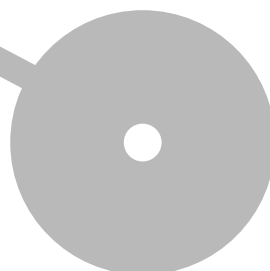




Co-criação e personalização no design de produto: o impacto da impressão 3D na redefinição do papel do designer.

Ana Beatriz Machado Martins

10/2026



Politécnico do Porto

Escola Superior de Media Artes e Design

Ana Beatriz Machado Martins

**Co-criação e personalização no design de produto: o impacto da
impressão 3D na redefinição do papel do designer.**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Design Design – Especialização em Design de Produto

**Orientação: Prof. Doutor Dirk Gerard Celina Robert Loyens;
Maria De Lurdes Azevedo Moreira Silva Gomes, Professor Auxiliar da FMAD, no uso da
competência delegada através do despacho FMAD/DIR-028/2026 (Presidente);
Luís Miguel Gomes da Costa Ferraz Mota (Arguente).**

Porto, 09 de 2026

Politécnico do Porto

Escola Superior de Media Artes e Design

Ana Beatriz Machado Martins

**Co-criação e personalização no design de produto: o impacto da
impressão 3D na redefinição do papel do designer**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Design – Especialização em design de produto

Orientação: Prof. Doutor Dirk Gerard Celina Robert Loyens

**Maria De Lurdes Azevedo Moreira Silva Gomes, Professor Auxiliar da FMAD, no uso da
competência delegada através do despacho FMAD/DIR-028/2026 (Presidente);**

Luís Miguel Gomes da Costa Ferraz Mota (Arguente).

Porto, 09 de 2026

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação representa o culminar de uma etapa marcante do meu percurso académico e pessoal. Este trabalho não teria sido possível sem o apoio, a dedicação e o incentivo de várias pessoas e instituições, às quais gostaria de expressar o meu mais sincero agradecimento.

Em primeiro lugar, agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Dirk Gerard Celina Robert Loyens, pela disponibilidade, orientação, partilha de conhecimento e espírito crítico demonstrados ao longo de todo o desenvolvimento desta investigação. A sua experiência e acompanhamento foram fundamentais para a concretização deste trabalho.

Agradeço igualmente a todos os docentes do Mestrado em Design de Produto da Escola Superior de Media Artes e Design do Instituto Politécnico do Porto, pelos conhecimentos transmitidos e pela contribuição para o meu crescimento académico e profissional.

Um agradecimento especial ao Viva Lab Porto, pela disponibilidade em acolher parte desta investigação e por proporcionar um ambiente de experimentação e colaboração que enriqueceu significativamente a componente prática desta dissertação. Da mesma forma, agradeço a todos os participantes que disponibilizaram o seu tempo e contribuíram com as suas ideias, opiniões e experiências durante os workshops e entrevistas, tornando possível a realização deste estudo.

À minha família, deixo um profundo agradecimento pelo apoio incondicional, pela compreensão e pelo incentivo constante ao longo deste percurso. Nos momentos mais exigentes, foram sempre uma fonte de motivação para continuar.

Aos meus amigos e colegas, agradeço a amizade, a partilha de experiências e o apoio demonstrado durante esta etapa académica.

Por fim, agradeço a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização desta dissertação e para o meu crescimento enquanto designer e enquanto pessoa.

A todos, o meu mais sincero obrigado.

RESUMO ANALÍTICO

A evolução das tecnologias de fabrico digital está a transformar-se, conduzindo igualmente à transformação da maneira como os produtos são desenvolvidos. Com isto, surgem novas formas de trabalho em equipa entre designers, utilizadores e outros envolvidos. Entre essas tecnologias, a impressão 3D destaca-se por ser muito útil para criar protótipos rapidamente, personalizar e testar ideias. Está a tornar-se uma peça importante nas abordagens de co-criação.

Esta dissertação tem como objetivo perceber como a impressão 3D afeta os processos de co-criação e como é que ela muda o papel do designer no desenvolvimento de produtos. Pretende-se analisar de que forma é que essas tecnologias podem ajudar os utilizadores a participarem mais em diferentes etapas do projeto, resultando em soluções que respondam melhor às necessidades deles.

Para isso, foi realizada uma investigação qualitativa assente na metodologia Research Through Design. Foi feita uma revisão de literatura, observações, entrevistas e workshops num Fab Lab. Além disso, foi desenvolvido um projeto prático com a criação de um sistema modular para uma secretária, usando a modelação 3D e impressão 3D como ferramentas principais.

Os resultados evidenciam que a impressão 3D desempenhou um papel relevante no processo de co-criação, ao reduzir o intervalo entre a geração de propostas e a sua avaliação, favorecer processos iterativos e facilitar a comunicação entre designer e participantes.

Por ultimo, conclui-se que a impressão 3D muda o papel do designer, que passa a ser mais um facilitador, mediador e organizador do processo. Isso ajuda os utilizadores a participarem ativamente e a construírem conhecimento juntos. Esta investigação mostra o potencial do fabrico digital para inovar no design de produtos e destaca a importância da co-criação para criar soluções mais adequadas, personalizadas e centradas no próprio utilizador.

Palavras-chave: Design de Produto; Co-criação; Impressão 3D; Fabrico Digital; Research Through Design; Prototipagem; Fab Lab; Desenvolvimento Colaborativo.

ABSTRACT

The evolution of digital manufacturing technologies is significantly changing the way products are developed. As a result, new forms of collaboration have emerged between designers, users, and other stakeholders. Among these technologies, 3D printing stands out as a valuable tool for rapidly producing prototypes, customising products, and testing ideas. It is becoming an increasingly important element in co-creation approaches.

This dissertation aims to understand how 3D printing influences co-creation processes and how it reshapes the role of the designer in product development. The objective is to explore how these technologies can encourage greater user participation throughout different stages of the design process, leading to solutions that better meet users' needs.

To achieve this, a qualitative research methodology based on the Research Through Design (RtD) approach was adopted. The study included a literature review, participant observation, interviews, and workshops conducted in a Fab Lab environment. In addition, a practical project was developed involving the creation of a modular desk organisation system using 3D modelling and 3D printing as the main development tools.

The results demonstrate that 3D printing greatly supports the co-creation process. This technology reduces the time between concept generation and validation, encourages iterative experimentation, and improves communication between designers and users. The ability to rapidly produce different design iterations proved essential for improving the product in terms of functionality, aesthetics, and ergonomics. It also increased the engagement of all participants throughout the development process.

In conclusion, 3D printing contributes to redefining the designer's role, shifting it towards that of a facilitator, mediator, and coordinator of the design process. This enables users to participate actively and collaboratively in knowledge creation. The research highlights the potential of digital manufacturing to foster innovation in Product Design and emphasises the importance of co-creation in developing more suitable, personalised, and user-centred solutions.

Keywords: Product Design; Co-creation; 3D Printing; Digital Manufacturing; Research Through Design; Prototyping; Fab Lab; Collaborative Design.

LISTA DE TABELAS/ILUSTRAÇÕES/SIGLAS

Figura 1 – Níveis de envolvimento dos utilizadores no processo de design

Figura 2 – Processo de co-design

Figura 3 – Impressão 3D por deposição de material

Figura 4 – Utilização de software no processo de impressão 3D

Figura 5 – Espaço de prototipagem do TechLab

Figura 6 – Esquema do processo de impressão 3D por FDM

Figura 7 – Processo de fabrico aditivo por deposição sucessiva de camadas

Figura 8 – Exemplo de modelação 3D no software M4 DRAFTING

Figura 9 – Aplicação da modelação e impressão 3D no desenvolvimento de produtos

Figura 10 – Elementos associados à personalização em massa

Figura 11 – Eixos de transformação para a personalização em massa

Figura 12 – Design tradicional e co-design

Figura 13 – Diagrama de conceitos

Figura 14 – Metodologia da tese

Figura 15 – Percurso metodológico completo

Figura 16 – Ciclo iterativo observado durante os processos de co-criação

Figura 17 – Designer tradicional vs Designer na Co-criação

Figura 18 – Síntese dos resultados empíricos obtidos ao longo da investigação.

Figura 19 – Relação entre resultados e literatura

Figura 20 – Peça exemplo para os participantes

Figura 21 – União das peças utilizadas no Workshop

Figura 22 – Quadro dos participantes do Workshop

Figura 23 – Objeto inicial Participante 1

Figura 24 – Objeto inicial Participante 2

Figura 25 – Objeto inicial Participante 3

Figura 26 – Objeto inicial Participante 4

Figura 27 – Objeto inicial Participante 5

Figura 28 – Testes de dimensão e de materil final

Figura 29 – Maquete final Participante 1

Figura 30 – Maquete final Participante 2

Figura 31 – Maquete final Participante 3

Figura 32 – Maquete final Participante 4

Figura 33 – Maquete final Participante 5

Figura 34 – Proposta final Participante 1

Figura 35 – Proposta final Participante 2

Figura 36 – Proposta final Participante 3

Figura 37 – Proposta final Participante 4

Figura 38 – Proposta final Participante 5

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA	15
1.2. PROBLEMA E JUSTIFICAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO.....	15
1.3. QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO E OBJETIVOS.....	16
1.4. METODOLOGIA.....	17
1.5. ESTRUTURA DA TESE.....	17
2. ENQUADRAMENTO TEORICO.....	19
2.1. CO-CRIAÇÃO: DEFINIÇÕES, ABORDAGENS E EVOLUÇÃO CONCEPTUAL.....	20
2.2. PARTICIPAÇÃO DO UTILIZADOR: USER INNOVATION, DESIGN PARTICIPATIVO E DESIGN.....	21
2.3. CULTURA MAKER, FAB LABS E ECOSSISTEMAS DE FABRICO DIGITAL.....	22
2.4. IMPRESSÃO 3D NO DESIGN: PRINCIPIOS, POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES.....	24
2.5. PERSONALIZAÇÃO, PRODUÇÃO DISTRIBUIDA E NOVOS MODELOS DE COLABORAÇÃO.....	25
2.6. REDEFINIÇÃO DO PAPEL DO DESIGNER NA ERA DIGITAL.....	27
2.7. ESTUDOS RECENTES E LACUNAS DE INVESTIGAÇÃO.....	28
3. METODOLOGIA	30
3.1. ABORDAGEM DA INVESTIGAÇÃO.....	31
3.2. ESTRATÉGIAS DE RECOLHA DE DADOS.....	31
3.3. TÉCNICA DE RECOLHA DE DADOS.....	33
3.3.1. OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE.....	33
3.3.2. ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS.....	33
3.3.3. DOCUMENTAÇÃO DO PROCESSO.....	34
3.4. SELEÇÃO DOS PARTICIPANTES.....	34
3.5. PROCEDIMENTOS ÉTICOS.....	35
3.6. ANÁLISE DE DADOS.....	35

4.	RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA.....	37
4.1.	OBSERVAÇÕES GERAIS DAS INTERAÇÕES DESIGNER–UTILIZADOR.....	38
4.2.	PADRÕES E DINÂMICAS DE CO-CRIAÇÃO IDENTIFICADOS.....	39
4.3.	DESAFIOS E TENSÕES EMERGENTES NO PROCESSO.....	40
4.4.	IMPLICAÇÕES PARA O PAPEL DO DESIGNER.....	41
4.5.	CONTEXTOS EMPÍRICOS DE ESTUDO.....	43
4.5.1.	ENTREVISTA 1 – VIVA LAB.....	43
4.5.2.	ENTREVISTA 2 – RICARDO JOSÉ.....	43
4.5.3.	ENTREVISTA 3 – BRUNO FERNANDES.....	43
4.5.4.	ENTREVISTA 4 – RUI RIBEIRO.....	44
5.	DISCUSSÃO.....	46
5.1.	CONFRONTO ENTRE RESULTADOS E LITERATURA.....	47
5.2.	CONTRIBUTOS PARA O ENTENDIMENTO DO PAPEL DO DESIGNER.....	49
5.3.	IMPLICAÇÕES PARA PRÁTICAS CONTEMPORÂNEAS DE DESIGN.....	49
5.4.	LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	50
6.	INVESTIGAÇÃO APLICADA: O SISTEMA MODULAR DE SECRETÁRIA.....	52
6.1.	JUSTIFICAÇÃO E ENQUADRAMENTO DO PROJETO.....	53
6.2.	DEFINIÇÃO DO CONCEITO E REQUISITOS DO ARTEFACTO.....	54
6.3.	PARTICIPANTES DO WORKSHOP.....	55
6.3.1.	PARTICIPANTE 1 – ESTUDANTE UNIVERSITARIO.....	55
6.3.2.	PARTICIPANTE 2 – DESIGNER GRAFICO	56
6.3.3.	PARTICIPANTE 3 – ENGENHEIRO	57
6.3.4.	PARTICIPANTE 4 – ARQUITETA	57
6.3.5.	PARTICIPANTE 5 – EMPRESARIO	58
6.3.6.	SÍNTESE DAS NECESSIDADES IDENTIFICADAS.....	59
6.4.	DESENVOLVIMENTO, PROTOTIPAGEM E ITERAÇÃO COM IMPRESSÃO 3D...59	
6.4.1.	ITERAÇÃO E APRENDIZAGEM ATRAVÉS DA PROTOTIPAGEM.....	60
6.4.2.	DA PEÇA INDIVIDUAL AO SISTEMA MODULAR	60
6.5.	PROTOTIPAGEM FINAL, IMPRESSÃO 3D E ANÁLISE.....	61
6.6.	ARTEFACTO FINAL.....	64

6.6.1 AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS PELOS PARTICIPANTES	66
6.7. REFLEXÃO CRÍTICA.....	67
7. CONCLUSÕES.....	69
7.1. SÍNTESE DE INVESTIGAÇÃO.....	70
7.2. CONTRIBUTOS PARA O CAMPO DO DESIGN E FABRICO DIGITAL.....	71
7.3. RECOMENDAÇÕES PARA PRÁTICA DE DESIGN COLABORATIVO.....	73
7.4. SUGESTÕES PARA INVESTIGAÇÕES FUTURAS.....	74

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APÊNDICES

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a evolução das tecnologias digitais tem vindo a transformar profundamente a forma como os produtos são concebidos, desenvolvidos e produzidos. Entre estas tecnologias, a impressão 3D assumiu um papel de destaque ao permitir processos de fabrico mais flexíveis, acessíveis e personalizados, reduzindo as limitações associadas aos métodos tradicionais de produção. Paralelamente, a crescente valorização da participação ativa dos utilizadores no desenvolvimento de produtos conduziu ao aparecimento de novas metodologias de design centradas na colaboração, onde o processo criativo deixa de ser exclusivamente conduzido pelo designer para integrar diferentes intervenientes na geração, desenvolvimento e avaliação de soluções.

Neste contexto, a co-criação afirma-se como uma abordagem que promove a participação conjunta de designers, utilizadores e outros intervenientes ao longo do processo de design. Esta metodologia permite integrar diferentes perspetivas, experiências e conhecimentos, contribuindo para o desenvolvimento de produtos mais adequados às necessidades reais dos utilizadores. Simultaneamente, espaços de fabrico digital, como Fab Labs e makerspaces, têm proporcionado ambientes propícios à experimentação, prototipagem rápida e desenvolvimento colaborativo, potenciando novas formas de interação entre tecnologia, criatividade e inovação. A impressão 3D desempenha um papel particularmente relevante neste cenário, uma vez que facilita a rápida materialização de ideias, possibilitando ciclos sucessivos de teste, avaliação e melhoria dos protótipos. Esta capacidade reduz significativamente o tempo entre a conceção e a validação de soluções, incentivando processos iterativos de desenvolvimento e promovendo uma maior participação dos utilizadores na tomada de decisões ao longo do projeto. Consequentemente, o papel do designer evolui de uma função predominantemente centrada na criação formal para uma atuação enquanto facilitador, mediador e coordenador de processos colaborativos.

Apesar do crescente interesse pela co-criação e pelas tecnologias de fabrico digital, continuam a existir desafios relacionados com a integração efetiva dos utilizadores no processo de design, a definição do papel do designer em ambientes colaborativos e a compreensão do impacto que ferramentas como a impressão 3D podem ter na inovação e personalização de produtos. Assim, torna-se pertinente investigar de que forma estas tecnologias influenciam os processos colaborativos e como contribuem para redefinir metodologias e práticas de design contemporâneas.

A presente dissertação insere-se neste contexto e tem como principal objetivo compreender de que forma a impressão 3D influencia os processos de co-criação e como contribui para a redefinição do papel do designer em ambientes de fabrico digital. Para tal, é desenvolvido um estudo que combina investigação teórica com uma componente prática baseada na metodologia Research Through Design, recorrendo à observação participante, entrevistas semi estruturadas e à realização de um workshop colaborativo em contexto de Fab Lab.

Como resultado desta investigação foi desenvolvido um sistema modular de organização para secretária, concebido através de um processo iterativo de co-criação e prototipagem em impressão 3D. O desenvolvimento deste produto permite explorar, em contexto real, a relação entre utilizadores, designer e tecnologias de fabrico digital, avaliando o contributo da participação

ativa dos utilizadores para a definição das soluções finais e para a melhoria contínua do projeto. Espera-se que esta investigação contribua para aprofundar a compreensão do potencial da impressão 3D enquanto ferramenta facilitadora da co-criação, evidenciando simultaneamente a evolução do papel do designer perante os desafios colocados pela transformação digital e pelas novas formas colaborativas de desenvolvimento de produtos.

1.1 Contextualização do tema

A evolução das tecnologias de fabrico digital, em particular da impressão 3D, tem vindo a transformar profundamente os processos de desenvolvimento de produto. Paralelamente, a crescente adoção de metodologias colaborativas tem promovido novas formas de participação dos utilizadores, conduzindo a uma redefinição do papel do designer. Este está a mudar drasticamente por causa da tecnologia, especialmente com a digitalização dos processos de criação e produção. Um dos principais destaques é a impressão 3D, que permite novas formas de criar protótipos, personalizar produtos e produzir de forma distribuída. Isso muda completamente a forma como os designers, participantes e processos produtivos interagem.

Além disso, há um interesse crescente de trabalhar em equipa no design, incluindo a co-criação e o design participativo. Nesses casos, os utilizadores não são apenas os destinatários finais dos produtos; eles estão ativamente envolvidos no desenvolvimento das soluções. Isso faz com que os participantes tenham um papel mais importante e colaborativo durante todo o processo de design.

Quando juntamos a co-criação, a cultura maker e as tecnologias de fabrico digital, como a impressão 3D, temos um novo cenário para a prática do design. Os Fab Labs e makerspaces são locais ideais para experimentar trabalhar em equipa. Nestes locais, os designers e os participantes criam em colaboração e de forma associada. Essas mudanças trazem questões importantes sobre o papel do designer, como as competências possíveis e como o processo de design é organizado em contextos colaborativos com o uso da tecnologia.

1.2 Problema e justificação da investigação

A impressão 3D está cada vez mais presente no nosso quotidiano e as práticas de co-criação no design estão a tornar-se mais comuns. No entanto, ainda há muito que não entendemos sobre como é que essas dinâmicas funcionam na prática. Grande parte dos estudos existentes concentram-se nas capacidades tecnológicas de impressão 3D ou nos resultados finais dos projetos, mas não dão muita atenção ao processo em si e ao papel do designer nesse processo. É relevante questionar como a impressão 3D está a mudar o papel do designer em processos colaborativos, especialmente em ambientes como Fab Labs e makerspaces, onde as pessoas têm diferentes níveis de habilidade técnica e criativa. Neste contexto, torna-se relevante compreender de que forma o designer assume funções de mediação, facilitação e apoio à tomada de decisão, mas ainda não temos uma análise aprofundada sobre como isso funciona na prática.

Esta investigação contribui para uma compreensão mais detalhada das práticas de co-criação que utilizam a impressão 3D, junta assim teoria, observação e prática. Ao analisar o papel do designer nestes contextos, pretende-se gerar conhecimento relevante tanto para o contexto académico como para a prática profissional do design.

Além da importância tecnológica da impressão 3D, é fundamental entender como é que ela está a mudar a forma como se desenvolvem os processos de design contemporâneo. A crescente integração de práticas colaborativas e participativas mostra que precisamos analisar não apenas

os resultados finais dos projetos, mas também como as pessoas interagem entre si e com as tecnologias de fabrico digital.

Neste contexto, esta investigação procura contribuir para uma compreensão mais aprofundada da relação entre co-criação, fabrico digital e o papel do designer, através da análise de contextos reais e do desenvolvimento de uma componente prática apoiada pela impressão 3D. O interesse por esta temática vem da observação de como as tecnologias de fabrico digital se estão a tornar mais comuns em ambientes colaborativos e do potencial que elas têm para mudar a forma como criamos produtos e soluções que atendem às necessidades de cada pessoa.

1.3 Questões de investigação e objetivos

A investigação estrutura-se a partir das seguintes questões de investigação:

- De que maneira a impressão 3D afeta os processos de co-criação no design?
- Quais são os papéis do designer em situações de co-criação que envolvem a impressão 3D?
- Como se dão as interações entre designers e participantes em ambientes de fabrico digital?

Com base nestas questões, o objetivo geral da investigação consiste em compreender de que forma a impressão 3D contribui para a redefinição do papel do designer em processos de co-criação com utilizadores.

Para concretizar este objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Compreender os principais conceitos teóricos relacionados com a co-criação, a participação do utilizador e o design colaborativo;
- Analisar o papel da impressão 3D enquanto ferramenta facilitadora da personalização e da produção distribuída no design;
- Observar práticas de co-criação em contextos de fabrico digital, nomeadamente Fab Labs e makerspaces;
- Identificar os papéis, competências e estratégias assumidos pelo designer em processos colaborativos que envolvem impressão 3D;
- Desenvolver um projeto prático de co-criação que permita explorar, de forma aplicada, as questões abordadas na investigação.

1.4 Metodologia

A presente investigação adota uma abordagem qualitativa, orientada para a compreensão das interações entre designers e utilizadores e das dinâmicas que se estabelecem em processos de co-criação apoiados por tecnologias de fabrico digital. Esta abordagem permite analisar o fenómeno em contexto e considerar as experiências, práticas e contributos dos diferentes participantes envolvidos.

A metodologia articula investigação empírica e prática projetual, enquadrando-se numa abordagem de Research Through Design. Neste contexto, o próprio processo de design é utilizado como meio de investigação e produção de conhecimento, através da experimentação, desenvolvimento de artefactos e reflexão sobre as decisões tomadas ao longo do projeto.

A recolha de dados integra observação participante, entrevistas semiestruturadas e documentação visual do processo, incluindo registos fotográficos e dos diferentes momentos de desenvolvimento e prototipagem. A articulação destes métodos permite analisar as práticas de co-criação em contextos de fabrico digital e compreender de que forma o designer intervém enquanto facilitador, mediador e elemento de articulação entre os participantes, as tecnologias utilizadas e os requisitos do projeto.

1.5 Estrutura da tese

A presente dissertação encontra-se estruturada em sete capítulos, organizados de forma a apresentar progressivamente o enquadramento teórico, a metodologia adotada, os resultados da investigação, a discussão e o desenvolvimento da componente prática.

O primeiro capítulo apresenta a introdução e o enquadramento geral da investigação, incluindo a contextualização do tema, a definição do problema, as questões de investigação, os objetivos e a abordagem metodológica adotada.

O segundo capítulo corresponde ao enquadramento teórico e ao estado da arte, abordando os principais conceitos relacionados com a co-criação, a participação dos utilizadores, a cultura maker, os Fab Labs, o fabrico digital, a impressão 3D, a personalização e a evolução do papel do designer em contextos colaborativos.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia da investigação, descrevendo a abordagem qualitativa e o enquadramento em Research Through Design, bem como as estratégias de recolha e análise de dados, a seleção dos participantes e os procedimentos éticos adotados.

O quarto capítulo apresenta os resultados da investigação empírica, incidindo sobre as interações entre designer e utilizadores, as dinâmicas de co-criação observadas, os desafios identificados ao longo do processo e as respetivas implicações para o papel do designer.

O quinto capítulo é dedicado à discussão dos resultados, estabelecendo uma relação entre os dados obtidos e a literatura analisada. Neste capítulo são igualmente discutidos os contributos da investigação para a compreensão do papel do designer e para as práticas contemporâneas de design, bem como as limitações do estudo.

O sexto capítulo apresenta a componente prática da investigação, centrada no desenvolvimento de um sistema modular de organização de secretária através de um processo de co-criação. São descritas as necessidades identificadas junto dos participantes, o desenvolvimento das propostas, as diferentes etapas de modelação, prototipagem e iteração com recurso à impressão 3D, bem como a avaliação das configurações desenvolvidas e a reflexão crítica sobre o processo.

Por fim, o sétimo capítulo apresenta as conclusões da investigação, sintetizando os principais resultados e contributos do estudo para o campo do design e do fabrico digital. São ainda apresentadas recomendações para a prática do design colaborativo e identificadas possibilidades para o desenvolvimento de investigações futuras.

2. Enquadramento Teórico e Estado da Arte

2.1 Co-criação: definições, abordagens e evolução conceptual

A ideia de criar algo em conjunto tem sido muito discutida ultimamente em temas como inovação, design e desenvolvimento de produtos. Isso começou a ser falado na área de gestão e marketing, e basicamente significa que o valor de um produto ou serviço não é criado apenas por uma empresa, mas sim pela interação entre várias pessoas, incluindo organizações, designers e consumidores. Dois investigadores, Prahalad e Ramaswamy (2004), escreveram sobre isso, disseram que o consumidor deve ser visto como alguém importante na criação da experiência e do significado de produtos e serviços, o que é diferente dos modelos tradicionais que só se importam com a empresa. Ou seja, estes defendem que o consumidor deve ser entendido como participante ativo na criação de valor, afastando-se dos modelos tradicionais centrados exclusivamente na empresa. No mundo do design, criar algo em conjunto está relacionado a práticas como co-design e design participativo, mas elas não são exatamente a mesma coisa. O design participativo é quando os utilizadores são envolvidos de forma organizada no processo de design, enquanto o co-design é quando designers e participantes trabalham juntos para criar soluções. A co-criação é um conceito mais amplo que envolve diferentes níveis e formas de participação ao longo do processo. Dois outros investigadores, Sanders e Stappers (2008), descrevem essa mudança como uma alteração fundamental no papel do design, que deixa de ser focado apenas no que o designer pensa e passa a ser um processo partilhado e colaborativo, com a ajuda de ferramentas e métodos de participação. Nessa visão, a co-criação não é apenas uma técnica, mas um modelo que transforma a forma como o design é concebido e aplicado. Além disso, Khan et al. (2023) identificaram vários tipos de criação em conjunto, como co-design, colaboração, contribuição e experimentação, mostrando que existem muitas formas de abordar a participação no processo. No entanto, a co-criação também traz desafios, como gerir expectativas, tomar decisões e definir claramente os papéis e responsabilidades. A participação do participante não significa que o designer não é necessário; ao contrário, o designer é fundamental para organizar o processo, interpretar as contribuições e garantir que as soluções criadas sejam viáveis. Outros investigadores como Giaccardi e Stappers (2017), reforçam que a co-criação envolve diferentes níveis de participação e requer estruturas para mediar as contribuições e incorporá-las no processo de design.

