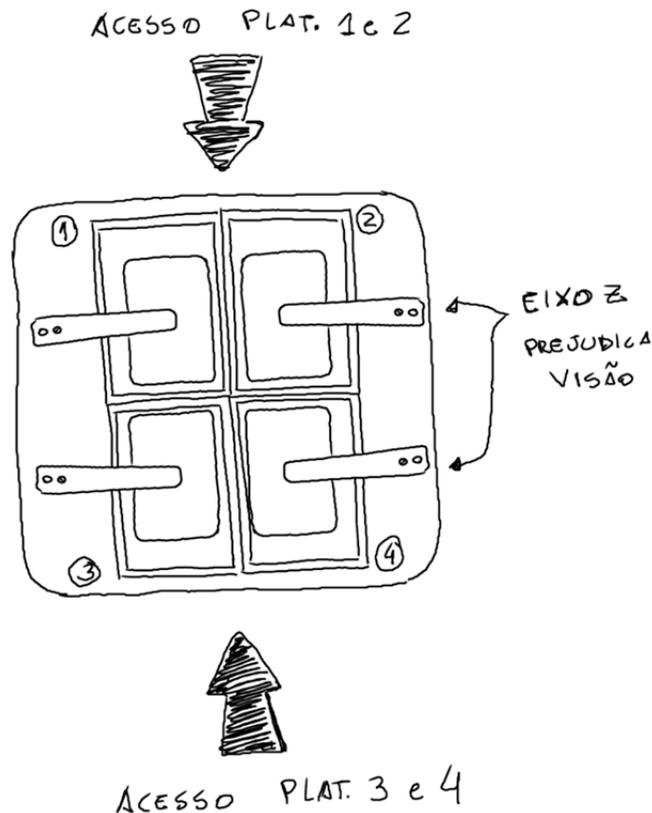
Infelizmente, o experimento com o PMMA não pôde ser realizado dentro do prazo de conclusão deste projeto, em razão da falta de um dos componentes necessários para o ensaio. Assim, sem a comprovação necessária, essa alternativa se apresenta como uma sugestão de estudo para futuras versões do produto.

3.1.2.4 Acesso aos objetos impressos e aos recipientes de resina

A proposta de quatro bandejas imprimindo simultaneamente gera uma necessidade de se repensar o acesso à câmara de impressão, para retirada dos produtos impressos e dos recipientes de resina. Isso porque, a partir do momento em que você tem impressões em andamento na parte da frente, isso torna impossível o acesso a impressões que estão atrás.

Assim, a primeira proposta pensada foi de ter duas portas de acesso à máquina, de forma que as quatro bandejas ficassem acessíveis. Para melhorar o acesso, os eixos de sustentação das bandejas ficariam nas laterais complementares às do acesso, deixando mais espaço para o operador manusear o equipamento, conforme a imagem apresentada na imagem 48.

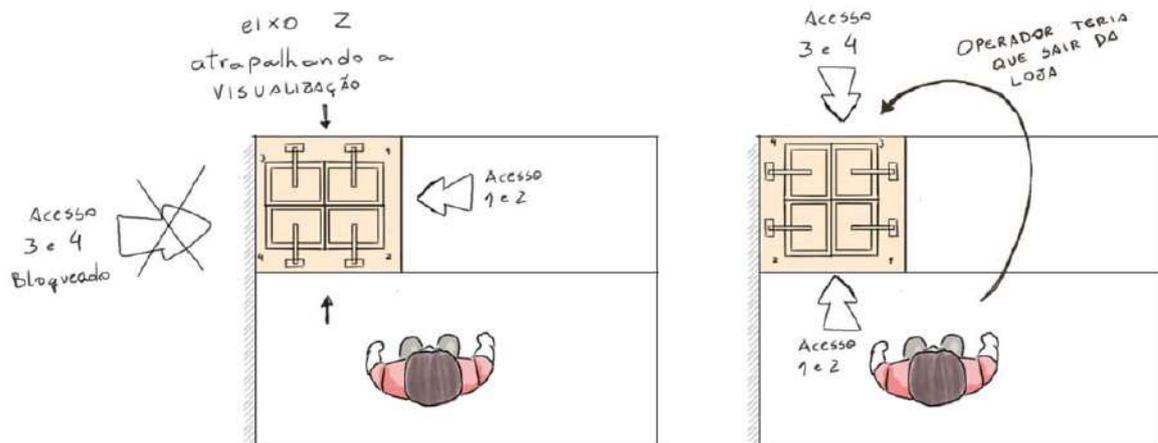
Figura 48: Esquema ilustrando recipientes, plataformas de impressão e acessos.



Fonte: Elaborada pelo autor.

O primeiro problema observado nessa alternativa é que o posicionamento dos elevadores nas laterais prejudica muito a visão por esses ângulos. Sem contar que essa configuração gera grandes restrições de posicionamento da máquina no layout do espaço onde será inserida. Em primeiro lugar, ela não pode estar com nenhuma das duas portas virada para a parede, para não bloquear o acesso pela mesma. Além disso, se ela estiver posicionada ao lado de um balcão, o operador teria acesso a apenas um dos lados, e para acessar o outro lado da impressão, ele teria que sair do balcão para retirar os produtos impressos, conforme ilustrado na Figura 49.

Figura 49: Dificuldade de acesso às plataformas de impressão ao posicionar a impressora em um balcão.



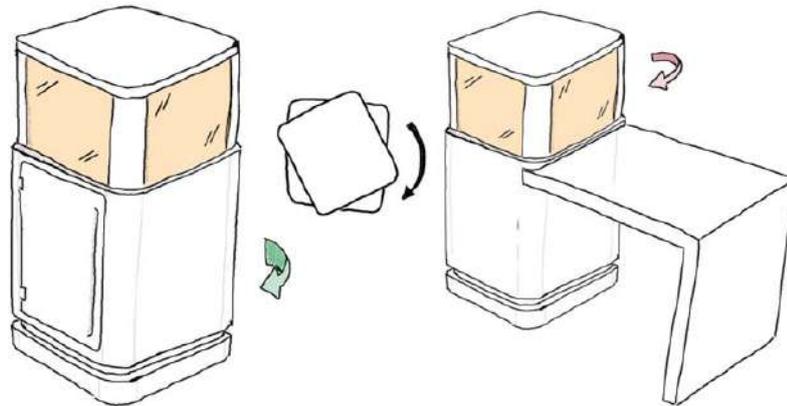
Fonte: Elaborada pelo autor.

Uma possibilidade seria que ela ficasse posicionada no meio do balcão, com as portas de acesso viradas para os lados. Contudo, isso faria com que o vendedor tivesse que se debruçar sobre o balcão para acessar a câmara de impressão, assumindo posições ergonomicamente problemáticas. Além disso, essa configuração faria com que os elevadores das plataformas ficassem voltados para o cliente e para o operador, atrapalhando a visualização da impressão e dificultando a conferência visual dos produtos sendo impressos.

Outra alternativa seria o posicionamento da impressora dentro da loja, atrás do balcão. Contudo, isso faria com que o processo de impressão ficasse menos evidente para o cliente, de forma que o mais interessante seria que ele pudesse acompanhar de perto as impressões em andamento.

Para solucionar essa série de restrições, uma solução interessante seria poder girar a máquina, que teria uma base fixa ligada ao corpo por um eixo que permitisse sua rotação. Dessa forma, o operador não precisasse sair da loja para acessar o outro lado. O problema nessa solução é que a impressora não poderia estar encostada na parede ou no balcão, pois isso impediria sua rotação, conforme apresentado na Figura 50.

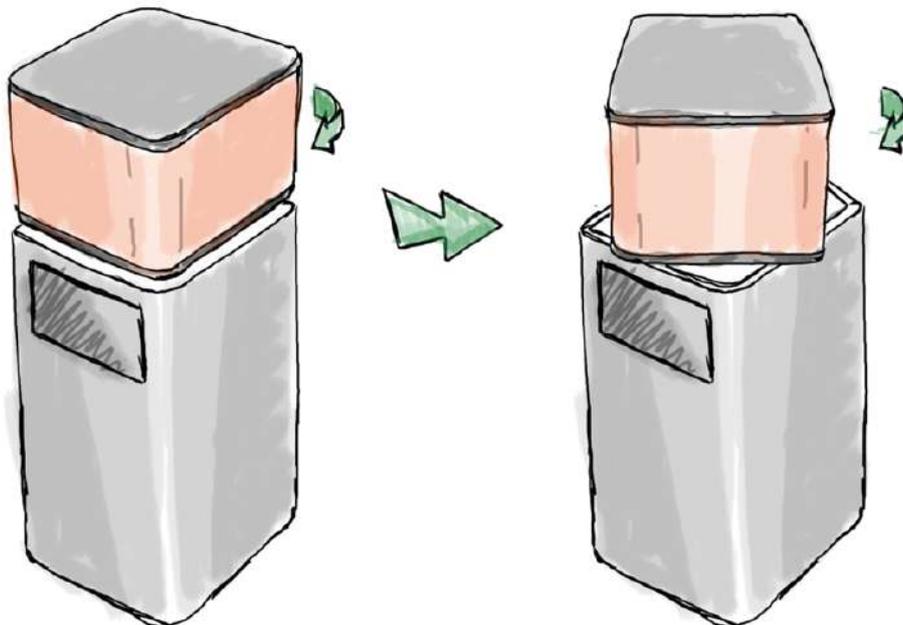
Figura 50: Impressora com base fixa e corpo giratório.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Outra alternativa gerada foi que apenas a câmara de impressão girasse, conforme a Figura 51.

Figura 51: Movimento de rotação penas da câmara de impressão.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Dessa forma, a parte de baixo da carcaça permaneceria fixa, e a existência de um balcão não impediria a rotação. Como o projetor precisa acompanhar a impressão, os elementos internos da impressora deveriam acompanhar a rotação da câmara de impressão.

Ainda assim, essa possibilidade de rotação impediria a impressora de ser posicionada próxima ou encostada em uma parede. A alternativa pensada foi manter a base, mas mudar a câmara de impressão, adotando um formato cilíndrico, conforme a representação na Figura 52.

Figura 52: Impressora com câmara de impressão cilíndrica.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Ainda assim, existia um outro problema a ser abordado. Ao virar uma das portas para o lado do operador, a outra porta fica virada para o lado do público. Isso gera um inconveniente, pois permite que qualquer pessoa possa abrir a porta e acessar a câmara de impressão. Uma solução para esse problema seria um gatilho que bloqueasse a abertura da porta, e só pudesse ser ativado pelo lado do operador.

Contudo, essa solução me fez perceber que apenas o sistema interno precisa do movimento de rotação. Dessa forma, a porta sempre ficará voltada para o operador, além de diminuir o peso sobre a estrutura, considerando que não haverá mais a necessidade de girar proteção de PMMA.

3.1.2.5 Visualização e seleção de arquivo

Para melhorar a visualização simultânea da tela de seleção por operador e cliente, foi proposto a utilização de um tablet conectado à impressora via wi-fi, de forma que o operador da máquina tenha liberdade para manuseá-lo. A proposta inicial foi de um Tablet em uma posição fixa na máquina para utilização do operador, e que poderia ser removido

quando necessário para atendimento do cliente. A Figura 53 apresenta uma possibilidade de posicionamento do tablet na impressora.

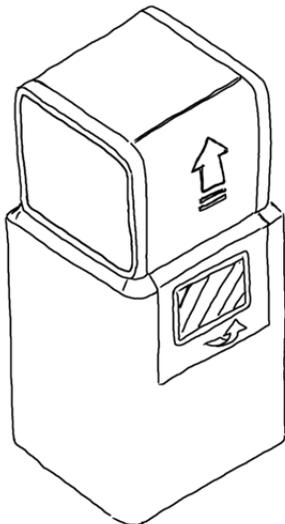
Figura 53: Impressora com suporte fixo para tablet.



Fonte: Elaborada pelo autor.

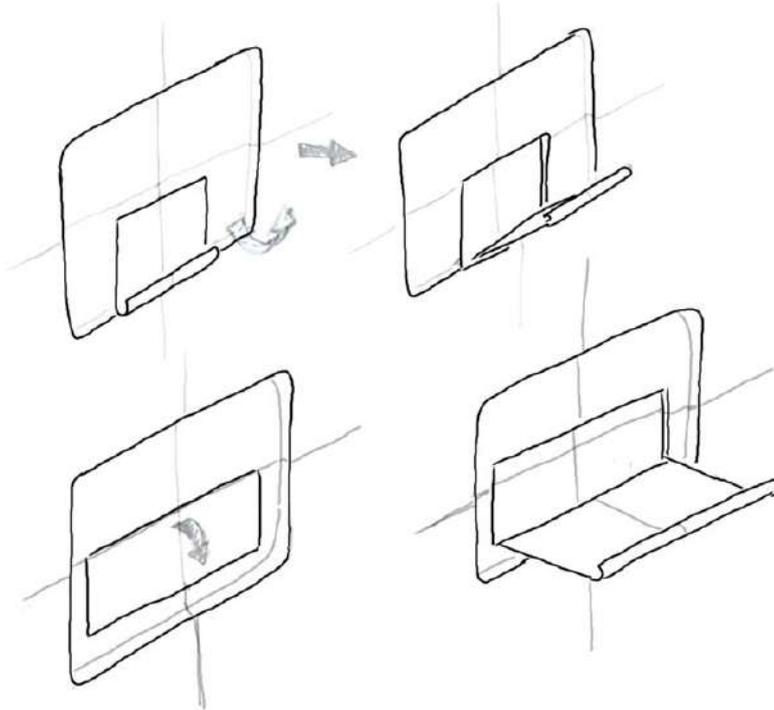
Outra ideia proposta era que o tablet ficasse encaixado na lateral da máquina e, quando necessário, um suporte poderia sair da máquina para deixá-lo em uma posição mais confortável. Um produto complementar seria um apoio que ficaria em cima do balcão de atendimento, de forma que quando operador e cliente precisassem lidar com tablet, seria possível encaixá-lo nesse apoio, conforme ilustrado nas imagens 54, 55 e 56.

Figura 54: Impressora com espaço para tablet.



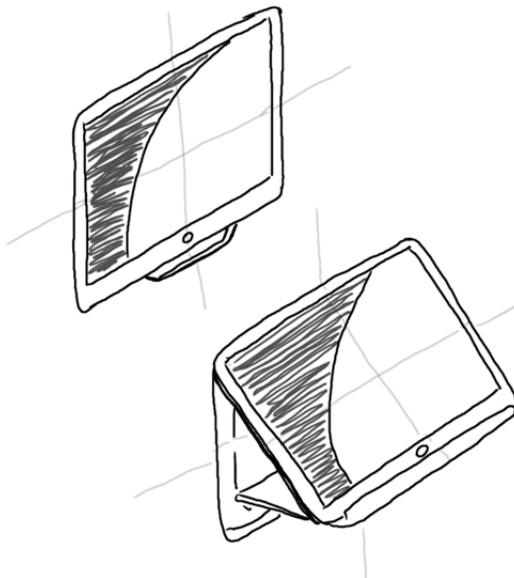
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 55: Duas configurações possíveis para o espaço para tablet contendo um suporte que poderia ser aberto para deixar o tablet em uma posição de uso mais confortável.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 56: Representação de como o tablet ficaria encaixado no corpo da impressora, com suporte fechado e aberto.

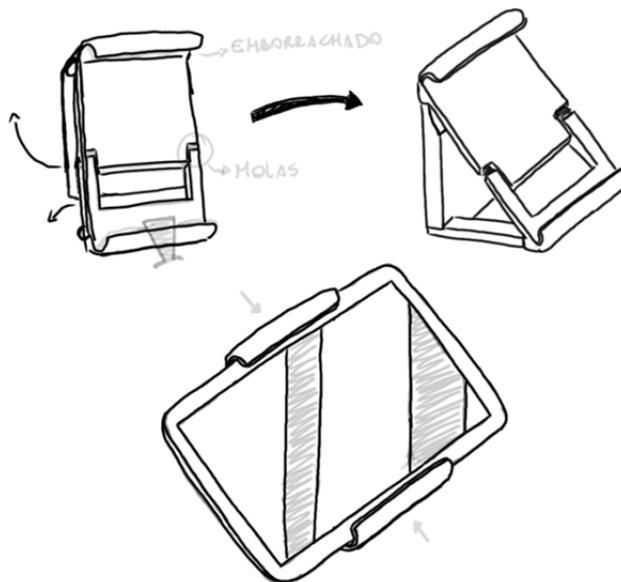


Fonte: Elaborada pelo autor.

Porém, a fim de sintetizar a necessidade de suporte, tanto na máquina quanto no balcão, proponho a utilização de um acessório que possa ser anexado ao tablet, adaptando-

se a diferentes formatos para permitir que aparelhos de diversas marcas e modelos sejam utilizados. Esse acessório tem encaixes emborrachados para fixar a parte de cima e de baixo do tablet. É possível abrir a aba de baixo do mesmo para inclinar o tablet, inclusive podendo posicioná-lo desta maneira no balcão. A aba de cima contém ímãs para que seja possível fixar o tablet no corpo da impressora, podendo posicioná-lo no lugar em que for mais conveniente para o uso do operador, proporcionando assim uma fácil retirada do mesmo para levar até o cliente, conforme ilustrado nas figuras 57 e 58.

Figura 57: Acessório de suporte para tablet.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 58: Possibilidades de uso fixado à impressora ou em cima do balcão de atendimento.



Fonte: Elaborada pelo autor.

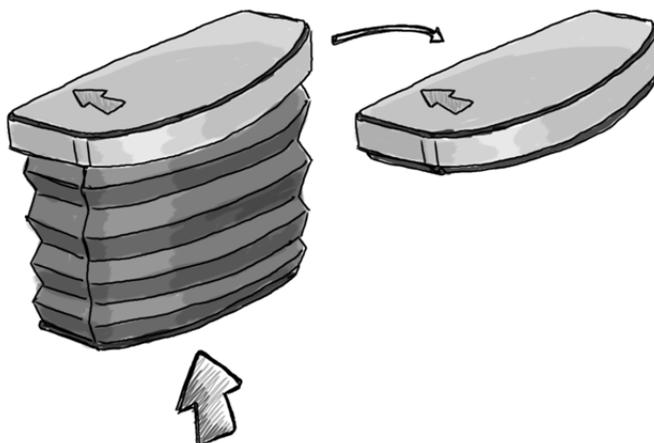
3.1.2.6 Estudo do Abastecimento de resina

O recipiente de resina onde ocorrerá a impressão suporta apenas um volume pequeno de resina. Afinal, o objetivo desse elemento é apenas proporcionar um suporte para a camada de resina que será polimerizada. Assim, a fim de atender a impressões que solicitem um volume maior de resina, é necessário um tanque para o abastecimento de resina ao longo do processo de impressão.

A proposta é que exista um sensor ótico medindo o nível de resina no recipiente de impressão. Sempre que a resina estiver abaixo do nível necessário, o sistema de abastecimento será acionado.

Inicialmente, pensei em um cartucho que fosse adquirido de fábrica já com a resina. Assim, para iniciar uma nova impressão, bastaria inserir o cartucho na impressora, tomando o cuidado para encaixar o bico do cartucho no encaixe do recipiente de resina. O cartucho seria retrátil, se fechando aos poucos à medida que fosse alimentando o recipiente com resina. A desvantagem de um sistema retrátil, entretanto, é que ele precisaria de um revestimento interno para que a resina líquida não vazasse. Assim, a solução posteriormente elaborada foi de um cartucho sanfonado, ilustrado na Figura 59.

Figura 59: Cartucho sanfonado para reabastecimento do recipiente de resina.

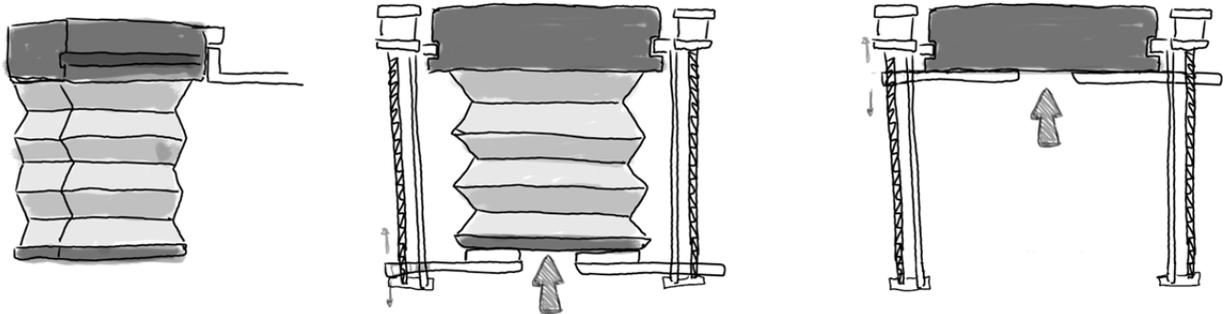


Fonte: Elaborada pelo autor.

Assim, o cartucho seria posicionado sobre uma plataforma que seria acionada sempre que fosse preciso reabastecer o recipiente de resina. Os motores laterais fariam a plataforma subir. A parte superior do cartucho estaria presa por um encaixe nas laterais,

fazendo, assim, com que o cartucho se contraísse, conforme esquema apresentado na Figura 60.

Figura 60: Esquema de contração do cartucho com plataforma erguida por motor.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Essa idéia da utilização de cartuchos, entretanto, acaba utilizando o mesmo conceito restritivo citado pelo Felipe Lopes sobre o equipamento do PRO-PME, também observado nas impressoras Cube, da 3D Systems. Além de limitar o uso de material, essa proposta acabaria aumentando muito o custo da resina, pois envolveria o custo de produção do cartucho e a limitação do volume de resina que cabe dentro dele, não sendo possível comprar a resina em grandes quantidades, por exemplo, se não, comprando diversas unidades de cartuchos.

Assim, uma solução muito mais coerente com o projeto seria que a resina fosse vendida em garrafas ou galões, de baixo custo de produção, e que ao invés de cartuchos, esses elementos fossem tanques que pudessem ser abastecidos pelo próprio operador da máquina, abertos para lavagem e reabastecidos quando necessário. O operador também poderia contar com alguns tanques reserva para otimizar o tempo, de modo que quando terminasse uma impressão, ele já teria carregado o tanque reserva com a resina para a próxima impressão, faria a substituição e já daria início a ela, e posteriormente, poderia proceder com a lavagem do tanque substituído e a preparação para uma nova impressão.

Um ponto a ser levado em consideração nesse sistema de encaixe do tanque de resina é o mesmo precisa ser inserido e removido de maneira frontal, o que gera a necessidade de uma porta na parte da frente para a troca da resina. O problema disso é que o tablet para operação da impressão poderia ser posicionado pelo operador exatamente nessa região onde precisaria ser a porta para troca do tanque de resina. Assim, existiria o risco do operador não remover o tablet antes de abrir o compartimento e, em decorrência do movimento da porta, o mesmo se soltar, resultando em uma queda. Além disso, caso removesse o tablet, teria que guardá-lo ou posicioná-lo em outro lugar antes de abrir o

tanque, e posteriormente reposicioná-lo na impressora, o que possivelmente faria com que o mesmo acabasse não instalando o tablet nessa posição pela falta de praticidade. Sem contar que em muitos layouts, a única face da impressora voltada para o operador seria a da porta do tanque de resina., de forma que, ao retirar o tablet dessa região. o operador não teria como posicioná-lo em outra parte da impressora. Dessa forma, o operador poderia eventualmente optar por deixar o tablet posicionado sobre o balcão. O problema é que, assim, estaria deixando o mesmo ao alcance do público, enquanto sua atenção está voltada à troca da resina, o que aumenta a possibilidade de furto.

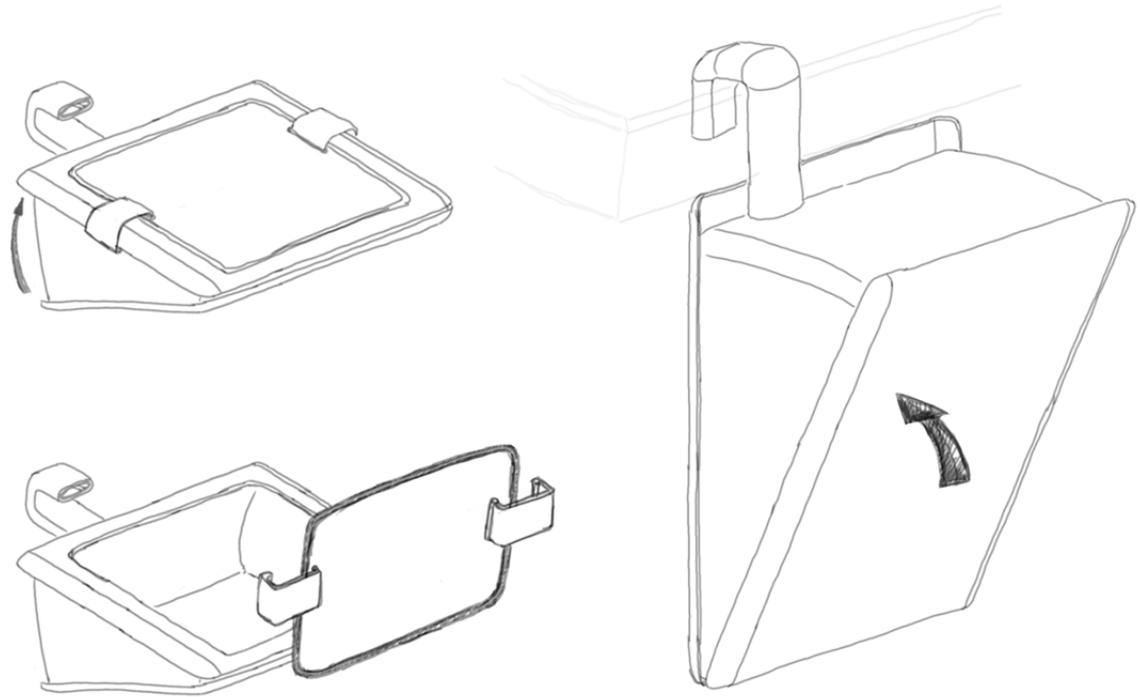
Busquei, então, um sistema onde o tanque de resina pudesse ser inserido por cima, e não de maneira frontal. Assim, o manuseio do mesmo seria a partir do acesso à câmara de impressão.

A nova forma pensada foi de um tanque maleável em formato de V, que se encaixa entre uma parede e uma plataforma inclinada. Essa plataforma, por meio de um acionador, comprime o tanque conforme fosse necessário abastecer o recipiente, fazendo com que a resina seja transferida para o mesmo através de um tubo.

Inicialmente, pensei em um encaixe frontal para o bico do tanque, de forma que o tubo se conectasse com o recipiente da resina através de um furo na lateral do recipiente. Contudo, como se trata de uma resina líquida, seria necessário algum tipo de vedação para que a resina não escorresse pelas frestas da conexão. Além disso, o momento da retirada do tanque seria complicado pois, havendo resina no recipiente, no momento em que o tubo fosse desconectado, o furo ficaria aberto, possibilitando o vazamento de resina. Dessa forma, optei por um encaixe por cima, de forma que o tubo não dependesse mais de um furo no recipiente.

Após se retirar o tanque da máquina, a sobra de resina no tanque pode ser devolvida ao galão através do próprio bico. Após esse processo, a limpeza do tanque poderá ser realizada através de uma abertura localizada na parte da frente do mesmo, garantindo bom acesso ao interior do tanque e facilitando a lavagem. Essa tampa conta com dois prendedores laterais e um sistema de vedação para evitar perda de resina enquanto estiver fechada. O esboço da forma do tanque pode ser observado na Figura 61.

Figura 61: Forma do tanque de resina



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.1.2.7 Forma e estética

O estudo da forma se deu inicialmente buscando referências em produtos com características similares, como impressoras 3D de grande porte, geladeiras, filtros, observando também algumas características estéticas em outros produtos que poderiam ser utilizadas na impressora para torná-la mais atrativa. Assim, elaborei um painel com referências visuais que poderiam ser utilizadas no projeto, apresentado na Figura 62.

Figura 62: Painel de referências visuais.

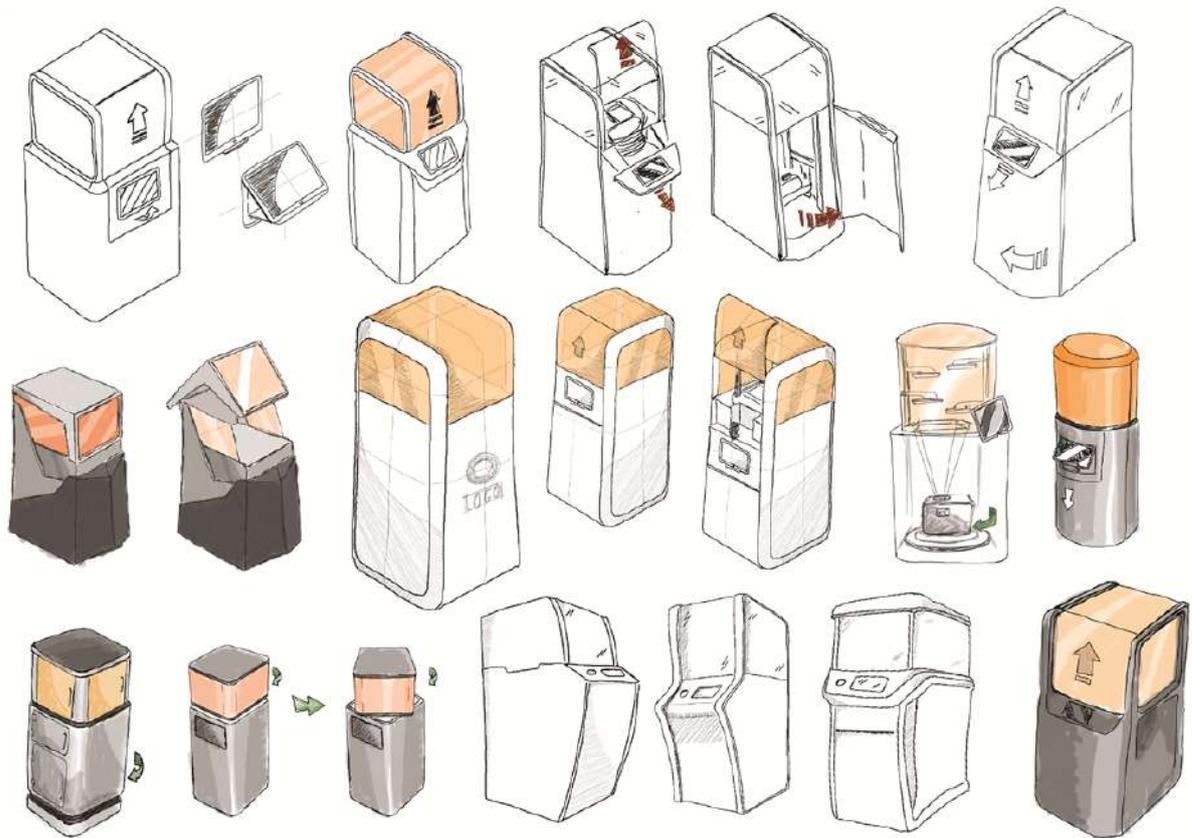


Fonte: Elaborada pelo autor.

Assim, procurando testar possibilidades estéticas, esbocei alternativas procurando utilizar nos esboços a maior variedade possível de características visuais presentes no painel. Apresento, na Figura 63, alguns desses esboços.

A elaboração desse estudo se deu paralelamente à elaboração de outras decisões de subsistemas, e por isso, parte dos esboços apresentados utilizam soluções de subsistemas que já haviam sido descartadas. A Figura 64 apresenta as alternativas geradas que considerei mais promissoras.

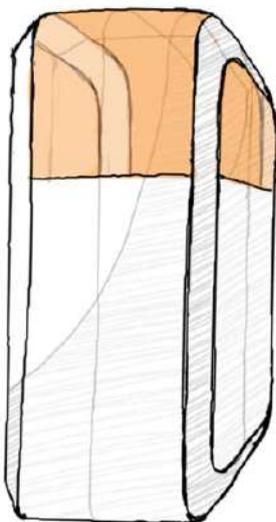
Figura 63: Painel de esboços para definição a forma.



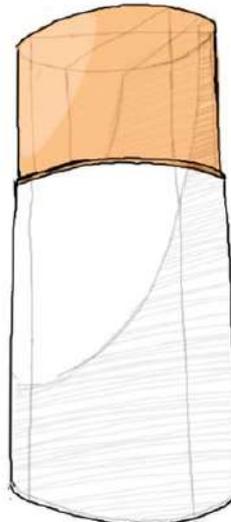
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 64: Alternativas para aparência da impressora.

MODELO 1



MODELO 2



Fonte: Elaborada pelo autor.

Selecionei a primeira por considerá-la mais esteticamente atraente, e a segunda pela otimização do espaço, visto que internamente os elementos da impressora são organizados de forma a permitir o movimento de rotação.

3.1.2.8 Estudo das alternativas selecionadas

A partir das alternativas pré-selecionadas, elaborei um modelo da câmara de impressão de cada versão, para ter uma noção da interação do operador com a máquina, principalmente estudando a visibilidade das mesmas, conforme a Figura 65.

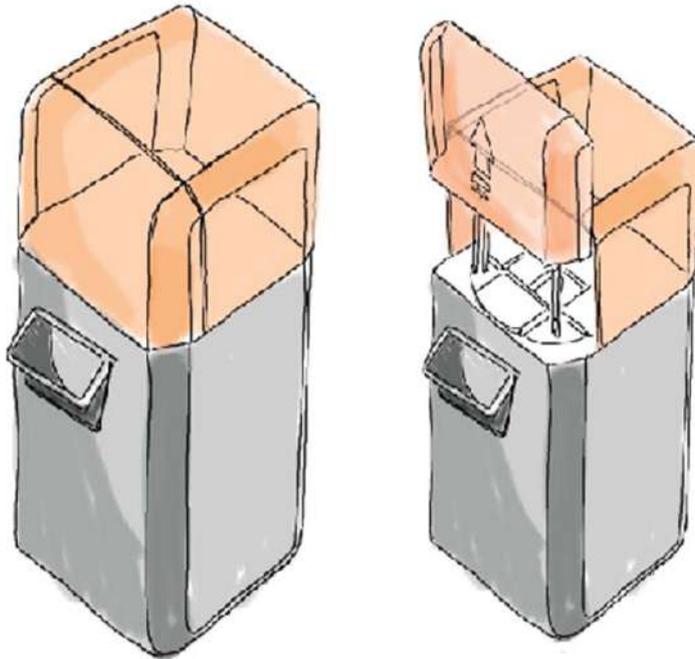
Figura 65: Modelos para testes.



Fonte: Acervo próprio.

Após a realização dos testes, pude perceber que o contorno lateral no modelo 1, por não ser transparente, prejudica bastante na visualização da impressão. Assim, a alternativa estudada em que essas partes também eram feitas de PMMA transparente seria mais adequada. Outro ponto que pude observar no modelo 1 é que o acesso à câmara de impressão ficou prejudicado por conta da porta estreita. Assim, uma possível solução seria fazer com que o corte da porta fosse até a lateral, e não apenas na frente, embora isso pudesse enfraquecer a estrutura. Então, fiz um esboço do modelo com as adequações, apresentado na Figura 66.

