

# Impressão 3D para Inovação Social: análise de estudos de caso sob a ótica do *Design* para a definição de diretrizes

## *3D Printing for Social Innovation: analysis of case studies from a Design perspective to define guidelines*

José Victor dos Santos Araújo<sup>1</sup> , Pablo Marcel de Arruda Torres<sup>1</sup> 

### RESUMO

O presente trabalho é derivado de uma pesquisa que estabelece a relação entre Manufatura Aditiva (AM) e Inovação Social, sob a perspectiva do *Design*, e objetivou propor diretrizes para inserir a impressão 3D em projetos/negócios socialmente benéficos, especialmente em comunidades interioranas. É caracterizada como de natureza aplicada, de abordagem qualitativa, exploratória quanto aos objetivos e bibliográfica. Seus procedimentos incluem estudos de caso, sendo estes múltiplos, selecionados por gerarem produtos impressos em 3D e causarem impacto social em determinado contexto, que são apresentados e analisados, bem como pesquisa documental. Como resultados preliminares, verificou-se o avanço da indústria AM, a crescente de protótipos impressos em 3D, o aumento de demandas referentes ao *codesign*, a presença do *Design* nos casos analisados e a ênfase em contextos desfavorecidos.

**Palavras-chave:** *Design*. Inovação social. Impressão 3D. Manufatura aditiva.

### ABSTRACT

*This work is derived from research that establishes the relationship between Additive Manufacturing (AM) and Social Innovation, from Design perspective, and aims to propose guidelines for inserting 3D Printing in socially beneficial projects/businesses, especially in interior communities. It is characterized as applied in nature, with a qualitative approach, exploratory in objectives terms and bibliographical. Its procedures include case studies, these being multiple, selected for generating 3D printed products and causing social impact in a given context, which are presented and analyzed, and research documentary. As preliminary results, the advancement of AM Industry was verified, the increase in 3D printed prototypes, the increase in demands regarding co-design, Design presence in the cases analyzed and the emphasis on disadvantaged contexts.*

**Keywords:** *Design*. Social Innovation. 3D Printing. Additive manufacturing.

---

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande (PB), Brasil. E-mails: victoraraujoreal@gmail.com; pablo@design.ufcg.edu.br

Recebido em: 20/02/2024. Aceito em: 06/06/2024

## INTRODUÇÃO

O mundo tem sido marcado de 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 visem ao bem comunitário, unindo conhecimentos e habilidades.

A Organização das Nações Unidas (ONU) estimou, considerando o primeiro semestre de 2023, que 360 milhões de pessoas ao redor do mundo precisavam de ajuda humanitária — 30% a mais do que o mesmo período do ano anterior —, o que equivale a um em cada 22 habitantes do planeta, e também ressaltou 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 (ONU, 2023).

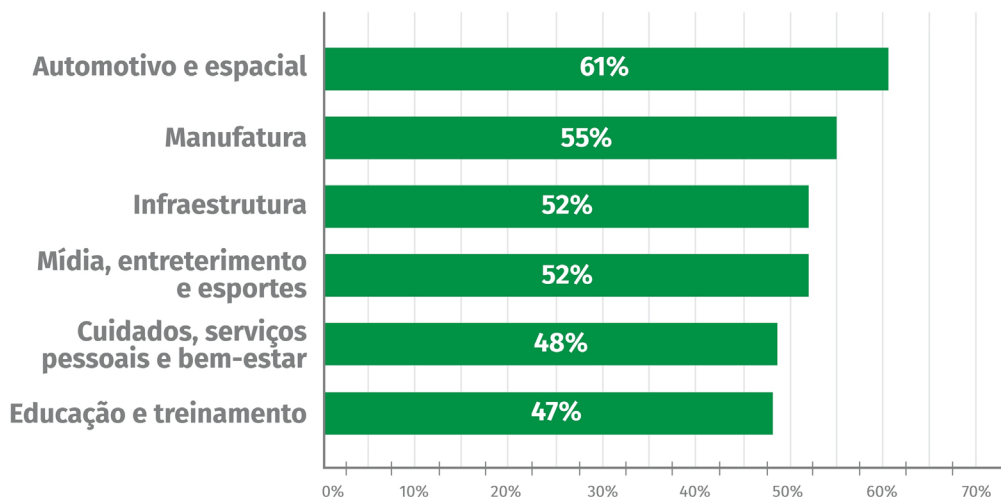
Nesse sentido, a Inovação Social surge para gerar novas ideias (produtos, serviços e modelos) desenvolvidas e implementadas para satisfazer às necessidades sociais e criar novas relações ou colaborações, atendendo às demandas urgentes da sociedade, uma vez que isso interfere na dinâmica de interações coletivas. Sendo assim, destina-se a melhorar o bem-estar humano (Hahn; Andor, 2013).