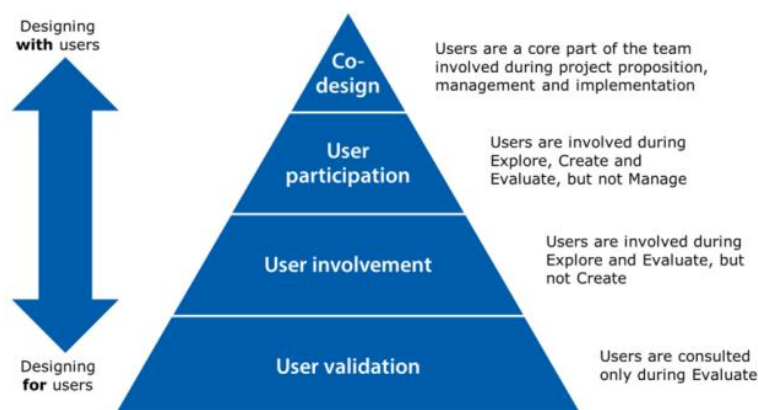


Figura 1 - Níveis de envolvimento dos utilizadores no processo de design

Fonte: Inclusive Design Toolkit (s.d.)

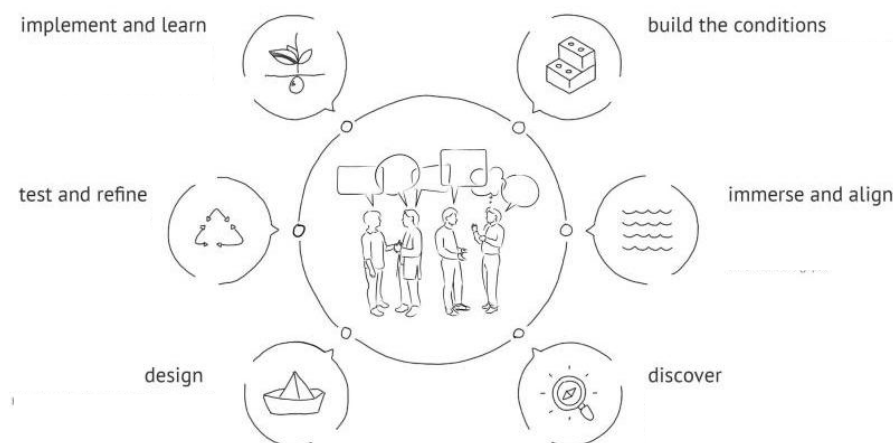


Figura 2 – Processo de co-design

Fonte: Inclusive Design Toolkit (s.d.)

2.2 Participação do utilizador: user innovation, design participativo e design centrado nas pessoas

A participação do utilizador no processo de inovação é um tema amplamente discutido em diversas áreas. Von Hippel (2005), mostrou que estas pessoas podem ser fontes importantes de inovação, principalmente quando enfrentam necessidades específicas que o mercado não atende. O conceito de inovação do participante destaca que estes não são apenas consumidores, mas também criadores e adaptadores de soluções, especialmente quando têm ferramentas que permitem que eles participem diretamente no design e na produção.

No design, o design participativo e o design centrado nas pessoas enfatizam a importância de entender o contexto de uso e de envolver estes participantes ao longo do processo de criação e desenvolvimento. Tradicionalmente, essa participação tem um carácter consultivo, por meio de entrevistas, testes de usabilidade ou sessões de idealização. No entanto, com a introdução de tecnologias digitais e de fabrico acessível, a participação dos mesmos pode tornar-se mais ativa e direta, permitindo que eles influenciem a definição formal e funcional dos produtos.

A co-criação destaca-se por permitir que eles participem não apenas na definição do problema, mas também na criação das soluções. Essa mudança de um papel apenas informativo para um papel mais interventivo contribui para uma redefinição do processo de design e reforça a necessidade de novos modelos de colaboração entre designers e utilizadores.

As tecnologias digitais mudaram muito o papel do participante no processo de design. Agora, podem participar de forma mais ativa no desenvolvimento, adaptação e materialização das soluções, e não apenas através de métodos consultivos. O fabrico digital e a impressão 3D

permitem ciclos rápidos de experimentação e prototipagem, aproximando-os do processo de desenvolvimento. Com isso, o participante deixa de ser apenas o destinatário do produto final e assume um papel mais colaborativo e interventivo ao longo do processo de design. A participação ativa deste traz benefícios para o processo de inovação e para a criação de soluções mais adequadas às necessidades reais.

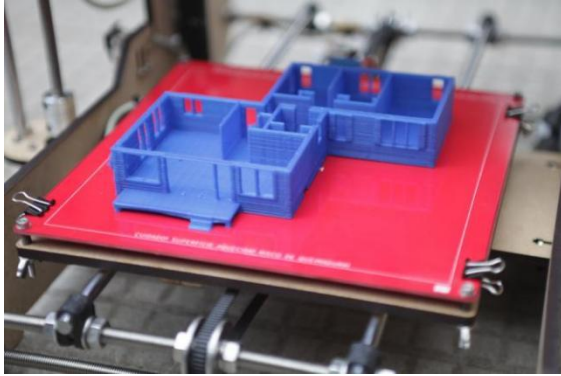


Figura 3 - Impressão 3D por deposição de material
Fonte: Lemos (2013).



Figura 4 - Utilização de software no processo de impressão 3D
Fonte: All3DP (2024).

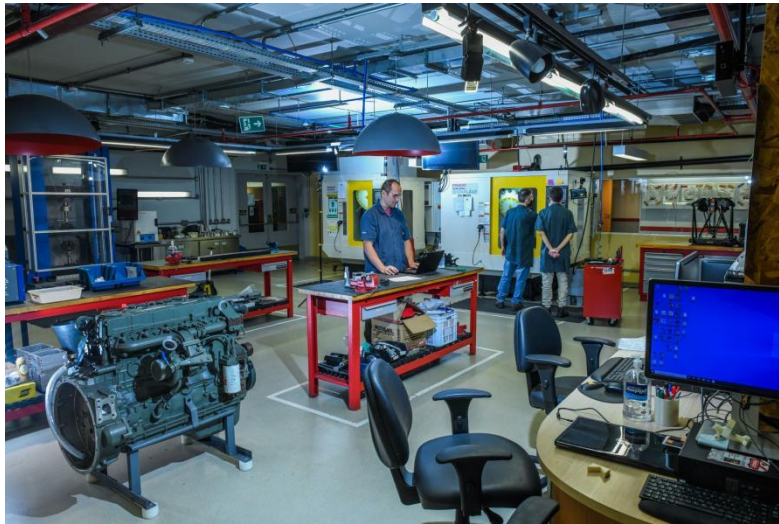


Figura 5 - Espaço de prototipagem do TechLab
Fonte: Insper (s.d.).

2.3 Cultura maker, Fab Labs e ecossistemas de fabrico digital

A cultura maker está em crescimento e os ecossistemas de fabrico digital estão a expandir-se. Isso é fundamental para entender como as pessoas criam coisas hoje em dia. Anderson (2012) diz que o movimento maker é uma mudança nos modelos de produção. Agora, as pessoas têm acesso mais fácil a tecnologias de fabrico e valorizam experimentar, aprender de forma informal e produzir localmente.

Os Fab Labs e makerspaces são muito importantes nesse contexto. Estes oferecem ferramentas como impressão 3D, corte laser e fresagem CNC. Além disso, também criam comunidades baseadas na partilha de conhecimento e colaboração. Sanders e Stappers (2008) consideram que esses ambientes são ideais para a co-criação. Neles, o design é um processo que envolve várias pessoas deste participantes a designers.

Os Fab Labs começaram no Massachusetts Institute of Technology (MIT). O objetivo era democratizar o acesso às tecnologias de fabrico digital e incentivar a experimentação aberta. Estes espaços têm ferramentas para prototipagem rápida e promovem a aprendizagem colaborativa. Gershenfeld (2005), fundador do conceito de Fab Lab no MIT, acredita que esses espaços aproximam as pessoas das tecnologias de fabrico digital. Isso permite novas formas de produção pessoal, aprendizagem experimental e inovação distribuída. Além da parte tecnológica, os Fab Labs e makerspaces têm uma forte componente social. Eles são espaços de encontro entre diferentes pessoas, designers, técnicos e investigadores. A colaboração, a experimentação e o uso de código aberto são princípios fundamentais. O fabrico digital não está mais limitada a ambientes industriais especializados. Agora, é mais acessível a pessoas que não são especialistas. Isso favorece novas formas de participação no design.

Björgvinsson, Ehn e Hillgren (2010) destacam que as práticas de design participativo exigem estruturas de mediação. A colaboração envolve negociação de interesses e gestão de diferenças de conhecimento. Nesse sentido, os Fab Labs são ecossistemas de experimentação social e técnica. O papel do designer é central para estruturar processos colaborativos. Soomro et al. (2022) confirma também, por meio de uma revisão sistemática, que esses ambientes potencializam a criatividade e a inovação distribuída. Soomro et al. (2022), através de uma revisão sistemática, evidenciam o contributo dos Fab Labs e makerspaces para o desenvolvimento da criatividade e de competências colaborativas, destacando o potencial destes ambientes para a experimentação e o desenvolvimento de soluções.

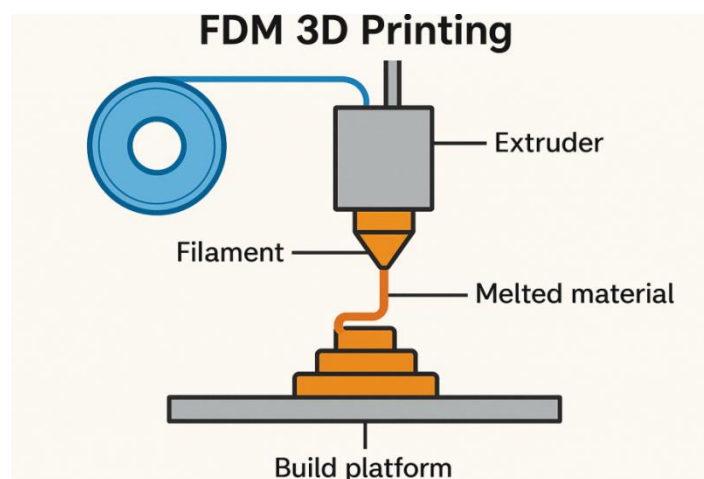


Figura 6 - Esquema do processo de impressão 3D por FDM
Fonte: Simple Machining (2025).

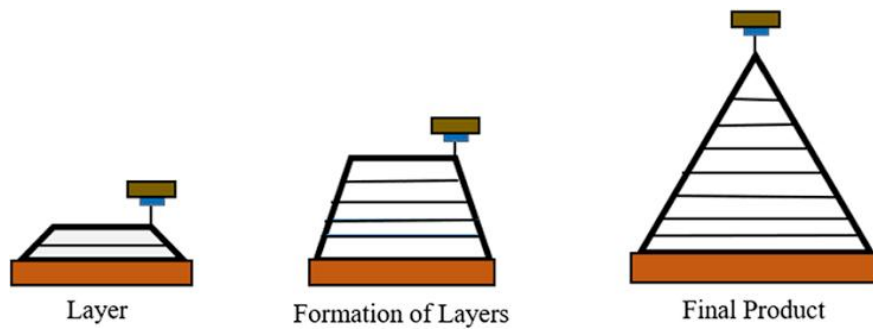


Figura 7 - Processo de fabrico aditivo por deposição sucessiva de camadas
Fonte: Thakur et al. (2023).

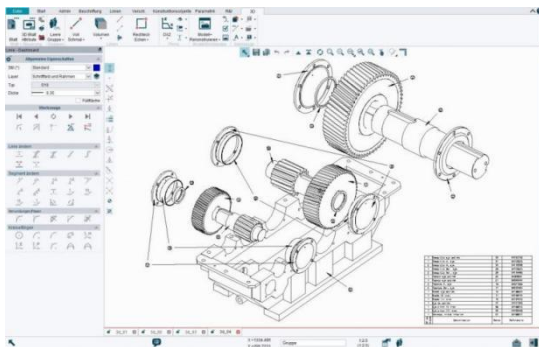


Figura 8 - Exemplo de modelação 3D no software
M4 DRAFTING
Fonte: CAD Schroer (s.d.).



Figura 9 - Aplicação da modelação e impressão 3D
no desenvolvimento de produtos
Fonte: Trevilla Engineering & Design (s.d.).

2.4 Impressão 3D no design: princípios, potencialidades e limitações

A impressão 3D, ou fabrico aditivo, é uma forma de criar objetos físicos a partir de modelos digitais. Isso é feito quando se depositam camadas de material uma após a outra. No design, essa tecnologia é muito útil porque ajuda a criar protótipos rapidamente, permite fazer mudanças com facilidade e personalizar produtos. Assim sendo, os participantes conseguem também perceber o que querem alterar ou o que querem melhorar pois esta mais visível aos seus olhos, conseguem palpar e desse modo ter uma opinião melhor formada do que realmente queurem como objeto final. Com a impressão 3D, os designers podem reduzir o tempo necessário para desenvolver um produto e realizar testes de forma mais rápida e barata, como mencionam Ulrich e Eppinger (2016). Além disso, Gibson et al. (2021) destacam que o fabrico aditivo torna a produção mais flexível, sem as limitações de custos e complexidade presentes nos métodos tradicionais. Existem várias tecnologias de impressão 3D, cada uma usa materiais e processos diferentes. Algumas das mais comuns incluem a FDM, que usa filamento termoplástico, a SLA, que usa resinas fotopolimerizáveis, e a SLS, que usa um laser para fundir partículas.

Apesar das diferenças técnicas, a impressão 3D tem características que são muito úteis para o design, como a capacidade de criar protótipos rapidamente, fazer mudanças contínuas e personalizar produtos com facilidade. Isso torna o fabrico aditivo ideal para experimentos e processos colaborativos.

Criar protótipos rapidamente permite testar soluções durante o desenvolvimento do projeto, o que facilita a comunicação entre designers e participantes e ajuda a tomar decisões de forma mais colaborativa.

No entanto, a impressão 3D também tem limitações, como restrições de materiais, tempo de produção, qualidade do acabamento e resistência mecânica. Em processos colaborativos, essas limitações são especialmente importantes, pois os participantes podem não compreender plenamente as restrições técnicas. Nesse caso, o designer desempenha um papel fundamental em equilibrar a criatividade com a viabilidade de produção. Neste contexto, o fabrico digital apresenta também um contributo relevante para a personalização de produtos. Özdemir et al. (2022) defendem que estas tecnologias permitem desenvolver soluções adaptadas às necessidades e preferências dos utilizadores, favorecendo a sua participação ativa no processo de design. A possibilidade de integrar diferentes requisitos individuais no desenvolvimento do produto aproxima, assim, o fabrico digital de abordagens de co-criação e personalização.

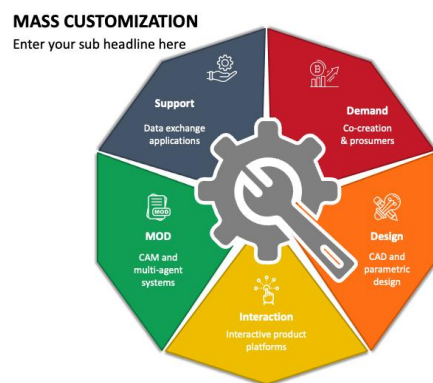


Figura 10 – Elementos associados à personalização em massa

Fonte: SketchBubble (s.d.).

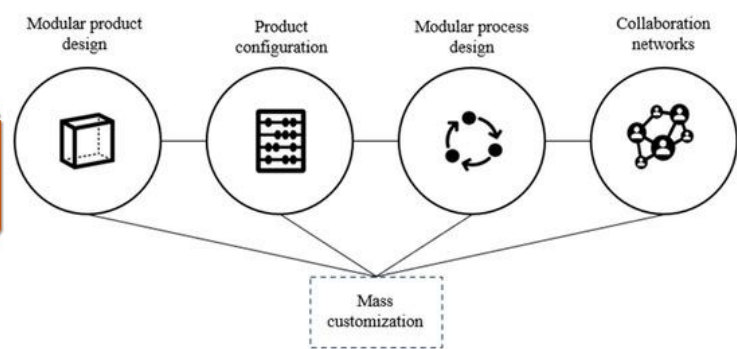


Figura 11 – Eixos de transformação para a personalização em massa

Fonte: Adaptado de Bouchard et al. (2026).

2.5 Personalização, produção distribuída e novos modelos de colaboração

O fabrico aditivo tem contribuído para transformar os processos de desenvolvimento e produção de produtos, permitindo uma maior flexibilidade na criação de soluções adaptadas às

necessidades específicas dos utilizadores. Ao contrário dos modelos tradicionais de produção em massa, nos quais a personalização pode implicar custos e alterações significativas nos processos produtivos, as tecnologias de fabrico digital possibilitam produzir diferentes geometrias e configurações a partir de modelos digitais.

Neste contexto, a personalização assume particular relevância. Özdemir et al. (2022) analisam a relação entre fabrico digital e personalização em massa, destacando o potencial destas tecnologias para integrar as preferências dos utilizadores no desenvolvimento de produtos. A utilização de ferramentas digitais permite, assim, introduzir variações nas soluções desenvolvidas e aproximar o processo de produção das necessidades específicas de diferentes utilizadores. Para além da personalização, a digitalização dos processos de fabrico introduz novas possibilidades relativamente à produção e distribuição. A existência de ficheiros digitais permite que os modelos sejam partilhados, modificados e posteriormente produzidos em diferentes locais. Rayna et al. (2015), ao analisarem plataformas online de impressão 3D, relacionam estas tecnologias com novas possibilidades de participação dos utilizadores e de co-criação, evidenciando alterações na relação entre quem concebe, modifica e produz os objetos. Esta transformação relaciona-se também com o conceito de co-criação de valor. Prahalad e Ramaswamy (2004) defendem uma maior participação dos utilizadores nos processos de criação de valor, ultrapassando uma relação em que estes assumem apenas o papel de consumidores finais. No contexto do fabrico digital, esta participação pode ocorrer através da expressão de necessidades, da adaptação das propostas e do envolvimento em diferentes momentos do desenvolvimento do produto.

A articulação entre estas perspetivas permite compreender que personalização, participação e fabrico digital não constituem fenómenos isolados. Enquanto Prahalad e Ramaswamy (2004) salientam a importância da participação do utilizador na criação de valor, Rayna et al. (2015) aproximam esta participação das possibilidades proporcionadas pelas plataformas de impressão 3D, e Özdemir et al. (2022) demonstram a relevância do fabrico digital para processos orientados para a personalização. Em conjunto, estas abordagens evidenciam uma transformação na relação entre design, produção e utilizador. Estas mudanças têm igualmente implicações para a prática do design. O desenvolvimento de produtos personalizados e a participação dos utilizadores exigem que o designer considere não apenas a configuração do objeto final, mas também as formas através das quais diferentes necessidades podem ser integradas no processo de desenvolvimento. O fabrico digital surge, neste sentido, como um meio capaz de apoiar processos mais flexíveis e participativos, criando condições para uma maior articulação entre conceção, personalização e produção.

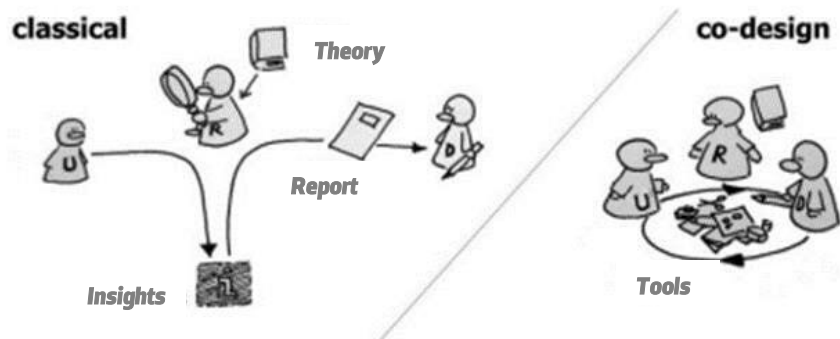


Figura 12 - Design tradicional e co-design

Fonte: Sanders e Stappers (2008).

2.6 Redefinição do papel do designer na era digital

A convergência entre co-criação, cultura maker e impressão 3D altera o papel do designer. Ele deixa de ser apenas o autor e passa a ser alguém que facilita processos colaborativos, ajuda a comunicação entre as pessoas envolvidas e estrutura sistemas de participação.

Segundo Sanders e Stappers (2008), o design de hoje já não é sobre uma pessoa criar sozinha, mas sim sobre trabalhar em conjunto com os outros, o que exige do designer competências para facilitar e gerir esses processos.

Manzini (2015) acrescenta que, em contextos de inovação social e design colaborativo, o designer tem um papel estratégico em criar condições para que os utilizadores participem ativamente, atuando como um mediador entre diferentes conhecimentos e interesses. Isso significa que o designer não é mais apenas responsável pelo resultado final, mas sim por facilitar o processo, ajudar a tecnologia a encontrar-se com os participantes e estruturar sistemas de co-criação. Este papel aproxima-se do conceito de “metadesigner” proposto por De Mul (2011), segundo o qual o designer deixa de se limitar à conceção de objetos e passa também a estruturar espaços de design nos quais os utilizadores podem participar enquanto co-designers, mesmo sem possuírem conhecimentos especializados de design.

Zhou et al. (2019) mostram que a co-criação com impressão 3D pode aumentar a participação e a autonomia dos participantes, mas exige uma mediação ativa do designer. Eles usam o modelo DART (Diálogo, Acesso, Avaliação do Risco e Transparência) para analisar esses processos.

Os resultados da sua investigação mostram que os participantes têm dificuldade em criar e adaptar modelos 3D, o que reforça a necessidade de apoio técnico e de mediação por parte do designer, que assume um papel importante na articulação entre as ideias dos participantes e os requisitos técnicos do processo de impressão 3D.

Isso demonstra que, mesmo com mais autonomia dos participantes, o designer ainda é central no processo de co-criação, mas de uma forma diferente.

Esta mudança no papel do designer é uma mudança de paradigma no design contemporâneo. O designer deixa de ser apenas o autor e passa a ser alguém que facilita, medeia e gerencia processos colaborativos.

Em contextos de co-criação com impressão 3D, o designer é uma espécie de ponte entre participantes, tecnologia e viabilidade produtiva. Estrutura processos, traduz contribuições e orienta decisões.

Isto exige novas competências, como comunicação, colaboração, adaptação tecnológica e gestão de processos. O designer de hoje é mais híbrido, relacional e estratégico.

Esta transformação não implica uma diminuição da relevância do designer, mas antes uma reconfiguração da sua prática para modelos mais colaborativos e participativos, nos quais assume funções de facilitação, mediação e articulação entre participantes, tecnologia e requisitos do projeto.

2.7 Estudos recentes e lacunas de investigação

A relação entre co-criação e impressão 3D tem sido analisada a partir de diferentes perspetivas, nomeadamente no que diz respeito à participação dos utilizadores, à inovação e às possibilidades proporcionadas pelos ambientes de fabrico digital. Rayna et al. (2015) analisam o papel das plataformas de impressão 3D na co-criação e na inovação dos utilizadores, destacando as possibilidades de personalização, adaptação e produção de objetos a partir de modelos digitais. Mais recentemente, Khan et al. (2023) realizaram uma revisão sistemática da literatura sobre co-criação através de tecnologias de fabrico digital, identificando diferentes abordagens e formas de participação. A análise evidencia a presença de práticas colaborativas e de co-design associadas a estes contextos, contribuindo para compreender de que forma as tecnologias de fabrico digital podem apoiar o envolvimento de diferentes intervenientes no processo de desenvolvimento.

A diversidade de abordagens identificada por Khan et al. (2023) demonstra também que a co-criação não corresponde a um único modelo de participação. Diferentes processos podem envolver níveis distintos de colaboração, experimentação e intervenção dos participantes, colocando igualmente diferentes exigências ao designer enquanto responsável pela orientação e mediação do processo.

Esta dimensão pode ser relacionada com a perspetiva de Björgvinsson et al. (2010), que enquadram o design participativo enquanto prática que ultrapassa momentos isolados de participação e se desenvolve através de processos e relações estabelecidos entre diferentes intervenientes. Por sua vez, Soomro et al. (2022), ao analisarem ambientes Fab Lab e a sua relação com a criatividade, evidenciam características destes espaços que favorecem a experimentação, a aprendizagem e o desenvolvimento de atividades criativas.

A articulação entre estas perspetivas permite observar diferentes dimensões do mesmo fenómeno. Enquanto Rayna et al. (2015) abordam as possibilidades de co-criação e inovação associadas às plataformas de impressão 3D, Khan et al. (2023) sistematizam diferentes formas de co-criação apoiadas por tecnologias de fabrico digital. Björgvinsson et al. (2010) permitem enquadrar estas práticas numa perspetiva mais ampla de participação e colaboração, enquanto Soomro et al. (2022) contribuem para compreender as características dos Fab Labs enquanto ambientes de experimentação e criatividade. Em conjunto, estes contributos reforçam a necessidade de analisar não apenas a tecnologia utilizada, mas também as relações e processos que se estabelecem entre os diferentes intervenientes.