Figura 66: Modelo com adequações necessárias constatadas a partir de testes.



Fonte: Elaborada pelo autor.

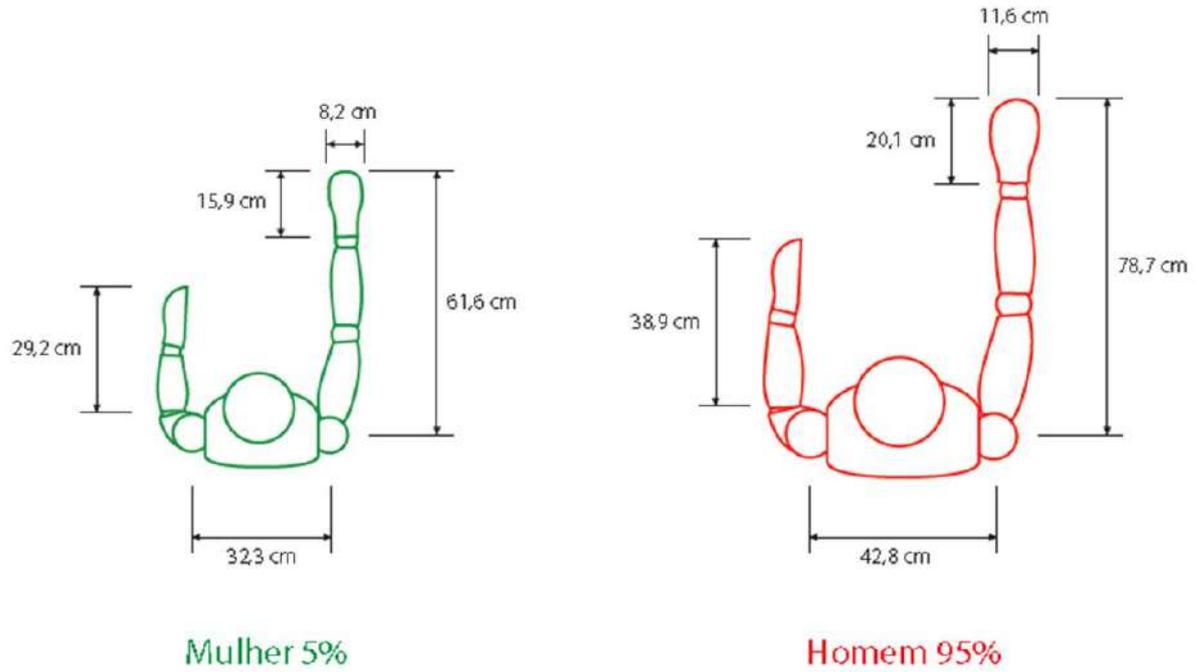
O modelo 2 permitia uma visualização melhor da impressão. Contudo, seu formato cilíndrico limitaria seu posicionamento em uma loja ou stand, impedindo, por exemplo, que a impressora ficasse encostada em uma parede lateral, ou exigindo um corte especial semi-circular no balcão. Assim, reduziria as possibilidades de layout. Além disso, a forma também dificultaria o posicionamento do tablet, pois exigiria que a capa utilizada se adequasse ao formato do corpo.

3.1.2.9 Adaptação ergonômica

Juntamente com a elaboração de algumas alternativas estéticas, busquei compreender as dimensões necessárias para o equipamento se manter adequado ergonomicamente. Tomei como base os perfis ergonômicos apresentados por Iida (2005).

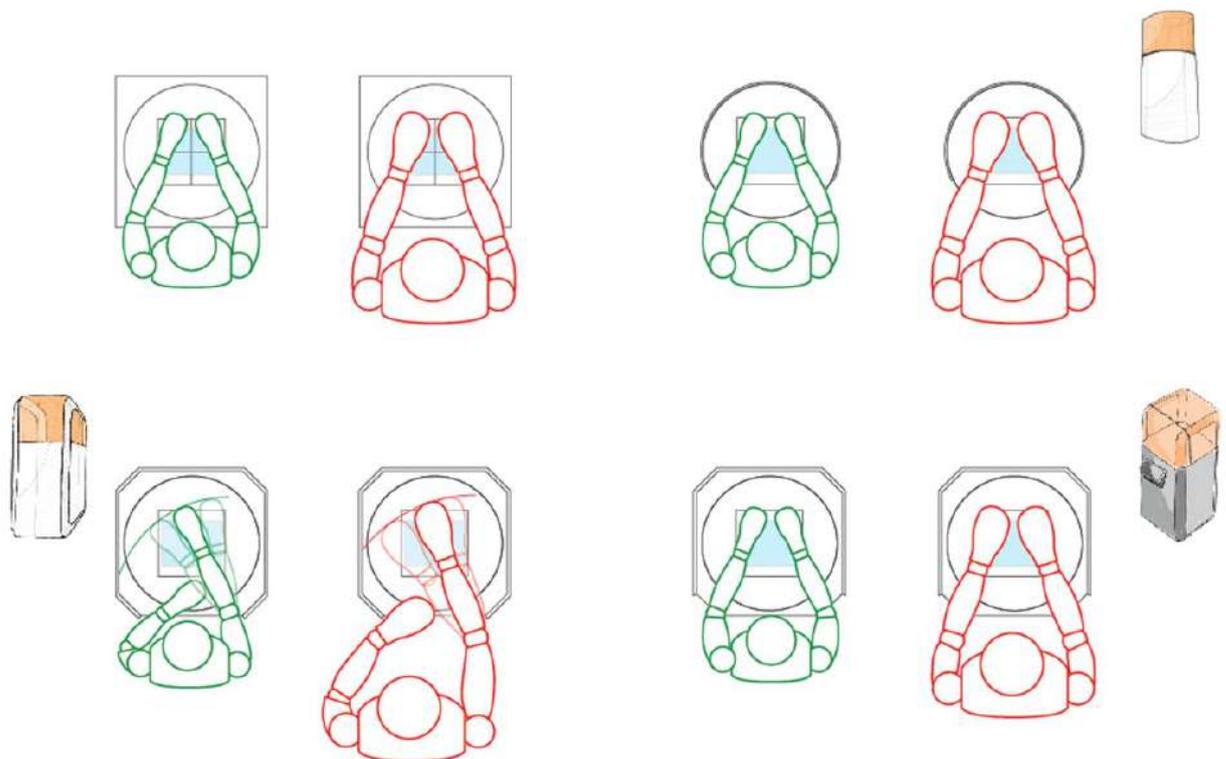
A primeira parte do estudo consistiu na análise do acesso à área de impressão, feita com as três alternativas apresentadas, e mais um modelo básico, de base quadrada, para efeito de comparação, conforme ilustra a Figura 68. As medidas dos percentis 5% feminino e 95% masculino estão demonstradas na Figura 67.

Figura 67: Medidas consideradas para os percentis 5% feminino e 95% masculino.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 68: Análise ergonômica dos acessos às áreas de impressão.

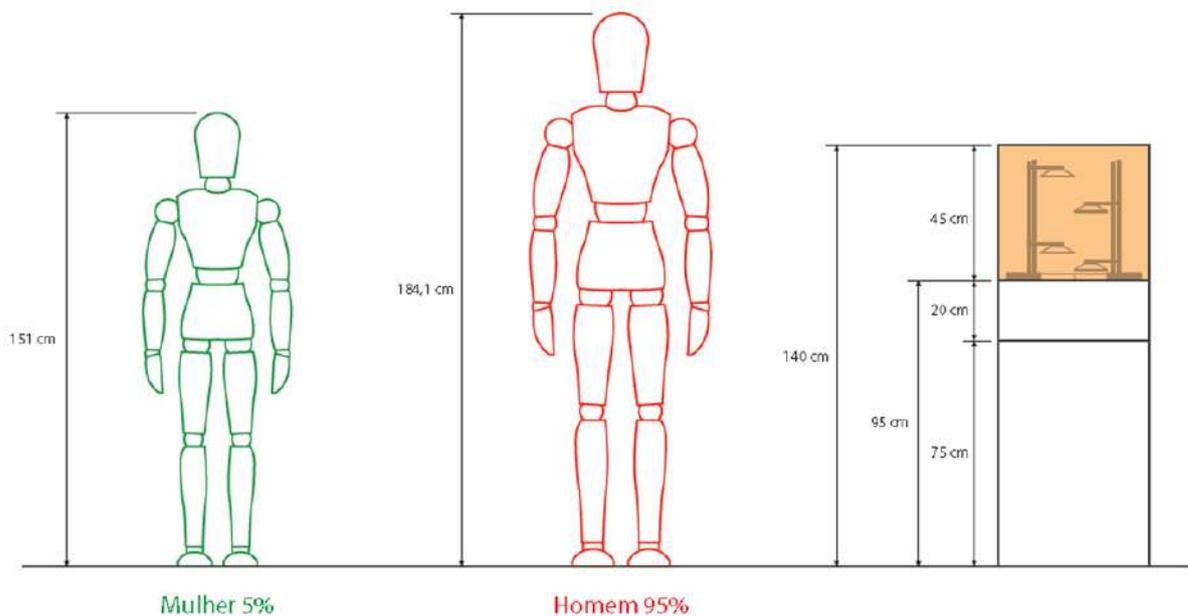


Fonte: Elaborada pelo autor.

A partir dessa primeira parte, podemos constatar que o acesso do modelo anterior aos testes e mudanças era realmente inadequado ergonomicamente.

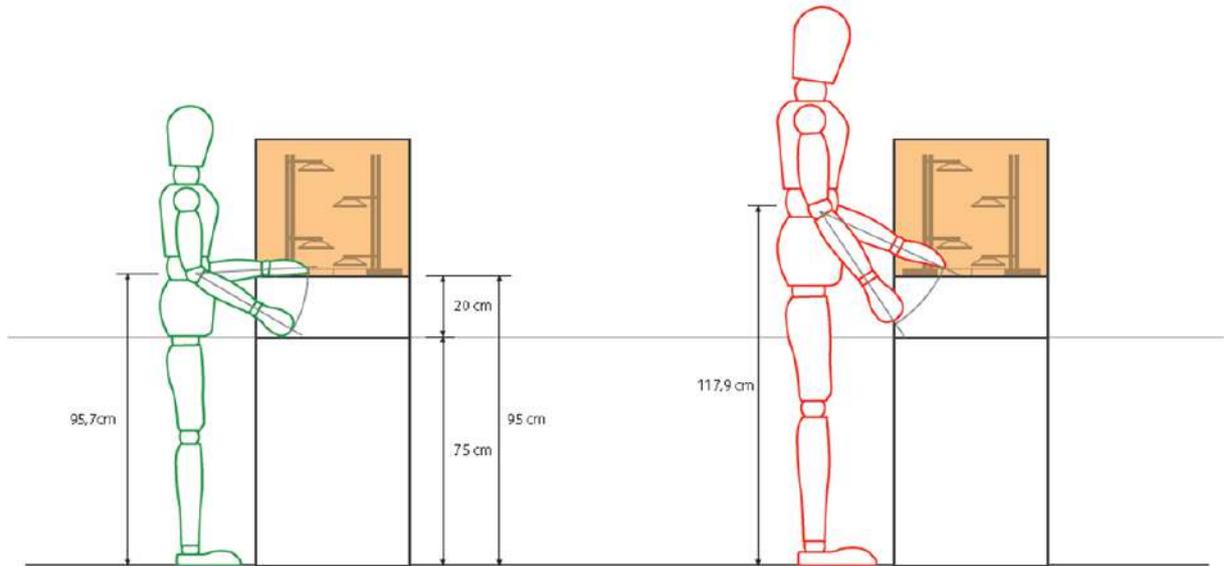
A etapa seguinte foi de definição das alturas, de forma que ficasse adequado para ambos os perfis. Assim, considerei as medidas e alcances dos perfis 5% feminino e 95% masculino, buscando definir uma altura intermediária da impressora, tentando minimizar eventuais sacrifícios posturais. Assim, apresento as medidas consideradas nas figuras 69 e 70, e as interações com a impressora nas figuras 71, 72 e 73.

Figura 69: Medidas da impressora e comparação com percentil 5% feminino e 95% masculino.



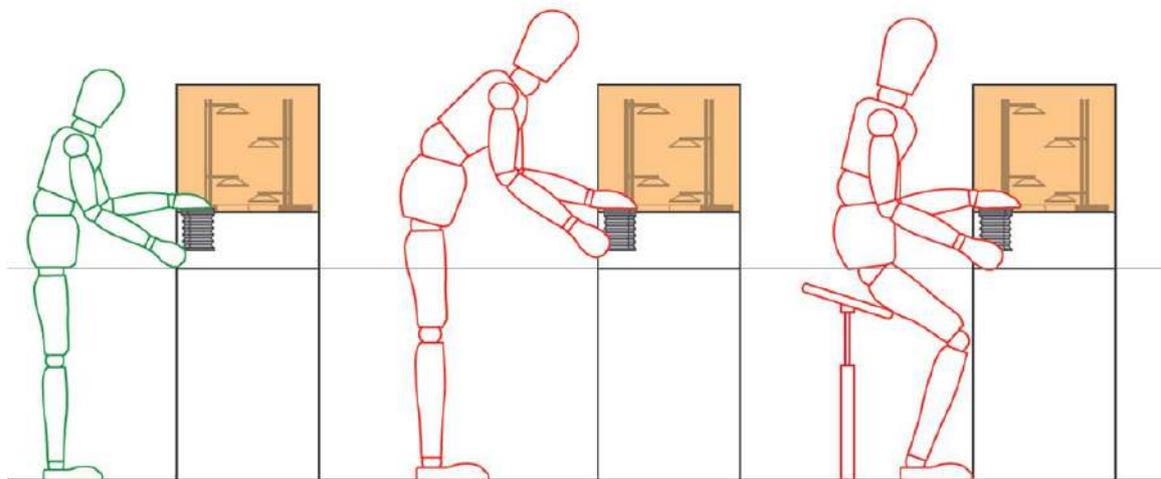
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 70: Medida do chão ao cotovelo dos percentis 5% feminino e 95% masculino, e comparação com as alturas da impressora.



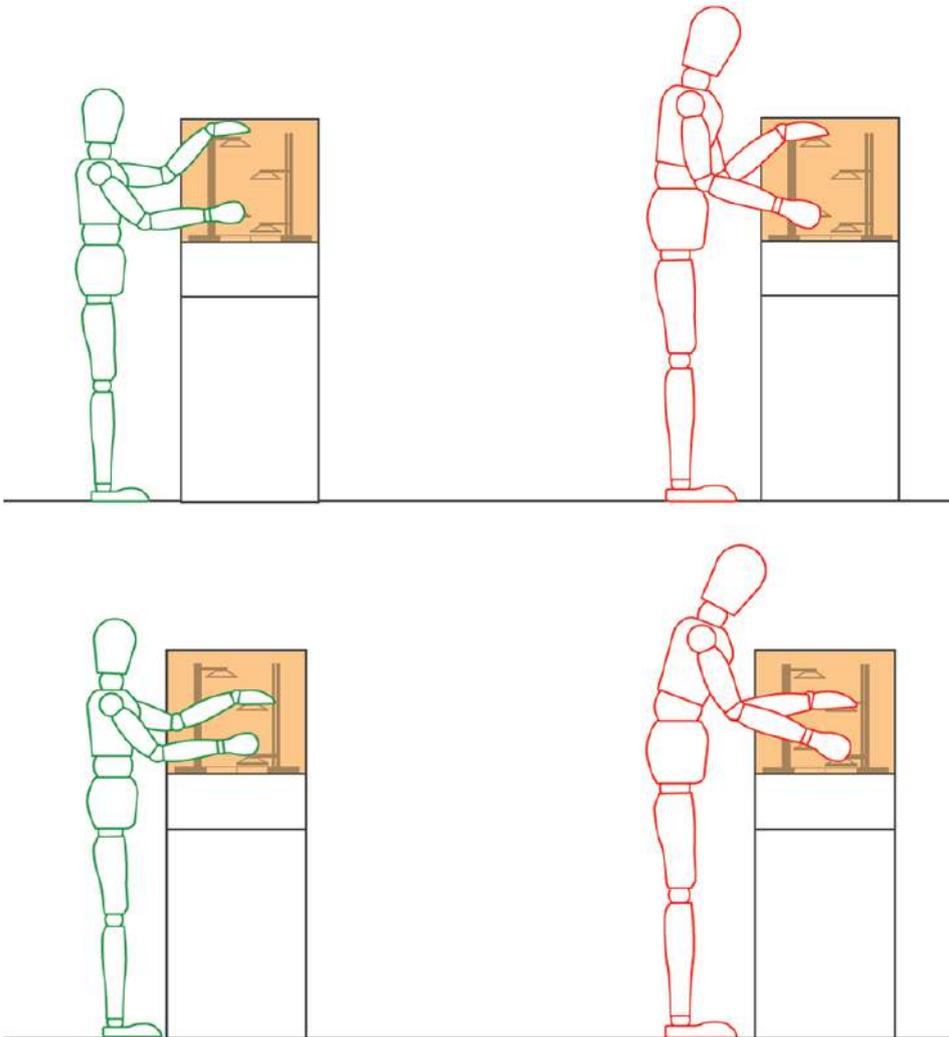
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 71: Estudo do acesso para troca do cartucho de resina.



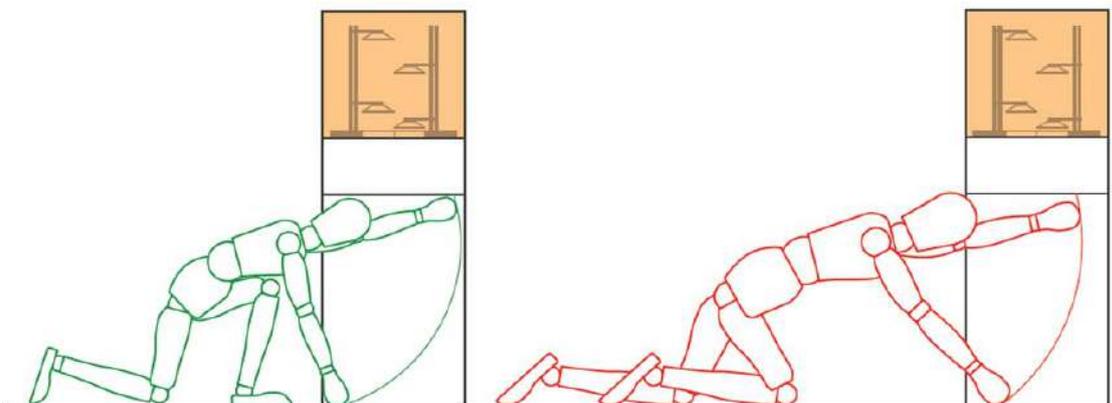
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 72: Estudo do acesso à área de impressão.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 73: Estudo do acesso ao interior da máquina para manutenção.



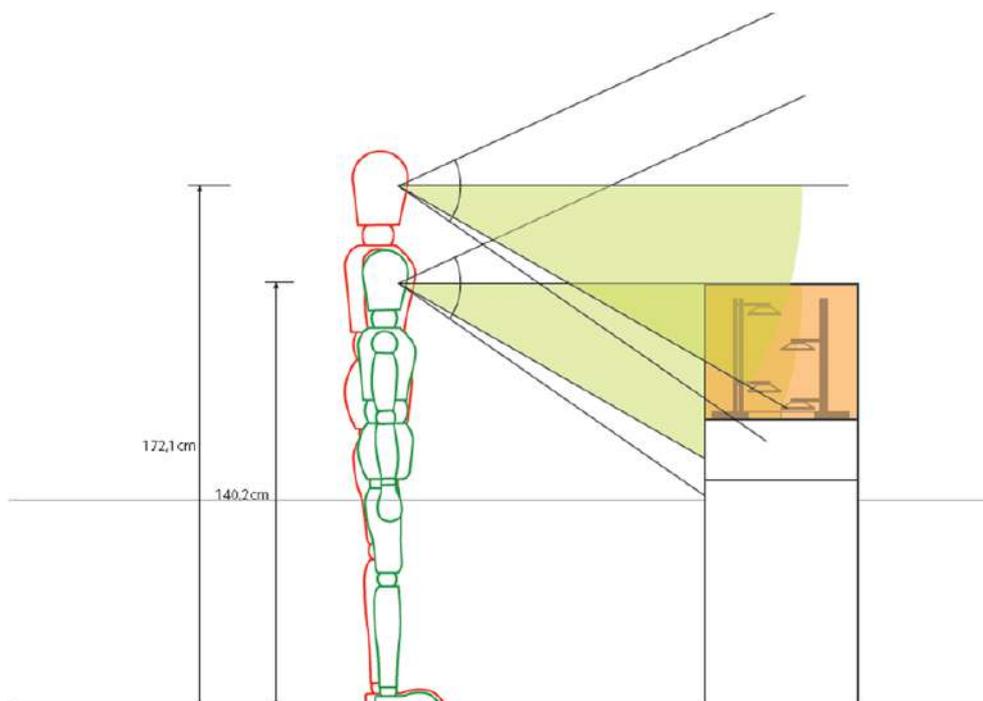
Fonte: Elaborada pelo autor.

Assim, foi possível observar alguns pontos críticos. O primeiro deles é relacionado à postura inapropriada assumida pelo perfil 95% masculino para a troca do cartucho. Inicialmente, a idéia era que o cartucho seria inserido através de uma porta na frente da máquina. Assim, esse estudo foi feito com base nessa concepção, que posteriormente foi alterada. O problema é que tornar essa altura mais adequada significaria aumentar a altura da máquina, e conseqüentemente o acesso à área de impressão pelo percentil 5% feminino seria prejudicado. Assim, como o acesso à área de impressão seria mais frequente que a troca do cartucho, optei por priorizá-lo.

Outro problema observado foi a dificuldade no acesso ao projetor e ao interior da impressora para manutenção, de forma que ambos os perfis precisariam assumir posturas muito sacrificantes para conseguir realizar a manutenção dos equipamentos.

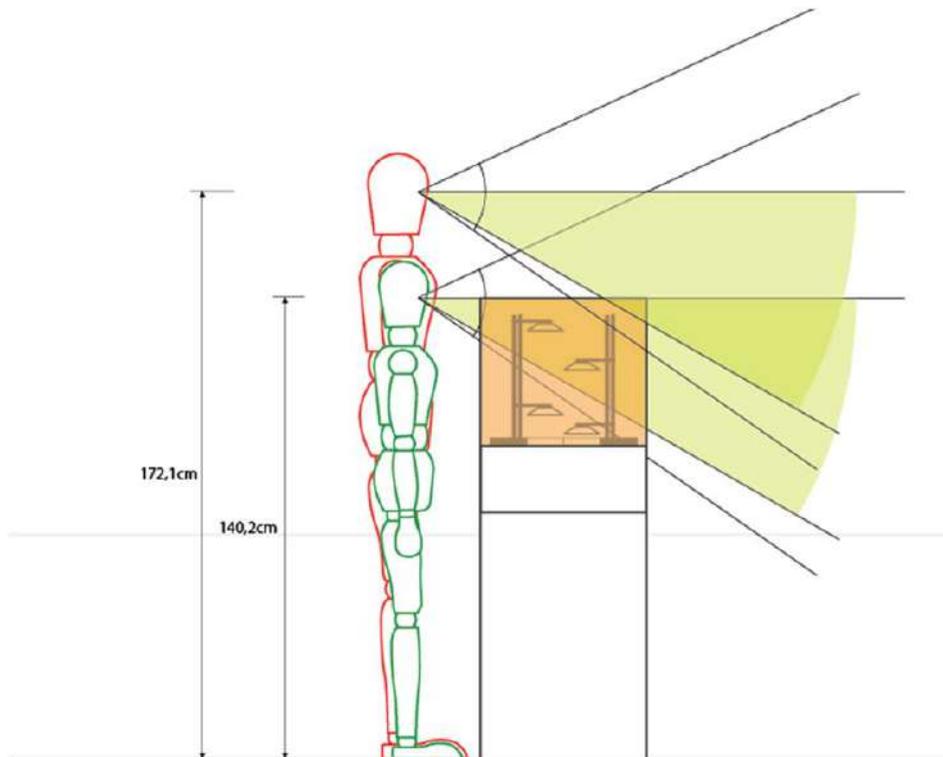
Além disso, pude perceber que a altura da máquina fazia com que a impressão não favorecia a visualização da impressão pelo perfil 95% masculino, o que me levou a fazer um estudo da relação da área de visão dos dois perfis (considerando a altura dos olhos em uma postura ereta) com a impressora. Para isso, considerei a visualização da impressão por parte do cliente, apresentado na Figura 74, e do operador, ilustrado na Figura 75. É importante lembrar ainda que o operador precisa acompanhar o processo de impressão para que possa interrompê-lo caso perceba algum erro de impressão, evitando, assim, um gasto ainda maior de material.

Figura 74: Visualização da impressão pelo cliente.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 75: Visualização da impressão pelo operador.



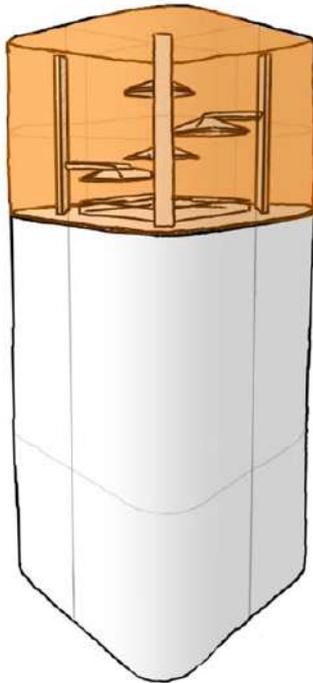
Fonte: Elaborada pelo autor.

3.1.2.10 Nova forma e adaptação ergonômica

A partir do estudo ergonômico realizado, pude perceber que existia um problema crítico com relação à visualização da impressão, que entrava em conflito com a proposta de aumentar a visibilidade da impressão 3D e tornar o processo mais atrativo. Além da necessidade de repensar as alturas do equipamento, essa reflexão me levou a reconsiderar a forma do produto.

As formas trabalhadas até então me agradavam esteticamente, contudo, ainda tinham pontos que não resolviam completamente o projeto. Assim, busquei unir as vantagens das propostas anteriores em uma nova alternativa, que não despertasse atenção pela forma em si, mas que valorizasse as impressões para, assim, estimular o interesse do público, conforme ilustrado na Figura 76.

Figura 76: Nova alternativa de forma da impressora.



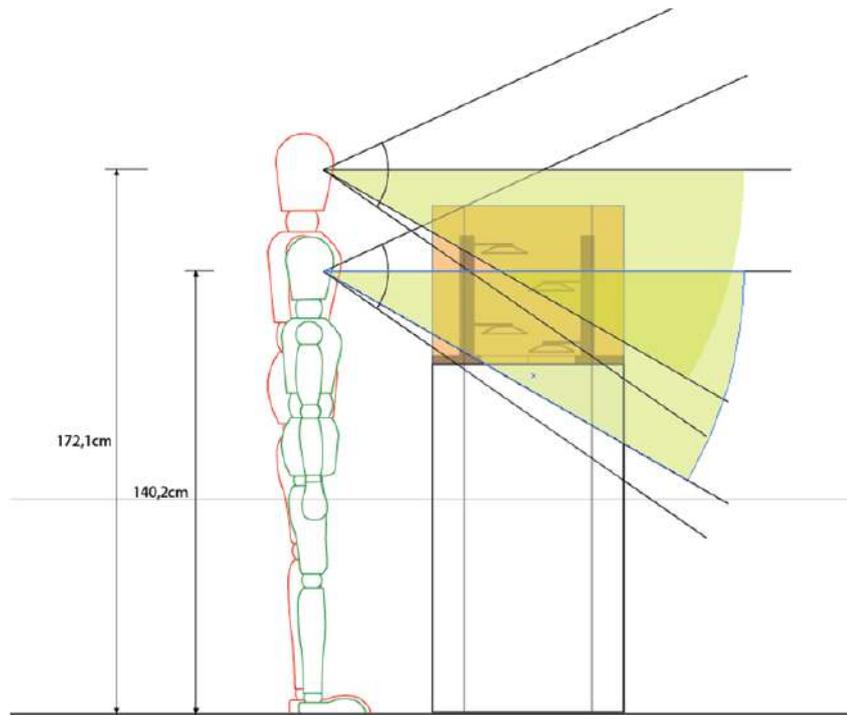
Fonte: Elaborada pelo autor.

Além disso, essa nova forma possibilita um processo de fabricação simples, pois não exige cortes muito complexos ou dobras especiais em ângulos muito específicos.

Para o revestimento do corpo, o material selecionado foi o aço galvanizado, para garantir uma maior durabilidade da peça. Além disso, como este é um material que pode ser reaproveitado e reciclado, é uma possibilidade interessante, pensando em uma futura desmontagem e descarte do produto.

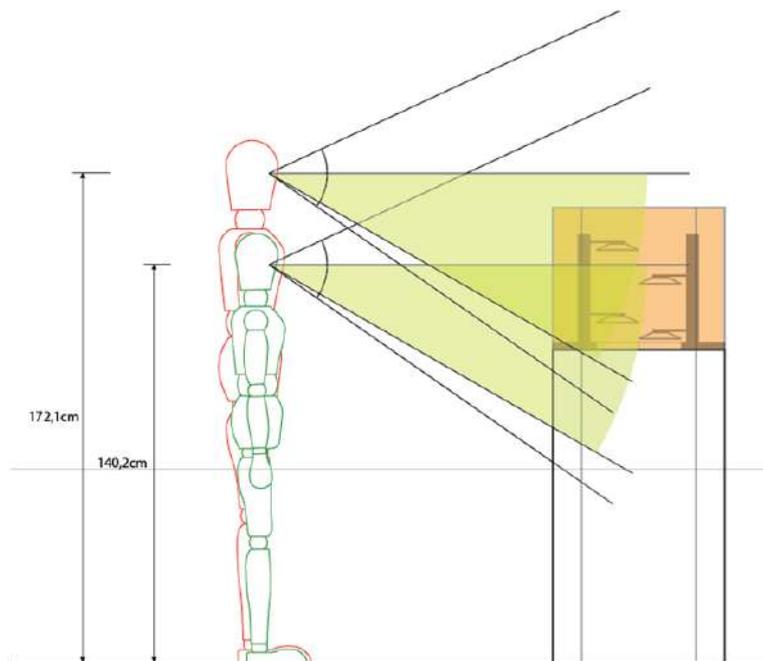
Sobre a adequação à área de conforto visual dos usuários da máquina, tanto por parte do cliente quanto do operador, optei por aumentar a altura da impressora, posicionando a câmara de impressão dentro do campo de visão de ambos, favorecendo a visualização da impressão, conforme ilustrado nas figuras 77 e 78. O aumento na altura ainda permitiu aumentar a distância entre o projetor e a superfície de projeção, possibilitando assim uma área maior de projeção. Assim, a altura da impressora ficou definida em 1,60m, conforme a Figura 79.

Figura 77: Visualização da impressão pelo operador de acordo com a nova altura definida, levando em consideração a altura dos olhos nos perfis 5% feminino e 95% masculino



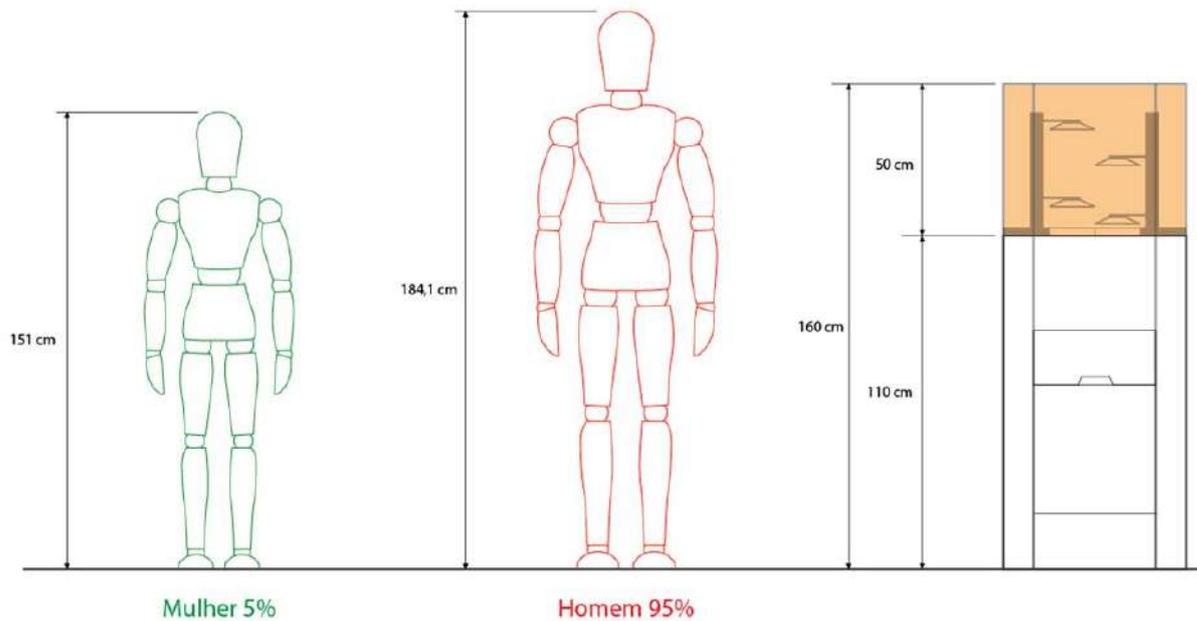
Fonte: Elaborada pelo autor.

. Figura 78: Visualização da impressão pelo cliente de acordo com a nova altura definida, levando em consideração a altura dos olhos nos perfis 5% feminino e 95% masculino.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 79: Definição da altura da impressora e relação com perfis 5% feminino e 95% masculino.

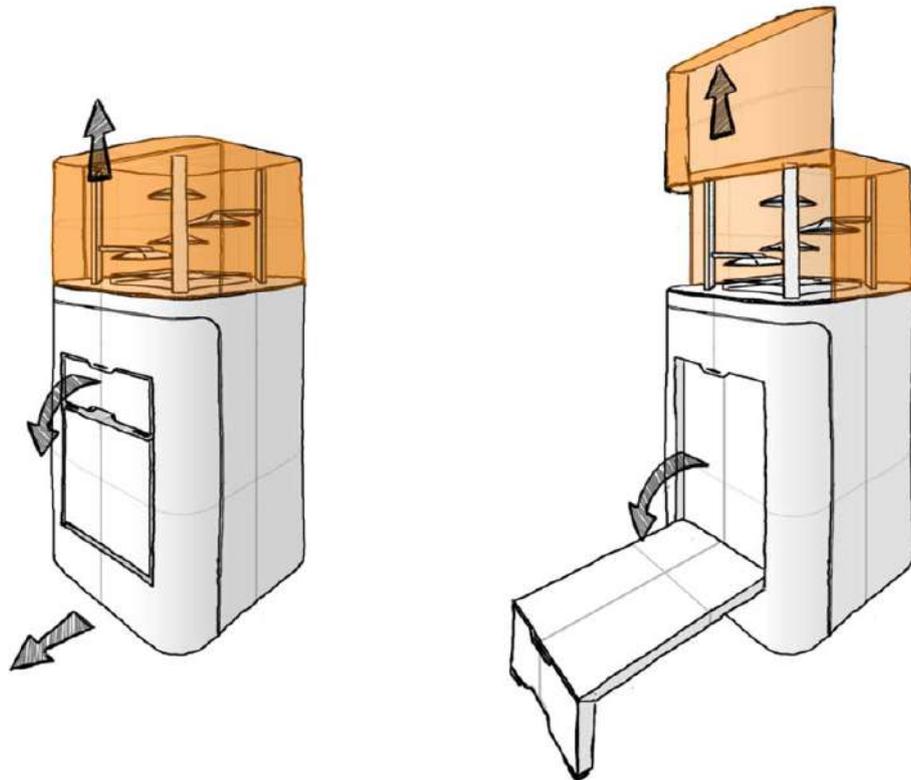


Fonte: Elaborada pelo autor.

