



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN  
MESTRADO ACADÊMICO EM DESIGN**

**JOSÉ VICTOR DOS SANTOS ARAÚJO**

**DESIGN, IMPRESSÃO 3D E INOVAÇÃO SOCIAL:  
análise de estudos de caso para a definição de diretrizes  
visando a aplicação em comunidades desfavorecidas**

Campina Grande, PB  
2025

**JOSÉ VICTOR DOS SANTOS ARAÚJO**

**DESIGN, IMPRESSÃO 3D E INOVAÇÃO SOCIAL:  
análise de estudos de caso para a definição de diretrizes  
visando a aplicação em comunidades desfavorecidas**

Dissertação de Mestrado apresentada em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Design da Universidade Federal de Campina Grande.

**Linha de Pesquisa:** Ergonomia, Ambiente e Processos.

**Orientador:** Prof. PhD. Pablo Marcel de Arruda Torres.

Campina Grande, PB  
2025

A663d Araújo, José Victor dos Santos.

Design, impressão 3D e inovação social: análise de estudos de caso para a definição de diretrizes visando a aplicação em comunidades desfavorecidas / José Victor dos Santos Araújo. – Campina Grande, 2025.

121 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, 2025.

“Orientação: Prof. Dr. Pablo Marcel de Arruda Torres”.

Referências.

1. Design. 2. Inovação Social. 3. Impressão 3D. 4. Manufatura Aditiva. 5. Cajucultura. I. Torres, Pablo Marcel de Arruda. II. Título.

UFCG/BC

CDU 7.05(043.3)

FICHA CATALOGráfICA ELABORADA PELA BIBLIOTECÁRIA SEVERINA SUELI DA SILVA OLIVEIRA CRB-15/225

**JOSÉ VICTOR DOS SANTOS ARAÚJO**

**DESIGN, IMPRESSÃO 3D E INOVAÇÃO SOCIAL:  
análise de estudos de caso para a definição de diretrizes  
visando a aplicação em comunidades desfavorecidas**

Dissertação de Mestrado apresentada em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Design da Universidade Federal de Campina Grande, Área de Concentração Design de Produtos, defendida em 26 de fevereiro de 2025 e aprovada em 26 de maio de 2025 pela Banca Examinadora.

Documento assinado digitalmente  
 **PABLO MARCEL DE ARRUDA TORRES**  
Data: 17/06/2025 10:27:02-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Orientador: Prof. PhD. Pablo Marcel de Arruda Torres**  
**Universidade Federal de Campina Grande – PPG Design UFCG**

Documento assinado digitalmente  
 **THAMYRES OLIVEIRA CLEMENTINO**  
Data: 17/06/2025 14:41:52-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Membro Interno: Profa. Dra. Thamyres Oliveira Clementino**  
**Universidade Federal de Campina Grande – PPG Design UFCG**

Documento assinado digitalmente  
 **KLEBER DA SILVA BARROS**  
Data: 17/06/2025 10:44:37-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Membro Externo: Prof. Dr. Kléber da Silva Barros**  
**Universidade Federal da Paraíba – DDESIGN UFPB**

Campina Grande, PB  
2025

Dedico ao Mestre dos mestres, Jesus Cristo, e a todos, que assim como Ele, acreditam no poder transformador do amor ao próximo.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por seu grandioso amor e infinita misericórdia, que me sustentam dia a dia, e pela oportunidade de concluir mais uma fase de minha vida, sendo meu porto seguro em todas as situações e cumprindo em mim sua boa, perfeita e agradável vontade.

Aos meus pais, Cristiane Araújo e José de Arimateias, à minha irmã caçula, Rebeca Vitória, à minha avó, Maria de Fátima, por todo zelo, suporte e encorajamento, e aos meus demais familiares, que de alguma forma colaboraram para o meu crescimento acadêmico.

Aos meus professores, desde o ensino básico ao superior, pela dedicação e cada aprendizado, sem deixar de fazer menção ao professor orientador deste trabalho, Pablo Torres, que de maneira prestativa indicou caminhos para se chegar ao êxito da pesquisa, agradeço por todo o incentivo ao longo das etapas.

Aos servidores da Unidade Acadêmica de Design (UAD) da UFCG, por sua prontidão em tornar a experiência universitária possível e mais proveitosa, representando-os agradeço a Gilvaneide de Lima, secretária do Programa de Pós-graduação em Design (PPG Design UFCG), por seu empenho em prol dos mestres em formação.

Aos meus colegas de pós-graduação, pelos momentos compartilhados dentro e fora da universidade, desde as risadas às tensões, pelo carinho e trocas de conhecimento.

E, por último e não menos importante, aos que contribuíram nas pesquisas, especialmente a equipe da Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Econômico (SADE) de Jacaraú/PB, seja nos testes, nas análises, nos *feedbacks*, com materiais, com técnicas, entre outros, já que o Design é feito para pessoas reais e sem elas não há nenhum sentido de fazê-lo.

ARAÚJO, José Victor dos Santos. **DESIGN, IMPRESSÃO 3D E INOVAÇÃO SOCIAL:** análise de estudos de caso para a definição de diretrizes visando a aplicação em comunidades desfavorecidas. 2025. 120 p. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2025.

## RESUMO

A presente pesquisa estabelece uma relação entre Manufatura Aditiva e Inovação Social, sob a perspectiva do Design, e objetiva propor diretrizes para inserir a Impressão 3D em projetos socialmente inovadores, especialmente em regiões desfavorecidas. É caracterizada como de natureza aplicada, de abordagem mista, exploratória e descritiva, quanto aos objetivos, e bibliográfica. Seus procedimentos incluem estudos de caso, sendo estes múltiplos, que foram selecionados por gerarem produtos impressos em 3D que causam impacto social, e pesquisa documental. Seus instrumentos são questionário, sessão de grupo e materiais audiovisuais. Fundamenta-se na *Design Science Research* (DSR) e seu desenvolvimento de produtos pelo *Human-Centered Design* (HCD), dividido em três (3) fases: “Ouvir”, com avaliação do conhecimento preexistente, auto-documentação e proposição de artefatos para resolver o problema específico; “Criar”, com a abordagem de co-projeto participativo, envolvendo a identificação de padrões para extrair *insights* principais, e transformação de ideias em realidade, produzindo protótipos; e “Implementar”, abrangendo a identificação de capacidades necessárias, avaliação do artefato, com a realização de testes com usuários, para avaliar a aplicabilidade das diretrizes propostas e o impacto gerado, conclusões e comunicação dos resultados. Como resultados, instruções relacionadas a fatores técnicos, sobre impressoras 3D, filamentos e configurações de impressão, e sociais, sobre parceiros potenciais, para estimular a implementação de iniciativas, e produtos (martelo e recipientes) foram desenvolvidos para beneficiar um grupo de trabalhadores da cajucultura de Jacaraú, Paraíba, com conforto e agilidade.

**Palavras-chave:** Design. Inovação Social. Impressão 3D. Manufatura Aditiva. Cajucultura.

## **ABSTRACT**

This research establishes a relationship between Additive Manufacturing and Social Innovation from the perspective of Design and aims to propose guidelines for incorporating 3D Printing into socially innovative projects, especially in disadvantaged regions. It is characterized as applied in nature, with a mixed-methods approach, exploratory and descriptive in terms of its objectives, and bibliographic. Its procedures include case studies — multiple in number — which were selected for generating 3D-printed products that create social impact, as well as documentary research. Its instruments are a questionnaire, group session, and audiovisual materials. It is grounded in Design Science Research (DSR) and its product development through Human-Centered Design (HCD), divided into three (3) phases: “Hear,” with assessment of pre-existing knowledge, self-documentation, and the proposal of artifacts to solve a specific problem; “Create,” applying a participatory co-design approach, involving the identification of patterns to extract key insights and transforming ideas into reality by producing prototypes; and “Deliver,” covering the identification of necessary capabilities, artifact evaluation, conducting user testing to assess the applicability of the proposed guidelines and the impact generated, conclusions, and communication of results. As a result, instructions related to technical factors — concerning 3D printers, filaments, and printing settings — and social aspects — about potential partners — were developed to encourage the implementation of initiatives. Additionally, products (a hammer and containers) were developed to benefit a group of cashew workers from Jacaraú, Paraíba, by enhancing comfort and agility.

**Keywords:** Design. Social Innovation. 3D printing. Additive Manufacturing. Cashew culture.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Setores com maior adoção de Impressão 3D [2023-2027].....            | 14 |
| Figura 2 – Setores mais impactados por Impressão 3D nos empregos [2023-2027]    | 15 |
| Figura 3 – Valor de mercado da Indústria de Manufatura Aditiva .....            | 15 |
| Figura 4 – Processo de delimitação do local de pesquisa .....                   | 19 |
| Figura 5 – Trabalho com castanha de caju em Jacaraú/PB .....                    | 19 |
| Figura 6 – Linha do tempo das definições de Inovação Social .....               | 21 |
| Figura 7 – Estágios da Inovação Social (Espiral de Fibonacci) .....             | 24 |
| Figura 8 – Cuba de material fotopolímero com exposição de luz UV .....          | 27 |
| Figura 9 – Etapas da Impressão 3D .....                                         | 27 |
| Figura 10 – Delineamento da pesquisa .....                                      | 35 |
| Figura 11 – Caracterização da pesquisa .....                                    | 38 |
| Figura 12 – Método proposto para condução da Design Science Research .....      | 39 |
| Figura 13 – Lentes do Human-Centered Design .....                               | 40 |
| Figura 14 – Fluxograma metodológico do desenvolvimento de produtos .....        | 42 |
| Figura 15 – Processo da fase experimental da pesquisa .....                     | 44 |
| Figura 16 – Workshop de fabricação do filtro AcuaLab .....                      | 47 |
| Figura 17 – Etapas do Método Feeling .....                                      | 48 |
| Figura 18 – Peças do filtro AcuaLab .....                                       | 49 |
| Figura 19 – Passos de montagem do filtro AcuaLab .....                          | 50 |
| Figura 20 – Opções de resultado do filtro AcuaLab.....                          | 51 |
| Figura 21 – Detalhes do filtro AcuaLab .....                                    | 52 |
| Figura 22 – Utilização do filtro AcuaLab .....                                  | 52 |
| Figura 23 – Índices de impacto do filtro AcuaLab.....                           | 53 |
| Figura 24 – Equipe de colaboradores do projeto de produção de face shields..... | 54 |
| Figura 25 – Framework do Design for Social Sustainability (DfSS) .....          | 55 |
| Figura 26 – Impressora 3D utilizada e suporte dos face shields.....             | 56 |
| Figura 27 – Etapas de trabalho do Field Ready .....                             | 58 |
| Figura 28 – Peça para Antena Duoband Yagi .....                                 | 58 |
| Figura 29 – Estaca de Fixação.....                                              | 59 |
| Figura 30 – Gancho de Bolsa IV .....                                            | 59 |
| Figura 31 – Otoscópio.....                                                      | 60 |
| Figura 32 – Peça de aderência .....                                             | 60 |

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 33 – Equipe de Design da Proximity Designs.....                         | 61 |
| Figura 34 – Ferramentas projetuais da Proximity Designs .....                  | 62 |
| Figura 35 – Protótipos impressos em 3D para a Proximity Designs .....          | 63 |
| Figura 36 – Anéis espaçadores impressos em 3D para a Proximity Designs .....   | 63 |
| Figura 37 – Proprietária e produtos da Afrocentric Afrique .....               | 66 |
| Figura 38 – Centro de Impressão 3D na Nigéria .....                            | 66 |
| Figura 39 – Drone impresso em 3D .....                                         | 67 |
| Figura 40 – Sessão em grupo: Avaliação do Conhecimento Preexistente.....       | 75 |
| Figura 41 – Cartaz com notas adesivas: Avaliação do Conhecimento Preexistente. | 76 |
| Figura 42 – Registros da Auto-documentação (1º dia) .....                      | 77 |
| Figura 44 – Registros da Auto-documentação (2º dia) .....                      | 78 |
| Figura 44 – <i>Workshop</i> de Co-projeto .....                                | 80 |
| Figura 45 – Esboços (sketches) de produtos: Workshop de Co-projeto .....       | 81 |
| Figura 46 – Esboços ( <i>sketches</i> ) dos produtos.....                      | 83 |
| Figura 47 – Modelos 3D digitais dos produtos.....                              | 84 |
| Figura 48 – Martelo para quebra de castanha de caju .....                      | 85 |
| Figura 49 – Recipientes para armazenamento de castanhas de caju .....          | 85 |
| Figura 50 – Registros dos Testes com Usuários .....                            | 87 |
| Figura 51 – Idades dos participantes dos testes .....                          | 88 |
| Figura 52 – Tempo de trabalho na área da cajucultura .....                     | 88 |
| Figura 53 – Pontos de atração pelos produtos .....                             | 89 |
| Figura 54 – Classificação dos produtos.....                                    | 89 |
| Figura 55 – Aspectos de facilitação na realização das atividades .....         | 90 |

## **LISTA DE QUADROS**

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 – Classificação de tecnologias de Impressão 3D .....            | 29 |
| Quadro 2 – Pontos de destaque dos casos.....                             | 68 |
| Quadro 3 – Classificação resultante da análise dos estudos de caso ..... | 70 |
| Quadro 4 – Embasamento das diretrizes por fases dos casos.....           | 72 |
| Quadro 5 – Aplicação das diretrizes por fases do projeto .....           | 74 |

## SUMÁRIO

|                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....</b>                             | <b>13</b> |
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                                   | <b>13</b> |
| 1.1 Contextualização .....                                                  | 13        |
| 1.2 Problema de Pesquisa .....                                              | 16        |
| 1.3 Objetivos .....                                                         | 17        |
| 1.3.1 Objetivo Geral .....                                                  | 17        |
| 1.3.2 Objetivos Específicos .....                                           | 17        |
| 1.4 Justificativa.....                                                      | 17        |
| 1.5 Delimitação da Pesquisa.....                                            | 18        |
| 1.6 Estrutura da Dissertação .....                                          | 20        |
| <b>CAPÍTULO II – REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>                              | <b>21</b> |
| 2.1 Inovação Social .....                                                   | 21        |
| 2.2 Impressão 3D.....                                                       | 26        |
| 2.3 Design para Inovação Social e Tecnológica.....                          | 32        |
| <b>CAPÍTULO III – MÉTODOS E TÉCNICAS .....</b>                              | <b>35</b> |
| 3.1 Delineamento da Pesquisa .....                                          | 35        |
| 3.2 Caracterização da Pesquisa .....                                        | 36        |
| 3.3 Visão Geral dos Métodos.....                                            | 39        |
| 3.4 Procedimentos para Realização de Sessões de Grupo.....                  | 43        |
| 3.5 Procedimentos para Realização de Testes.....                            | 43        |
| 3.6 Procedimentos para Coleta, Tratamento e Análise de Dados.....           | 44        |
| <b>CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>                           | <b>45</b> |
| 4.1 Estudos de Caso .....                                                   | 45        |
| 4.2 Análise Cruzada de Casos .....                                          | 69        |
| 4.3 Diretrizes .....                                                        | 71        |
| 4.3.1 Aplicação das Diretrizes no Projeto de Produtos para Cajucultura..... | 74        |
| 4.4 Ouvir ( <i>Hear</i> ).....                                              | 75        |
| 4.4.1 Avaliação do Conhecimento Preexistente.....                           | 75        |
| 4.4.2 Auto-documentação.....                                                | 77        |
| 4.4.3 Proposição de Artefatos para Resolver o Problema Específico .....     | 78        |
| 4.5 Criar ( <i>Create</i> ).....                                            | 79        |
| 4.5.1 Co-projeto Participativo: <i>Workshop</i> de Co-projeto .....         | 79        |
| 4.5.2 Identificação de Padrões: Extrair <i>Insights</i> Principais.....     | 81        |
| 4.5.3 Transformação de Ideias em Realidade.....                             | 82        |
| 4.6 Implementar ( <i>Deliver</i> ) .....                                    | 86        |

|                                                                       |                                                          |            |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------|
| 4.6.1                                                                 | Identificação de Capacidades Necessárias .....           | 86         |
| 4.6.2                                                                 | Avaliação do Artefato: Testes com Usuários .....         | 87         |
| <b>CAPÍTULO V – CONCLUSÕES .....</b>                                  |                                                          | <b>91</b>  |
| 5.1                                                                   | Quanto aos Objetivos.....                                | 91         |
| 5.2                                                                   | Quanto aos Métodos e as Técnicas .....                   | 92         |
| 5.3                                                                   | Quanto aos Resultados / Comunicação dos Resultados ..... | 93         |
| 5.4                                                                   | Sugestões para Pesquisas Futuras .....                   | 94         |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                              |                                                          | <b>95</b>  |
| <b>APÊNDICE A – ROTEIRO - SESSÃO DE GRUPO:</b>                        |                                                          |            |
| <b>AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO PREEXISTENTE .....</b>                   |                                                          | <b>104</b> |
| <b>APÊNDICE B – RESPOSTAS: AVALIAÇÃO DO</b>                           |                                                          |            |
| <b>CONHECIMENTO PREEXISTENTE.....</b>                                 |                                                          | <b>105</b> |
| <b>APÊNDICE C – ROTEIRO - AUTO-DOCUMENTAÇÃO.....</b>                  |                                                          | <b>109</b> |
| <b>APÊNDICE D – ROTEIRO - SESSÃO DE GRUPO:</b>                        |                                                          |            |
| <b>WORKSHOP DE CO-PROJETO .....</b>                                   |                                                          | <b>110</b> |
| <b>APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO: TESTE DE PRODUTOS COM USUÁRIOS.....</b> |                                                          | <b>111</b> |
| <b>APÊNDICE F – TERMO DE CONSENTIMENTO</b>                            |                                                          |            |
| <b>LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....</b>                                |                                                          | <b>113</b> |
| <b>APÊNDICE G – TERMO DE AUTORIZAÇÃO FOTOGRÁFICA (TAF) .....</b>      |                                                          | <b>115</b> |
| <b>ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO</b>                           |                                                          |            |
| <b>COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP) .....</b>                        |                                                          | <b>116</b> |

## **CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

### **1 INTRODUÇÃO**

Neste capítulo, são apresentados conceitos introdutórios sobre as temáticas principais deste trabalho – Inovação Social, Impressão 3D e Design –, o problema de pesquisa, os objetivos (geral e específicos), a justificativa, a delimitação de pesquisa e a estrutura da dissertação.

#### **1.1 Contextualização**

O mundo tem sido marcado por problemas sociais, como fome, violência, desigualdade, moradias precárias, escassez de água, falta de saneamento básico, entre outros, que mesmo sendo amplamente noticiados, nem sempre recebem a devida atenção. Nesse cenário, torna-se necessário promover práticas que visam o bem comunitário, unindo conhecimentos e habilidades.

A Organização das Nações Unidas – ONU (2023) estimou que mais 360 milhões de pessoas ao redor do mundo precisavam de ajuda humanitária em 2023 – 30% a mais do que o período homólogo –, o que equivale a um em cada 22 habitantes do planeta. Também foi ressaltado que os motivos se referem a conflitos não resolvidos, problemas econômicos globais intensificados pela COVID-19 e o impacto causado pela invasão russa na Ucrânia.

Nesse sentido, a Inovação Social surge como uma atividade com finalidade e recursos de gerar novas ideias (produtos, serviços, práticas e modelos) desenvolvidas e implementadas para satisfazer às necessidades sociais e criar novas relações ou colaborações entre organizações públicas ou privadas, favorecendo a sociedade e suas formas de atuação (European Union, 2021).

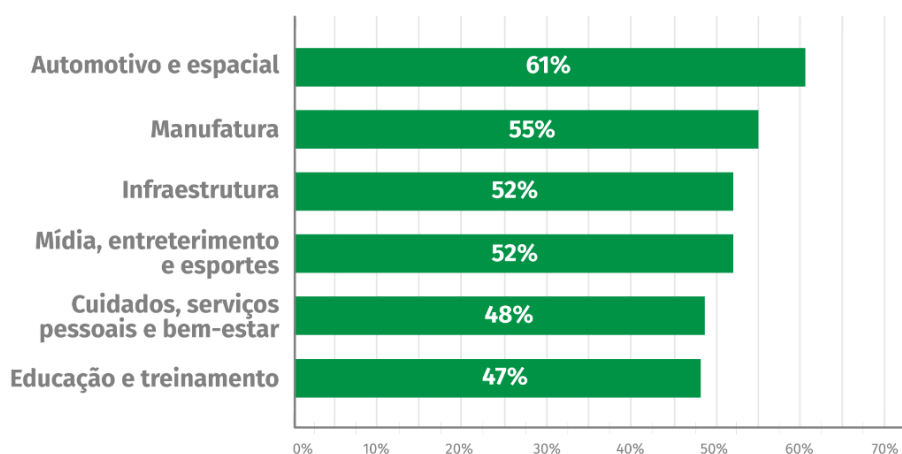
Nas últimas décadas, recursos governamentais e de instituições filantrópicas não são mais as únicas fontes de financiamento da Inovação Social, se unindo a de outras formas organizacionais. Os fundos de investimento de impacto e fontes tradicionais de dinheiro, capital de risco por exemplo, tem impulsionado o segmento, o qual desperta o interesse de grupos diversos, de estudantes aos executivos experientes, para alavancar organizações destinadas a resolver problemas sociais (Malhotra, 2022).

Sob essa perspectiva, o designer e educador Victor Papanek (1971) é conhecido como pioneiro da linha de pensamento defensora da responsabilidade ambiental e social, afirmando que o designer deve tornar suas habilidades acessíveis para o mundo, atuando para resolver problemas da comunidade. Em tempos contemporâneos, Manzini (2017) relaciona a Inovação Social à Inovação Tecnológica, que colabora na identificação de novas soluções para problemas específicos, tal união tem modificado sistemas de infraestrutura, produtivos e de consumo.

Posto isto, uma das tecnologias que vem ganhando notoriedade no contexto da Inovação Social é a impressão 3D – termo mais adotado pela sociedade por transmitir facilmente o princípio do processo (Carvalho; Volpato, 2017), mas que nesta pesquisa também funciona como sinônimo de Manufatura Aditiva – um meio de produção, operacionalizado por computador, cujo material é adicionado em camadas. Com o passar do tempo, tem se tornado mais revolucionária, acessível e notória na vida cotidiana, contribuindo com diversas áreas, no aprimoramento da criação de novos produtos, ao responder requisitos e indicar mudanças inovativas (Bagliotti; Gasparotto, 2021).

Segundo o “*Future of Jobs Report*” (“Relatório do Futuro dos Empregos”) realizado pelo *World Economic Forum* (Fórum Econômico Mundial), edição de 2023, os setores que mais poderão adotar impressão 3D até 2027 são: automotivo e aeroespacial (61%), manufatura (55%) – no qual a proposta deste trabalho está inserida –, infraestrutura (52%), mídia, entretenimento e esportes (52%), cuidados, serviços pessoais e bem-estar (48%) e educação e treinamento (47%) (Figura 1).

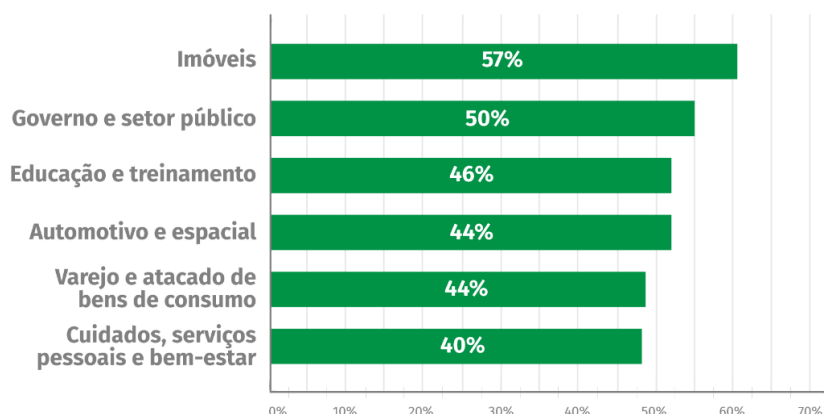
Figura 1 – Setores com maior adoção de Impressão 3D [2023-2027]



Fonte: Adaptado de World Economic Forum (2023).

E os mais impactados nos empregos serão: imóveis (57%), governo e setor público (50%), educação e treinamento (46%), automotivo e aeroespacial (44%), varejo e atacado de bens de consumo (44%) e cuidados, serviços pessoais e bem-estar (40%) (World Economic Forum, 2023) (Figura 2).

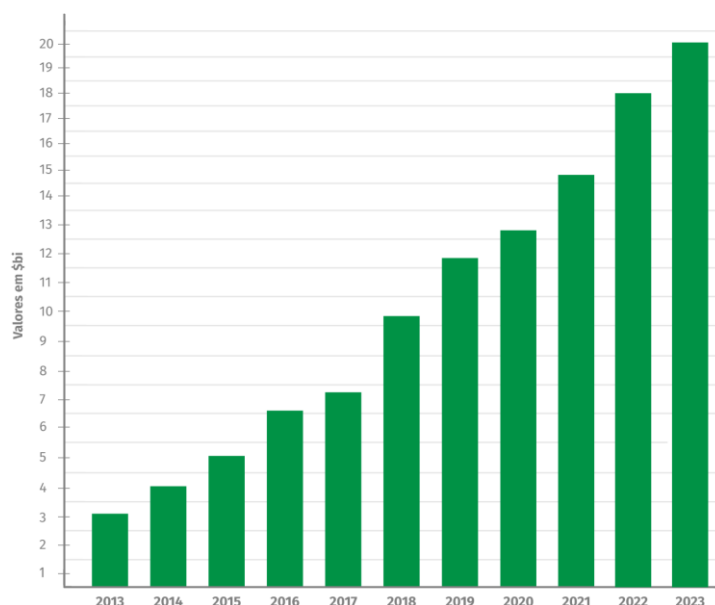
Figura 2 – Setores mais impactados por Impressão 3D nos empregos [2023-2027]



Fonte: Adaptado de World Economic Forum (2023).

O valor de mercado de Manufatura Aditiva saltou de 3,1 bilhões para aproximadamente 20 bilhões, entre os anos de 2013 e 2023 (Figura 3), como aponta o relatório da *Wohlers Associates* (2024), com participação de mais de 400 organizações de 10 setores da Indústria, que consequentemente impactam muitos grupos de pessoas e respondem as mais variadas necessidades.

Figura 3 – Valor de mercado da Indústria de Manufatura Aditiva



Fonte: Adaptado de Wohlers Associates (2014-2024).

Trazendo para a área do Design, as contribuições da impressão 3D também são perceptíveis, especialmente nas etapas projetuais de testes e prototipação no desenvolvimento de produtos, seja no ambiente acadêmico ou profissional, em laboratórios de criação ou empresas. De acordo com Prado e Socage (2022), a impressão 3D tem revolucionado o âmbito do Design e atua eficazmente na prototipagem, fase em que se representa a solução selecionada, verificando pontos de controle, questões estéticas, funcionais, ergonômicas e de montagem. Contudo, atualmente, também é capaz de produzir objetos finalizados e acabados.

Perante o panorama apresentado, a impressão 3D pode ser um importante vetor tecnológico para a Inovação Social, sendo empregada para alcançar comunidades desfavorecidas por determinadas problemáticas. No caso do presente trabalho, o enfoque foi nas regiões interioranas da Paraíba, estado da região Nordeste do Brasil que possui um dos piores percentuais no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), ocupando o 21º no ranking brasileiro, e está entre as 10 maiores taxas de pobreza, desemprego e analfabetismo do país (IBGE, 2023).

Portanto, esta pesquisa busca demonstrar relações entre os dois campos – Inovação Social e Impressão 3D – sob a perspectiva do Design, propondo direcionamentos para a implementação desse meio de fabricação e verificando-os na prática com um grupo paraibano de trabalhadores da cajucultura.