Neste contexto, torna-se particularmente relevante compreender a intervenção do designer na articulação entre os contributos dos participantes e as possibilidades técnicas existentes. A análise destes processos exige, por isso, uma abordagem que permita observar a prática de design e refletir sobre as decisões tomadas durante o seu desenvolvimento. Zimmerman et al. (2007) destacam, neste sentido, o Research Through Design como uma abordagem através da qual a prática projetual pode contribuir para a produção de conhecimento em design.

A literatura analisada permite, assim, identificar uma oportunidade para aprofundar empiricamente as dinâmicas de interação entre designers, participantes e tecnologias de fabrico digital. Neste

sentido, a presente investigação procura contribuir para essa compreensão através da articulação entre enquadramento teórico, observação de contextos de fabrico digital e desenvolvimento de uma componente prática de co-criação, enquadrada numa abordagem de Research Through Design.



Figura 13 – Diagrama de conceitos

Fonte: Elaboração própria

3. Metodologia

3.1 Abordagem da investigação

Esta investigação procura entender como é que as pessoas criam e interagem com produtos quando utilizam a impressão 3D. Para isso, adota uma abordagem qualitativa que estuda as experiências e interações entre designers e utilizadores em contextos reais.

O estudo assume uma perspetiva interpretativista. Isto significa que se concentra na análise das práticas, dos significados e das experiências dos participantes. De acordo com Creswell e Poth (2018), esta abordagem permite uma compreensão profunda de fenómenos complexos, com base nas perspetivas e experiências dos participantes.

A metodologia utilizada enquadra-se no Research Through Design (RtD). Esta abordagem considera a prática projetual como um meio de investigação e produção de conhecimento, através do desenvolvimento de artefactos, da experimentação e da reflexão crítica sobre o próprio processo de design. Frayling (1993) identificou três tipos de investigação em design: research into design, research through design e research for design. Este estudo enquadra-se no research through design, pois gera conhecimento através do desenvolvimento de um artefacto e da reflexão sobre o processo de design conforme demonstrado na componente prática desta investigação. Também Zimmerman et al. (2007) destacam que o Research Through Design permite criar conhecimento através da elaboração de artefactos e da análise do processo de design. Isso ajuda a compreender práticas e contextos complexos.

O projeto prático desenvolvido serve como objeto de investigação e instrumento metodológico (Giaccardi e Stappers, 2017). Permite explorar, testar e analisar as dinâmicas de co-criação com impressão 3D. Através da iteração, experimentação e documentação do processo, é possível produzir conhecimento sobre o papel do designer.

Assim, o Research Through Design é complementado por métodos qualitativos. Entre eles, entrevistas semiestruturadas, observação participante e análise de contextos reais. Isso permite combinar a prática projectual e a investigação empírica.

3.2 Estratégias de recolha de dados

A estratégia metodológica combina investigação empírica e desenvolvimento prático, articula observação, análise e experimentação. O estudo estrutura-se em três componentes principais:

observação dos participantes em contextos de fabrico digital;

entrevistas semiestruturadas a participantes envolvidos nos processos de co-criação;

desenvolvimento de um projeto prático de co-criação mediado por impressão 3D.

Esta combinação permite analisar o fenómeno de forma integrada e cruzar diferentes tipos de dados.



Figura 14 - Metodologia da tese

Fonte: Elaboração própria

A investigação foi realizada em Fab Labs e makerspaces da região Norte de Portugal. Esses locais foram escolhidos por serem ambientes dinâmicos de fabrico digital e trabalho em equipa no design. Lá, é possível observar diretamente como designers, participantes e tecnologias de impressão 3D colaboram na criação de produtos.

A seleção destes locais foi baseada em alguns critérios importantes:

* Acesso a equipamentos de impressão 3D

- * Práticas de trabalho em equipa
- * Diversidade de perfis de participantes
- * Possibilidade de acompanhar os processos

A escolha desses locais justifica-se pela sua importância no cenário da fabricação digital e pela variedade de práticas colaborativas que oferecem. Estes espaços reúnem pessoas com diferentes perfis, como designers, estudantes, técnicos e utilizadores sem formação específica em design. Isso permite observar várias formas de interação e participação. Além disso, os Fab Labs e makerspaces são ambientes muito relevantes para esta investigação. Eles têm uma forte componente experimental e colaborativa, e frequentemente integram tecnologias de fabricação digital nos processos de desenvolvimento de produtos.

3.3 Técnicas de recolha de dados

3.3.1 Observação participante

A observação participante constituiu uma das principais técnicas de recolha de dados. A investigação acompanhou as sessões de trabalho, as atividades de co-criação e os processos de prototipagem, podendo participar de forma ativa e reflexiva.

Foi também possível observar alguns aspetos importantes, como as interações entre designers e utilizadores, as formas de tomada de decisão, os momentos de mediação do designer e as limitações e oportunidades associadas à impressão 3D.

Os dados foram registados por meio de notas de campo e documentação visual. Ao participar ativamente, podemos compreender melhor as dinâmicas observadas, o que nos permite identificar aspetos que seriam difíceis de captar apenas se observados de fora. A observação participante é fundamental para isso, pois permite que a investigação se envolva de forma mais profunda e dessa maneira seja mais complexa.

3.3.2 Entrevistas semiestruturadas

Foram realizadas entrevistas com designers, técnicos e utilizadores que participaram em processos de co-criação. Essas entrevistas permitiram-nos entender melhor como é que as pessoas veem a co-criação, o que o designer faz e como a impressão 3D afeta o processo de design.

Estas tiveram um roteiro básico, mas flexível, que se concentrou em temas importantes como o papel do designer, a participação do utilizador e o uso da impressão 3D na co-criação. Todo o roteiro está disponível no Apêndice A.

3.3.3 Documentação do processo

A documentação do processo incluiu registos fotográficos, modelos digitais, protótipos impressos e versões intermédias do projeto. Estes elementos permitiram acompanhar as diferentes etapas de desenvolvimento, desde as primeiras propostas até à definição das soluções finais, tornando possível registar as alterações realizadas ao longo do processo de co-criação.

Os modelos digitais e os protótipos físicos permitiram documentar a evolução formal e funcional das propostas, nomeadamente as alterações relacionadas com dimensões, proporções, configuração dos módulos e respetiva organização. O registo das diferentes versões tornou-se particularmente relevante num processo de carácter iterativo, uma vez que permitiu comparar soluções, identificar modificações e compreender de que forma os contributos dos participantes se refletiram no desenvolvimento do projeto.

Os registos fotográficos foram utilizados para documentar diferentes momentos da componente prática, incluindo a experimentação e avaliação dos protótipos e das diferentes configurações desenvolvidas. Esta documentação permitiu preservar evidências visuais do processo e complementar a informação recolhida através da observação e das entrevistas.

Desta forma, a documentação não foi utilizada apenas como registo do resultado final, mas como instrumento de acompanhamento e análise do próprio processo de desenvolvimento. A organização dos diferentes registos permitiu reconstruir a evolução das propostas e apoiar a análise crítica da relação entre participação dos utilizadores, decisões de design, prototipagem e sucessivas iterações.

3.4 Seleção dos participantes

A seleção dos participantes foi realizada de acordo com as diferentes etapas da investigação e com os objetivos definidos para cada uma delas. Na componente de investigação associada aos contextos de fabrico digital, foram realizadas quatro entrevistas a profissionais com experiência em design, co-criação e/ou utilização de tecnologias de fabrico digital, procurando recolher perspetivas fundamentadas na experiência prática destes contextos.

Na componente prática de co-criação participaram cinco utilizadores, selecionados de forma a integrar diferentes perfis, necessidades e níveis de familiaridade com o design e o fabrico digital. A diversidade dos participantes procurou permitir a exploração de diferentes formas de utilização e personalização do sistema modular desenvolvido durante o projeto, evitando que as propostas resultassem de um único perfil de utilização.

A inclusão destes diferentes grupos permitiu analisar o objeto de estudo a partir de perspetivas complementares: por um lado, através da experiência dos quatro profissionais entrevistados e, por outro, através da participação direta dos cinco utilizadores no workshop de co-criação. Esta opção permitiu relacionar os contributos recolhidos nas entrevistas com as observações realizadas durante o desenvolvimento da componente prática.

3.5 Procedimentos éticos

A investigação respeitou princípios éticos fundamentais, garantindo:

- consentimento informado dos participantes;
- anonimato e confidencialidade dos dados se os participantes assim o quisessem
- utilização responsável de imagens e registos;
- possibilidade de desistência a qualquer momento.

A participação no estudo foi voluntária, tendo todos os participantes sido previamente informados acerca dos objetivos da investigação e da forma como os dados recolhidos seriam utilizados. Foi obtido o consentimento informado para a participação e utilização dos contributos recolhidos no âmbito da dissertação. No caso dos profissionais entrevistados e identificados nominalmente ao longo do trabalho, foi igualmente obtida autorização para a utilização dos respetivos nomes e informações profissionais.

Relativamente aos participantes envolvidos na componente prática de co-criação, foi preservada a confidencialidade dos dados pessoais, sendo estes identificados através de códigos como a sua profissão ou os seus interesses ao longo da investigação.

3.6 Análise dos dados

Os dados recolhidos através das entrevistas, da observação participante e da componente prática foram analisados através de uma abordagem qualitativa, recorrendo à análise temática. Esta metodologia permite identificar, organizar e interpretar padrões de significado presentes nos dados, sendo particularmente adequada à análise de experiências, perceções e práticas dos participantes (Braun & Clarke, 2006).

O processo de análise envolveu uma leitura e revisão dos dados recolhidos, seguida da identificação de conteúdos relevantes para os objetivos da investigação. A partir desta análise foram identificados temas recorrentes relacionados com a participação dos utilizadores, as dinâmicas de co-criação, a utilização da impressão 3D, os processos de tomada de decisão e o papel desempenhado pelo designer.

Os temas identificados foram posteriormente relacionados com os conceitos abordados no enquadramento teórico e com as observações realizadas durante a componente prática. Esta articulação permitiu comparar diferentes fontes de informação e estabelecer relações entre os contributos dos participantes, as situações observadas e a literatura analisada.

A análise acompanhou as diferentes etapas da investigação, permitindo que os dados recolhidos nas entrevistas e nas sessões de co-criação contribuíssem para a interpretação do processo desenvolvido e para a discussão dos resultados apresentados nos capítulos seguintes.

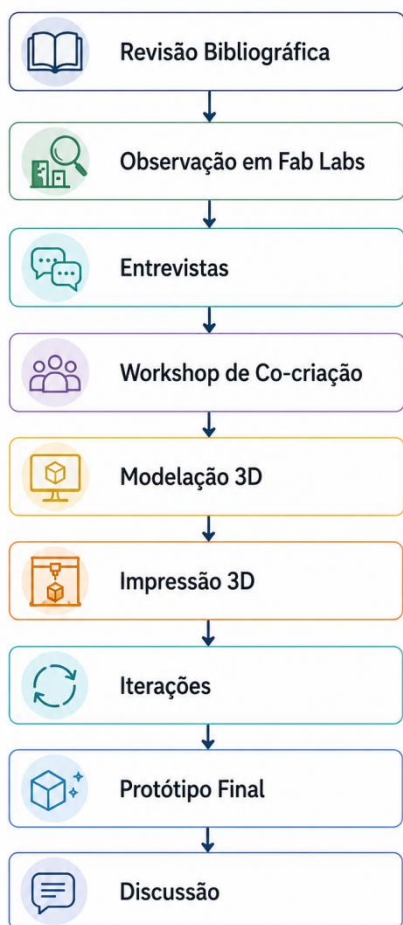


Figura 15 – Percurso metodológico completo

Fonte: Elaboração própria

4. Resultados da Investigação Empírica

4.1 Observações gerais das interações designer–utilizador

Foram feitas entrevistas com designers, técnicos e utilizadores que trabalham juntos em projetos de design, para entender melhor como é que eles se sentem e o que pensam sobre o papel do designer e a utilização da impressão 3D.

Em geral, essas conversas mostram que o trabalho em equipa é contínuo e ocorre ao longo de várias etapas do projeto. Isso é diferente de como as coisas eram feitas antes, quando os utilizadores só eram envolvidos no final. Agora, eles estão envolvidos desde o começo.

Os designers têm um papel importante em ajudar as pessoas a comunicar e a entender o que é necessário. Eles também ajudam a estruturar o projeto. A impressão 3D permite criar protótipos físicos, o que ajuda a tornar as ideias mais concretas e a comunicação entre as pessoas mais fácil. Um dos participantes disse que “poder testar diferentes versões do produto ajudou-me a entender melhor o que eu realmente precisava”. Isso demonstra como os protótipos físicos são importantes para a comunicação entre designers e utilizadores.

A análise mostrou que as interações entre designers e utilizadores não são apenas momentos isolados, mas um processo contínuo e dinâmico.

Muitos participantes destacaram a importância dos protótipos físicos para facilitar a comunicação e a tomada de decisão. Um deles disse que “a possibilidade de testar diferentes versões ajudou a entender melhor o que funcionava na prática”. Isso demonstra como a impressão 3D é relevante para experimentar e validar ideias.

Também se observou que a interação entre designers e utilizadores se torna mais dinâmica e contínua quando se usa fabrico digital, o que ajuda a adaptar e melhorar o projeto.

Numa fase seguinte, durante um workshop sobre co-criação, observou-se também que os participantes tinham facilidade em entender e manipular os módulos físicos. A utilização de protótipos tangíveis revelou-se particularmente relevante para estimular a discussão e facilitar a comunicação.

Os participantes reorganizaram constantemente os módulos de acordo com as suas necessidades, experimentando diferentes configurações até encontrarem soluções adequadas. Essa liberdade de configuração permitiu uma participação ativa no processo de design.

Os participantes também associaram imediatamente os módulos a objetos que usam diariamente, sugerindo adaptações específicas. Isso permitiu obter informações relevantes para o desenvolvimento das propostas. A visualização física das soluções também foi importante. Em alguns momentos, os participantes mudaram de opinião após interagirem com os módulos impressos em 3D, o que indica que a materialização das ideias influenciou a tomada de decisão. A análise sugere que a materialização rápida das ideias através da impressão 3D contribuiu significativamente para a comunicação entre participantes e designer. A possibilidade de observar, manipular e testar os módulos permitiu reduzir ambiguidades e facilitar a compreensão das propostas.

A participação dos utilizadores aumentou à medida que interagiam com os protótipos físicos. Estes resultados sugerem que a prototipagem não é apenas uma ferramenta de validação, mas também de envolvimento e aprendizagem ao longo do processo de co-criação.

4.2 Padrões e dinâmicas de co-criação identificados

A análise dos dados permitiu identificar diferentes dinâmicas de colaboração, influenciadas pelo contexto em que os processos de co-criação decorreram. Nos Fab Labs observados, verificaram-se práticas caracterizadas pela partilha de conhecimento, experimentação e utilização colaborativa dos recursos disponíveis. Em contextos mais estruturados, a participação dos utilizadores incidiu sobretudo nas fases de teste, avaliação e aperfeiçoamento das soluções.

Já em contextos de produção de carácter mais industriais, a criação de objetos é mais organizada e geralmente é liderada por designers ou equipas técnicas. As pessoas que vão usar as peças criadas participam mais nas fases de testes e ajustes, para garantir que as soluções sejam boas. Apesar destas diferenças, a impressão 3D assumiu, nos contextos analisados, um papel relevante na materialização rápida das propostas, permitindo testar e reformular diferentes soluções ao longo do processo. Permite ainda que as pessoas criem protótipos rapidamente, testem e melhorem as coisas.

Estes padrões mostram que a criação de qualquer objeto não é sempre feita da mesma maneira, mas sim de acordo com o local, as ferramentas disponíveis e a forma como os utilizadores querem participar.

A análise das sessões de trabalho em grupo revelou um processo marcadamente iterativo, verificando-se que os participantes reformularam as suas ideias em diferentes momentos ao longo das sessões. A possibilidade de experimentar diferentes configurações permitiu testar alternativas, identificar aspetos a modificar e ajustar progressivamente as propostas até alcançar soluções mais adequadas às necessidades identificadas.

pers

Os resultados sugerem que criar protótipos rapidamente é uma forma importante de explorar e experimentar. E também se viu que as decisões destes participantes eram influenciadas pelo que eles já conheciam e pelo que faziam no trabalho. Em vez de procurar uma solução que servisse para todos, elas queriam adaptar as coisas para atender às suas necessidades específicas e gostos pessoais.

Ter peças físicas para manipular ajudou muito na comunicação entre os designers e as pessoas que iam dar uso aos objetos criados. Muitas ideias que pareciam complicadas tornaram-se mais claras quando os utilizadores conseguiram manusear os protótipos.

Os utilizadores que participaram no processo de criação foram muito ativos, sugerindo melhorias em todos os aspectos. E observou-se que a criação de objetos não é um processo linear, mas sim uma série de experimentações, mudanças e adaptações.

Isso demonstra que criar objetos de forma modular é uma estratégia adequada às necessidades identificadas, porque permite que as pessoas encontrem soluções personalizadas sem precisar de criar peças completamente novas. A análise vem da forma como as coisas são montadas, e não necessariamente da criação de novas peças.



Figura 16 – Ciclo iterativo observado durante os processos de co-criação

Fonte: Elaboração própria

4.3 Desafios e tensões emergentes no processo

Os resultados mostram que existem muitos desafios quando se trata de criar objetos em conjunto. Um dos principais desafios é garantir que todos os participantes alcancem um entendimento comum entre si. Muitas vezes, há uma tensão entre o que as pessoas desejam e o que é possível fazer ou realizar. Um dos participantes disse que “às vezes imaginamos soluções que parecem fáceis, mas depois percebemos que há limitações técnicas e de produção”, o que mostra que é necessário alcançar um equilíbrio entre as expectativas dos participantes e as condicionantes técnicas o tempo todo e mais importante ainda, que o designer tem de conseguir explicar isto desde a fase inicial.

Outro desafio importante é gerir as contribuições de todos. Quando há muitas pessoas envolvidas, é preciso organizar o processo de tomada de decisão para que todas as perspetivas sejam consideradas sem comprometer o projeto.

Além disso, foram encontradas limitações na utilização da impressão 3D, como o tempo de produção, a escolha de materiais e a consistência dos resultados. E, como os projetos estão cada

vez mais complexos, é necessário ter conhecimento em várias áreas, como design, engenharia e tecnologia.

Esses desafios mostram que é relevante ter alguém para mediar e organizar o processo de criação em conjunto, como destacam os estudos sobre design participativo (Björgvinsson et al., 2010).

Durante a investigação, ficou claro que gerir as expectativas é um dos principais desafios. Muitas vezes, as pessoas têm ideias que não são tecnicamente possíveis de serem desenvolvidas com a impressão 3D.

Nessas situações, o designer precisa encontrar um meio-termo entre a criatividade, a funcionalidade e a viabilidade técnica. Isso demonstra que os processos de criação em conjunto são complexos e exigem negociação constante.

No caso do workshop realizado, apesar dos resultados positivos, foram encontrados alguns desafios.

Alguns participantes tiveram dificuldade em acomodar todos os objetos que queriam usando apenas os módulos disponíveis. Isso mostrou que é necessário encontrar um equilíbrio entre a modularidade, o tamanho e a funcionalidade.

Os participantes tinham perfis diferentes e necessidades distintas. Alguns queriam compartimentos para materiais de escrita, enquanto outros queriam espaços para dispositivos tecnológicos ou acessórios específicos.

Também houve uma tensão entre os critérios funcionais e as preferências estéticas. Alguns participantes queriam que o objeto fosse prático e tivesse espaço para armazenar soluções, enquanto outros importavam-se mais com a aparência e estética não atribuindo tanta importância à parte funcional.

A tecnologia de impressão 3D também impôs restrições, como o tamanho, o tempo de produção e o acabamento superficial, o que limitou algumas das propostas dos participantes.

Os desafios encontrados mostram que os processos de criação em conjunto exigem um equilíbrio constante entre a liberdade criativa e a viabilidade técnica. Embora os participantes tenham ideias diferentes e, às vezes, ambiciosas, a concretização dessas ideias depende da capacidade de se adaptar às limitações do processo produtivo.

Isso demonstra que o designer tem um papel importante como mediador, responsável por transformar as expectativas em soluções que possam ser feitas sem comprometer os objetivos do projeto.

4.4 Implicações para o papel do designer

Os resultados obtidos evidenciam uma transformação do papel do designer em contextos de co-criação apoiados por tecnologias de fabrico digital. Neste contexto, a sua intervenção não se limita à conceção formal ou estética do produto, abrangendo também funções relacionadas com a facilitação do processo participativo, a mediação entre diferentes intervenientes e a coordenação do desenvolvimento das propostas.

Durante o workshop, esta função tornou-se particularmente evidente na interação entre o

designer e os participantes. O designer procurou criar condições para que estes pudessem expressar as suas necessidades, preferências e ideias, apoiando posteriormente a sua tradução em soluções concretas. Esta função foi reconhecida pelos próprios participantes, tendo um deles referido que “o designer ajudava-nos a transformar ideias vagas em soluções concretas”. Este testemunho evidencia a importância da intervenção do designer na interpretação e estruturação dos contributos recolhidos durante o processo.

A mediação entre as expectativas dos participantes e as condicionantes técnicas constituiu igualmente uma dimensão relevante. Nem todas as ideias expressas podiam ser diretamente transformadas num objeto, sendo necessário considerar aspetos relacionados com a modelação 3D, as dimensões, os encaixes, o processo de impressão e a utilização dos diferentes componentes. O conhecimento técnico do designer permitiu, assim, articular as preferências individuais com as possibilidades de desenvolvimento e prototipagem das soluções. A experiência evidenciou também uma função de coordenação ao longo do processo. A organização da informação recolhida, a orientação das diferentes etapas e a integração dos contributos dos participantes foram necessárias para manter uma lógica comum no desenvolvimento do sistema modular, sem impedir a criação de configurações adaptadas às necessidades identificadas em cada caso.

Neste sentido, os resultados sugerem que a participação dos utilizadores não reduz a relevância do designer no processo de desenvolvimento. Pelo contrário, introduz novas exigências à sua atuação, combinando competências tradicionalmente associadas à conceção de produtos com capacidades de comunicação, facilitação, interpretação e articulação entre diferentes contributos. O papel do designer assume, assim, um carácter mais relacional e multidisciplinar, particularmente em processos nos quais a participação dos utilizadores e as tecnologias de fabrico digital estão presentes.

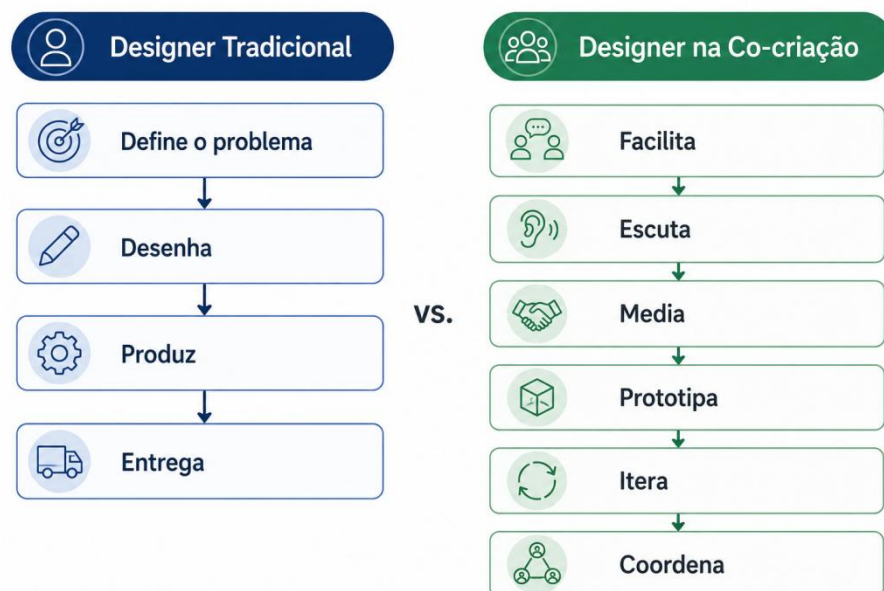


Figura 17 - Designer tradicional vs Designer na Co-criação

Fonte: Elaboração própria

4.5 Contextos Empíricos de Estudo

4.5.1 Entrevista 1 – VIVA Lab

O VIVA Lab constitui um exemplo de contexto de co-criação baseado em princípios de abertura, colaboração e experimentação. Neste espaço, o fabrico digital é utilizado como ferramenta de democratização do acesso ao design, permitindo a participação ativa de utilizadores, comunidades e diferentes instituições.

A co-criação é entendida como um processo estruturante, que envolve os participantes desde fases iniciais do desenvolvimento. A utilização de tecnologias como a impressão 3D permite acelerar os ciclos de prototipagem e facilitar a adaptação das soluções ao contexto.

Para além disso, destaca-se a importância de modelos de open design e produção distribuída, que permitem a replicação e adaptação de soluções em diferentes contextos geográficos referidos pelo entrevistado.

4.5.2 Entrevista 2 – Ricardo José

O caso de Ricardo José representa uma perspetiva mais próxima do contexto industrial e da consultoria em fabrico aditivo.

Neste contexto, a co-criação assume uma natureza mais orientada, sendo frequentemente mediada por equipas técnicas e centrada no desenvolvimento de produtos viáveis do ponto de vista técnico e económico. A impressão 3D é utilizada como ferramenta essencial para acelerar o desenvolvimento, reduzir riscos e permitir testes com utilizadores nas fases iniciais do processo. Segundo o participante, estes processos exigem tempo e dedicação, destacando-se a compreensão das necessidades do utilizador e a comunicação estabelecida ao longo do desenvolvimento.

A experiência do participante evidencia também a importância da integração entre diferentes áreas, como design, engenharia e produção, bem como a necessidade de uma visão holística do desenvolvimento de produto.

4.5.3 Entrevista 3 – Bruno Fernandes

O terceiro contexto empírico corresponde à perspetiva de um participante envolvido em processos de co-criação com apoio de tecnologias de fabrico digital. A entrevista permitiu compreender de que forma um utilizador sem especialização técnica em design experiencia a colaboração com designers ao longo do desenvolvimento de um produto.

O participante destacou a importância da comunicação contínua e da visualização rápida de ideias através de protótipos físicos produzidos em impressão 3D. Segundo a sua perspetiva, a possibilidade de observar e testar versões intermédias do produto contribuiu significativamente para a compreensão do processo e para a participação ativa na tomada de decisões.