Porém, a consequência seria a inadequação ergonômica para acesso do perfil feminino 5%. Assim, seria preciso algum recurso para que, mesmo com essa mudança, pessoas nesse perfil não tivessem dificuldade para acessar a câmara de impressão.

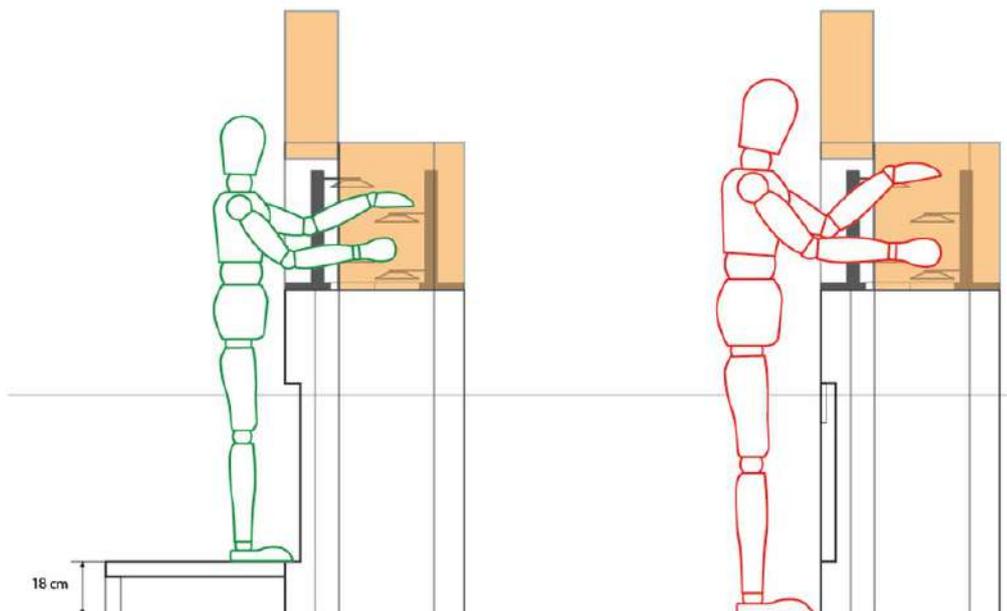
A solução encontrada foi inserir um degrau retrátil, ilustrado na Figura 80. Dessa forma, pessoas com uma estatura baixa poderiam acionar o degrau para facilitar o acesso, enquanto pessoas mais altas poderiam utilizar a máquina com o degrau retraído, conforme apresentado na Figura 81.

Figura 80: Impressora 3D com o degrau retraído (à esquerda) e acionado (à direita).



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 81: Degrão acionado para uso de pessoas de estatura baixa e retraído para uso por pessoas altas.



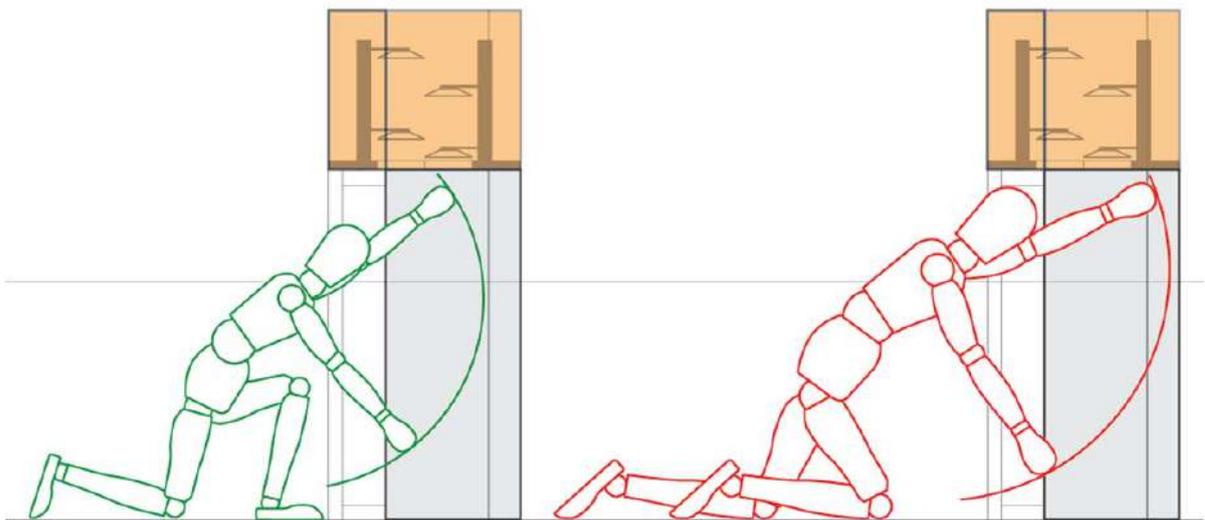
Fonte: Elaborada pelo autor.

3.1.2.11 Abertura para manutenção

Para acesso ao interior da impressora, optei por utilizar uma porta removível, na parte voltada ao operador da máquina, que incluiria o degrau. Dessa forma, o acesso seria mais amplo e confortável. Optei pela utilização de rodinhas na parte de baixo para facilitar a remoção da porta de acesso sem que o operador precise erguê-la ou arrastá-la.

Outro fator que favoreceu o acesso foi o aumento da altura, permitindo que eventuais manutenções sejam operadas com maior facilidade, conforme demonstrado na Figura 82.

Figura 82: Melhor acesso à parte interna da máquina para manutenção.



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.1.2.12 Suporte para projetor

Desde o estudo e definição da tecnologia utilizada no projeto, percebi que era necessário um sistema de suporte que se adaptasse a diversos projetores, para que o projeto não dependesse de determinada marca ou modelo. Assim, é importante observar que existem algumas medidas importantes que devem ser adaptáveis para garantir o maior número de projetores possíveis a uso. O projeto ainda tem algumas restrições quanto às dimensões dos projetores utilizados, mas procurei encontrar um sistema que suportasse a maior variedade de projetores possível.

A questão principal quanto ao posicionamento dos projetores é que o centro da lente deve estar sempre alinhado com o centro da área definida para impressão, para que a projeção ocorra sem distorção. É importante observar que o posicionamento das lentes varia

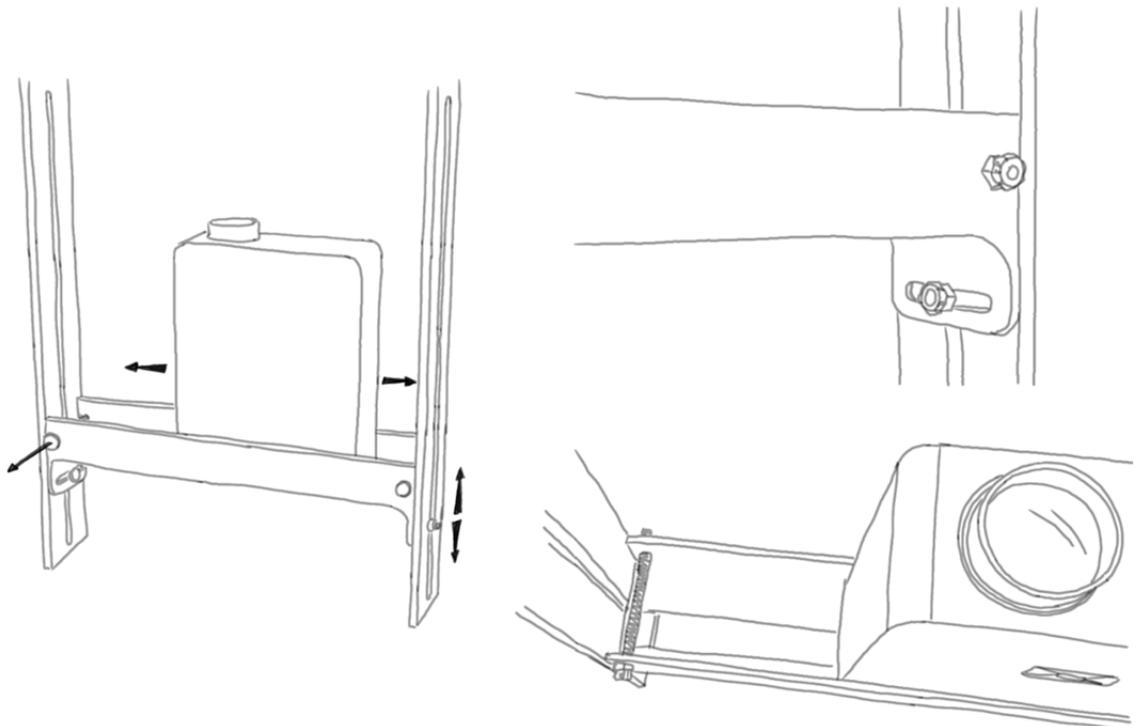
muito entre os projetores, de forma que alguns têm a mesma centralizada no produto, enquanto outros têm ela posicionada próxima a uma das laterais. Além disso, o projeto precisa prever a variação das dimensões básicas do produto, de forma que fazem necessários ajustes de largura, comprimento e altura.

Outra questão relevante é a variação de distâncias entre a lente do projetor e a projeção. É interessante que o projetor fique o mais próximo possível da projeção, pois isso garante uma maior intensidade da luz emitida. Contudo, a maioria dos projetores não consegue focar de tão perto, de forma que é necessário manter uma distância maior, para uma impressão em qualidade superior.

Muitos projetores têm o movimento das lentes limitado por um pino ou uma barreira de plástico ou parafuso. A remoção dessa barreira permite um movimento mais amplo da lente, e por consequência permite o foco mais de perto. Ainda assim, a distância necessária para projeção da imagem no tamanho especificado varia, então o ajuste do posicionamento vertical possibilita a adaptação a diferentes projetores.

Inicialmente havia pensado em uma estrutura que apoiasse o projetor por baixo, oferecendo um suporte que sustentaria o projetor, conforme a Figura 83.

Figura 83: Proposta inicial de suporte para projetor



Fonte: Elaborada pelo autor.

Contudo, esse apoio não garantia a estabilidade do projetor, o que poderia ocasionar falhas na impressão, além do risco de queda do equipamento. Pesquisando sobre suportes para projetor, achei alguns modelos que utilizam os furos para parafusos localizados na parte de baixo dos projetores, garantindo uma melhor fixação do projetor, conforme o modelo apresentado nas figuras 84 e 85.

Figura 84: Suporte para projetor



Fonte: Casa do Suporte, 2016.

Figura 85: Suporte com projetor fixado.

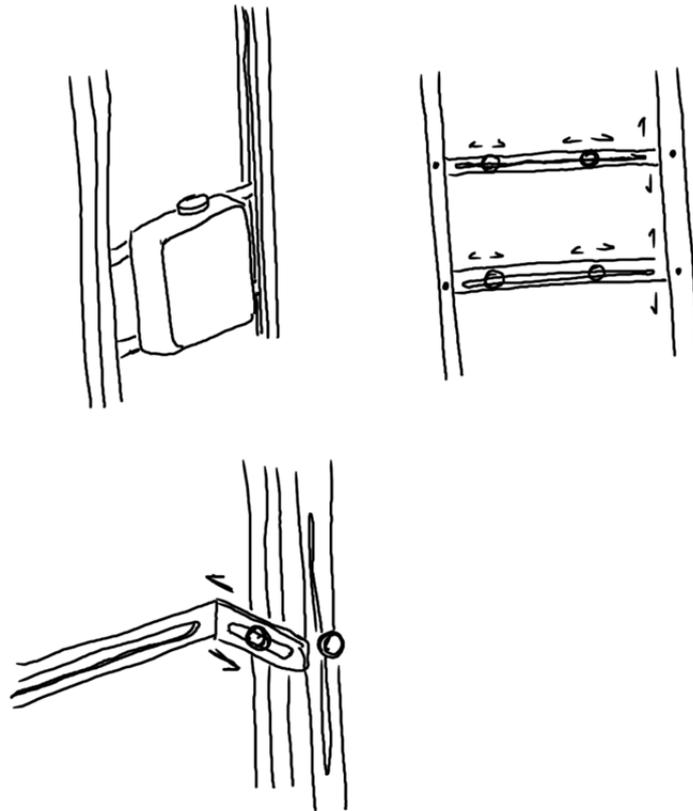


Fonte: Futury Vision, 2016.

Assim, baseado nesse tipo de suporte para projetor, pensei em um suporte composto por duas barras na horizontal que correriam por trilhos na vertical, conforme apresentado na Figura 86. As barras seriam independentes uma da outra, de forma a suportar uma variedade maior de dimensões dos projetores. O sistema também permite um posicionamento lateral do projetor amplo, facilitando a centralização da lente com a área de

projeção. Para se adaptar às larguras dos projetores, o sistema contaria com um pequeno ajuste próximo aos trilhos.

Figura 86: Sistema de posicionamento do projetor.



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.1.3 Definição e detalhamento do produto.

O produto final é uma impressora 3D com 1600mm de altura, 650mm de largura e 650mm de comprimento. A base da câmara de impressão está a 1100mm de altura. Ela possui um degrau retrátil para facilitar o uso por pessoas de baixa estatura, permitindo que essas pessoas utilizem o mesmo para acessar a área de impressão de maneira mais confortável e ergonomicamente adequada. O degrau mede 180mm de altura, 450mm de largura e 525mm de comprimento. Com o degrau aberto, a impressora mede 1176mm de comprimento. A forma final do equipamento é apresentada a seguir (Figura 87).

Figura 87: Impressora fechada (à esquerda) e impressora com degrau, capa para o tablet e porta da câmara de impressão abertos (à direita).



Fonte: Elaborada pelo autor.

Ela conta uma área de impressão onde podem ser adicionados os recipientes onde a resina ficará, podendo ser reunidos nas seguintes configurações: quatro recipientes pequenos ; dois recipientes pequenos e um médio ; dois recipientes médios ou; um recipiente grande. Cada recipiente é independente dos demais, o que evita que o andamento de uma impressão interfira em outra, possibilitando a utilização de resinas diferentes em cada impressão. Cada tanque de resina abastece um recipiente menor ou, em caso de recipientes maiores, pode-se utilizar mais de um tanque para abastecer a impressão.

A impressora também possui quatro elevadores e suportes independentes para movimentar verticalmente as plataformas de impressão, porém as plataformas, assim como os recipientes, são fornecidas em quatro configurações diferentes - simples, dupla paralela, dupla transversal e quádrupla -, de forma que podem ser instaladas nos suportes conforme

a necessidade de impressão, sendo possível utilizar plataformas menores combinadas com os recipientes pequenos, plataformas médias combinadas com os recipientes médios ou plataformas maiores, combinadas com os recipientes maiores.

Assim, o equipamento permite que ocorram quatro processos de impressão diferentes, simultaneamente e de maneira autônoma, possibilitando, inclusive, que se inicie uma nova impressão mesmo com outras em andamento.

Para que o operador consiga acessar com facilidade todas as impressões em andamento, o equipamento conta com um sistema interno de rotação que, quando acionado, gira a área de impressão, posicionando a impressão desejada em uma região de fácil acesso e manuseio pelo operador. Para uma melhor adequação ergonômica, o operador pode utilizar o degrau aberto o acesso às impressões, conforme a Figura 88.,

Figura 88: Operador acessando a câmara de impressão com auxílio do degrau.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para manutenção interna, a impressora conta com uma porta removível no corpo, de forma que o operador possa acessar os elementos internos, como o projetor e os componentes eletrônicos, conforme a Figura 89. Para facilitar a remoção da porta, sua estrutura conta com pés com rodinhas, evitando grandes sacrifícios posturais para a operação. A porta é conectada ao corpo por encaixes laterais e fixada por fechaduras, de forma que só é possível abrir portando a chave. Isso é interessante, prevendo-se a utilização da impressora em espaços onde ela estará disponível para operação por parte dos usuários comuns, como por exemplo em FabLabs, evitando que pessoas não-autorizadas acessem o interior da máquina.

Figura 89: Operador retirando a porta de manutenção.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A impressora suporta projetores DLP comerciais, de dimensões variáveis. Porém, deve-se sempre cuidar para que a lente do projetor esteja centralizada com a área de projeção, levando-se em consideração que o comprimento máximo do sistema de posicionamento do projetor é de 400mm, e a variação de largura máxima é de 90mm (suportando projetores de largura até 180mm). Recomenda-se a utilização de projetores cuja intensidade da luz seja de pelo menos 3.000 Lúmens, para uma boa resolução da impressão. No entanto, o ideal é a utilização de projetores de, no mínimo, 5.000 Lúmens.

A estrutura é feita a partir de perfis de alumínio e a maior parte do revestimento é feito de aço galvanizado. Por serem materiais altamente recicláveis, corroboram o caráter

sustentável do projeto, tanto por possibilitar que as peças utilizadas se originem de processos de reciclagem quanto por permitir que essas mesmas peças possam ser novamente recicladas no momento da desmontagem.

Praticamente todos os componentes utilizados são independentes e substituíveis, o que significa uma fácil manutenção e o prolongamento da vida útil do produto, pois sempre que algum componente apresentar um defeito, ele poderá ser substituído por um novo.

A maior parte da montagem do equipamento conta com componentes comerciais, o que implica em uma redução considerável nos custos iniciais para produção, principalmente ao se considerar que o produto não será produzido em grande escala, pois o objetivo é que um único produto atinja um número grande de usuários. Além disso, essa característica facilita a substituição e reposição de peças.

O produto contém dois subsistemas principais - a câmara de impressão e o corpo da impressora, dentro dos quais existem ainda outros subsistemas, detalhados a seguir.

3.1.3.1 Cobertura da câmara de impressão

A câmara de impressão conta com uma cobertura de PMMA transparente laranja e uma porta voltada à área de operação da máquina, do mesmo material. A cobertura será presa à estrutura da impressora através de parafusos nas laterais, de forma que sua remoção se dá a partir da retirada destes parafusos. A porta pode ser aberta verticalmente para cima, através de trilhos e guias situados na lateral interna da câmara, e contam com presilhas de pressão ao final que mantêm a porta erguida para que o operador possa acessar o interior da câmara, conforme ilustram as Figuras 90 e 91. Os trilhos são de modelo comercial, como o encontrado no catálogo da empresa Rometal.

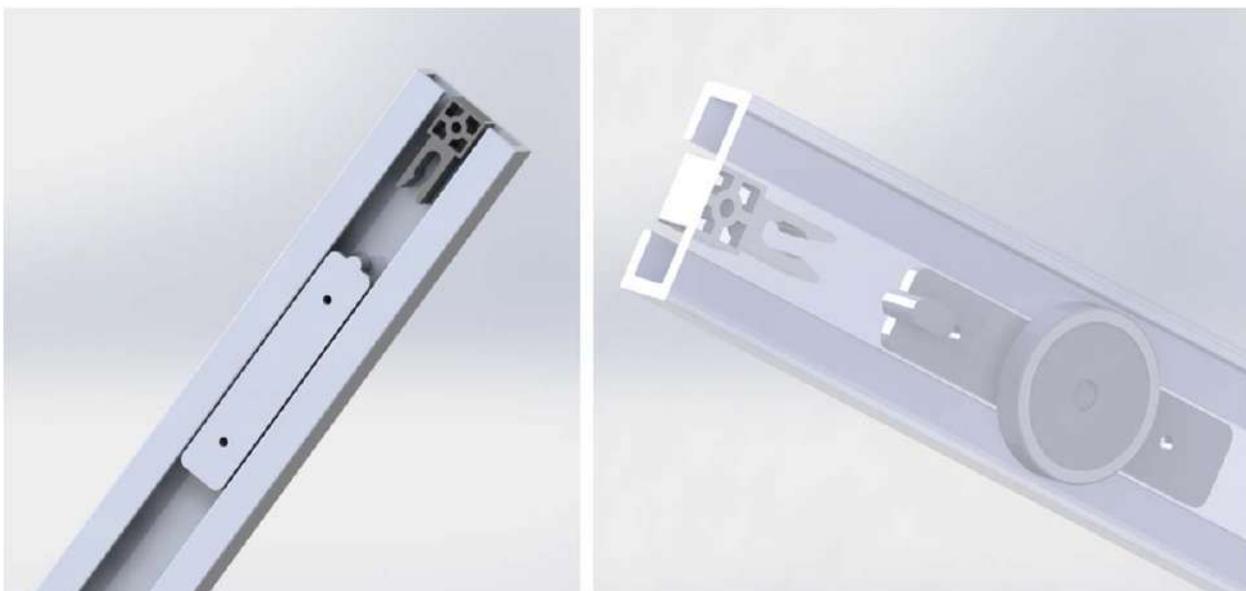
O processo de construção da cobertura se dá a partir de cortes e dobras simples de PMMA laranja translúcido de 6mm de espessura, que, além de proteger a câmara de impressão de acessos indevidos, acidentes e sujidades, funciona como filtro para bloquear a luz ultravioleta externa.

Figura 90: Porta aberta para manuseio interno.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 91: Trilhos com presilha por pressão.



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.1.3.2 Prateleira superior

No interior da câmara, está inserida a parte aparente do sistema de impressão, onde acontece a formação do produto a partir da resina. Sustentando esse sistema, há a prateleira superior em formato circular (Figura 92) apoiada na estrutura interna, para facilitar a rotação do sistema. Essa prateleira é feita com a usinagem de uma placa de alumínio, e

contém uma parte central rebaixada para encaixe dos recipientes de resina, além de uma janela central de dimensões 187,5mm por 250 mm onde é fixada uma peça de vidro de 3mm de espessura. Através dessa janela, ocorrerão as projeções para das camadas pelo projetor. O vidro utilizado não contém tratamento bloqueador de raios UV.

A prateleira conta com quatro furos nos vértices da parte rebaixada, para proporcionar um encaixe mais firme dos recipientes de resina, evitando que, ao se retirar um recipiente, o outro se desloque, causando falhas na impressão em andamento. Além disso, também existem quatro áreas rebaixadas para encaixe dos elevadores e quatro aberturas nas partes laterais, para contenção dos tanques de resina. À prateleira também são conectadas as quatro tampas da abertura da área dos tanques, que deverão ser abertas no momento da troca do tanque ou do recipiente de impressão. Por fim, também conta com furos para os quatro sensores óticos que ficarão próximos aos recipientes de impressão e furos próximos às bordas para encaixe da cobertura plástica.

Figura 92: Prateleira superior



Fonte: Elaborada pelo autor.

A prateleira também é apoiada por rolamentos esféricos (Figura 93) anexados à estrutura externa, de forma a fornecer um reforço estrutural sem impedir o movimento de rotação da peça.

Figura 93: Rolamentos Esféricos



Fonte: MiniTec, 2016

3.1.3.3 Sensores óticos

Os sensores óticos (Figura 94) ficam localizados próximos aos recipientes de resina. Eles fazem a leitura do nível de resina nos recipientes, de forma a identificar quando esse nível estiver abaixo do necessário, acionando então o sistema de abastecimento. Esses sensores são componentes comerciais e podem ser adquiridos através de fornecedores de componentes eletrônicos.

Figura 94: Sensor ótico para medição do nível da resina.



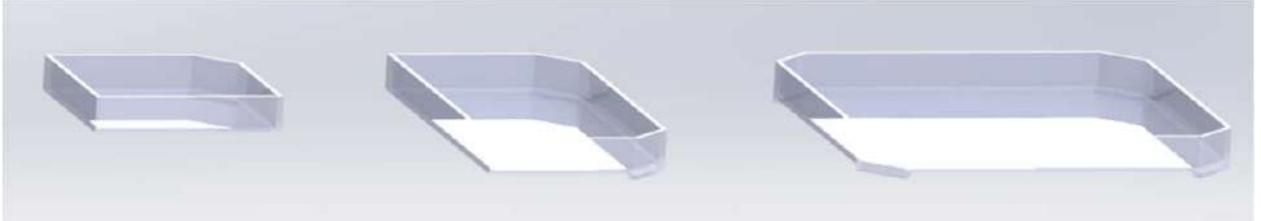
Fonte: Baú da Eletrônica, 2016

3.1.3.4 Recipientes para resina

Os recipientes de resina serão feitos com vidro simples, sem bloqueador de UV. Na parte inferior, os recipientes contêm um ressalto para encaixe nos furos da prateleira. Além disso, sobre o vidro da base haverá uma película de filme FEP selada a quente. O recipiente estará disponível em três formatos, conforme ilustra a Figura 96, permitindo diferentes configurações para se adaptar à demanda de projetos (Figura 96).

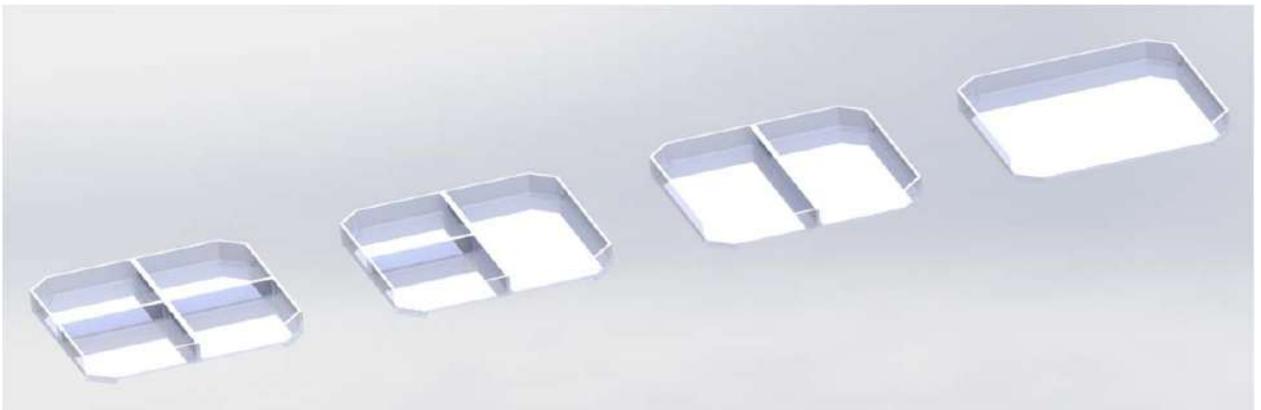
Cada recipiente será independente dos outros, portanto a resina utilizada em cada recipiente poderá ser diferente, de forma que poderão ser impressos projetos com resinas de diferentes características simultaneamente, desde que utilizem recipientes distintos. Os recipientes maiores poderão ser abastecidos por um ou mais tanques - dependendo da necessidade do projeto. Nestes casos, é recomendável o abastecimento dos tanques com o mesmo material, pois a mistura de resinas diferentes pode ocasionar falhas na impressão.

Figura 95: Variações dos formatos dos recipientes.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 96: Diferentes configurações



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.1.3.5 Plataformas removíveis

As peças serão impressas a partir das imagens projetadas na resina. A primeira camada polimerizada ficará presa à plataforma de impressão, e as camadas seguintes se aglutinarão às anteriores. Assim, as plataformas de impressão serão feitas por alumínio extrudado, cortadas e dobradas, para encaixar na estrutura de suporte, conforme a Figura 97.

As plataformas poderão ser retiradas ao final da impressão para extração da peça impressa e lavagem, e também podem ser substituídas por outras plataformas. Dessa forma, existem quatro formatos diferentes de plataformas de impressão, que acompanham os formatos dos recipientes de resina, conforme a Figura 98. Para facilitar a fixação e

retirada das plataformas, existe uma abertura nas partes laterais para um encaixe por pressão na lateral do suporte.

Figura 97: Plataformas de impressão com dobras para encaixe no suporte.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 98: Variações dos formatos das plataformas de impressão.



Fonte: Elaborada pelo autor.

As plataformas menores permitem impressões medindo até 120mm de largura, 90mm de comprimento e 300mm de altura. Já as peças impressas nas plataformas intermediárias podem medir até 250x90x300 mm, ou até 120x190x300 mm. As peças impressas nas plataforma maior podem medir até 250x190x300 mm.

3.1.3.6 Elevadores e suporte para plataforma

As plataformas de impressão serão erguidas pelos suportes conectados aos elevadores. Os suportes são feitos de ABS injetado, de maneira que sua estruturação foi planejada para essa possibilidade, conforme é possível ver na. A escolha do material se deu pela elevada resistência química e impermeabilidade, visto que haverá contato dessas peças com a resina. Elas contam com um furo na parte superior através do qual são anexados por parafusos às hastes que os conectam aos elevadores. Na parte de baixo dos suportes, existem apoios para as plataformas, além de ressaltos que servirão como encaixes por pressão para fixação das plataformas.

As hastes que conectam os suportes e os elevadores também são feitas de ABS, por sua alta resistência à tensão. Seu formato é pensado de forma a fornecer o apoio estrutural necessário para suportar o peso da impressão. Elas contêm um furo em uma das extremidades para conexão com os suportes através de parafuso. No lado oposto, elas contêm encaixes para inserção de quatro rolamentos lineares (dois de cada lado), que serão presos por parafusos, e também um encaixe para a porca sextavada de rosca trapezoidal conectada ao fuso.

O sistema de movimentação da haste na vertical contará com duas barras lisas, conectadas à haste pelos rolamentos lineares, e por um fuso central, conectada à haste pela porca sextavada. A rotação do fuso proporcionará o movimento da peça, de forma que a mesma será acoplada a um motor de passo, localizado na parte de baixo do sistema, através de um acoplador. Esse sistema pode ser observado na Figura 99. Na parte superior, será instalado um mecanismo de parada chamado de *end-stop*, para determinar o limite do movimento da plataforma. O mesmo pode ser adquirido através de fornecedores de componentes eletrônicos.

Figura 99: Sistema de movimentação vertical.



Fonte: Elaborada pelo autor.

O sistema será envolvido por uma calha (perfil de alumínio extrusado), fornecida pela empresa MiniTec, para a passagem dos fios e acabamento. A lateral da calha, onde será inserida a fiação, será protegida por uma cobertura de PVC, também fornecida pela empresa MiniTec.

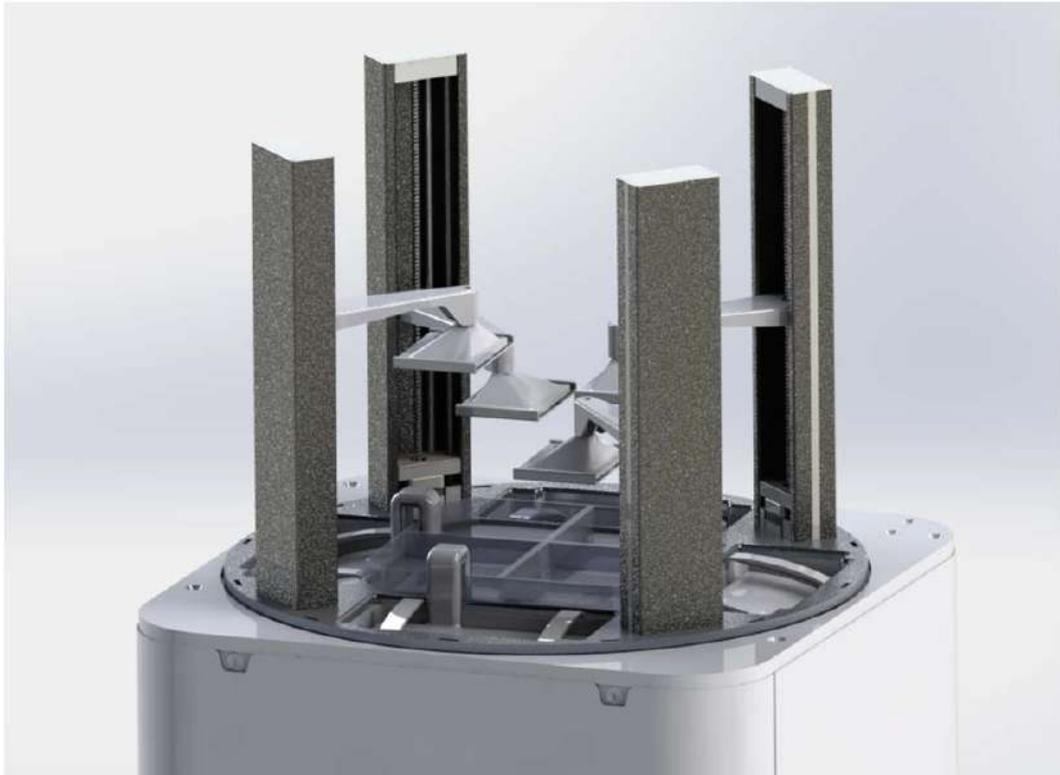
O conjunto do elevador será ligado por duas peças de PEAD injetado. A peça inferior terá um encaixe para as duas barras lisas, e dois furos para anexação do motor de passo. Ela será ligada à calha através de parafusos nas laterais. A peça superior contará com um encaixe para o end-stop, encaixes para as barras lisas e um encaixe para um rolamento cilíndrico no qual será ligada a barra roscada. O formato final do elevador pode ser conferido na Figura 100, e a montagem dos quatro elevadores na impressora, na figura 101.

Figura 100: Elevador da plataforma



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 101: Montagem dos quatro elevadores na impressora.