## 1.2 Problema de Pesquisa

Diante do que foi exposto, mesmo com tamanho crescimento e potencial, ainda se faz necessário estudar meios para que a tecnologia de impressão 3D se torne mais acessível, identificando-se formas de utilização em ações de Inovação Social que gerem impactos positivos em contextos com necessidades urgentes. Também é necessário avaliar os elementos de Design envolvidos, tais como métodos criativos, funcionalidade dos produtos/serviços, relacionamento com o usuário e implementação. Com isso, esta pesquisa se propõe a investigar: **como a Impressão 3D pode ser inserida em projetos de Inovação Social, considerando processos de Design?**

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo Geral**

Propor diretrizes para a inserção da Impressão 3D no âmbito da Inovação Social, principalmente em comunidades desfavorecidas, contemplando aspectos relacionados ao Design.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Investigar a relação entre Impressão 3D e Inovação Social;
- Correlacionar processos de Design com as temáticas abordadas;
- Avaliar casos identificados por meio de critérios estabelecidos;
- Indicar direcionamentos (em etapas) para inserir a impressão 3D em iniciativas de Inovação Social;
- Verificar a aplicabilidade das diretrizes propostas na prática, em uma comunidade da Paraíba.

## **1.4 Justificativa**

Reconhecendo o Design como agente transformador na sociedade, a delimitação dos temas presentes nesta pesquisa se originou por uma motivação pessoal em colaborar para a qualidade de vida das pessoas, se atentando às novas tecnologias, e ao desenvolvimento de um trabalho de graduação antecedente, que englobava Impressão 3D e Design para Inovação Social.

As contribuições desta pesquisa incluem as seguintes perspectivas:

- Acadêmica: ampliando os conhecimentos, que serão constatados de maneira prática, e as discussões nos campos abordados, ao mesmo tempo que evidencia o papel do designer para a sociedade, e estimulando trabalhos semelhantes, tendo em vista que ainda não são encontrados em quantidade expressiva;
- Social: fomentando a discussão sobre Inovação Social, diretamente relacionada ao bem comum, sugerindo caminhos para a realização de projetos, que geram melhorias em determinada escala, e iniciando pelo beneficiamento

de grupo de trabalhadores da cajucultura de Jacaraú/PB, que enfrentam dificuldades com a ausência de ambiente e equipamentos apropriados.

- Design: possibilitando uma correlação com a impressão 3D, tecnologia de muitas alternativas e vantagens, como redução de tempo e recursos e menor incidência de erros, cujo mercado tem se expandido nos últimos anos, e a compreensão da colaboração de suas técnicas em projetos socialmente inovativos, assumindo uma postura mais responsável, sem estar voltada ao alto consumismo;
- Mercado (de negócios): incentivando os empreendedores a um pensamento de consciência social e investimentos na união de tecnologia e favorecimento local e regional de comunidades, em especial, mais desfavorecidas.

A relevância e ao mesmo tempo o diferencial deste estudo é unir essa tríade (Design, Inovação Social e Impressão 3D), sendo pensada para trazer efeitos benéficos não só na atualidade, mas refletidos nas futuras gerações, o que necessita de pesquisas científicas recorrentes, dada a evolução tecnológica constante.

### **1.5 Delimitação da Pesquisa**

Em primeiro momento, esta pesquisa por ter como objetivo propor diretrizes de incorporação da impressão 3D em contextos de Inovação Social se baseia em estudos de caso múltiplos que unem os dois campos, incluindo áreas como Educação, Saúde e Agricultura, a nível global, que resultem em produtos tangíveis capazes de causar impactos positivos para determinado grupo de pessoas há pelo menos 3 anos.

Já na fase de aplicação das diretrizes, partindo do macro ao micro sob o ponto de vista geográfico (Figura 4), cidades interioranas da Paraíba foram o foco, sendo escolhida Jacaraú, localizada no Vale do Mamanguape (Litoral Norte) com área de mais de 253 km<sup>2</sup> e cerca de 14.400 habitantes (Governo Municipal de Jacaraú, 2023), por se enxergar oportunidades de melhorias para grupos locais e pela familiaridade com o pesquisador.

Figura 4 – Processo de delimitação do local de pesquisa



Fonte: Autoria Própria (2023).

Os atores envolvidos são trabalhadores (Figura 5), tanto homens quanto mulheres, que exercem o assamento e a quebra da castanha de caju, prática com presença e impacto expressivos em terras jacarauenses. A cajucultura é uma atividade que abrange o plantio, colheita e processamento do caju, capaz de gerar emprego e renda, e está no município, conhecido como “Terra da Castanha de Caju”, desde os anos 1970, feita de maneira extrativista, sem o manejo fitossanitário e com aproximadamente de 1.500 pessoas envolvidas e 60 micro e pequenas, trabalhadores informais e fornecedores (Governo Municipal de Jacaraú, 2023).

Figura 5 – Trabalho com castanha de caju em Jacaraú/PB



Fonte: Governo Municipal de Jacaraú (2023).

Acerca da tecnologia, o(s) produto(s) testado(s) na fase de avaliação da

aplicabilidade das diretrizes desenvolvidas: impresso(s) em 3D com filamento polímero por Modelagem de Deposição Fundida (FDM).

Além disso, a pesquisa intenciona a inserção e divulgação do processo produtivo em estudo na cidade por ainda ser pouco utilizado.

## **1.6 Estrutura da Dissertação**

A pesquisa em questão divide-se em cinco capítulos, organizados de acordo com as determinações do Programa de Pós-graduação em Design da Universidade Federal de Campina Grande (PPG Design UFCG).

O primeiro capítulo é introdutório, abrange a contextualização que apresenta o tema e o objeto de estudo, a problemática da pesquisa, os objetivos (geral e específicos) que se almejam atingir, a justificativa, a delimitação do estudo e a estruturação da dissertação.

O segundo capítulo se constitui do referencial teórico, abordando as temáticas que fundamentam essa pesquisa: Inovação Social, Impressão 3D e Design para Inovação Social e Tecnológica.

O terceiro capítulo detalha os métodos e as técnicas utilizadas para o desenvolvimento do trabalho, contendo o delineamento da pesquisa, a caracterização da pesquisa, a visão geral dos métodos e os procedimentos para realização de sessões de grupo, de testes e para coleta, tratamento e análise de dados.

O quarto capítulo apresentará os resultados e discussões, abarcando os estudos de caso, a análise cruzada de casos, as diretrizes propostas para incluir a Impressão 3D em atividades de Inovação Social, as etapas do projeto de produtos e os testes com usuários.

Por fim, o quinto capítulo tratará das conclusões, sobre os objetivos alcançados, a utilização dos métodos e as técnicas, a comunicação dos resultados e algumas sugestões para pesquisas futuras.

## CAPÍTULO II – REFERENCIAL TEÓRICO

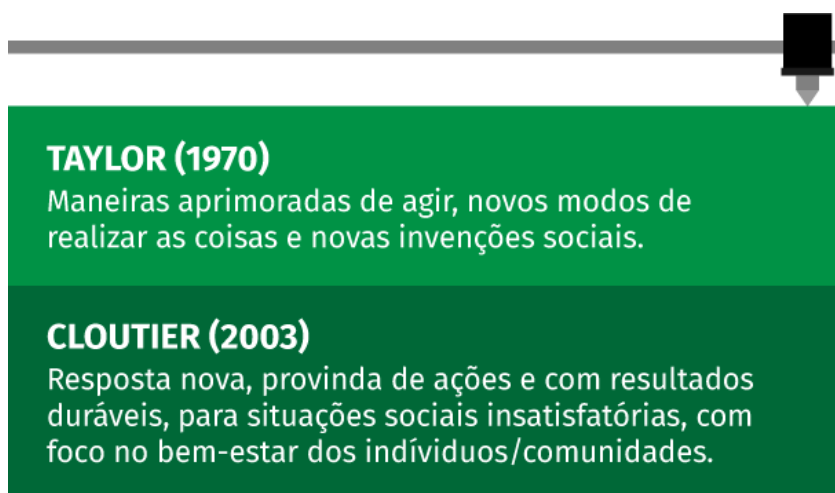
Este capítulo apresenta a revisão bibliográfica dividida em três tópicos que fundamentam a pesquisa: Inovação Social, Impressão 3D e Design para Inovação Social e Tecnológica. Trazendo conceitos, teorias e autores relevantes em cada área abordada, buscados de forma sistemática em repositórios acadêmicos/institucionais e *sites* oficiais por meio de palavras-chave em português e inglês, com seleção por relevância e/ou atualidade.

### 2.1 Inovação Social

Inovação Social é um termo que foi usado pela primeira vez no início dos anos 70, em uma publicação acadêmica de Taylor (1970), acerca da aprendizagem de pessoas em condições de risco. Ainda no mesmo ano, um estudo de Gabor (1970) foi publicado, abordando as inovações sociais direcionadas ao desenvolvimento territorial, dando ênfase a como o advento dessas iniciativas possui uma natureza local. Ainda nessa perspectiva, o conceito de inovação social está relacionado com mudanças na maneira que os indivíduos ou comunidades atuam para a resolução de seus próprios problemas ou criação de oportunidades (Manzini, 2008).

Ao longo do tempo, definições sobre essa temática foram registradas por diversos autores, algumas destas foram reunidas na Figura 6.

Figura 6 – Linha do tempo das definições de Inovação Social



**MOULAERT, MARTINELLI, GONZÁLEZ  
E SWYNGEDOUW (2007)**

Orientada a uma visão alternativa do desenvolvimento urbano, buscando a satisfação das necessidades humanas por meio de inovação nas relações de membros da comunidade.

**PHILLS JUNIOR, DEIGLMEIER E MILLER (2008)**

Resposta nova, provinda de ações e com resultados duráveis, para situações sociais insatisfatórias, com foco no bem-estar dos indivíduos/comunidades.

**POL E VILLE (2009)**

Ideia nova capaz de trazer melhorias na qualidade ou tempo de vida.

**OECD (2011)**

Sistema de aplicação de instrumento aspirando a expansão e o fortalecimento da missão da sociedade de responder as variadas necessidades sociais.

**CAJAIBA-SANTANA (2014)**

Práticas sociais atuais originadas por atividades comunitárias e com intenção, visando a mudança social na alteração de como se cumprem os objetivos sociais.

**HOWALDT, DOMANSKI E KALETKA (2016)**

Resposta nova, provinda de ações e com resultados duráveis, para situações sociais insatisfatórias, com foco no bem-estar dos indivíduos/comunidades.

**TORRES (2020)**

Novas formas para resolução de problemas comunitários ou sociais, com a participação dos envolvidos e beneficiados, resultando em mudanças de comportamento que geram benefícios.

**MALHOTRA (2022)**

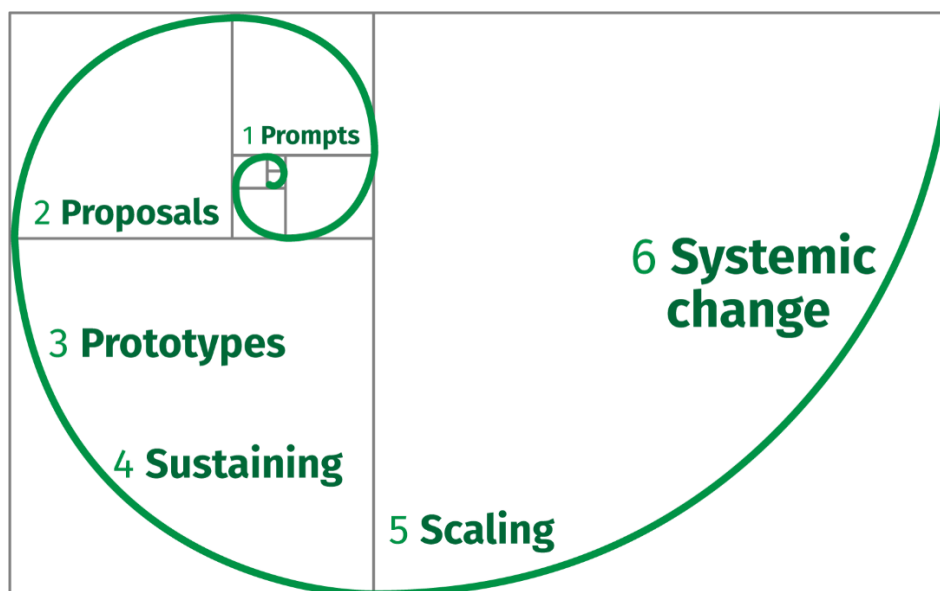
Processo de desenvolvimento e implementação de soluções eficazes para questões sociais e ambientais desafiantes e sistêmicas, em apoio ao progresso social.

Os conceitos exibidos tem como pontos em comum o quesito novidade, ações práticas para atender necessidades e a busca de melhorias para indivíduos/comunidades, como divergências a menção da durabilidade dos resultados feita apenas por Cloutier (2003) e Phills, Deiglmeier e Miller (2008) e da esfera ambiental por Malhotra (2022). É notório que as concepções se reafirmam, mas se ampliam ao decorrer dos anos, o que é compreensível devido à complexidade e evolução das demandas sociais.

Segundo Murray, Caulier-Grice e Mulgan (2010), a inovação social pode ser dividida em seis estágios (Figura 7), que abrangem desde a formação das ideias até ao impacto causado por elas, sem obedecer necessariamente a uma sequência, já que determinadas inovações voltam-se diretamente para a “prática” ou “escalonamento”, e existem ciclos de feedbacks ao decorrer dos mesmos:

1. Solicitações, inspirações e diagnósticos: identificação de problemas e suas causas profundas;
2. Propostas e ideias: geração de ideias, recorrendo a métodos para obter *insights* e experiências;
3. Prototipagem e pilotos: testes das ideias na prática, seja por pilotos, protótipos ou ensaios clínicos, buscando aperfeiçoá-las;
4. Sustentabilidade: aprimoramento de ideias e definição dos fluxos de receitas para suprir financeiramente os custos da inovação;
5. Dimensionamento e difusão: conjunto de estratégias para que a inovação alcance maiores proporções;
6. Mudança sistêmica: novas estruturas ou arquiteturas formadas por inovações de menor escala, causando mudanças em vários setores e, geralmente, por bastante tempo.

Figura 7 – Estágios da Inovação Social (Espiral de Fibonacci)



Fonte: Adaptado de Murray, Caulier-Grice e Mulgan (2010).

Os estágios podem se sobrepor, envolvendo diferentes culturas e competências, e servem para organizar o raciocínio sobre os tipos de suporte que os atores e as inovações devem ter para chegar ao crescimento (Murray; Caulier-Grice; Mulgan, 2010).

Além disso, de acordo com Hahn e Andor (2013), quatro elementos principais estão inclusos no processo pelo qual respostas atuais às necessidades sociais são desenvolvidas, cuja finalidade é oferecer melhores resultados sociais:

- Identificação de necessidades sociais novas/não atendidas/atendidas inadequadamente;
- Desenvolvimento de novas soluções, em resposta a tais necessidades sociais;
- Avaliação da eficácia de novas soluções no atendimento às necessidades sociais;
- Ampliação de inovações sociais eficazes.

Para desenvolver e implantar inovações sociais, algumas oportunidades podem gerar *insights*, como as graves desigualdades, ligadas a males sociais que vão desde violência até questões de saúde mental; crescimento de doenças duradouras (artrite, câncer, depressão, entre outras), que demandam assistência médica atualizada; problemas comportamentais referentes a riqueza, como obesidade,

sedentarismo e vícios em álcool, drogas e jogos de azar; dificuldades na transição para a fase adulta, como falta de estabilidade emocional e profissional; e problemas sociais e de relacionamento no ambiente escolar, que ocorrem pelas mudanças na estrutura e rotina da família e responsabilização à escola pela educação (Bitencourt; Santos; Agostini; Zanandrea, 2022).

Existem ainda três pontos centrais no eixo da governança da Inovação Social:

- Mobilização de diferentes atores: atuação de pessoas com diversas funções, como gestores, beneficiários, representantes governamentais, ONGs, membros da comunidade, etc. (Moulaert; Mehmood, 2020);
- Objetivo compartilhado: com a colaboração dos atores é construído um objetivo comum (Richter; Christmann, 2021);
- Transformação social: é o resultado pretendido pela Inovação Social, empoderando os atores e impulsionando a mudança da sociedade (Mehmood; Marsden; Taherzadeh; Axinte; Rebelo, 2020).

Na esfera das pesquisas, a Inovação Social é investigada desde o final do século XX e ampliou-se a partir dos anos 2000 em centros de pesquisa em muitos locais do mundo, nas universidades de Harvard, Stanford e Brown, nos Estados Unidos, e no Canadá, no Centre de *Recherche Sur les Innovations Sociales* (CRISES) e *The Young Foundation*, por exemplo (Medeiros *et al.*, 2017).

A associação da Inovação Social ao Design se dá pela sua evidência na construção de soluções, como serviços, produtos, processos, transformação digital e políticas públicas, de forma colaborativa, com participação efetiva do público-alvo e atores (Rizardi; Vicente, 2020).

Por conseguinte, a experiência indica que momentos de intensa inovação social tendem a ocorrer com maior frequência quando tecnologias emergentes são incorporadas à sociedade ou diante da necessidade de enfrentar problemas urgentes e amplamente disseminados (Manzini, 2008). No entanto, a tecnologia não deve alcançar somente pequenos grupos privilegiados, pela sua classe ou *status* social, pelo contrário, a maioria das pessoas precisa ter a oportunidade de acesso por serviços ou dispositivos (Silva, 2017).

Dentre tantos recursos tecnológicos, enfatiza-se a impressão 3D por fazer parte do cerne desta pesquisa, abordando sua origem, as etapas, os tipos, os impactos sociais e outras questões no tópico a seguir.

## 2.2 Impressão 3D

Ao tratar de impressão 3D (ou Manufatura Aditiva) pode-se defini-la como uma das nove tendências (juntamente com *big data*, robôs autônomos, simulação, sistemas de integração horizontais e verticais, internet das coisas (IOT), *cybersegurança*, *cloud* e realidade aumentada) da Indústria 4.0. Esse termo foi utilizado pela primeira vez como tema da feira de Hanôver, Alemanha, de 2011, também nomeada como “Quarta Revolução Industrial”, que causa avanços no setor de manufatura no mundo todo, em comparação as três revoluções anteriores que, em ordem cronológica, promoveram a introdução de máquinas a vapor em substituição dos trabalhos artesanais, o uso da energia elétrica e a mecanização das tarefas (Santos *et al.*, 2018).

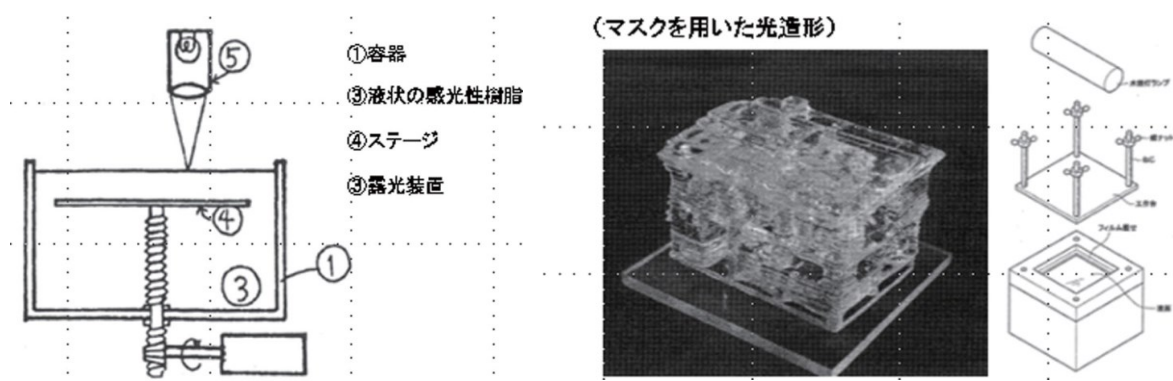
No contexto da Indústria 4.0, a impressão 3D é muito usada na produção de lotes menores de produtos que provocam benefícios de construção, customização e projetos de complexidade e leveza. Esses sistemas que não são centralizados de Manufatura Aditiva com desempenho elevado vão diminuir as distâncias de transportes e estoque disponível (Rüßmann *et al.*, 2015).

As consequências da pandemia de COVID-19 e os problemas nas redes de abastecimento no mundo evidenciaram o aporte na transformação digital e agilidade produtiva da fabricação aditiva, que, alinhada às habilidades da Indústria 4.0, facilita às empresas a reduzir custos e desempenhar práticas sustentáveis (INCIT, 2022).

O princípio de fabricação por adição de material surgiu no fim da década de 1980, nomeado de Manufatura Aditiva (*Additive Manufacturing* – AM), ou popularmente chamado de impressão 3D (tridimensional). A adição gradativa de material, no formato de camadas, recebe dados de um modelo geométrico 3D computacional do objeto (Carvalho; Volpato, 2017).

A solicitação de patente de um sistema de prototipagem rápida do médico japonês Hideo Kodama, do Instituto Municipal de Pesquisa Industrial de Nagoya, marca o início de equipamentos relacionados à manufatura aditiva. A tecnologia foi descrita como uma cuba de material fotopolímero (tipo de resina), exposta à luz ultravioleta (UV), que torna a peça rígida e produz modelos de camada em camada (Figura 8). No entanto, o registro não foi bem sucedido (Lonjon, 2017).

Figura 8 – Cuba de material fotopolímero com exposição de luz UV

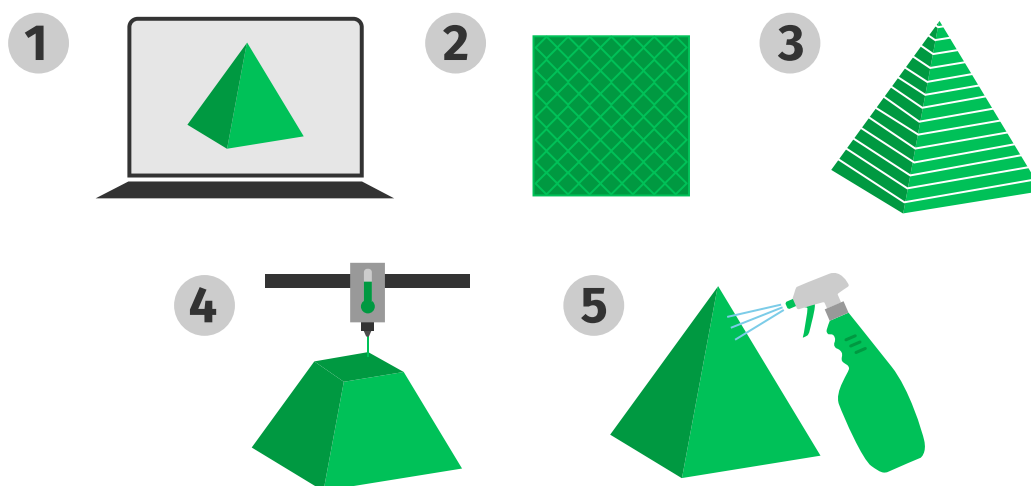


Fonte: Institute of Electronics, Information and Communication Engineers [IEICE] (2014).

Na atualidade, as etapas desse meio produtivo, descritas por Carvalho e Volpato (2017), são (Figura 9):

1. A modelagem tridimensional (3D);
2. Conversão do modelo geométrico 3D para um formato apropriado para manufatura aditiva;
3. Planejamento do processo para a produção por camada: fatiamento e delimitação de estruturas de apoio e técnicas de deposição de material;
4. Fabricação do objeto no equipamento de manufatura aditiva (impressora 3D);
5. Pós-tratamento, podendo variar entre limpeza, mais etapas de processamento e acabamento por usinagem (remoção).

Figura 9 – Etapas da Impressão 3D



Fonte: Autoria Própria (2023).

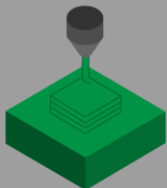
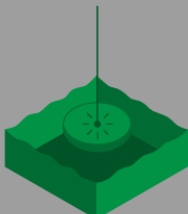
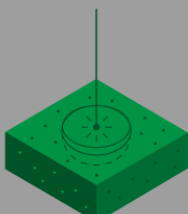
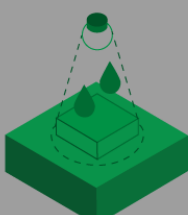
Há diversos tipos de tecnologias de Manufatura Aditiva e, por consequência, técnicas de Impressão 3D, ambos apresentados com suas respectivas siglas pela norma “ISO/ASTM 52900-15: Terminologia padrão para Manufatura Aditiva”, listados, respectivamente, abaixo (Mousapour, 2020):

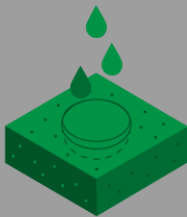
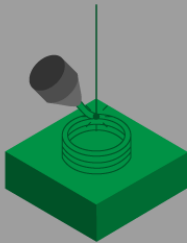
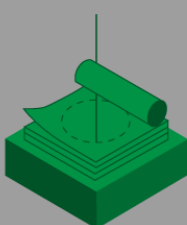
- Jateamento de aglomerante (*Binder Jetting*);
- Deposição direta por aplicação de energia (*Direct Energy Deposition - DED*);
- Extrusão de material (*Material Extrusion - ME*);
- Jateamento de material (*Material Jetting - MJ*);
- Fusão seletiva de material em pó (*Powder Bed Fusion - PBF*);
- Laminação de chapas (*Sheet Lamination - SL*);
- Fotopolimerização de líquido (*Vat Photopolymerization - VP*).
- Estereolitografia (*Stereolithography - SLA*);
- Processamento de luz digital (*Digital Light processing - DLP*);
- Fabricação de objetos laminados (*Laminated Object Manufacturing - LOM*);
- Fabricação aditiva ultrassônica (*Ultrasonic Additive Manufacturing UAM*);
- Sinterização seletiva a laser (*Selective Laser Sintering - SLS*);
- Derretimento seletivo a laser (*Selective Laser Melting - SLM*);
- Derretimento de feixe de elétrons (*Electron Beam Melting - EBM*);
- Sinterização direta de metal a laser (*Direct Metal Laser Sintering - DMLS*);
- Deposição de metal a laser (*Laser-based Metal Deposition - LBMD*);
- Fabricação de forma livre com feixe de elétrons (*Electron Beam Freeform Fabrication - EBF3*);
- Modo de fluxo contínuo (*Continuous Stream Mode - CS*);
- Modo de gotas descontínuas (*Drop on Demand Mode - DOD*);
- Jateamento de aglomerante [Leito de Pó e Jato de Tinta] (*Binder Jetting - BJ*);
- Modelagem de Deposição Fundida / Fabricação por Fusão de Filamento (*Fused Deposition Modeling - FDM / Fused Filament Fabrication - FFF*), a tecnologia utilizada nas etapas finais desta pesquisa, em que um carretel de filamento é carregado na impressora e alimentado para a cabeça de extrusão e, ao atingir a temperatura desejada, um motor derrete o material por meio do bico aquecido. A cabeça de extrusão é movida para depositar

o material no local definido, onde esfria e fica sólido, e após a finalização da camada, a plataforma de construção se movimenta para baixo e o processo é repetido para a produção da peça de camada por camada (Redwood; Schöffner; Garret, 2017).