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, união esta que tem modificado sistemas de infraestrutura, produção e consumo.

Posto isto, uma das tecnologias que vem ganhando notoriedade é a impressão 3D, um processo de produção operacionalizado por computador, cujo material é adicionado em camadas e que faz parte das novas tecnologias capazes de causar transformações em nível mundial. É emergente e revolucionária, podendo alterar os últimos dois séculos de abordagens de Design e manufatura com consequências econômicas, geopolíticas, demográficas, sociais, ambientais e de segurança (Campbell *et al.*, 2011).

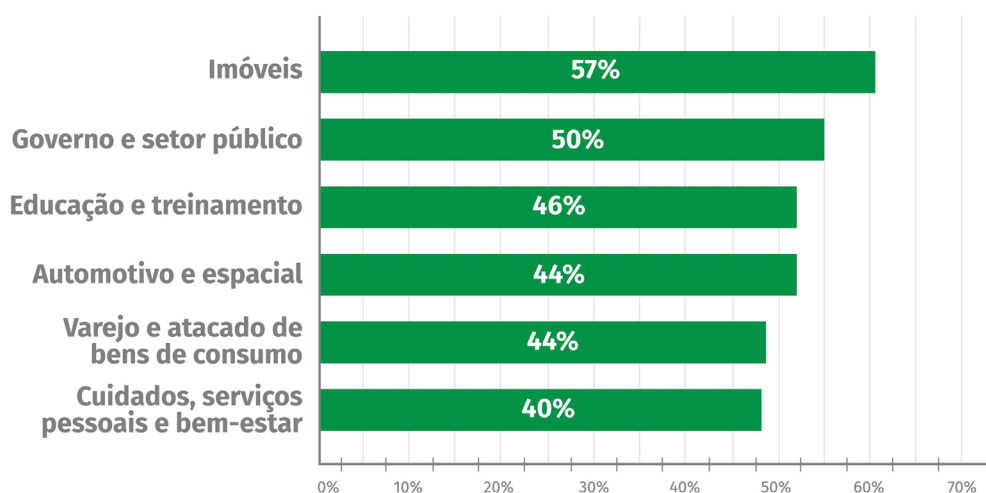
Segundo o *The Future of Jobs Report* (Relatório do Futuro dos Empregos) realizado pelo World Economic Forum (Fórum Econômico Mundial) em 2020, 51% das companhias do mundo todo podem utilizar impressão 3D até o ano de 2025. Já a edição de 2023 afirma que os setores que mais adotarão a impressão 3D até 2027 são: automotivo e aeroespacial (61%), manufatura (55%), infraestrutura (52%), mídia, entretenimento e esportes (52%), cuidados, serviços pessoais e bem-estar (48%) e educação e treinamento (47%) (Figura 1).

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).



Fonte: Adaptado de World Economic Forum (2023).

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



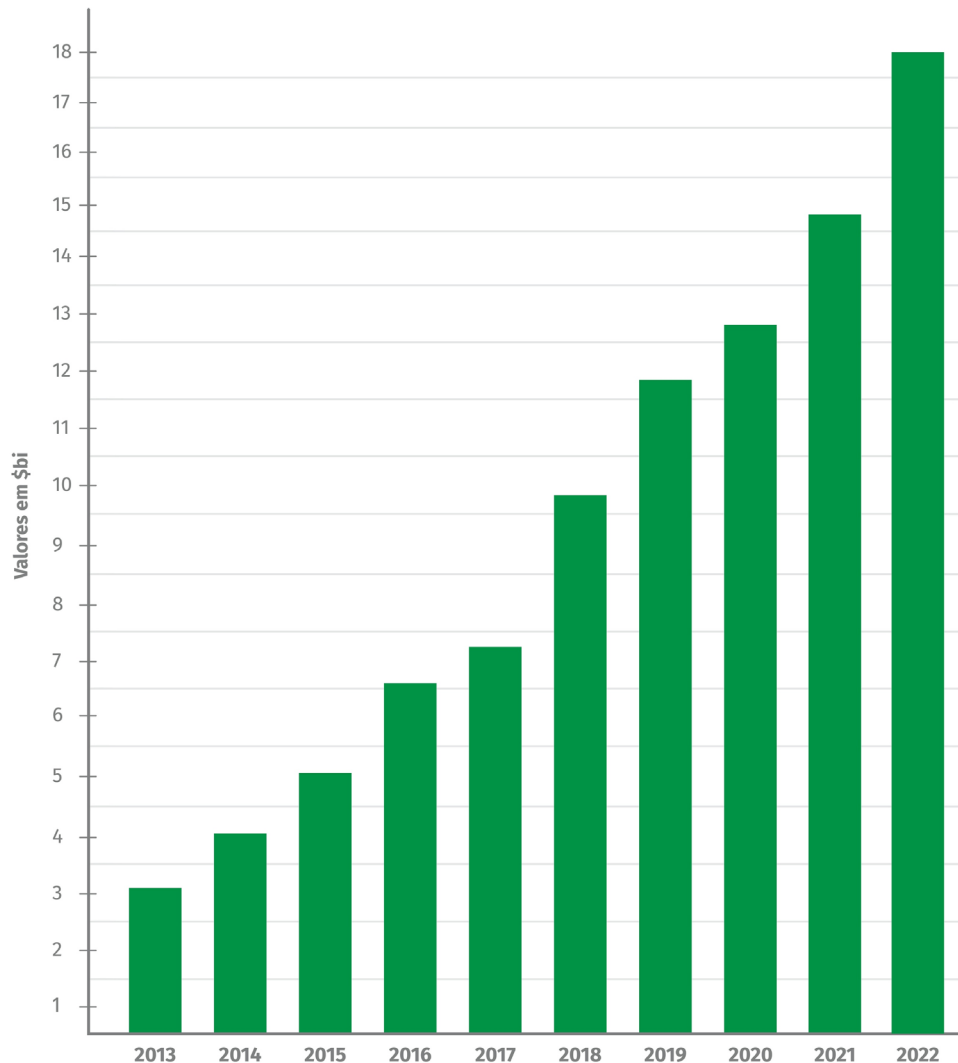
Fonte: Adaptado de World Economic Forum (2023).