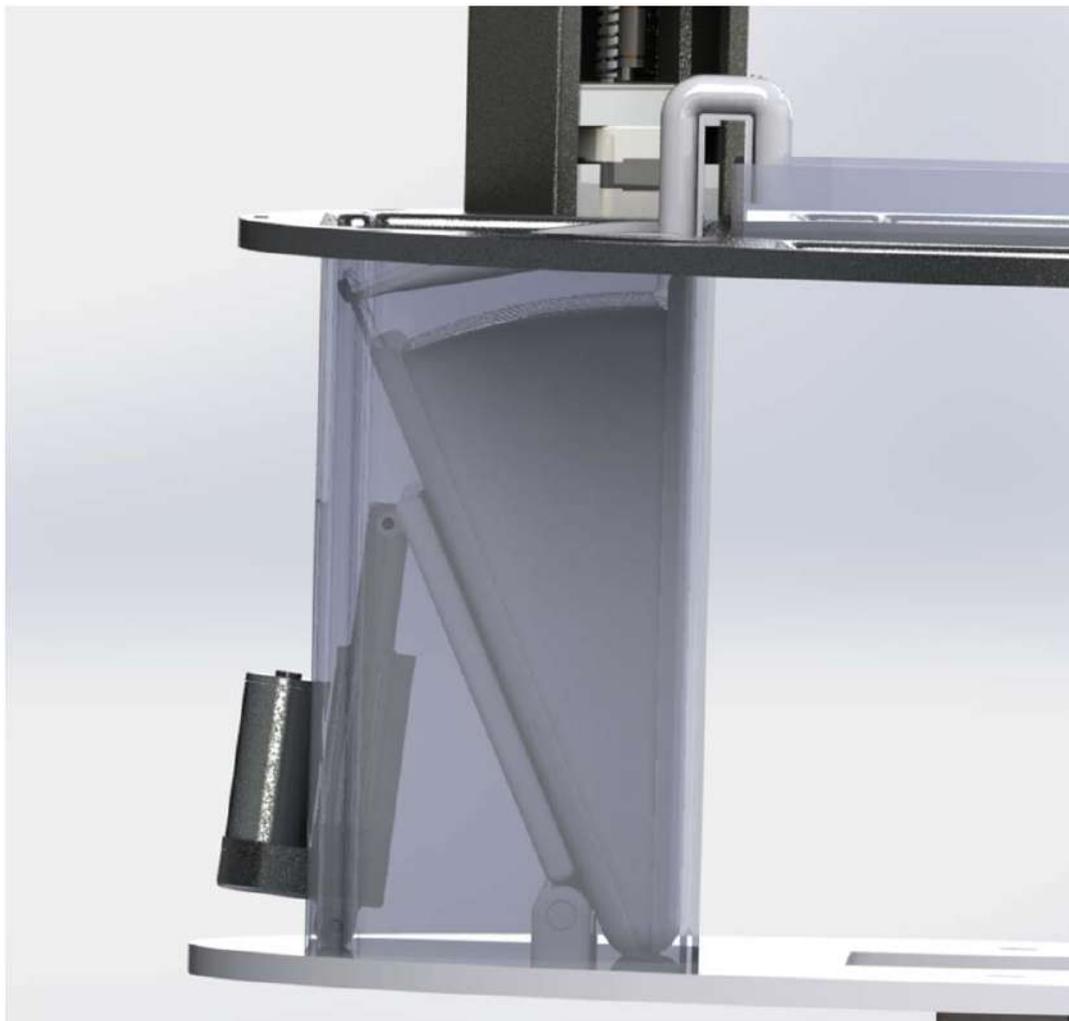
Fonte: Elaborada pelo autor.

Os fios dos elevadores são conectados por plugues, e em seguida as estruturas são encaixadas na prateleira com o auxílio de uma estrutura plástica e aparafusados na prateleira superior, de forma que são facilmente removíveis para substituição e manutenção, de forma que é possível remover um elevador defeituoso e substituir por um que funciona em instantes. Assim, a manutenção pode ser realizada sem interromper as demais impressões, de maneira prática e rápida.

4.1.3.7 Sistema de abastecimento do recipiente

Para o abastecimento dos recipientes onde acontecerão as impressões, há um sistema composto por quatro suportes para os tanques de resina que serão ligados aos recipientes. Esses suportes estão anexados tanto à prateleira superior quanto à prateleira inferior da estrutura interna. Eles contam com um plano inclinado feito de polietileno por injeção, que, a partir de um acionador, se movimenta em torno de um eixo em sua base, pressionando o tanque de resina, ilustrado na Figura 102.

Figura 102: Plano inclinado ligado ao acionador para comprimir o tanque

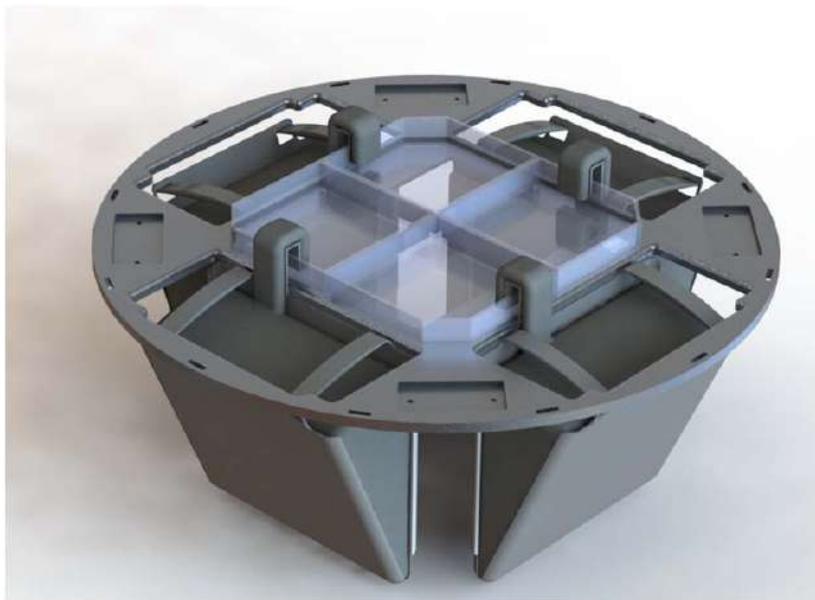


Fonte: Elaborada pelo autor.

Além disso, as paredes desse sistema são fechadas com peças feitas em placas de aço galvanizado, cortadas e dobradas, afim de dar um suporte estrutural para a prateleira superior e também de evitar que o interior da impressora fique exposto nos momentos em que o operador estiver substituindo o tanque de resina.

Como os sistemas são independentes e cada tanque abastece um recipiente de resina (Figura 103), é possível utilizar tanques com resinas diferentes em cada uma das impressões em andamento.

Figura 103: Tanques e recipientes de resina.



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.1.3.8 Tanque de resina

O tanque de resina será composto de duas partes. A parte rígida será injetada em polipropileno com uma dobradiça tipo *living hinge*, e em seguida dobrada. A parte maleável será feita com silicone, através do processo de rotomoldagem. A forma final da montagem ficaria similar a uma fatia de bolo, conforme é possível observar nas Figuras 104.

Figura 104: Forma do tanque de resina.



Fonte: Elaborada pelo autor.

O tanque contém duas alças para facilitar o manuseio por parte do operador. Na parte da frente do tanque, existe uma tampa fixada por dois prendedores laterais e um contorno emborrachado, para garantir a vedação da mesma. O bico conta com um sistema de vedação interno, de maneira que sempre que o tanque é pressionado, a pressão da resina empurra o mecanismo de vedação, conseguindo fazer com que o líquido seja liberado no recipiente. Assim, ao se interromper a pressão sobre o tanque, o sistema de vedação do bico volta a impedir que a resina seja liberada.

O volume de um tanque de resina é de aproximadamente 2,5 litros, fornecendo resina o suficiente para uma grande impressão em um dos recipientes menores, embora não seja suficiente para a impressão de um bloco sólido. Ainda assim, caso alguém eventualmente deseje imprimir um bloco sólido nessas dimensões, pode utilizar um recipiente de tamanho maior, e contar com o abastecimento de dois tanques de resina.

3.1.3.9 Cobertura da prateleira

A prateleira superior é coberta por uma estrutura de ABS, conforme se pode ver na Figura 105. Essa estrutura é ligada à prateleira por encaixes de pressão. Uma de suas finalidades é o acabamento estético da câmara de impressão, visto que essa parte ficará exposta ao público. Além disso, a estrutura contém um sistema de encaixe para os elevadores, reforçando seu apoio e fixação.

Figura 105: Prateleira superior com cobertura de polipropileno



Fonte: Elaborada pelo autor.

A estrutura também contém uma tampa para a área onde fica o tanque de resina. Essa tampa deve ser aberta para inserção e retirada do tanque e do recipiente de resina. Assim, além de possibilitar uma melhoria estética ocultar o tanque de resina, impede que o mesmo se mova para cima durante sua compressão.

3.1.3.10 Estrutura da parte giratória

A estrutura da parte giratória da impressora será formada pela prateleira superior, ligada à prateleira inferior pelas chapas de aço galvanizado, e esta ligada à base da estrutura por dois perfis de alumínio em “x”, de dimensões 45x45mm, fornecidos pela empresa MiniTec, conforme a Figura 106. Os perfis de alumínio serão ligados à prateleira inferior e à base através de cantoneiras próprias para perfis de alumínio, também fornecidas pela empresa MiniTec.

Figura 106: Estrutura da parte giratória



Fonte: Elaborada pelo autor.

A prateleira inferior é feita de usinagem do alumínio, e tem a abertura central para passagem da projeção, furos para as conexões com as peças estruturais e quatro aberturas para passagem dos acionadores do sistema de abastecimento. Além disso, as barras lisas que servem como eixo para os planos inclinados de abastecimento são conectadas a essa prateleira através de estruturas soldadas.

A base também é feita a partir de usinagem de chapa de alumínio. Ela tem uma abertura cilíndrica no meio, para encaixe do rolamento cilíndrico, e quatro furos ao redor dessa abertura para fixação do rolamento por parafusos. Ela também conta com os furos para as cantoneiras.

A base é apoiada na parte inferior da impressora através de rolamentos esféricos anexados à estrutura externa. O rolamento cilíndrico anexado ao centro da base é conectado a uma barra lisa, criando o eixo de rotação do sistema interno. Além disso, a base conta com um motor que, por meio de um sistema de engrenagens, proporciona o movimento de rotação da estrutura interna a partir de comandos do software.

3.1.3.11 Sistema de posicionamento do projetor

Nos perfis que estruturam a parte giratória da impressora, estão anexados sistemas de corrimento linear com trava, para o ajuste vertical do posicionamento do projetor, conforme a Figura 107. Esses sistemas são peças comerciais fornecidas pela empresa MiniTec.

Figura 107: Sistemas de corrimento linear.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Ligadas a esse sistema, estão as peças de posicionamento do projetor, conforme a Figura 108. Elas são feitas a partir do corte de chapas de aço galvanizado e posteriormente dobradas. A fixação do projetor nessas peças se dá por meio de parafusos que transpassam os furos nelas localizados e chegam à parte traseira do projetor. Assim, o ajuste lateral se dá por meio do posicionamento adequado do projetor e desses parafusos. A peça superior contém uma aba para ajuste de posicionamento no sistema de corrimento linear de acordo com a largura do projetor, que se fixa na posição correta a partir de parafusos em ambos os lados. A peça inferior, além desse ajuste de acordo com a largura, também possibilita o ajuste da altura, da estrutura, permitindo a adequação do sistema a projetores de diferentes tamanhos.

Figura 108: Sistema de posicionamento do projetor.

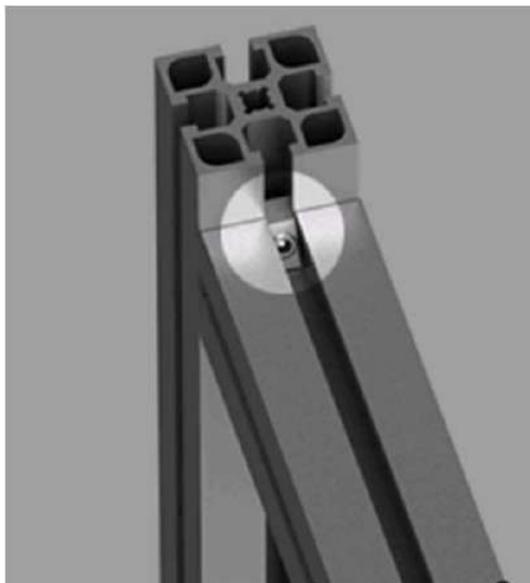


Fonte: Elaborada pelo autor.

3.1.3.12 Estrutura do corpo

A estrutura do corpo é montada utilizando dois tipos de perfis de alumínio, ambos fornecidos pela empresa MiniTec. O primeiro é o perfil do tipo “x” padrão, de dimensões 45x45 mm, o mesmo utilizado na estrutura interna. O segundo é um perfil com curva de 90°, com raio de 90mm. A estrutura é ligada através dos conectores ocultos do tipo Power-Lock SF, também fornecidos pela MiniTec, conforme a Figura 109.

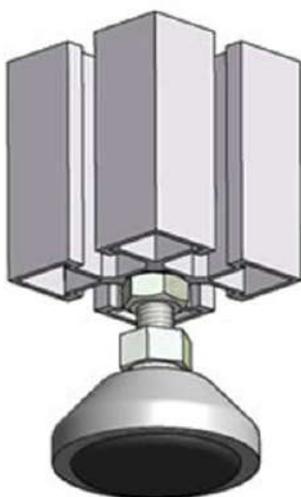
Figura 109: Conector do tipo Power-Lock SF



Fonte: MiniTec, 2016.

Na parte superior, a estrutura é conectada através de parafusos a uma peça produzida através de usinagem de chapa de alumínio. Essa peça contém uma abertura cilíndrica central e, ao redor dessa abertura, um rebaixo, onde estão inseridos os rolamentos lineares, assim como os utilizados para apoiar a prateleira superior à estrutura externa, para suporte da prateleira superior da estrutura interna da impressão. Na parte inferior da estrutura do corpo, são inseridos quatro pés de altura ajustável, para possibilitar o nivelamento da impressora. Os modelos para os pés utilizados também são fornecidos pela MiniTec, conforme a Figura 109. Assim, a estrutura do corpo é ilustrada na Figura 111.

Figura 110: Pés com ajuste de altura



Fonte: MiniTec, 2016.

Figura 111: Estrutura do corpo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A estrutura do corpo é revestida com uma peça feita de aço galvanizado cortada e posteriormente dobrada, conforme apresentado na Figura 112.

Figura 112: Revestimento do corpo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.1.3.13 Estrutura da porta do corpo

A estrutura da porta é separada da estrutura do corpo para que seja possível removê-la quando necessário para acessar o interior do equipamento para manutenção ou

substituição de componentes (Figura 113). Ela utiliza os mesmos tipos de perfis de alumínio e conectores que o corpo, porém com uma formação com menos elementos, conforme mostra a Figura 114. Nas faces dos perfis que têm contato com a estrutura do corpo, é utilizado um ressalto vedante de borracha para garantir a não entrada de luz pela fresta da junção das duas partes. Esse ressalto também é comercializado pela empresa MiniTec.

Figura 113: Tampa do corpo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

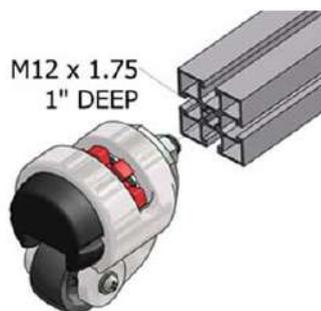
Figura 114: Estrutura da porta.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na parte inferior da estrutura da porta, ao invés de pés simples de altura ajustável, são anexados pés com rodinhas e nivelamento, conforme a Figura 115. Assim, quando a porta estiver conectada ao corpo da impressora, os pés estarão tocando o chão. Porém, quando for necessário removê-la, o operador pode girar a engrenagem (indicada em vermelho na Figura 115), fazendo com que o pé suba, e assim apoiando a estrutura na rodinha. Esse mecanismo oferece maior praticidade na remoção da porta, pois o operador não precisa suportar o peso da mesma na hora de acessar o equipamento, bastando que arraste a estrutura pelas rodinhas.

Figura 115: Rodinhas com nivelamento.



Fonte: MiniTec, 2016

A porta será revestida por uma placa de aço galvanizado cortada e dobrada, e soldada a uma caixa de feita também de aço galvanizado cortado e dobrado, para fechar a estrutura por trás do degrau, conforme a Figura 116. Dessa forma, quando o mesmo estiver montado, a parte interna da máquina continua revestida.

Figura 116: Revestimento da porta.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A estrutura da porta será presa ao corpo por encaixes de pressão (Figura 117) nas laterais, que conectarão os perfis em curva da porta aos perfis de alumínio da estrutura do corpo, e, para fixação, será utilizado um mecanismo de trancamento por chave, que será conectado à parte superior da estrutura do corpo e travará a movimentação da estrutura da porta, conforme a Figura 118:

Figura 117: Encaixes por pressão



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 118: Mecanismo de trancamento da porta.



Fonte: Minitec, 2016.

3.1.3.14 Degrau

A estrutura do degrau é feita também com os perfis de alumínio em “x”, de 45mm de lado, e os conectores fornecidos pela MiniTec. O degrau é retrátil, de forma que a estrutura conta com dobradiças também comercializadas pela empresa MiniTec (Figura 119), que possibilitam a rápida retração ou montagem do degrau quando necessário, conforme as Figuras 120a e 120b.

Figura 119: Dobradiças para perfil “x”



Fonte: Minitec, 2016.

Figuras 120a e 120b: Estrutura do degrau retraída (à esquerda) e montada (à direita).



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para que o degrau fique preso enquanto estiver fechado na estrutura, é utilizado um prendedor por pressão (Figura 121) na lateral do mesmo, enquanto o pino será preso à estrutura da porta. Ambos os elementos são comercializados pela empresa MiniTec.

Figura 121: Prendedor por pressão



Fonte: MiniTec, 2016 (adaptado)

Os pés da estrutura receberão acabamento de plástico ABS, comercializado pela empresa MiniTec, ilustrado na Figura 122.

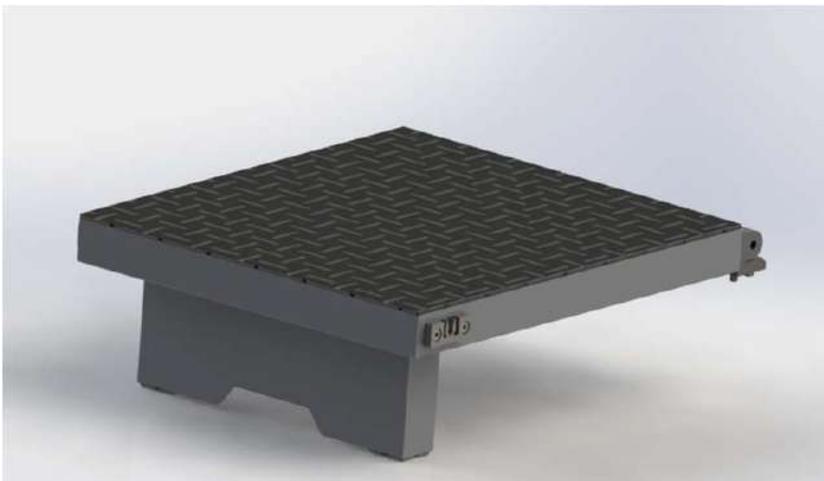
Figura 122: Acabamento dos pés.



Fonte: MiniTec, 2016

A estrutura do degrau será revestida nas laterais e na parte de baixo (que fica na parte da frente a impressora quando o degrau está fechado) por peças feitas a partir do corte e dobra de placas de aço galvanizado. Para o piso do degrau, será utilizada uma chapa de alumínio antiderrapante gravada em alto relevo, conforme é possível observar na Figura 123.

Figura 123: Degrão com piso feito em chapa de alumínio xadrez.



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.1.3.15 Suporte para o tablet

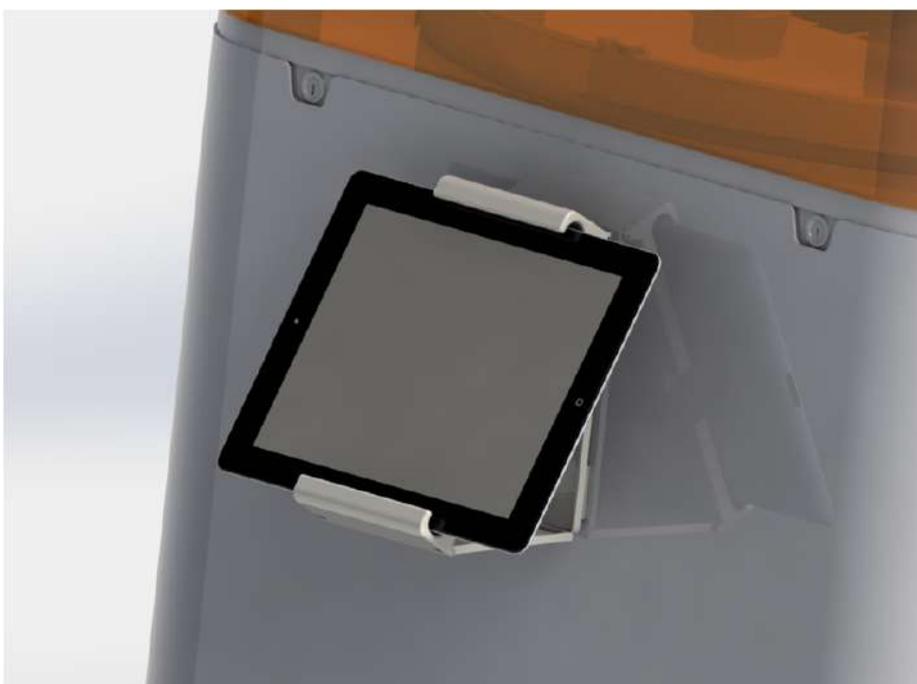
O suporte para o *tablet* (Figuras 124a e 124b) é um sistema independente da impressora, que pode ser anexada ao corpo da máquina através dos ímãs contidos em sua parte traseira (Figura 125). Ele é encaixado no *tablet* para possibilitar sua utilização tanto junto ao equipamento quanto em cima do balcão, durante o atendimento.

Figuras 124a e 124b: Capa para *tablet* fechada (à esquerda) e aberta (à direita)



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 125: *Tablet* anexado à máquina



Fonte: Elaborada pelo autor.

As duas peças principais da capa são feitas de polietileno, através de um processo de rotomoldagem. Uma barra de alumínio com uma extremidade roscada e é anexada à peça inferior por uma porca, e vai até a peça superior, à qual é presa por uma mola, garantindo assim uma flexibilidade da peça para suportar diferentes tamanhos de *tablet* (Figuras 126a e 126b). Nas partes de contato com o *tablet*, existe um revestimento emborrachado, anexado por adesivo.

Figuras 126a e 126b: Estrutura adaptável de acordo com o tamanho do tablet



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na parte traseira da capa, existem duas placas produzidas a partir do corte de placas de alumínio e posterior dobra dos cantos. O alumínio foi escolhido por não ser atraído por ímãs, de forma que os ímãs presentes no produto não irão interferir no movimento das placas. A placa inferior é ligada à peça de plástico inferior através de um eixo, e na ponta oposta existe uma barra imantada, colada por adesivo, que serve para fixar essa placa à outra quando a capa estiver montada. A placa superior também é ligada à peça superior por um eixo, e contém duas barras de ímãs de neodímio na parte traseira, para fixação no corpo da impressora.

3.1.3.16 Montagem do produto

A montagem do produto deve ser iniciada pela junção das partes que estruturam o corpo. O revestimento externo do corpo deve ser adicionado após essa montagem, e então os pés do equipamento. Paralelamente, pode-se montar o sistema de posicionamento do projetor a partir da base da estrutura interna, e então anexar a prateleira inferior, ligando-a em seguida à prateleira superior. O conjunto interno deve ser, enfim, introduzido no corpo por cima, até que a prateleira superior esteja apoiada na parte de cima da estrutura,

tomando o cuidado de encaixar o rolamento cilíndrico da base no eixo da estrutura do corpo. A cobertura plástica da prateleira pode ser adicionada por pressão, e então os elevadores e recipientes de resina podem ser encaixados. Em paralelo, os trilhos podem ser adicionados ao revestimento de PMMA, e então a porta pode ser anexada ao sistema. Então, esse sistema é adicionado à montagem da impressora. A estrutura da tampa do corpo, formada pelos perfis de alumínio, é montada, e em seguida, as rodinhas dos pés são anexadas à estrutura. Então o revestimento é adicionado. O degrau é montado em separado a partir dos perfis de alumínio e dobradiças que o compõem, seguido de seu revestimento, e então é anexado à tampa pelas dobradiças inferiores. Enfim, a tampa é aparafusada junto ao corpo, concluindo a montagem da impressora.

3.1.3.17 Projeto de desmontagem

O produto utiliza majoritariamente conexões mecânicas, o que facilita a separação dos componentes no processo de desmontagem. Assim, pode-se reduzir consideravelmente o volume ocupado no descarte, e além disso facilitar o reaproveitamento dos componentes e a reciclagem dos materiais.

A maior parte do revestimento de aço galvanizado pode ser reaproveitada em novos processos produtivos, e as partes que não puderem ser reutilizadas podem ser recicladas.. O alumínio também é um metal altamente reciclável, de forma que todos os perfis utilizados podem ser reciclados. Os termoplásticos utilizados também podem passar por processos de reciclagem.

Todas as conexões utilizadas e demais componentes comerciais podem ser removidos e reutilizados em novos produtos.

3.2 Design do Serviço

Durante o desenvolvimento do projeto, percebi que para atender ao desafio proposto, seria necessário inserir o produto em um contexto de serviço. Afinal, a impressora em desenvolvimento é voltada ao atendimento de uma demanda coletiva. Assim, buscando o design eficiente citado por Vezzoli e Manzini (2008), em que produto e serviço se integram para atender às necessidades técnicas e ecológicas do consumidor final, decidi estender o projeto a uma proposta de serviço.

Segundo Maffei e Mager (2005 apud ALVES, 2014), o design de serviço se propõe a intervir na experiência, interface e identidade do serviço, orientando comportamentos e escolhas do usuário. A co-criação é um elemento essencial para o design de serviço (NORMANN, 2001, apud MAGLIO, 2007), pois faz com que as partes envolvidas no projeto

se sintam como coproprietárias, garantindo uma maior satisfação com o projeto (STICKDORN, 2011 apud ALVES, 2014). Por isso, inicialmente pensei em desenvolver um projeto envolvendo uma das papelarias do prédio da Reitoria da UFRJ, onde estão localizados cursos como Desenho Industrial e Arquitetura. Contudo, tive conhecimento de um projeto de serviços de impressão que estava sendo iniciado por Felipe Lopes, pesquisador do laboratório PRO-PME, e Felipe Tolomei, ex-aluno do curso de Desenho Industrial da UFRJ, e então entrei em contato com eles para sugerir que a minha proposta tomasse como base o serviço que eles estavam lançando. Ambos aprovaram a ideia, e assim, dei prosseguimento ao projeto.

Como Lopes já atende a uma demanda de estudantes da UFRJ, concordamos que seria interessante pensar em um serviço inserido no cenário acadêmico. Além disso, esse âmbito aumenta ainda mais a relevância das respostas obtidas através do questionário realizado na etapa de levantamento de dados. Assim, idealizamos o serviço no formato de um quiosque de impressão que atuasse no Centro de Tecnologia da UFRJ, pela proximidade com os cursos de Engenharia, diversos projetos de pesquisa que poderiam solicitar impressões de peças e também por ser de fácil acesso aos estudantes de cursos próximos, como Arquitetura e Desenho Industrial. Dessa forma, o quiosque estaria disponível a um público com amplas possibilidades de utilização do serviço proposto.

3.2.1 Moodboard

O *moodboard* é uma ferramenta que busca representar a atmosfera pretendida para o serviço, através da composição de um painel de imagens (TASSI, 2008).

O painel elaborado, apresentado na Figura 127 tem ao centro um balcão com atendentes e clientes interagindo, para transmitir a ideia central de um serviço. As imagens ao redor representam as características relacionadas ao serviço. As imagens da esquerda superior se referem a um layout simples que valorize o processo de impressão. Logo abaixo temos o ambiente acadêmico onde o serviço seria inserido. Ao lado, os perfis de usuários do serviço dentro de um ambiente acadêmico e, em seguida, a reação dos usuários ao ver seus produtos sendo impressos em 3D. Acima, os produtos possivelmente mais usualmente fabricados, como projetos de faculdade e objetos pessoais, e mais acima o aspecto possível dos produtos. Então, o tipo de tecnologia utilizado, representado por máquinas similares e um operador adicionando resina para impressão.

Figura 127: Moodboard para serviço de impressão.



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.2.2 Business Model Canvas

Para estruturação visual do modelo de negócio adotado pelo serviço, optei pela ferramenta conhecida como *Business Model Canvas*, apresentado na Figura 128. Trata-se de um diagrama que auxilia na estruturação do serviço de maneira rápida e sucinta, permitindo a visualização de todo o conteúdo planejado para o negócio.

O ponto central da ferramenta aborda a proposta de valor do serviço, que consiste em oferecer uma impressão 3D mais acessível. Além desse fator, o business model canvas apresenta os seguintes campos:

- **Usuários:** São os potenciais clientes do serviço. Como o mesmo está inserido em um contexto universitário, é natural supor que seja mais voltado ao atendimento de um público acadêmico, como estudantes, professores e projetos de pesquisa e extensão. Ainda assim, nada impossibilita o serviço de atender a clientes externos à universidade, como empresas, escritórios de design, arquitetura e engenharia, e até mesmo pessoas “comuns”, que tenham acesso direto ou indireto ao serviço.

- Os canais de contato entre o serviço e os usuários serão, e sua maioria, virtuais, como as redes sociais e website. O quiosque na faculdade também entra como um importante canal, pois serve também como divulgação do serviço por chamar atenção dos usuários ao exibir uma impressora 3D em funcionamento.
- O relacionamento com os usuários contará com atendimento por redes sociais. Uma alternativa para obter a fidelização do cliente um programa de fidelidade que proporcione descontos nas impressões posteriores. Para minimizar o impacto ambiental dos produtos impressos, propõe-se uma iniciativa de recolhimento dos produtos a serem descartados, oferecendo desconto nas próximas impressões para os clientes que retornarem esses produtos ao quiosque. Workshops e oficinas de impressão 3D podem contribuir com o engajamento do público e com a disseminação do conhecimento a respeito da impressão 3D.
- As atividades principais do serviço consistem na impressão 3D, no pós-processamento de peças impressas e eventual acabamento, no serviço de modelagem 3D, reparo de arquivo e em eventuais serviços de consultoria.
- Os recursos principais para o serviço, humanos e materiais, incluem a impressora 3D, especialistas em modelagem 3D, impressão e também em marketing, o espaço do quiosque, website, redes sociais, computador disponível tanto no atendimento quanto no serviço de back-office, como para atender a serviços de modelagem, e ferramentas de pós-processamento. Além disso, um recurso interessante é uma plataforma virtual onde os usuários poderão encontrar um vasto acervo de modelos 3D para impressão. A plataforma pode proporcionar um ambiente de interação entre as pessoas, permitindo que os próprios usuários insiram seus produtos na mesma, bem como comentem e até mesmo avaliem os modelos existentes.
- Alguns parceiros considerados para o serviço estão relacionados ao contexto acadêmico, como a própria UFRJ, a COPPE, unidade da UFRJ que coordena os programas de pós-graduação em engenharia, o PRO-PME, laboratório da COPPE que trabalha com serviços de impressão 3D, a Incubadora de empresas da UFRJ, voltada a estimular a criação de novas empresas baseadas no conhecimento tecnológico, o SEBRAE, que através do seu programa SEBRAETEC visa facilitar a introdução de inovações tecnológicas nas empresas e mercados, e a MakerTech, empresa nacional que fabrica e fornece resinas.

- A estrutura de custos do serviço envolve, principalmente, o material utilizado na impressão, o maquinário e sua eventual manutenção, os custos de domínio e hospedagem do site, bem como as propagandas em redes sociais, o aluguel do espaço, o custo da equipe e os custos relacionados ao descarte adequado das peças impressas.
- Embora esse campo não exista no modelo original do business model canvas, optei por sua utilização para expressar ganhos do serviço de ordem não-financeira, que são intrínsecos à proposta de valor. Assim, a difusão do conhecimento sobre impressão 3D como consequência do serviço é um ganho não monetário que terá como resultado mais pessoas engajadas na tecnologia e consequentemente mais pessoas se convertendo em usuários do serviço. A plataforma virtual também atua como ambiente de troca, pois ao mesmo tempo que proporciona uma ferramenta aos usuários para que encontrem novos modelos 3D para imprimir, permite que esses mesmos usuários alimentem o acervo de modelos. Por último, a possibilidade de divulgar projetos impressos de clientes pode ser uma troca de benefício mútuo. Um exemplo dessa troca é uma empresa de acessórios de moda que decide imprimir alguns desses acessórios. Ao final do serviço, pode ser feita a divulgação do projeto através das redes sociais, o que geraria publicidade para o projeto da cliente, ao mesmo tempo em que a mesma poderia retribuir a divulgação.
- Por fim, as possíveis fontes de receitas seriam os serviços de impressão 3D e modelagem 3D prestados, além de consultorias de impressão. Além disso, eventuais clientes e parceiros poderiam solicitar a divulgação e propaganda de seus produtos impressos através das redes sociais do serviço mediante pagamento.

Figura 128: Business Model Canvas



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.2.3 Criação de Personas

Para compreensão dos possíveis usuários do serviço, tomei como base a pesquisa anteriormente realizada, que oferecia uma quantidade relevante de informações. A partir da mesma, elaborei perfis de usuários fictícios, apresentados nas Figuras 129, 130, 131, 132, 133 e 134, de forma a condensar as respostas em grupos de usuários que apresentavam características em comum. Esses perfis fictícios foram posteriormente utilizados como base para a previsão das formas de interação possíveis entre usuário e serviço. Essa ferramenta é conhecida como *personas* (TASSI, 2008).

Figura 129: Persona 1 - Gustavo Almeida

Gustavo Almeida

19 anos, estudante de engenharia

INTERESSES

Faça você mesmo, Trabalhos manuais, Miniaturas e Toy art, Boardgames, RPG, Modelagem Virtual, Jogos para computador.

IMPRESSÃO 3D

Já montou uma impressora 3D

Utiliza impressora 3D eventualmente

Talvez consultaria biblioteca virtual para imprimir projetos

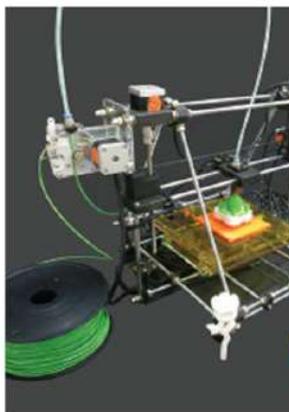
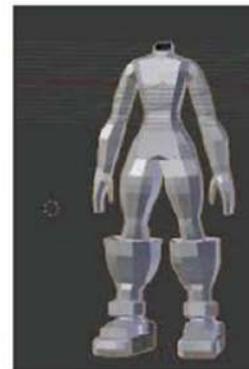
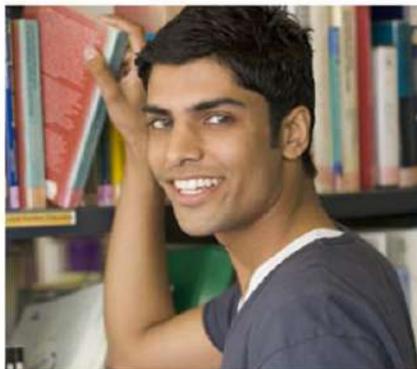
Não pagaria por serviço de modelagem, pois poderia modelar.

O QUE QUER IMPRIMIR?

“Peças para montagem do capacete do Iron Man. Algo no estilo “Faça você mesmo””

“Três miniaturas de jogos que eu goste.”

“Tampa de controle remoto perdida”



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 130: Persona 2 - Lívia Gomes

Lívia Gomes

22 anos, estudante de Design de Produto

INTERESSES

Confeção de jóias, literatura e arte, faça você mesmo, trabalhos manuais, artesanato, ilustração, minuatua e toy art, boardgames, RPG, ilustração.