Tais processos são ilustrados e descritos no Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação de tecnologias de Impressão 3D

| PROCESSO                                                                                                                                                  | DESCRIÇÃO                                                                                                                                  | TECNOLOGIAS                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Extrusão de Material<br/>(Material Extrusion - ME)</p>               | <p>Processo de fabricação aditiva em que o material é distribuído seletivamente através de um bico ou orifício.</p>                        | <p>Fabricação por Fusão Filamento Fundido (FFF), comumente chamada como Modelagem de Deposição Fundida (FDM).</p>                                                      |
| <p>Fotopolimerização de Líquido<br/>(Vat Polymerization - VP)</p>      | <p>Processo de fabricação aditiva em que um fotopolímero líquido em uma cuba é curado seletivamente por polimerização ativada por luz.</p> | <p>Estereolitografia (SLA), Processamento de Luz Digital (DPL).</p>                                                                                                    |
| <p>Fusão Seletiva de Material em Pó<br/>(Powder Bed Fusion - PBF)</p>  | <p>Processo de fabricação aditiva em que a energia térmica funde seletivamente regiões de um leito de pó.</p>                              | <p>Sinterização Seletiva a Laser (SLS), Sinterização Direta de Metal a Laser (DMLS), Derretimento Seletivo a Laser (SLM), Derretimento de Feixe de Elétrons (EBM).</p> |
| <p>Jateamento de Material<br/>(Material Jetting - MJ)</p>              | <p>Processo de fabricação aditiva em que gotículas de material são depositadas e curadas seletivamente em uma placa de construção.</p>     | <p>Jateamento de Material (MJ), Modo de Gotas Descontínuas (DOD).</p>                                                                                                  |

|                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                     |                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Jateamento de Aglomerante<br/>(Binder Jetting)</p>                     | <p>Processo de fabricação aditiva em que um agente de ligação líquido liga seletivamente regiões de um leito de pó.</p>                             | <p>Jateamento de aglomerante<br/>(Binder Jetting).</p>                                            |
| <p>Deposição Direta por Energia<br/>(Direct Energy Deposition - DED)</p>  | <p>Processo de fabricação aditiva em que a energia térmica concentrada é usada para fundir materiais, fundindo-os à medida que são depositados.</p> | <p>Modelagem de Rede de Engenharia a Laser (LENS), Depósito de Metal Baseada em Laser (LBMD).</p> |
| <p>Laminação de Chapas<br/>(Sheet Lamination - SL)</p>                   | <p>Processo de fabricação aditiva em que folhas de material são unidas para formar uma peça.</p>                                                    | <p>Fabricação de Aditivos Ultrassônicos (UAM), Fabricação de Objetos Laminados (LOM).</p>         |

Fonte: Adaptado de Redwood, Schöffner e Garret (2017).

Para a escolha e efetuação de algum desses processos, é importante se atentar a alguns pontos sugeridos por Silva *et al.* (2020):

1. Escolha da impressora 3D: as de estrutura fechada e arquitetura de operação aberta são as indicadas para usuários novos, já as de arquitetura completamente aberta àqueles que possuem experiência;
2. Projeto e modelo: verificação das limitações da impressora 3D em seu manual ou comunidade, assim como dos materiais disponíveis e suas resistências, elaboração da geometria do objeto a ser impresso, ou escaneamento/*download* em repositórios como alternativa, realização de simulação, caso possível, e definição de parâmetros de impressão, altura da camada, determinada pelo diâmetro do bico extrusor (0.2 mm para qualidade mediana, 0.3 mm e acima para qualidade grosseira e 0.1 e abaixo para qualidade fina), espessura da parede externa, garantindo a resistência mecânica (no mínimo 2 camadas ou 0.8 mm), e densidade de

preenchimento (10-20% para peças comuns e 75-100% para as que exigem maior resistência).

3. Impressão e erros: os parâmetros de impressão a se considerar são a retração (1 mm), a velocidade de impressão (entre 40 mm/s e 60 mm/s), o suporte (ângulo de 50° ou menos) e o tipo de adesão à plataforma, já na calibração são o nivelamento da mesa, o tensionamento das correias e eixos e a calibração de motores, e também a limpeza da superfície e a temperatura de impressão.
4. Acabamento: remoção da peça da superfície de impressão, retirada de suportes, lixamento, furação, aplicação de solvente e pintura, sendo que alguns desses procedimentos podem ser dispensados.

Com tantas alternativas, a impressão 3D está presente em diversas áreas: medicina (implantes, próteses, equipamentos médicos e modelos cirúrgicos), construção (protótipos e modelos arquitetônicos, peças e edifícios inteiros), moda (linha de roupas e sapatos), educação (protótipos, máquinas e modelos geométricos), automotivo (carros e peças) e aeroespacial (protótipos, suportes, acessórios e peças substitutas) (Murray, 2023).

Na área do Design, a impressão 3D foi utilizada, em primeiro momento, para a confecção de modelos e protótipos, por poupar tempo, aumentando a velocidade na produção de modelos funcionais, em comparação aos que são feitos manualmente, vale ressaltar que se consolida como ferramenta ao desenvolver produtos (Dimitrov; Schreve; De Beer, 2006).

Os impactos sociais da impressão 3D são avaliados pelo fator relativo à possibilidade de fabricação localizada de produtos, atendendo a demanda específica e mais próximo do lugar do consumidor. Esse meio produtivo será um impulso para mudar as cadeias produtivas, forma convencional de transformar recursos disponíveis em produtos ao decorrer de etapas projetuais, como planejamento, fabricação ou venda (Mavri, 2015).

## 2.3 Design para Inovação Social e Tecnológica

O Design voltado para Inovação Social vem sendo trabalhado há algumas décadas, destinando habilidades e capacidades, com combinações variadas, para promoção e apoio de ações benéficas para a sociedade, fazendo com que se ative, sustente e oriente caminhos de mudança social direcionados à sustentabilidade (Manzini, 2017). Inserido nesse segmento do Design, o objetivo é o desenvolvimento de produtos, serviços, processos e políticas que resultem no atendimento mais eficaz das necessidades de grupos sociais, com soluções que tendam a impulsionar recursos que já existem, mas são pouco utilizados (Niemeyer, 2017). Vale destacar a abrangência e relevância do Design para além de produtos e serviços, podendo favorecer novos processos e na esfera política.

As fases do pensamento do Design não precisam ser lineares, mas se ajustam à proposta do projeto num ciclo de interação. Por exemplo, os protótipos podem ser usados em várias etapas projetuais, para visualizar e compreender os problemas e alternativas possíveis, e a implementação de estudos e experiências em coletivos, organizações não governamentais (ONGs) e escritórios, para desenvolver produtos e serviços interessantes, respondendo às solicitações da localidade (Souza, 2021).

Em termos de abordagem, o “*codesign*”, geralmente, é adotado para direcionar projetos socialmente inovativos, com os designers atuando como facilitadores e integrantes de equipes multidisciplinares, além da participação de várias pessoas interessadas, também nomeadas “*stakeholders*”, como destinatários, investidores, sejam de origem pública ou privada, comunidades, produtos, entre outras (Niemeyer, 2017).

Por viabilizar o crescimento e revigoramento, especialmente de grupos em vulnerabilidade, por exemplo, minorias raciais, étnicas, de gênero e desfavorecidas economicamente, menores de idade em risco, idosos, grávidas, doentes crônicos, etc., o Design para Inovação Social tem ganhado reconhecimento das lideranças de comunidades e entes do governo (Niemeyer, 2017).

A atuação do Design para Inovação Social pode abranger quatro (4) papéis principais (Cipolla; Moura, 2012):

- (a) Fortalecimento de iniciativas existentes, visando o aprendizado provindo de soluções apresentadas e maneiras para que sejam expandidas;

- (b) Capacitação de pessoas para inovação, inspirando soluções e comportamentos novos;
- (c) Criação e visualização de novas possibilidades e soluções mais sociais e sustentáveis;
- (d) Conexão e articulação de variados atores e meios necessários para a implantação de Inovação Social.

Nesse cenário, o designer, tendo a responsabilidade de propor soluções para problemas complexos, deve identificar ações de design que podem ser estabelecidas no campo da Inovação Social, começando por metodologias que facilitem a mediação e adaptação para variadas áreas profissionais (Souza, 2021). Ressalta-se ainda que as inovações são reflexo e provenientes de diversas atividades e capacidades tecnológicas, abarcando experimentações, modelos criativos e soluções fundamentadas na Engenharia, Design, Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). À vista disso, a Inovação Tecnológica, definida como inovação de processos e produtos, ou seja, novidades implementadas por setores de produção, o que é possível devido a pesquisa ou investimentos, traz mais eficiência ao sistema produtivo (Leal; Figueiredo, 2021), podendo ser relacionada ao Design.

Assim sendo, o Design é tido como uma atividade incluída na vasta área de Inovação Tecnológica, pois se envolve nas etapas de desenvolvimento de produtos, com pontos como uso, utilidade, função, produção e qualidade formal/estética (Hsuan-An, 2021), auxiliando no aperfeiçoamento de técnicas, redução de recursos e novas opções para desenvolver produtos e serviços, entre outros aspectos positivos.

E ao estabelecer uma relação entre os dois tipos de inovação, menciona-se que a Inovação Social tem na tecnologia um de seus principais vetores e a Inovação Tecnológica causa impacto social por atingir vários segmentos. Dessa forma, podem atuar juntas para repensar sistemas e dispositivos, desvinculando-se da lógica mercadológica e voltando-se ao beneficiamento da sociedade.

Diversos trabalhos que unem esses tipos de inovação têm sido publicados. Destacam-se, por interesse desta pesquisa, aqueles que utilizam impressão 3D, como: “Aviamentos Impressos em 3D para Pequenas Marcas de Moda”, dos autores Lais Estefani Hornburg, João Eduardo Chagas Sobral, Danilo Corrêa Silva e Rosinei Batista Ribeiro (2022), com desenvolvimento de caráter empírico em Santa Catarina e produtos personalizados, botões, plaquetas e argolas, impressos por *Fused*

*Filament Fabrication* (FFF) em PLA, PETG, TPU e ABS; “Aplicação de modelos de impressão 3D como ferramenta para atividades práticas experimentais no ensino de Física”, cuja autoria é de Otávio Augusto Capeloto, Cristiana Nunes Rodrigues, Adriano Pereira Guilherme e Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi (2023), a atividade de extensão aconteceu em uma cidade do Amazonas e os produtos foram produzidos por *Fused Deposition Modeling* (FDM) em PLA; e “Abordagem de Especificação de Requisitos para Modelagem 3D do Robô Otto para Sessões de Terapia com Crianças Autistas”, creditado a Gabriel Ribeiro Bastos de Sousa Rebouças, Thais Reggina Kempner, Luciana Correia Lima de Faria Borges e Eunice Pereira dos Santos Nunes (2024), pesquisa exploratória e projeto de produto, fabricado por *Fused Deposition Modeling* (FDM) em PLA no estado de Mato Grosso.

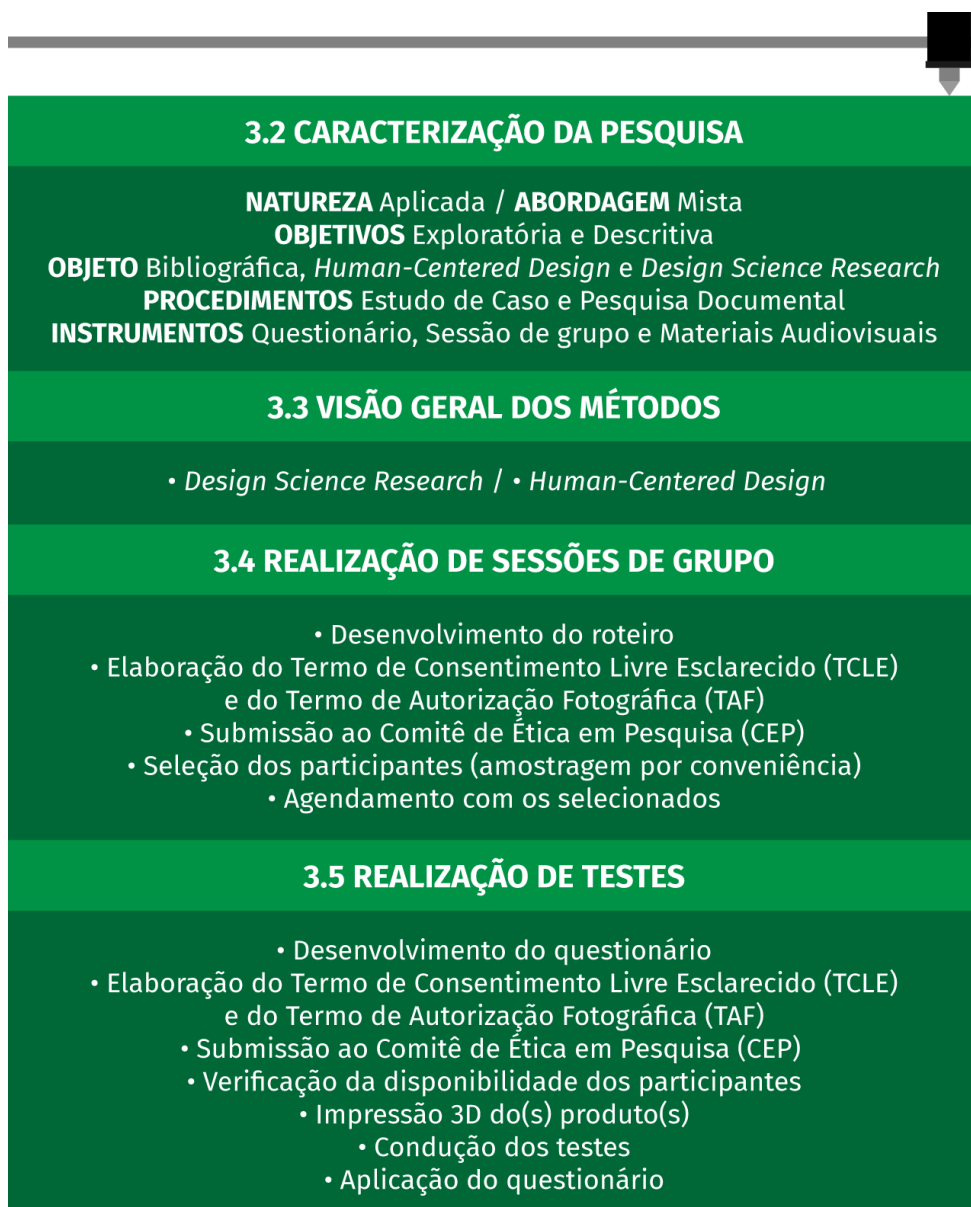
## CAPÍTULO III – MÉTODOS E TÉCNICAS

Neste capítulo, apresentam-se o delineamento e a caracterização da pesquisa, a visão geral dos métodos utilizados, bem como os procedimentos adotados para a realização das sessões de grupo, dos testes e da coleta, tratamento e análise dos dados.

### 3.1 Delineamento da Pesquisa

Um resumo dos próximos tópicos é apresentado na Figura 10.

Figura 10 – Delineamento da pesquisa



### 3.6 COLETA, TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

- Pesquisa bibliográfica e análise do conteúdo
- Pesquisa documental / • Sessão de grupo
- Questionário / • Transcrição dos dados
- Revisão dos dados / • Interpretação dos dados
- Apresentação e discussão dos resultados / • Conclusões

Fonte: Autoria Própria (2024).

## 3.2 Caracterização da Pesquisa

A pesquisa é de natureza aplicada, pois busca, essencialmente, a utilização prática dos conhecimentos adquiridos, visando resultados concretos (Gil, 2008). Diante disso, a proposta é definir diretrizes de como a Impressão 3D pode ser inserida em ações de Inovação Social, utilizando estudos de caso como base, e verificá-las com a aplicação de um novo produto.

Manzini (2017) destaca que o conhecimento produzido pelas pesquisas por meio do design não pode ser implícito e restrito à área, no entanto, deve ter caráter explícito e capaz de se discutir, transferir e combinar. A abordagem mista é a mais apropriada para esta pesquisa por abarcar a coleta, análise e integração de dados qualitativos e também quantitativos (Sampieri; Collado; Lucio, 2013).

Os dados qualitativos referem-se principalmente aos estudos de caso e às pesquisas documentais, enquanto os dados quantitativos estão ligados à indústria de Manufatura Aditiva e aos percentuais de respostas. Dessa forma, os resultados poderão contemplar ambos os tipos de dados.

Trata-se de uma pesquisa exploratória e descritiva, pois tem o objetivo de promover desenvolvimento, esclarecimento e mudanças sobre conceitos e ideias e descrever características de populações/fenômenos ou determinar ligações entre variáveis (Gil, 2008). Neste caso, será abordado como ocorre a relação da Impressão 3D com a Inovação Social, o que poderá trazer impactos benéficos a projetos sociais, descrevendo como ela acontece em contextos reais ao redor do mundo. Outros métodos que enfatizam o teor exploratório e descritivo são levantamento bibliográfico e documental, entrevista e estudos de caso.

A coleta desta pesquisa abrangerá dados bibliográficos, *Design Science Research* (DSR) e *Human-Centered Design* (HCD). No que se refere à pesquisa

bibliográfica, realizada mediante material disponível em meios impressos ou digitais (na *internet*), artigos científicos confiáveis, livros, dissertações e teses são utilizados para a revisão de literatura (Siena; Braga; Oliveira; Carvalho, 2024). A DSR como método de pesquisa, por esta ser pautada na condução de pesquisas científicas que resultam em artefato ou recomendação (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015), e o HCD, método focado em projetos colaborativos e novas soluções globais (IDEO, 2015), como método projetual, que indicará as ferramentas de cada etapa do desenvolvimento de produtos.

Os procedimentos de coleta englobam estudo de caso e pesquisa documental. Os estudos de caso, método de pesquisa empirista para a investigação de acontecimentos em seu contexto real (Yin, 2010 *apud* Santos, 2018), abordam a respeito de iniciativas que inserem a impressão 3D para promover inovação social, sendo estes múltiplos, a nível global e em diferentes áreas.

Os casos foram avaliados em uma análise cruzada, seguindo a proposta de Torres (2016) pautada nos tópicos abaixo:

- Fases: 1) imersão/análise, 2) oportunidades e desafios, 3) geração de ideias + laboratório criativo, 4) protótipo e teste + avaliação e feedback, 5) entrega e implementação + plano de ação, 6) impacto/crescimento e dimensionamento;
- Estilo de gestão: participativo, preza pela participação efetiva de todos os envolvidos no projeto, experimental, focado nas etapas de prototipagem e testes, e centrado, conta com a colaboração direta e centralizada de órgãos governamentais, empresas, instituições, etc.;
- Perfil de resultados: sistema/transformação centrado no produto, produto-serviço e sistema de solução sociotécnico;
- Abordagem: local-global, implementação em realidade local com potencial de aumentar o impacto ao chegar em outros lugares do mundo, sistêmica, os elementos do sistema têm mesmo peso e importância ao prestar determinado serviço, artesanal, abarca técnicas de fabricação manual, e adaptação funcional, adequação de solução que já existe para implementá-la em um novo contexto.

E a pesquisa documental, que se divide em dois tipos de fontes documentais: documentos de primeira mão, reportagens de jornal, filmes, fotografias, etc., e de

segunda mão, relatórios de empresas, tabelas estatísticas, entre outros, para a melhor compreensão dos temas principais deste estudo (Gil, 2008).

Os instrumentos incluem “questionário”, conjunto de perguntas ordenadas elaboradas pelo pesquisador destinadas a determinado informante/respondente (Prodanov, Freitas, 2013), “sessão de grupo” (ou “sessão profunda”), reuniões de determinada quantidade de pessoas para debater sobre um ou mais temas, conduzidas por um especialista em dinâmicas de grupo (Sampieri; Collado; Lucio, 2013), e materiais audiovisuais, registros de áudio e visuais, como fotografias, objetos de arte, fitas de vídeo ou meios sonoros, utilizados pelo pesquisador para tomar notas (Creswell; Creswell, 2021). Estes recursos serão empregados para obter conhecimentos, *feedbacks* de usuários e documentar processos.

A Figura 11 mostra uma síntese de toda a caracterização.

Figura 11 – Caracterização da pesquisa

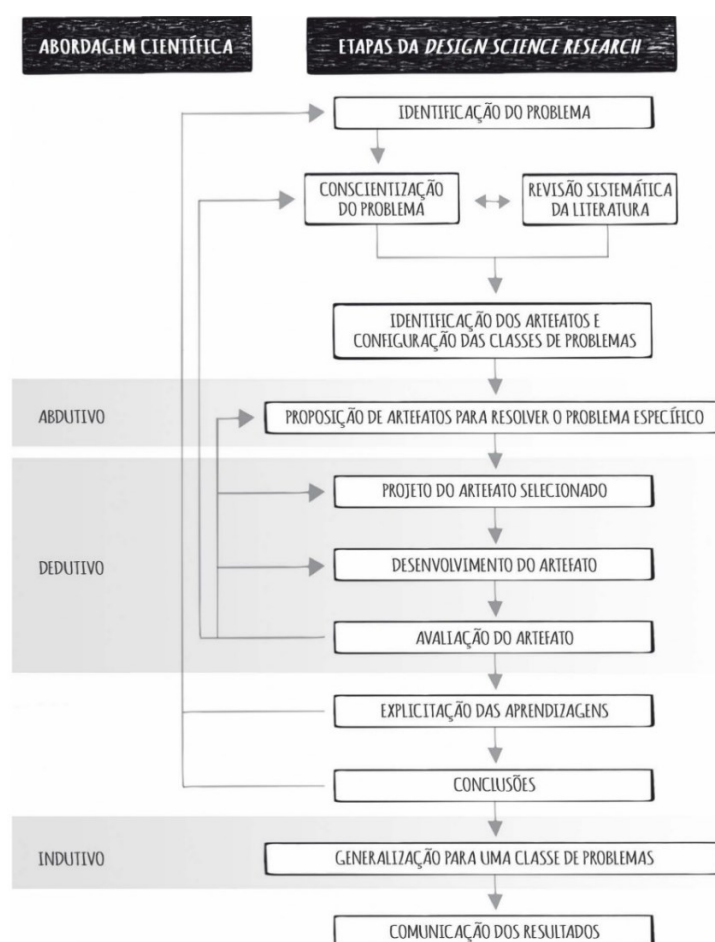


Fonte: Autoria Própria (2023).

### 3.3 Visão Geral dos Métodos

A *Design Science Research* (DSR), método que unido à pesquisa bibliográfica e aos estudos de caso fundamenta este trabalho, determina e operacionaliza pesquisas cujo objetivo é um artefato ou uma recomendação, tanto em contexto acadêmico quanto organizacional. É estruturado em 12 passos principais, abrangendo as abordagens científicas abductiva, dedutiva e indutiva, iniciando pela “Identificação do Problema” até chegar a “Comunicação dos Resultados” (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015) (Figura 12).

Figura 12 – Método proposto para condução da *Design Science Research*



Fonte: Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015).

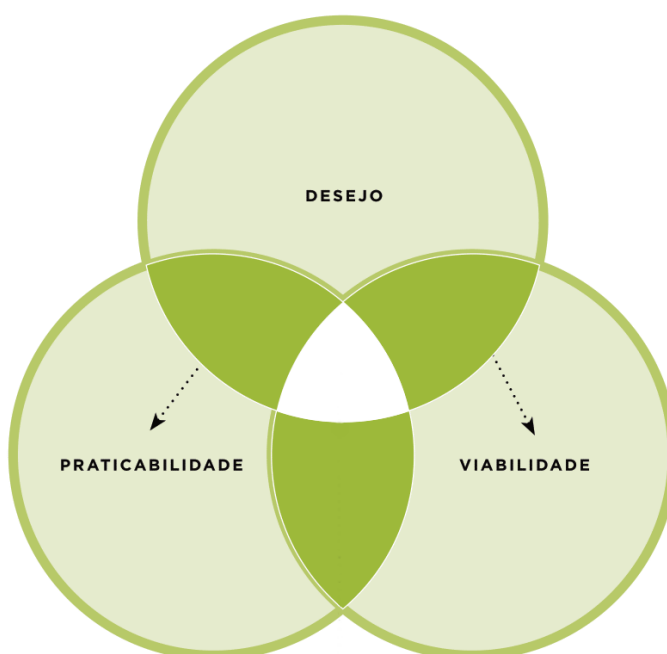
A adoção da DSR se justifica pelo trabalho ser de pesquisa, sendo resultado de um mestrado acadêmico, e por possibilitar a elaboração de artefatos que geraram observações resultantes do impacto deles.

Visando a proposta desta pesquisa, as etapas de desenvolvimento de produtos

foram respaldadas pelo *Human-Centered Design* (HCD) – Design Centrado no Ser Humano –, um processo projetual que, simultaneamente, funciona como um conjunto de ferramentas voltado à geração de novas soluções em escala global, abrangendo produtos, serviços, ambientes, organizações e modos de interação. É intitulado dessa forma porque se inicia a partir do beneficiário da solução em desenvolvimento, investigando suas necessidades, desejos e comportamentos (IDEO, 2015).

É segmentado em três lentes (Figura 13): Desejo, para ouvir e compreender o que almejam os usuários envolvidos no projeto, adotada no processo de design durante várias etapas; Praticabilidade, para identificar o que é possível técnica e organizacionalmente; Viabilidade, para avaliar se o resultado é viável financeiramente. As duas últimas lentes são utilizadas nas fases finais para analisar as soluções (IDEO, 2015).

Figura 13 – Lentes do *Human-Centered Design*



Fonte: IDEO (2015).

O processo estratégico é iniciado com um desafio estratégico específico e prossegue por três (3) fases centrais (IDEO, 2015):

- Ouvir (*Hear*): histórias são coletadas e as pessoas servem de inspiração, com organização e condução de pesquisas de campo, busca-se atender os desejos dos usuários por meio da compreensão de suas necessidades, expectativas e aspirações;

- Criar (*Create*): estruturas, oportunidades, soluções e protótipos traduzem os relatos ouvidos, transitando do pensamento concreto ao abstrato e retornando ao concreto quando se reconhece temas e oportunidades, mais precisamente na prototipagem; *insights* sobre a realidade atual são transformados em oportunidades futuras, com filtragem e seleção de informações, ou seja, as necessidades dos indivíduos são convertidas em conceitos gerais sobre o coletivo e exemplos sistemáticos;
- Implementar (*Deliver*): as soluções chegam à prática mediante a um ágil sistema de modelo financeiro, estimativas de capacitação e planejamento de implementação, as que são desejáveis passam por uma reavaliação para se tornarem viáveis, o que é importante para o sucesso, e as melhores ideias sejam executadas.

A escolha pelo modelo do HCD da IDEO está relacionada a relevância da organização na área de Design internacionalmente, a adequação ao tipo de projeto realizado e o nível de detalhamento das ferramentas.

A fase “Ouvir” inicia, já que o desafio estratégico foi estabelecido anteriormente, com a “Avaliação do Conhecimento Preexistente” (HCD), em sessão de anotações em notas adesivas com dois (2) agentes governamentais e duas (2) pessoas do grupo alcançado. Sendo estes trabalhadores da cajucultura de Jacaraú, Paraíba, setor que tem presença e impacto expressivos na referida cidade, com diversos hectares de cajueiros plantados, 60 micros e pequenas empresas/trabalhadores informais/fornecedores, com comercialização interna e externa, segundo dados da Secretaria Municipal de Agricultura e Desenvolvimento Econômico (SADE) (Governo Municipal de Jacaraú, 2023). Prosseguirá com a “Auto-documentação” (HCD), técnica que contará com registros fotográficos realizados pelos próprios participantes (dois [2] ao total) por meio de seus telefones celulares (*smartphones*), para compreender e analisar as etapas do trabalho com castanha de caju, e concluirá com a “Proposição de Artefatos para Resolver o Problema Específico” (DSR), etapa destinada a elencar os produtos que representem soluções satisfatórias, se adequando a realidade, o contexto, a viabilidade, etc.; cumprindo as diretrizes nº 1 e nº 2.

A fase “Criar” tem como abordagem o “Co-projeto Participativo”, que insere os usuários tanto na geração de soluções/alternativas como em outras etapas projetuais, realizando “*Workshop* de co-projeto” (HCD) – reunião (com três [3] participantes) para

projetar soluções em parceria com as pessoas envolvidas –, a “Identificação de Padrões”, com o método “Extrair *Insights* Principais” (HCD), refere-se a pontos que mais chamaram a atenção e podem contribuir nas fases seguintes, e “Transformação de Ideias em Realidade” (HCD), com a confecção de protótipos; efetuando as diretrizes nº 3, nº 4 e nº 5.

Já na fase “Implementar” ocorreu a “Identificação de Capacidades Necessárias” (HCD), reconhecendo pontos relevantes: distribuição, os meios que fazem a solução chegar ao usuário, capacidades requeridas, as que são fundamentais para criar e entregar a solução, e parceiros potenciais, organizações ou indivíduos que possam auxiliar para concretizar a solução, “Avaliação do Artefato” (DSR), testes com usuários (dez [10]) do produto impresso em 3D desenvolvido, avaliando a aplicabilidade das diretrizes e o impacto causado, e, em “Conclusões” que contêm os resultados da pesquisa, as principais decisões tomadas e as limitações, a “Comunicação dos Resultados” (DSR), publicação em periódico e evento científico (Figura 14); praticando as diretrizes nº 4, nº 5, nº 6 e nº 7.