Figura 2. Setores mais impactados por impressão 3D nos empregos [2023–2027].

O valor de mercado de Manufatura Aditiva (*Additive Manufacturing* — AM) saltou de 3,1 bilhões para aproximadamente 18 bilhões entre os anos de 2013 e 2022 (Figura 3). É o que aponta o relatório da Wohlers Associates de 2023, com participação de mais de 400 organizações de dez setores da indústria, que consequentemente impactam diversos grupos de pessoas e respondem às mais variadas necessidades.

Trazendo para a área do Design, a impressão 3D tem revolucionado esse campo e atua eficazmente na prototipagem, fase destinada a representar a solução selecionada, verificando pontos de controle e questões fundamentais. Os modelos físicos resultantes desse tipo de confecção podem se aproximar da versão final do produto em nível de detalhes, encaixes e acabamento (Prado; Sogabe, 2022). 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, atendendo assim suas demandas eminentes.



Fonte: adaptado de Wohlers Associates (2023).

Figura 3. Valor de mercado da Indústria de Manufatura Aditiva.

Assim, esta pesquisa é caracterizada como de natureza aplicada, de abordagem qualitativa, exploratória quanto aos objetivos e bibliográfica. Seus procedimentos incluem estudos de caso, sendo múltiplos os casos apresentados e analisados, selecionados por gerarem produtos impressos em 3D e causarem impacto social em determinado contexto, além de pesquisa documental.

## INOVAÇÃO SOCIAL

Inovação Social é um termo que foi usado pela primeira vez no início dos anos 1970, em uma publicação acadêmica de Taylor (1970) acerca da aprendizagem com pessoas em condições de risco. Ainda no mesmo ano, foi publicado um estudo de Gabor (1970) que abordava as inovações sociais direcionadas ao desenvolvimento territorial, dando ênfase a como o advento dessas iniciativas possui natureza local.

Ainda nessa perspectiva, o conceito de Inovação Social está relacionado com mudanças na maneira com que os indivíduos ou comunidades atuam para a resolução de seus próprios problemas ou criação de oportunidades (Manzini, 2008).

A Inovação Social pode ser dividida em estágios, sendo seis ao total, que abrangem desde a formação das ideias até o impacto causado por elas. Eles não seguem necessariamente uma sequência, já que determinadas inovações se voltam diretamente para a “prática” ou “escalonamento”, e existem ciclos de *feedbacks* no decorrer dos estágios. São eles: solicitações, inspirações e diagnósticos; propostas e ideias; prototipagem e pilotos; sustentabilidade; dimensionamento e difusão; mudança sistêmica (Murray; Caulier-Grice; Mulgan, 2010).

Pensando no contexto local, Bacon, Mulgan e Woodcraft (2008) propõem um modelo para a inserção da inovação em comunidades, com três eixos: autoridade, capacidade organizacional e valor (Figura 4).



Fonte: Adaptado de Bacon, Mulgan e Woodcraft (2008).  
Figura 4. Modelo estratégico para a Inovação Social local.