IMPRESSÃO 3D

Tem uma impressora disponível na faculdade. Já cogitou usar porém nunca usou.

Talvez consultaria biblioteca virtual para imprimir projetos

Talvez aceite pagar por serviço de modelagem, se não tivesse tempo de modelar.

O QUE QUER IMPRIMIR?

“Um escorredor de louças expansível, que desenvolvi na disciplina de Projeto 2.”

“Brinquedo para minha filha.”

“Um boardgame que estou projetando e todos os seus componentes.”



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 131: Persona 3 - Guilherme Correia

Guilherme Correia

22 anos, estudante de Design de Produto

INTERESSES

Faça você mesmo, Literatura e arte, trabalhos manuais, artesanato, escultura, ilustração, design, toy art, confecção de jóias.

IMPRESSÃO 3D

Conhece impressão 3D apenas pela internet. Nunca imprimiu nenhum produto.

Eventualmente consultoria biblioteca virtual para imprimir projetos.

Aceita pagar por serviços de modelagem, se precisar.

O QUE QUER IMPRIMIR?

“Acessórios para vestimentas e para montagem Drag Queer.”

“Jóia personalizada, como um par de brincos e um colar com design parecido com redes entrelaçadas bem grande, além de uma caveira 3D para enveitar (tipo toy art)”

“uma replica do meu lindo rosto.”



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 132: Persona 4 - Luís Castro

Luis Castro

29 anos, pós-graduação em Engenharia Mecânica

INTERESSES

Trabalhos manuais, faça você mesmo, modelagem virtual, modelismo.

IMPRESSÃO 3D

Trabalha com impressão 3D, eventualmente imprime projetos profissionais.

Não consultaria biblioteca virtual, pois pode modelar seus próprios projetos.

Não aceitaria pagar por serviço de modelagem, pois ela mesma poderia modelar.

O QUE QUER IMPRIMIR?

“Um balde que se adapte ao meu tanque de lavar roupa.”

“Estação de tratamento de água compacta que modelei em 3d do AutoCAD.”



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 133: Persona 5 - Giovanna Ferreira

Giovanna Ferreira

35 anos, arquiteta

INTERESSES

Design, literatura e arte, faça você mesmo, modelagem virtual.

IMPRESSÃO 3D

*Conhece só pela internet
Nunca imprimiu nenhum produto*

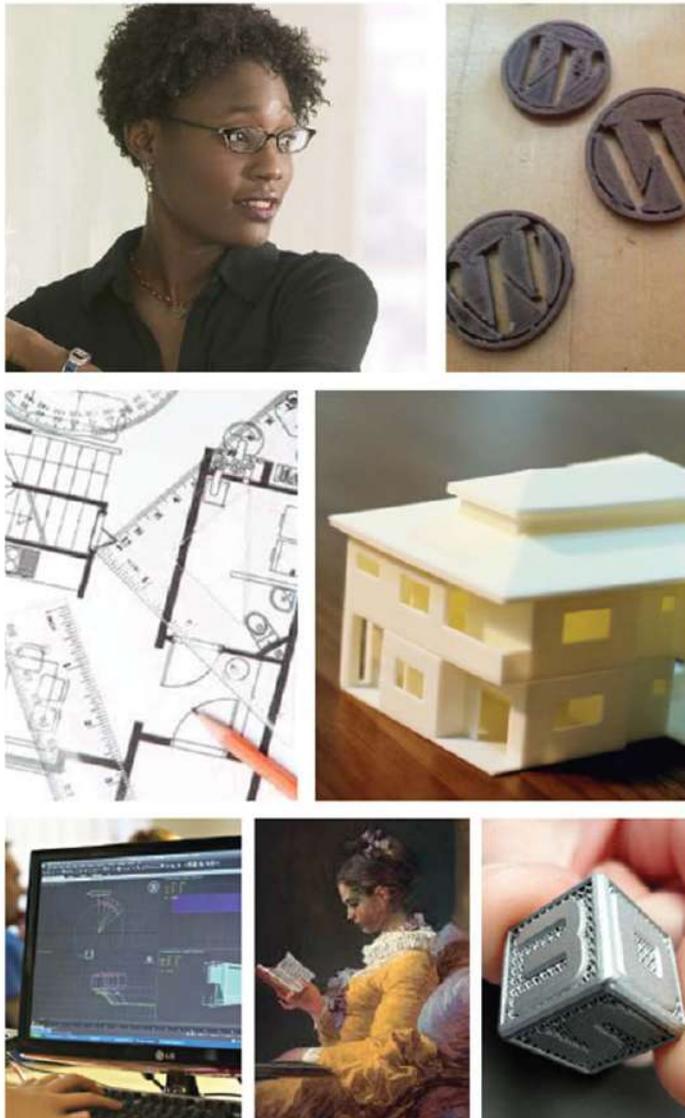
*Talvez consultaria biblioteca virtual para
imprimir projetos*

*Talvez aceite pagar por serviço de modelagem,
dependendo do preço.*

O QUE QUER IMPRIMIR?

*“Maquete de algum projeto de
arquitetura.”*

“Meu logo em forma de chaveiro.”



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 134: Persona 6 - Sophia Barbosa

Sophia Barbosa

60 anos, professora de Fisiologia

INTERESSES

Esculturas e modelagem, Modelagem virtual, literatura e arte, artesanato, Trabalhos manuais

IMPRESSÃO 3D

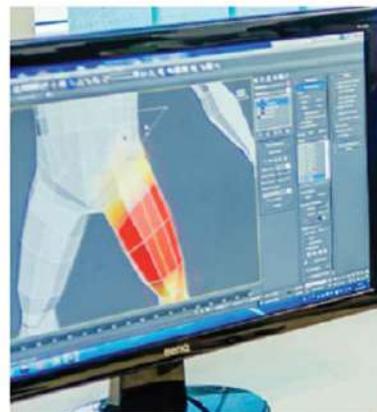
Nunca tinha ouvido falar de impressão 3D. Nunca imprimiu nenhum produto.

Não consultaria biblioteca virtual pois não tem interesse nesse tipo de produto

Aceita pagar por serviço de modelagem, se precisar.

O QUE QUER IMPRIMIR?

“Modelos para demonstração na organização de órgãos e tecidos, para as aulas de Fisiologia. Exemplos: estruturas cerebrais, glândulas endócrinas, coração, etc.”



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.2.4 Definição de pontos de contato

A partir de uma reunião com Lopes e de posteriores conversas com Lopes e Tolomei, definimos os pontos de contato entre o serviço e seus usuários, de acordo com as fases de engajamento, entrada, imersão, saída e extensão do relacionamento entre as partes. Esses pontos de contato são apresentados a seguir.

- Fase 1 - Engajamento:
 - Página do Facebook, Twitter, Instagram, impressos, indicações, e-mail marketing, website, parceiros, stand na faculdade.

- Fase 2 - Entrada:
 - 2.1. Contato: Facebook, Stand na faculdade, telefone, Whatsapp, e-mail, site
 - 2.2. Apresentação: Stand na faculdade, Facebook, e-mail, portfolio, plataforma virtual
 - 2.3. Solicitação de projeto: E-mail, stand na faculdade, website
 - 2.4. Conferência e validação: E-mail, stand na faculdade, orçamento

- Fase 3 - Imersão:
 - 3.1. Vínculo: Pagamento integral ou parcial, contrato, pagamento pelo site
 - 3.2. Execução e acompanhamento: Stand na faculdade, e-mail, Facebook, Whatsapp, videoconferência

- Fase 4 - Saída:
 - Embalagem, entrega do modelo no stand ou por correio, pagamento restante (se necessário)

- Fase 5 - Extensão:
 - Facebook, Twitter, Instagram, e-mail marketing, programa de fidelidade, desconto ao retornar peça para descarte.

Durante a fase de engajamento, foram consideradas maneiras de se divulgar o serviço e alcançar novos clientes. É importante destacar que, além das tradicionais ferramentas de divulgação e novas mídias, como Facebook e Twitter, a presença do stand em um ambiente de comum acesso também se traduz em uma referência de contato para o

usuário do serviço, pois a exibição da impressora contribui para despertar a atenção do público que frequenta a universidade, engajando novos usuários.

A fase de entrada considerou todo o relacionamento com o usuário anterior à contratação do serviço. Assim, foram definidas quatro etapas dessa fase. A primeira etapa consiste no momento em que o usuário entra em contato direto com o serviço pela primeira vez, para sanar uma eventual dúvida ou esclarecer alguma questão referente às possibilidades de impressão. A etapa seguinte consiste na apresentação da tecnologia e das possibilidades do serviço ao usuário.

A etapa posterior aborda o momento em que o cliente solicita o projeto a ser impresso. Como o serviço objetiva atender a um público geral, muitas vezes a solicitação do projeto não acompanha um modelo virtual. Nesses casos, uma alternativa é sugerir a busca de um modelo existente na plataforma virtual apresentada na etapa anterior. Caso não seja possível encontrar o projeto desejado, será necessária a contratação de um serviço de modelagem virtual.

A última etapa da fase de entrada é a confirmação de todos os requisitos do projeto solicitados pelo cliente, e a conferência do modelo 3D enviado (quando houver), seguidos pela apresentação do orçamento para desenvolvimento do projeto em questão.

Em seguida, há a fase de imersão. Ela se inicia no vínculo, que representa a confirmação da solicitação do serviço. Para tal, pode ser feito o pagamento integral presencialmente, o pagamento parcelado pelo site ou mesmo o pagamento parcial do valor do serviço, a ser completo no momento de entrega do produto, desde que acompanhado da assinatura de um contrato de prestação de serviço. Após estabelecido o vínculo, possibilita-se o acompanhamento do processo durante a execução, seja presencialmente, quando o usuário fica assistindo a impressão, ou por registros fotográficos enviados para o cliente, ou mesmo por videoconferência. Em casos onde se contratou o serviço de modelagem 3D, o modelo finalizado deve ser apresentado ao cliente e aprovado nessa fase, antes de ser enviado para impressão.

A fase de saída consiste no momento em que o usuário recebe o produto, seja pessoalmente ou por correio. Envolvendo, quando necessário, o pagamento do valor restante.

Por fim, a fase de extensão envolve todo o relacionamento com o usuário após o encerramento do serviço. Algumas interações com o cliente após a entrega do projeto podem contribuir com a manutenção do círculo de clientes, como por exemplo realizar

alguns comentários e postagens nas redes sociais sobre o projeto impresso, o que pode ser benéfico principalmente para empresas que terão seus produtos divulgados através das publicações do serviço. Outra proposta interessante é um programa de fidelidade que garante descontos em impressões futuras. Caso o usuário queira descartar o produto posteriormente, pode ser oferecido um programa de desconto ao retornar o produto impresso anteriormente para que seja encaminhado para o descarte apropriado. Outro recurso interessante seria o cadastro do usuário na plataforma virtual e a sugestão de que o mesmo inserisse o arquivo de seu produto impresso na plataforma, disponibilizando para outros usuários.

Após a definição inicial de todos os pontos de contatos, elaborei a representação gráfica de cada um através de símbolos apresentada na Figura 135, para a posterior criação do mapa de pontos de contato, conforme a Figura 136.

Figura 135: Representação gráfica dos pontos de contato.

	Página no Facebook		Parceiros
	Postagem no Facebook		Telefone
	Grupo no Facebook		Videoconferência
	Twitter		Stand na Faculdade
	Instagram		Orçamento
	Whatsapp		Pagamento Integral
	Email		Pagamento Parcial
	Email Marketing		Pagamento Online
	Website		Contrato
	Portfolio (Website)		Embalagem
	Plataforma Virtual		Envio por correio
	Impressos		Programa de Fidelidade
	Indicação		Desconto ao retornar peça para descarte

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 136: Mapa de pontos de contato.

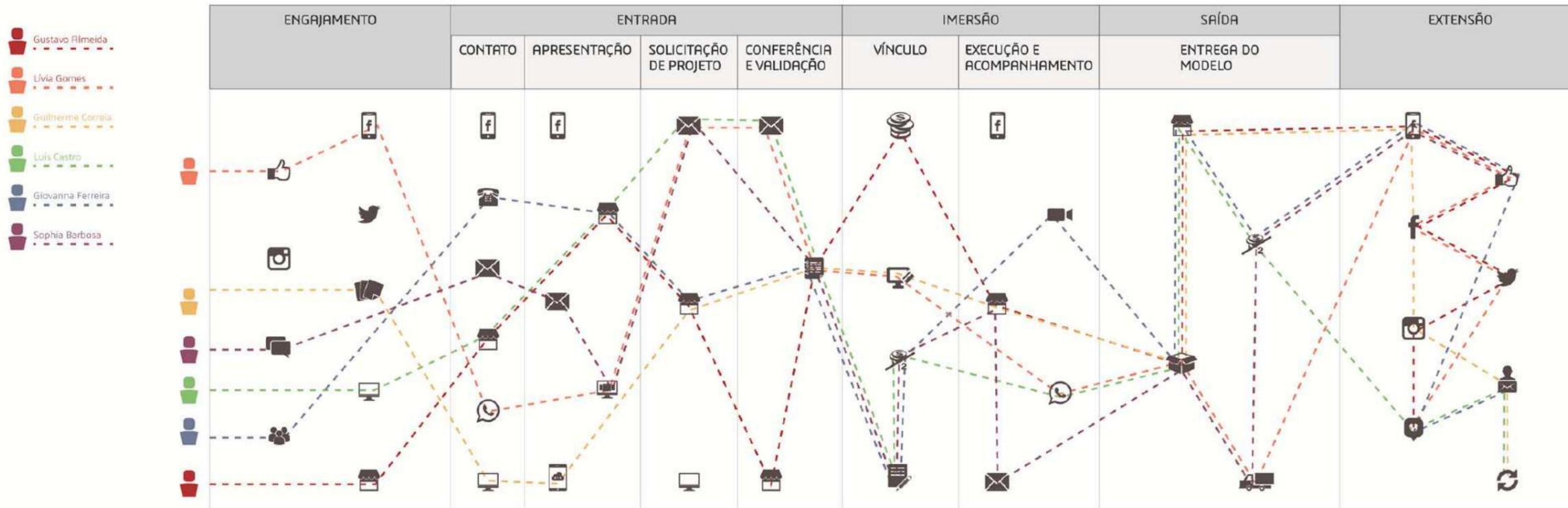
ENGAJAMENTO	ENTRADA				IMERSÃO		SAÍDA	EXTENSÃO
	CONTATO	APRESENTAÇÃO	SOLICITAÇÃO DE PROJETO	CONFERÊNCIA E VALIDAÇÃO	VÍNCULO	EXECUÇÃO E ACOMPANHAMENTO	ENTREGA DO MODELO	
         	      	     	    	   	    	   	        	

Fonte: Elaborada pelo autor.

3.2.5 Jornada do Usuário

A partir do mapa dos pontos de contato desenvolvido, foi possível esquematizar as possíveis jornadas das personas anteriormente definidas, ilustrando as possibilidades de interação dos usuários com o serviço proposto, e verificando a adequação do serviço aos diferentes perfis de usuários previstos no questionário anteriormente elaborado. O mapa da jornada das personas está apresentado a seguir, na Figura 137. Em seguida, na Figura 138, apresenta-se a jornada das personas de forma linear.

Figura 137: Mapa das jornadas das personas



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 138: Jornadas organizadas de forma linear

	ENGAJAMENTO	ENTRADA				IMERSÃO		SAÍDA	EXTENSÃO	
		CONTATO	APRESENTAÇÃO	SOLICITAÇÃO DE PROJETO	CONFERÊNCIA E VALIDAÇÃO	VÍNCULO	EXECUÇÃO E ACOMPANHAMENTO	ENTREGA DO MODELO		

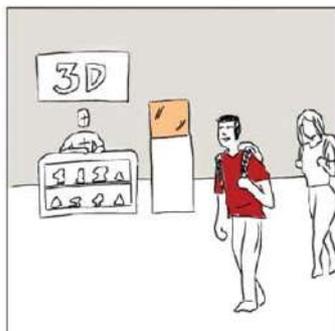
Fonte: Elaborada pelo autor.

3.2.6 Storyboard

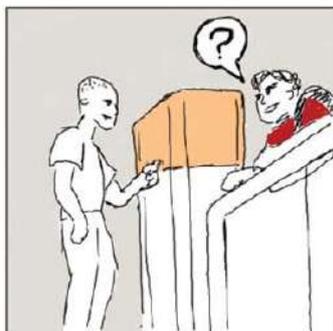
Após o mapeamento das jornadas dos usuários, optei pela construção de Storyboards, que consistem em representações gráficas das interações entre usuários e serviço através de uma série de desenhos que ilustram como os diversos pontos de contato se manifestam e se relacionam para a criação de uma experiência completa de serviço (TASSI, 2008).

A primeira etapa da criação dos storyboards foi a formulação de uma narrativa das interações entre as personas e o serviço oferecido a partir das jornadas definidas. Em seguida, contando com o auxílio do ilustrador Carlos Dias, estudante de Desenho Industrial da UFRJ, elaborei a representação visual das narrativas estabelecidas, conforme é possível observar nas Figuras 139, 140, 141, 142, 143 e 144. Utilizei as cores definidas na composição das jornadas de cada persona para tornar mais fácil a identificação dessas mesmas personas nas ilustrações dos storyboards.

Figura 139: Storyboard da jornada da persona Gustavo Almeida


Gustavo Almeida


Gustavo fica sabendo do serviço ao passar pelo quiosque na faculdade.



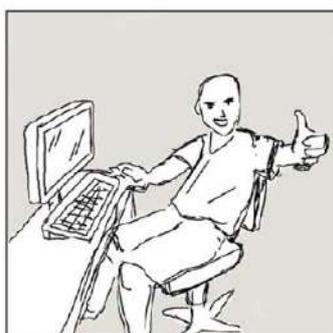
Então, vai até lá para tirar dúvidas sobre a impressão 3D.



No quiosque, o atendente mostra exemplos de peças impressas e apresenta a tecnologia.



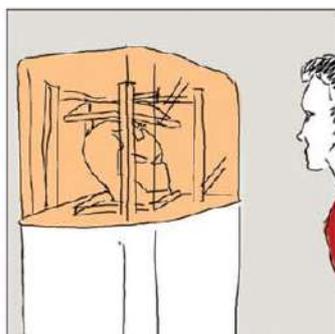
No dia seguinte, Gustavo volta ao quiosque levando um projeto para imprimir.



O projeto é conferido e aprovado, e então é informado o orçamento da impressão.



Gustavo aceita o orçamento, e então paga o valor integral para a produção da peça.



O projeto é enviado para impressão, e Gustavo acompanha sua execução, observando a máquina de perto.



Após a conclusão do serviço, o produto é embalado e Gustavo retira o produto no quiosque.



Ao final, Gustavo se cadastra no programa de fidelidade e passa a acompanhar as páginas do serviço nas redes sociais.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 140: Storyboard da jornada da persona Livia Gomes

 Livia Gomes



Livia fica sabendo do serviço de impressão 3D pelo Facebook.



Então, entra em contato com o serviço pela página do serviço no Facebook.



Então, é indicada ao website, onde pode acessar o portfólio e ver as possibilidades de impressão.



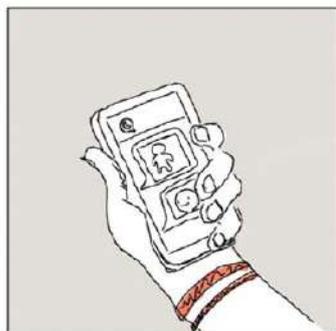
Livia envia o modelo 3D para impressão, porém ele precisa de ajustes.



Livia recebe o pedido de ajuste acompanhado do orçamento. Então, envia de volta o modelo corrigido.



O orçamento é aprovado e ela paga pela internet.



Livia recebe registros fotográficos pelo whatsapp, para acompanhar o andamento da impressão.



Ao final da impressão, o produto é embalado e enviado pelo correio.



Ao receber o produto, Livia posta fotos nas redes sociais e se cadastra no programa de fidelidade.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 141: Storyboard da jornada da persona Guilherme Correia



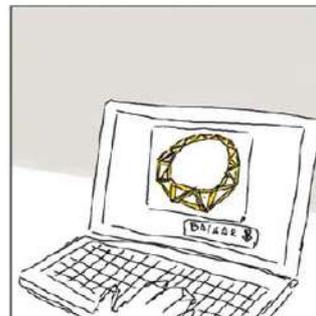
Guilherme Correia



Guilherme vê um cartaz sobre o serviço de impressão.



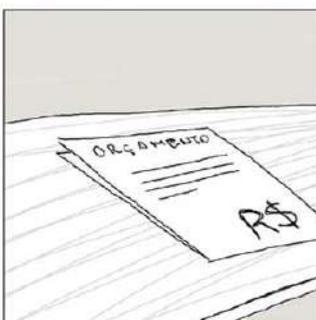
Então, entra no site para saber mais sobre as possibilidades de impressão.



Guilherme consulta a plataforma virtual em busca do modelo de jóia para modificar e imprimir.



Após achar o modelo e personalizar, leva o projeto até o quiosque.



Em seguida, é informado do orçamento.



Após aprovação do orçamento, Guilherme conclui o pedido e paga.



Guilherme acompanha parte da impressão da peça de perto.



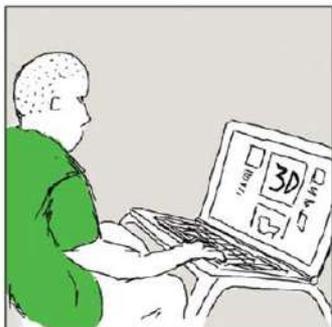
Ao fim da impressão, Guilherme retira o produto no quiosque.



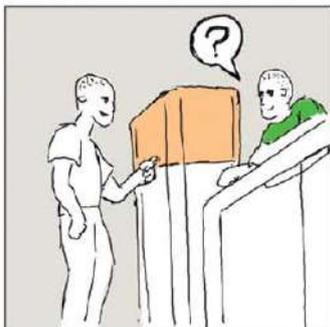
Guilherme acompanha as páginas do serviço e, posteriormente, retorna o produto impresso para descarte apropriado.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 142: Storyboard da jornada da persona Luis Castro


Luis Castro


Luis fica sabendo do serviço por uma propaganda no Facebook.



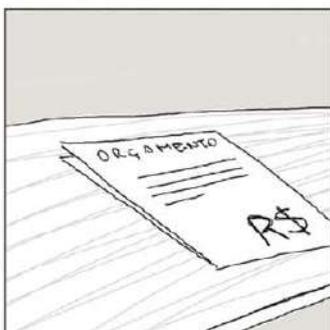
Então, vai até o quiosque para tirar dúvidas sobre a impressão 3D.



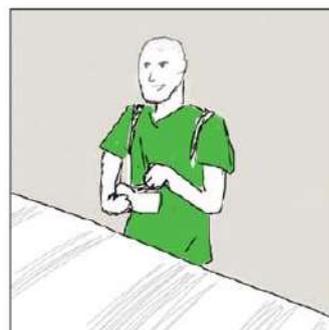
O atendente apresenta alguns projetos impressos.



Luis pretende imprimir uma estação de tratamento de água que projetou, porém o arquivo precisa de correções.



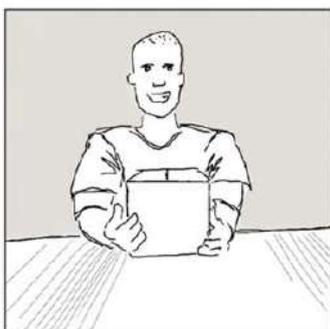
Luis solicita também o serviço de correção no modelo, e então o orçamento é apresentado.



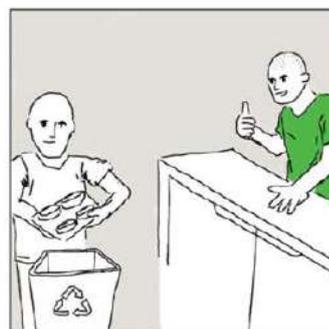
Luis assina o contrato, pagando 50% do valor adiantado.



Após a correção, são enviadas imagens por whatsapp.



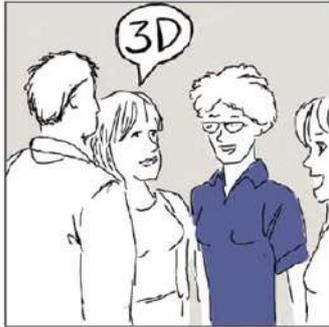
Luis retira o pessoalmente o produto após a impressão, pagando o restante do valor.



Após o uso da maquete, Luis retorna o produto ao stand para que seja descartado adequadamente.

Fonte: Elaborada pelo autor.

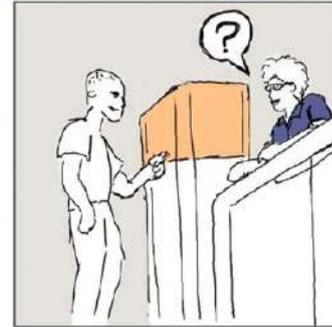
Figura 143: Storyboard da jornada da persona Giovanna Ferreira

 Giovanna Ferreira


Giovanna fica sabendo do serviço por indicação de parceiros profissionais.



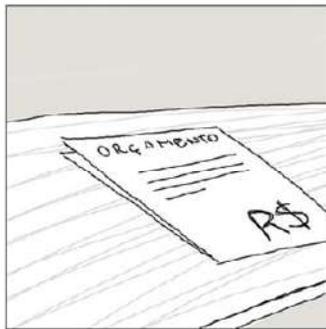
Ela entra em contato com o quiosque por telefone para saber mais.



Então, vai até o stand para conhecer melhor o serviço.



Então, Giovanna entrega uma imagem do logotipo do seu escritório, e solicita o serviço de modelagem 3D e impressão.



O orçamento é apresentado.



É assinado um contrato, com pagamento de 50% do valor adiantado.



O projeto modelado é apresentado por videoconferência para acompanhamento.



Ao final da impressão, Giovanna busca o modelo no Stand, pagando o restante do valor.



Giovanna curte as páginas do serviço nas redes sociais, se cadastra no programa de fidelidade e recebe e-mail marketing.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 144: Storyboard da jornada da persona Sophia Barbosa

 Sophia Barbosa

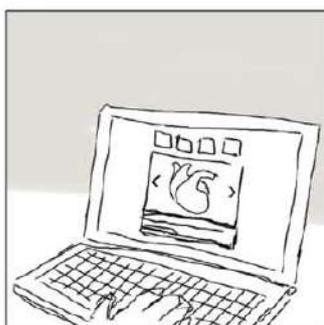

Sophia não conhecia impressão 3D, e fica sabendo do serviço através de amigos.



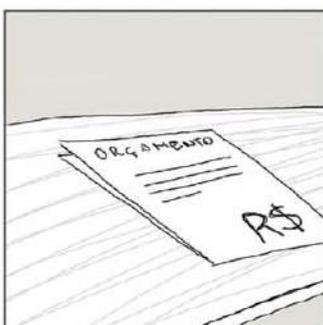
Então, envia um e-mail para saber mais sobre como funciona.



Em seguida, entra no site para conhecer melhor as possibilidades de impressão.



Ela encontra na internet os arquivos de órgãos que pretende imprimir, e envia para o serviço.



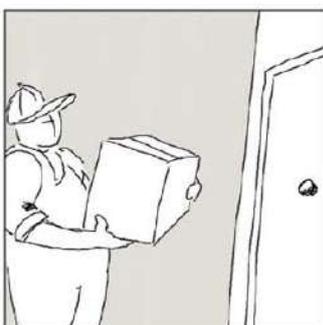
O orçamento é apresentado.



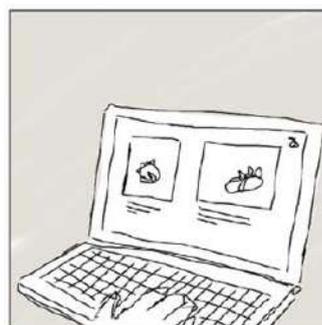
Sophia assina o contrato do serviço, pagando 50% do valor adiantado.



Ela passa no stand para acompanhar uma parte da impressão. Ao final, ela recebe um e-mail notificando.



Sophia procede o pagamento do restante do valor pelo site, e então recebe o produto por correio.



Por fim, Sophia posta as imagens dos produtos impressos no Facebook e acompanha a página do serviço.

Fonte: Elaborada pelo autor.

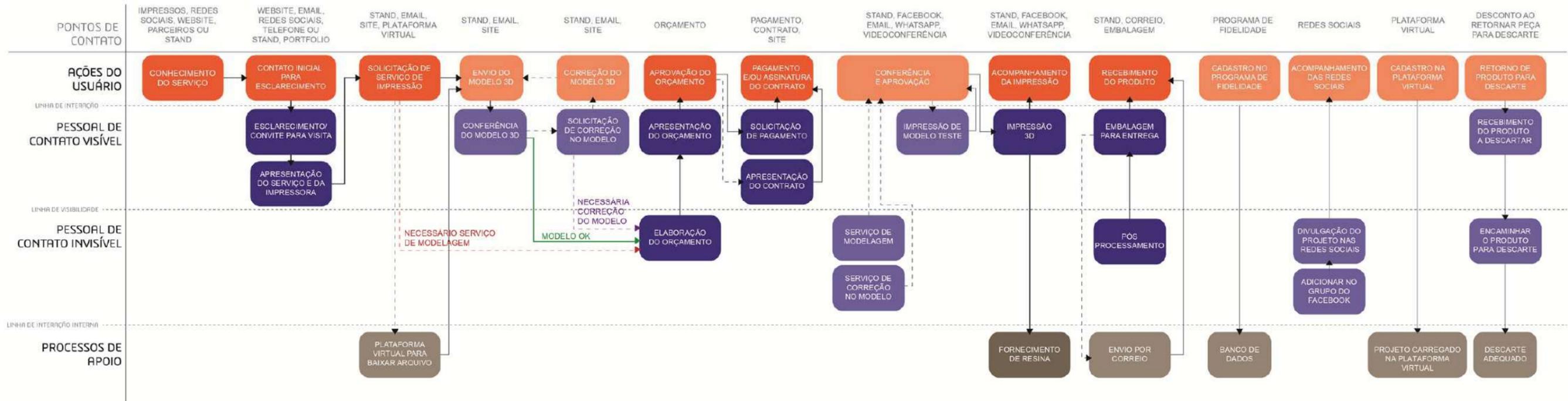
3.2.7 Service Blueprint

Em seguida, para estabelecer a sinergia entre o contato com o usuário e o funcionamento de todo o sistema do serviço. A ferramenta Service Blueprint permite enquadrar todo o sistema de funcionamento de serviço, evidenciando os aspectos visíveis ao usuário (front-office) e, ao mesmo, tempo, as atividades de back-office e de apoio (TASSI, 2008).

A montagem do service blueprint, apresentada na Figura 145, foi elaborada a partir das jornadas anteriormente determinadas. Ele representa o fluxo de atividades do serviço a partir das ações dos usuários nos pontos de contato, e então as ações em resposta do pessoal de contato visível - sendo geralmente o atendente do quiosque, do pessoal de contato invisível, responsável pelos processos fora do quiosque, como modelagem 3D, elaboração do orçamento e divulgação, e os processos de apoio, como o fornecimento de resina, o envio por correio e o descarte adequado de peças retornadas posteriormente.

Na estrutura elaborada, as ações não-opcionais estão marcadas em cores mais fortes, enquanto as ações opcionais, que variam de acordo com a necessidade de cada projeto, estão em cores mais claras. Da mesma forma, os caminhos principais estão marcados com linhas mais grossas e contínuas, os caminhos opcionais estão marcados com linhas finas e tracejadas, e os caminhos complementares a processos opcionais, mas que se fazem necessários após a adoção desses processos, estão marcados em uma linha fina contínua.

Figura 145: Service Blueprint

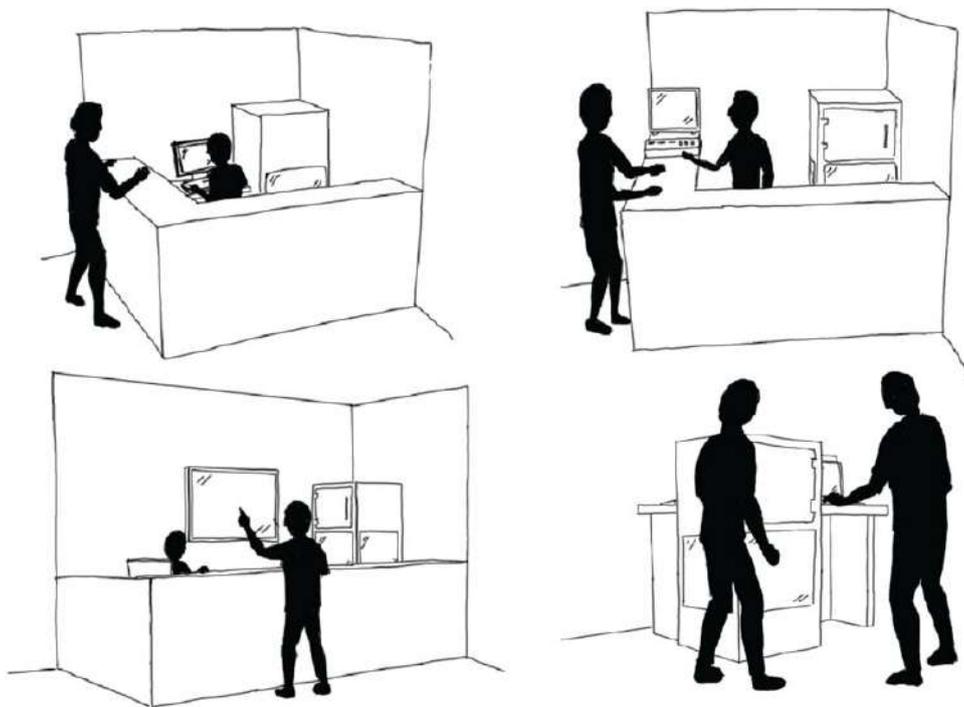


Fonte: Elaborada pelo autor.

3.8 Projeto de Layout da loja

Após o estudo de serviços similares, ainda sem ter decidido a forma ou a tecnologia utilizada na impressora, fiz alguns esboços sugerindo algumas configurações de layout com o produto inserido, baseado nas configurações encontradas nos serviços de shopping, e algumas situações de atendimento, apresentados na Figura 146.

Figura 146: Esboços estudando as possibilidades de inserção da impressora em diferentes configurações de layout.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Esses esboços serviram para esclarecer um pouco mais sobre as interações dos usuários e operadores com o layout do serviço.

Em um momento posterior, após as definições de forma e função da impressora, e observando toda a estrutura observada, assim como os requisitos do processo de impressão levantados, optei por elaborar uma sugestão de layout para o quiosque.