Figura 14 – Fluxograma metodológico do desenvolvimento de produtos



Fonte: Adaptado de IDEO (2015) e Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015).

### 3.4 Procedimentos para Realização de Sessões de Grupo

As sessões de grupo que serão realizadas no decorrer da pesquisa seguirão os passos abaixo:

1. Desenvolvimento do roteiro, incluindo questões sobre as experiências dos entrevistados e suas sugestões para a pesquisa (Apêndice A e Apêndice D);
2. Elaboração do Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) (Apêndice F) e do Termo de Autorização Fotográfica (TAF) (Apêndice G);
3. Submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e sua respectiva aprovação (Anexo A);
4. Seleção dos participantes (amostragem por conveniência);
5. Agendamento com os selecionados, de forma presencial ou *on-line*;
6. Explicitação dos processos e objetivos;
7. Assinatura dos termos TCLE e TAF;
8. Distribuição de materiais necessários, como lápis, caneta, papel, notas adesivas, etc.;
9. Condução da sessão de acordo com sua especificidade.

### 3.5 Procedimentos para Realização de Testes

Os testes seguirão as seguintes etapas para que sejam realizados:

1. Desenvolvimento do questionário: a) perfil do participante, b) avaliação do produto, c) avaliação do impacto, d) sugestões (Apêndice E);
2. Elaboração do Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) (Apêndice F) e do Termo de Autorização Fotográfica (TAF) (Apêndice G);
3. Submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e sua respectiva aprovação (Anexo A);
4. Verificação da disponibilidade dos participantes, de forma presencial ou *on-line*, e definição de local, data e horário;
5. Impressão 3D do(s) produto(s) a ser testado(s), no laboratório *Design For Human* (D4H Lab) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG);
6. Condução dos testes;
7. Aplicação do questionário.

Essa etapa experimental é resultante de um processo, exibido na Figura 15.

Figura 15 – Processo da fase experimental da pesquisa



Fonte: Autoria Própria (2023).

### 3.6 Procedimentos para Coleta, Tratamento e Análise de Dados

Para coletar os dados da pesquisa serão empregues estes instrumentos:

- Sessão de grupo;
- Questionário.

Já para tratar tais dados:

- Transcrição, revisão e interpretação.

E para analisá-los:

- Apresentação e discussão dos resultados;
- Conclusões.

## CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apontados os resultados da pesquisa: estudos de caso, análise cruzada de casos, as diretrizes para uso da impressão 3D em iniciativas de Inovação Social e a realização das fases “Ouvir” (*Hear*), Avaliação do Conhecimento Preexistente, Auto-documentação e Proposição de Artefatos para Resolução do Problema, “Criar” (*Create*), Co-projeto Participativo: *Workshop* de Co-projeto, Identificação de Padrões: Extrair *Insights* Principais e Transformação de Ideias em Realidade, e “Implementar” (*Deliver*), Identificação de Capacidades Necessárias e Avaliação do Artefato: Testes com Usuários.

### 4.1 Estudos de Caso

Na pretensão de investigar e demonstrar a utilização de impressão 3D em projetos promotores de Inovação Social, recorreu-se a uma revisão de estudos de caso, método de pesquisa que investiga fenômenos contemporâneos de maneira profunda e inseridos em seu contexto real, principalmente quando alguns limites não são evidenciados facilmente (Yin, 2018).

Para o levantamento dos casos foram usadas palavras-chave como “casos”, “inovação social” e “impressão 3D” (também em inglês: “*cases*”, “*social innovation*” e “*3D printing*”), extraindo as informações de artigos científicos e páginas/sites oficiais das organizações/iniciativas.

A seleção considerou alguns critérios pré-estabelecidos: gerar impacto social, resultar em produtos tangíveis produzidos por Impressão 3D, atuar em qualquer lugar do mundo, independente da área, e ter começado suas atividades há no mínimo 3 anos.

Os casos foram estruturados nos tópicos definidos por Torres (2016), em sua tese de doutorado que trata sobre co-design para impacto social e emprega estudos de caso para chegar aos seus resultados:

- Contexto: definição do estado da comunidade na etapa inicial de atuação da equipe do projeto, que posteriormente aponta estratégias para solucionar problemas percebidos;
- Atores (*stakeholders*): identificação dos agentes envolvidos no processo inovativo;

- Descrição do desenvolvimento: detalhamento das etapas do processo adotado, englobando a abordagem de codesign, métodos e ferramentas utilizados;
- Resultados: apresentação dos resultados do projeto, os quais foram entregues e implementados em prol da comunidade;
- Impacto: averiguação e mensuração, quando possível, do impacto causado ao implementar os resultados, comprovando a transformação na realidade local, esse conhecimento dos benefícios ocasionados pelo Design de Impacto Social contribui para sua valorização perante a população.

### **Caso 1 – Filtro *AcuaLab***

#### Contexto

O filtro pessoal impresso em 3D *AcuaLab* é um projeto do FabLab Nariño, laboratório de fabricação digital na comunidade costeira de Nariño, na Colômbia, com cerca de 1,6 milhões de habitantes, segundo o Censo 2018 (Gobernación de Nariño, 2020). O filtro funciona no tratamento de água em fontes de difícil acesso, auxiliando na busca da água adequada para o consumo na região do Pacífico, promovendo a cocriação e participação coletiva no desenvolvimento de protótipos e fabricação personalizada ao contexto ou necessidade (Sec.Tic, 2023).

#### Atores

O FabLab Nariño foi fundado pela Secretaria da Tecnologia da Informação, Comunicações, Inovação e Governo Aberto (Sec.Tic), do Governo de Nariño, é um espaço aberto que oferece serviços sem custos, assim como acompanhamento e assessoria referentes a fabricação digital, dando suporte a projetos, empreendimentos e necessidades sociais (Sec.Tic, 2023) (Figura 16).

Figura 16 – *Workshop* de fabricação do filtro AcuaLab



Fonte: Centro de Innovación Social [CISNA] (2019).

O laboratório permite o acesso de tecnologias emergentes à sociedade, de forma sustentável, mediante treinamentos, colaboração e desenvolvimento de projetos de manufatura aditiva, operando ainda de modo itinerante para maior abrangência e participação de regiões da localidade (Sec.Tic, 2023).

#### Descrição do desenvolvimento

Projetado para ser fabricado por impressão 3D pelas pessoas beneficiadas, o *AcuaLab* visa incentivar o empoderamento de comunidades por meio de tendências *maker* e *Do It Yourself* (Faça Você Mesmo), ambas referentes a confecções, reparos ou alterações de objetos realizados pelo próprios usuários, aplicando técnicas e ferramentas específicas para cada caso. O filtro foi desenvolvido com o método *Feeling*, definido como uma tecnologia social de código aberto originária da América Latina, dividido em 5 fases: “Prepare a Viagem”, “Decolar”, “Voar”, “Explorar” e “Pousar” (Feeling, 2023).

A descrição de cada uma delas é apresentada na Figura 17.

Figura 17 – Etapas do Método Feeling



Fonte: Feeling (2023).

## Resultados

O produto desenvolvido é dividido em cinco (5) peças impressas em 3D (FabLab Nariño, 2019) (Figura 18):

- Bico: possibilita que se utilize o filtro em recipientes PET, dando uma nova utilidade ao plástico que seria descartado, e fornece um recipiente pessoal com água.
- Peça A: montada com um filtro de papel para que as impurezas e partículas sejam retidas, sendo a peça cilíndrica que se diferencia das demais.
- Peça B: contém o filtro de carvão ativado, material particulado que é encapsulado no recipiente, e que deve ser acompanhado de dois filtros de papel, um posicionado acima e outro abaixo.
- Peça C: contém o filtro de areia tratada que é encapsulada e deve ser acompanhado de dois filtros de papel, um acima e outro abaixo.
- Peça D: é um canudo, ponta do filtro para ser conectada a um tipo de mangueira, facilitando o acesso do produto à fonte de água.

Figura 18 – Peças do filtro AcuaLab



Fonte: FabLab Nariño (2019).

E para que o filtro seja utilizado é necessário seguir os passos abaixo (FabLab Nariño, 2019) (Figura 19):

- Passo 1: cortar tira de papel filtro na medida adequada (2,3cm x 2,3cm), enrolar até se formar um cilindro e introduzir na Peça A.
- Passo 2: colocar uma folha de papel filtro no fundo do recipiente, despejar o carvão ativado e adicionar mais uma folha acima dele.
- Passo 3: colocar uma folha de papel filtro no fundo do recipiente, despejar areia grossa tratada e adicionar mais uma folha acima dela.
- Passo 4: recobrir as peças A, B e C com fita Teflon e encaixá-las seguindo a ordem alfabética.
- Passo 5: determinar o comprimento necessário para cortar o tubo e instalar na Peça D, e, caso seja preciso, utilizar fita Teflon.
- Passo 6: encaixar a Peça D para que o sistema de filtração fique completo.
- Passo final A: se o bico pessoal for acoplado, beba a água diretamente de

uma fonte, estando atento ao estado dela.

- Passo final B: utilizar o furador para fazer uma abertura na tampa do recipiente PET, girando até cortar, unir o bico a outras peças do filtro e introduzir na garrafa para finalizar.

Figura 19 – Passos de montagem do filtro AcuaLab



### PASO FINAL A

Si se acopla la boquilla personal, el kit permitirá tener un filtro portátil para beber directo desde una fuente. Se recomienda ser consciente del estado de la fuente que se desee beber.



**BOQUILLA PERSONAL**

**SISTEMA FILTRO**

### PASO FINAL B

Es necesario utilizar el saca-bocados a fin de abrir un agujero a la tapa del pet.



**TAPA PET**

**SACABOCADOS**

Girar hasta cortar.

Se instala el sistema de boquilla botella al sistema filtrante, luego se acopla a la botella pet para finalizar.



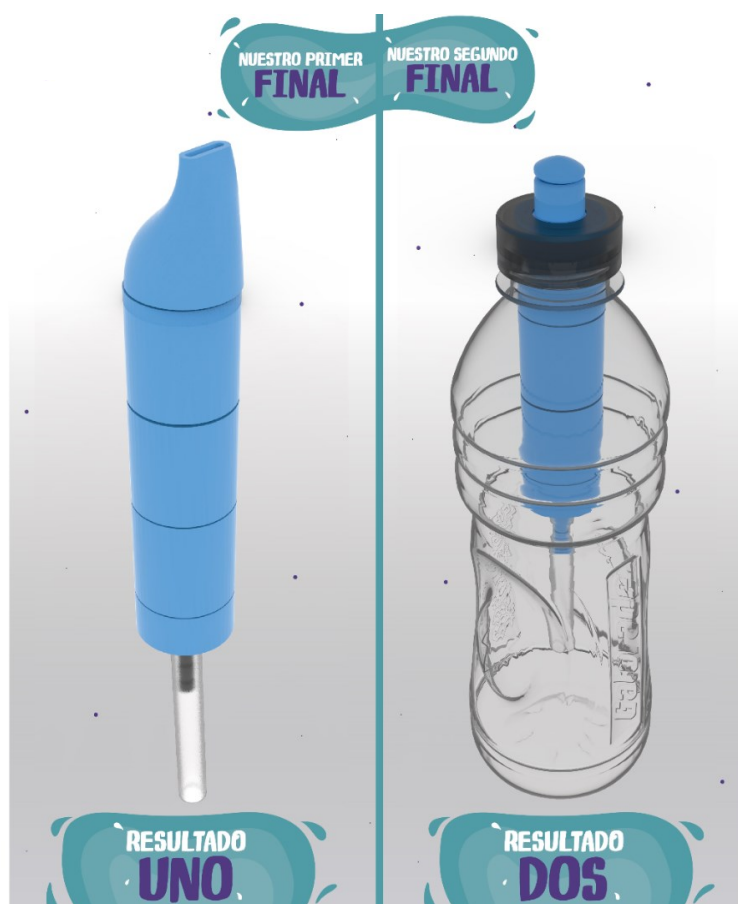
**BOQUILLA BOTELLA**

**SISTEMA FILTRANTE**

Fonte: FabLab Nariño (2019).

O filtro pode resultar em dois formatos, observados na Figura 20.

Figura 20 – Opções de resultado do filtro AcuaLab



Fonte: FabLab Nariño (2019).

O filtro montado e suas peças podem ser observados na Figura 21.

Figura 21 – Detalhes do filtro AcuaLab



Fonte: Centro de Innovación Social [CISNA] (2019).

A forma de utilização consiste em segurar o filtro com as mãos e sugar a água de um recipiente ou fonte, como nota-se na Figura 22.

Figura 22 – Utilização do filtro AcuaLab



Fonte: Centro de Innovación Social [CISNA] (2019).

## Impacto

Ao proporcionar água limpa em contextos insalubres e promover a autonomia das comunidades na fabricação dos dispositivos, o filtro AcuaLab já viabilizou os seguintes resultados: sete municípios visitados (Roberto Payán, La Tola, Guachuca, Guaitarilla, Sandoná, Buesaco e Obonuco [Pasto]); doze oficinas maker de capacitação; duzentas e dez pessoas beneficiadas; e mais de trezentos filtros montados pelas próprias comunidades (Cátedra Futuro, 2019) (Figura 23).

Figura 23 – Índices de impacto do filtro AcuaLab



Fonte: Cátedra Futuro (2019).

## Caso 2 – Face Shields (HU - UEL)

### Contexto

A pandemia de COVID-19 trouxe diversas dificuldades para hospitais públicos ao redor do mundo, entre elas na proteção dos profissionais de saúde e a escassez de equipamentos indispensáveis como ventiladores, sondas de aspiração, filtro bacterianos, *swab* (cotonete nasal), etc. (Corsini; Dammicco; Moultrie, 2020).

Segundo Sampaio e Luiz (2021), fonte utilizada em todo o texto a seguir, o projeto foi realizado no Hospital Universitário de Londrina (HU), da Universidade Estadual de Londrina (UEL), no Paraná, Brasil. É o segundo maior hospital público do estado, apontado como um centro de referência em média e alta complexidade, integrante do Sistema Único de Saúde (SUS), dispondo de 307 leitos e atendendo por

volta de 250 municípios do Paraná e mais de 100 cidades de estados vizinhos.

Com o objetivo de minimizar os problemas relacionados à obtenção de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), especialmente os desafios com importação, os altos custos praticados por fornecedores nacionais diante da escassez de insumos e a inadequação ou rigidez de algumas soluções, a iniciativa recorre à fabricação digital, mais especificamente à Impressão 3D, para produzir localmente um desses equipamentos: o *face shield* (protetor facial). Essa prática também tem sido adotada em diversas partes do mundo (Sampaio; Luiz, 2021).

### Atores

Para produzir os equipamentos de proteção *face shields* em impressão 3D para o HU da UEL foi formado um grupo colaborativo de aproximadamente 40 pessoas e algumas empresas do município de Londrina, Paraná (Figura 24).

Figura 24 – Equipe de colaboradores do projeto de produção de face shields



Fonte: Sampaio; Luiz (2021).

### Descrição do desenvolvimento

As etapas foram embasadas no método *Design for Social Sustainability* (DfSS), proposto por Corsini e Moultrie (2019) para apoiar projetos humanitários e de desenvolvimento que fazem uso de fabricação digital, buscando otimizar as decisões iniciais e avaliar, ao final, a sustentabilidade dos produtos.

O *framework* (Figura 25) é composto por três níveis de avaliação, cada um com seus aspectos: produto (1. necessidade, 2. adequação, 3. acesso, 4. usabilidade, 5. qualidade, 6. ajustabilidade, 7. inclusividade, 8. complementaridade, 12. transparência, 13. escalabilidade e 16. sistemicidade), processo (9. produção local, 10. controle e reparo local e 11. Colaboração) e paradigma (14. avanço e 15. empoderamento) (Corsini; Moultrie, 2019).

Figura 25 – Framework do Design for Social Sustainability (DfSS)

| Paradigm | 14. <b>Advancement</b> – does it create jobs in country? Does it build on existing skills? Does it develop new skills? |                                                                                                          | 15. <b>Empowerment</b> – does it reduce dependency? Does it empower people to own and develop the solution? |                                                                                       |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Process  | 9. <b>Local manufacture</b> – can it be manufactured locally?                                                          | 10. <b>Local control and repair</b> – can it be controlled, maintained and repaired locally?             | 11. <b>Collaborative</b> – does it consider and engage with all stakeholders?                               |                                                                                       |
| Product  | 1. <b>Need</b> – does the user or community need it? Does it support human dignity?                                    | 5. <b>Quality</b> – is it robust and long lasting? Does it meet the necessary standards?                 | 12. <b>Transparent</b> – is there supporting documentation? Is information shared?                          | 16. <b>Systemic</b> – is the solution insular or does it trigger wider social change? |
|          | 2. <b>Suitability</b> – is it socially, culturally and environmentally appropriate?                                    | 6. <b>Adjustability</b> – is it flexible and adaptive to changing circumstances?                         |                                                                                                             |                                                                                       |
|          | 3. <b>Access</b> – is it accessible and affordable now and in the future?                                              | 7. <b>Inclusive</b> – is it inclusive of marginalised groups or does it prioritise specific user groups? | 13. <b>Scalable</b> – is the production process replicable and scalable?                                    |                                                                                       |
|          | 4. <b>Usability</b> – is it the solution easily understood and easy to use?                                            | 8. <b>Complementary</b> – does it support existing solutions and avoid unnecessary redundancy?           |                                                                                                             |                                                                                       |

Fonte: Corsini; Moultrie (2019).

No nível de produto, os *face shields* contemplou quatro aspectos satisfatoriamente (1, 3, 6 e 7), cinco parcialmente (2, 4, 12 e 13) e apenas um insatisfatoriamente (16), já no nível de processo contemplou todos os aspectos de maneira satisfatória e um do nível paradigma de modo parcial (15) e o outro insatisfatório (14).

## Resultados

O equipamento (*face shield*) é constituído de um suporte impresso em 3D, para que se fixe uma lâmina transparente e flexível de plástico tereftalato de polietileno (PET), funcionando semelhante a uma barreira microbiológica que protege profissionais de saúde de contaminações no atendimento de infectados (Figura 26). A produção aconteceu entre os meses de abril e maio de 2020 e aproximadamente duas mil máscaras foram disponibilizadas para o HU - UEL.

Figura 26 – Impressora 3D utilizada e suporte dos face shields



Fonte: Sampaio; Luiz (2021).

Como fruto dessa iniciativa, houve a criação e implementação de um núcleo de fabricação digital e inovação, o Fab.i HU, no Hospital Universitário de Londrina, Paraná, ambiente interdisciplinar para pesquisa, desenvolvimento, produção e fornecimento de soluções e equipamentos hospitalares personalizados destinados aos profissionais e diversos setores do hospital. O núcleo busca atender às demandas com agilidade e em quantidade adequada, tornando os serviços mais eficazes e eficientes, ao mesmo tempo que reduz a dependência de fornecedores externos.

### Impacto

Entre os benefícios da inserção da impressão 3D está a redução expressiva do custo do equipamento fabricado no contexto local, chegando próximo de 35% do preço de venda do mesmo produto importado, demonstrando a viabilidade econômica e técnica em ambientes públicos de saúde.

## Caso 3 – *Field Ready*

### Contexto

*Field Ready* é um grupo de organizações sem vínculos governamentais e fins lucrativos, que dispõe de parceiros no mundo todo. Entre as regiões estão Síria, Pacífico Sul, Turquia e Filipinas (Field Ready, 2023).

A Síria enfrenta uma enorme catástrofe humanitária relacionada a conflitos armados, que já deixaram mais de 570 mil mortos, 16 milhões necessitados de assistência, mais de 7 milhões se deslocando pelo país e quase 6 milhões de

refugiados, por isso, muitos sírios carecem de alimentos básicos, abrigo e roupas (Field Ready, 2023).

O Pacífico Sul, por ser uma região de nações insulares, está suscetível a tempestades violentas, vulcões, tsunamis e terremotos. Embora haja forte preparação e resposta local, o impacto e as consequências a longo prazo podem chegar a um nível grave (Field Ready, 2023).

A Turquia segue lidando com toda a devastação do terremoto mortal ocorrido no início de 2023, além de enfrentar conflitos em seu território. Já as Filipinas com os desastres climáticos – ciclones, inundações, deslizamentos de terra e secas – destruindo casas, colocando a saúde de pessoas em risco, potencializando as dificuldades econômicas e o crescimento da pobreza; suas complexidades geográficas fazem que as ações de emergência sejam desafiadoras e de custos altos (Field Ready, 2023).

## Atores

A equipe da organização é integrada por trabalhadores humanitários e tecnólogos especialistas em suas áreas, com experiências e qualificações (Field Ready, 2023).

## Descrição do desenvolvimento

A forma de trabalho do *Field Ready* é organizada em cinco etapas (Field Ready, 2023):

1. Avaliar (*Assess*): veja, escute e entenda – compreensão da situação e pessoas envolvidas, com imensa empatia em um trabalho conjunto, que objetiva soluções práticas e sustentáveis;
2. Projetar (*Design*): idealize e desenvolva conceitos – ênfase na tecnologia e os benefícios de uso adequado, utilizando um processo com interações;
3. Fazer (*Make*): fabrique coisas úteis – inserção rápida de pessoas com experiências e tecnologia apropriada para o atendimento de necessidades em variados setores e desafios, partindo do exclusivo para o abrangente;
4. Compartilhar (*Share*): teste, distribua e treine outros – compartilhamento de itens consertados ou fabricados e de conhecimento provindo de uma longa experiência, por meio de formação e outras formas de capacitação;
5. Liderar (*Lead*): replique onde houver necessidade – exemplo a ser seguido

por outros, tendo em conta o pioneiro nesse tipo de abordagem.

A Figura 27 ilustra o processo completo.

Figura 27 – Etapas de trabalho do Field Ready



Fonte: Field Ready (2023).

## Resultados

Dentre o vasto catálogo de produtos desenvolvidos, pode-se destacar alguns fabricados por impressão 3D (Field Ready, 2020):

- Antena *Duoband Yagi* (Figura 28): peça personalizada para estrutura de antena que capta ondas de rádio, radares ou Wi-Fi, facilitando sua montagem.

Figura 28 – Peça para Antena Duoband Yagi



Fonte: Field Ready (2020).

- Estaca de Fixação (Figura 29): utilizada cravada no solo para segurar tendas, cabanas e barracas no chão.

Figura 29 – Estaca de Fixação



Fonte: Field Ready (2020).

- Gancho de Bolsa IV (Figura 30): destinado a pendurar bolsas intravenosas.

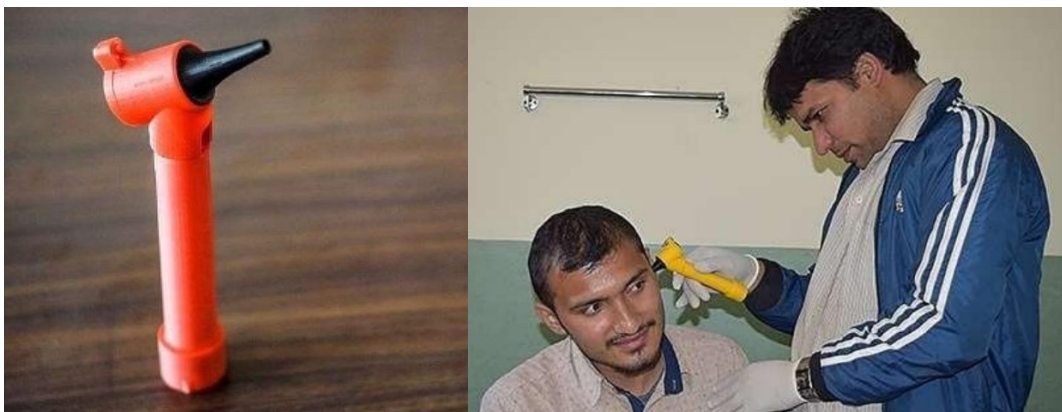
Figura 30 – Gancho de Bolsa IV



Fonte: Field Ready (2020).

- Otoscópio (Figura 31): equipamento para exame de canal externo e membrana timpânica do ouvido.

Figura 31 – Otoscópio



Fonte: Field Ready (2020).

- Peça de Aderência (Figura 32): designada para apertar bocais rosqueados em uma mangueira de entrada de água para um compressor.

Figura 32 – Peça de aderência



Fonte: Field Ready (2020).

## Impacto

Ao propiciar a produção de itens no contexto local e ensino de métodos a grupos, os efeitos positivos incluem (Field Ready, 2023):

- Redução em 90% do preço de alguns suprimentos humanitários fundamentais para salvar vidas;
- Agilidade na entrega, reduzindo para horas, ao invés de semanas ou meses como geralmente acontece ao usar a logística de ajuda tradicional;
- Aumento da resiliência e preparação da comunidade, por permitir produzir localmente e outros meios de recuperação;
- Treinamento de grande número de pessoas e compartilhamento aberto e amplo de projetos, conhecimento e abordagem.

## Caso 4 – *Proximity Designs*

### Contexto

Considerado um país com alto índice de pobreza, Mianmar tem cerca de 6 milhões de habitantes, grande parte deles trabalham na agricultura, sendo a produção de arroz responsável por 60% das áreas agrícolas. Devido à escassez de recursos e a falta de avanços tecnológicos, os equipamentos agrícolas são de difícil aquisição nesse país do sudeste asiático. Diante desse cenário, a *Proximity Designs* implementou a impressão 3D, especificamente, para confeccionar protótipos de projetos de engenharia (Proximity Designs, 2023).

### Atores

A *Proximity Designs* foi fundada por Jim Taylor e Debbie Aung Din, em 2004, objetivando a criação de um negócio social voltado para famílias carentes da zona rural de Mianmar, ao perceberem grandes necessidades dos agricultores, que não recebiam assistência de setores governamentais e privados. Atualmente, a empresa social tem quatro núcleos, cada um sob a responsabilidade de uma equipe (Proximity Designs, 2023):

- Tecnologia agrícola: aproximadamente 130 pessoas;
- Serviços agrônômicos: 225 membros, abrangendo agrônomos, cientistas do solo, agricultores e tecnólogos;
- Finanças agrícolas: mais de 450 integrantes;
- Design (*Labs*): 10 designers (Figura 33).

Figura 33 – Equipe de Design da Proximity Designs

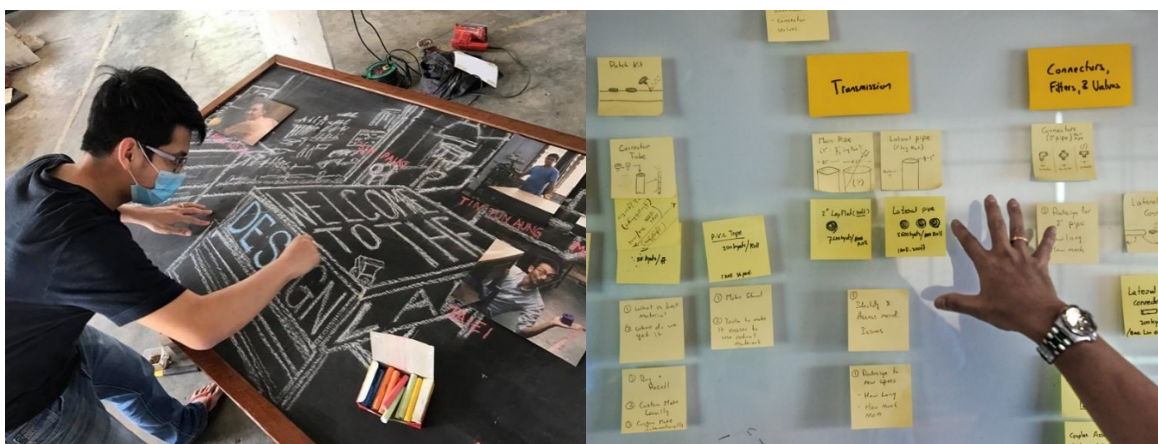


Fonte: Proximity Designs (2023).