Foi igualmente referido que a presença do designer desempenhou um papel essencial na tradução de ideias e limitações técnicas, facilitando a adaptação das propostas às possibilidades reais de

fabrico. A mediação do designer revelou-se particularmente importante em momentos de indecisão ou quando surgiam dificuldades relacionadas com ergonomia, materiais ou viabilidade produtiva.

A entrevista evidencia ainda que os processos de co-criação podem aumentar o sentimento de envolvimento e apropriação do utilizador relativamente ao produto final, reforçando a importância de práticas participativas no design contemporâneo.

4.5.4 Entrevista 4 – Rui Ribeiro

O quarto contexto empírico analisado corresponde à experiência de um participante que colaborou num processo de desenvolvimento de produto centrado na personalização e adaptação às suas necessidades específicas.

O participante referiu que a utilização da impressão 3D permitiu uma maior flexibilidade no desenvolvimento de soluções, sobretudo devido à rapidez de prototipagem e à possibilidade de realizar alterações ao longo do processo. Esta característica foi identificada como um fator diferenciador relativamente a métodos de produção tradicionais, nos quais a alteração de soluções implica frequentemente custos e tempos mais elevados.

Ao longo da entrevista, tornou-se evidente que a participação ativa do utilizador esteve fortemente relacionada com a possibilidade de experimentar fisicamente diferentes versões do produto. O contacto direto com os protótipos facilitou a comunicação entre participante e designer, permitindo uma avaliação mais concreta de aspetos funcionais, formais e ergonómicos.

A experiência relatada reforça também a importância do designer enquanto facilitador e elemento de articulação entre expectativas do utilizador e restrições técnicas do processo produtivo. Apesar da autonomia proporcionada pelas tecnologias digitais, o participante reconheceu a necessidade de acompanhamento técnico e orientação ao longo do processo de desenvolvimento.

Os dados recolhidos neste contexto reforçam a ideia de que a impressão 3D não apenas facilita a personalização de produtos, mas também transforma a forma como os utilizadores participam nos processos de design e desenvolvimento.

Como foi feita esta observação:



Figura 18 – Síntese dos resultados empíricos obtidos ao longo da investigação.

Fonte: Elaboração própria

5. Discussão

O presente capítulo tem como principal objetivo discutir os resultados obtidos na investigação empírica, estabelecendo uma articulação crítica entre os dados recolhidos e o enquadramento teórico apresentado. A análise permite compreender de que forma os processos de co-criação mediados pela impressão 3D influenciam o papel do designer, bem como identificar implicações para a prática contemporânea do design.

5.1 Confronto entre resultados e literatura

Os resultados das entrevistas mostram que as tendências atuais no design contemporâneo estão cada vez mais ligadas à co-criação. Isso significa que os participantes que utilizam os produtos ou serviços estão cada vez mais envolvidos no processo de criação.

Tal como defendem Prahalad e Ramaswamy (2004), o valor é criado quando diferentes pessoas trabalham juntas. Nos casos que analisamos, os utilizadores não apenas deram a sua opinião no final, mas também participaram desde o início do processo. Estes resultados convergem com Sanders e Stappers (2008), que conceptualizam a co-criação enquanto processo de participação ativa dos utilizadores, ou seja o design deve ser um processo colaborativo e assim foi, desde a fase inicial à fase final.

Os resultados também mostram que os participantes desempenham um papel muito importante na criação e melhoria dos produtos, especialmente quando têm acesso a ferramentas de fabrico digital. Esta observação está de acordo com o que Von Hippel (2005) propôs. Além disso, quando os utilizadores podem testar protótipos físicos, eles podem dar opiniões mais informadas e significativas sobre o design o que acaba por ter um resultado final mais satisfatório para estes, pois sentem que foi uma peça criada unicamente para uso exclusivo perante as necessidades deste.

Quando falamos da cultura maker e dos Fab Labs, os dados apoiam as ideias de Anderson (2012), e Manzini (2015). Eles mostram que novos modelos de produção baseados na colaboração e na partilha de conhecimento estão a surgir. Os espaços que analisamos demonstram que o fabrico digital permite criar soluções mais adaptadas às necessidades das pessoas e promove a participação ativa das comunidades.

Assim sendo, a impressão 3D também teve um papel importante, pois permite criar protótipos de forma eficiente e reduzir o tempo de desenvolvimento. Esta observação é consistente com a literatura sobre fabrico aditivo apresentada por Gibson et al. (2021), particularmente no que respeita à capacidade de produzir e iterar protótipos a partir de modelos digitais. Além disso, a impressão 3D também pode ajudar a promover a co-criação e a produção distribuída, como Rayna et al. (2015).

No entanto, os dados também mostram que a gestão de processos colaborativos pode ser complexa e que os designers precisam fazer mediação contínua. Isso demonstra que é relevante analisar o processo de design de forma mais aprofundada, além de apenas olhar para as tecnologias envolvidas.

No contexto desta investigação, esta função de mediação tornou-se particularmente evidente na transformação dos contributos dos participantes em decisões concretas de projeto. O designer assumiu a responsabilidade de interpretar necessidades e preferências, traduzi-las em requisitos formais e funcionais e conciliá-las com as possibilidades e limitações da modelação e da impressão 3D. Assim, a participação dos utilizadores não eliminou a intervenção do designer, mas alterou a natureza dessa intervenção, deslocando-a de uma lógica exclusivamente autoral para uma prática de orientação, interpretação e articulação ao longo do processo de desenvolvimento.

Resultado observado	Relação com a literatura	Interpretação
Participação ativa dos utilizadores ao longo do processo	Sanders & Stappers (2008)	A co-criação favorece o envolvimento dos utilizadores no desenvolvimento das soluções
Produção e teste de sucessivas versões dos protótipos	Zimmerman et al. (2007)	A iteração através da prática contribui para o desenvolvimento e avaliação das propostas
Utilização das mesmas peças para criar configurações diferentes	Pine & Gilmore (1999); Özdemir et al. (2022)	A modularidade permite responder a diferentes necessidades através da personalização
Impressão 3D utilizada para materializar e testar propostas	Gibson et al. (2021); Rayna et al. (2015)	A prototipagem facilita a experimentação e a participação durante o processo
Necessidade de articular ideias dos participantes com limitações técnicas	Björgvinsson et al. (2010); Manzini (2015)	O designer assume funções de mediação entre utilizadores, processo e condicionantes técnicas
Designer orienta, interpreta e facilita decisões	Manzini (2015); De Mul (2011)	O papel do designer evolui de autor exclusivo para facilitador e estruturador do processo colaborativo

Figura 19 – Relação entre resultados e literatura

Fonte: Elaboração própria

5.2 Contributos para o entendimento do papel do designer

A análise dos resultados ajuda a entender melhor o papel do designer quando as pessoas criam objetos juntas e com a impressão 3D. Isto evidencia uma mudança grande em relação ao modelo tradicional.

Os dados mostram que o designer é relevante para ajudar as pessoas a trabalhar em conjunto, traduzir ideias diferentes e garantir que as soluções sejam coerentes. Isto está de acordo com o que os teóricos dizem, que o design está a mudar para uma prática colaborativa, onde o designer não é mais o único criador, mas sim alguém que ajuda os processos a acontecer. Além de ajudar as pessoas a terem melhor comunicação, o designer também liga diferentes partes do projeto, como as partes técnica, social e produtiva. Neste caso, o designer é como um elo entre as pessoas que usam a tecnologia, a tecnologia em si e o contexto em que ela é usada. O designer precisa equilibrar a criatividade com as limitações técnicas e produtivas.

Os resultados também mostram que o designer precisa de ter muitas competências, não apenas as técnicas tradicionais do design. Competências como se comunicar bem, facilitar reuniões, gerir equipas e adaptar-se a diferentes situações sendo tudo isto fundamental para o designer trabalhar bem em processos de co-criação.

Portanto, podemos dizer que o designer de hoje tem um papel misto, que combina criatividade, mediação, estratégia e facilitação, refletindo a complexidade crescente dos processos de design na era digital.

5.3 Implicações para práticas contemporâneas de design

Os resultados da investigação têm implicações importantes para o design atual, especialmente quando se trata de integrar tecnologias de fabrico digital.

Em primeiro lugar, notamos que o processo de design está a mudar. Este deixa de ser centrado apenas no designer e passa a ser mais colaborativo e participativo. Isso significa que precisamos de desenvolver métodos que incluam os utilizadores ativamente em todo o processo, para que as soluções sejam mais adequadas às suas necessidades reais e as suas expectativas finais.

Em segundo lugar, a impressão 3D e outras tecnologias de fabrico digital permitem que os processos de desenvolvimento sejam mais rápidos. Isso facilita a experimentação e a melhoria contínua. Com isso, surgem modelos de produção mais flexíveis, que se baseiam na personalização e na adaptação às necessidades específicas em cada contexto diferente.

Além disso, a possibilidade de produção distribuída e a partilha de arquivos digitais abrem novas oportunidades para o design. Isto é especialmente verdadeiro para o design aberto e para a colaboração em rede. Estes modelos permitem que as soluções sejam replicadas e adaptadas em diferentes contextos, contribuindo para práticas mais sustentáveis e resistentes.

Por fim, os resultados mostram que precisamos repensar a forma como os designers são treinados. Estes precisam não apenas de competências técnicas, mas também de competências para trabalhar em grupo, ter facilidade em comunicar bem e gerir processos complexos.

A partir da articulação entre os resultados obtidos e a literatura analisada, é possível responder de forma direta às três questões de investigação formuladas no início deste trabalho.

Relativamente à primeira questão — “De que maneira a impressão 3D afeta os processos de co-criação no design?” —, os resultados sugerem que a impressão 3D favorece os processos de co-criação ao permitir a rápida materialização das propostas e a realização de sucessivos ciclos de experimentação, avaliação e reformulação. Ao longo da componente prática, a produção de diferentes versões dos módulos permitiu aos participantes interagir fisicamente com as propostas, compreender melhor aspetos como dimensões, proporções, organização e possibilidades de combinação e, a partir dessa experiência, consolidar ou reformular as suas preferências. A impressão 3D funcionou, assim, não apenas como uma tecnologia de prototipagem, mas também como uma ferramenta de comunicação e apoio à tomada de decisão durante o processo colaborativo. Quanto à segunda questão — “Quais são os papéis do designer em situações de co-criação que envolvem a impressão 3D?” —, os resultados evidenciam que o designer assume funções que ultrapassam a conceção formal do produto. Ao longo do processo, a sua intervenção envolveu a facilitação da participação, a interpretação das necessidades e preferências dos utilizadores, a mediação entre essas expectativas e as condicionantes técnicas e a coordenação das diferentes etapas de desenvolvimento. O conhecimento associado à modelação e à impressão 3D permitiu ainda transformar os contributos dos participantes em propostas tecnicamente concretizáveis. A co-criação não elimina, portanto, a intervenção do designer, mas altera a natureza da sua atuação, atribuindo maior relevância às competências de comunicação, mediação, interpretação e coordenação.

Relativamente à terceira questão — “Como se dão as interações entre designers e participantes em ambientes de fabrico digital?” —, no contexto analisado, as interações desenvolveram-se através de um processo contínuo de comunicação, experimentação e feedback. Os participantes contribuíram com as suas necessidades, preferências e avaliações das diferentes propostas, enquanto o designer apoiou a tradução desses contributos em soluções de projeto. A utilização de protótipos físicos criou um elemento comum de discussão, permitindo que as decisões fossem tomadas a partir da observação e manipulação das soluções e não apenas através de descrições verbais ou representações digitais. As interações assumiram, desta forma, um carácter iterativo, no qual as propostas eram materializadas, avaliadas e posteriormente ajustadas. Em conjunto, estas respostas permitem compreender que, no contexto específico desta investigação, a impressão 3D contribuiu para tornar o processo de co-criação mais iterativo e participativo, enquanto o designer assumiu uma função de articulação entre os contributos dos utilizadores e as possibilidades técnicas de desenvolvimento. Estes resultados permitem responder ao objetivo principal da investigação, centrado na compreensão da influência da impressão 3D na redefinição do papel do designer em processos de co-criação.

5.4 Limitações do estudo

Apesar dos contributos identificados, esta investigação apresenta algumas limitações. O número reduzido de participantes e a realização do estudo em contextos específicos limitam a

possibilidade de generalização dos resultados. A componente prática correspondeu ao desenvolvimento e prototipagem de um sistema modular, tendo os protótipos físicos sido utilizados para testar aspetos como a geometria, as dimensões, as proporções e a configuração das diferentes propostas. A investigação centra-se em contextos específicos, nomeadamente Fab Labs e ambientes ligados ao fabrico digital, podendo não refletir a totalidade das práticas de design existentes noutros setores ou contextos.

Por fim, a ausência de uma observação participante prolongada constitui uma limitação, na medida em que poderia permitir uma compreensão mais aprofundada das dinâmicas de co-criação em tempo real.

6. Investigação aplicada: O sistema modular de secretária

6.1 Justificação e Enquadramento do Projeto

A componente prática da investigação teve como objetivo principal explorar a relação entre a impressão 3D e os processos de co-criação. Esta componente foi desenvolvida criando um sistema organizador modular para secretária. Etapa esta que permitiu explorar, através da prática projetual, os conceitos abordados no enquadramento teórico, observar de que forma os participantes intervêm no processo de co-criação quando têm acesso a ferramentas de prototipagem rápida.

A escolha de um organizador de secretária foi uma decisão consciente. Pretendeu-se desenvolver um objeto que pudesse se adaptar a diferentes perfis de utilizadores sem grandes dificuldades. Além disto, procurou-se observar e explorar conceitos importantes como a capacidade de mudar as peças para se adequar às necessidades individuais de cada um, a possibilidade de personalizar e a participação ativa das pessoas no processo de design.

A impressão 3D desempenhou, neste processo, um papel que ultrapassou a simples produção dos protótipos. A possibilidade de materializar rapidamente as propostas permitiu aos participantes avaliar fisicamente dimensões, proporções e configurações, tornando o feedback mais concreto e contribuindo para sucessivas reformulações. Deste modo, estabeleceu-se um processo iterativo entre materialização, avaliação e alteração, no qual o protótipo funcionou também como meio de comunicação entre o designer e os participantes.

A impressão 3D foi usada de duas maneiras: como tecnologia para desenvolver soluções e como ferramenta para comunicar, modificar e experimentar. Com esta, conseguimos criar diferentes partes do organizador rapidamente partes estas que se iriam unir de forma magnética á sua componente escolhida. Isso permitiu testar diferentes configurações e ouvir o que as pessoas achavam ao longo do desenvolvimento do projeto.



Figura 20 - Peças exemplo para os participantes

Fonte: Elaboração própria

6.2 Definição do conceito e requisitos do artefacto

O workshop de co-criação foi organizado para entender como é que as pessoas organizam os seus espaços de trabalho e quais são suas necessidades em relação a sistemas organizadores modulares. Neste workshop, foram apresentados vários módulos magnéticos tridimensionais impressos em 3D, com diferentes formas e tamanhos. Os participantes tiveram oportunidade de manipular esses módulos, experimentar diferentes configurações e pensar sobre como é que eles poderiam atender às suas necessidades específicas.

A atividade foi dividida em quatro etapas principais. Na primeira etapa, os participantes responderam a perguntas sobre seus hábitos de trabalho, objetos que usam frequentemente, problemas de organização e preferências estéticas. Isso ajudou a entender melhor como as pessoas trabalham e o que é que elas precisam para se organizar melhor.

Na segunda etapa, os participantes analisaram os diferentes módulos disponíveis e pensaram sobre como poderiam usá-los. Eles identificaram possíveis utilizações para cada módulo magnético fazendo varias uniões e começaram a entender como é que eles poderiam ser usados para atender às suas necessidades.

Na terceira etapa, cada participante pôde reorganizar os módulos livremente, criando uma proposta personalizada para atender às suas necessidades pessoais. Não existia uma forma correta ou incorreta, e todos os participantes tiveram oportunidade de criar algo único, adaptado às suas necessidades específicas. Os módulos podiam variar em tamanho e altura, dependendo do que cada pessoa precisava.

Na quarta e última etapa, as propostas foram discutidas em conjunto. Isso permitiu que os participantes entendessem melhor as razões por trás das escolhas feitas por cada um e identificassem padrões de utilização. A utilização de protótipos físicos foi fundamental para estimular a participação dos utilizadores e facilitar a comunicação de ideias. Isso mostrou que, ao trabalhar em junto e ao compartilhar ideias, é possível criar soluções inovadoras e personalizadas para atender às necessidades de cada pessoa.

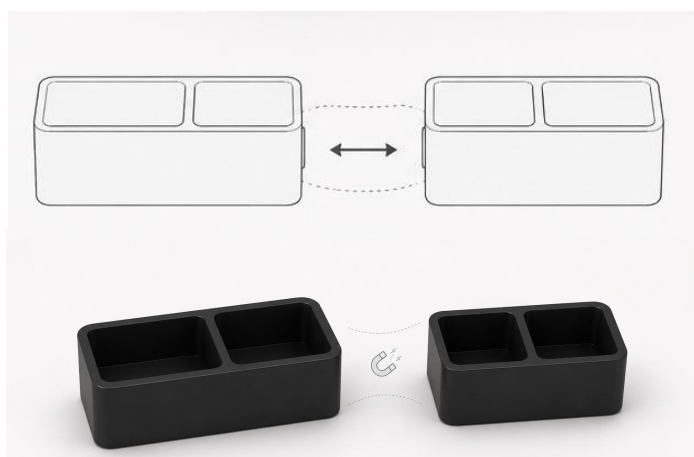


Figura 21 - União das peças utilizadas no Workshop

Fonte: Elaboração própria

6.3 Participantes do Workshop

O workshop contou com a participação de cinco indivíduos com perfis distintos. A diversidade dos participantes permitiu explorar diferentes necessidades funcionais, preferências estéticas e formas de utilização do objeto desenvolvido.

Participante	Perfil	Necessidades Principais
P1	Estudante Universitário	Organização de material de estudo e acessórios tecnológicos
P2	Designer Gráfico	Organização de materiais criativos e de desenho
P3	Engenheiro	Organização funcional de acessórios de trabalho
P4	Arquiteta	Organização de instrumentos técnicos de desenho
P5	Empresário	Organização de objetos pessoais e profissionais

Figura 22 – Quadro dos participantes do Workshop

Fonte: Elaboração própria

6.3.1 Participante 1 – Estudante Universitário

O primeiro participante foi um estudante universitário, escolhido pela sua idade 22 anos e pelas suas necessidades.

Este realizava a maior parte das suas atividades académicas através de um computador portátil. Referiu utilizar frequentemente canetas, marcadores, post-its, auriculares e pequenos acessórios tecnológicos. Manifestou um interesse por soluções compactas, facilmente reorganizáveis e capazes de acompanhar diferentes necessidades ao longo do semestre.

Valorizou sobretudo a funcionalidade e a simplicidade formal do objeto. Falou que teria de ser um objeto adaptável a diferentes espaços, nada muito elaborado pois queria alguma coisa com um valor económico baixo. O produto foi concebido para ser fabricado em plástico ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), na cor preta, com acabamento mate de textura fina, conferindo-lhe elevada resistência ao impacto, durabilidade e uma estética contemporânea, adequada a ambientes de trabalho.

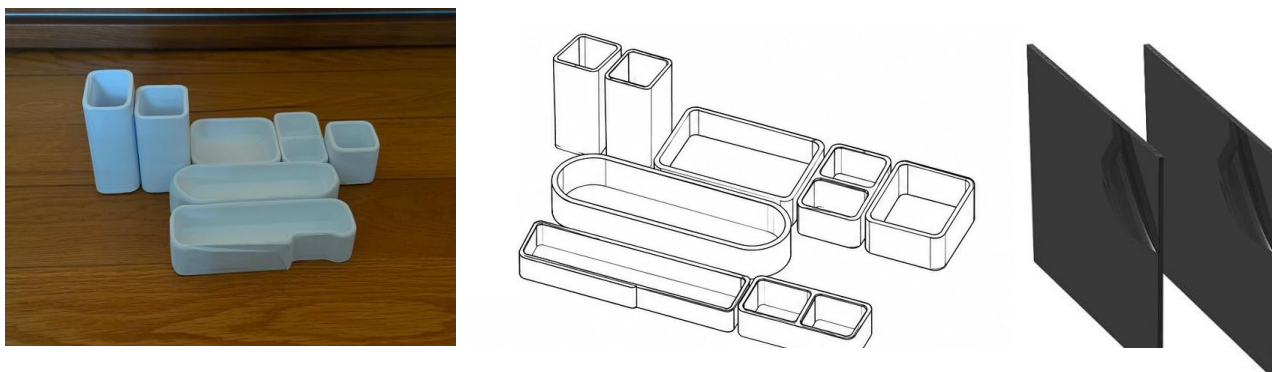


Figura 23 - Objeto inial Participante 1

Fonte: Elaboração própria

6.3.2 Participante 2 – Designer Gráfico

Este segundo participante desempenhava funções na área do design gráfico. Utilizava regularmente marcadores, lápis, sketchbooks e ferramentas digitais. Demonstrou especial preocupação com a relação entre funcionalidade e estética, valorizando materiais diferenciadores e uma linguagem visual adequada ao espaço de trabalho, referiu “quero algo bonito, que seja a minha cara” e depois de muitos estudos sobre os matérias que mais se adequavam ao objeto final chegamos á conclusão que mármore seria o material ideal. Durante a atividade demonstrou também preferência por configurações organizadas por categorias de utilização.



Figura 24 - Objeto inicial Participante 2

Fonte: Elaboração própria

6.3.3 Participante 3 – Engenheiro

O terceiro participante trabalhava na área da engenharia.

As suas necessidades estavam relacionadas principalmente com a organização de canetas, telemóvel, documentos e pequenos acessórios de escritório.

Demonstrou preferência por soluções pragmáticas e altamente funcionais, valorizando a clareza visual e a facilidade de acesso aos objetos. Referiu que o objeto teria de ter um material único mas ao mesmo tempo nada de muito elaborado, pois tinha pessoas de vários estatutos económicos, muito diferenciados a passar pela sua zona de trabalho. Escolhemos um acabamento cinzento requintado mas ao mesmo tempo que não chamasse muito á atenção. Foi escolhido então depois de visualizada a impressão 3D final o Compósito mineral Mate para esta peça.

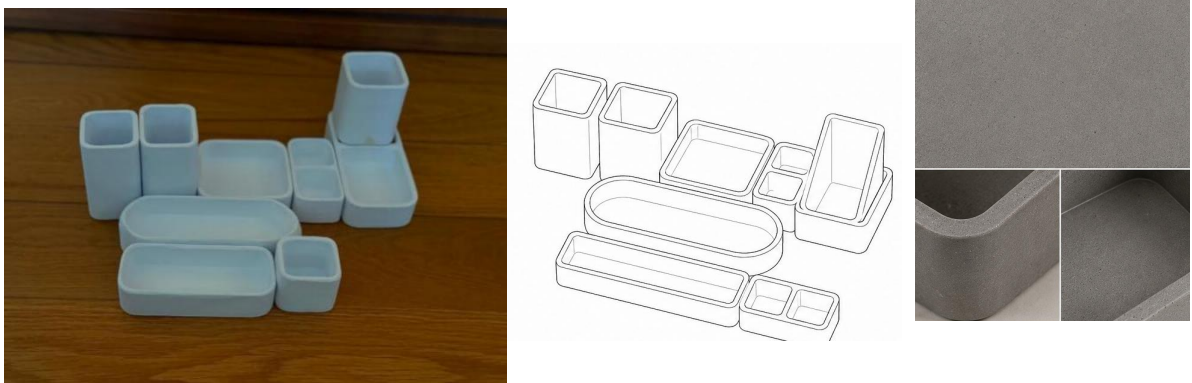


Figura 25 – Objeto inicial Participante 3

Fonte: Elaboração própria

6.3.4 Participante 4 – Arquiteta

A quarta participante exercia uma atividade profissional na área da arquitetura.

Utilizava frequentemente lápis técnicos, régua, marcadores e outros materiais associados ao desenho e modelação.

Demonstrou preferência por sistemas modulares capazes de organizar diferentes categorias de materiais sem comprometer a estética do espaço de trabalho. Referiu ter a necessidade de vários suportes pequenos para guardar bicos de lapiseira e outros objetos pequenos que costuma perder com facilidade. Disse também gostar de uma estética organizada geometricamente, para de alguma forma se enquadrar com o seu trabalho. A nível de material final escolhemos um compósito mineral de acabamento mate.



Figura 26 – Objeto inicial Participante 4

Fonte: Elaboração própria

6.3.5 Participante 5 – Empresário

O quinto participante desenvolvia atividade empresarial e utilizava regularmente o telemóvel, cartões de visita, chaves e pequenos objetos pessoais.

Manifestou preferência por soluções discretas, elegantes e com uma aparência mais premium.

A organização eficiente e o acesso rápido aos objetos foram identificados como os aspetos mais relevantes para este participante. Referiu que o objeto final teria outra finalidade para além de matérias como canetas e lápis, queria um espaço para a chave do carro, para os seus cartões de visita e ainda para colocar a sua carteira. Depois das peças escolhidas chegamos á conclusão que a madeira de noqueira seria o material final destas peças.