Para isso, procurei estabelecer os elementos necessários para o serviço, conforme listados a seguir:

- Impressora 3D, que deve ser posicionada de forma visível e acessível ao usuário do serviço e a quem frequenta o lugar onde o quiosque seria instalado;
- Câmara para secagem UV, para pós-processamento das peças impressas. A câmara de secagem UV consiste em uma câmara fechada com luzes UV internas, para garantir que a peça, após a impressão, seja completamente curada. Assim, o ideal é que a câmara conte com prateleiras reposicionáveis para se adequar às necessidades dos projetos impressos;
- Armário de insumos, para armazenar coisas como galões de resina e tanques de impressão;
- Balcão de atendimento, para servir ao usuário como referência visual do atendimento;
- Área de edição, contando com uma cadeira, uma bancada e um computador para conferência dos modelos 3D levados pelo usuário e eventuais ajustes rápidos;
- Área de lavagem da peça após a impressão, para retirar o excesso de resina e preparar para o pós-processamento, contando com uma cuba e torneira, e um armário abaixo contendo insumos para lavagem. A esta área também seria usada para a lavagem e reabastecimento do tanque de resina ;
- Letreiro com a marca e indicando o serviço de impressão, para servir como referência visual;
- E a vitrine à frente do balcão, expondo alguns produtos impressos, para ajudar o usuário a entender melhor as possibilidades da impressão 3D.

Então, percebi que existiam algumas relações importantes entre esses elementos, de forma que seria adequado pensar em configurações que respeitassem essas relações. Por exemplo, tanto a impressora 3D quanto o balcão deveriam ficar posicionados à frente do quiosque, para que o serviço fique evidenciado e atraia mais o público que passa pelo local.

Além disso, a área de lavagem da peça deve ficar próxima da impressora, para que o operador consiga retirar a peça e levar para a área de lavagem de maneira prática. Além disso, o operador deve abastecer o tanque de resina nessa área para evitar que eventualmente a resina escorra e suje outras áreas do quiosque. Assim, essa proximidade também reduz o espaço que o operador precisa percorrer suportando o peso do tanque. Ao

mesmo tempo, essa área deve ficar na parte de trás do quiosque, por envolver o processo de lavagem e eventuais resíduos.

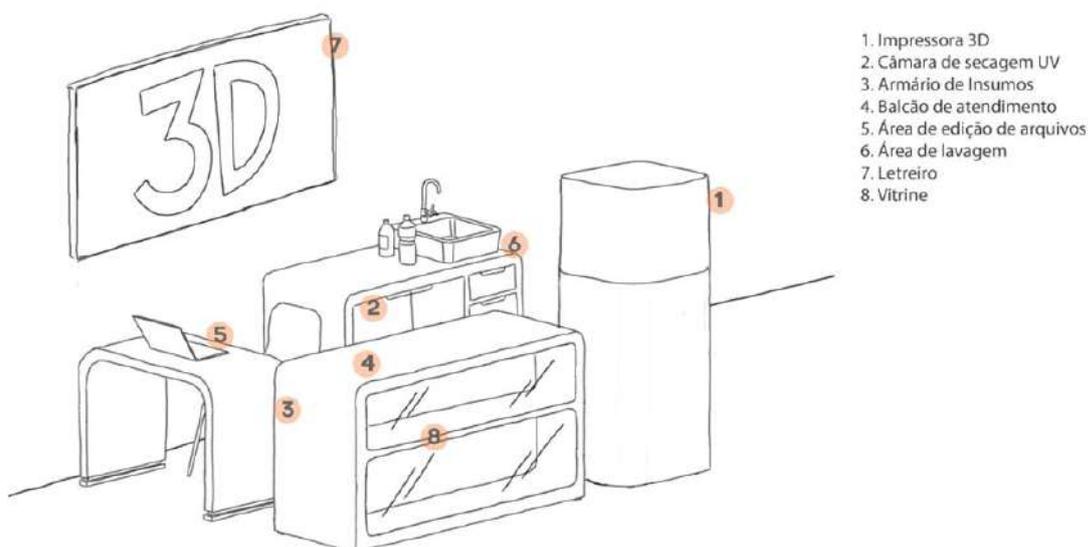
Outra relação interessante é da área de lavagem com a câmara de secagem UV, pois após a retirada do produto da impressora e lavagem, o produto deverá ser inserido para secagem na câmara UV. Dessa forma, é interessante que a câmara UV fique próxima à área de lavagem, para que o fluxo da operação seja facilitado.

Assim, o layout sugerido procurou reunir todos esses requisitos, ilustrado na Figura 147. O balcão fica à frente, ao lado da impressora. Abaixo do mesmo, na parte voltada ao público, está inserida uma vitrine, onde serão exibidos alguns produtos impressos como exemplo. Ainda no balcão, porém na parte de trás, estariam armazenados os insumos, como os tanques e galões de resina, conforme ilustrado na Figura 148.

Atrás da impressora, resguardando o espaço necessário para o degrau, a área de lavagem e a câmara de secagem UV, conforme é possível observar na Figura 149. A área de lavagem contém uma cuba, uma torneira e, abaixo, duas gavetas para armazenar os insumos da lavagem, como toalhas e papéis. A câmara UV conta com prateleiras internas removíveis, sustentadas por apoios laterais. Dessa forma, o operador pode retirar as prateleiras e ajustar a configuração de acordo com o tamanho dos projetos impressos.

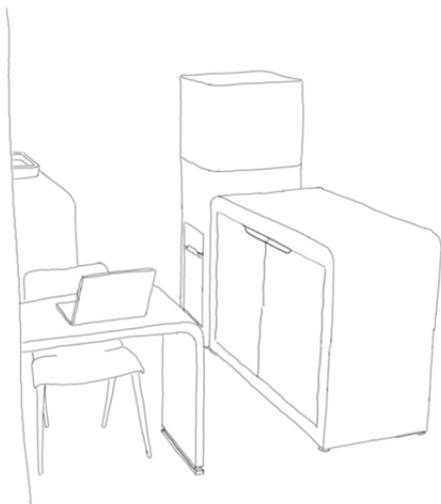
Na lateral, ficaria a área de edições rápidas nos arquivos, lembrando que correções mais demoradas e modelagem não seriam feitas no quiosque, mas sim pelo *back-office*. Na parede do fundo do quiosque, será colocado o letreiro do serviço.

Figura 147: Configuração do quiosque



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 148: Armário na parte de trás do balcão



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 149: Detalhes da área de lavagem



Fonte: Elaborada pelo autor.

CONCLUSÃO

A democratização do acesso a ferramentas para fabricação pessoal é um processo contemporâneo, que tem como uma de suas grandes referências a impressão 3D. Assim, esse projeto se propôs a colaborar com esse conceito, construindo uma alternativa que viabilize a popularização da tecnologia, para que cada vez mais as possibilidades de inovação façam parte da vida cotidiana das pessoas.

O desafio projetual proposto surge em meio à questão do empoderamento das pessoas comuns, e da possibilidade de contrapor os hábitos passivos de consumo ao se oferecer a elas a possibilidade de produzir seus próprios produtos sem depender da cadeia tradicional de fabricação. Isso ocasiona a descentralização da fabricação, aproximando a parte produtiva do consumidor final, o que resulta em uma significativa redução da energia gasta no desenvolvimento de produtos.

Assim, a possibilidade de contribuir com a popularização da impressão 3D, criando uma nova proposta de acesso à tecnologia, alcança o objetivo determinado. Para isso, foi necessário extrapolar a proposta de desenvolvimento de um produto pois não atendia plenamente ao desafio estipulado, o que ficou cada vez mais evidente nas etapas posteriores do projeto. Propôs-se, então, a contextualização deste produto em um serviço.

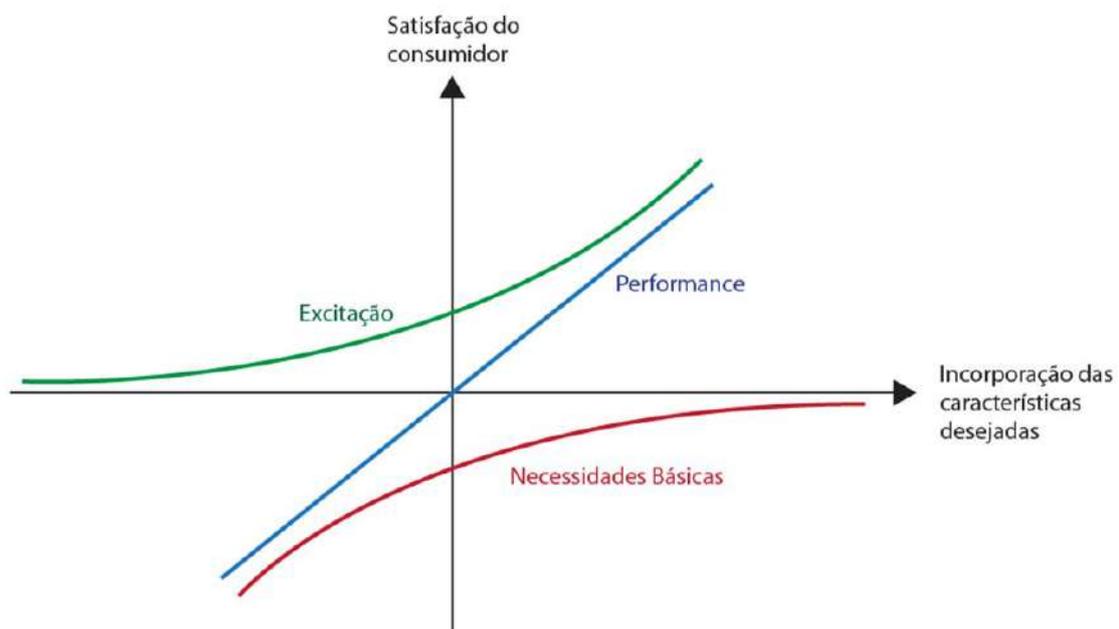
A partir da percepção de que um uso mais amplo da impressão 3D ainda não acontece hoje em dia por conta da falta de informação e conhecimento acerca da tecnologia, o projeto desenvolvido atua sobre essa informação. Propõe-se evidenciar o processo de impressão 3D para o público comum, fazendo com que a ferramenta deixe de ser algo distante, visto apenas por vídeos na internet, para se tornar parte do dia-a-dia das pessoas. Dessa forma, cria-se uma oportunidade para que se compreenda cada vez mais a possibilidade de levar projetos de produtos para imprimir. Ao situar impressoras em espaços coletivos, pode-se gerar visibilidade, desmistificar a tecnologia e aproximá-la do usuário.

No decorrer do processo projetual, foram identificadas oportunidades, cuja resolução se fazia necessária para que o projeto alcançasse seu objetivo. Não à toa recorreu-se a essas oportunidades ao longo da construção do produto e do serviço. Assim, foi possível desenvolver um sistema produto-serviço que atendesse a todas.

Obviamente, o produto foi desenvolvido sob a ótica do design de produtos, de forma que em determinados aspectos, principalmente tecnológicos, as proposições abordadas limitam-se a indicações de possíveis soluções, ainda que possam ser melhor elaboradas por profissionais de outras áreas. Portanto, é interessante pontuar que o produto proposto é um sistema complexo, e requer conhecimentos multidisciplinares para seu desenvolvimento pleno. Ainda assim, a proposta não se resume a um projeto-conceito, pois apresenta alternativas viáveis para construção do produto.

Segundo o Diagrama de Kano (Figura 150) apresentado por Baxter (2003), pode-se definir a qualidade do produto a partir do alinhamento com as necessidades básicas de seus usuários, com os fatores de performance do produto e do nível de excitação que o mesmo é capaz de gerar.

Figura 150: Diagrama de Kano



Fonte: adaptado de Baxter, 2003

Assim, as necessidades básicas são atendidas através da proposição de soluções projetuais, abordando fatores como a possibilidade de se trabalhar com diversos tipos e tamanhos de projetores, a busca pela adaptação ergonômica a diferentes perfis de operadores, e até mesmo a utilização de uma cobertura transparente laranja para minimizar a entrada de luz UV.

Já como fator de performance presente no projeto se tem, por exemplo, a possibilidade de se ter quatro processos de impressão simultâneos, inclusive podendo ser iniciados em

momentos distintos, e que possibilitem inclusive a utilização de materiais diferentes para impressões distintas. Outro aspecto relevante é a utilização do *tablet* para a visualização e seleção do arquivo a ser impresso, permitindo uma melhor interação entre o operador e o usuário do serviço.

Contudo, o fator excitação é alcançado no projeto a partir do momento em que o mesmo oferece às pessoas comuns a oportunidade tangível de usufruir da impressão 3D. Assim, a característica mais relevante da proposta, nesse sentido, é a evidenciação da tecnologia e do processo de impressão, gerando mais visibilidade e, principalmente, aproximando-a do público e contribuindo assim para o processo de democratização da fabricação pessoal e todo o potencial de inovação que este fenômeno oferece.

Referências Bibliográficas

3D PRINTING INDUSTRY. 3D Printing Basics: The Free Beginner's Guide.

Disponível em: <<http://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide/>>. Acesso em: jan.2016

3-D Printing Sustainability Opportunities and Challenges. *SBR*, nov.2015. Disponível em: <<http://www.bsr.org/reports/BSR-Report-3D-Printing-Sustainability-Opportunities-Challenges-2015.pdf>>. Acesso em: mar. 2015

ALVES, Anael Silva. **IMPRESSÃO 3D PARA MICRO, PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS: O DESIGN DE UM SERVIÇO ACADÊMICO.** 2014. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção., Coppe, Ufrj, Rio de Janeiro, 2014.

ANDERSON, C. 2012. *Makers: A nova revolução industrial.* 1ª ed., Rio de Janeiro, Elsevier, p.265 .

BASSAN, J. E SRINIVASAN, V. **3D printing and the future of manufacturing.**

Outono 2012. Disponível em:

<http://assets1.csc.com/innovation/downloads/LEF_20123DPrinting.pdf>. Acesso em: ago. 2015

BAXTER, M. 2003. *Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos.* 2ª ed., São Paulo, Edgard Blücher, p.260 .

BEAL, V.E., WENDHAUSEN, P.A. The Use of Stereolithography Rapid Tools in the Manufacturing of Metal Powder Injection Molding Parts. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/jbsmse/v26n1/a07v26n1>>. Acesso em: 2015.

BOSQUÉ, C., "What are you printing? Ambivalent emancipation by 3D printing".

In: *Rapid Prototyping Journal*, v.22, pp. 572-581,2015. Disponível

em:<http://www.marsouin.org/IMG/pdf/what_are_you_printing.pdf>. Acesso em: jun. 2015

BOWYER, Adrian. **Wealth without money:** The background to the Bath Replicating Rapid Prototyper Project. Disponível em:

<http://reprap.org/wiki/Wealth_Without_Money>. Acesso em: 13 dez. 2011.

BREWSTER, Signe. Why you won't see a laser sintering 3D printer on your desk anytime soon. **Gigaom**,25 abr. 2014. Disponível em:

<<https://gigaom.com/2014/04/25/why-you-wont-see-a-laser-sintering-3d-printer-on-your-desk-anytime-soon/>>. Acesso em: nov. 2015

BURTON, Jeff. A Primer on UV-Curable Inkjet Inks. **Sgia Journal.** [s. L.], abr. 2008.

Disponível em: <[http://www.signindustry.com/flatbed_UV/articles/2008-11-17-](http://www.signindustry.com/flatbed_UV/articles/2008-11-17-SGIA_Primer_on_UV-Curable_Inkjet_Inks.php3)

[SGIA_Primer_on_UV-Curable_Inkjet_Inks.php3](http://www.signindustry.com/flatbed_UV/articles/2008-11-17-SGIA_Primer_on_UV-Curable_Inkjet_Inks.php3)>. Acesso em: fev. 2016.

CRIVELLO, James V.; REICHMANIS, Elsa. Photopolymer Materials and Processes for Advanced Technologies. **Chemistry Of Materials**, [s.l.], v. 26, n. 1, p.533-548, 14 jan. 2014. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/cm402262g>.

CSILLAG, J.M. 1985. *Análise do valor: metodologia do valor: engenharia do valor, gerenciamento do valor*. 1ª ed., São Paulo, Atlas, 303 p.

DIMITROV, D.; SCHREVE, K.; DE BEER, N. Advances in three dimensional printing – state of the art and future perspectives. *Rapid Prototyping Journal*, Stellenbosch, v. 12, n. 3, p. 12, 2006. ISSN 1355-2546.

DINIZ, B. SENAI Rio inaugura laboratório de rede mundial para inovação no ensino. *CNI Notícias*, 11 nov. 2014. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/imprensa/2014/11/1,51540/senai-rio-inaugura-laboratorio-de-rede-mundial-para-inovacao-no-ensino.html>>. Acesso em: jan 2016.

DLP™ System Optics. **Texas Instruments**, jul. 2010. Disponível em: <<http://www.ti.com/lit/an/dlpa022/dlpa022.pdf>>. Acesso em: ago.2015.

Dow Corning. **SYLGARD(R) 184 Silicone Elastomer Kit**. Dow Corning, 10 mar 2015. Disponível em: <<http://www.dowcorning.com/DataFiles/090277018276d832.pdf>>. Acesso em: dez. 2015

DuPont™ Teflon® FEP. **FLUOROPLASTIC FILM**. DuPont™ Teflon® FEP, 2013. Disponível em: <https://www.chemours.com/Teflon_Industrial/en_US/assets/downloads/Chemours_Teflon_FEP_Film_Properties_Bulletin_K26941.pdf>. Acesso em: mar. 2016

FAB FOUNDATION, What is a Fab Lab?. Disponível em: < <http://www.fabfoundation.org/fab-labs/what-is-a-fab-lab/>>. Acesso em: nov, 2015

Formlabs announcing new print material: clear resin. **3ders**. Disponível em: <<http://www.3ders.org/articles/20130517-formlabs-announcing-new-print-material-clear-resin.html>>. Acesso em: nov. 2015.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987. Disponível em: <http://www.dhnet.org.br/direitos/militantes/paulofreire/paulo_freire_pedagogia_do_oprimido.pdf>. Acesso em: jun.2015

Gershenfeld, N. (2012), “How to make almost anything: the digital fabrication revolution”, *Foreign Affairs*, Vol. 91, pp. 43-57. Disponível em: <<https://www.foreignaffairs.com/articles/2012-09-27/how-make-almost-anything>>. Acesso em: 22 mar. 2016.

GORNI, A. A. Introdução à prototipagem rápida e seus processos. *Revista Plástico Industrial* (2001) p. 230-239.

HORSEY, J. Little RP Flexible Open 3D Resin Printer Launches On Kickstarter. **Geeky Gadgets**, ago. 2012. Disponível em: <<http://www.geeky-gadgets.com/littlerp-flexible-open-3d-resin-printer-launches-on-kickstarter-12-08-2014/>>. Acesso em: fev. 2016.

<http://3dprint.com/103601/3d-printing-material-chart/>>. Acesso em: dez.2015

IDEO, 2009. Human Centered Design Kit de Ferramentas. 2ª ed, 105 p.

IIDA, I. Ergonomia: Projeto e Produção. São Paulo: editora Edgard Blucher, 2005.

IMPRESSORA 3D - CLIEVER CL1. **Cliever**. Disponível em:

<<http://www.cliever.com.br/produto/imprensa-3d-cliever-cl1-1>>. Acesso em: dez. 2015.

INTAL. Monthly Newsletter, ed.225, mai. 2015. Disponível em:

<https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6959/INTAL_Monthly_Newsletter_N%C2%B0_225_May_2015.pdf?sequence=5>. Acesso em: dez.2015.

JEWELL,C.3-D Printing and the Future of Stuff. Wipo Magazine,abr. 2013. Disponível em: <http://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2013/02/article_0004.html>. Acesso em: 2015

KRASSENSTEIN, Brian. MoonRay, The UV DLP 3D Printer is Launched on Kickstarter by SprintRay,28 abr. 2015. Disponível em:

<<https://3dprint.com/60904/moonray-3d-printer/>>. Acesso em:fev.2016

Laser Sintering. **Axishello**. Disponível em: <<http://www.axishello.com/en/frittage-de-poudre/>>

LIPTON,H., KURMAN,M. FACTORY@HOME: THE EMERGING ECONOMY OF PERSONAL MANUFACTURING, dez. 2010.Disponível em:

<<http://diyhpl.us/~bryan/papers2/open-source/The%20emerging%20economy%20of%20home%20and%20desktop%20manufacturing%20-%20Hod%20Lipson.pdf>>. Acesso em : 2015

LIU,Y. Hardware Design and Instrumentation of a Digital-Micromirror-Device Display System, 3 nov. 2013. Disponível em: <<http://liuyujie-fyp-d06.blogspot.com.br/>>. Acesso em: fev.2016.

MAGLIO, P.P.; SPOHRER,J. Fundamentals of service science. **Academy of Marketing Science**, 2007. Disponível em:

<<https://drive.google.com/file/d/0B8zBfewmQz5beFVmZVBtVjZqcDA/view>>. Acesso em: set.2015.

Maker Juice Labs. Disponível em: <<http://www.makerjuice.com/>>. Acesso em: out. 2015.

Maker Tech Labs. Disponível em: <<http://www.makertechlabs.com.br/>>. Acesso em: out. 2015

MAKING things with a 3D printer changes the rules of manufacturing. The Economist, 21 abr. 2012. Disponível em : <<http://www.economist.com/node/21552892>>. Acesso em: 2015.

Malone, E. and Lipson, H. (2007), "Fab@Home: the personal desktop fabricator kit", *Rapid Prototyping Journal*, Vol. 13 No. 4, pp. 245-255. Disponível em: http://creativemachines.cornell.edu/papers/RPJ07_Malone.pdf>. Acesso em: 2015

Manual de Orientação Técnica: Acrílico.**UNIGEL**. Disponível em: <http://www.metalica.com.br/manual-de-orientacao-tecnica-acrilico>>. Acesso em: fev.2016.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis – Os requisitos ambientais dos produtos industriais. *EdUSP*, São Paulo, 2008.

MARTÍNEZ, L.G.; ARTHUR, C. Exploring advanced technologies in Latin America.**UNIDO**, 19 mar. 2015. Disponível em: <http://www.unido.org/news/press/exploring-advanced-t.html>>. Acesso em: set. 2015

MILLS,M.P.Manufacturing, 3D Printing and What China Knows About the Emerging American Century.*Forbes*: 5 jul. 2011. Disponível em: <http://www.forbes.com/sites/markpmills/2011/07/05/manufacturing-3d-printing-and-what-china-knows-about-the-emerging-american-century/#5a21c0ab468e>>. Acesso em: 2015.

MONT, O. K. Clarifying the concept of product-service system.

MOROZOV, E. Making It:Pick up a spot welder and join the revolution. *The New Yorker*, 13 jan. 2014. Disponível em: <http://www.newyorker.com/magazine/2014/01/13/making-it-2>>. Acesso em: 2015

MOSKVITCH,K.Artificial blood vessels created on a 3D printer. *BBC News*, 16 set. 2011. Disponível em: <http://www.bbc.com/news/technology-14946808>>. Acesso em: jan 2016.

O Que Você Precisa Saber Antes De Comprar Uma Impressora 3D. **Site para empresas**, 27 mai. 2014. Disponível em: <http://www.siteparaempresas.com.br/blog/?p=4521>>. Acesso em: dez. 2015.

OPENSOURCE.COM, The open source way. Disponível em: <https://opensource.com/open-source-way>>. Acesso em: abr. 2016.

PALERMO, E. What is Selective Laser Sintering? **Live Science**, 13 ago. 2013. Disponível em: <http://www.livescience.com/38862-selective-laser-sintering.html>>. Acesso em: mai. 2015

PARKER, Michael A.. **Terry Wohlers Reports on the State of Additive Manufacturing at Inside 3D Printing Seoul**. 2015. Disponível em: <https://3dprint.com/76140/wohlers-inside-3d-printing/>>. Acesso em: 2 set. 2015.

PIXININE,J.Impressoras 3D: Conheça os modelos 'baratinhos' disponíveis no Brasil, 7 mar. 2015. Disponível em: <http://www.techtudo.com.br/listas/noticia/2015/03/impressoras-3d-conheca-os-modelos-baratinhos-disponiveis-no-brasil.html>>. Acesso em: jul. 2015.

RODRIGUES, M. Impressora 3D DLP de alta definição. **Labdegaragem**, 16 out. 2010. Disponível em: <<http://labdegaragem.com/profiles/blogs/impressora-3d-dlp-de-alta>>. Acesso em: fev.2016.

SCULPTEO. THE STATE OF 3D PRINTING. Sculpteo, abr. 2015, 25 p. Disponível em: <http://www.sculpteo.com/static/0.30.0-64/download/report/Sculpteo_State_of_3D_Printing.pdf>. Acesso em jun. 2015.

SHIRKY, C. **HERE COMES EVERYBODY: THE POWER OF ORGANIZING WITHOUT ORGANIZATIONS**. [s. L.]: Penguin Books, 2008. Disponível em: <https://uniteyouthdublin.files.wordpress.com/2015/01/here_comes_everybody_power_of_organizing_without_organizations.pdf>. Acesso em 2015.

TASSI, R. DESIGN DELLA COMUNICAZIONE E DESIGN DEI SERVIZI: Il progetto della comunicazione per l'implementazione. Politecnico di Milano, 2007/2008. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0B8zBfewmQz5bQjhnaHQwU2RCaTQ/view>>. Acesso em: set. 2015.

TAYLOR, S. Trend Evolution: 3D Printing Trends (Part 1), 24 fev.2014. Disponível em: <<http://3dprintingindustry.com/2014/02/24/trend-evolution-3d-printing-trends-part-1/>>. Acesso em: 2015.

Texas Instruments. Disponível em: <<http://www.ti.com/dlp-technology/br/technology/how-dlp-works/default.htm>>. Acesso em jun 2015.

The Form 1+: The world's best-selling desktop SLA 3D Printer. **FORMLABS**, 3 mar. 2015. Disponível em: <<http://formlabs.com/products/3d-printers/form-1-plus/>>. Acesso em: nov. 2015.

Tips for Designing 3D Printed Parts. **The Innovation Station**, 2014. Disponível em: <<https://innovationstation.utexas.edu/tip-design>>. Acesso em: jan. 2016.

To appear in: Blikstein, P. (2013). Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention. In J. Walter-Herrmann & C. Büching (Eds.), *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*.

Tratamento de Água e Efluentes: Desinfecção | Radiação Ultravioleta (UV) e Ozônio. **NaturalTec - Tratamento de Água e Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.naturaltec.com.br/Desinfeccao-Ultravioleta-UV-Agua.html>>. Acesso em: set.2016

UK Department for Education (2013), "3D printers in schools: uses in the curriculum", UK Government, available at: www.gov.uk/government/publications/3dprinters-in-schools-uses-in-the-curriculum (acessado em 22 de março de 2016).

Anexo I – Modelo de Questionário

Sobre Você

Nesta página, buscamos saber um pouco mais sobre você e seus interesses. (página 1 de 3)

1. Qual a sua idade?

2. Qual o seu nível de escolaridade?

(concluído ou cursando)

Marcar apenas um a oval.

- Ensino Fundamental
- Ensino Médio
- Ensino Técnico
- Ensino Superior
- Pós-graduação

3. Qual das opções abaixo mais se aproxima com sua área de conhecimento?

Marque a opção onde mais se encaixa sua área de atuação profissional e/ou formação
Marcar apenas um a oval.

- Desenvolvimento de produto
- Ciências humanas e sociais
- Artes anato e marcenaria
- Artes e comunicação visual
- Engenharia e Tecnologia
- Operação e manutenção de máquinas
- Administração, negócios e comércio
- Saúde humana e animal
- Ciências biológicas e agrárias
- Ciências exatas e da terra
- Arquitetura e construção
- Militar
- Outro: _____

4. O quão próximo você acha que sua área de conhecimento está das tecnologias de impressão 3D?

Avalie de 1 a 5, sendo 1- bem afastado e 5- extremamente próximo.
 Marcar apenas um a oval.

1	2	3	4	5	
Bem afastado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente próximo

5. Quais são seus principais interesses/hobbies?

Sinta-se livre para dar qualquer resposta no espaço "outros" (ex: fazer cerveja, ufologia, dança, etc).

Marque todas que se aplicam.

- "Faça você mesmo"
- Es culturas e modelagem
- Modelismo (aviões, navas, etc)
- Modelagem virtual
- Miniaturas, ToyArt e afins
- Boardgames, Miniature Games e afins
- Outro: _____

6. O quão próximo você acha que seus principais interesses estão das tecnologias de impressão 3D?

Avalie de 1 a 5, sendo 1- bem afastado e 5- extremamente próximo.
 Marcar apenas um a oval.

1	2	3	4	5	
Bem afastados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente próximos

Sobre impressão 3D

Aqui, as perguntas visam saber qual a sua relação com a tecnologia de impressão 3D.
 (página 2 de 3)

7. Você já teve contato com uma impressora 3D?

Caso exista mais de uma resposta possível, marque a que mais tem relevância para você.

Marcar apenas um a oval.

- Nunca ouvi falar
- Só pela internet ou na televisão
- Já tive a oportunidade de ver uma pessoalmente
- Tem no lugar onde eu trabalho/estudo
- Eu trabalho com impressão 3D
- Eu comprei uma impressora 3D e tenho em casa
- Já montei uma impressora 3D

8. Você já imprimiu algum projeto em 3D?

Caso exista mais de uma resposta possível, marque a que mais tem relevância para você.

Marcar apenas um a oval.

- Nunca
- Já pensei, mas não cheguei a imprimir
- Já enviei um projeto para impressão
- Imprimo eventualmente projetos pessoais
- Imprimo eventualmente projetos profissionais
- Imprimo com frequência projetos pessoais
- Imprimo com frequência projetos profissionais

9. Quais das razões abaixo podem te desmotivar a imprimir projetos em 3D?

Marque todas que se aplicam.

- Falta de conhecimento sobre impressão 3D
- Falta de interesse em imprimir algo
- Não saber modelar em 3D
- Não saber como proceder para imprimir
- Não ter uma impressora 3D disponível
- Não saber onde imprimir
- Baixa qualidade da impressão
- Valor de impressão muito alto
- Não ser possível imprimir o objeto desejado
- Outro: _____

10. Se você pudesse imprimir três objetos em 3D agora, sem custos, o que escolheria imprimir?

Serviço de Impressão 3D acessível

Nessa parte, busca-se entender como você usaria um serviço de impressão 3D se ele estivesse disponível, por exemplo, em um quiosque no shopping ou na papelaria da faculdade. (página 3 de 3)

11. Caso existisse, junto ao estabelecimento, uma "biblioteca virtual" onde você pudesse escolher produtos com certa liberdade de personalização para imprimir, você usaria esse recurso?

Caso exista mais de uma resposta possível, marque a que mais tem relevância para você.

Marcar apenas um a oval.

- Sim, todas as vezes, pois não sei modelar em 3D e/ou acho mais prático pegar algo pronto
- Sim para alguns artigos, e outros eu mesmo faria ou baixaria da internet
- Talvez, se tivesse em produtos de meu interesse
- Talvez, se eu visse um objeto interessante na vitrine da loja e quis esse um igual
- Não, pois posso modelar meus próprios produtos ou baixar da internet
- Não, pois provavelmente seriam artigos que não me interessam

12. Caso quisesse um produto específico, que não estivesse disponível em biblioteca virtual ou online, você consideraria pagar por um serviço de modelagem virtual do produto para, então, imprimir?

Caso exista mais de uma resposta possível, marque a que mais tem relevância para você.

Marcar apenas um a oval.

- Sim, se for um produto que eu preciso ou quero muito
- Talvez, dependendo do preço
- Talvez, se eu estiver sem tempo de modelar
- Não, pois eu mesmo poderia modelar
- Não, ficaria sem o produto ou tentaria produzir de outra maneira

13. Entre os produtos abaixo, quais você consideraria imprimir em 3D?

Você pode selecionar quantos quiser

Marque todas que se aplicam.

- Objetos de uso cotidiano, como uma caneca, porta-contrôle remoto, uma caixinha de jóias, etc
- Peças sobressalentes, como um puxador do armário que quebrou ou a tampa do controle remoto que sumiu
- Objetos de decoração, como luminária, porta-retratos ou vaso de planta personalizados
- Objetos de escritório, como porta-lápis, porta-cartão, mini-lixeira, etc
- Objetos para ajudar em suas criações, como peças de encaixe, engrenagens, carcaça, etc
- Objetos para celular, como capa, apoio de mesa, caixinha para fone de ouvido, etc
- Objetos de uso como armação de óculos, carcaça de relógio, sapato, etc
- Semi-jóias como anéis, colares, brincos, etc
- Projetos para faculdade ou trabalho (maquetes, protótipos, etc)
- Brinquedos para filha, irmão, sobrinha, etc
- Algo de um filme/série, como a varinha do Harry Potter, uma TARDIS em miniatura ou uma réplica da Millennium Falcon
- Uma réplica em miniatura sua ou de alguém que você conheça
- Miniaturas para boardgame, como peças, partes de cenário, etc
- Partes para modelismo, como hélice de avião, rodinhas, etc
- Objetos para músicos, como palhetas, porta-palheta, pop-filter, flauta, ukulele, etc
- Objetos para fotografia, como um tripé para câmera, um porta-lentes ou mesmo uma câmera pinhole
- Modelos esculpidos em miniatura, como o busto de Beethoven ou do John Lennon
- Miniaturas de esculturas famosas, como David ou a Venus de Milo
- Outro: _____

14. Como você prefere que o serviço seja prestado?

Ao solicitar a impressão do produto a entrega não é imediata, pois é necessário algum tempo até que o objeto seja impresso. Assim, avalie de 1 a 5 as seguintes situações: *Marcar apenas um a oval por linha.*

	1- Inaceitável	2- Ruim	3- Tolerável	4- Aceitável	5- Perfeitamente aceitável
Fazer o pedido, e enquanto ele é produzido, ir ao cinema ou fazer compras, e buscar no final do passeio.	<input type="radio"/>				
Enviar um arquivo por e-mail e buscar algumas horas mais tarde na loja.	<input type="radio"/>				
Ir à loja, tirar eventuais dúvidas e mandar imprimir, e receber o produto em casa alguns dias depois.	<input type="radio"/>				
Enviar o arquivo por e-mail à loja e receber o produto em casa pelo correio alguns dias depois.	<input type="radio"/>				

15. Por último, se existisse um serviço de impressão 3D em um quiosque de shopping, em um centro comercial ou na papelaria da faculdade, você consideraria usar esse serviço?

Marcar apenas um a oval.

- Sim
- Eventualmente
- Raramente
- Não

Anexo II – Gráficos e tabulações relativas às respostas do questionário

267 respostas

[Visualizar todas as respostas](#) [Publicar no Slide](#)

Resumo

Sobre Você

Qual a sua idade?

24

25

23

26

21

20

22

27

19

29

18

28

32

31

30

34

41

24 anos

54

43

17

20 anos

49

45

53

21 anos

51

55

37

19 anos

2

23

13

58

15

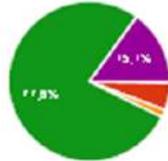
33

16

60

35
 79
 39
 31 anos
 25 anos

Qual o seu nível de escolaridade?



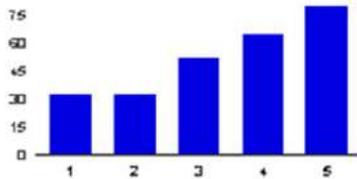
Ensino Fundamental	1	0.4%
Ensino Médio	14	5.4%
Ensino Técnico	4	1.5%
Ensino Superior	261	77.6%
Pós-graduação	39	15.1%

Qual das opções abaixo mais se aproxima com sua área de conhecimento?