## Descrição do desenvolvimento

Para enfrentar os desafios de Mianmar é empregado o método Design Thinking, com enfoque na criatividade e empatia. A abordagem da equipe de designers, engenheiros e pesquisadores atua localmente para ouvir as pessoas, criar protótipos e obter *feedback* direto (Proximity Designs, 2023) (Figura 34).

Figura 34 – Ferramentas projetuais da Proximity Designs



Fonte: Proximity Designs (2023).

Os produtos são concebidos de maneira personalizada, com projetos em *softwares*, testes rigorosos por meio de protótipos, para simular uso em terrenos acidentados. Posteriormente, esses protótipos são enviados aos usuários para avaliação (Proximity Designs, 2023).

Após a verificação de viabilidade, as equipes responsáveis pela fabricação e montagem realizam a produção, com tecnologia de alto nível, *softwares* CAD (*Computer-Aided Design* – Desenho Assistido por Computador) e impressoras 3D, prezando por fatores importantes como acessibilidade, usabilidade e durabilidade (Proximity Designs, 2023).

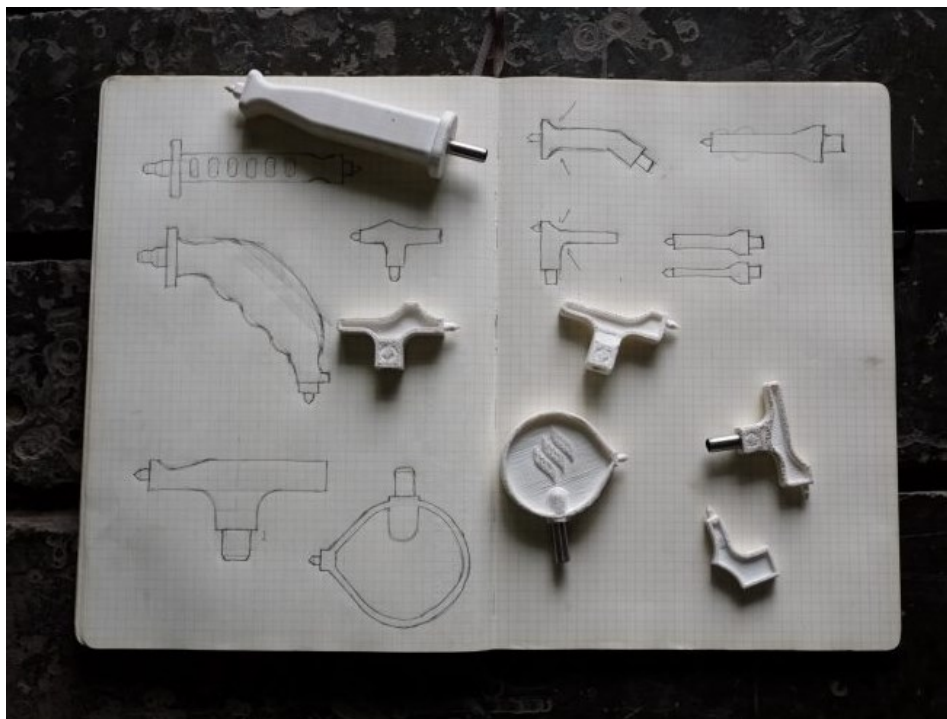
## Resultados

Ao introduzir a impressão 3D na fase de prototipagem, houve uma redução no tempo de produção de peças específicas para uso em máquinas, de semanas ou meses para apenas dias. Os itens impressos ajudam a testar a montagem, aperfeiçoar projetos, evitar pedidos de peças de alumínio vindas do exterior, diminuindo assim custos (Clarke, 2017).

Algumas das peças impressas são (Harimoto, 2016):

- Componentes de aspersor (Figura 35);
- Componentes de bomba de água (Figura 35);

Figura 35 – Protótipos impressos em 3D para a Proximity Designs



Fonte: Harimoto (2016).

- Anéis espaçadores (Figura 36).

Figura 36 – Anéis espaçadores impressos em 3D para a Proximity Designs



Fonte: Harimoto (2016).

## Impacto

O escopo e escala do impacto da *Proximity Designs* podem ser demonstrados pelos números abaixo (Proximity Designs, 2023):

- Escala: mais de 250.000 clientes agrícolas beneficiados por ano, aproximadamente mais de 1.300.000 de famílias;
- Alcance: 17.000 aldeias, 227 municípios, cerca de 75% da população agrícola;
- Média: ganho líquido de \$275 anuais por renda do agricultor;
- Eficiência: 6 vezes (ganho de lucro líquido/custo de entrega);
- Impacto cumulativo: \$725.000.000 nos últimos 19 anos;
- Sustentabilidade: 20% do orçamento resultante de receitas ganhas e taxa de reembolso de 98% em empréstimos agrícolas.

## Caso 5 – 3D Africa

### Contexto

Devido à falta de um setor industrial estabelecido, no continente africano a maioria de seus habitantes dependem da importação, que implica em altos custos, de itens como peças de máquinas, consumíveis, bens domésticos, ferramentas e materiais de construção. A impressão 3D surge como uma possibilidade para a fabricação de produtos no mercado interno, sem a necessidade de fábricas, com pouco maquinário, mão-de-obra reduzida e baixo capital. As economias diretas e indiretas podem permitir aos envolvidos sair da pobreza (3D Africa, 2023).

### Atores

O *3D Africa* é um programa de educação e treinamento da fundação *Youth for Technology Foundation* (YTF) voltado à impressão 3D, integrando a venda dos produtos e a criação de negócios/carreira. Os líderes de seus segmentos são de vários lugares do mundo, com experiências nos âmbitos acadêmico e filantrópico e nos setores público e privado, incluindo engenheiros, médico, modeladora CAD e administrador (3D Africa, 2023).

O programa também dispõe de empresas/instituições parceiras, que apoiam com funcionários voluntários, estágios estudantis, financiamento, mentores, recursos

financeiros, palestrantes e participação *on-line* (3D Africa, 2023).

#### Descrição do desenvolvimento

O sistema de ensino do *3D Africa* é para estudantes do ensino médio e universitários, candidatos a emprego, mulheres e jovens empresários, todos os programas combinam currículo *on-line* (MOOCs - *Massive Open On-line Course* [Curso On-line Aberto e Massivo]) e formação presencial. Os conteúdos abrangem aspectos técnicos e comerciais da impressão 3D, organizados assim (3D Africa, 2023):

- *Software* de aprendizagem, *hardware* e programas de modelagem digital;
- Mentorias para o desenvolvimento de oportunidades de empreendedorismo *on-line* com produtos impressos em 3D;
- Trabalho em laboratório em equipe, com foco no planejamento, invenção, inovação, apresentação e revisão de modelos de impressão 3D destinados a soluções para o mundo real;
- Trabalho em espaço *maker* para projetos individuais ou criação de negócios empreendedores.

#### Resultados

O programa já coleciona vários casos bem-sucedidos, dentre eles (3D Africa, 2023):

- *Afrocentric Afrique* (Akwa Ibom, Nigéria): tem como proprietária Maureen, oferece a confecção de móveis, miçangas, bolsas, decoração de interiores e tecidos com estampas alusivas à cultura africana e que adicionou joias impressas em 3D no seu catálogo, projetadas e impressas de maneira personalizada a cada cliente, que são desde pessoas físicas a hotéis, restaurantes e empresas de construção (Figura 37);

Figura 37 – Proprietária e produtos da Afrocentric Afrique



Fonte: 3D Africa (2023).

- Centro de Impressão 3D (Lagos, Nigéria): voltado para empreendedores, fundado e coordenado por Tochukwu, idealizadora de um estande para atrair estudantes nigerianos à leitura, que a fez concorrer ao Prêmio de Inovação Social da Sociedade Americana de Engenheiros Mecânicos (ASME), na capital do Quênia (Figura 38);

Figura 38 – Centro de Impressão 3D na Nigéria



Fonte: 3D Africa (2023).

- Drone (Nigéria): desenvolvido por Emmanuel, engenheiro que conheceu o programa em sua escola e, após ter concluído o treinamento, enxergou novas alternativas com a aplicação da impressão 3D (Figura 39).

Figura 39 – Drone impresso em 3D



Fonte: Youth for Technology Foundation [YTF] (2016).

### Impacto

Segundo dados da YTF (2015), o programa educacional já alcançou 500 jovens, garotas e mulheres empresárias na Nigéria, Quênia e Estados Unidos, indicando outras opções de renda e possibilidades de emprego.

Sendo assim, os jovens marginalizados e em situação de vulnerabilidade têm acesso a aprendizagem e trabalho na atual era digital, pela ligação de novas e antigas tecnologias a meios sustentáveis de sobrevivência, fluxos de receitas iniciais e crescimento empresarial expressivo (Youth for Technology Foundation, 2015).

Dos casos apresentados pode-se extrair alguns pontos positivos e negativos, semelhanças entre eles (um ou mais casos) e o diferencial de cada um. Todos esses elementos estão listados no Quadro 2.

Quadro 2 – Pontos de destaque dos casos

| CASO                                                                                                                | PONTOS POSITIVOS                                                                                                                                                                                                   | PONTOS NEGATIVOS                                                                                                                              | SEMELHANÇAS                                                                                                                               | DIFERENCIAL                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <br><b>ACUALAB</b>                 | Assessoria de impressão 3D<br>Fabricação pelo próprio usuário<br>Detalhamento de peças e montagem                                                                                                                  | Necessidade de elementos complementares (papel filtro, carvão ativado, areia grossa e fita Teflon)<br>Manual de instruções apenas em espanhol | Atores multidisciplinares<br>Processos de Design no desenvolvimento<br>Ênfase na cultura <i>maker</i> ;<br>Variedade de produtos/soluções | Arquivos para impressão 3D abertos/gratuitos                |
| <br><b>FACE SHIELDS (HU - UEL)</b> | Produto de baixa complexidade<br>Implementação de laboratório de fabricação digital e inovação                                                                                                                     | Alcance limitado (Londrina/PR)                                                                                                                | Atores multidisciplinares<br>Processos de Design no desenvolvimento                                                                       | Atendimento a uma demanda global urgente (pandemia)         |
| <br><b>FIELD READY</b>           | Alcance amplo (vários países)<br>Foco em suprimentos humanitários<br>Método original de trabalho                                                                                                                   | Arquivos para impressão 3D de apenas alguns produtos                                                                                          | Atores multidisciplinares<br>Processos de Design no desenvolvimento<br>Ênfase na cultura <i>maker</i> ;<br>Variedade de produtos/soluções | Catálogo de produtos personalizados para diversos segmentos |
| <br><b>proximity</b>             | Valorização de atividade local (agricultura)<br>Núcleos variados de atuação<br>Utilização de tecnologia de qualidade                                                                                               | Alcance limitado (apenas Mianmar)<br>Baixa variedade de produtos                                                                              | Atores multidisciplinares<br>Processos de Design no desenvolvimento                                                                       | Foco em prototipagem                                        |
| <br><b>3DAfrica</b>              | Formação <i>on-line</i> e presencial<br>Aulas divididas por público-alvo (estudantes do ensino médio, universitários, candidatos a emprego, mulheres e jovens empreendedores)<br>Trabalhos práticos em laboratório | Limitação de idiomas (apenas inglês) nos conteúdos das aulas <i>on-line</i>                                                                   | Atores multidisciplinares<br>Processos de Design no desenvolvimento<br>Ênfase na cultura <i>maker</i><br>Variedade de produtos/soluções   | Incentivo ao empreendedorismo                               |

Fonte: Autoria Própria (2025).

Também vale ressaltar as principais características que pautaram o projeto de Inovação Social do presente trabalho, no caso do Filtro *AcuaLab*: a ênfase em uma necessidade essencial da comunidade, a parceria com órgão governamental e a disponibilização gratuita de arquivos para impressão 3D, e no dos *Face Shields*: a equipe colaborativa e o apoio de instituição de ensino.

Já no caso *Field Ready*: o desenvolvimento de produtos personalizados sob demanda e a pretensão de tornar-se um exemplo a ser seguido, como indica a fase “Liderar” (*Lead*), no caso *Proximity Designs*: a aplicação de metodologia de Design, o envolvimento com o setor da agricultura e a criação de produtos para atividades de trabalho e no caso *3D Africa*: o trabalho de equipe em laboratório e o suporte a atividades que geram renda.

#### 4.2 Análise Cruzada de Casos

Após a descrição dos casos selecionados no tópico anterior, examinando aspectos de cada um deles, é feita esta análise comparativa para a identificação de semelhanças e padrões, assim como as diferenças, para a validação e aprimoramento de pontos encontrados na revisão da literatura.

Ao analisar os estudos de casos, é verificado como as ferramentas de Design são aplicadas para que os projetos fossem desenvolvidos e como as histórias e experiências são contadas por eles. A proposta analítica de Torres (2016) é empregada por ser apropriada para a continuidade da pesquisa, sem adaptações expressivas pelo grau de similaridade com o trabalho do autor.

O *AcuaLab* contempla todas as fases necessárias para um projeto de Inovação Social, desde a imersão até o impacto/crescimento, mesmo que ainda se mantenha localmente, já o estilo de gestão é participativo, com a atuação da comunidade em diversos momentos, e centrado, com participação direta do Governo de Nariño. O resultado é uma transformação centrada no produto, um filtro que viabiliza água limpa em ambientes insalubres, e de abordagem local-global.

O caso dos *Face Shields* (HU - UEL) atende a quatro (4) fases: imersão/análise, oportunidades e desafios, entrega e implementação + plano de ação, impacto/crescimento e dimensionamento, é centrado, pelo envolvimento de empresas, universidade e hospital, com a transformação centrada no produto, respondendo a uma crise sanitária de grande proporção, e uma adaptação funcional,

ajustando a fabricação de um produto existente para facilitar o acesso e reduzir custos.

A *Field Ready* considera todas as fases, é de gestão participativa, com agentes de variadas áreas, resulta em produto-serviço, com o cerne em ajuda humanitária, e sua abordagem é local-global.

A *Proximity Designs* também contempla as fases de maneira completa, é de gestão experimental, voltada a protótipos e testes no âmbito da agricultura, tem como resultado um sistema centrado no produto e de modo sistêmico.

E o *3D Africa* engloba cinco (5) fases: imersão/análise, oportunidades e desafios, geração de ideias + laboratório criativo, protótipo e teste + avaliação e feedback, entrega e implementação + plano de ação, é participativo, incluindo principalmente estudantes e empreendedores, e centrado, tendo produto-serviço como solução, pois os produtos são consequência do sistema de ensino, e acontece de maneira sistêmica.

Toda a análise está resumida no Quadro 3.

Quadro 3 – Classificação resultante da análise dos estudos de caso

|                                                                                                    | FASES    | ESTILO DE GESTÃO           | PERFIL DE RESULTADOS                    | ABORDAGEM              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| <br>ACUALAB     | Todas    | Participativo/<br>Centrado | Transformação<br>centrada no<br>produto | Local-global           |
|                 | Apenas 4 | Centrado                   | Transformação<br>centrada no<br>produto | Adaptação<br>funcional |
| <br>FIELD READY | Todas    | Participativo              | Produto-serviço                         | Local-global           |
| <br>proximity   | Todas    | Experimental               | Sistema<br>centrado no<br>produto       | Sistêmica              |
| <br>3D Africa   | Apenas 5 | Participativo/<br>Centrado | Produto-serviço                         | Sistêmica              |

Fonte: Autoria Própria (2024).

### 4.3 Diretrizes

Baseando-se nos cinco (5) casos anteriormente descritos e analisados, diretrizes para a inserção da impressão 3D em iniciativas de Inovação Social foram propostas, podendo ocorrer as adaptações necessárias, preferencialmente indicadas para o processo de Modelagem de Deposição Fundida (FDM), são elas:

1. Instituir a equipe de projeto (pessoas dispostas a contribuir na missão e, de preferência, com diferentes habilidades);
2. Identificar desejos e necessidades dos indivíduos/da comunidade;
3. Desenvolver produto/serviço para atender a determinado(s) desejo(s) e/ou necessidade(s), de maneira colaborativa;
4. Conseguir parceiros confiáveis, como ONGs, instituições, empresas, etc.;
5. Adquirir os equipamentos necessários: impressora 3D, filamentos, computador, móveis, materiais para pós-tratamento (lixa, *primer*, tinta, etc.) OU Imprimir em *Fab Labs*/Laboratórios de Fabricação Digital;
  - 5.1 Produzir os arquivos necessários para a impressão 3D OU baixar gratuitamente em repositórios virtuais, dentro dos parâmetros adequados;
  - 5.2 Ajustar configurações e equipamentos para a impressão 3D;
  - 5.3 Capacitar equipe para a execução da impressão 3D;
6. Imprimir produtos na quantidade necessária de acordo com a demanda;
7. Implementar solução considerando as especificidades do projeto (local, demanda, clima, público-alvo, etc.).

A diretriz nº 1 fundamenta-se nos atores (*stakeholders*) presentes em todos os casos analisados, uma vez que foi possível identificar que as pessoas e instituições envolvidas demonstram interesse genuíno na causa e possuem habilidades diversas que contribuem para o desenvolvimento das iniciativas. A nº 2 na “Descrição do Desenvolvimento”, mais especificamente nas fases “Prepare a Viagem” e “Decolar” do caso 1 (Filtro *AcuaLab*), “Produto” (*Product*) do caso 2 (*Face Shields*), “Avaliar” (*Assess*) do caso 3 (*Field Ready*), “Empatia” e “Definição” (Design Thinking) do caso 4 (*Proximity Designs*) e as mentorias para oportunidades do caso 5 (*3D Africa*).

A diretriz nº 3 respalda-se em “Voar” e “Explorar” do caso 1, “Produto” (*Product*) e “Processo” (*Process*) do caso 2, “Projetar” (*Design*) do caso 3, “Ideação” (Design Thinking) do caso 4 e trabalho de equipe em laboratório do caso 5. A nº 4 em “Pousar”

do caso 1, “Processo” (*Process*) do caso 2, “Fazer” (*Make*) do caso 3, “Prototipação” (Design Thinking) do caso 4 e trabalho de equipe em laboratório do caso 5.

As diretrizes nº 5 e nº 6 foram extraídas das fases “Pousar” do caso 1, “Processo” (*Process*) do caso 2, “Compartilhar” (*Share*) do caso 3, “Prototipação” (Design Thinking) do caso 4 e trabalho em espaço *maker* do caso 5. Já a nº 7 de “Pousar” do caso 1, “Paradigma” (*Paradigm*) do caso 2, “Liderar” (*Lead*) do caso 3, “Validação” (Design Thinking) do caso 4 e trabalho em espaço *maker* do caso 5.

Todo esse embasamento das diretrizes é exposto no Quadro 4.

Quadro 4 – Embasamento das diretrizes por fases dos casos

| DIRETRIZ(ES) | FASE(S) DE EMBASAMENTO                                       | CASO(S) |
|--------------|--------------------------------------------------------------|---------|
| 1            | Atores ( <i>stakeholders</i> )                               | 1 a 5   |
| 2            | “Prepare a Viagem” e “Decolar”                               | 1       |
|              | “Produto” ( <i>Product</i> )                                 | 2       |
|              | “Avaliar” ( <i>Assess</i> )                                  | 3       |
|              | “Empatia” e “Definição” (Design Thinking)                    | 4       |
|              | Mentorias para oportunidades                                 | 5       |
| 3            | “Voar” e “Explorar”                                          | 1       |
|              | “Produto” ( <i>Product</i> ) e “Processo” ( <i>Process</i> ) | 2       |
|              | “Projetar” ( <i>Design</i> )                                 | 3       |
|              | “Ideação” (Design Thinking)                                  | 4       |
| 3 e 4        | Trabalho de equipe em laboratório                            | 5       |
| 4, 5, 6 e 7  | “Pousar”                                                     | 1       |
| 4, 5 e 6     | “Processo” ( <i>Process</i> )                                | 2       |
| 4            | “Fazer” ( <i>Make</i> )                                      | 3       |
| 4, 5 e 6     | “Prototipação” (Design Thinking)                             | 4       |
| 5 e 6        | “Compartilhar” ( <i>Share</i> )                              | 3       |
| 6 e 7        | Trabalho em espaço <i>maker</i>                              | 5       |
| 7            | “Paradigma” ( <i>Paradigm</i> )                              | 2       |
|              | “Liderar” ( <i>Lead</i> )                                    | 3       |
|              | “Validação” (Design Thinking)                                | 4       |

Fonte: Autoria Própria (2025).

As diretrizes são organizadas de maneira sequencial e destinadas a projetos em diferentes estágios, sejam iniciantes ou em andamento. As de nº 1 e nº 2 são indicadas para as etapas iniciais, de definição de time e identificação de desejos e necessidades, as nº 3, nº 4 e nº 5 para etapas intermediárias, de criação do produto/serviço, obtenção de parceiros e os recursos para a impressão 3D, e nº 6 e nº 7 para etapas finais, de implementação da solução.

Como instruções complementares, alguns aspectos gerais da impressão 3D merecem atenção. A espessura da parede, por exemplo, deve ser de no mínimo 0,8 mm e geralmente corresponde ao dobro do diâmetro do bico extrusor. No caso das pontes, isto é, trechos entre dois pontos sem material de suporte, recomenda-se que tenham, no máximo, 15 mm. Já as saliências devem respeitar inclinações de até 45° para alta qualidade e até 60° para qualidade aceitável. Furos e arcos também devem ser considerados. Quando verticais, como em um furo de 2 mm, pode ser necessário adicionar 0,2 mm para compensação dimensional. Quando horizontais, podem ter finalidade apenas visual — exigindo o uso de material de suporte — ou funcional, sendo recomendado adaptar o formato para o de lágrima (Arroyo, 2020).

O indicado é que os cantos sejam arredondados ao se utilizar impressoras 3D FDM, assim como pinos, com diâmetros entre 3 mm e 5 mm, filetes, que funciona como solução para reforçar partes do modelo 3D, e peças interligadas, cuja distância de 0,3 mm entre elas facilita a montagem (Arroyo, 2020).

Sobre equipamentos e recursos, a seguir estão algumas indicações também de modo geral, com preços referentes a dezembro de 2024:

- Impressoras 3D: *Creality* = A partir de R\$1.099,00; *Bambu Lab* = A partir de R\$2.199,96; *Anycubic* = A partir de R\$1.199,00; *Elegoo* = A partir de R\$1.690,04; *FlashForge* = A partir de R\$2.045,08.
- Filamentos polímeros (1 kg): *Voolt 3D* = PLA: R\$84,10 / ABS: R\$67,26 / PETG: R\$73,58; *Creality* = PLA: R\$78,90 / ABS: R\$94,90 / PETG: R\$113,90; *3D Lab* = PLA: R\$80,07 / ABS: R\$45,00 / PETG: R\$65,46; *3D Fila* = PLA: R\$84,90 / ABS = R\$59,90 / PETG = R\$79,90.
- Repositórios de modelos 3D: *Cults 3D* (<https://cults3d.com>); *Pinshape* (<https://pinshape.com>); *Printables* (<https://www.printables.com>); *Thingiverse* (<https://www.thingiverse.com>).
- Softwares de modelagem 3D: *Autodesk Fusion 360*; *Blender*; *Rhinoceros*; *SketchUp*; *Tinkercad*.

#### 4.3.1 Aplicação das Diretrizes no Projeto de Produtos para Cajucultura

No projeto de produto (detalhado a partir do tópico 4.4) com a finalidade de verificar a aplicabilidade das diretrizes e de beneficiar um grupo paraibano da cajucultura, cada uma delas foi adotada ao decorrer das fases. As nº 1 e 2º são cumpridas na “Avaliação do Conhecimento Preexistente”, apenas a nº 2 em “Auto-documentação” e “Proposição de Artefatos para Resolver o Problema Específico” e a nº 3 no “Projeto Participativo: *Workshop* de Co-projeto” e “Identificação de Padrões: Extrair *Insights* Principais”. A diretriz nº 4 foi aplicada em “Transformação de Ideias em Realidade” e “Identificação de Capacidades Necessárias” e a nº 5 em “Transformação de Ideias em Realidade” e “Avaliação do Artefato: Testes com Usuários”. No entanto, as diretrizes nº 6 e nº 7 não puderam ser executadas, devido a ausência de recursos, incluindo financeiros, e capacidades, pois existem limitações, sejam burocráticas ou técnicas, apesar da parceria com agentes de um órgão governamental e um laboratório de impressão 3D.

O Quadro 5 reúne essas informações da aplicação das diretrizes.

Quadro 5 – Aplicação das diretrizes por fases do projeto

| DIRETRIZ | FERRAMENTA(S) PARA APLICAÇÃO                                                                                               |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Avaliação do Conhecimento Preexistente                                                                                     |
| 2        | Avaliação do Conhecimento Preexistente<br>Auto-documentação<br>Proposição de Artefatos para Resolver o Problema Específico |
| 3        | <i>Workshop</i> de Co-projeto<br>Identificação de Padrões: Extrair <i>Insights</i> Principais                              |
| 4        | Transformação de Ideias em Realidade<br>Identificação de Capacidades Necessárias                                           |
| 5        | Transformação de Ideias em Realidade<br>Avaliação do Artefato: Testes com Usuários                                         |
| 6        | -----                                                                                                                      |
| 7        | -----                                                                                                                      |

Fonte: Autoria Própria (2025).

## 4.4 Ouvir (*Hear*)

### 4.4.1 Avaliação do Conhecimento Preexistente

A sessão em grupo para a Avaliação do Conhecimento Preexistente, provinda do *Human-Centered Design* (IDEO, 2015), foi realizada por cinco (5) pessoas: o pesquisador, que teve atuação participativa, dois agentes governamentais, membros da Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Econômico (SADE) de Jacaraú/PB, que indicaram dois trabalhadores da cajucultura da mesma cidade, que executam o assamento e a quebra de castanhas de caju para comercialização (Figura 40). Os dois últimos fazem parte de uma comunidade composta por famílias de classe baixa/média, que trabalham artesanalmente com a castanha de caju há pelo menos uma década, para a obtenção de renda principal ou complementar, em uma área cedida pela prefeitura e dentro de tendas improvisadas.

Figura 40 – Sessão em grupo: Avaliação do Conhecimento Preexistente



Fonte: Autoria Própria (2024).

Os participantes foram introduzidos à proposta e ao objetivo da pesquisa e da atividade para que pudessem assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Autorização Fotográfica (TAF). Em seguida, alguns tópicos foram levantados e as respectivas respostas escritas em notas adesivas (*Post-it@s*), tanto o que já se sabia quanto o que ainda não, como propõe a IDEO (2015).

As questões e suas divisões foram as seguintes: PARTE 1 – O QUE JÁ SE SABE: “O que as pessoas precisam ou querem?”, “O que poderia ajudar neste



#### 4.4.2 Auto-documentação

Após a explicitação do objetivo e assinatura do TCLE e do TAF, o participante selecionado, um (1) trabalhador beneficiado com a castanha de caju, fez registros fotográficos, com o seu próprio telefone celular (*smartphone*), dos processos de assamento e quebra da castanha. A intenção desse método, oriundo do *Human-Centered Design* (IDEO, 2015), foi documentar para evidenciar as especificidades desse tipo de prática, de forma espontânea, sem interferências do pesquisador.

As imagens foram capturadas em dois (2) dias diferentes, no primeiro (1º) deles as etapas de assamento, começando com a preparação do fogo com restos de cascas de castanha e cinzas. As castanhas são depositadas em bandejas de metal com furos (caco) para o escoamento do seu líquido, com uma vara de madeira são mexidas e a bandeja que fica sobre o fogo é retirada. Por fim, transferem as castanhas para um balde e colocam areia sobre elas (Figura 42).

Figura 42 – Registros da Auto-documentação (1º dia)



Fonte: Autoria Própria (2024).

No segundo (2º) dia foram fotografadas as etapas de quebra, começando com as castanhas assadas sobre uma mesa de concreto e o uso de uma ferramenta improvisada (cilindro metálico, que varia de acordo com o tamanho da castanha, com ponta amassada) para a remoção das cascas. Por último, as castanhas são colocadas próximas ao fogo, funcionando como uma estufa, para que fiquem secas e posteriormente o descascamento seja finalizado (Figura 44).