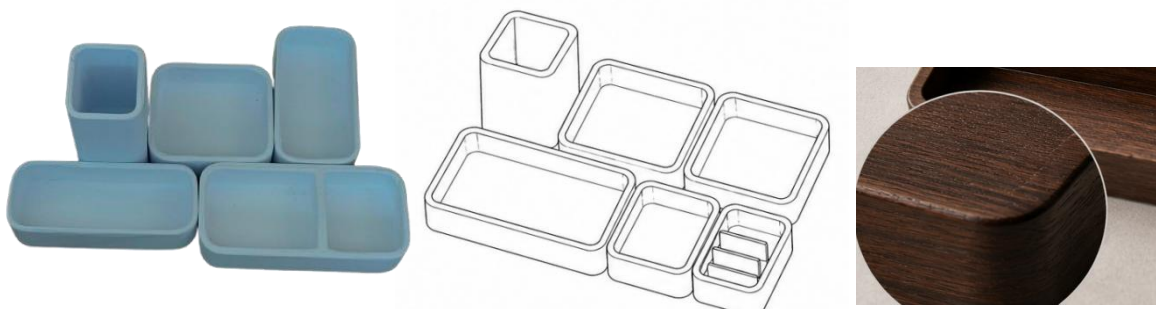


Figura 27 – Objeto inicial Participante 5

Fonte: Elaboração própria

6.3.6 Síntese das Necessidades Identificadas

A análise feita pelos participantes mostrou que, apesar das diferenças no trabalho de cada um das suas necessidades distintas e da idade muito divergente, existiam necessidades que apareciam o tempo todo. Dois pontos importantes chamaram a atenção: a necessidade de uma organização eficiente no local de trabalho e a facilidade de acessar as soluções mais utilizadas. Além disso, a capacidade de adaptar o sistema para diferentes situações de uso também foi destacada. Mesmo com as diferenças entre os participantes, todos pareciam gostar de soluções que pudessem ser facilmente mudadas e adaptadas. Isso mostrou que a escolha de usar uma abordagem modular com um equipamento magnético no projeto foi uma boa ideia. Com poucos componentes, é possível atender a diferentes necessidades ao mesmo tempo, o que torna o sistema mais flexível e útil.

6.4. Desenvolvimento, prototipagem e iteração com impressão 3D

Com base nas informações recolhidas durante o workshop, foram desenvolvidas várias propostas de configuração do sistema modular. Cada proposta teve como objetivo responder às necessidades específicas identificadas pelos participantes, mantendo uma linguagem formal coerente e um elevado grau de flexibilidade. Para o desenvolvimento destas soluções, foi utilizada modelação tridimensional digital, permitindo ajustar as dimensões, proporções e funcionalidades. Cada proposta teve como objetivo atender às necessidades específicas identificadas pelos participantes, mantendo uma linguagem formal clara e uma grande flexibilidade. Para criar essas soluções, foi utilizada modelação tridimensional digital, o que permitiu ajustar rapidamente as dimensões, proporções e funcionalidades.

Durante o processo, notou-se que diferentes utilizadores tendiam a preferir combinações diferentes de módulos, o que mostrou a importância da modularidade como uma estratégia para personalizar o sistema. Além disso, os participantes demonstraram facilidade em perceber quando era necessário fazer ajustes no tamanho de algumas peças para melhor atender às suas expectativas.

As propostas desenvolvidas mostraram que um mesmo conjunto de peças pode ser utilizado para criar múltiplas soluções adaptadas a diferentes contextos de uso e espaço. Ao comparar as diferentes propostas, ficou claro que as necessidades específicas de cada participante influenciaram significativamente as configurações finais. Enquanto alguns participantes priorizaram compartimentos para material de escrita e estudo, outros queriam integrar dispositivos tecnológicos, objetos pessoais ou materiais profissionais específicos.

Essa diversidade de soluções confirma que a modularidade permitiu atender às diferentes formas de uso sem comprometer a coerência formal do sistema desenvolvido. Isto demonstra que o sistema modular é capaz de se adaptar às necessidades únicas de cada utilizador, o que é muito importante para criar um sistema que seja realmente útil e prático.

6.4.1 Iteração e Aprendizagem através da Prototipagem

Um dos aspectos mais relevantes identificados durante o desenvolvimento do projeto foi a importância da impressão 3D como ferramenta para experimentar e aprender. Embora os modelos digitais estivessem definidos, verificou-se que muitas das decisões sobre dimensões, proporções e relações entre os módulos só puderam ser confirmadas após a produção de protótipos físicos.

Durante o processo, foram realizadas várias impressões dos mesmos módulos, uma vez que algumas dimensões que pareciam adequadas no ambiente digital não apresentaram os mesmos resultados quando materializadas em protótipos físicos.

A possibilidade de imprimir versões sucessivas permitiu testar diferentes alturas, larguras e profundidades, contribuindo para o ajustamento progressivo das configurações. Isso está de acordo com o que Gibson et al. (2021) identificam como uma das principais vantagens do fabrico aditivo: a capacidade de realizar ciclos rápidos de prototipagem e iteração ao longo do desenvolvimento.

Este processo mostrou uma das principais vantagens da impressão 3D em design: a capacidade de transformar ideias em objetos físicos rapidamente, permite avaliar, corrigir e melhorar em ciclos curtos. Em vez de ser apenas uma ferramenta para a produção final, a impressão 3D desempenhou também um papel ativo na construção do conhecimento do projeto.

Importa salientar que, nesta fase, a impressão 3D foi utilizada essencialmente como ferramenta de prototipagem e desenvolvimento, permitindo testar dimensões, proporções, encaixes e diferentes configurações até à definição formal das soluções finais. Os protótipos impressos não correspondem, assim, necessariamente aos materiais previstos para uma eventual produção definitiva. Após a estabilização da geometria de cada proposta, foram definidos materiais e acabamentos específicos de acordo com as características estéticas e funcionais associadas a cada utilizador, posteriormente representados nas visualizações finais do projeto.

6.4.2 Da peça individual ao sistema modular

Inicialmente, o projeto partiu da definição de módulos básicos interligados de forma magnética. Durante o processo de co-criação, verificou-se que essas mesmas peças podiam ser reorganizadas, repetidas e combinadas de diferentes formas, originando soluções distintas. Embora todos os participantes tenham começado com a mesma base, as propostas finais mostraram necessidades e interpretações variadas desde o tamanho dos próprios objetos até o material mais ou menos requintado. Isso vai ao encontro dos princípios de personalização defendidos por Pine e Gilmore (1999). Esta possibilidade de gerar diferentes configurações a partir de uma base comum aproxima-se dos princípios de personalização abordados por Pine e Gilmore (1999).

Esta descoberta foi um momento chave durante as sessões de co-criação. Os participantes ficaram surpresos ao ver que os mesmos elementos podiam criar objetos muito diferentes. A personalização apareceu não pela criação de novas peças para cada participante, mas pela reorganização de componentes comuns.

Estes resultados reforçam a relevância da modularidade no desenvolvimento de soluções

personalizáveis e evidenciam o contributo da impressão 3D para a experimentação de diferentes configurações.



Figura 28 - Testes de dimensão e de material final

Fonte: Elaboração própria

6.5 Prototipagem final e Impressão 3D e análise

Após a definição das configurações durante as sessões de co-criação, foram desenvolvidos modelos digitais dos diferentes módulos, posteriormente materializados através de impressão 3D. Estes protótipos físicos permitiram avaliar as dimensões, proporções, encaixes e configurações das propostas, bem como a sua adequação às necessidades identificadas pelos participantes. A impressão 3D permitiu assim criar rapidamente protótipos físicos a partir dos modelos digitais, o que permitiu testar e aperfeiçoar as soluções desenvolvidas. Neste contexto, a impressão 3D foi utilizada como ferramenta de prototipagem, experimentação e desenvolvimento, permitindo testar diferentes configurações e introduzir sucessivos ajustes nas propostas. Quando estávamos a criar os protótipos, percebemos que algumas decisões relativas às dimensões e proporções dos módulos só puderam ser confirmadas após a produção dos protótipos físicos. Embora algumas soluções parecessem boas no computador, quando interagimos com os protótipos, vimos que precisávamos de ajustar algumas alturas, larguras e profundidades de alguns componentes.

Por este mesmo motivo, imprimimos os mesmos módulos várias vezes, o que nos permitiu comparar diferentes versões e encontrar as configurações mais adequadas para as necessidades dos participantes. Esse processo de testar e ajustar contribuiu muito para melhorar o sistema que desenvolvemos, mostrando desta forma o quão importante é criar protótipos físicos para testar as decisões de design.

O processo de desenvolvimento não foi linear. O processo caracterizou-se por sucessivas reformulações decorrentes da avaliação dos protótipos enquanto produzíamos os mesmos, à

medida que testávamos e avaliávamos novas versões. Este processo converge com a perspectiva de Zimmerman, et al. (2007), segundo a qual a prática projetual e a reflexão sobre os artefactos desenvolvidos podem constituir formas de produção de conhecimento em design, ou seja o conhecimento é criado através da própria prática de design e da reflexão sobre os resultados.

Um dos resultados relevantes desta fase consistiu na constatação de que um conjunto reduzido de módulos permitia gerar configurações significativamente distintas. Embora todos os participantes trabalhassem com os mesmos componentes, as configurações finais eram únicas e refletiam diferentes hábitos, preferências e contextos de uso.

Este aspeto tornou-se particularmente evidente durante as sessões de co-criação, quando os participantes observaram que as mesmas peças permitiam criar objetos com funções e identidades distintas. A personalização não veio de criar componentes exclusivos para cada utilizador, mas sim de reorganizar elementos comuns de maneira estratégica. Isso está de acordo com o que Pine e Gilmore (1999) disseram, e com os modelos de co-criação associados à fabrico digital descritos por Rayna et al. (2015).

Neste contexto, a impressão 3D não foi apenas uma tecnologia de fabrico, mas também uma ferramenta de comunicação, experimentação e aprendizagem. A possibilidade de produzir rapidamente novas versões dos módulos permitiu que houvesse um diálogo contínuo entre o designer e os utilizadores, facilitando a avaliação das propostas e promovendo processos de decisão mais participativos.

Além de ser útil para a produção de objetos, a impressão 3D foi uma ferramenta importante de investigação. Muitas das decisões que tomamos durante o projeto só foram possíveis após ver os protótipos físicos, mostrando então que algumas características são difíceis de avaliar apenas com modelação digital principalmente para os utilizadores.

O processo de impressão permitiu que transformássemos ideias em objetos reais, testássemos alternativas e encontrássemos oportunidades de melhoria. Nesse sentido, a impressão 3D desempenhou um papel ativo na criação de conhecimento sobre o design, contribuindo não apenas para a criação do objeto final, mas também para a compreensão das dinâmicas de co-criação que analisamos nessa investigação.



Figura 29 - Maquete final Participante 1

Fonte: Elaboração própria



Figura 30 - Maquete final Participante 2
Fonte: Elaboração própria



Figura 31 - Maquete final Participante 3
Fonte: Elaboração própria

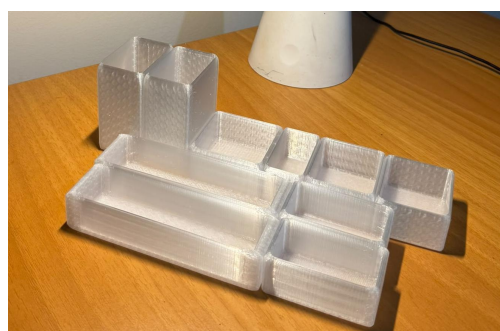


Figura 32 - Maquete final Participante 4
Fonte: Elaboração própria



Figura 33 - Maquete final Participante 5
Fonte: Elaboração própria

6.6 Artefacto Final

O resultado final corresponde a um sistema organizador modular constituído por vários módulos independentes, concebidos para responder a diferentes necessidades de utilização.

O sistema integra:

- Módulos verticais para canetas e lápis;
- Compartimentos para acessórios tecnológicos;
- Bandejas para objetos pessoais;
- Compartimentos para post-its e pequenos materiais;
- Módulos de armazenamento de dimensões variadas.
- Peças magnéticas para unir todos os módulos

A modularidade permite que cada utilizador reorganize livremente os componentes, criando configurações adaptadas ao seu espaço de trabalho e às suas necessidades específicas. Esta característica reforça o potencial da co-criação enquanto estratégia de desenvolvimento de produtos personalizados.



Figura 34 – Proposta final Participante 1

Fonte: Elaboração própria



Figura 35 – Proposta final Participante 2

Fonte: Elaboração própria



Figura 36 - Proposta final Participante 3

Fonte: Elaboração própria



Figura 37 - Proposta final Participante 4

Fonte: Elaboração própria



Figura 38 - Proposta final Participante 5

Fonte: Elaboração própria

6.6.1 Avaliação das Propostas pelos Participantes

Após o desenvolvimento dos protótipos físicos, foi realizada uma avaliação qualitativa das soluções com os participantes envolvidos no processo de co-criação. Esta avaliação baseou-se na observação da interação com os protótipos e no feedback verbal recolhido durante a sua apresentação, considerando aspetos como a adequação às necessidades inicialmente identificadas, a organização dos componentes, a flexibilidade do sistema modular e a possibilidade de adaptação das configurações.

De forma geral, o feedback recolhido foi positivo, sobretudo relativamente à flexibilidade proporcionada pelo sistema modular. Os participantes reconheceram que um conjunto comum de componentes poderia originar configurações distintas de acordo com diferentes necessidades de utilização. A possibilidade de montar, desmontar, adicionar ou retirar componentes foi igualmente valorizada, uma vez que permite que o objeto possa ser reorganizado caso as necessidades do utilizador se alterem ao longo do tempo.

A materialização das propostas através da impressão 3D permitiu avaliar fisicamente aspetos relacionados com a geometria, as dimensões, as proporções e a organização dos diferentes módulos. A interação com os protótipos tornou as soluções anteriormente representadas de forma digital mais concretas, facilitando a compreensão das propostas e a identificação de possíveis alterações ao longo do desenvolvimento.

Um dos aspetos destacados pelos participantes foi precisamente a possibilidade de contactar com diferentes versões das peças ao longo do processo. A impressão sucessiva de protótipos permitiu-lhes compreender de forma progressivamente mais clara as dimensões, proporções e características que pretendiam para a solução final. Neste sentido, as diferentes iterações não funcionaram apenas como etapas técnicas de desenvolvimento, mas também como instrumentos de avaliação e tomada de decisão, permitindo aos participantes reformular ou consolidar as suas preferências a partir da interação com objetos físicos.

Os participantes valorizaram igualmente o próprio processo de co-criação, considerando-o mais significativo do que uma abordagem em que apenas comunicariam ao designer aquilo que pretendiam obter. O envolvimento nas diferentes etapas de desenvolvimento contribuiu para uma maior perceção de que as soluções estavam a ser desenvolvidas especificamente em função das suas necessidades. Este feedback evidencia, no contexto específico do projeto, que a participação não se limitou à definição inicial de requisitos, prolongando-se através da experimentação, discussão e avaliação das diferentes propostas.

Importa, contudo, distinguir a avaliação dos protótipos físicos da avaliação dos materiais e acabamentos definidos para as propostas finais. Os objetos produzidos através de impressão 3D funcionaram como protótipos para avaliar a configuração e as características formais e funcionais do sistema. Os materiais e acabamentos posteriormente associados a cada proposta foram apresentados através das visualizações digitais finais, não correspondendo, por isso, aos materiais utilizados nos protótipos físicos.

A avaliação realizada permitiu, assim, verificar a adequação das configurações desenvolvidas às necessidades identificadas junto dos participantes e compreender o contributo da prototipagem iterativa para a tomada de decisão durante o processo de co-criação. No entanto, o feedback

recolhido foi predominantemente qualitativo e positivo, não tendo sido aplicado um instrumento de avaliação estruturado destinado a quantificar a satisfação ou a identificar sistematicamente aspetos negativos das soluções. Este fator, juntamente com o número reduzido de participantes, deve ser considerado na interpretação dos resultados e limita a possibilidade de generalização das conclusões a outros grupos de utilizadores.

6.7 Reflexão Crítica

O desenvolvimento deste projeto permitiu compreender, através da prática, o contributo da impressão 3D para processos colaborativos de design. Ao longo do workshop, a possibilidade de materializar e manipular diferentes propostas facilitou a comunicação entre designer e utilizadores, tornando mais concretas ideias que, numa fase inicial, eram expressas sobretudo de forma verbal ou através de representações digitais.

A produção sucessiva de diferentes versões dos módulos revelou-se particularmente relevante para o desenvolvimento das propostas. A interação com os protótipos permitiu aos participantes avaliar dimensões, proporções, organização e possibilidades de combinação dos componentes, contribuindo para uma definição progressivamente mais clara das soluções pretendidas. Desta forma, a impressão 3D não funcionou apenas como meio de produção dos protótipos, mas também como ferramenta de experimentação, comunicação e apoio à tomada de decisão. A componente prática evidenciou igualmente o potencial da modularidade enquanto estratégia de personalização. Apesar de os participantes partirem de um conjunto comum de componentes, as diferentes formas de combinação e organização permitiram desenvolver configurações distintas, adaptadas às necessidades identificadas em cada caso. Este resultado sugere que a personalização não depende necessariamente da criação de um produto completamente diferente para cada utilizador, podendo também resultar da capacidade de adaptação de um sistema modular comum.

A participação dos utilizadores ao longo do processo permitiu ainda refletir sobre o papel desempenhado pelo designer. Neste contexto, a sua intervenção não se limitou à conceção formal do produto, envolvendo também a interpretação das necessidades expressas pelos participantes, a transformação dessas necessidades em soluções possíveis e a mediação entre as preferências individuais e as condicionantes técnicas do projeto. Esta experiência aproxima-se da perspetiva de Sanders e Stappers (2008), segundo a qual os processos de co-criação implicam uma participação mais ativa dos utilizadores no desenvolvimento das soluções.

Apesar dos resultados obtidos, a experiência revelou também algumas limitações. O workshop envolveu apenas cinco participantes, selecionados com o objetivo de representar diferentes perfis e necessidades de utilização. Esta dimensão reduzida permitiu acompanhar de forma próxima o desenvolvimento de cada proposta, mas não permite generalizar os resultados obtidos a um conjunto mais amplo de utilizadores. As conclusões devem, por isso, ser entendidas no contexto específico desta experiência.

O próprio formato do workshop constitui outro aspeto a considerar criticamente. O desenvolvimento das propostas ocorreu dentro do período disponível para a investigação, o que condicionou o número de ciclos de experimentação e reformulação que poderiam ser realizados. Um processo desenvolvido durante um período mais prolongado poderia permitir um maior número de iterações, assim como uma avaliação das soluções após a sua utilização continuada em contexto real.

A avaliação final constitui igualmente uma limitação do projeto. O feedback recolhido foi essencialmente qualitativo e resultou da observação e das opiniões expressas pelos participantes durante o processo, não tendo sido utilizado um instrumento estruturado de avaliação. Embora esta abordagem tenha permitido recolher informação relevante sobre a experiência dos participantes, uma avaliação futura poderia integrar critérios definidos previamente, como facilidade de utilização, adequação das dimensões, flexibilidade, facilidade de montagem e satisfação com a configuração desenvolvida.

Importa ainda considerar que os protótipos produzidos através de impressão 3D tiveram como principal objetivo testar e validar a geometria, as dimensões, os encaixes e a organização dos componentes. Os materiais e acabamentos definidos para as propostas finais foram posteriormente representados através de visualizações digitais, pelo que não foi possível avaliar fisicamente a experiência associada a esses materiais. Uma fase posterior do projeto poderia incluir a produção das soluções nos materiais previstos, permitindo analisar aspetos como acabamento, resistência, durabilidade e perceção estética em condições de utilização mais próximas de um produto final.

Estas limitações não anulam os resultados obtidos, mas ajudam a definir o alcance da investigação e a identificar aspetos que poderiam ser aprofundados. A experiência desenvolvida evidencia que a combinação entre co-criação, modularidade e prototipagem através de impressão 3D pode favorecer processos iterativos nos quais os utilizadores participam na definição e reformulação das soluções. Simultaneamente, reforça a importância do designer enquanto responsável por interpretar, articular e transformar os diferentes contributos em propostas formal e tecnicamente concretizáveis.

7. Conclusões

7.1 Síntese de investigação

A presente investigação procurou compreender de que forma a impressão 3D influencia os processos de co-criação e contribui para a redefinição do papel do designer em contextos de fabrico digital. A crescente utilização de tecnologias de fabrico digital e a maior acessibilidade a ferramentas de modelação e prototipagem têm introduzido novas possibilidades no desenvolvimento de produtos, tornando relevante analisar não apenas as potencialidades destas tecnologias, mas também as relações que se estabelecem entre designers e utilizadores ao longo do processo.

Para responder às questões de investigação, foi adotada uma abordagem qualitativa, enquadrada numa metodologia de Research Through Design. Esta abordagem permitiu articular a investigação teórica com a componente prática, utilizando o próprio processo de design como meio para observar, experimentar e refletir sobre as dinâmicas de co-criação apoiadas pela impressão 3D.

Numa primeira fase, foi realizada uma revisão da literatura centrada nos temas da co-criação, design participativo, fabrico digital, impressão 3D, modularidade e transformação do papel do designer. Esta análise permitiu estabelecer o enquadramento teórico da investigação e identificar diferentes perspetivas relativamente à participação dos utilizadores nos processos de design e às possibilidades proporcionadas pelas tecnologias de fabrico digital.

Posteriormente, foram realizadas observações em contextos de fabrico digital e entrevistas a quatro profissionais com experiência em áreas relacionadas com design, co-criação e/ou impressão 3D. Estas etapas permitiram complementar o enquadramento teórico com perspetivas provenientes da prática e compreender diferentes formas de participação e interação presentes nestes contextos.

A componente prática da investigação concretizou-se através da realização de um workshop de co-criação com cinco participantes, orientado para o desenvolvimento de um sistema modular de organização de secretária. A diversidade de perfis e necessidades permitiu explorar diferentes possibilidades de configuração a partir de um conjunto comum de componentes, procurando compreender de que forma a modularidade poderia apoiar a personalização das soluções.

Neste processo, a impressão 3D assumiu sobretudo uma função de prototipagem e validação formal e funcional, possibilitando sucessivas iterações até à definição das configurações finais. A materialização das propostas permitiu testar dimensões, proporções, encaixes e diferentes formas de organização dos componentes, bem como introduzir alterações a partir da avaliação realizada ao longo do processo. Os protótipos produzidos não correspondem necessariamente aos materiais ou processos previstos para uma eventual produção definitiva, tendo os materiais e acabamentos finais sido definidos posteriormente de acordo com as características funcionais e estéticas de cada proposta.

Os resultados demonstraram que um conjunto comum de componentes modulares permitiu desenvolver configurações distintas de acordo com as necessidades identificadas junto de cada participante. Apesar de partirem das mesmas possibilidades de combinação, as soluções finais

apresentaram diferenças na organização e seleção dos módulos, evidenciando o potencial da modularidade para apoiar processos de personalização sem exigir o desenvolvimento integral de um produto diferente para cada utilizador.

A prototipagem iterativa revelou-se igualmente relevante para o desenvolvimento das propostas. A possibilidade de contactar fisicamente com diferentes versões das peças permitiu aos participantes compreender de forma progressivamente mais clara aspetos relacionados com dimensões, proporções e organização, contribuindo para a reformulação ou consolidação das suas preferências. Neste sentido, a impressão 3D funcionou não apenas como um meio de materialização das propostas, mas também como uma ferramenta de comunicação, experimentação e apoio à tomada de decisão.

A investigação permitiu ainda observar alterações na intervenção do designer em processos de co-criação. Para além das competências associadas à conceção e ao desenvolvimento técnico das soluções, o designer assumiu funções de facilitação, mediação e coordenação, procurando interpretar as necessidades dos participantes e articulá-las com as possibilidades e condicionantes técnicas do projeto. A participação dos utilizadores não eliminou, assim, a intervenção do designer, mas contribuiu para uma atuação de carácter mais relacional e colaborativo.

Em síntese, no contexto específico desta investigação, os resultados sugerem que a articulação entre co-criação, modularidade e impressão 3D pode favorecer processos de desenvolvimento mais iterativos e participativos. A impressão 3D facilitou a materialização e avaliação das propostas ao longo do processo, enquanto o designer assumiu uma função de articulação entre os contributos dos utilizadores e as possibilidades técnicas de desenvolvimento. Estes resultados permitem responder ao objetivo geral da investigação e reforçam a importância de considerar simultaneamente as dimensões tecnológica, projetual e participativa na análise dos processos contemporâneos de design.

7.2 Contributos para o campo do design e fabrico digital

Um dos principais contributos desta investigação reside na exploração prática da impressão 3D não apenas enquanto tecnologia de fabrico, mas também enquanto ferramenta de apoio à participação, comunicação e tomada de decisão em processos de co-criação. Através do desenvolvimento do sistema modular e da interação dos participantes com os protótipos físicos, foi possível observar de que forma a materialização das propostas facilitou a identificação de necessidades, a avaliação das soluções e a reformulação das configurações ao longo do processo.

Do ponto de vista da investigação em design, o estudo contribui para a compreensão da relação entre fabrico digital e co-criação, evidenciando o potencial da impressão 3D para apoiar a participação dos utilizadores em diferentes momentos do processo de desenvolvimento. A produção sucessiva de protótipos permitiu estabelecer ciclos de experimentação, avaliação e

reformulação, nos quais algumas decisões puderam ser tomadas a partir da interação física com as propostas e não apenas através da sua representação digital.

A produção de diferentes versões dos módulos permitiu avaliar aspetos relacionados com as dimensões, proporções, encaixes e organização dos componentes. Neste sentido, a prototipagem constituiu simultaneamente um instrumento de desenvolvimento e uma forma de produzir conhecimento através da prática projetual, estabelecendo uma relação com a abordagem de *Research Through Design* apresentada por Zimmerman et al. (2007).

Outro contributo da investigação relaciona-se com a exploração da modularidade enquanto estratégia de personalização. A componente prática demonstrou que um conjunto comum de componentes pode originar configurações distintas quando organizado de acordo com diferentes necessidades de utilização. No contexto específico deste projeto, a personalização não implicou, portanto, o desenvolvimento integral de um produto diferente para cada participante, resultando antes da possibilidade de selecionar, combinar e reorganizar componentes pertencentes a um sistema modular comum.

Do ponto de vista da prática do design, o processo desenvolvido evidencia uma abordagem baseada na participação dos utilizadores, na experimentação e na reformulação progressiva das propostas através da prototipagem. A articulação entre co-criação, modelação 3D e impressão 3D permitiu desenvolver e avaliar diferentes configurações ao longo do processo, constituindo uma abordagem que poderá ser explorada noutros contextos de desenvolvimento de produto, considerando as especificidades e condicionantes próprias de cada projeto.

A investigação contribui ainda para a compreensão do papel do designer nestes contextos, evidenciando a sua atuação enquanto mediador entre as necessidades e preferências dos utilizadores, as possibilidades proporcionadas pela impressão 3D e as condicionantes técnicas associadas ao desenvolvimento do produto. Na componente prática, esta função tornou-se particularmente evidente na transformação dos contributos dos participantes em decisões concretas de projeto. O designer assumiu a responsabilidade de interpretar necessidades e preferências, traduzi-las em requisitos formais e funcionais e articulá-las com as possibilidades e limitações da modelação e da impressão 3D.