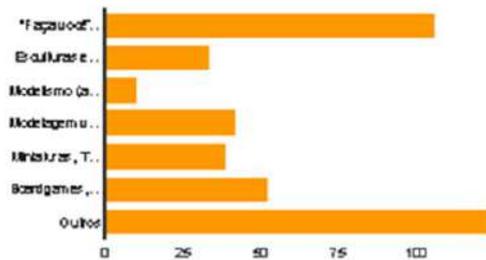
Desenvolvimento de produto	41	15.9%
Ciências humanas e sociais	23	8.9%
Artesanato e marcenaria	2	0.8%
Artes e comunicação visual	22	8.6%
Engenharia e Tecnologia	68	26.7%
Operação e manutenção de máquinas	2	0.8%
Administração, negócios e comércio	17	6.6%
Saúde humana e animal	10	3.9%
Ciências biológicas e agrárias	1	0.4%
Ciências exatas e da terra	10	3.9%
Arquitetura e construção	16	6.8%
Militar	1	0.4%
Outros	45	17.4%

O quão próximo você acha que sua área de conhecimento está das tecnologias de impressão 3D?



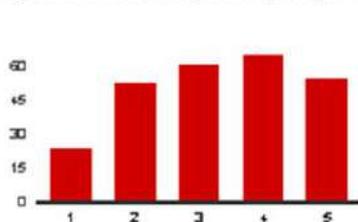
Bem adaptado: 1	32	12.4%
2	32	12.4%
3	52	20.1%
4	64	24.7%
Extremamente próximo: 5	79	30.5%

Quais são seus principais interesses/hobbies?



"Faça você mesmo"	106	42.9%
Esculturas e modelagem	34	13.8%
Modelismo (aviões, navios, etc)	10	4%
Modelagem digital	42	17%
Miniaturas, ToyArt e afins	33	15.8%
Boardgames, Miniature Games e afins	52	21.1%
Outros	124	50.2%

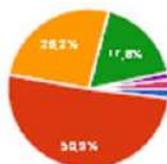
O quão próximo você acha que seus principais interesses estão das tecnologias de impressão 3D?



Bem afastados: 1	23	9%
2	53	20.8%
3	60	23.6%
4	65	25.5%
Extremamente próximos: 5	54	21.2%

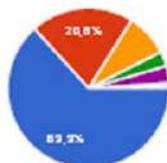
Sobre impressão 3D

Você já teve contato com uma impressora 3D?



Nunca ou raramente	5	1.9%
Só pela internet ou televisão	136	60.9%
Já tive a oportunidade de ver uma pessoalmente	70	26.2%
Tem no lugar onde eu trabalho/estudo	47	17.6%
Eu trabalho com impressão 3D	4	1.5%
Eu comprei uma impressora 3D e tenho em casa	0	0%
Já montei uma impressora 3D	5	1.9%

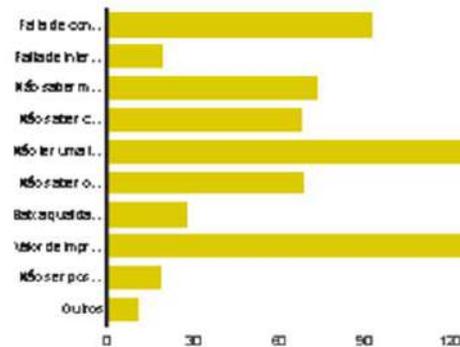
Você já imprimiu algum projeto em 3D?



Nunca	169	63.3%
Já pensei, mas não cheguei a imprimir	55	20.6%
Já encontrei um projeto para impressão	25	8.6%

Imprimo eue itramente projetos pessoais	3	3%
Imprimo eue itramente projetos profissionais	5	3.4%
Imprimo com frequência projetos pessoais	1	0.4%
Imprimo com frequência projetos profissionais	2	0.7%

Quais das razões abaixo podem te desmotivar a imprimir projetos em 3D?



Falta de conhecimento sobre impressão 3D	55	35%
Falta de interesse em imprimir algo	20	7.5%
Não saber modelar em 3D	74	27.8%
Não saber como proceder para imprimir	68	25.6%
Não ter uma impressora 3D disponível	105	50.8%
Não saber onde imprimir	69	25.9%
Baixa qualidade da impressão	28	10.5%
Valor de impressão muito alto	131	49.2%
Não ser possível imprimir o objeto desejado	19	7.1%
Outros	11	4.1%

Se você pudesse imprimir três objetos em 3D agora, sem custos, o que escolheria imprimir?

Algumas miniaturas de peças de design e tamanhos

Torre Eiffel em miniatura, uma imagem do meu rosto

Miniaturas de surf.

Capa para o livro, apoio para lentes e armação de óculos

Briques, Porta Cigarro, Case HD Extenso

uma boneca coltas de decoração bilínguas

Atualmente não trabalho, porém na minha área de atuação há uma grande necessidade para fazer moldes de peças, que necessitam de produção rápida, e com certeza a impressão 3D ajudaria muito na hora de produzir.

Escoleria imprimir o molde, em tamanho original, do meu próprio rosto, para trabalhar com próteses de maquiagem e coloração de máscaras. Gostaria de imprimir também duas bonecas figuras de assuntos que me interessam

Projetos relacionados a sustentabilidade em escala reduzida ou real, como por exemplo: miniatura, óculos e acessórios de moda (que já printei.).

A logo da minha empresa.

Têx? Uma caixa, bonequinho e mais bonequinhos.

algum brinquedo, um stand pra laptop e um porta temperos pra cozinha

Boneco do Ryu (Street Fighter), Casa, Camo.

- Arma - Suporte para controle remoto - Copo

Algum projeto de uma casa, pra saber como seria ter com o opção de utilização do projeto por parte do cliente.

Alguma escultura pessoal que eu mesmo tenha feito. Algum acessório que seria mais prático imprimido que comprado.

Um apolo de tampas de panelas pra prender a porta do armário da cozinha; Porta controles de videogames; Capa para celular.

Próteses mecânicas

Uma casa 1;1 modular (HUE) sério, aço que grandaria pra poder imprimir 3 protótipos de jogo de uma vez ou

Uma casa, um protótipo de carro e um boneco do seya

1-Guitarra 2-Carro 3-Casa

roupas, acessórios, sapatos. Para ser ainda mais exclusivo

Militar, acessórios (ólar) e algum brinquedo.

Engenheiros, molis de torção e lastas

Bonecos

Escudo do Filme use Desenhos

Figuras do copo cole ...

Uma maquete, suporte para placa de computadores, uma militar.

Guitarra Biblioteca Outra impressora 3D

Capinha para celular e óculos personalizados

Um diário uma escultura e uma réplica do meu rosto

Capa de celular Cartas organizadoras

Nada específico, provavelmente coisas que fossem úteis para projetos ou coisas do tipo.

Uma militar de mim mesmo

Portfólio de artigos de decoração

Violão, carro e casa

Objeto para desguarde de verbos (decoração). Escultura. Protótipo de alguma tecnologia.

peças de uma drill press, e alguns jogos e peças

Utensílios para casa cozinha, Utensílios para esporte, Utensílios para o escritório

Um figurino de algum personagem

Tês militares de super-heróis

Modelo de automóvel, utensílios de golfe,

uma maquete feita em algum jogo 3D (como o tie stins ou minecraft) e militares.

A seção geológica de uma certa área.

Militar de jogos Projeto de camas para cachorros de rua que eu cuido

Óculos, sapatos e bolsa

3 figurinhas dos pokémons Ho-Oh, Lugia e Articuno.

1. Personagem 2. Avel 3. Tipografia

Um boneco com meu rosto, um óculos personalizado algum figurino

Meu rosto Algum desafio para o 3d (gosto de testar coisas) Uma casa

Capinha de celular

Jóias, brinquedos e acessórios projetados por mim.

militar de personagens de videogame e provavelmente alguma maquete pra algum trabalho do meu trabalho

Um brinquedo educativo, uma caixa e um violão.

Acessórios para utensílios e para montagem Drag Queen, coletores para estradas artísticas, peças de jogos de tabuleiro, objetos esportivos.

Provavelmente algum objeto de decoração.. Toy arts seriam legais

Utensílios de cozinha: talheres, pratos personalizados, etc.; Objetos de decoração: esculturas abstratas; Capa de celular.

Peças de roupas e comida

Assim tudo que a modelagem não seria problema já não sei modelar coisas, uma escultura do Nerdiko que estou fazendo, um círculo em escala para referência de escultura e o molde de um avel para a produção.

Um avel o a tipo do gênero para colocar em molde posteriormente. Um suporte com garraças ou algo similar para carregar coisas. Uma militar biblioteca, com o garrafa de água etc. Uma capa para proteger meus livros.

- Peças de jolas difíceis de ser executadas manualmente, de forma a gerar um molde - Produtos - Ferramentas

Modelo militar de vigas estruturais

Um pai, um abóbada e um patife

Um bistudo de Des Baco Uma capa para celular Uma réplica de um gamonete

Mesa, cadeira, banco

Uma capa para celular, uma garrata, uma peça que quebra o domo e amárb. Na verdade é a quarta um tubo de ovidio, mas a procura de algo é técnico que a impressora não faz, se?

Maleta, skate, uolão

peças para jogos

Uma foto de algum momento especial em 3D (não sei se é possível), uma "foto" de minha avó e um símbolo da Exactis :)

objetos de decoração para casa, utensílios.

Um suporte para controle de ar condicionado...

Elipsoide, dados de 6 e mais faces.

Dois peças de jola em cera para fazer molde e protótipo de algum projeto met

Um cérebro do tamanho de um peixe Um modelo 3D do cérebro humano Uma guitarra.

Peças que reponham partes perdidas do copo de animais. Por exemplo: casco de jabuti ou bico de aves.

um tordo (hook ligay); um cano; uma maquina de biliar

Um brinquedo, uma decorare e um prisma que não é um prisma do Tie Sims.

Em Imagem 3D as decorações diferentes, algo como uma miniatura de algum personagem que eu goste, algo como uma miniatura e algo para ser pendurado na parede (como um quadro em papel), mas sem enfeite muito bem a base e as ligações de uma impressão 3D e a coisa que não amarrar em cima um tamanho ou desenho específico.

um suporte para o meu laptop, uma action figure e um aparador de livros personalizado

Algum modelo de teste para um dos meus projetos acadêmicos.

Cogador de costas e um par de luvas

Capa para celular, um personagem, meu perfil

Copião Diálogo Camo

Entre as 3 opções certamente estarão projetos pessoais de criação de personagens, para fins artísticos ou profissionais de branding e comunicação. A impressora 3D não seria essencial para nenhum desses projetos, mas tendo uma impressora disponível, ela poderia agregar uma apresentação e de outras coisas mais palpáveis para o cliente.

Maquetes eletrônicas, algum mobiliário e uma sem hora de entrega à mão (plástico, colar, avel.).

uma cadeira, um castelo uma lu em miniatura para por como o clavelio.

Bonecos em geral Ferramentas Peças de equipamentos

Uma escultura

Uma cama, uma mesa e uma estante para o meu quarto ou o Hala

Um alimentador automático para animais

Partículas, biblioteca, mesa (e outro móvel pra casa)

Modelo de um produto que está sendo criado, clavelio, toyart

Foto da minha filha, foto do meu casamento e do meu cão.

Miniaturas como peças promocionais para meus projetos.

Impressora para algumas peças da maquete que estou trabalhando, pois é impossível fazer com os meios que tenho no momento.

Por esta razão saber uma utilidade na minha área de conhecimento, escolher coisas em caráter decorativo: uma miniatura minha, e algo relacionado às séries a qual assisto.

Um controle Comida Uma cadeira

Dodecaedro romano, estupa com um pequeno objeto no interior de la, réplica de um star destroyer

Utensílios Domésticos Móveis Acordeões

molde para produção de jolas

Peças de reposição

agora, nesse exato momento, nada.

Uma maquete de tabuleiro, uma armação de óculos, uma chave do diablo,

provavelmente 3 Miniaturas,

Provavelmente 16 modelos a serem utilizados para demonstrar organização de órgãos e tecidos, pois são professor na área de Fisiologia. Exemplos: estruturas cerebrais, glândulas e idórnias, coação.

Caixa para guardar cartas, marcadores personalizados, chaveiro.

suportes personalizados de objetos algum objeto decorativo (estatuetas de algum tema legal etc.) peças de reposição para pequenos conceitos de objetos

Miniaturas, Calçados e Rosto Humano

Um projeto de design de interiores e uma peças de mobiliário

Acessórios para celulares, objetos de decoração e objetos de uso pessoal como pulseiras e anéis

Itens domésticos de cozinha, artigos decorativos e peças que estejam relacionado de eletrônicos

Alguma peça de roupa (não se lise é possível), objetos pessoais de decoração e bijuterias (e também for possível)

Bastões ou miniaturas de pessoas queridas; Jôias em Hóris

Um slide para patins quadric (uma peça que váca na base) Dois toys arts

Um cartaz que tralogue, sapatos novos e um coação.

Uma guitarra, peças de jogo, algum produto em que eu esteja trabalhando

Barco, Violão e um mouse de computador

Um protótipo de uma miniatura de carro, um olive e um chaveiro.

Um óculos, um copo e um prato

Um instrumento musical, um pokémon, um robô

Uma guitarra, uma action figure e um jogo de xadrez

uma casa de boneca um carro de brinquedo uma cadeira

Uma réplica da Tardis, um estido de modelo de moada de batido casto, réplica de órgão do corpo para estudo clínico.

Caixas, suportes, peças de reposição

Uma espada Minecraft Uma miniatura de um personagem Teabo que pensa mais um pouco...

Modelos para apresentação do projeto

Coação, nau b, Zircora

Dilelo

Letras de contato, molho de chaves e case para celular.

Estruturas de suporte Peças artimotivas para carros elétricos Postes

uma boneca uma bola

Boneco Camo Bola

Caieca, este telescópio e boneco.

3 toys/action figures

Capa para celular Um chaveiro Um anel

Objetos de decoração em geral, taliaes, instrumentos musicais

Uma guitarra, Dispositivos de hardware quaisquer, bonecos (action figures)

Caricaturas, réplica não funcional de uma AKÉ uma M4A1-S

Cadeira, estete e uma maquete.

Miniatura de Personagens modelos por Mini Decoração e Móveis para me quarto (Estantes, Mesa, Etc...)

Peças para montar meu armário ou outras peças para fazer algo

miniaturas, objetos de decoração, capa de celular

Um novo grido

Projeto arquitetônico Peças aleatórias

Um suporte para instrumentos Uma peça de proteção para partes pontiagudas Um porta objetos

Mesa, cadeira e armário

Miniaturas de personagens de Histórias em Quadrinho, cadafios para os mesmos, e uma reprodução de um item que eu já possuo.

Não Seidzer

-Estação de tratamento de água compacta que modelei em 3d do AutoCAD

Modelos em miniatura, brinquedos infantis, projetos de produtos

1- Modelo de personagem. 2- Peças de reposição para reparos de alguma máquina, para entender melhor a utilidade. 3- Uma casa, por curiosidade.

Terei usado o meu projeto de graduação para ser impresso em 3d, pois o resultado teria sido melhor do que o feito à mão.

Um modelo em tamanho real de mim mesmo. Algum boneco caro demais pra comprar normalmente. Uma impressora 3D (HUE)

Miniaturas bonitas; objetos de decoração

Provavelmente alguma "job" ou algum objeto de decoração personalizado. Já vi alguns legais por aí online é 1 ao ulho e acabei o resultado ótimo. Acio que ia ordem seria: Um par de brincos, um colar com design parecido com redes entrelaçadas bem grande e uma cuelela 3D para e montar (tipo toyart)

Mapas, imagens Aéreas, Fotografias de Paisagem

Miniatura do Chamar de Peças para montagem do capacete do Iron Man. Algo no estilo "Faça você mesmo"

Uma proteção pro meu fone de ouvido; uma pintura batida de Brasília; e uma logo "Big Horse" para colocar em casa

Peças para marionetes; máscaras; miniaturas

Algum personagem de videogame; Uma forma em formato literário para fazer algum doce/comida; uma capa para celular

Toys, presentes

3 personagens do game of thrones

1. Um escoredor de cartas expansível, que desenvolvi na disciplina de Projeto 2; 2. Um logotipo do LAB DIS extraído para ser colocado na porta do laboratório; 3. Uma a tampa personalizada para mim e o meu namorado placa de vídeo; GPU; drone

formas complexas que não poderiam ser obtidas por outros processos

Objetos de decoração para o lar

Bota, Osso limão Traussello

Óculos, pequenas peças para decoração/organização de uma casa e bilheterias.

Cano Computador Celular

Eu gostaria de imprimir um par de óculos novos!

Estruturas de metal Placas eletrônicas Móveis

Qualquer objeto em cores. Especificamente, modelos limão, objetos escaivados e caricaturas 3D.

Meu projeto de moda beldade, uma óculos fotovoltaica, um vestido.

Brinquedo para minha gata de estimação, uma carteira e uma cadeira

Acio que uma casa, algum item de mobiliário ou uma escultura. Vi recentemente um projeto de casa totalmente impressa e fiquei encantada.

Uma impressora 3D, tênis e um mesa com cadeiras

meu bgo pessoal em forma de pligente.

Uma casa, uma mesa, um celular.

3 action figures articuláveis desenvolvidas por mim em um projeto pessoal. O grande problema dessa pergunta é que teria que ser impressa peça por peça de cada action figure.

Enfites decorativos; acessórios e roupas; maquetes.

peças para decoração

Um Droid Uma prótese Uma CPU

Se for possível, roupas. Além disso, toyart e miniaturas.

Maquete do meu projeto final da faculdade!

maquete, boneco e símbolo da euactis!!!

objetos de decoração, alguma coisa talvez. Texto que pensar mais sobre o assunto.

Uma miniatura de um personagem, maquete, um item de cosplay

Uma miniatura da minha família Uma boneca para minha filha Um objeto de decoração.

Um cérebro, um globo terrestre e algum animal.

Um kit para fazer a estante (daquelas em formato de "L"); Suporte para notebook; Um balde que se adapte ao meu tamanho de lavar roupa.

3 Miniaturas de Board Games

Alguma miniatura de personagem favorito Uma cadeira com design diferente Uma caixa de objetos 4d (objetos, texturas, materiais, etc)

Ossos do crânio Vertebras Logo da empresa

Brinquedos de games, algum brinquedo de cozinha e outra impressora 3D

Uma bola em barão e um carro

Alguma maquete, algum móvel pequeno ou uma escultura

Um brinquedo, um móvel ou uma escultura

Um castelo em miniatura, um mapa mundi e uma espada de tempo

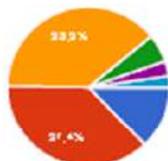
Esculturas, de costuras

Um sofá, um amor e uma família

Um veículo, um kart e um caib

Serviço de Impressão 3D acessível

Caso existisse, junto ao estabelecimento, uma "biblioteca virtual" onde você pudesse escolher produtos com certa liberdade de personalização para imprimir, você usaria esse recurso?



Sim, todas as vezes, pois não sei modelar em 3D e é mais fácil pegar algo pronto	34	12,8%
Sim para alguns artigos, e outros eu mesmo faço ou compro da internet	55	37,4%
Também, se fossem produtos de meu interesse	103	38,9%
Também, se eu usasse um objeto interessante ou útil da loja e quisesse um igual	15	5,7%
Não, pois posso modelar meus próprios produtos ou comprar da internet	8	3%
Não, pois provavelmente seriam artigos que não me interessam	6	2,3%

Caso quisesse um produto específico, que não estivesse disponível em biblioteca virtual ou online, você consideraria pagar por um serviço de modelagem virtual do produto para, então, imprimir?



Sim, se for um produto que eu preciso ou que quero	107	40,1%
Também, dependendo do preço	101	37,8%
Também, se eu estiver sem tempo de modelar	23	8,6%
Não, pois eu mesmo poderia modelar	29	10,9%
Não, ficaria sem o produto ou tentaria produzir de outra maneira	7	2,6%

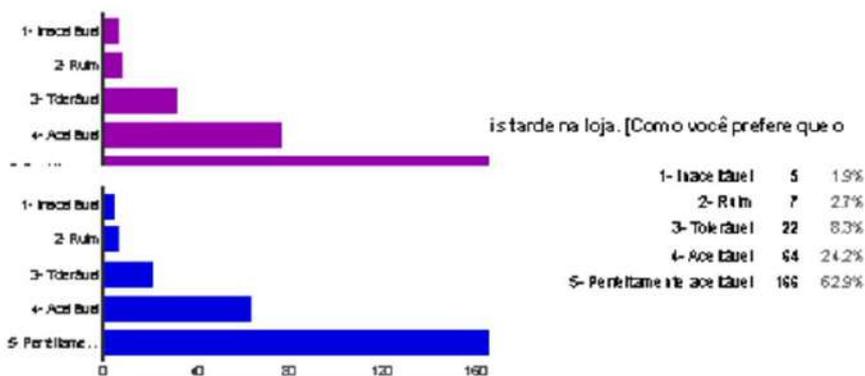
Entre os produtos abaixo, quais você consideraria imprimir em 3D?



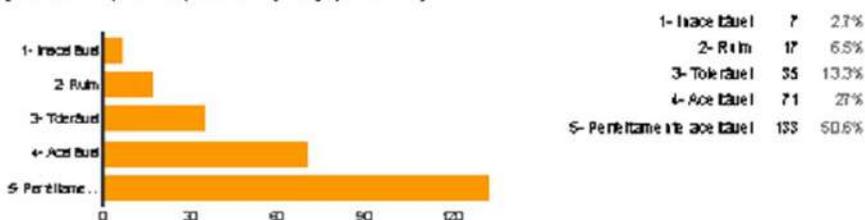
Objetos de uso cotidiano, como uma cadeira, porta-objetos remoto, uma calcinha de lótus, etc	129	48.3%
Peças sobressalentes, como um parafuso do amarrão que quebrar ou a tampa do controle remoto que se quebra	128	47.9%
Objetos de decoração, como um relógio, porta-retratos ou vasos de plástico personalizados	138	51.7%
Objetos de escritório, como o porta-lápis, porta-cartão, mini-filipeia, etc	94	35.2%
Objetos para ajudar em suas criações, como peças de esculturas, engrenagens, carcaças, etc	120	44.9%
Objetos para celular, como capa, apoio de mesa, calcinha para fone de ouvido, etc	108	40.4%
Objetos de uso como armação de óculos, carcaça de relógio, sapato, etc	88	33%
Sem Hólar como o aileron, cotovais, brincoos, etc	77	28.8%
Projetos para faculdade ou trabalho (maquetes, protótipos, etc)	171	64%
Brinquedos para criança, brinquedos, etc	94	35.2%
Algo de um filme/série, como a varinha do Harry Potter, uma TARDIS em miniatura ou uma réplica da Millennium Falcon	122	45.7%
Uma réplica em miniatura de algo que você coleciona	105	39.3%
Miniaturas para boardgame, como peças, partes de cenário, etc	82	30.7%
Partes para modeloismo, como o hélice de avião, rodinhas, etc	39	14.6%
Objetos para música, como palhetas, porta-palhetas, pop-filter, flauta, etc	65	24.3%
Objetos para fotografia, como um tripé para câmera, um porta-lentes ou mesmo uma câmera plástica	74	27.7%
Modelos esculpidos em miniatura, como o busto de Beethoven ou do João Lennon	70	26.2%
Miniaturas de escrituras famosas, como David ou a Venus de Milo	73	27.3%
Outros	12	4.5%

Fazer o pedido, e enquanto ele é produzido, ir ao cinema ou fazer compras, e buscar no final do passeio. [Como você prefere que o serviço seja prestado?]

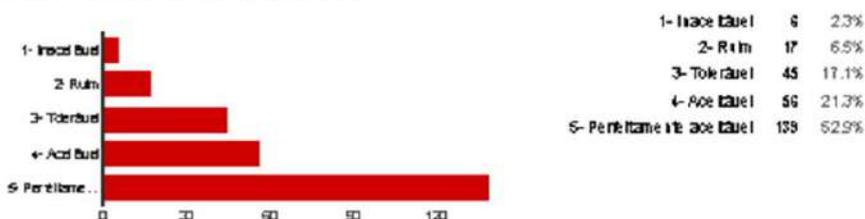
1- Não é possível	6	2.3%
2- Raramente	8	3%
3- Talvez	29	11%
4- Acontece	70	26.5%
5- Pertencente ao cotidiano	151	57.2%



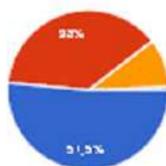
Ir à loja, tirar eventuais dúvidas e mandar imprimir, e receber o produto em casa alguns dias depois. [Como você prefere que o serviço seja prestado?]



Enviar o arquivo por e-mail à loja e receber o produto em casa pelo correio alguns dias depois. [Como você prefere que o serviço seja prestado?]



Por último, se existisse um serviço de impressão 3D em um quiosque de shopping, em um centro comercial ou na papelaria da faculdade, você consideraria usar esse serviço?



Sim	137	51.5%
Basicamente	101	30%
Raramente	26	9.8%
Não	2	0.8%

Anexo III – Guia da entrevista com os serviços de impressão 3D

Guia da Entrevista Semi-Estruturada - Serviços de Impressão 3D

Como criar uma impressora 3D que atenda a uma demanda coletiva, sendo fácil de usar e oferecendo vantagens ao estabelecimento que a adquirir?

<p style="text-align: center;">Abertura</p> <p style="text-align: center;">1- O que faz? 2- Como vende o serviço? 3- Há quanto tempo trabalha com isso?</p> <p style="text-align: center;">Expansão</p> <p style="text-align: center;">4- Que tipo de equipamento utiliza? 5- Quais os tipos de projeto mais requisitados? 6- Quais as principais dúvidas dos clientes? 7- Como procede quando um arquivo enviado está errado? 8- Como o produto é entregue? 9- Qual a principal dificuldade enfrentada?</p> <p style="text-align: center;">Sondagem em Profundidade</p> <p style="text-align: center;">10- O que pensa sobre a interface de uso da impressora? 11- O que melhoraria na interface? 12- Se pudesse, o que melhoraria na impressora utilizada?</p>

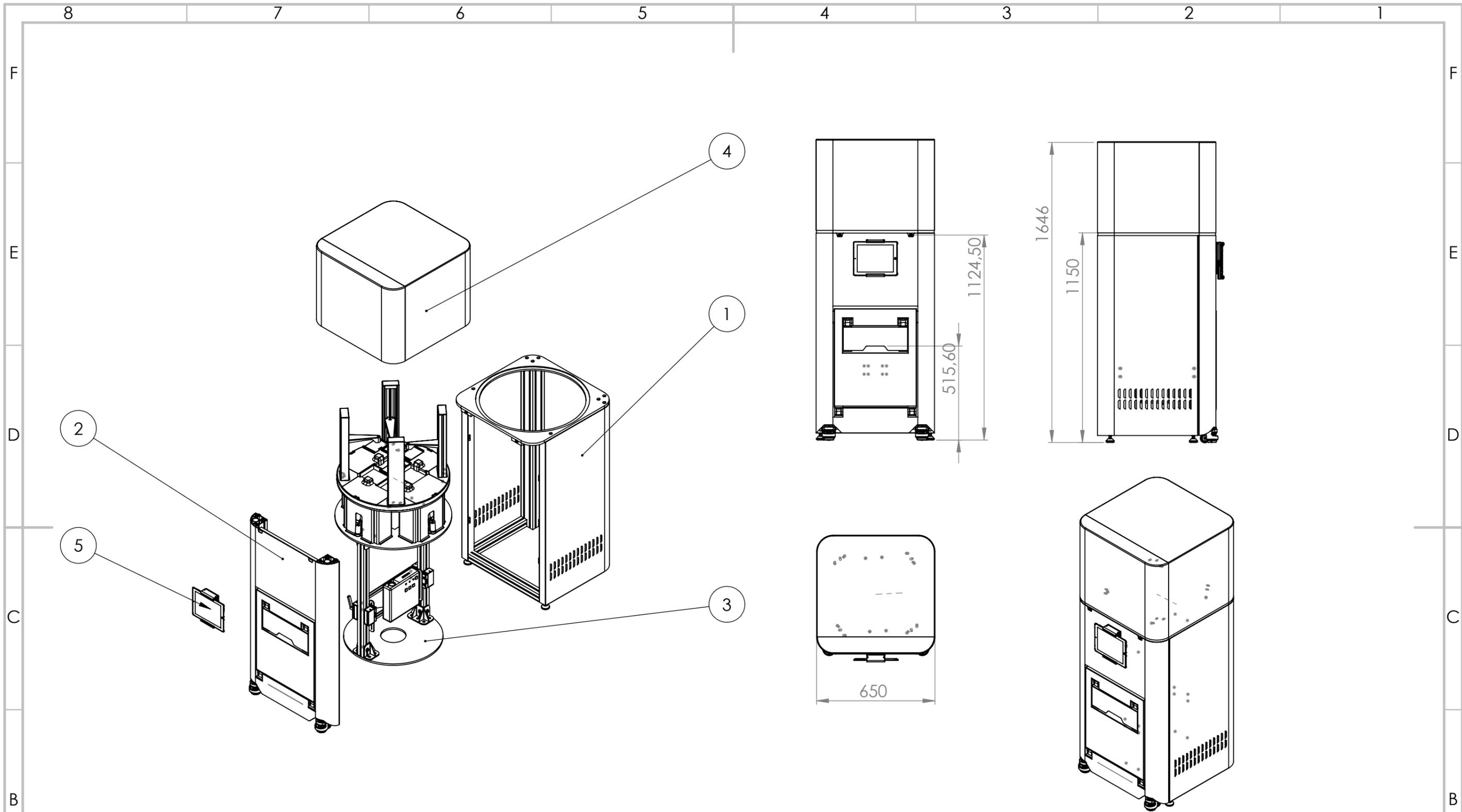
Anexo IV – Guia da entrevista para serviços similares

Guia da Entrevista Semi-Estruturada - Quiosques de Shopping

Como criar uma impressora 3D que atenda a uma demanda coletiva, sendo fácil de usar e oferecendo vantagens ao estabelecimento que a adquirir?