Figura 43 – Registros da Auto-documentação (2º dia)



Fonte: Autoria Própria (2024).

As fotografias revelam a improvisação de instrumentos/ferramentas, geralmente de baixo custo, produzidos em madeira ou metal, uso de vestimentas que cobrem o corpo, porém não específicas para esse tipo de trabalho, e equipamentos de proteção individual (luvas, óculos e balaclava).

#### 4.4.3 Proposição de Artefatos para Resolver o Problema Específico

Respaldados nos resultados das técnicas empregadas, alguns artefatos para melhoria do trabalho com a castanha de caju são propostos neste subtópico, conforme a *Design Science Research* (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015). As alternativas de solução também consideram as sugestões da Avaliação do Conhecimento Preexistente e para ambas as etapas (assamento e quebra) da atividade em questão:

- Apoio para braço, na intenção de amenizar dores nessa região do corpo;
- Bancada, servindo de apoio e de forma higiênica;

- Proteção para dedos, para evitar lesões/ferimentos;
- Recipiente para água, facilitando o seu consumo e estimulando a hidratação dos trabalhadores;
- Descascador de castanha, tendo como referência o de alho;
- Produto para higienização, já que percebe-se um déficit nessa questão;
- Recipientes para armazenar/separar/transportar as castanhas;
- Martelo/Batedor, específico para a quebra de castanha de caju e com opções de tamanhos;
- Óculos/máscara de proteção, devido ao contato com fumaça e alguns tipos de resíduos;
- Estufa, buscando a simplificação de processos e manter o sabor da castanha;
- Viseira, devido a exposição ao sol e por ser uma substituta do boné;
- Recipiente/mesa com tela para tirar a pele da castanha.

## 4.5 Criar (*Create*)

### 4.5.1 Co-projeto Participativo: *Workshop* de Co-projeto

O *Workshop* de Co-projeto, sessão em grupo para geração de ideias representadas em esboços (*sketches*) presente no *Human-Centered Design* (IDEO, 2015), foi realizado com dois (2) participantes, além do pesquisador, um deles agente governamental, membro da Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Econômico (SADE) de Jacaraú/PB, e o outro trabalhador da cajucultura da mesma cidade. Os principais objetivos foram a obtenção de *insights* e a geração de alternativas de produtos, que posteriormente foram repensadas e aprimoradas pelo pesquisador.

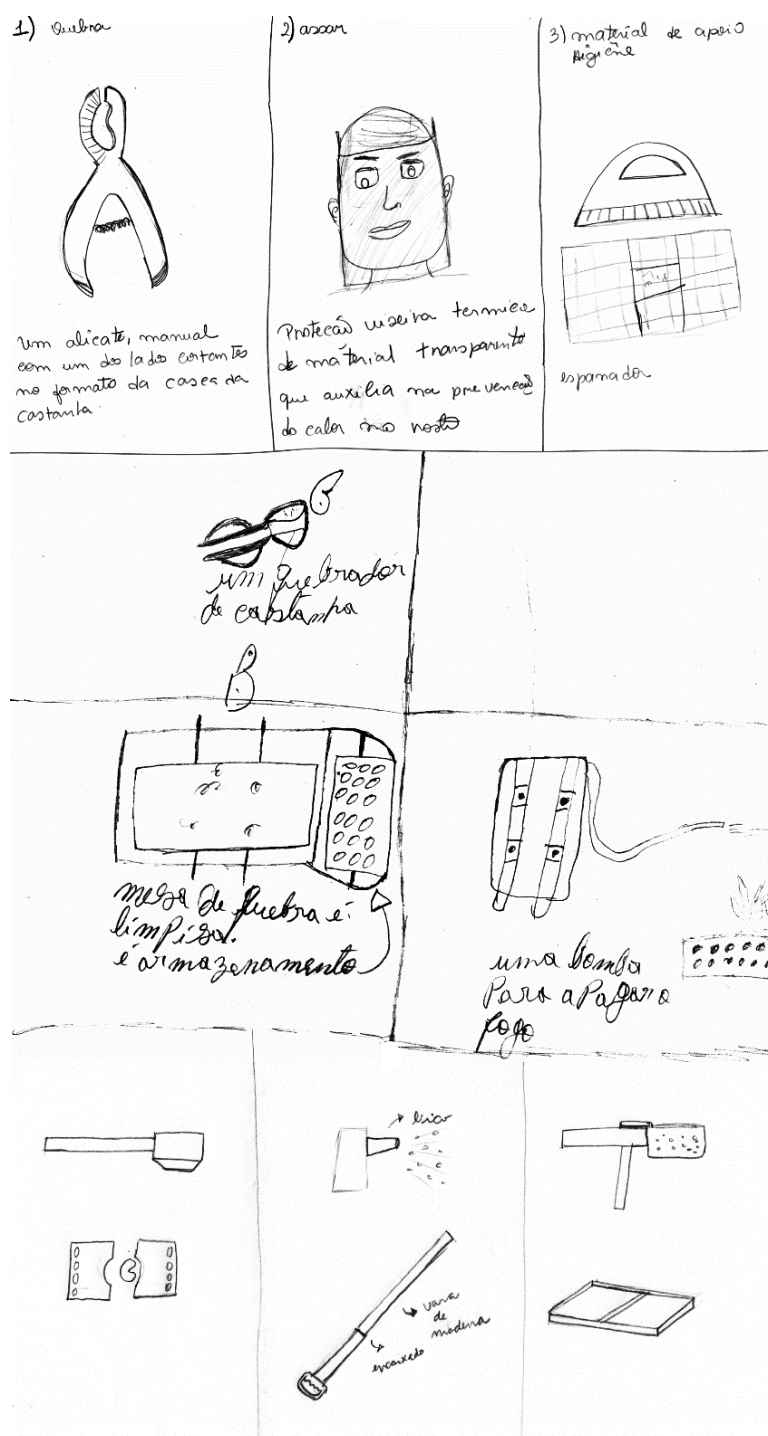
A sessão aconteceu na sede da SADE, iniciando com a explicitação dos processos e objetivos, seguida da assinatura dos termos necessários (TCLE e TAF). Para facilitar e estruturar a criação, os esboços de equipamentos/ferramentas foram divididos em três (3) eixos: quebra, assamento e apoio/higiene (Figura 44).

Figura 44 – *Workshop* de Co-projeto

Fonte: Autoria Própria (2024).

Os participantes levaram em conta a viabilidade de produção em Impressão 3D ao idealizar os produtos, mesmo que, com exceção do pesquisador, com uma noção básica sobre esse processo produtivo. Os resultados incluem quebradores (em diversos formatos), máscara de proteção facial, espanador, base e mesa para quebra, bomba e bico para apagar fogo, recipientes para castanhas, materiais e resíduos, e houve certa dificuldade no tópico de equipamentos para apoio ou higiene (Figura 45). As soluções também foram detalhadas oralmente e algumas experiências relacionadas à temática relatadas.

Figura 45 – Esboços (sketches) de produtos: *Workshop* de Co-projeto



Fonte: Autoria Própria (2024).

#### 4.5.2 Identificação de Padrões: Extrair *Insights* Principais

Com a execução do *Workshop* de Co-projeto, desde os esboços de produtos às experiências compartilhadas pelos participantes, foram extraídos os seguintes *insights*:

1. A higiene nos processos é precária;
2. O armazenamento é feito improvisadamente;
3. Apagar o fogo causa incômodos, a depender da posição do vento;
4. Dificuldade em pensar em produtos impressos em 3D para a etapa de assamento;
5. Ausência de vestimentas apropriadas;
6. Alguns instrumentos/equipamentos são improvisados;
7. A limpeza da bancada é insatisfatória;
8. A fumaça pode atrapalhar ao assar as castanhas de caju;
9. O descarte dos resíduos (das castanhas de caju) é meio inadequado;
10. A proteção de rosto é insuficiente;
11. A segurança nas etapas não é garantida.

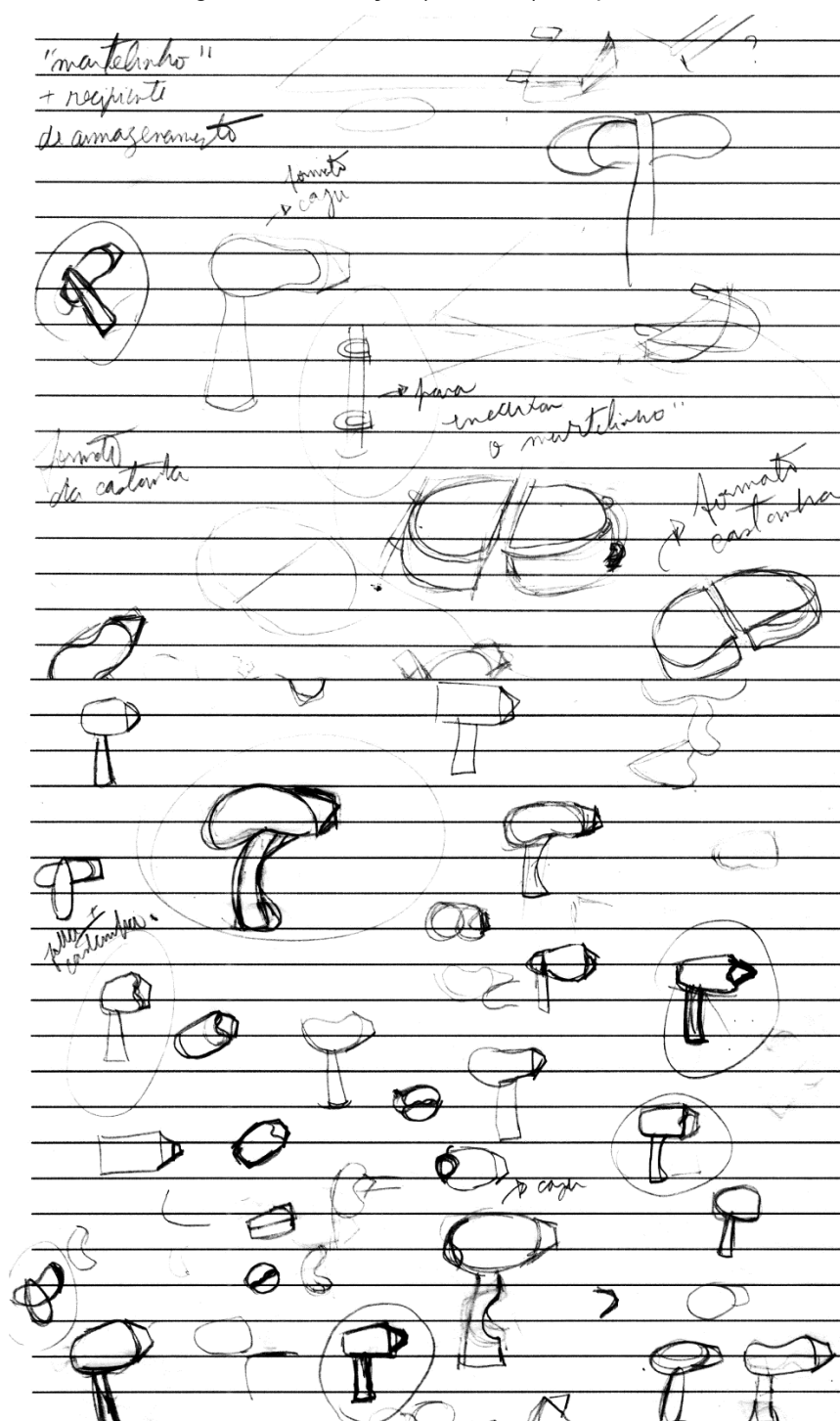
Seguindo as orientações da IDEO (2015) no guia do *Human-Centered Design*, cinco (5) *insights* principais foram selecionados para seguir norteando o projeto, neste caso, considerou-se relevância, urgência e viabilidade de implementação, sendo estes: 2, 3, 6, 7 e 9.

#### 4.5.3 Transformação de Ideias em Realidade

A construção de protótipos tem a finalidade de tornar as ideias tangíveis e passíveis de avaliação, com agilidade e baixo orçamento, para que se selecione a ideia mais apropriada. Um protótipo pode ser *storyboards* (esboços sequenciais), teatro, diagramas ou modelos físicos (IDEO, 2015).

Para essa pesquisa foram confeccionados modelos físicos, impressos em 3D no Laboratório *Design For Human* (D4H) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) em PLA (poliácido láctico) por Modelagem de Deposição Fundida (FDM). A criação se pautou no *Workshop* de Co-projeto, com o aprimoramento de algumas ideias e inspiração buscada na forma da castanha de caju, chegando-se a um martelo e recipientes para armazenamento, como mostram os esboços (*sketches*) da Figura 46, desta vez, feitos apenas pelo pesquisador.

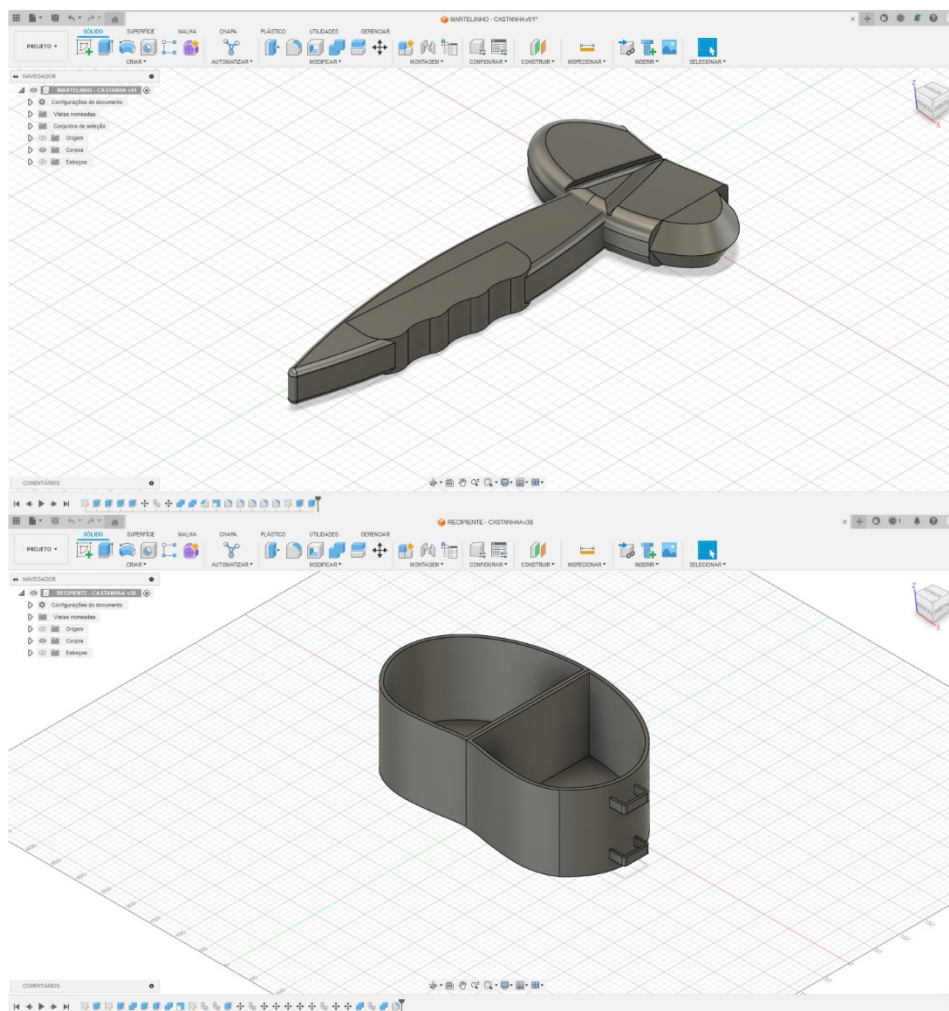
Figura 46 – Esboços (sketches) dos produtos



Fonte: Autoria Própria (2024).

O próximo passo foi a modelagem digital (Figura 47), desenvolvida no *software* para modelos 3D Autodesk Fusion®, dentre os processos estão o refinamento das formas e a definição de dimensões. O *software* UltiMaker Cura® serviu para o fatiamento e ajuste da escala de impressão dos produtos.

Figura 47 – Modelos 3D digitais dos produtos



Fonte: Autoria Própria (2024).

O primeiro produto desenvolvido é um martelo para a quebra da castanha após o seu assamento, sua altura é de 24,5 cm e peso de 70 g. O cabo possui pega anatômica e remete ao formato de uma folha, um dos lados de sua cabeça é arredondado e o outro chanfrado, para se assemelhar a um fio de lâmina e simplificar a quebra (Figura 48).

Figura 48 – Martelo para quebra de castanha de caju



Fonte: Autoria Própria (2024).

Os demais produtos são recipientes para o armazenamento das castanhas após a sua quebra, o menor com a capacidade de 3,1 L e o maior de 3,6 L (Figura 49). Se acoplam para que sejam transportados e guardados com mais facilidade e higiene. O maior possui duas alças, que a princípio serviriam para encaixar o martelo, mas isso foi impossibilitado porque o produto teve que ser reduzido devido ao tamanho da impressora 3D utilizada, e ao mesmo tempo para auxiliar no manejo.

Figura 49 – Recipientes para armazenamento de castanhas de caju



Fonte: Autoria Própria (2024).

## 4.6 Implementar (*Deliver*)

### 4.6.1 Identificação de Capacidades Necessárias

Conforme é determinado pela IDEO (2015) para o *Human-Centered Design*, a Identificação de Capacidades Necessárias engloba três eixos, o primeiro deles é Distribuição, maneiras de como a solução chegará aos beneficiados por ela, que nesse trabalho abrange os seguintes pontos:

- Os arquivos em 3D estão disponíveis gratuitamente em: <https://linktr.ee/victorara>;
- O pesquisador pode ser contatado por e-mail ou redes sociais;
- Órgãos públicos e privados podem realizar a impressão em 3D dos produtos para distribuir de forma estritamente gratuita;
- Os produtos podem ser impressos em pequena ou grande escala e transportados por variados meios, já que são portáteis.

O segundo são as Capacidades Requeridas, sejam humanas, manufatureiras, financeiras ou técnicas, as que foram definidas como necessárias são:

- Impressoras 3D e materiais necessários nas etapas de pré/pós-tratamento.
- Colaboração com *Fab Labs* ou pontos/centros de impressão 3D;
- Pessoas habilitadas em impressão 3D;
- Apoio financeiro de instituições públicas e/ou privadas;
- Investimento colaborativo do grupo beneficiado;
- Meios de transporte.

E o terceiro são os Parceiros Potenciais, organizações ou indivíduos que possuem capacidades ainda não obtidas, sendo estes:

- Agentes/órgãos governamentais;
- ONGs, empresas, projetos sociais, iniciativas privadas, etc.;
- Trabalhadores da cajucultura;
- Profissionais ou amadores (que fazem uso pessoal) em impressão 3D;
- Designers, modeladores 3D e profissionais afins;
- Empreendedores/investidores sociais;
- Pesquisadores interessados em impressão 3D/Inovação Social.

#### 4.6.2 Avaliação do Artefato: Testes com Usuários

Para avaliar os produtos desenvolvidos, segundo a *Design Science Research* (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015), neste caso, os testes foram executados por dez (10) participantes, sendo cinco (5) homens e cinco (5) mulheres, ambos trabalhadores que obtêm renda com o assamento e a quebra da castanha de caju (Figura 50).

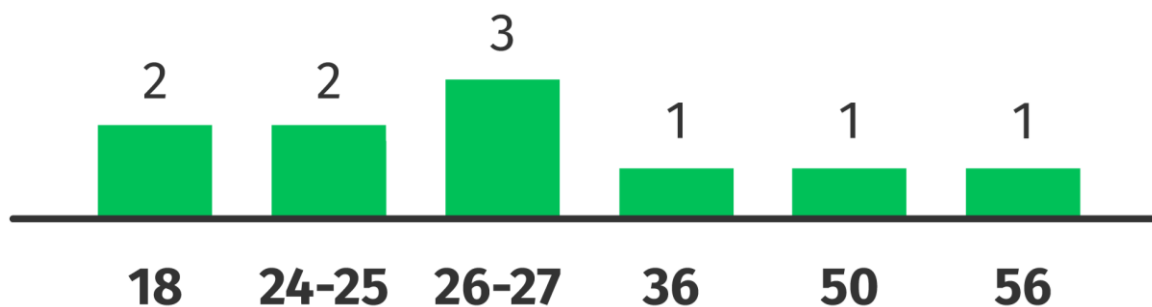
Figura 50 – Registros dos Testes com Usuários



Fonte: Autoria Própria (2024).

Na seção I “Perfil do Participante” do questionário (Apêndice D), as idades variam entre 18 e 56 anos, com predominância de 26 a 27 anos (Figura 51).

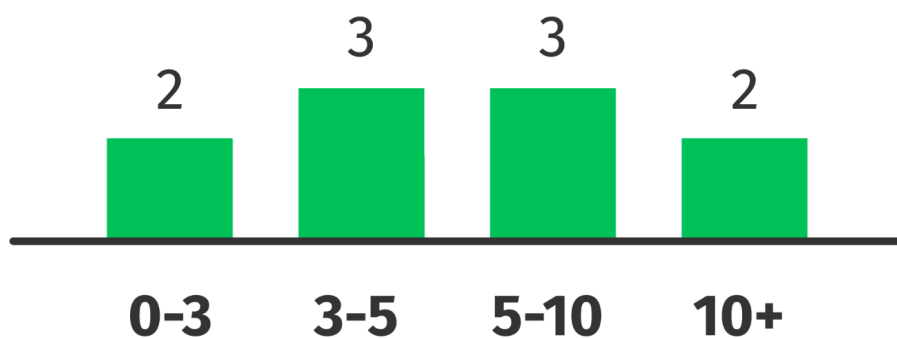
Figura 51 – Idades dos participantes dos testes



Fonte: Autoria Própria (2024).

Sobre o tempo de trabalho na área da cajucultura, os períodos foram divididos em 0 a 3 anos (2 respostas), 3 a 5 anos (3 respostas), 5 a 10 anos (3 respostas) e mais de 10 anos, os percentuais foram equilibrados (Figura 52).

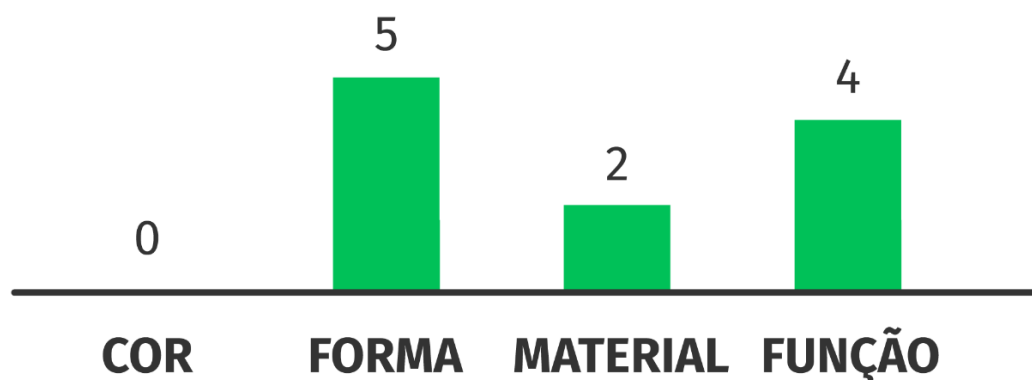
Figura 52 – Tempo de trabalho na área da cajucultura



Fonte: Autoria Própria (2024).

Na seção II “Avaliação dos Produtos”, ao descrever os produtos em algumas palavras (características, qualidades, defeitos...), o atributo “bom” foi o mais usado, “útil”, “higiênico” e “ótimo” também foram registrados. Já sobre a questão “O que mais te atraiu nos produtos?”, “Cor” não obteve nenhuma resposta, “Forma”, teve o maior número com 5 respostas, “Material” 2 respostas e “Função” 4 respostas (Figura 53).

Figura 53 – Pontos de atração pelos produtos

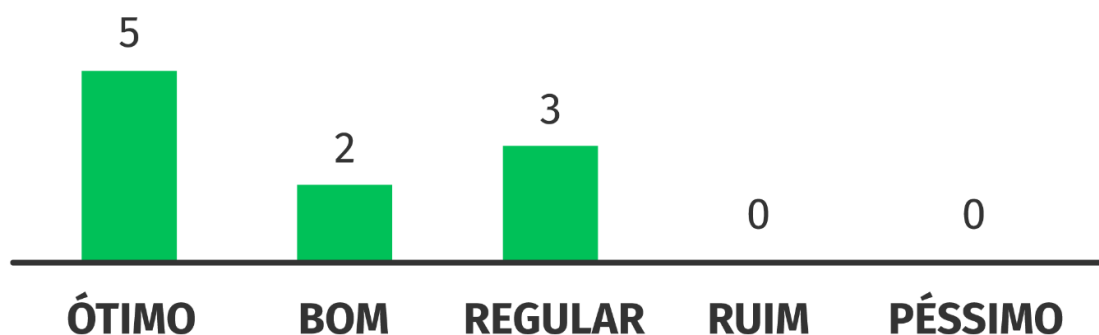


Fonte: Autoria Própria (2024).

E ainda indicaram o porquê dessa atração, sobre a forma: “É arredondado”, “É diferenciada”, “Por causa do tamanho e semelhança com produtos de outra função”, “Devido ao modelo” e “Por ser diferente”. Sobre a função: “Objetos novos para o trabalho”, “Confortável e leve” e “A castanha sai inteira”, e sobre o material: “Resistente e útil” (também referente a função) e “É bom para trabalhar”.

Os produtos foram classificados em “Ótimo”, tendo o maior número de respostas com 5, “Bom” 2 respostas, “Regular” 3 respostas, “Ruim” e “Péssimo” ambos com nenhuma (Figura 54).

Figura 54 – Classificação dos produtos



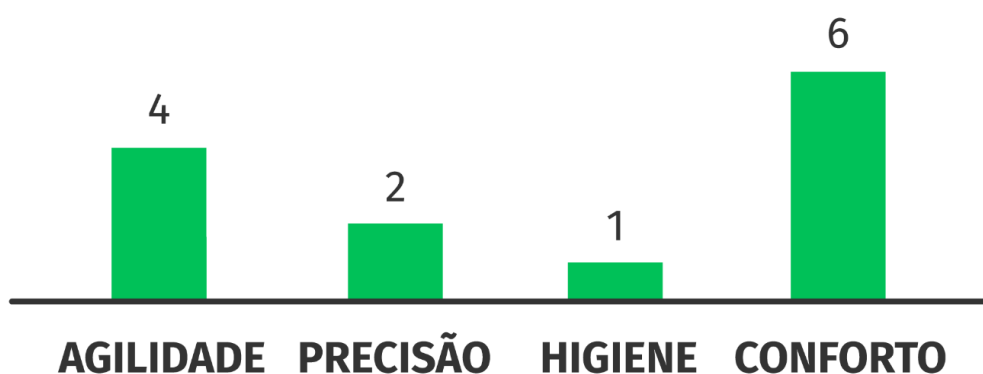
Fonte: Autoria Própria (2024).

Ao justificar a classificação em ótimo, os participantes registraram: “Melhora o trabalho”, “Auxilia no trabalho”, “Ajuda na agilidade”, “Gera conforto, não é cansativo”, “Considerando que ainda é principiante”. Já em bom: “É inovador e útil”, “Material bom para esse trabalho”, e em regular: “Precisam ser melhorados”, “Devido a algumas

características” e “Por depender do tipo (seca, pequena, grande, etc.) da castanha”. Sendo assim, os trabalhadores afirmaram que os auxiliam nas tarefas, trazendo maior rapidez e conforto, embora haja um entendimento que podem ser melhorados.

Na seção III “Avaliação do Impacto”, nove (9) participantes indicaram que os produtos ajudaram na realização das atividades, e em que sentido: “Agilidade” com 4 respostas, “Precisão” 2 respostas, “Higiene” uma resposta e “Conforto” 6 respostas, e apenas um (1) que não (Figura 55).

Figura 55 – Aspectos de facilitação na realização das atividades



Fonte: Autoria Própria (2024).