Assim, os resultados sugerem que a participação dos utilizadores não reduz a relevância da intervenção do designer, mas contribui para transformar a natureza dessa intervenção. Para além das competências associadas à conceção e ao desenvolvimento técnico, tornam-se particularmente relevantes capacidades de facilitação, comunicação, interpretação e mediação. Neste sentido, o contributo da investigação para o campo do design reside também na compreensão do designer enquanto elemento de articulação entre utilizadores, processo projetual e tecnologias de fabrico digital.

7.3 Recomendações para a Prática de Design Colaborativo

A partir dos resultados obtidos nesta investigação, é possível identificar algumas recomendações para designers e investigadores interessados no desenvolvimento de processos de co-criação apoiados por tecnologias de fabrico digital. Estas recomendações resultam da experiência desenvolvida no contexto específico deste estudo e devem, por isso, ser consideradas tendo em conta as suas características e limitações.

Em primeiro lugar, considera-se relevante promover o envolvimento dos utilizadores desde as fases iniciais do processo de desenvolvimento. A sua participação na identificação de necessidades e preferências pode contribuir para uma compreensão mais aprofundada dos contextos de utilização e fornecer informação relevante para a definição das propostas. O envolvimento dos participantes não deve, contudo, limitar-se à fase inicial, podendo prolongar-se através de momentos de experimentação, avaliação e reformulação das soluções.

Em segundo lugar, recomenda-se a integração da prototipagem física ao longo do processo de desenvolvimento e não apenas numa fase final de validação. Na componente prática desta investigação, a interação com diferentes versões dos protótipos permitiu avaliar dimensões, proporções, encaixes e organização dos componentes, contribuindo para a tomada de decisão e para a reformulação progressiva das propostas. Neste contexto, a impressão 3D revelou-se particularmente adequada à produção de sucessivas iterações, permitindo materializar e testar diferentes soluções ao longo do processo.

A utilização de sistemas modulares constitui igualmente uma possibilidade a considerar em projetos orientados para a personalização. No sistema desenvolvido, um conjunto comum de componentes permitiu criar diferentes configurações através da seleção, combinação e reorganização dos módulos. Esta abordagem poderá contribuir para conciliar uma estrutura comum de produto com diferentes necessidades de utilização, sem implicar necessariamente o desenvolvimento integral de uma solução distinta para cada utilizador.

Os resultados reforçam também a importância do papel do designer enquanto facilitador e mediador do processo de co-criação. Para além das competências técnicas associadas à conceção, modelação e prototipagem, estes contextos requerem capacidades de comunicação, escuta, interpretação e articulação dos contributos dos diferentes participantes. A intervenção do designer torna-se particularmente relevante na transformação das necessidades e ideias expressas pelos utilizadores em requisitos e propostas formal e tecnicamente concretizáveis.

Por fim, recomenda-se que os processos de co-criação valorizem não apenas a solução final, mas também as diferentes etapas de experimentação, avaliação e reformulação que conduzem ao seu desenvolvimento. No contexto desta investigação, as sucessivas iterações contribuíram para a clarificação das preferências dos participantes e para a evolução das propostas. O processo de desenvolvimento constitui, desta forma, uma componente relevante da produção de conhecimento em design, permitindo compreender de que modo as decisões são construídas e transformadas através da interação entre designer, utilizadores e protótipos.

7.4 Sugestões para Investigações Futuras

Apesar dos contributos identificados, a presente investigação apresenta limitações que poderão ser consideradas e aprofundadas em trabalhos futuros. As possibilidades de investigação identificadas decorrem sobretudo da dimensão da amostra, do contexto específico em que foi desenvolvida a componente prática e das tecnologias e processos utilizados ao longo do projeto.

Uma primeira possibilidade consiste na realização de estudos com um número mais alargado e diversificado de participantes. A presente investigação envolveu cinco participantes na componente prática, selecionados de forma a representar diferentes perfis e necessidades de utilização. Embora esta opção tenha permitido acompanhar de forma próxima o desenvolvimento de cada proposta, estudos futuros com amostras mais amplas poderão permitir analisar uma maior diversidade de necessidades, comportamentos e formas de participação, contribuindo para uma compreensão mais abrangente da aplicação de sistemas modulares em processos de co-criação.

Outra possibilidade consiste na aplicação da abordagem desenvolvida a diferentes tipologias de produto. O presente projeto centrou-se num sistema modular destinado à organização de secretárias, mas os princípios de modularidade, personalização e participação dos utilizadores poderão ser explorados noutros contextos do design de produto, como mobiliário, objetos de utilização doméstica ou outras soluções adaptadas a necessidades específicas. Esta aplicação permitiria compreender de que forma a abordagem se comporta perante diferentes requisitos funcionais, formais e técnicos.

A exploração de diferentes materiais e processos de fabrico constitui igualmente uma possibilidade para trabalhos futuros. Nesta investigação, a impressão 3D foi utilizada principalmente para a produção de protótipos destinados à avaliação da geometria, dimensões, encaixes e configuração das propostas. Estudos posteriores poderão desenvolver as soluções utilizando os materiais e acabamentos previstos para uma eventual produção final, permitindo avaliar aspetos que não foram analisados fisicamente neste estudo, como resistência, durabilidade, acabamento e perceção estética durante a utilização.

Poderá também ser relevante investigar a integração de ferramentas de design paramétrico e outras abordagens computacionais em processos de co-criação. A utilização destas ferramentas poderá permitir desenvolver sistemas nos quais determinadas características dos produtos possam ser modificadas de forma mais rápida a partir dos requisitos identificados junto dos utilizadores. A relação entre estas possibilidades tecnológicas e a participação dos utilizadores constitui, assim, uma área com potencial para investigação futura, particularmente no que diz respeito à forma como poderá influenciar a interação entre designer, utilizador e processo de desenvolvimento.

Outra linha de investigação poderá incidir sobre a avaliação das soluções durante períodos de utilização mais prolongados. No presente estudo, a avaliação ocorreu no contexto do processo de desenvolvimento e através da interação dos participantes com os protótipos. Uma investigação longitudinal permitiria analisar as soluções em contexto real de utilização e compreender de que

forma aspetos como facilidade de utilização, adequação das configurações, resistência, satisfação e necessidades de reorganização evoluem ao longo do tempo.

Estudos futuros poderão ainda recorrer a instrumentos de avaliação mais estruturados, complementando a observação e o feedback qualitativo com critérios definidos previamente. A avaliação de aspetos como facilidade de montagem, adequação das dimensões, flexibilidade do sistema, satisfação dos participantes e frequência de reconfiguração poderá contribuir para uma análise mais sistemática das soluções e facilitar a comparação entre diferentes configurações, participantes ou contextos de utilização.

Em síntese, a presente investigação constitui um ponto de partida para o aprofundamento da relação entre co-criação, modularidade e impressão 3D no desenvolvimento de produtos. A exploração destes processos com diferentes participantes, tipologias de produto, tecnologias, materiais e períodos de avaliação poderá contribuir para compreender de forma mais abrangente as possibilidades e limitações da participação dos utilizadores em contextos de fabrico digital.

BIBLIOGRAFIA/REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AI3DP. (2024). *Os melhores softwares para impressoras 3D*. [AI3DP](#)

Anderson, C. (2012). *Makers: The new industrial revolution*. Crown Business.

Björgvinsson, E., Ehn, P., & Hillgren, P.-A. (2010). Participatory design and “democratizing innovation”. In *Proceedings of the 11th Biennial Participatory Design Conference* (pp. 41–50). Association for Computing Machinery. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1900441.1900448>

Bouchard, S., Gamache, S., & Abdul-Nour, G. (2026). Operationalizing mass customization through product architecture and configuration in a regulated manufacturing SME: An action research approach validated through a case study. *Sustainability*, 18(12), 5940. <https://doi.org/10.3390/su18125940>

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>

CAD Schroer. (s.d.). *3D CAD modelling – M4 DRAFTING*. Retrieved August 30, 2026, from [CAD Schroer](#)

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications.

De Mul, J. (2011). Redesigning open design. In B. van Abel, L. Evers, R. Klaassen, & P. Troxler (Eds.), *Open design now: Why design cannot remain exclusive* (pp. 34–39). BIS Publishers.

Frayling, C. (1993). *Research in art and design*. Royal College of Art.

Gershenfeld, N. (2005). *Fab: The coming revolution on your desktop—from personal computers to personal fabrication*. Basic Books.

Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B., & Khorasani, M.(2021). *Additive manufacturing technologies: 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing* (3rd ed.). Springer. DOI

Inclusive Design Toolkit. (s.d.). *Co-design*. [Inclusive Design Toolkit – Co-design](#)

Insper. (s.d.). *TechLab*. [Insper – TechLab](#)

Khan, S., Soomro, S. A., Rajanen, D., & Georgiev, G. V. (2023). Co-creation through digital fabrication technology: A systematic literature review. In D. De Sainz Molestina, L. Galluzzo, F. Rizzo, & D. Spallazzo (Eds.), *IASDR 2023: Life-changing design* (pp. 1–16). Design Research Society. <https://doi.org/10.21606/iasdr.2023.250>

Lemos, M. (2013, December 12). *Conheça estas fantásticas impressoras 3D*. Fazedores. [Fazedores](#)

Manzini, E. (2015). *Design, when everybody designs: An introduction to design for social innovation*. The MIT Press.

McKercher, K. A. (2020). *Beyond sticky notes: Doing co-design for real: Mindsets, methods and movements*. Beyond Sticky Notes.

Ozdemir, M., Verlinden, J., & Cascini, G. (2022). Design methodology for mass personalisation enabled by digital manufacturing. *Design Science*, 8, e7. <https://doi.org/10.1017/dsj.2022.3>

Pine, B. J., II, & Gilmore, J. H. (1999). *The experience economy: Work is theatre & every business a stage*. Harvard Business School Press.

Prahalad, C. K., & Ramaswamy, V. (2004). *The future of competition: Co-creating unique value with customers*. Harvard Business School Press.

Rayna, T., Striukova, L., & Darlington, J. (2015). Co-creation and user innovation: The role of online 3D printing platforms. *Journal of Engineering and Technology Management*, 37, 90–102. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2015.07.002>

Sanders, E. B.-N., & Stappers, P. J. (2008). Co-creation and the new landscapes of design. *CoDesign*, 4(1), 5–18. <https://doi.org/10.1080/15710880701875068>

Simple Machining. (2025, June 23). *FDM 3D printing: Pros, cons, and practical applications*. [Simple Machining](#)

SketchBubble. (s.d.). *Mass customization PowerPoint and Google Slides template*. Retrieved August 30, 2026, from [SketchBubble](#)

Soomro, S. A., Casakin, H., & Georgiev, G. V. (2022). A systematic review on FabLab environments and creativity: Implications for design. *Buildings*, 12(6), 804. <https://doi.org/10.3390/buildings12060804>

Stappers, P. J., & Giaccardi, E. (2017). Research through design. In M. Soegaard & R. F. Dam (Eds.), *The encyclopedia of human-computer interaction* (2nd ed., pp. 1–94). Interaction Design Foundation.

Thakur, V., Singh, R., Kumar, R., & Gehlot, A. (2023). 4D printing of thermoresponsive materials: A state-of-the-art review and prospective applications. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 17(5), 2075–2094. <https://doi.org/10.1007/s12008-022-01018-5>

Trevilla Engineering & Design. (s.d.). *Exploring cutting-edge 3D printing innovations and applications*. Retrieved August 30, 2026, from [Trevilla Engineering & Design](#)

Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2016). *Product design and development* (6th ed.). McGraw-Hill Education.

Von Hippel, E. (2005). *Democratizing innovation*. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/2333.001.0001>

Zhou, D., Gomez, R., Wright, N., & Rittenbruch, M. (2019). Experience of co-creation with 3D printing: Design model and feasibility test. *Proceedings of the International Conference of Experience Design, Innovation and Entrepreneurship (XD2019GoldCoast)*.

Zimmerman, J., Forlizzi, J., & Evenson, S. (2007). Research through design as a method for interaction design research in HCI. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 493–502). Association for Computing Machinery.
<https://doi.org/10.1145/1240624.1240704>

ANEXOS

Os anexos apresentados nesta dissertação têm como objetivo complementar a informação desenvolvida ao longo do documento, disponibilizando evidências do processo de investigação e de desenvolvimento do projeto.

Nesta secção incluem-se os materiais produzidos durante as diferentes fases da investigação, nomeadamente os guiões e registos das entrevistas e workshops, documentação do processo de co-criação, modelos e protótipos obtidos por impressão 3D, desenhos técnicos, renderizações, testes de iteração, bem como outros elementos gráficos e documentais que contribuíram para a fundamentação das decisões de projeto.

A inclusão destes documentos pretende assegurar a transparência metodológica da investigação, permitindo compreender de forma mais detalhada o percurso desenvolvido desde a identificação das necessidades dos utilizadores até à definição da proposta final.

Entrevistas

Entrevista João Leão, Viva Lab

Bloco 1 – Enquadramento do participante

Pode descrever brevemente o seu percurso e a sua ligação ao design ou à fabrico digital?

Resposta:

Eu cresci com aquela vontade de “ser inventor” e durante muito tempo disseram-me que isso não era uma profissão. Acabei por entrar em Engenharia, mas rapidamente percebi que não era ali que eu ia conseguir criar com as mãos e testar ideias no mundo real. O que me puxava era o saber fazer, mas o acesso era limitado no mundo académico tradicional. Foi aí que sai do percurso académico tradicional e que descobri a cultura dos Fab Labs e do fabrico digital como um caminho real para democratizar a invenção e a inovação. Fiz a Fab Academy no Fab Lab Barcelona e, quando voltei ao Porto, este percurso alternativo foi a inspiração para co-fundar o VIVA Lab (em conjunto com a Alexandra Baltazar e o Miguel Almeida), começar a iniciativa Precious Plastic em Portugal e aprofundar o meu percurso em Design Industrial e de Produto ao fazer o Mestrado de Design de Produto e Industrial da U.P onde mais tarde dei aulas na cadeira de projeto do mestrado.

A minha ligação ao design é muito prática: gosto de pôr a mão na massa, testar cedo e construir soluções que funcionem no mundo real, vejo o design como ferramenta para resolver problemas reais (sociais, ambientais, urbanos) e como forma de envolver pessoas no processo, não só como utilizadores finais, mas como participantes ativos. Este conceito está muito ligado em todos os projetos que fizemos ao longo dos anos, como o Precious Plastic, MakersVSCovid19, Living Among Whats Left Behind (Mario Cruz), SheMakes ou no P.E.T. MINI, onde usei open design e fabrico digital para transformar desperdício plástico num produto funcional e replicável localmente.

Qual é o seu papel neste espaço (designer, técnico, utilizador, outro)?

Resposta:

No VIVA Lab sou cofundador e Diretor de Sustentabilidade e Inovação Social. Gosto de pensar que o meu papel principal é criar condições para que outras pessoas consigam concretizar os seus sonhos e passar do “pensar” ao “fazer”: desenhar e facilitar processos onde educação, design e fabricação digital se traduzem em projetos com impacto real; com escolas, comunidades, empresas e setor público. Dando acesso a ferramentas, método, confiança, e uma cultura onde errar faz parte do processo.

Há quanto tempo utiliza ou trabalha com impressão 3D?

Resposta:

Trabalho com fabricação digital de forma consistente desde o meu primeiro contacto com Fab Labs (Fab Academy) em 2014 e depois diariamente com o VIVA Lab (fundado em 2018). A impressão 3D é uma das muitas ferramentas “core”, mas sempre integrada num ecossistema maior no mundo dos Laboratórios de fabricação digital (laser, CNC, eletrónica, CAD, prototipagem rápida, Costura, Solda,).

Com que frequência participa em projetos colaborativos ou de co-criação?

Resposta:

Praticamente todas as semanas. O VIVA Lab foi desenhado para isso: apoiar escolas, empreendedores, instituições e comunidades a prototipar e testar ideias no mundo real e isso raramente é um processo “a solo”. Mesmo quando o projeto tem um autor, a evolução acontece quase sempre em comunidade, com feedback contínuo e interação rápida.

Co-criação e participação

Como descreveria o seu envolvimento em processos de co-criação neste contexto?

Resposta:

Eu envolvo-me como facilitador e como designer: ajudo a enquadrar o problema, a desenhar o processo e a tornar as ideias prototipáveis. Para mim, co-criar não é “pedir opiniões” no fim; é trazer utilizadores, especialistas e comunidades para dentro do processo cedo, para que a solução nasça já com contexto, restrições e realidade.

Foi exatamente esse mindset que aplicámos, por exemplo, quando co-desenhámos uma resposta rápida em contexto de crise (COVID), com feedback direto de profissionais de saúde, esta agilidade de prototipagem e produção rápida no contexto de Fab Lab permitiu dar uma resposta que a indústria demorou cerca de 3-6 meses a dar e conseguimos produzir mais de 15,000 a nível nacional no VIVA Lab e mais de 50,000 EPIS a nível mundial através dos nossos Open Designs .

De que forma os utilizadores participam normalmente no processo de design?

Resposta:

Normalmente participam em três níveis:

Definição do problema;

Testes e validação (protótipos, ergonomia, segurança, uso real);

Evolução da solução (iterar, melhorar, adaptar ao contexto local).

Quando a cultura é open source e o processo é rápido, a participação deixa de ser simbólica e passa a ser estrutural.

Considera que essa participação influencia as decisões do projeto? De que modo?

Resposta:

Totalmente. A participação influencia as decisões do projeto porque muda prioridades. Em vez de desenhar “para” alguém, desenhamos “com” alguém — e isso altera escolhas de materiais, formas, métodos de produção e até o modelo de distribuição. No caso das viseiras, por exemplo, o feedback de médicos e enfermeiros ajudou-nos a ajustar requisitos e a acelerar o que era essencial. A distribuição acabou por ser descentralizada porque o open design e a fabricação digital, através da rede de Fab Labs, permitiram “transferir” entre cidades não o produto físico, mas sim os ficheiros/dados digitais, que tornavam possível replicar as nossas soluções em qualquer lugar. Foi assim que conseguimos escalar a produção para outras cidades e até outros países; do Japão ao Brasil e, no total, produzir mais de 50.000 EPI’s, mesmo quando o VIVA Lab, no início, tinha apenas cerca de 100 m² de espaço.

Que vantagens identifica nos processos colaborativos face a abordagens mais tradicionais?

Resposta:

As vantagens principais são:

Velocidade e relevância: decisões mais rápidas porque estão informadas por quem usa;

Apropriação: quando as pessoas participam e põem a mão na massa, sentem que o produto também é delas (e isso melhora adoção, sustentabilidade e continuidade);

Qualidade contextual: soluções mais ajustadas ao território, cultura e às limitações reais;

Escala distribuída: quando partilhamos ficheiros, métodos e processo de produção, outros podem replicar, melhorar localmente e partilhar as inovações.

Impressão 3D no processo de design

Que papel desempenha a impressão 3D no desenvolvimento dos projetos aqui realizados?

Resposta:

A impressão 3D é apenas uma das ferramenta-chave do mundo da Fabricação Digital que permite reduzir a distância entre ideia e objeto. Ajuda-nos a prototipar rápido, testar encaixes, ergonomia, pequenos mecanismos, e iterar sem depender logo de processos industriais e dispendiosos. Mas no VIVA Lab ela é parte de um sistema: muitas vezes combinamos impressão 3D com corte laser e CNC, dependendo do material e do objetivo.

Considera que a impressão 3D facilita a participação dos utilizadores? Porquê?

Resposta:

Nem sempre, mas sim em algumas instâncias permite a facilitação, porque torna o processo visível e tangível. Uma pessoa que não sabe CAD consegue, ainda assim, dar feedback muito mais útil quando tem algo na mão. E quando vê que uma sugestão pode virar uma nova versão “amanhã”, cria-se um ciclo de confiança e participação mais ativa: participação → melhoria → resultado → de volta a participação. Em contexto de crise, isso também acelera resposta e coordenação distribuída.

Em que fases do processo a impressão 3D é mais relevante (ideação, prototipagem, produção)?

Resposta:

Depende, na prática, a impressão 3D pode ser relevante nas três fases, mas com pesos muito diferentes conforme o tipo de projeto e o utilizador/cliente final. Num projeto para a indústria, por exemplo, a impressão 3D tende a ser mais forte na prototipagem funcional e em ferramentas de apoio à produção (como jigs e gabaritos). Já num pequeno designer a lançar uma linha própria, a impressão 3D pode ter um papel muito mais equilibrado — desde a ideação até pequenas séries, ou até produção sob encomenda.

Ideação: ajuda a materializar conceitos cedo, testes de forma e função, e a comunicar ideias de forma mais clara a quem participa no processo.

Prototipagem: é onde a impressão 3D foi inicialmente desenvolvida para, testar rápido, errar barato, iterar com velocidade e aprender com o objeto em mãos.

Produção: pode ser muito útil em pequenas séries, em peças específicas, e sobretudo na criação de gabaritos/fixtures e outras ajudas de produção que aumentam eficiência e consistência sem exigir ferramentas tradicionais.

No fundo, é uma tecnologia muito forte para suportar ciclos curtos de iteração e, quando faz sentido, produção mais distribuída e local.

Que limitações ou dificuldades identifica na utilização da impressão 3D nestes processos?

Resposta:

As limitações mais comuns são:

Tempo de produção por peça (imprimir leva tempo e obriga a planear);

Qualidade/consistência dependendo da máquina, calibração e material;

Materiais (nem tudo é ideal para impressão 3D; há restrições mecânicas e térmicas);

Expectativas: há quem ache que “imprimir” é magia e resolve tudo; muitas vezes o melhor é CNC, laser ou métodos híbridos.

Papel do designer

Como descreveria o papel do designer em processos de co-criação mediados pela impressão 3D?

Resposta:

O designer passa a ser menos “autor solitário” e mais facilitador do processo: alguém que cria linguagem comum entre participantes, estrutura decisões, e garante coerência entre intenção, função, estética, sustentabilidade e viabilidade. A impressão 3D reforça isso porque acelera o ciclo: o designer tem de saber gerir e transformar feedback em iteração rápida e manter o rumo do projeto.

Considera que esse papel difere do papel tradicional do designer? Em que aspetos?

Resposta:

Sim. No papel mais tradicional, o designer muitas vezes entrega uma solução “fechada”. Aqui, a solução tende a ser “constantemente incompleta”, aberta à evolução e ao contributo de outros, especialmente quando falamos de open design e comunidades distribuídas. O designer deixa de controlar tudo; passa a desenhar também o sistema, o processo, a gerir comunidades e as regras de colaboração.

Que competências considera mais importantes para o designer nestes contextos?

Resposta:

Hoje, para além das hard skills (CAD, prototipagem, fabricação), o designer precisa de uma base muito sólida de soft skills: saber facilitar conversas, ouvir, traduzir necessidades e gerir expectativas — porque a co-criação é, acima de tudo, trabalho com pessoas e com comunidades. Também acho cada vez mais importante saber usar IA como facilitador: não como “substituto” do designer, mas como ferramenta para acelerar, gerar alternativas, organizar feedback e interpretar soluções propostas pela comunidade; mantendo sempre o designer como curador e responsável pelas decisões.

Ao mesmo tempo, o designer tem de ter uma consciência real do impacto ambiental daquilo que desenha. Estamos a entrar (ou já entrámos) numa lógica em que faz sentido desenhar para uma realidade mais sustentável, local e sob demanda, reduzindo a necessidade de stock, desperdício e grandes cadeias logísticas; e a fabricação digital pode suportar esse modelo, sobretudo em contextos distribuídos.

Outra competência central é o saber fazer, não só desenhar: compreender como as coisas são feitas, com que materiais, quais as limitações da produção, e como tornar uma solução replicável com qualidade. E, claro, ter uma mentalidade de aprendizagem contínua (estar sempre atualizado com as novas tecnologias e inovações) e uma cultura de prototipagem rápida: errar muitas vezes, errar cedo e aprender depressa porque errar é bom e faz parte do processo.

Por fim, acho essencial não ter medo de partilhar ficheiros e conhecimento e adotar uma mentalidade de apropriação coletiva do design (especialmente em contextos de open design e fabricação distribuída), quando o objetivo é maximizar impacto e permitir que outras pessoas adaptem e repliquem soluções.

Existem momentos de mediação ou negociação entre participantes? Pode dar exemplos?

Resposta:

Sim, e são constantes. Um exemplo clássico é quando há tensão entre o que é desejável (ex.: “queremos algo super robusto, perfeito e barato”) e o que é viável no contexto (tempo, custo, produção local, disponibilidade de materiais).

Desafios e perspetivas futuras

Que desafios surgem com maior frequência nos processos de co-criação?

Resposta:

Alinhamento de expectativas (o que é possível no tempo e recursos disponíveis);

Gestão de contributos (muitas vezes, é preciso método para decidir);

Qualidade e consistência quando há produção distribuída;

Sustentabilidade do processo (manter continuidade para além do entusiasmo inicial).

Que oportunidades considera que estes processos oferecem ao design contemporâneo?

Resposta:

Oferecem a oportunidade de o design voltar a ser uma ferramenta de empoderamento: aproximar pessoas das decisões, estimular literacia tecnológica e criar soluções mais locais, resilientes e sustentáveis. Também abrem caminho para modelos onde o conhecimento é partilhado (open design), mas a produção é local; o que é muito relevante para circularidade e para reduzir a dependência de cadeias globais frágeis.

Como imagina a evolução do papel do designer com o aumento do fabrico digital e da co-criação?

Resposta:

Imagino o designer cada vez mais como alguém que desenha ecossistemas: plataformas, bibliotecas de peças, guidelines de produção, e processos que permitem a outras pessoas criar com qualidade.

Sinto que, à medida que os designers ganham acesso a estas novas tecnologias e, sobretudo, a espaços como os Fab Labs, passam a ter condições reais para se tornarem também empreendedores. Ou seja: deixam de depender exclusivamente de terceiros para prototipar, testar e colocar produtos no mercado, porque passam a ter acesso direto a ferramentas de produção, validação e iteração rápida. Isto abre a porta a que mais designers criem negócios locais, lancem as suas próprias marcas e desenvolvam produtos com mais autonomia, em ciclos muito mais curtos.