<p>Abertura</p> <p>1- A quanto tempo trabalha no lugar? 2- O que faz? 3- Já trabalhou antes com esse tipo de serviço?</p> <p>Expansão</p> <p>4- Considera uma tarefa difícil? 5- Considera uma tarefa exaustiva? 6- O que acha mais interessante no trabalho? 7- O que acha que poderia melhorar? 8- Acha que seria possível oferecer ali algum outro tipo de serviço?</p> <p>Sondagem em Profundidade</p> <p>9- O que pensa sobre o painel de comando? 10- E se o painel fosse autônomo, independente do computador? 11- O que melhoraria na interface? 12- E se a interface fosse touch? 13- A altura do painel está boa? 14- Se tiver que fazer algo incomum, se sente capaz de descobrir como fazer?</p>	<p>Observar:</p> <p>1. Praticidade do uso do equipamento; 2. Relacionamento do usuário com a interface; 3. Demanda e atendimento; 4. Funções realizadas pelo operador além de operar o equipamento; 5. Interação com o equipamento durante o uso; 6. Posições assumidas durante o uso do equipamento; 7. Interação com o equipamento durante a manutenção; 8. Posições assumidas durante a manutenção do equipamento; 9. Conforto cognitivo ao usar o equipamento; 10. Outros detalhes pertinentes.</p>
--	---

Anexo V – Desenhos Técnicos

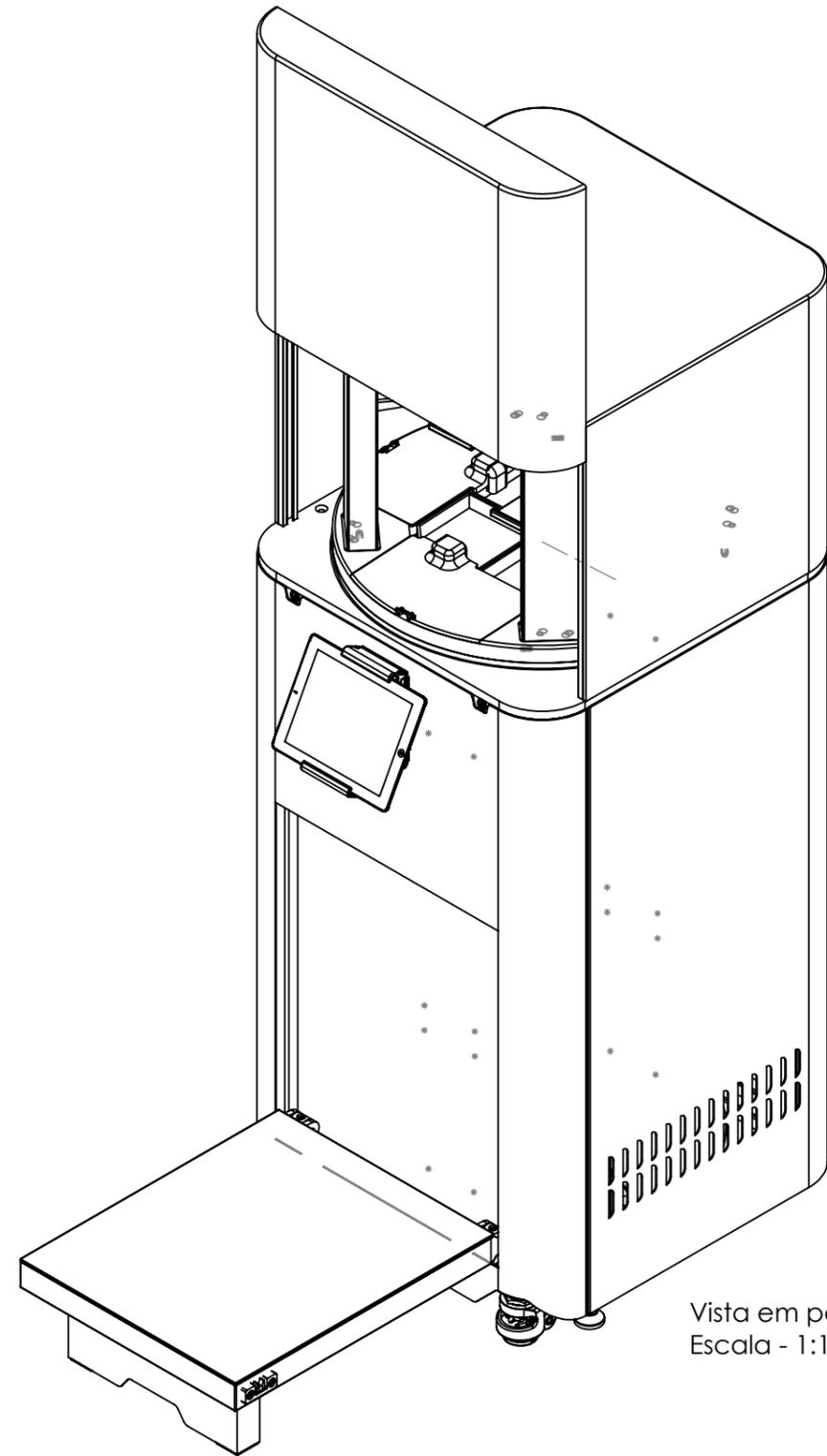
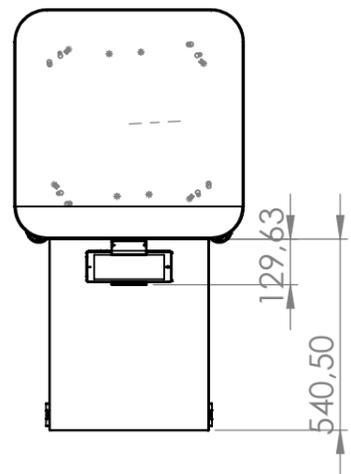
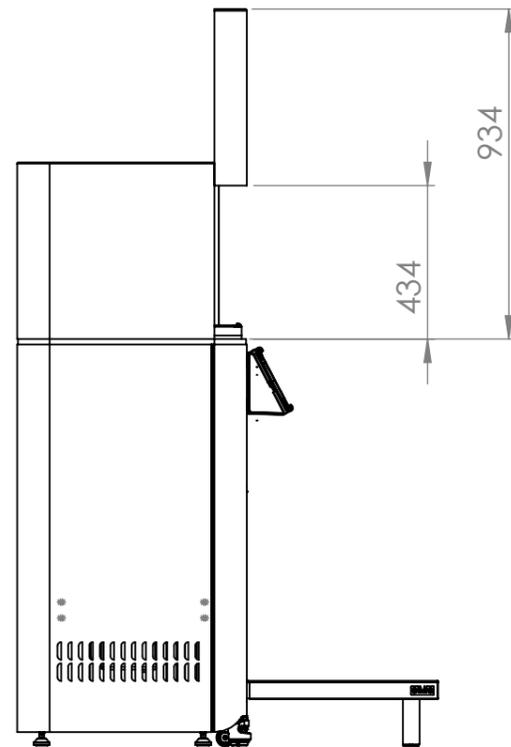
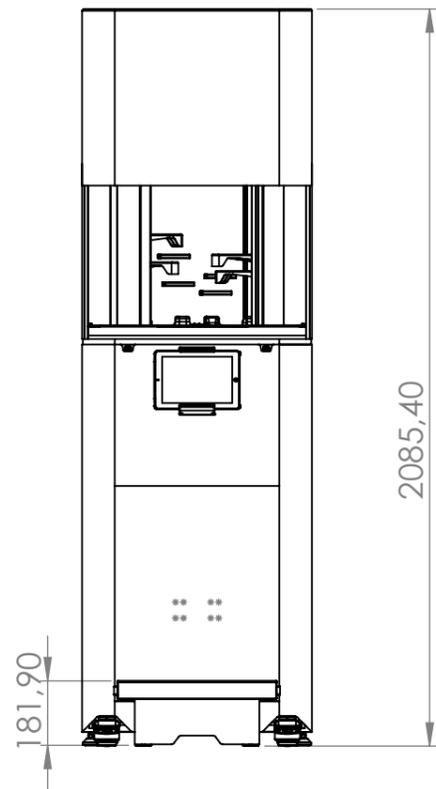


Nº DO ITEM	DESCRIÇÃO	Fechada/QTD.
1	ESTRUTURA DO CORPO	1
2	ESTRUTURA DA PORTA COM DEGRAU	1
3	ESTRUTURA INTERNA GIRATÓRIA	1
4	COBERTURA DA CÂMARA DE IMPRESSÃO	1
5	TABLET COM CAPA	1

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - ESCOLA DE BELAS ARTES
DEPARTAMENTO DE DESENHO INDUSTRIAL

TÍTULO:
PROJETO DE GRADUAÇÃO EM DESENHO INDUSTRIAL - PROJETO DE PRODUTO

	NOME	ASSINATURA	DATA	ESTUDANTE:	DES. Nº
DESEN.	PR		14/04/2016	PEDRO AURÉLIO FERREIRA ROCHA	01
VERIF.					
APROV.				SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS	ESCALA:1:50



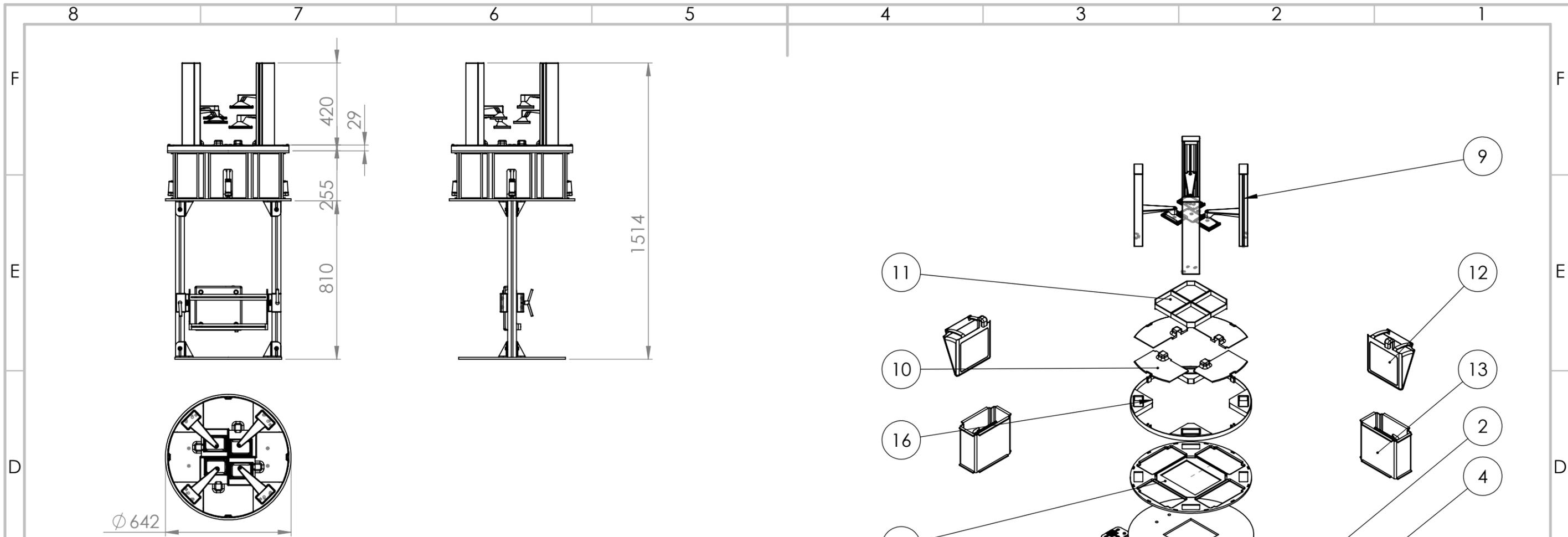
Vista em perspectiva
Escala - 1:10

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - ESCOLA DE BELAS ARTES
DEPARTAMENTO DE DESENHO INDUSTRIAL

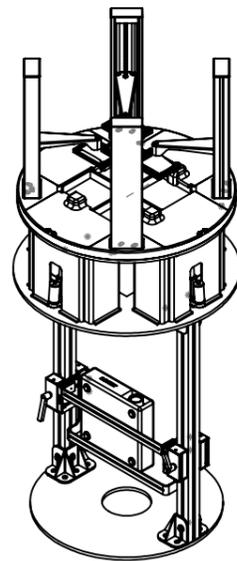
TÍTULO:

PROJETO DE GRADUAÇÃO EM DESENHO INDUSTRIAL - PROJETO DE PRODUTO

	NOME	ASSINATURA	DATA	ESTUDANTE:	DES. Nº
DESEN.	PR		14/04/2016	PEDRO AURÉLIO FERREIRA ROCHA	02
VERIF.					
APROV.				SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS	ESCALA:1:50



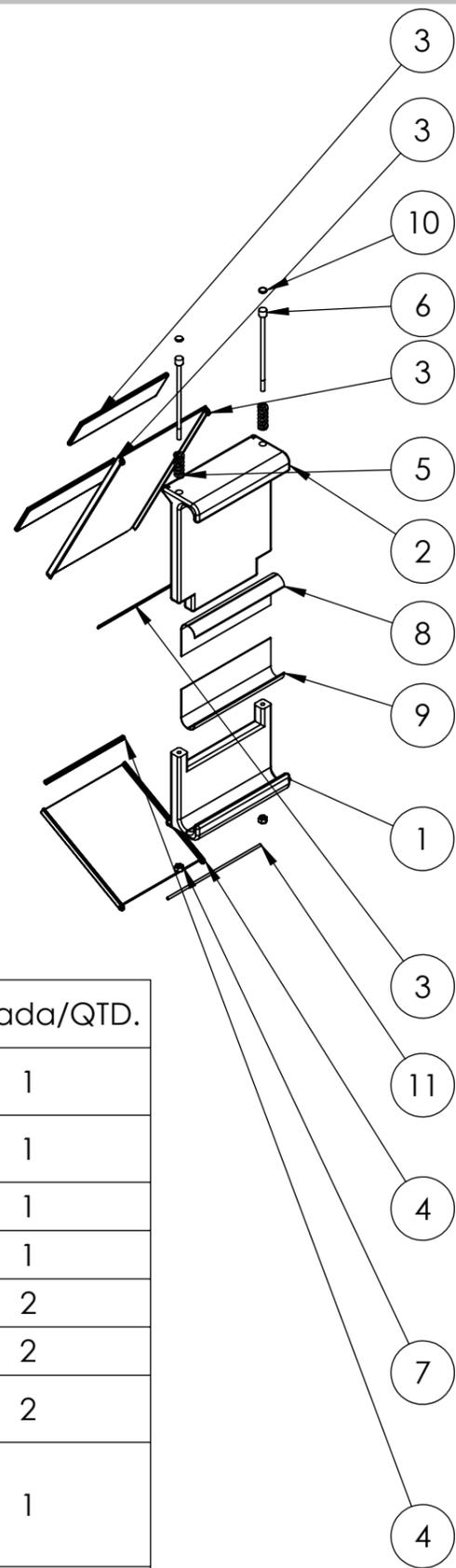
Nº DO ITEM	DESCRIÇÃO	QTD.
1	BASE GIRATÓRIA DA ESTRUTURA	1
2	PÉS DE APOIO DOS PERFIS	4
3	PERFIL ALUMINIO "X" 45x45mm	2
4	COREDIÇA VERTICAL	2
5	PRATELEIRAA INFERIOR	1
6	POSICIONAMENTO PROJETOR 1	1
7	POSICIONAMENTO PROJETOR 2	1
8	PROJETOR	1
9	ELEVADOR DA PLATAFORMA	4
10	PRATELEIRA SUPERIOR	1
11	RECIPIENTES DE RESINA	4
12	TANQUE DE RESINA	4
13	SISTEMA DE ABASTECIMENTO	4
16	COBERTURA DA PLAT. SUPERIOR	1
10	TAMPA DO TANQUE DE RESINA	4



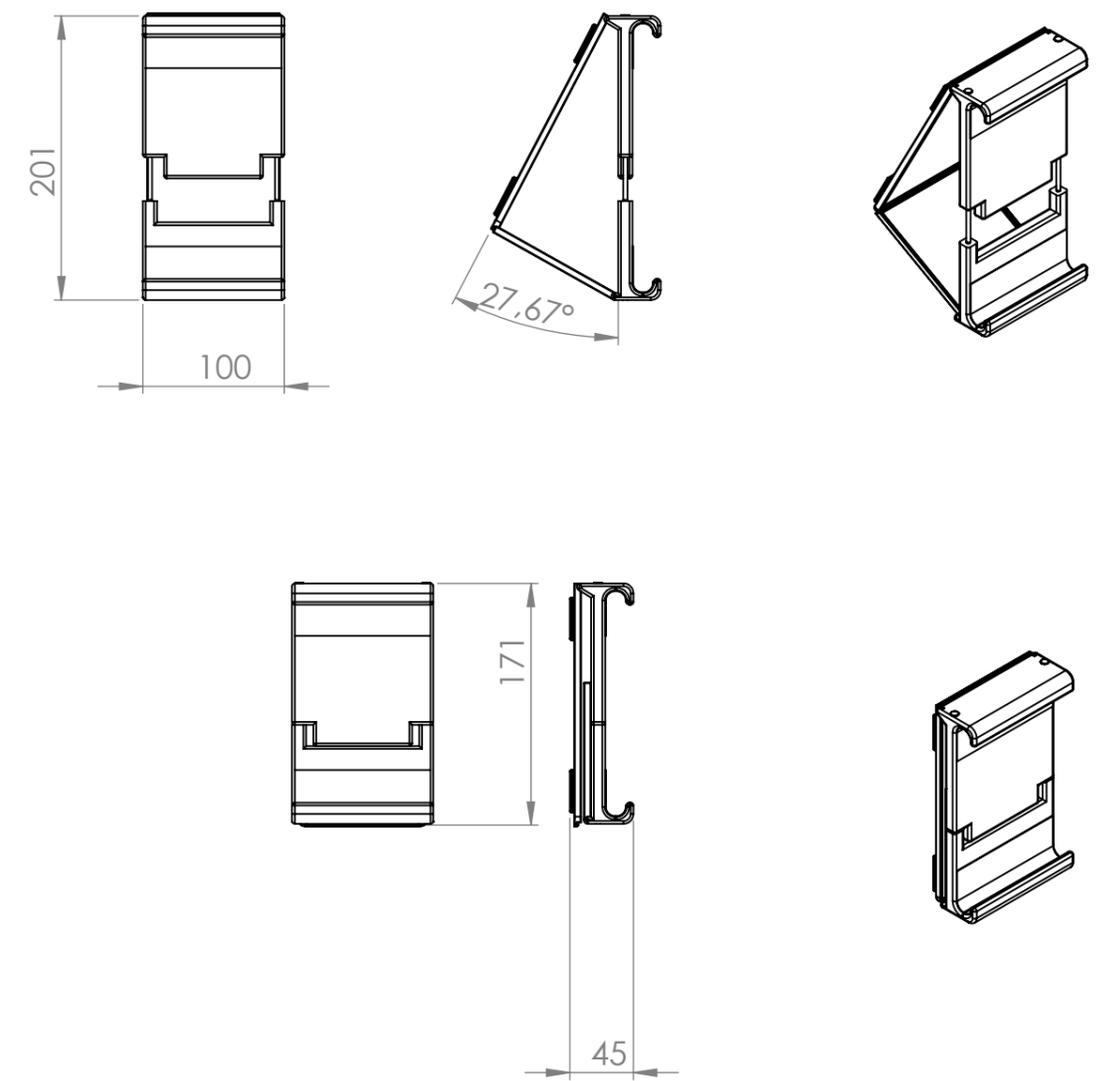
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - ESCOLA DE BELAS ARTES
DEPARTAMENTO DE DESENHO INDUSTRIAL

TÍTULO:
PROJETO DE GRADUAÇÃO EM DESENHO INDUSTRIAL - PROJETO DE PRODUTO

DESEN.	NOME PR	ASSINATURA	DATA 14/04/2016	ESTUDANTE: PEDRO AURÉLIO FERREIRA ROCHA	DES. Nº 03
VERIF.				SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS	ESCALA:1:50
APROV.					



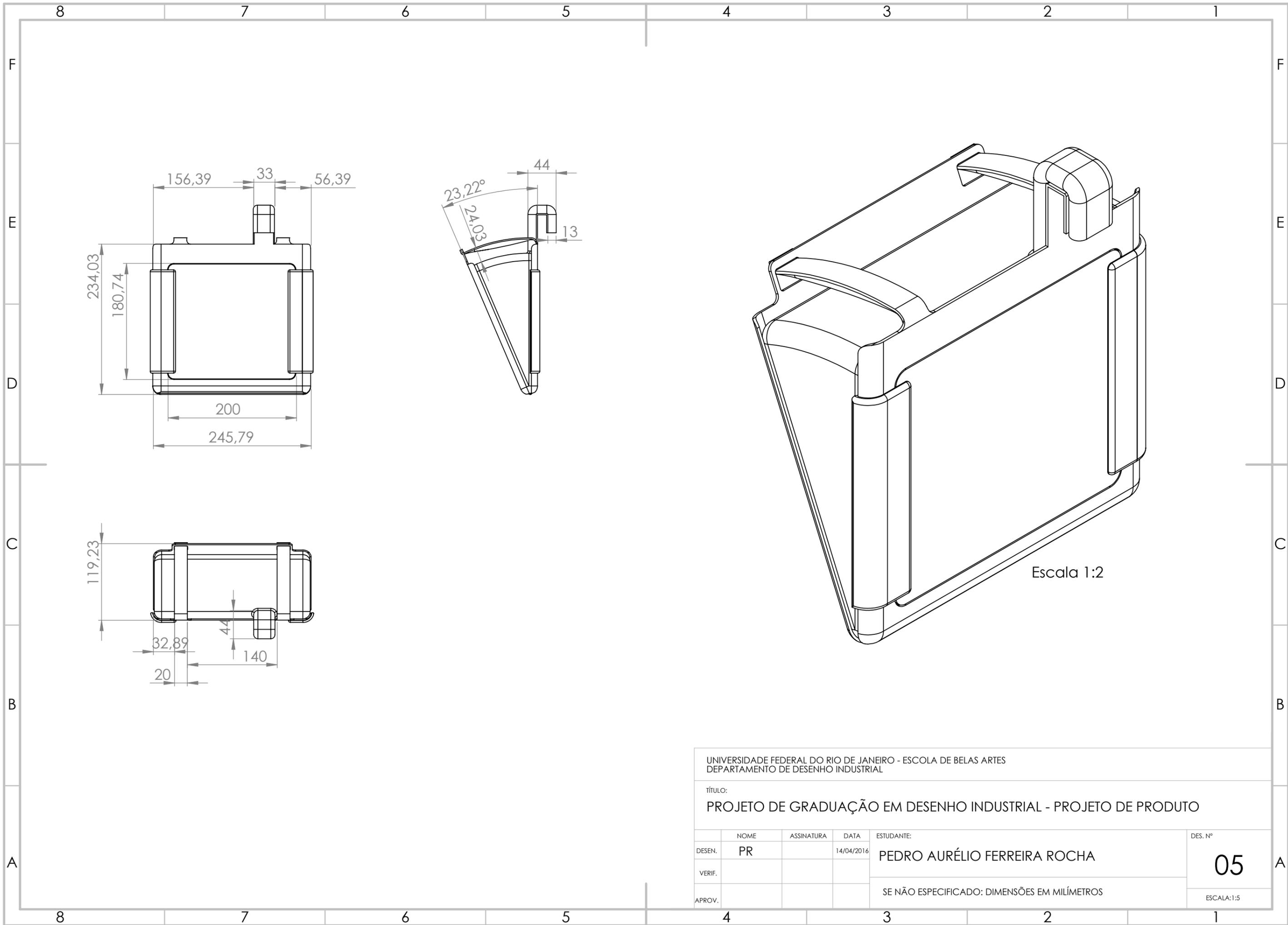
Nº DO ITEM	DESCRIÇÃO	Montada/QTD.
1	SUPOORTE INFERIOR	1
2	SUPOORTE SUPERIOR	1
3	APOIO SUPERIOR	1
4	APOIO INFERIOR	1
5	MOLAS	2
6	BARRA DE LIGAÇÃO	2
7	PORCA	2
8	REVESTIMENTO EMBORRACHADO SUPERIOR	1
9	REVESTIMENTO EMBORRACHADO INFERIOR	1
10	TAMPA	2
11	BARRA DE EIXO	1



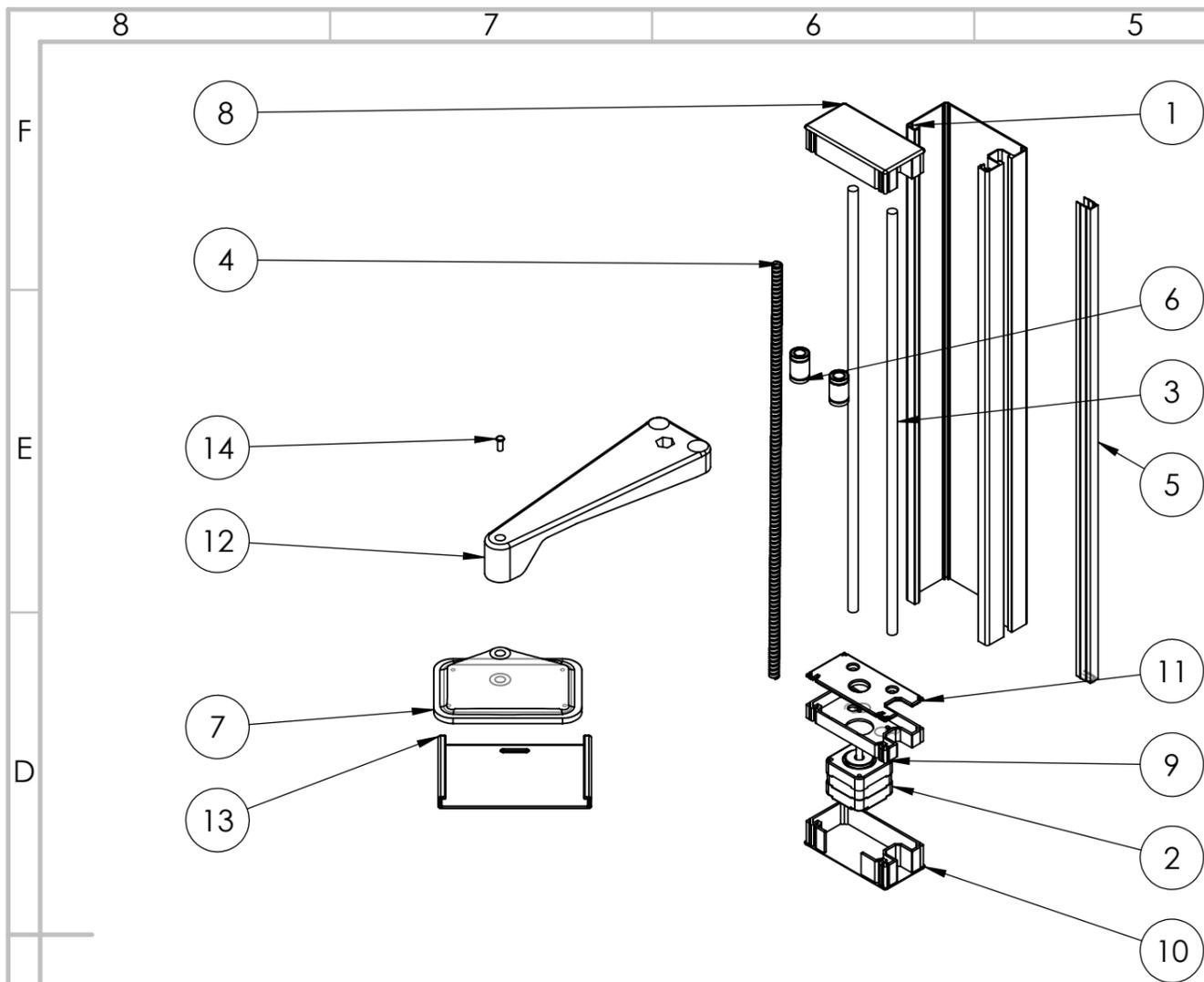
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - ESCOLA DE BELAS ARTES
DEPARTAMENTO DE DESENHO INDUSTRIAL

TÍTULO:
PROJETO DE GRADUAÇÃO EM DESENHO INDUSTRIAL - PROJETO DE PRODUTO

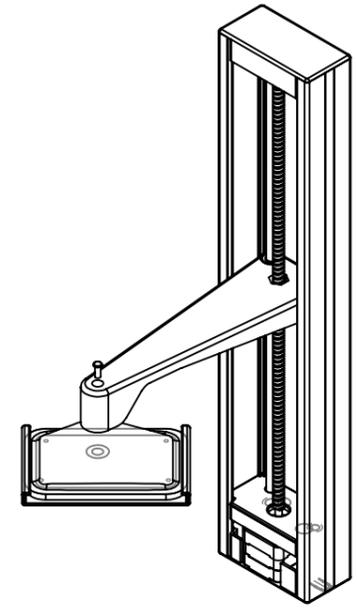
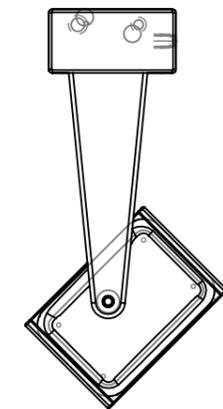
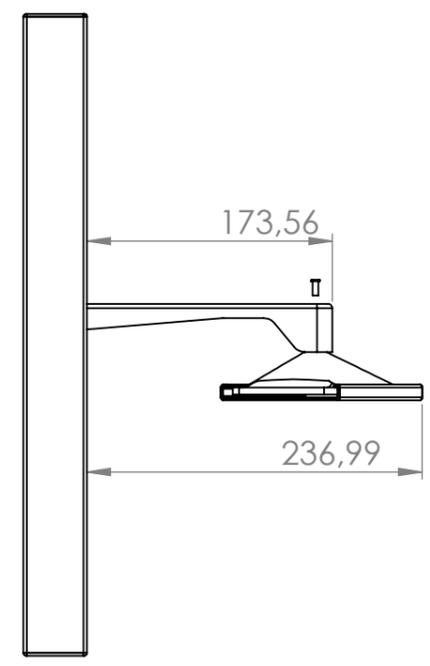
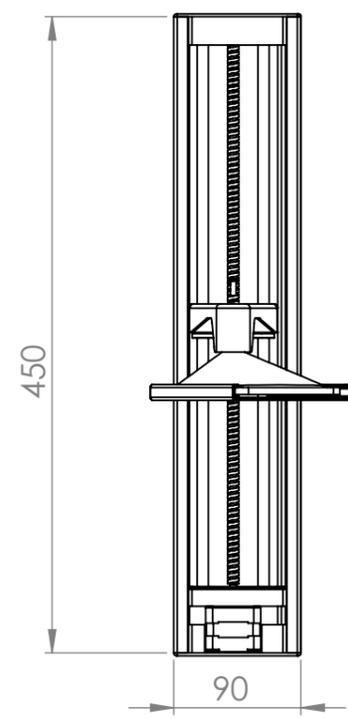
	NOME	ASSINATURA	DATA	ESTUDANTE:	DES. Nº
DESEN.	PR		14/04/2016	PEDRO AURÉLIO FERREIRA ROCHA	04
VERIF.					
APROV.				SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS	ESCALA: 1:5



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - ESCOLA DE BELAS ARTES DEPARTAMENTO DE DESENHO INDUSTRIAL					
TÍTULO: PROJETO DE GRADUAÇÃO EM DESENHO INDUSTRIAL - PROJETO DE PRODUTO					
	NOME	ASSINATURA	DATA	ESTUDANTE:	DES. Nº
DESEN.	PR		14/04/2016	PEDRO AURÉLIO FERREIRA ROCHA	05
VERIF.					
APROV.				SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS	ESCALA: 1:5



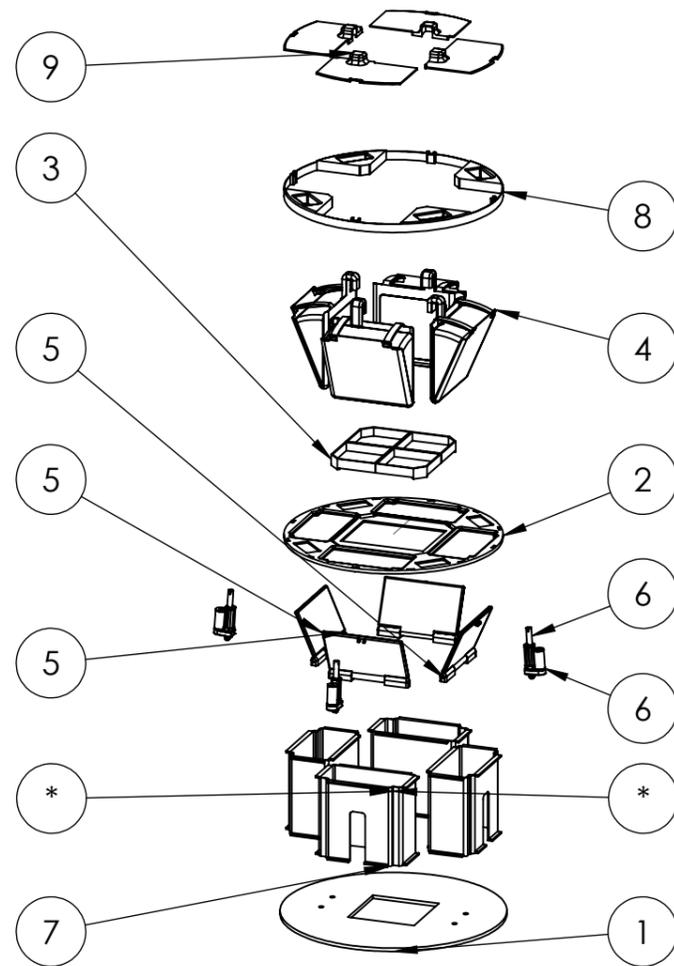
Nº DO ITEM	DESCRIÇÃO	QTD.
1	CALHA DE ALUMÍNIO	1
2	MOTOR DE PASSO	1
3	BARRA LISA	2
4	FUSO	1
5	REVESTIMENTO DA CALHA	1
6	ROLAMENTO LINEAR	2
7	SUPORE DA PLATAFORMA	1
8	APOIO SUPERIOR	1
9	APOIO DO MOTOR	1
10	REVESTIMENTO INFERIOR	1
11	TAMPA DO APOIO DO MOTOR	1
12	BRAÇO DE SUSTENTAÇÃO	1
13	PLATAFORMA DE IMPRESSÃO	1
14	PARAFUSO	1



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - ESCOLA DE BELAS ARTES
DEPARTAMENTO DE DESENHO INDUSTRIAL

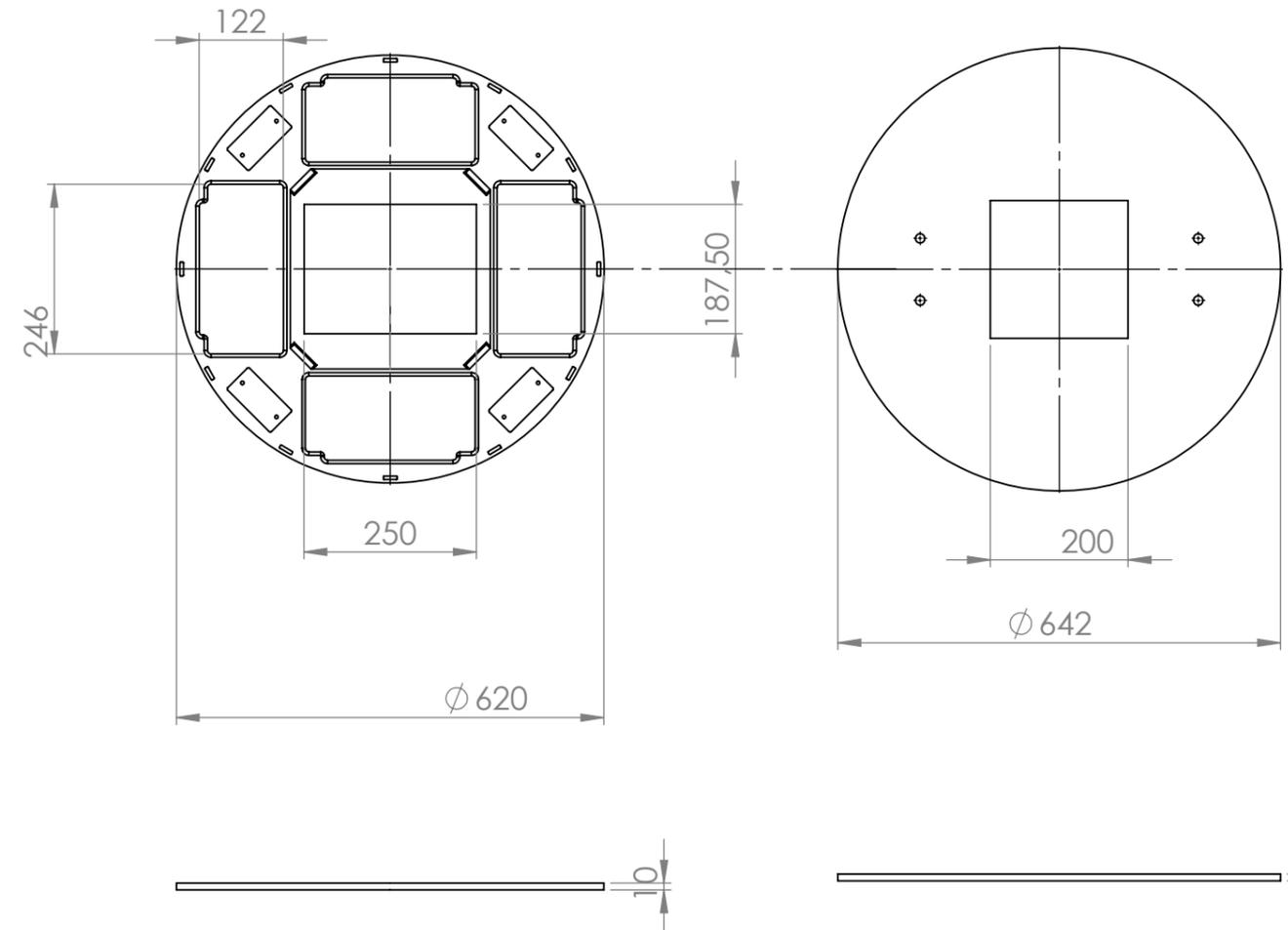
TÍTULO:
PROJETO DE GRADUAÇÃO EM DESENHO INDUSTRIAL - PROJETO DE PRODUTO

	NOME	ASSINATURA	DATA	ESTUDANTE:	DES. Nº
DESEN.	PR		14/04/2016	PEDRO AURÉLIO FERREIRA ROCHA	06
VERIF.					
APROV.				SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS	ESCALA: 1:5



PRATELEIRA SUPERIOR

PRATELEIRA INFERIOR



Nº DO ITEM	DESCRIÇÃO	QTD.
1	PRATELEIRA INFERIOR	1
2	PRATELEIRA SUPERIOR	1
3	RECIPIENTES DE RESINA	4
4	CARTUCHO DE RESINA	4
5	PLATAFORMA PARA ABASTECIMENTO DA RESINA	4
6	ACIONADOR	4
7	REVESTIMENTO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE RESINA	4
8	COBERTURA DA PRATELEIRA SUPERIOR	1
9	TAMPA DO CARTUCHO	4

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - ESCOLA DE BELAS ARTES
DEPARTAMENTO DE DESENHO INDUSTRIAL

TÍTULO:
PROJETO DE GRADUAÇÃO EM DESENHO INDUSTRIAL - PROJETO DE PRODUTO

	NOME	ASSINATURA	DATA	ESTUDANTE:	DES. Nº
DESEN.	PR		14/04/2016	PEDRO AURÉLIO FERREIRA ROCHA	07
VERIF.					
APROV.				SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS	ESCALA:1:10