Ao responder se os produtos podem trazer benefícios para a sua comunidade, nove (9) participantes indicaram que sim, e de que maneira: “Na higiene/higienização”, “Auxilia na pega, com mais conforto”, “Mais organização”, “Rapidez e aumento de produção” e “Agilidade e produtividade”, e um (1) que não com a justificativa: “Não são adequados”. Nota-se que a maioria das respostas reforçam atributos positivos, como higiene, conforto, agilidade e produtividade, demonstrando um nível satisfatório de aceitação.

Na seção IV “Sugestões”, as indicações de melhorias para o martelo foram relacionadas ao aumento de seu peso, que influencia na quebra da castanha, e do tamanho de seu cabo, para no mínimo 30 cm, e adaptá-lo para um formato cilíndrico; remoção da parte chanfrada, diminuição da cabeça e mais de uma versão que variasse de tamanho e peso para diferentes tipos de castanhas de caju.

Acerca dos recipientes, foi sugerido alterações nas alças, para que se assemelhem às de galões, e a inclusão delas em ambos os recipientes, aumento de tamanho dos produtos, com capacidade mínima de 3 kg, e a junção deles em apenas um.

## CAPÍTULO V – CONCLUSÕES

Neste capítulo são descritas as principais conclusões obtidas no trabalho, abordando os aprendizados e recomendações que apareceram ao decorrer da pesquisa. Portanto, abrange as considerações finais sobre os objetivos do estudo, os procedimentos metodológicos adotados, os resultados obtidos e a comunicação destes, assim como as sugestões para pesquisas futuras.

### 5.1 Quanto aos Objetivos

O primeiro objetivo atingido, presente no Capítulo II, foi investigar a relação entre Impressão 3D e Inovação Social por meio de obras científicas e fontes confiáveis, percorrendo ambos temas, separadamente e unidos, em três (3) tópicos, esta revisão teórica foi concluída e embasou as etapas posteriores da pesquisa.

O segundo objetivo atingido, presente no Capítulo III e Capítulo IV, foi correlacionar processos de Design com as temáticas abordadas, isso ocorre desde os métodos e técnicas aplicados (*Human-Centered Design* e *Design Science Research*) aos estudos de caso, nos tópicos de descrição do desenvolvimento.

O terceiro objetivo atingido, presente no Capítulo IV, foi avaliar casos identificados por meio de critérios estabelecidos, sendo estes a geração de impacto social, resultados em produtos impressos em 3D, atuação em qualquer lugar e área e de mínimo 3 anos. Os cinco (5) casos múltiplos foram analisados e serviram de base para a definição das diretrizes.

O quarto objetivo atingido, presente no Capítulo IV, foi indicar direcionamentos para inserir a Impressão 3D em iniciativas de Inovação Social, com a definição de diretrizes que listam sete (7) passos para que isso seja possível.

O quinto e último objetivo atingido, também presente no Capítulo IV, foi verificar a aplicabilidade das diretrizes propostas na prática, cumprido no projeto que resultou no desenvolvimento de dois produtos para os trabalhadores da cajucultura de Jacaraú/PB.

## 5.2 Quanto aos Métodos e as Técnicas

A aplicação da *Design Science Research* (DSR) serviu para que o foco se mantivesse na pesquisa, como é determinado para o mestrado acadêmico, e não no projeto de produtos. Já o método *Human-Centered Design* (HCD) para pautar a elaboração do martelo e dos recipientes, empregando algumas ferramentas: sessões de grupo, auto-documentação, extração de *insights* principais, transformação de ideias em realidade e identificação de capacidades necessárias. A maioria das diretrizes foi constatada na prática em cada fase do projeto, as nº 1 e nº 2 na fase “Ouvir”, nº 3 a nº 5 em “Criar” e “Implementar”.

As sessões de grupo contribuíram para uma aproximação e obtenção de informações com a comunidade e demais agentes envolvidos, que se engajaram com a pesquisa de maneira muito satisfatória, fazendo com que o resultado fosse dentro do esperado. Vale mencionar ainda que as sessões feitas no local de trabalho buscaram não atrapalhar em sua dinâmica.

A auto-documentação permitiu que os participantes pudessem agir sem a presença e influência do pesquisador, embora seguindo orientações prévias, fazendo registros de maneira mais espontânea e sem nenhuma intimidação, mostrando assim seus pontos de vista sobre o trabalho que exercem.

Os testes (avaliação do artefato) de dois tipos de produtos (martelo e recipientes), impressos em 3D no D4H Lab/UFCG, foram efetuados com um grupo de trabalhadores da castanha de caju, que, em sua maioria, foi bem receptivo aos novos instrumentos e elencaram pontos para melhoria, além de reconhecerem o potencial de impacto social deles.

A coleta de dados feita nas sessões de grupo (com notas adesivas e desenhos) e nos testes com usuários (questionário) atendeu as expectativas e possibilitou a compreensão dos desejos e necessidades dos envolvidos na pesquisa e direcionou o projeto dos produtos e a validação das diretrizes.

O tratamento (transcrição, revisão e interpretação) e análise de dados (apresentação e discussão dos resultados + conclusões) abrangeu recursos textuais e visuais (gráficos e figuras/imagens), não apenas para documentar, mas para expor detalhes das etapas e dos processos que são relevantes para a compreensão e verificação.

### 5.3 Quanto aos Resultados / Comunicação dos Resultados

Esta pesquisa demonstrou que é viável a aplicação da Impressão 3D para a Inovação Social, visando o benefício, mesmo que em estágio inicial, de um grupo interiorano, por vezes invisibilizado e necessitado de maior aporte. Os possíveis impactos positivos foram a demonstração de novas possibilidades de produtos para o trabalho com a castanha de caju, juntamente com a tentativa de valorização local e da prática artesanal, e a disponibilização dos arquivos para impressão de forma aberta.

Sendo assim, a ênfase no Design cujo humano está no centro foi pertinente e positiva, justamente por se pautar na aproximação e valorização de pessoas nos mais variados contextos.

Para fundamentar os processos, também seguiu-se as diretrizes para avaliar sua aplicabilidade. A equipe de projeto foi instituída, (pesquisador designer, agentes governamentais e trabalhadores do assamento e da quebra da castanha de caju), como propõe a diretriz nº 1, ambos estiveram dispostos a colaborar. A nº 2 (identificar desejos e necessidades dos indivíduos/da comunidade) foi cumprida na “Avaliação do Conhecimento Preexistente” e a nº 3 (desenvolver produto/serviço que atenda determinado(a) desejo/necessidade, de maneira colaborativa), no *Workshop* de Co-projeto.

A nº 4 (conseguir parceiros confiáveis) refere-se à Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Econômico de Jacaraú/PB, a nº 5 (imprimir em *Fab Labs*/Laboratórios de Fabricação Digital) ao D4H Lab/UFCG, já a nº 6 (imprimir produtos na quantidade necessária de acordo com a demanda) e a nº 7 (implementar solução considerando as especificidades do projeto) não foram cumpridas, embora haja pretensão futura, por ausência de recursos e capacidades. Com a execução das duas últimas diretrizes, os resultados serão potencializados, trazendo agilidade e conforto como algumas das contribuições.

Outro ponto a se destacar é a colaboração multidisciplinar (pesquisador designer, agentes governamentais ligados à agricultura e trabalhadores da castanha de caju), tanto na fase do ouvir, da criação, na geração de alternativas, quanto na experimentação, testes dos produtos com seus usuários.

Algumas dificuldades foram enfrentadas, como conciliar a agenda dos participantes das atividades e do D4H Lab/UFCG para imprimir os produtos, levando

em conta as demandas do laboratório, e relacionadas ao ambiente de trabalho dos beneficiados com a castanha de caju.

A comunicação dos resultados, como sugere a *Design Science Research* (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015), já tem acontecido por meio da V Jornada Internacional PPG Design UFCG / Universidade do Minho (UMINHO), com a apresentação das etapas iniciais da pesquisa, e na revista eletrônica “Diálogo com a Economia Criativa”, volume 9, número 26, da Escola Superior de Propaganda e Marketing (ESPM) do Rio de Janeiro, descrevendo os estudos de caso e a análise deles. Mas ainda há pretensão de publicações futuras, abrangendo as demais etapas da pesquisa.

#### **5.4 Sugestões para Pesquisas Futuras**

Diante dos resultados alcançados, foram definidas algumas recomendações para novos estudos, a fim de continuar e aprofundar a investigação de temas concernentes a essa pesquisa e tópicos revisados em seu referencial teórico, como também a implementação dos produtos desenvolvidos, sendo estas:

- Atualizar e retificar as diretrizes, considerando novas tecnologias e possibilidades;
- Incluir ou substituir casos para estudos e análise;
- Aplicar diretrizes em outros contextos;
- Empregar o *Human-Centered Design* (HCD) embasado em outra fonte;
- Ampliar amostra de participantes para os testes;
- Fazer os aprimoramentos necessários nos produtos;
- Concluir implementação dos produtos desenvolvidos.

## REFERÊNCIAS

- 3D Africa. **About 3D Africa**. 2023. Disponível em: <https://3dafrica.org/>. Acesso em: 05 jun. 2023.
- 3D FILA. **Filamentos**. 2024. Disponível em: <https://3dfila.com.br>. Acesso em: 09 dez. 2024.
- 3D LAB. **Loja**. 2024. Disponível em: <https://3dlab.com.br/>. Acesso em: 09 dez. 2024.
- ARROYO, Agustín. **Ultimate Guide: How to design for 3D Printing**. 2020. Disponível em: <https://wikifactory.com/+wikifactory/stories/ultimate-guide-how-to-design-for-3d-printing>. Acesso em: 06 mai. 2024.
- BACON, Nicola; MULGAN, Geoff; WOODCRAFT, Saffron. **Transformers**: How local areas innovate to address changing social needs. Londres: NESTA, 2008.
- BAGLIOTTI, Iago Rotondo; GASPAROTTO, Angelita Moutin Segoria. Aplicação da Tecnologia de Impressão 3D como Inovação em uma Indústria Moveleira. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 18, n. 1, p. 631-643, 3 nov. 2021.
- BITENCOURT, Claudia; SANTOS, Ana Clarissa; AGOSTINI, Manuela; ZANANDREA, Gabriela. **Desvendando a Inovação Social**: casos de ensino. Erechim: Deviant, 2022. 342 p.
- CAJAIBA-SANTANA, Giovany. Social innovation: moving the field forward: a conceptual framework. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 82, p. 42-51, 2014.
- CAPELOTO, Otávio Augusto; RODRIGUES, Cristiana Nunes; GUILHERME, Adriano Pereira; YAMAGUCHI, Klenicy Kazumy de Lima. Aplicação de modelos de impressão 3d como ferramenta para atividades práticas experimentais no ensino de física, **Revista Insignare Scientia**, v. 6, n. 6, p. 710–722, 2023.
- CARVALHO, Jonas de; VOLPATO, Neri. Introdução à manufatura aditiva ou impressão 3D. In: **Manufatura aditiva**: tecnologias e aplicações da impressão 3D. São Paulo: Blucher, 2017.
- CÁTEDRA FUTURO. **¡Nariño salva el agua!**. 2019. Disponível em: <https://www.facebook.com/catedrafuturo/posts/2551143621836523/>. Acesso em: 11 ago. 2023.

CENTRO DE INNOVACIÓN SOCIAL (CISNA). **AcuaLab**. 2019. Disponível em: <https://innovacionsocial.xn--nario-rta.gov.co/index.php/proyectos/aqualab>. Acesso em: 13 nov. 2023.

CIPOLLA, Carla; MOURA, Heloisa. T.; Social innovation in Brazil through Design strategy. **Design Management Journal**, [S.l.], v. 6, fasc. 1, p. 40-51, 2012.

CLARKE, Corey. **Farmers in Myanmar are Using 3D Printing to Improve Farming Production**. 3D Printing Industry, 2017. Disponível em: <https://3dprintingindustry.com/news/farmers-myanmar-using-3d-printing-improve-farming-production-104637/>. Acesso em: 16 abr. 2023.

CLOUTIER, Julie. Qu'est-ce que l'innovation sociale? **Crises**, 2003. Disponível em: [www.crisis.uqam.ca](http://www.crisis.uqam.ca). Acesso em: 06 jul. 2023.

CORSINI, Lucia; DAMMICCO, Valeria; MOULTRIE, James. Frugal innovation in a crisis: the digital fabrication maker response to COVID-19. **R&D Management**, Cambridge, v. 51, n. 2, p. 195-210, 2020.

CORSINI, Lucia; MOULTRIE, James. Design for social sustainability: Using digital fabrication in the humanitarian and development sector. **Sustainability**, Suica, v. 11, n. 13, 2019.

CRESWELL, John W.; CRESWELL, J. David. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

CREALITY STORE. **Filamentos 3D**. Disponível em: <https://www.crealitystore.com.br/filamentos-3d-impressao>. Acesso em: 09 dez. 2024.

CULTS 3D. **Home page**. 2024. Disponível em: <https://cults3d.com>. Acesso em: 13 mai. 2024.

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

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES JÚNIOR, José Antônio Valle. **Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015. 198 p.

EUROPEAN UNION. **Regulation (EU) 2021/1057 of the European Parliament and**

**of the Council of 24 June 2021 establishing the European Social Fund Plus (ESF+).** Luxembourg: Official Journal of the EU, 2021.

FABLAB NARIÑO. **Filter AcuaLab.** 2019. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:3425279>. Acesso em: 08 mai. 2023.

FEELING. **Explora La Metodología.** 2023. Disponível em: <https://feeling.com.co/metodologia-2-sentir-latinoamerica/>. Acesso em: 14 ago. 2023.

FIELD READY. **About Us / Our Approach.** 2023. Disponível em: <https://www.fieldready.org/>. Acesso em: 13 nov. 2023.

\_\_\_\_\_. **Parts Catalog.** 2020. Disponível em: [https://www.fieldready.org/\\_files/ugd/84d105\\_3f8437799357404d9a660cf00d6cc99f.pdf](https://www.fieldready.org/_files/ugd/84d105_3f8437799357404d9a660cf00d6cc99f.pdf). Acesso em: 13 nov. 2023.

GABOR, Dennis. **Innovations: scientific, technological and social.** New York: **Oxford University Press**, 1970.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOBERNACIÓN DE NARIÑO. **Informe de Gestión.** Nariño: Secretaria de Gobierno, 2020. 26 p.

GOVERNO MUNICIPAL DE JACARAÚ. **O município.** 2023. Disponível em: <https://www.jacarau.pb.gov.br/omunicipio.php>. Acesso em: 13 mai. 2024.

HAHN, Johannes; ANDOR, Laszlo. European Commission. **Guide to Social Innovation.** Brussels: DG Regional and Urban Policy and DG Employment, Social Affairs and Inclusion, 2013.

HARIMOTO, Taiei. **Myanmar's Farmers are 3D Printing Their Own Tools.** Make:, 2016. Disponível em: <https://makezine.com/article/digital-fabrication/3d-printing-workshop/myanmars-farmers-are-3d-printing-their-own-tools/>. Acesso em: 26 mai. 2023.

HORNBURG, Lais Estefani; SOBRAL, João Eduardo Chagas; SILVA, Danilo Corrêa; RIBEIRO, Rosinei Batista. Aviaamentos impressos em 3d para pequenas marcas de moda, **DATJournal**, v. 7, n. 4, p. 319–333, 2022.

HOWALDT, Jürgen; DOMANSKI, Dmitri.; KALETKA, Christoph. Social innovation:

towards a new innovation paradigm. **RAM, Revista Administração Mackenzie (Mackenzie Management Review)**, v. 17, i. 6, p. 20-44, Nov./Dec. 2016. Special Edition.

HSUAN-AN, Tai. **Design: conceitos e métodos**. São Paulo: Blucher, 2017. 320 p.

IDEO. **HCD – Human-Centered Design**: kit de ferramentas. 2. ed. Versão em português. Estados Unidos: IDEO, 2015. 105 p.

INCIT - International Centre for Industrial Transformation. **3D printing and Industry 4.0: what's the state of play?**. 2022. Disponível em: <https://incit.org/en/thought-leadership/3d-printing-and-industry-4-0-whats-the-state-of-play/>. Acesso em: 18 mar. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Panorama – Paraíba**. 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/panorama>. Acesso: 09 dez. 2024.

INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS (IEICE). **Pioneering research on three-dimensional printing**. 2014. Disponível em: [https://www.ieice.org/eng/about\\_ieice/new\\_honorary\\_members\\_award\\_winners/2014/gyouseki\\_06e.html](https://www.ieice.org/eng/about_ieice/new_honorary_members_award_winners/2014/gyouseki_06e.html). Acesso em: 26 mai. 2023.

LEAL, Carlos Ivan Simonsen; FIGUEIREDO, Paulo N. Inovação tecnológica no Brasil: desafios e insumos para políticas públicas. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 55, n. 3, p. 512-537, mai. 2021.

LONJON, Capucine. **The history of 3d printer**: from rapid prototyping to additive fabrication. Sculpteo, 1 mar. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/2XdHhER>. Acesso em: 05 mai. 2023.

MALHOTRA, Neil. **Frontiers in Social Innovation**: The Essential Handbook for Creating, Deploying, and Sustaining Creative Solutions to Systemic Problems. Cambridge (Massachusetts): Harvard Business Review Press, 2022.

MANZINI, Ezio. **Design para a inovação social e sustentabilidade**: comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais. Caderno do Grupo de Altos Estudos. Programa de Engenharia de Produção da Coppe/UFRJ. Rio de Janeiro: E-papers Serviços Editoriais Ltda, v. 1, 2008.

\_\_\_\_\_. **Design: quando todos fazem design**: uma introdução ao design para a

inovação social. Tradução de Luzia Araújo. São Leopoldo: Editora UNISINOS, 2017. 254 p.

MAVRI, Maria. Redesigning a Production Chain Based on 3D Printing, **Technology Knowledge and Process Management**, v. 22, n. 3, p. 141–147, 2015.

MEDEIROS, Carolina Beltrão; GALVÃO, Carlos Eduardo de Sousa; CORREIA, Suzanne; GÓMEZ, Carla; CASTILLO, Leonardo. Inovação social além da tecnologia social: constructos em discussão. **RACE, Revista de Administração, Contabilidade e Economia**, Joaçaba: Ed. Unoesc, v. 16, n. 3, p. 957-982, set./dez. 2017. Disponível em: <http://editora.unoesc.edu.br/index.php/race>. Acesso em: 23 mar. 2023.

MEHMOOD, Abid; MARSDEN, Terry; TAHERZADEH, Alice; AXINTE, Lorena F.; REBELO, Cátia. Transformative roles of people and places: learning, experiencing, and regenerative action through social innovation. **Sustainability Science**, v. 15, n. 2, p. 455-466, 2020.

MOULAERT, Frank; MARTINELLI, Flavia; GONZÁLEZ, Sara; SWYNGEDOUW, Erik. Introduction social innovation and governance in European cities: urban development between path dependency and radical innovation. **European Urban and Regional Studies**, v. 14 i. 3, p. 195-209, 2007.

MOULAERT, Frank; MEHMOOD, Abid. Towards a social innovation (SI) based epistemology in local development analysis: lessons from twenty years of EU research. **European Planning Studies**, v. 28, n. 3, p. 434-453, 2020.

MOUSAPOUR, Mehrdad. **Multi-metal 3D printing with extrusion method**. 2020. 105 p. Dissertação (Mestrado) – Degree program Chemical, Biochemical and Materials Engineering, School of Engineering, Aalto University, Espoo, 2020.

MULGAN, Geoff. “Inovação Social”. In: C. Azevedo; R. C. Franco; J. W. Menezes (coords.), **Gestão de organizações sem fins lucrativos: o desafio da inovação social**. Porto: Edições Vida Económica, p. 51-74, 2010.

MURRAY, Conor. **Common Applications Of 3D Printing: From Aerospace To Fashion**. Forbes. 2023. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/conormurray/2023/04/21/common-applications-of-3d-printing-from-aerospace-to-fashion/>. Acesso em: 18 mar. 2024.

MURRAY, Robin; CAULIER-GRICE; Julie; MULGAN, Geoff. **The open book of social**

**innovation.** Reino Unido: The Young Foundation, 2010. 220 p.

NIEMEYER, Lucy. Design da esperança: design para inovação social, caminhos a seguir. In: ARRUDA, Amilton J. V. (org.). **Design e Inovação Social**. São Paulo: Blucher, 2017. p. 73-85.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Fostering Innovation to Address Social Challenges**. Paris, 2011.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Com 360 milhões, mundo tem novo recorde de pessoas precisando de ajuda humanitária**. 2023. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2023/06/1816392>. Acesso em: 06 jul. 2023.

PAOLUCCI, Juliana; ANASTASSAKIS, Zoy. Eu, eu mesmo e o diabetes: bases para o desenvolvimento de projetos em design voltados ao cenário do diabetes infanto-juvenil. In: Colóquio Internacional de Design: design para os povos, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: EdUEMG, 2013. p. 263-272.

PAPANEK, Victor. **Design for the real world: human ecology and social change**. New York: Pantheon Book, 1971.

PHILLS JUNIOR, James A.; DEIGLMEIER, Kriss; MILLER, Dale T. Rediscovering social innovation. **Stanford Social Innovation Review**, p. 34-43, Fall 2008.

PINSHAPE. **Home page**. 2024. Disponível em: <https://pinshape.com>. Acesso em: 13 mai. 2024.

POL, Eduardo; VILLE, Simon. Social innovation: Buzz word or enduring term?. **The Journal of Socio-Economics**, v. 38, p. 878-885, 2009.

PRADO, Vanderlei Marcos do; SOGABE, Milton Terumitsu. Impressão 3D no desenvolvimento de produtos de tecnologia assistiva: contribuições do design. **Projética**, Londrina, v. 13, n. 1, p. 15-35, 2022.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PROXIMITY DESIGNS. **Who We Are / Labs**. 2023. Disponível em: <https://proximitydesigns.org/>. Acesso em: 10 mai. 2023.

PRINTABLES. **Home page**. 2024. Disponível em: <https://www.printables.com>. Acesso

em: 13 mai. 2024.

REBOUÇAS, Gabriel Ribeiro Bastos de Sousa; KEMPNER, Thais Reggina; NUNES, Eunice Pereira dos Santos; BORGES, Luciana Correia Lima de Faria. Abordagem de especificação de requisitos para modelagem 3D do robô Otto para sessões de terapia com crianças autistas, **Projética**, v. 15, n. 1, p. 1–24, 2024.

REDWOOD, Ben; SCHÖFFER, Filemon; GARRET, Brian. **The 3D Printing Handbook**: technologies, design and applications. Amesterdã: 3D Hubs, 2017. 346 p.

RICHTER, Ralph; CHRISTMANN, Gabriela B. On the role of key players in rural social innovation processes. **Journal of Rural Studies**, in press, 2021.

RIZARDI, Bruno; VICENTE, Tomaz. **Design Ágil para Inovação Social e Desenvolvimento**. Brasília: PNUD; Escola Nacional de Administração Pública, 2020. 60 p.

RÜßMANN, Michael; LORENZ, Markus; GERBERT, Philipp; WALDNER, Manuela; JUSTUS, Jan; ENGEL, Pascal; HARNISCH, Michael. **Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries**. Boston Consulting Group, v. 9, n. 1, p. 54-89, 2015.

SAMPAIO, Claudio Pereira de; LUIZ, Sônia Maria Fabris. Design e Impressão 3D na Pandemia: uma análise de possibilidades a partir do modelo teórico DFSS. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v. 7, n. 4, p. 149-160, set. 2021. ISSN 24473073.

SAMPIERI, Roberto H.; COLLADO, Carlos F.; LUCIO, María del P. B. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, Aguinaldo dos. **Seleção do método de Pesquisa**: Guia para pós graduando em design e áreas afins. Curitiba: Insight, 2018. 228 p.

SANTOS, Beatrice Paiva; ALBERTO, Agostinho; LIMA, Tânia Daniela Felgueiras Miranda; CHARRUA-SANTOS, Fernando Manuel Bigares. Indústria 4.0: Desafios e Oportunidades. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018.

SEC.TIC. **AcuaLab**. 2018. Disponível em: <https://tic.xn--nario-rta.gov.co/linea-innovacion/acualab>. Acesso em: 13 nov. 2023.

SIENA, Osmar; BRAGA, Aurineide Alves; OLIVEIRA, Clésia Maria de; CARVALHO, Erasmo Moreira de. **Metodologia da Pesquisa Científica e Elementos para**

**Elaboração e Apresentação de Trabalhos Acadêmicos.** Belo Horizonte: Editora Poisson, 2024. 257 p.

SILVA, Danilo Émmerson Nascimento. Novas e antigas visões para uma inovação social. In: ARRUDA, Amilton J. V. (org.). **Design e inovação social.** São Paulo: Blucher, 2017. p. 11-32.

SILVA, Pedro Coelho; SANTANDREA, Rafael Souza; BRANDÃO, Lincoln Cardoso; XAVIER, Marcos Vinício Antônio; VOLPINI, Victor Lattaro. Impressão 3D: um guia prático. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 84478-84493, nov. 2020. ISSN 2525-8761.

SOUZA, Paulo Fernando de Almeida. **Design para Inovação Social:** perspectivas metodológicas e casos relevantes. Salvador: Edufba, 2021. 221 p.

TAYLOR, James B. Introducing Social Innovation. **The Journal of Applied Behavioral Science**, [S.l.], v. 6, p. 69-77, 1970.

THINGIVERSE. **Home page.** 2024. Disponível em: <https://www.thingiverse.com>. Acesso em: 13 mai. 2024.

TORRES, Pablo Marcel de Arruda. **Co-Design for Social Impact:** methods and tools for socio-technical innovation. 2016. 265 p. Tese (Doutorado em PhD. em Design e Inovação) – University of Campania Luigi Vanvitelli, Nápoles, 2016.

TORRES, Pablo Marcel de Arruda. **Inovação & Design:** perspectivas projetuais para o mundo contemporâneo. Curitiba: Appris, 2020.

VOOLT3D. **Home page.** 2024. Disponível em: <https://www.voolt3d.com.br>. Acesso em: 09 dez. 2024.

WOHLERS ASSOCIATES. **Wohlers Report.** 2024. Disponível em: <https://wohlersassociates.com/product/wr2024/>. Acesso em: 23 dez. 2024.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Future of Jobs Report.** 2023. Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>. Acesso em: 03 jul. 2023.

YIN, Robert K. **Case Study Research and Applications:** Design and methods. 6. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2018. 352 p.

YOUTH FOR TECHNOLOGY FOUNDATION (YTF). **3D Africa – Impact Report.**

2015. Disponível em: <https://www.youthfortechology.org/impact-reports/2015-annual-report/impact/3d-africa/>. Acesso em: 29 jan. 2024.

YOUTH FOR TECHNOLOGY FOUNDATION (YTF). **Emmanuel Drone**. Youtube, 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=FX4qrTSmGc4>. Acesso em: 29 jan. 2024.

## APÊNDICE A – ROTEIRO - SESSÃO DE GRUPO: AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO PREEXISTENTE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIDADE ACADÊMICA DE DESIGN  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

**DESIGN, IMPRESSÃO 3D E INOVAÇÃO SOCIAL: análise de estudos de caso para a definição de diretrizes visando a aplicação em comunidades desfavorecidas**

---

### ROTEIRO – SESSÃO DE GRUPO: AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO PREEXISTENTE

#### PASSO 1:

Explicitação da proposta da pesquisa e desta atividade.

#### PASSO 2:

Assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Autorização Fotográfica (TAF).

#### PASSO 3:

Distribuição de notas autoadesivas (Post-it®s), caneta e caderno para os participantes (agentes governamentais e trabalhadores do assamento e da quebra da castanha de caju), que escreverão o que já sabem sobre a problemática, respondendo as seguintes questões: “o que as pessoas precisam ou querem?”, “o que poderia ajudar nesse desafio?” e “quais produtos já existem ou estão sendo testados?”. Cada participante poderá ler suas notas, os demais podem fazer comentários pertinentes.