Além disso, esta lógica favorece uma nova forma de competitividade: estar globalmente ligado pelo conhecimento (ficheiros, métodos, aprendizagem) e localmente capaz de produzir. Para mim, isto pode ser um acelerador enorme para o design português ganhar projeção internacional, porque aumenta a capacidade de experimentar, lançar, iterar e escalar sem precisar de uma infraestrutura industrial pesada logo no início.

O fabrico digital dá autonomia; a co-criação dá contexto e sentido. Juntas, empurram o designer para um papel de liderança cultural e metodológica e menos para um papel apenas "formal/estético"

Pretende acrescentar algo que considere relevante e que não tenha sido abordado?

Resposta:

Só reforçar uma ideia que para mim é central: não esperar por condições perfeitas para começar. A cultura maker e os Fab Labs mostraram-me que aprender fazendo é o caminho mais rápido e mais transformador para pessoas, para comunidades e para cidades.

E se há algo que vimos em momentos críticos é que quando existe urgência, ferramentas e partilha aberta, a resposta pode escalar muito mais rápido do que os modelos tradicionais.

Entrevista Ricardo José Pereira, Consultor de Manufatura aditiva | Professor convidado IPCA | Designer Industrial Nome individual

Enquadramento do participante

Pode descrever brevemente o seu percurso e a sua ligação ao design ou à fabricação digital?

Resposta:

Bem, tudo começou quando tirei um curso profissionalizante de dupla certificação em Design de Interiores e Exteriores de Pedra. É muito curioso, mas sinto que todos damos pequenos grandes passos que, olhando para trás, foram de todo decisivos para o futuro. Neste curso, expandi a minha compreensão motora da modelação dos materiais e dos primeiros processos de fabrico. Quando segui para a universidade, com conhecimentos sólidos no que toca à modelação 3D e projeção para fabrico, fui aprofundar as características dos materiais e os processos de fabrico. Nesta fase, eu era conhecido pelos meus pares pelas capacidades de expressão na área do CAD e pelo gosto na construção de protótipos dos meus projetos de universidade. Quando terminei o curso, fui convidado por um dos meus professores, o Eng. Rui Neto — na altura diretor de uma das divisões do INEGI, o CETECOF (fundição) —, para uma bolsa de investigação científica focada no desenvolvimento de ferramentas médicas e próteses feitas em titânio (Ti). Ele, na altura, estava à procura de alguém com conhecimentos sólidos em geometria descritiva e CAD, que sempre foram as minhas disciplinas favoritas e onde tinha melhores notas. No INEGI, conheci todas as técnicas de fabrico digital, tanto aditivas como subtrativas; com as aditivas (na altura chamadas de prototipagem rápida), desenvolvíamos protótipos ou ferramentas para produtos disruptivos.

Qual é o seu papel neste espaço (designer, técnico, utilizador, outro)?

Resposta:

Em todos os sítios por onde passei depois do INEGI, de uma forma ou de outra, fui inserindo a manufatura aditiva. Saí do INEGI em 2010; na altura, tinha acabado de sair a MakerBot, e eu estava a montar a minha primeira RepRap, a Mendel. Por isso, sempre tive impressoras, fui desenvolvendo as minhas competências e criando o perfil que tenho hoje. Desde que saí do INEGI, fui para a TNL, uma empresa do ramo do mobiliário urbano de resíduos. Lá, aprendi a desenvolver desenhos de fabrico em chapa quinada e construção soldada. Estive uns anos no desenvolvimento de mobiliário em substrato de madeira e lá ganhei o conceito muito profundo de "chão de fábrica", a desenvolver os móveis por medida, fazendo desenhos para CNC e algumas peças impressas aqui e ali. Nesta fase, tive um desgosto na vida: perdi o meu pai e tive de mudar de vida. Passei a trabalhar diretamente com startups como a Winegrid e outras que já fecharam. Com os conhecimentos de conversão polimérica e moldes de silicone que aprendi a fazer no INEGI, comecei a ajudar estas empresas a fazer as primeiras séries dos seus produtos, tanto no desenho como na construção dos moldes e no vazamento de resinas termoendurecíveis. Foi neste contexto que a Winegrid, uma empresa hoje bastante presente no mercado da digitalização do fabrico do vinho, deu os primeiros passos e, posso dizer com orgulho, com algum do meu suor. Aqui começou verdadeiramente o meu caminho no fabrico digital, não só no aditivo. Passados alguns anos e mais startups, construí conhecimento na manufatura aditiva, tanto na construção de máquinas personalizadas como nas técnicas de CAD para MA e até mesmo slicing, que, diria, me definem hoje em dia. Nesta altura, posso partilhar um projeto que fiz com um grande amigo meu, o Eng. Michael Memeteau, onde desenvolvemos algo que, se calhar, até à data ninguém se tinha lembrado: usar uma impressão 3D como molde para uma resina e um saco de vácuo [Link]. Hoje em dia, sou consultor de várias empresas. Uma delas é a ITS, que tem as marcas "evolt.pt" e "impressao3dportugal.pt", onde dou consultoria tanto na calibração de materiais como no desenvolvimento de planos de manutenção da farm de mais de 150 impressoras que lá trabalham diariamente para a indústria.

Há quanto tempo utiliza ou trabalha com impressão 3D?**Resposta:**

Desde que entrei para o INEGI, em 2008.

Com que frequência participa em projetos colaborativos ou de co-criação?**Resposta:**

Sempre. Eu diria que um designer industrial não desenvolve no vácuo. Embora eu programe microcontroladores (bem o suficiente para quem nunca estudou a área), consiga maquinar peças na oficina da minha garagem numa CNC desenvolvida por mim, e tenha lá acesso a todas as tecnologias de manufatura digital (laser de diodo, laser CO2, CNC, plotter de corte, impressoras 3D FDM e MSLA), dependo sempre muito das equipas. Estas têm sido sempre muito boas e, claro está, bebi sempre muito delas para alcançar o conhecimento holístico de desenvolvimento de produto que possuo hoje.

Co-criação e participação

Como descreveria o seu envolvimento em processos de co-criação neste contexto?

Resposta:

É sempre um processo aditivo e de orientação! Muitas vezes, as empresas que estão a começar têm uma visão muito ingénua (naïve) do que é um produto e das fases de desenvolvimento necessárias; eu costumo ajudar a dar a direção. Costumo implementar sistemas de fabrico digital e empoderá-las com conhecimento para poderem desenvolver o seu produto com tempo, sem a minha supervisão. A minha experiência vem de trabalhar em muitos projetos diferentes; se as equipas não ganhassem autonomia para trabalhar sozinhas, eu ainda estava na Winegrid.

De que forma os utilizadores participam normalmente no processo de design?

Resposta:

"Normalmente, a participação do utilizador final acontece na fase de validação e testes físicos. Graças à manufatura aditiva, em vez de mostrarmos um desenho 3D no ecrã ou uma maquete frágil, conseguimos colocar um protótipo funcional nas mãos do utilizador muito cedo no processo. E aqui entra um fator muito prático: normalmente, nas equipas de desenvolvimento temos sempre aquela 'ovelha ranhosa' que arranja mil coisas em que o produto vai falhar! Para mim, esse deve ser o nosso primeiro beta tester. É das melhores opiniões que podemos ter, porque essa pessoa tem uma consciência prática daquilo que pode correr mal. Às vezes, a equipa até não tem energia para os ouvir, mas, na minha experiência, devemos 'abrir o peito', aceitar a crítica e melhorar os pontos levantados. E o mais interessante é que o fim da linha hoje é diferente. Com as atuais ferramentas de fabrico digital, já não entregamos apenas um 'protótipo' para teste; conseguimos testar o produto como se fosse a versão final. Conseguimos produzir a case (caixa), integrar a eletrónica customizada, afinar o firmware e até o software ou a app de telemóvel — visto que um produto hoje em dia pode e deve ser conectado. O utilizador final tem uma experiência real e completa na mão antes sequer de investirmos milhares de euros em moldes ou ferramentas de produção em massa."

Considera que essa participação influencia as decisões do projeto? De que modo?

Resposta:

Hoje em dia, totalmente. Sinto que tenho uma preponderância forte e um conhecimento de causa industrial que me permite ter uma ideia de negócio, e não só uma ideia de produto. Tenho uma noção concreta de quanto custa desenvolver um produto em termos de tempo, pessoas e dinheiro.

Que vantagens identifica nos processos colaborativos face a abordagens mais tradicionais?

Resposta:

A maior vantagem é a redução drástica do risco e do tempo de desenvolvimento. Numa abordagem tradicional e linear, o designer desenhava no seu canto, passava a pasta para a engenharia e depois para a fábrica; se houvesse um problema de exequibilidade, o projeto voltava atrás e custava muito tempo e dinheiro. Num processo colaborativo, onde o designer, a engenharia e a visão de negócio trabalham em rede desde o dia zero (apoiados pela iteração rápida que o fabrico digital permite), os problemas industriais são identificados imediatamente. O resultado é um desenvolvimento muito mais ágil e um produto final mais robusto e otimizado para a realidade do 'chão de fábrica'

Impressão 3D no processo de design

Que papel desempenha a impressão 3D no desenvolvimento dos projetos aqui realizados?

Resposta:

Hoje em dia, a impressão 3D — ou, de forma mais abrangente, o fabrico digital — é preponderante na redução do tempo de desenvolvimento das empresas, principalmente em Portugal. A minha visão sobre as pequenas e médias empresas é que nós trabalhamos por medida. Nós fazemos por medida aquilo que ninguém na Europa faz, e fazemos bem porque temos CNC e impressoras 3D. O fabrico digital é rei porque nos permite iterar versões e afinar processos de forma muito rápida.

Considera que a impressão 3D facilita a participação dos utilizadores? Porquê?

Resposta:

Cada vez é mais fácil desenvolver um produto porque a barreira de entrada técnica necessária para operar uma impressora 3D é cada vez mais baixa, graças a máquinas mais capazes e sensorizadas. Com a ajuda da IA, as empresas conseguem criar produtos de forma muito mais rápida e com menos conhecimentos técnicos profundos, e sinceramente acho isso ótimo.

Em que fases do processo a impressão 3D é mais relevante (ideação, prototipagem, produção)?

Resposta:

Eu diria que em todas. Com os últimos desenvolvimentos do FDM — utilizando materiais como o PPA ou o PPS, que têm durezas incríveis e ótima estabilidade térmica —, conseguimos evoluir muito além daquilo a que antigamente se chamava "prototipagem rápida" no fabrico aditivo. Encorajo sempre as empresas com quem trabalho a desenvolverem produtos com componentes impressos em 3D, especialmente se forem produtos customizados por medida. Fazemos isso na Otiima, por exemplo.

Que limitações ou dificuldades identifica na utilização da impressão 3D nestes processos?

Resposta:

Identifico cada vez menos limitações, visto que temos materiais cada vez melhores e em grande variedade. O maior problema prende-se com o preconceito histórico de que os processos aditivos não devem ser usados para peças finais. Eu acredito que é tudo uma questão de projeto e requisitos. Como sempre aconteceu em qualquer processo de fabrico: desenhar uma peça para ser injetada obedece a regras muito diferentes de desenhar uma peça produzida por processos aditivos ou subtrativos.

Papel do designer

Como descreveria o papel do designer em processos de co-criação mediados pela impressão 3D?

Resposta:

É um papel de aceleração do desenvolvimento de produto: permite falhar muito rapidamente e testar várias ideias de uma só vez. E quando digo testar, refiro-me a testar vários protótipos funcionais em simultâneo com utilizadores reais, em vez do método dos anos 90, em que se faziam maquetas de papel e cartão e se escolhia a "receita vencedora" logo nessa fase. Esse paradigma mudou. Atenção que o processo de maquetização continua a ser muito necessário e impulsiona a ideação através da concretização tridimensional; nunca se deve saltar a lógica de: esboço, maqueta, protótipo.

Considera que esse papel difere do papel tradicional do designer? Em que aspetos?

Resposta:

Isso não existe. Existem designers mais conceptuais e outros mais ligados aos processos industriais. Considero que, em produtos de grande escala, ambos os perfis devem "guerrear", porque o melhor produto nasce do meio-termo entre as ideias dos dois. Nitidamente, o meu perfil é mais o segundo.

Que competências considera mais importantes para o designer nestes contextos?

Resposta:

A visão espacial. Estes processos de fabrico cada vez mais avançados permitem criar formas completamente livres, que muitas vezes são difíceis de definir de uma forma conceptual e 100% digital — é por isso que na indústria automóvel se continua a usar (e muito bem) o barro. Além disso, é crucial ter uma visão holística do produto (o produto em si, o fim de vida e a reciclagem, o manual

de utilizador e montagem, as compras de matérias-primas e os canais de fabrico, o marketing, os testes com utilizadores, etc.). No fundo, o design está presente em todos os parâmetros, porque o designer deve controlar todos os aspetos de comunicação do produto: desde como o utilizador o sente e utiliza, até à forma como o produto deve terminar a sua vida útil.

Existem momentos de mediação ou negociação entre participantes? Pode dar exemplos?

Resposta:

Claro, sempre! O designer quer o melhor aspeto, a melhor função e o melhor desempenho; o empreendedor quer o produto que dê mais lucro. E isto nunca anda de mãos dadas! O designer tem de aprender a respeitar requisitos e a compreender que, por vezes, não é possível chegar ao standard de sonho num determinado produto. Temos de dar tempo a estas empresas (que na minha experiência são quase sempre startups) para aprenderem o processo de desenvolvimento de produtos.

Desafios e perspetivas futuras

Que desafios surgem com maior frequência nos processos de co-criação?

Resposta:

Hoje em dia, temos de perceber de muitas disciplinas para podermos falar a mesma língua e compreender as limitações reais — seja da IA, do fabrico de eletrónicas ou da programação de dispositivos. Às vezes parece que é só "carregar no teclado", mas existem limitações concretas. Se não as compreendermos e não tentarmos dar alternativas viáveis à equipa, acabamos por ficar bloqueados ou por lançar produtos de baixa performance.

Que oportunidades considera que estes processos oferecem ao design contemporâneo?

Resposta:

São ilimitadas. Diria até que, com o suporte da rápida ideação de conceitos gerados por IA, os processos de fabrico digital vão ser a base de suporte para a criação destes produtos. Vemos, por exemplo, o que a Nike está a fazer em parceria com a Zellerfeld: a desenvolver linhas de calçado (como os Air Max 1000) 100% impressas em 3D. A grande vantagem desta abordagem moldless (sem moldes) é que podemos customizar completamente o produto ao utilizador. É possível, inclusive, fazer a sapatilha direita maior ou mais pequena que a esquerda, a partir de um simples scan 3D feito com o telemóvel e de uma app que processa o pedido automaticamente. Eliminam-se por completo as linhas de montagem complexas, cruzando a impressão com outras tecnologias em simultâneo, mas mantendo o processo numa base totalmente digital. No fundo,

passamos do conceito industrial de just in time para o just to user! (exemplo: <https://www.zellerfeld.com/>)

Como imagina a evolução do papel do designer com o aumento do fabrico digital e da co-criação?

Resposta:

erá o mesmo de sempre: o "idiota" com a visão. Aquele tipo que está no ponto mais alto do navio, de binóculos, a tentar manobrar o produto à imagem do que visualizou, a empurrar toda a equipa nessa direção e a fazer o melhor que pode dentro das limitações do processo, limitações essas que podem ser de requisitos, de recursos humanos ou até do próprio mercado.

Pretende acrescentar algo que considere relevante e que não tenha sido abordado?

Resposta:

A ideia de que o mercado está orientado exclusivamente para o fabrico aditivo é redutora; temos de olhar para isto de forma mais lata, como recursos de fabrico digital. Algo que me parece que vai abanar muito o mercado é o facto de que, com estas tecnologias, qualquer pessoa pode desenvolver um produto de base suportando-se inteiramente no fabrico digital, e depois vendê-lo na internet sem a ajuda de terceiros ou o suporte de uma estrutura empresarial. Vejo isso como um movimento altamente disruptivo

Entrevista a Bruno Fernandes, Participante no processo

Enquadramento do participante

Pode descrever brevemente o seu percurso e a sua ligação ao design ou à fabrico digital?

Resposta:

A minha ligação ao design surgiu principalmente através do interesse por produtos personalizados e soluções práticas para o dia a dia. Não tenho formação específica em design, mas comecei a contactar com fabricação digital através de workshops e projetos colaborativos ligados à impressão 3D.

Qual é o seu papel neste espaço (designer, técnico, utilizador, outro)?

Resposta:

Particpei principalmente enquanto utilizador e colaborador no desenvolvimento de ideias e testes de soluções.

Há quanto tempo utiliza ou trabalha com impressão 3D?

Resposta:

Tenho contacto com impressão 3D há cerca de um ano, sobretudo através de pequenas experiências e participação em projetos colaborativos.

Com que frequência participa em projetos colaborativos ou de co-criação?

Resposta:

Não participo regularmente, mas tenho interesse em atividades colaborativas relacionadas com criatividade e desenvolvimento de produtos.

Co-criação e participação

Como descreveria o seu envolvimento em processos de co-criação neste contexto?

Resposta:

O meu envolvimento passou mais pela partilha de opiniões, teste de protótipos e identificação de necessidades relacionadas com a utilização prática dos objetos desenvolvidos.

De que forma os utilizadores participam normalmente no processo de design?

Resposta:

Os utilizadores ajudam sobretudo através do feedback e da experimentação dos protótipos. Muitas vezes conseguem identificar problemas ou necessidades que não seriam tão visíveis apenas do ponto de vista técnico.

Considera que essa participação influencia as decisões do projeto? De que modo?

Resposta:

Sim, especialmente em aspetos relacionados com funcionalidade, ergonomia e facilidade de utilização. Algumas alterações realizadas nos protótipos surgiram diretamente a partir da experiência dos utilizadores.

Que vantagens identifica nos processos colaborativos face a abordagens mais tradicionais?

Resposta:

A principal vantagem é que os produtos acabam por responder melhor às necessidades reais das pessoas. Também existe maior envolvimento dos participantes, o que torna o processo mais dinâmico e interessante.

Impressão 3D no processo de design

Que papel desempenha a impressão 3D no desenvolvimento dos projetos aqui realizados?

Resposta:

A impressão 3D permite experimentar rapidamente diferentes ideias e visualizar melhor os conceitos desenvolvidos. Isso facilita bastante o processo de teste e melhoria dos produtos.

Considera que a impressão 3D facilita a participação dos utilizadores? Porquê?

Resposta:

Sim, porque torna o processo mais visual e acessível. Mesmo sem conhecimentos técnicos avançados, os utilizadores conseguem perceber melhor as propostas quando têm contacto com protótipos físicos.

Em que fases do processo a impressão 3D é mais relevante (ideação, prototipagem, produção)?

Resposta:

Na minha opinião, a impressão 3D é especialmente útil na fase de prototipagem, porque permite experimentar várias soluções antes da versão final.

Que limitações ou dificuldades identifica na utilização da impressão 3D nestes processos?

Resposta:

Uma das dificuldades é o tempo necessário para imprimir determinadas peças. Também existem algumas limitações relacionadas com materiais e resistência dos protótipos.

Papel do designer

Como descreveria o papel do designer em processos de co-criação mediados pela impressão 3D?

Resposta:

O designer funciona como alguém que organiza o processo e transforma ideias em soluções concretas. Também ajuda a explicar limitações técnicas e a orientar as decisões tomadas ao longo do desenvolvimento.

Considera que esse papel difere do papel tradicional do designer? Em que aspetos?

Resposta:

Sim, porque existe uma maior proximidade com os utilizadores e uma necessidade constante de adaptação. O designer deixa de trabalhar sozinho e passa a desenvolver soluções em conjunto com outras pessoas.

Que competências considera mais importantes para o designer nestes contextos?

Resposta:

Capacidade de comunicação, flexibilidade, criatividade e conhecimentos técnicos relacionados com fabricação digital e prototipagem.

Existem momentos de mediação ou negociação entre participantes? Pode dar exemplos?

Resposta:

Sim. Em alguns momentos surgiram opiniões diferentes sobre funcionalidades ou estética dos objetos, sendo necessário encontrar soluções equilibradas entre preferências pessoais e limitações técnicas.

Desafios e perspectivas futuras

Que desafios surgem com maior frequência nos processos de co-criação?

Resposta:

Um dos principais desafios é gerir diferentes opiniões e expectativas. Também pode ser difícil encontrar soluções que funcionem bem para todos os participantes.

Que oportunidades considera que estes processos oferecem ao design contemporâneo?

Resposta:

Permitem desenvolver produtos mais personalizados e aproximar os utilizadores do processo de criação. Além disso, tornam o design mais participativo e acessível.

Como imagina a evolução do papel do designer com o aumento do fabrico digital e da co-criação?

Resposta:

Acredito que o designer terá cada vez mais um papel ligado à facilitação e coordenação de processos colaborativos, trabalhando em conjunto com utilizadores e outras áreas técnicas.

Pretende acrescentar algo que considere relevante e que não tenha sido abordado?

Resposta:

Considero interessante a forma como a impressão 3D aproxima as pessoas do processo de criação, permitindo uma maior experimentação e envolvimento dos utilizadores no desenvolvimento dos produtos.

Entrevista Rui Ribeiro, participante ativo

Enquadramento do participante

Pode descrever brevemente o seu percurso e a sua ligação ao design ou à fabrico digital?

Resposta:

Tenho interesse por design de produto e tecnologias digitais, sobretudo pela forma como permitem desenvolver soluções mais personalizadas e adaptadas às necessidades dos utilizadores. Nos últimos anos comecei a explorar ferramentas de fabrico digital, especialmente impressão 3D, tanto em contexto académico como em projetos pessoais.

Qual é o seu papel neste espaço (designer, técnico, utilizador, outro)?

Resposta:

Neste contexto participei sobretudo enquanto utilizador participante num processo de co-criação, colaborando com o designer no desenvolvimento e adaptação de soluções.

Há quanto tempo utiliza ou trabalha com impressão 3D?

Resposta:

Tenho contacto com impressão 3D há cerca de dois anos, principalmente através de prototipagem e experimentação em contexto académico.

Com que frequência participa em projetos colaborativos ou de co-criação?

Resposta:

Participo ocasionalmente em projetos colaborativo.

Co-criação e participação

Como descreveria o seu envolvimento em processos de co-criação neste contexto?

Resposta:

O meu envolvimento passou pela partilha de ideias, teste de protótipos e discussão de possíveis

melhorias ao longo do processo. Senti que existia abertura para experimentar diferentes soluções e adaptar o projeto às necessidades identificadas.

De que forma os utilizadores participam normalmente no processo de design?

Resposta:

Os utilizadores participam sobretudo através da partilha de necessidades, feedback e sugestões de melhoria. Em alguns momentos também conseguem intervir diretamente na configuração ou personalização das soluções desenvolvidas.

Considera que essa participação influencia as decisões do projeto? De que modo?

Resposta:

Sim. A participação dos utilizadores influencia bastante o desenvolvimento do projeto, principalmente na adaptação funcional das soluções. Muitas decisões relacionadas com ergonomia, organização ou utilização prática surgem a partir do feedback dado pelos participantes.

Que vantagens identifica nos processos colaborativos face a abordagens mais tradicionais?

Resposta:

Os processos colaborativos permitem criar soluções mais ajustadas às necessidades reais dos utilizadores. Além disso, promovem maior envolvimento no projeto e possibilitam testar diferentes perspetivas ao longo do desenvolvimento.

Impressão 3D no processo de design

Que papel desempenha a impressão 3D no desenvolvimento dos projetos aqui realizados?

Resposta:

A impressão 3D tem um papel muito importante na criação rápida de protótipos e na experimentação de diferentes soluções. Permite testar ideias rapidamente e fazer alterações sem necessidade de processos industriais complexos.

Considera que a impressão 3D facilita a participação dos utilizadores? Porquê?

Resposta:

Sim, porque permite visualizar e experimentar fisicamente as soluções ainda durante o desenvolvimento. Isso facilita a comunicação entre designer e utilizador e ajuda a compreender melhor as possibilidades e limitações do projeto.

Em que fases do processo a impressão 3D é mais relevante (ideação, prototipagem, produção)?

Resposta:

Considero que a impressão 3D é especialmente relevante nas fases de prototipagem e experimentação, pois permite iterar rapidamente e testar diferentes versões do produto.

Que limitações ou dificuldades identifica na utilização da impressão 3D nestes processos?

Resposta:

Algumas dificuldades relacionam-se com o tempo de impressão, limitações dos materiais e necessidade de conhecimentos técnicos

Papel do designer

Como descreveria o papel do designer em processos de co-criação mediados pela impressão 3D?

Resposta:

O designer assume um papel muito importante enquanto facilitador do processo. Para além de desenvolver soluções, ajuda a estruturar as ideias dos participantes, traduz necessidades em propostas concretas e orienta as decisões técnicas ao longo do desenvolvimento.

Considera que esse papel difere do papel tradicional do designer? Em que aspetos?

Resposta:

Sim. Nestes contextos o designer deixa de trabalhar de forma totalmente individual e passa a colaborar mais diretamente com os utilizadores. Existe uma maior componente de mediação, comunicação e adaptação contínua do projeto.

Que competências considera mais importantes para o designer nestes contextos?

Resposta:

Considero importantes competências relacionadas com comunicação, capacidade de escuta, adaptação e compreensão técnica da fabrico digital. Também é revelante conseguir gerir contributos diferentes e transformar ideias em soluções viáveis.

Existem momentos de mediação ou negociação entre participantes? Pode dar exemplos?

Resposta:

Sim. Em vários momentos surgem diferentes opiniões relativamente à funcionalidade, estética ou organização das soluções. Nessas situações, o designer ajuda a encontrar equilíbrios entre as necessidades dos utilizadores e as limitações técnicas do projeto.

Desafios e perspetivas futuras

Que desafios surgem com maior frequência nos processos de co-criação?

Resposta:

Um dos principais desafios é alinhar as expectativas dos diferentes participantes. Nem sempre é fácil conciliar ideias distintas ou adaptar todas as sugestões às limitações técnicas e temporais do projeto.

Que oportunidades considera que estes processos oferecem ao design contemporâneo?