#### PASSO 4:

Os participantes escreverão nas notas o que ainda não sabem sobre a problemática, respondendo as seguintes questões: “o que não sei sobre as pessoas, incluindo o que precisam ou querem?”, “o que não sei sobre os pontos que podem ajudar nesse desafio?” e “o que não sei sobre os produtos que já existem ou estão sendo testados?”. Cada participante poderá ler suas notas, os demais podem fazer comentários pertinentes.

#### PASSO 5:

Os participantes escreverão sugestões para a pesquisa nas notas. Cada participante poderá ler suas notas, os demais podem fazer comentários pertinentes.

#### PASSO 6:

As notas serão coladas em um cartaz, agrupadas em temas para auxiliar nas etapas seguintes da pesquisa.

## APÊNDICE B – RESPOSTAS: AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO PREEXISTENTE

### PARTE 1 – O QUE JÁ SE SABE:

“O que as pessoas precisam ou querem?”:

#### Agente governamental 1:

- “A atividade se desenvolve predominantemente com a família”;
- “Sustento da família com alternativa de renda com liberdade de horário mais fácil”.

#### Agente governamental 2:

- “Homens que precisam de renda, normalmente chefe de família”;
- “As mulheres auxiliam na capacitação desta renda”.
- “Trabalho desenvolvido com saber que tem outra forma de beneficiar, mas a maioria não tiveram acesso para conhecer”.

#### Trabalhadores da castanha de caju:

- “Homens e mulheres”;
- “20 anos ou mais”;
- “Trabalham com a castanha de caju para ter renda e por evitar a exposição ao sol”.

#### Pesquisador:

- “Homens e mulheres que desejam continuar obtendo sua renda”;
- “Melhorias no trabalho”;
- “Realizar o trabalho com agilidade e conforto”.

“O que poderia ajudar neste desafio?”:

#### Agente governamental 1:

- “Ferramenta para facilitar o beneficiamento”;
- “Instalações para o trabalho no tempo de chuva”;
- “Ferramenta de corte para evitar dores nas articulações da mão”;
- “Estufa para aquecimento sem perda de sabor”;
- “EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) para evitar problemas respiratórios”.

#### Agente governamental 2:

- “Ferramenta na quebra”;
- “Clima interfere”;
- “Agilidade na quebra”.

#### Trabalhadores da castanha de caju:

- “Ferramenta para quebra”;

- (Considerar que) “O clima interfere”;
- (Reduzir) “Dor nas pernas e braços”;
- “Estufa sem energia”;
- (Considerar que o) “Trabalho dedicado”;
- (Reduzir) “Dificuldades na respiração”.

Pesquisador:

- “Equipamentos adequados”;
- “Instruções”;
- “Projeto colaborativo”.

“Quais produtos já existem ou estão sendo testados?”:

Agente governamental 1:

- “Caco estufa”;
- “Ferramenta para quebrar”;
- “Mesa para quebrar”;
- “Vara para mexer”;
- “Pá”;
- “Balde com água”;
- “Caco para assar”;
- “Casca de castanha como combustível”;
- “Cinza para tirar o óleo”.

Agente governamental 2:

- “Ferro com a ponta amassada”;
- “Sapato”;
- “Luva”;
- “Máscara”;
- “Mesa de concreto”;
- “Casca de castanha para fazer fogo”;
- “Balde com água”;
- “Vassoura”;
- “Caco – assar e estufa”;
- “Fogo”;
- “Cinza para tirar tiner sumo”.

Trabalhadores da castanha de caju:

- “Cilindro de metal ou madeira com ponta achatada”;
- “Máscara”;
- “Vara”;
- “Pá”;
- “Vassoura”;
- “Balde”;
- “Óculos de proteção”;
- “Sapato fechado”;
- “Mesa de concreto”;
- “Máquina de quebra”;
- “Estufa a gás”.

Pesquisador:

- “Cilindro de metal para a quebra”;
- “Bandejas de metal para o assamento”;
- “Luvas”;
- “Maquinário para a quebra”.

## PARTE 2 – O QUE NÃO SE SABE:

“O que não sei sobre as pessoas, incluindo o que precisam ou querem?”:

Agente governamental 1:

- “Como melhorar a produtividade e condições de higiene, boas práticas, sem alterar o sabor de torra artesanal?”

Agente governamental 2:

- “Não sei se eles aceitam a inovação”;
- “Se compensaria trabalhar em outra atividade”.

Trabalhadores da castanha de caju:

- “Tamanho das famílias”;
- “Se só trabalham por falta de opção”;
- “Se estão dispostas as novidades”.

Pesquisador:

- “Faixa etária”;
- “Recepção com mudanças/novidades”;
- “Contato com a Impressão 3D”;

- “Preferências de equipamentos”.

“O que não sei sobre os pontos que podem ajudar neste desafio?”:

Pesquisador:

- “Que produto é o mais indicado para ser desenvolvido”;
- “Qual a maneira mais adequada para instruir os trabalhadores”;
- “Se os trabalhadores estarão disponíveis para participar das etapas do projeto”.

“O que não sei sobre os produtos que já existem ou estão sendo testados?”:

Agente governamental 1:

- “Não conhece outros equipamentos, só pela internet”;
- “Não sobre custo”.

Trabalhadores da castanha de caju:

- “Se o uso é efetivo”;
- “Custo”;
- “Onde adquirir”.

Pesquisador:

- “Custo”;
- “De que forma podem ser adquiridos”;
- “Gama de variedades”.

### PARTE 3 – SUGESTÕES:

Agente governamental 1:

- “Mesa de torra”;
- “Água para uso ou torra”;
- “Modelos de estufas”;
- “Mesa de tela para tirar a pele de amêndoa”.

Agente governamental 2:

- “Mais conforto na forma de trabalhar”.

Trabalhadores da castanha de caju:

- “Água para ingerir durante o trabalho (recipiente portátil)”.

Pesquisador:

- “Equipamento com foco na quebra, na ergonomia e de baixa complexidade”.

## APÊNDICE C – ROTEIRO - AUTO-DOCUMENTAÇÃO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIDADE ACADÊMICA DE DESIGN  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

**DESIGN, IMPRESSÃO 3D E INOVAÇÃO SOCIAL: análise de estudos de caso para a definição de diretrizes visando a aplicação em comunidades desfavorecidas**

---

### ROTEIRO – AUTO-DOCUMENTAÇÃO

#### PASSO 1:

Explicitação (presencialmente ou de forma *on-line*) da proposta da pesquisa e desta atividade.

#### PASSO 2:

Assinatura (presencialmente ou de forma *on-line*) do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Autorização Fotográfica (TAF).

#### PASSO 3:

Os participantes fotografarão as etapas de seu trabalho no assamento e quebra da castanha de caju fazendo uso de seus telefones celulares (*smartphones*).

#### PASSO 4:

Os registros serão selecionados e encaminhados por meios digitais para o pesquisador pelos próprios participantes.

#### PASSO 5:

As imagens serão tratadas para manter o sigilo e confidencialidade dos participantes e analisadas pelo pesquisador.

## APÊNDICE D – ROTEIRO - SESSÃO DE GRUPO: *WORKSHOP* DE CO-PROJETO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIDADE ACADÊMICA DE DESIGN  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

**DESIGN, IMPRESSÃO 3D E INOVAÇÃO SOCIAL: análise de estudos de caso para a definição de diretrizes visando a aplicação em comunidades desfavorecidas**

---

### ROTEIRO – SESSÃO DE GRUPO: *WORKSHOP* DE CO-PROJETO

#### PASSO 1:

Seleção de pessoas (trabalhadores do assamento e da quebra da castanha de caju) para participar (amostragem por conveniência).

#### PASSO 2:

Agendamento do *workshop* (definição de data, horário e local), de forma presencial ou *on-line*.

#### PASSO 3:

Explicação da proposta da pesquisa e desta atividade.

#### PASSO 4:

Assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Autorização Fotográfica (TAF).

#### PASSO 5:

Recepção e acomodação dos participantes e distribuição de materiais (lápiz/caneta, borracha e papel), para que anotem ou desenhem suas ideias e sugestões para o produto final.

#### PASSO 6:

Condução do *workshop* com foco no desenvolvimento de um produto que atenda às necessidades dos participantes.

## APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO: TESTE DE PRODUTOS COM USUÁRIOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIDADE ACADÊMICA DE DESIGN  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

**DESIGN, IMPRESSÃO 3D E INOVAÇÃO SOCIAL: análise de estudos de caso para a definição de diretrizes visando a aplicação em comunidades desfavorecidas**

### QUESTIONÁRIO – TESTE DE PRODUTOS COM USUÁRIOS: MARTRO PARA QUEBRA E RECIPIENTES PARA ARMAZENAMENTO DA CASTANHA DE CAJU

Caro participante,

Este questionário tem o propósito de coletar informações sobre a sua opinião acerca de produtos impressos em 3D para auxiliar nas atividades de quebra e armazenamento da castanha de caju. Tais informações são fundamentais para a validação de diretrizes propostas pela pesquisa e possíveis aperfeiçoamentos nos produtos testados.

Por favor, leia atentamente cada um dos itens a seguir e dê a sua avaliação sincera. Em caso de dúvidas, solicite ao pesquisador os esclarecimentos necessários.

Desde já, muito obrigado pela colaboração!

#### I. PERFIL DO PARTICIPANTE:

1. Gênero: ( ) Masculino ( ) Feminino ( ) Outro: \_\_\_\_\_ / 2. Idade: \_\_\_\_\_
3. Renda mensal: ( ) Até 1 salário mínimo ( ) Entre 1-2 salários mínimos  
( ) Entre 2-3 salários mínimos ( ) Mais de 3 salários mínimos
4. Tempo de trabalho na área: ( ) 0 a 3 anos ( ) 3 a 5 anos  
( ) 5 a 10 anos ( ) Mais de 10 anos

#### II. AVALIAÇÃO DOS PRODUTOS:

5. Descreva os produtos em algumas palavras (características, qualidades, defeitos...):  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6. O que mais te atraiu nos produtos?

( ) Cor ( ) Forma ( ) Material ( ) Função ( ) Outro: \_\_\_\_\_

7. Por quê?:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8. Como classifica o desempenho dos produtos?

( ) Ótimo ( ) Bom ( ) Regular ( ) Ruim ( ) Péssimo

9. Por quê?:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### III. AVALIAÇÃO DO IMPACTO:

10. Os produtos facilitaram a realização das atividades? ( ) Sim ( ) Não  
11. Se SIM, em que sentido: ( ) Agilidade ( ) Precisão ( ) Higiene ( ) Conforto  
Outro: \_\_\_\_\_  
12. Os produtos podem trazer benefícios para a sua comunidade? ( ) Sim ( ) Não  
13. Se SIM, de que forma? Ou caso NÃO, por quê?

---

---

IV. SUGESTÕES:

14. Deixe suas sugestões para a melhoria dos produtos:

---

---

## APÊNDICE F – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIDADE ACADÊMICA DE DESIGN  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

---

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Você está sendo convidado(a) para participar, voluntariamente, de uma pesquisa intitulada **“DESIGN, IMPRESSÃO 3D E INOVAÇÃO SOCIAL: análise de estudos de caso para a definição de diretrizes visando a aplicação em comunidades desfavorecidas”**, sob orientação do Prof. Dr. Pablo Marcel de Arruda Torres. Após os esclarecimentos sobre o estudo, você poderá: a) aceitar participar e assinar este documento; b) recusar-se; ou c) desistir de participar e retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalização ou prejuízo.

O objetivo desta pesquisa é propor diretrizes para a inserção da Impressão 3D em projetos socialmente inovativos. O estudo contribui para a área do Design por relacioná-lo a Impressão 3D, tecnologia de muitas alternativas e vantagens, e pela compreensão de seus processos em projetos de Inovação Social. O resultado deste trabalho poderá estimular iniciativas de Inovação Social, que geram melhorias em determinada escala, iniciando por grupo de trabalhadores da cajucultura de Jacaraú/PB.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em realizar/integrar a Avaliação do Conhecimento Preexistente, a Auto-documentação, o *Workshop* de Co-projeto ou os testes de produto, respondendo a algumas questões a respeito de seu perfil pessoal, trabalho de assamento e quebra da castanha de caju, com ênfase nos equipamentos utilizados, e/ou avaliando o produto testado.

Conforme a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, toda pesquisa que envolve seres humanos de forma direta ou indireta pode apresentar riscos imediatos ou tardios aos participantes envolvidos. Os possíveis riscos relacionados à sua participação podem ser incômodos psicológicos/morais e físicos, atrelados às informações pessoais coletadas, questionamentos realizados, como também ao produto aplicado nos testes, além de cansaço/estresse devido ao preenchimento de informações e à interação com o produto, valendo ressaltar que o procedimento de coleta de dados não é invasivo. Contudo, é assegurada a sua liberdade de interromper sua participação nesta pesquisa a qualquer momento, sem qualquer penalização.

Caso julgue necessário, será disponibilizado a você previamente os roteiros de tarefas das atividades, para uma tomada de decisão informada. Sua imagem também não será divulgada em nenhuma hipótese, sendo utilizada apenas com intuito estritamente acadêmico e científico, assim como todos os dados coletados por intermédio desta pesquisa.

É garantido o sigilo absoluto das informações pessoais coletadas, sem a possibilidade de publicação de nome (inclusive iniciais) ou qualquer outra forma de identificação individual. Os dados coletados devem ser armazenados exclusivamente em um dispositivo eletrônico local, respeitando a confidencialidade e sigilo, por um período de 5 (cinco) anos após o término desta pesquisa.

Não será armazenado qualquer registro em qualquer plataforma virtual, ambiente compartilhado ou nuvem. As informações não fornecidas (por exemplo, IP) não serão acessadas pelo pesquisador.

O pesquisador estará disponível pelos canais de contato abaixo referidos a qualquer momento, antes ou depois das atividades para prestar assistência a quaisquer necessidades relativas a esta pesquisa. Fica, também, garantida a indenização diante de eventuais danos financeiros decorrentes da sua participação nesta pesquisa.

Solicito a sua autorização para registro audiovisual das sessões. Estas informações serão tratadas com sigilo e confidencialidade, e utilizadas somente para fins acadêmicos e científicos desta pesquisa. Os resultados da pesquisa serão disponibilizados após a coleta e análise dos dados. Você receberá uma via deste termo podendo tirar suas dúvidas sobre a pesquisa agora ou a qualquer momento, por meio de telefone (abaixo do nome do pesquisador responsável) ou e-mail: victoraraujoreal@gmail.com. Também será possível entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos – CEP / HUAC da UFCG, localizado na Rua Dr. Carlos Chagas, S/N, Bairro São José, Campina Grande - PB, mediante os e-mails: cep@huac.ufcg.edu.br / huaccep@gmail.com ou telefone: (83) 2101-5545.

Eu, \_\_\_\_\_, declaro que entendi os objetivos, os benefícios e os riscos de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Campina Grande - PB, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2024.

---

**Pesquisador responsável**

José Victor dos Santos Araújo  
Rua Aprígio Veloso, 882 - Bloco BO  
Bairro Universitário, Campina Grande – PB  
CEP: 58429-900  
Tel.: (83) 2101-5850 / (83) 98199-0608

---

**Participante voluntário**

## APÊNDICE G – TERMO DE AUTORIZAÇÃO FOTOGRÁFICA (TAF)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIDADE ACADÊMICA DE DESIGN  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

### TERMO DE AUTORIZAÇÃO FOTOGRÁFICA – TAF

Eu, \_\_\_\_\_, depois de conhecer e entender os objetivos, procedimentos metodológicos, riscos e benefícios da pesquisa, bem como de estar ciente da necessidade do uso de minha imagem e/ou depoimento, especificados no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), AUTORIZO, para fins da pesquisa intitulada "**DESIGN, IMPRESSÃO 3D E INOVAÇÃO SOCIAL: análise de estudos de caso para a definição de diretrizes visando a aplicação em comunidades desfavorecidas**", sob a orientação do professor Dr. Pablo Marcel de Arruda Torres, a realizar o registro fotográfico e/ou audiovisual que se faça necessário e/ou a colher meu depoimento, sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes.

Ao mesmo tempo, libero a utilização destas imagens e/ou depoimentos para fins científicos e acadêmicos (dissertações, livros, artigos, *slides* e transparências), em favor do pesquisador responsável, obedecendo ao que está previsto no artigo 5º, inciso X da Constituição Federal de 1988 e nas leis dos idosos (Estatuto do Idoso, Lei Nº 10.741/2003) e das pessoas com deficiência (Decreto Nº 3.298/1999, alterado pelo Decreto Nº 5.296/2004).

Campina Grande - PB, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2024.

#### Pesquisador responsável

José Victor dos Santos Araújo  
Rua Aprígio Veloso, 882 - Bloco BO  
Bairro Universitário, Campina Grande – PB  
CEP: 58429-900  
Tel.: (83) 2101-5850 / (83) 98199-0608

#### Participante voluntário

## ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP)

UFCG - HOSPITAL  
UNIVERSITÁRIO ALCIDES  
CARNEIRO DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE CAMPINA  
GRANDE / HUAC - UFCG



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** DESIGN, IMPRESSÃO 3D E INOVAÇÃO SOCIAL: análise de estudos de caso para a definição de diretrizes avaliadas no interior da Paraíba

**Pesquisador:** JOSE VICTOR DOS SANTOS ARAUJO

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 81478924.1.0000.5182

**Instituição Proponente:** Centro de Ciências e Tecnologia

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 7.050.458

#### Apresentação do Projeto:

De acordo com o pesquisador a presente pesquisa estabelece uma relação entre Manufatura Aditiva e Inovação Social, sob a perspectiva do Design, e objetiva propor diretrizes para inserir a Impressão 3D em projetos/negócios socialmente benéficos, especialmente, em regiões interioranas. É caracterizada como de natureza aplicada, de abordagem mista, exploratória e descritiva, quanto aos objetivos, e bibliográfica. Seus procedimentos incluem estudos de caso, sendo estes múltiplos, que serão selecionados por gerarem produtos impressos em 3D que causam impacto social em determinado contexto, e pesquisa documental. Seus instrumentos serão questionário, sessão de grupo e materiais audiovisuais. O desenvolvimento será fundamentado no HumanCentered Design (HCD) e Design Science Research (DSR), dividido em 3 (três) fases: "Ouvir", com avaliação do conhecimento preexistente, autodocumentação e preposição de artefatos para resolução do problema, "Criar", com a abordagem de co-projeto participativo, envolvendo a identificação de padrões, para extrair insights principais, e transformação de ideias em realidade, produzindo protótipos/modelos físicos, e "Implementar", abrangendo a identificação de capacidades necessárias, avaliação do artefato, com a realização testes de produto impresso em 3D, para avaliar a aplicabilidade das diretrizes

**Endereço:** CAESE - Rua Dr. Chateaubriand, s/n.

**Bairro:** São José

**CEP:** 58.107-670

**UF:** PB

**Município:** CAMPINA GRANDE

**Telefone:** (83)2101-5545

**Fax:** (83)2101-5523

**E-mail:** cep@huac.ufcg.edu.br

UFCG - HOSPITAL  
UNIVERSITÁRIO ALCIDES  
CARNEIRO DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE CAMPINA  
GRANDE / HUAC - UFCG



Continuação do Parecer: 7.050.458

propostas e o impacto gerado, conclusões e comunicação dos resultados. Como resultados, instruções relacionadas a fatores técnicos, como tipos de impressoras e suas aplicações, filamentos e configurações de impressão, e sociais, como parceiros potenciais, e um produto para beneficiar grupos de trabalhadores da cajucultura de Jacaraú, Paraíba, serão desenvolvidos.

**Objetivo da Pesquisa:**

O pesquisador elenca como objetivos:

Objetivo Primário:

Propor diretrizes para a inserção da Impressão 3D no âmbito da Inovação Social, principalmente em comunidades interioranas, contemplando aspectos relacionados ao Design.

Objetivos Secundários:

Investigar a relação entre Impressão 3D e Inovação Social;

Avaliar casos identificados por meio de critérios estabelecidos;

Correlacionar processos de Design com as temáticas abordadas;

Indicar direcionamentos para inserir a referida tecnologia em iniciativas de Inovação Social;

Verificar a aplicabilidade das diretrizes propostas na prática.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

O pesquisador elenca como riscos e benefícios da pesquisa:

Riscos:

Os possíveis riscos existentes podem estar relacionados a incômodos psicológicos/morais, atrelados às informações pessoais coletadas, questionamentos realizados, como também ao produto aplicado nos testes, além de cansaço/estresse devido ao preenchimento de informações e à interação com o produto. No entanto, a documentação apresentada ao participante permite a interrupção do procedimento a qualquer momento, em qualquer etapa, caso sinta-se desconfortável/constrangido durante a condução da pesquisa. Para minimizar os riscos durante a condução da pesquisa, serão adotadas medidas de proteção e precauções:- Conforme informado no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), é garantida a ciência de que os participantes estejam conscientes dos objetivos, procedimentos e possíveis riscos da pesquisa, bem como tenham a liberdade de interromper sua participação a qualquer

**Endereço:** CAESE - Rua Dr. Chateaubriand, s/n.

**Bairro:** São José

**CEP:** 58.107-670

**UF:** PB

**Município:** CAMPINA GRANDE

**Telefone:** (83)2101-5545

**Fax:** (83)2101-5523

**E-mail:** cep@huac.ufcg.edu.br

UFCG - HOSPITAL  
UNIVERSITÁRIO ALCIDES  
CARNEIRO DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE CAMPINA  
GRANDE / HUAC - UFCG



Continuação do Parecer: 7.050.458

momento, sem qualquer penalização;- A coleta de dados sensíveis será conduzida de maneira humanizada, com empatia e sensibilidade, assegurando que os participantes se sintam à vontade para compartilhar suas experiências; - Os participantes podem ter acesso prévio ao roteiro de tarefas/questionário, caso achem necessário, para uma tomada de decisão informada; - As informações pessoais dos participantes serão tratadas com confidencialidade, mantendo o anonimato na análise e relatório da pesquisa sem a possibilidade de identificação;- Os instrumentos e aparato técnico utilizados durante a pesquisa serão explicados previamente aos participantes, buscando minimizar possíveis desconfortos e garantir a compreensão sobre todos os procedimentos envolvidos na pesquisa;- Os participantes receberão suporte e assistência técnica do pesquisador para garantir uma experiência confortável antes, durante e após a condução da pesquisa, como também serão disponibilizados endereços e contatos do pesquisador e Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP/HUAC), da UFCG, no Termo de Compromisso Livre e Esclarecido (TCLE);- O pesquisador atuará de maneira ética para garantir a integridade e segurança dos participantes e estará disponível por canais específicos, antes e depois da realização da Avaliação do Conhecimento Preexistente, da Autodocumentação, do Workshop de Co-projeto e dos testes de produto, para prestar assistência aos participantes a quaisquer necessidades relativas à presente pesquisa; - O pesquisador assume a responsabilidade de arcar com possíveis prejuízos financeiros dos participantes que venham a ocorrer em decorrência de sua participação na pesquisa;- As informações sensíveis coletadas não serão armazenadas em nuvem, a fim de reduzir a possibilidade de vazamentos de informações e devem permanecer armazenadas, respeitando a confidencialidade e sigilo, por um período de 5 (cinco) anos após o término desta pesquisa;- Os participantes receberão feedback a respeito dos resultados da pesquisa após a coleta e análise dos dados.

**Benefícios:**

Após a plena execução da presente pesquisa, espera-se alcançar os seguintes benefícios:

- Fomento a discussão sobre Inovação Social, diretamente relacionada ao bem comunitário;
- Sugestão de caminhos para a realização de projetos/negócios que geram mudanças positivas em determinada escala;
- Incentivo aos investimentos na união de tecnologia (neste caso, Impressão 3D) e favorecimento local e regional de comunidades;

**Endereço:** CAESE - Rua Dr. Chateaubriand, s/n.

**Bairro:** São José

**CEP:** 58.107-670

**UF:** PB

**Município:** CAMPINA GRANDE

**Telefone:** (83)2101-5545

**Fax:** (83)2101-5523

**E-mail:** cep@huac.ufcg.edu.br

UFCG - HOSPITAL  
UNIVERSITÁRIO ALCIDES  
CARNEIRO DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE CAMPINA  
GRANDE / HUAC - UFCG



Continuação do Parecer: 7.050.458

- Melhorias para trabalhadores da cajucultura de Jacaraú/PB;
- Referência para pesquisas futuras.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa denota relevância científica e social.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Foram anexados ao sistema:

Projeto completo

Folha de rosto completo

Termo de anuência institucional

Termo de compromisso dos pesquisadores

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

Instrumento de Coleta de dados

Orçamento

Cronograma

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não existem inadequações éticas para o início da pesquisa.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

| Tipo Documento                            | Arquivo                                                             | Postagem               | Autor                         | Situação |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto            | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2354921.pdf                       | 12/07/2024<br>10:42:50 |                               | Aceito   |
| Outros                                    | termo_de_anuencia_secretaria_agricultura_jose_victor_12_07_2024.pdf | 12/07/2024<br>10:41:53 | JOSE VICTOR DOS SANTOS ARAUJO | Aceito   |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | brochura_pesquisa_jose_victor_19_06_2024.pdf                        | 19/06/2024<br>09:47:46 | JOSE VICTOR DOS SANTOS ARAUJO | Aceito   |

**Endereço:** CAESE - Rua Dr. Chateaubriand, s/n.

**Bairro:** São José

**CEP:** 58.107-670

**UF:** PB

**Município:** CAMPINA GRANDE

**Telefone:** (83)2101-5545

**Fax:** (83)2101-5523

**E-mail:** cep@huac.ufcg.edu.br

**UFCG - HOSPITAL  
UNIVERSITÁRIO ALCIDES  
CARNEIRO DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE CAMPINA  
GRANDE / HUAC - UFCG**



Continuação do Parecer: 7.050.458

|                                                           |                                                                            |                     |                               |        |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------|--------|
| Declaração de concordância                                | termo_de_anuencia_jose_victor_06_06_2024.pdf                               | 18/06/2024 18:17:28 | JOSE VICTOR DOS SANTOS ARAUJO | Aceito |
| Outros                                                    | questionario_teste_de_produto_jose_victor_18_06_2024.pdf                   | 18/06/2024 18:12:07 | JOSE VICTOR DOS SANTOS ARAUJO | Aceito |
| Outros                                                    | roteiro_workshop_de_coprojeto_jose_victor_18_06_2024.pdf                   | 18/06/2024 18:10:46 | JOSE VICTOR DOS SANTOS ARAUJO | Aceito |
| Outros                                                    | roteiro_autodocumentacao_jose_victor_18_06_2024.pdf                        | 18/06/2024 18:08:18 | JOSE VICTOR DOS SANTOS ARAUJO | Aceito |
| Outros                                                    | roteiro_avaliacao_do_conhecimento_pre_existente_jose_victor_18_06_2024.pdf | 18/06/2024 18:05:16 | JOSE VICTOR DOS SANTOS ARAUJO | Aceito |
| Declaração de Pesquisadores                               | termo_de_compromisso_do_pesquisador_jose_victor_18_06_2024.pdf             | 18/06/2024 17:17:06 | JOSE VICTOR DOS SANTOS ARAUJO | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | termo_de_autorizacao_fotografica_18_06_2024.pdf                            | 18/06/2024 17:11:17 | JOSE VICTOR DOS SANTOS ARAUJO | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | termo_de_consentimento_livre_e_esclarecido_18_06_2024.pdf                  | 18/06/2024 17:09:51 | JOSE VICTOR DOS SANTOS ARAUJO | Aceito |
| Folha de Rosto                                            | folha_de_rosto_jose_victor_17_06_2024.pdf                                  | 18/06/2024 16:36:48 | JOSE VICTOR DOS SANTOS ARAUJO | Aceito |

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CAMPINA GRANDE, 03 de Setembro de 2024

**Assinado por:  
Andréia Oliveira Barros Sousa  
(Coordenador(a))**

**Endereço:** CAESE - Rua Dr. Chateaubriand, s/n.

**Bairro:** São José

**CEP:** 58.107-670

**UF:** PB

**Município:** CAMPINA GRANDE

**Telefone:** (83)2101-5545

**Fax:** (83)2101-5523

**E-mail:** cep@huac.ufcg.edu.br