Resposta:

Estes processos permitem desenvolver soluções mais personalizadas, inclusivas e adaptadas aos contextos reais de utilização. Também promovem maior envolvimento dos utilizadores e possibilitam abordagens mais experimentais e colaborativas no design.

Como imagina a evolução do papel do designer com o aumento do fabrico digital e da co-criação?

Resposta:

Penso que o designer terá cada vez mais um papel de mediador e facilitador de processos colaborativos. A fabricação digital permite uma maior participação dos utilizadores, o que obriga o designer a trabalhar de forma mais aberta, flexível e interdisciplinar.

Pretende acrescentar algo que considere relevante e que não tenha sido abordado?

Resposta:

A combinação entre co-criação e impressão 3D tem potencial para transformar significativamente a forma como os produtos são desenvolvidos. Para além da componente técnica, estes processos valorizam muito a comunicação, a experimentação e a participação ativa dos utilizadores no design.

Workshop

Utilizador 1 – Estudante Universitário

Utilização e rotina

Trabalho principalmente no portátil.

Tenho muitas canetas, marcadores e apontamentos.

Uso frequentemente post-its para organizar tarefas.

A minha secretária costuma ficar desorganizada durante períodos de exames.

Costumo perder canetas e auriculares.

Necessidades funcionais

Espaço para 10 a 15 canetas.

Compartimento para post-its.

Espaço para auriculares.

Pequena bandeja para pen drives.

Preferências estéticas

Design minimalista.

Formas retangulares e simples.

Personalização

Gosto de tecnologia.

Gosto de objetos discretos.

Preferia um design moderno e compacto.

Simulação de acabamento: Plástico ABS preto

Conceito final

Organizador modular com:

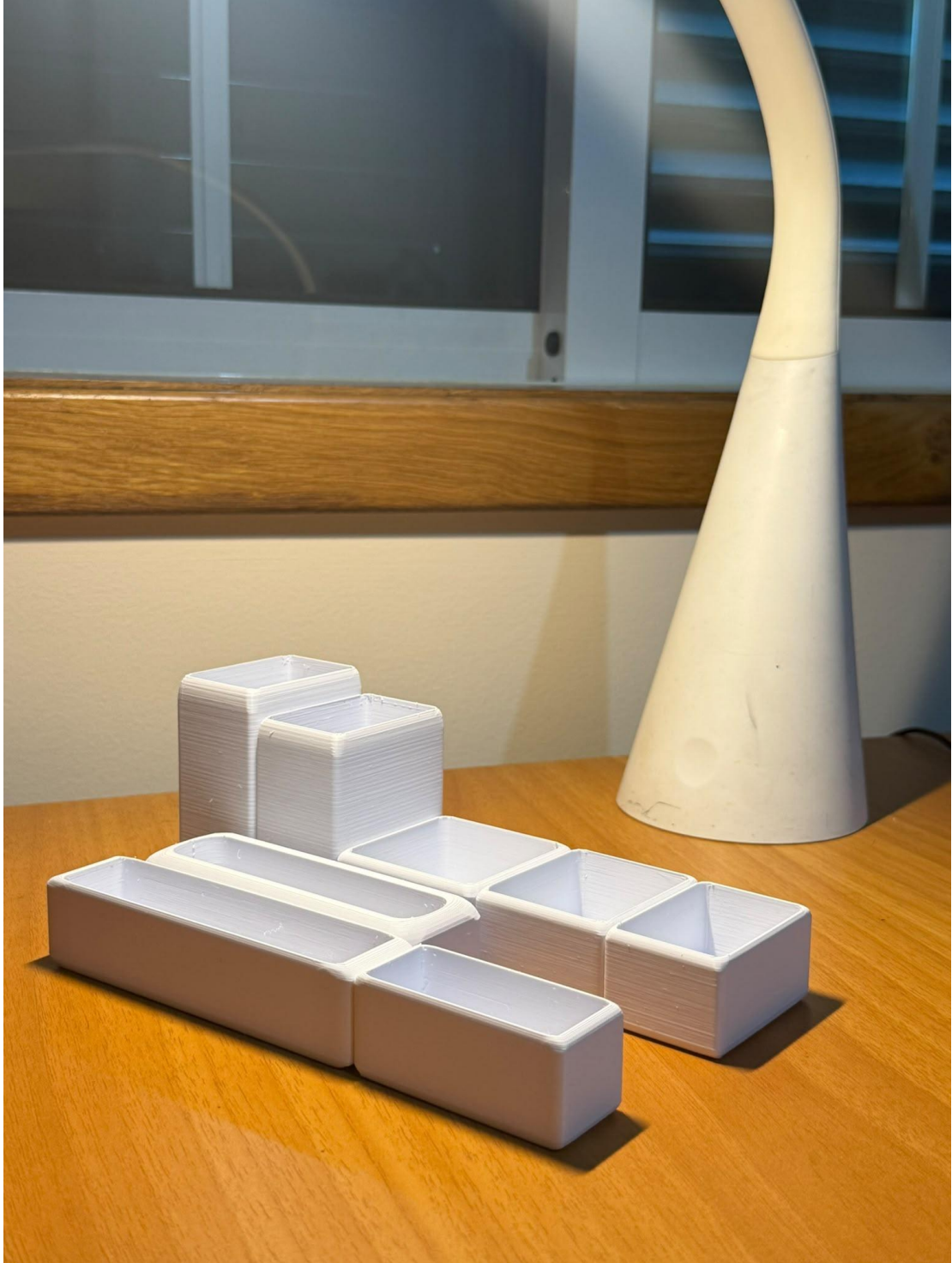
Dois suportes altos para canetas.

Compartimento para post-its.

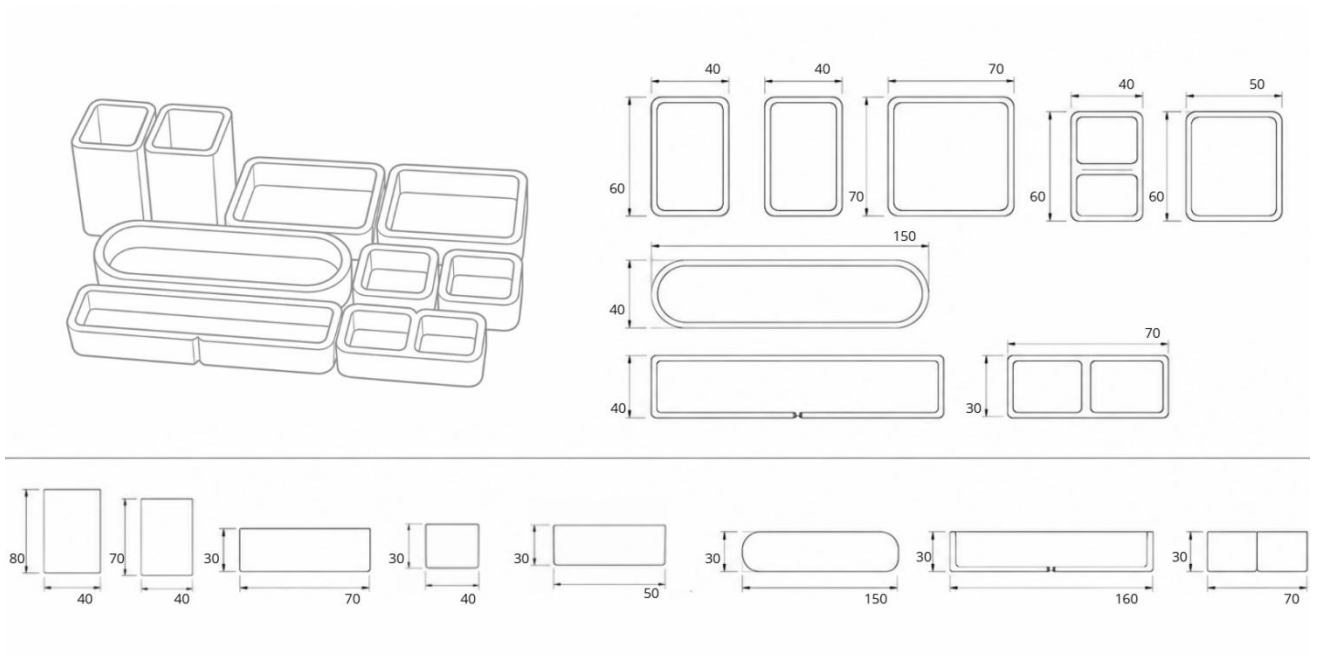
Bandeja para auriculares.

Compartimento para pen drives.









Utilizador 2 – Designer Gráfico

Utilização e rotina

Trabalho diariamente numa secretária.

Utilizo lápis, canetas, marcadores e sketchbooks.

Necessito de acesso rápido aos materiais.

Valorizo a estética do espaço.

Necessidades funcionais

Espaço para lápis e marcadores.

Compartimento para cartões SD e USB.

Bandeja para ferramentas de desenho.

Preferências estéticas

Formas orgânicas.

Acabamento tipo mármore ou pedra.

Design elegante.

Personalização

Interesse por arte contemporânea.

Valoriza objetos exclusivos.

Gosta de elementos visuais diferenciadores.

Conceito final

Organizador modular com:

Bandeja central orgânica.

Dois módulos altos para marcadores.

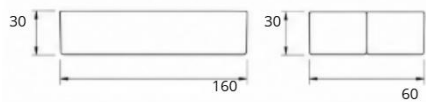
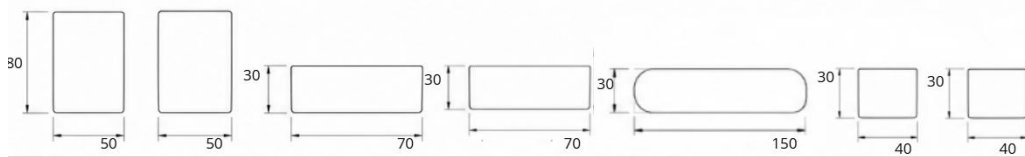
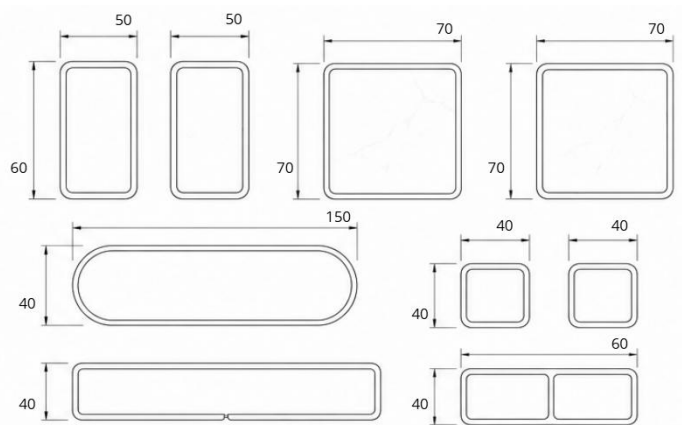
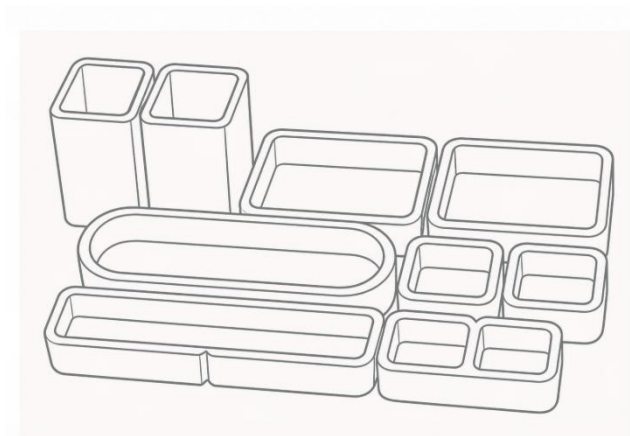
Compartimentos pequenos para acessórios digitais.

Simulação de acabamento efeito mármore.









Utilizador 3 – Engenheiro

Utilização e rotina

Trabalho muitas horas ao computador.

Utilizo poucas canetas mas muitos documentos.

Gosto de manter tudo organizado.

Necessidades funcionais

Espaço para cartões de visita.

Compartimento para clips.

Local para telemovel.

Espaço para canetas.

Preferências estéticas

Design sóbrio.

Linhas retas.

Cores neutras.

Personalização

Valoriza funcionalidade acima da estética.

Gosta de organização visual.

Simulação de acabamento: Compósito mineral Mate

Conceito final

Organizador modular com:

Suporte para telemóvel.

Compartimento para cartões.

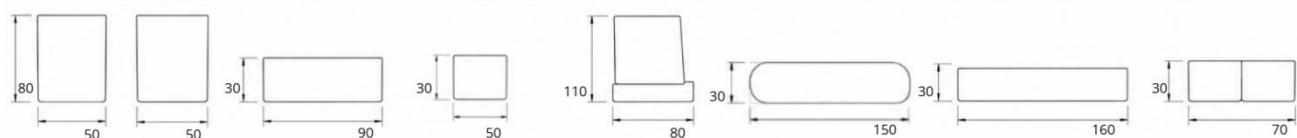
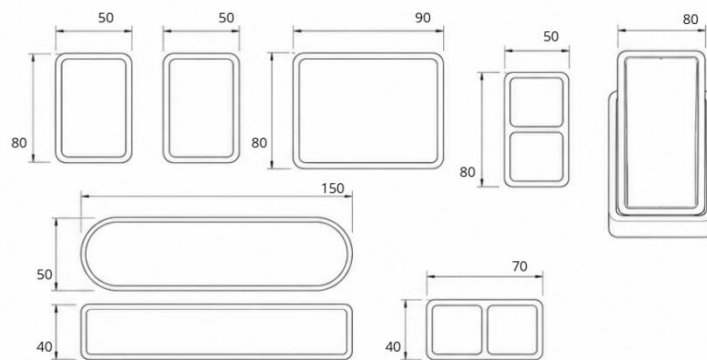
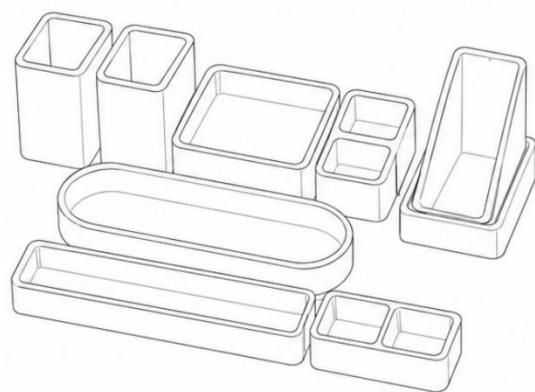
Bandejas para clips e pequenos acessórios.

Dois suportes para canetas.









Utilizador 4 – Arquiteta

Utilizador 4 – Arquiteta

Utilização e rotina

Utilizo frequentemente lápis técnicos e escalímetros.

Trabalho com desenhos e modelos físicos.

Gosto de ter materiais organizados por categoria.

Necessidades funcionais

Compartimento para lápis técnicos.

Espaço para escalímetro.

Compartimento para pen drives.

Bandeja para pequenos materiais.

Preferências estéticas

Design contemporâneo.

Formas geométricas.

Tons claros.

Personalização

Interesse por arquitetura minimalista.

Preferência por organização modular.

Simulação de material: compósito mineral de acabamento mate

Conceito final

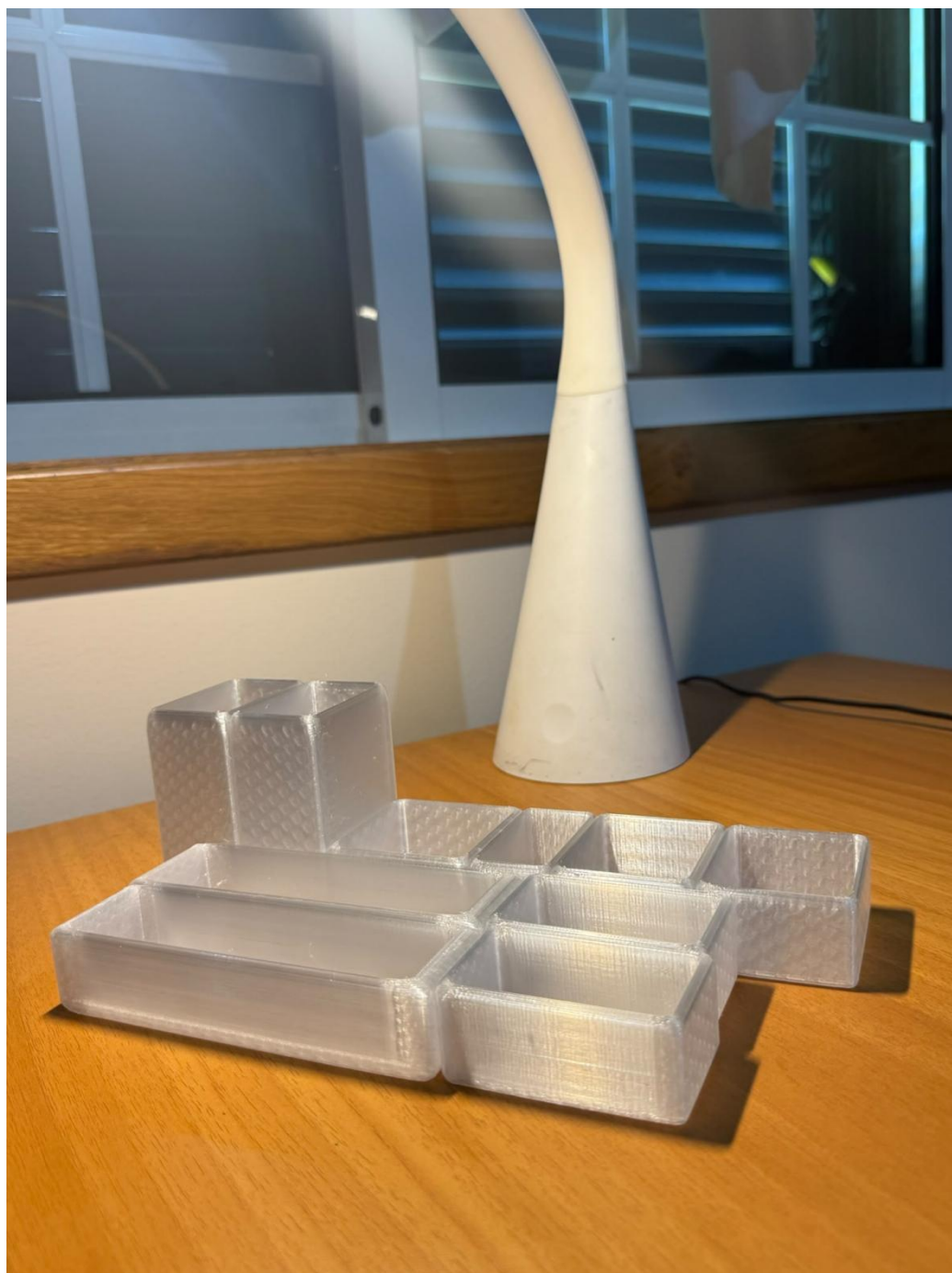
Organizador composto por:

Módulos alinhados geometricamente.

Compartimento longo para escalímetro.

Suportes altos para lápis.

Bandejas para acessórios.







Utilizador 5 – Empresário

Utilização e rotina

Utilizo sobretudo computador e telemóvel.

Tenho poucas canetas.

Recebo frequentemente cartões de visita.

Necessidades funcionais

Espaço para cartões.

Suporte para smartphone.

Compartimento para chaves.

Pequena bandeja para objetos pessoais.

Preferências estéticas

Aparência premium.

Acabamento madeira.

Design elegante e profissional.

Personalização

Gosta de transmitir organização e sofisticação.

Valoriza materiais com aspeto luxuoso.

Simulação de material: Madeira de nogueira

Conceito final

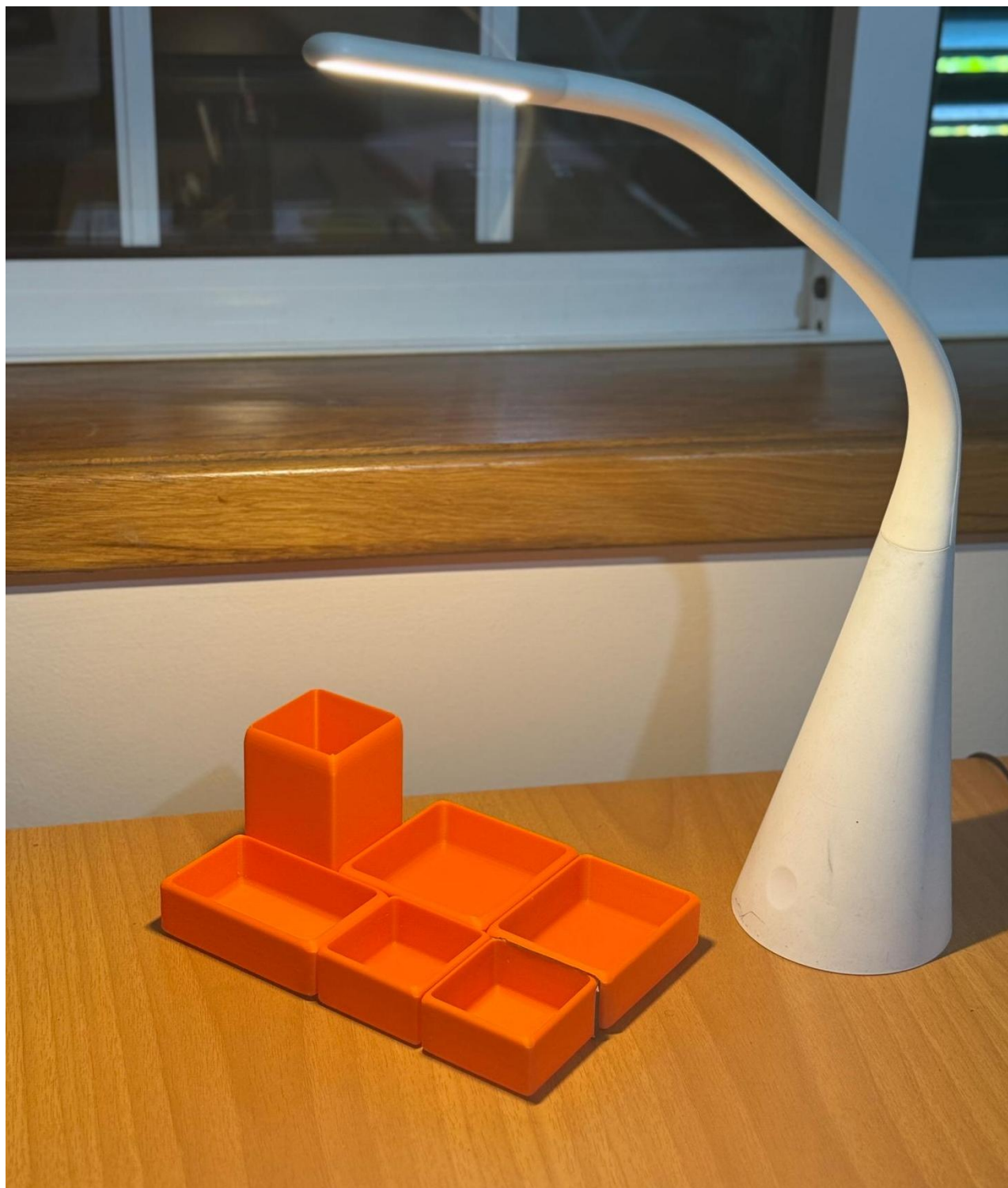
Organizador modular com:

Suporte para cartões de visita.

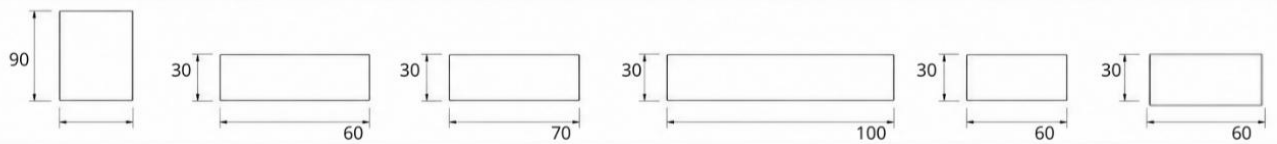
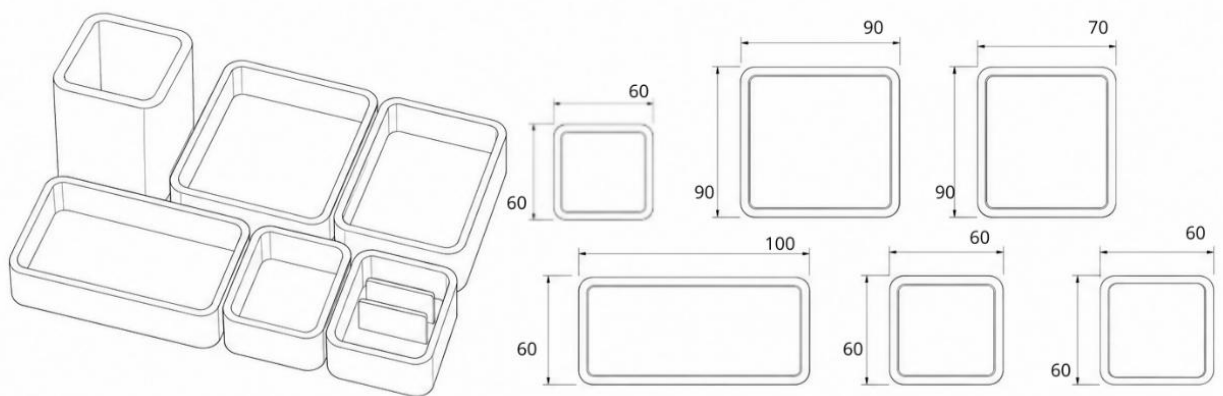
Compartimento para carteira.

Bandeja para relógio e chaves.

Dois módulos pequenos para acessórios.







ESCOLA
SUPERIOR
DE MEDIA
ARTES
E DESIGN
POLITÉCNICO
DO PORTO

P.PORTO

M

MESTRADO
DESIGN DE PRODUTO

Co-criação e personalização no Design de
produto: o impacto da impressão 3D na
redefinição do papel do designer.
Ana Beatriz Machado Martins