## **MANUFATURA ADITIVA/IMPRESSÃO TRIDIMENSIONAL**

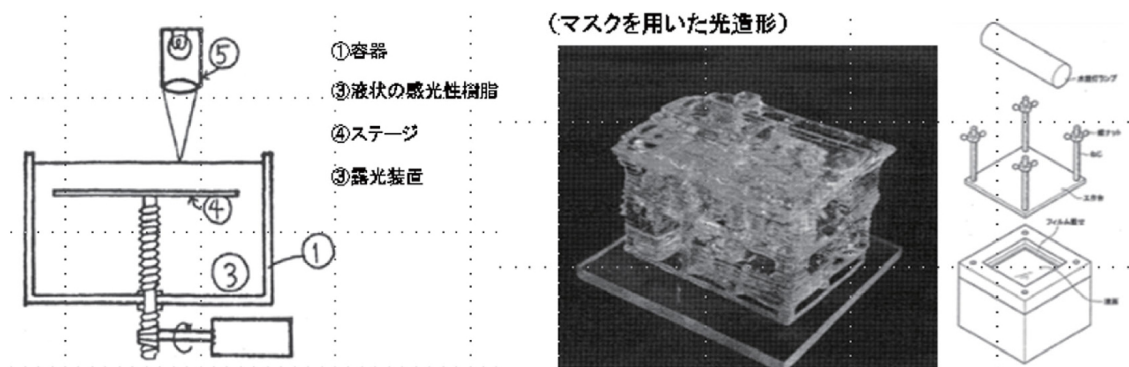
O princípio de fabricação por adição de material surgiu no fim da década de 1980, nomeado de AM, ou também chamado de impressão 3D (tridimensional). A adição gradativa de material, no formato de camadas, recebe dados de um modelo geométrico 3D computacional do objeto (Carvalho; Volpato, 2017).

A solicitação de patente de um sistema de prototipagem rápida do médico japonês Hideo Kodama, do Instituto Municipal de Pesquisa Industrial de Nagoya, em maio de 1980, marca o início de equipamentos relacionados à AM. A tecnologia foi descrita como uma “cuba de material fotopolímero (tipo de resina), exposta à luz UV, que torna a peça rígida e produz modelos de camada em camada” (Figura 5), no entanto o registro não foi bem-sucedido (Lonjon, 2017).

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

- modelagem tridimensional;
- conversão do modelo geométrico 3D para um formato apropriado para a AM;
- planejamento do processo para a produção por camada: fatiamento e delimitação de estruturas de apoio e técnicas de deposição de material;
- fabricação do objeto no equipamento de AM (impressora 3D);
- pós-tratamento.

A Figura 6 ilustra cada uma das etapas.



Fonte: Institute of Electronics, Information and Communication Engineers (2014).  
Figura 5. Cuba de material fotopolímero com exposição de luz ultravioleta.

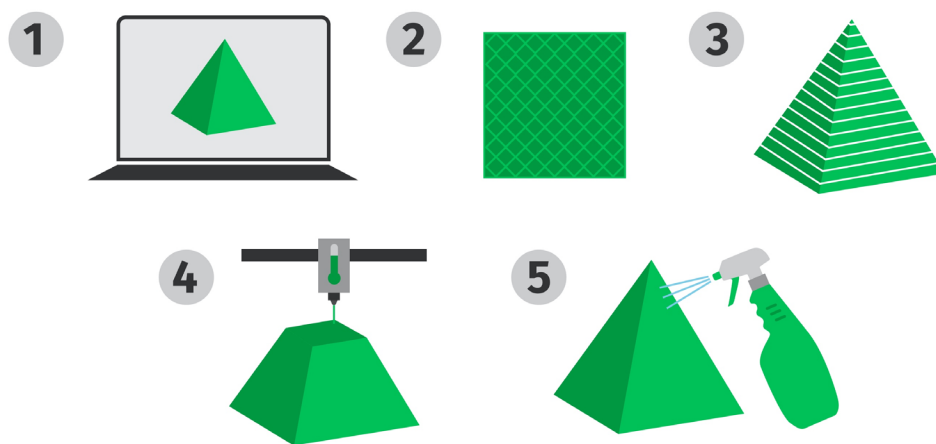


Figura 6. Etapas da Impressão 3D.

## **DESIGN PARA A INOVAÇÃO SOCIAL E TECNOLÓGICA**

O Design voltado para a Inovação Social não é uma disciplina nova. Ele destina habilidades e capacidades, com combinações variadas, para a promoção e o apoio de ações socialmente positivas, fazendo com que se ativem, sustentem e orientem caminhos de mudança social direcionados à sustentabilidade (Manzini, 2017).

Nesse campo do Design, o objetivo é o desenvolvimento de produtos, serviços, processos e políticas que resultam no atendimento mais eficaz das necessidades de grupos sociais, com soluções que tendem 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.

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).

Vale ainda salientar 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 graças a pesquisas ou investimentos — traz mais eficiência ao sistema produtivo (Leal; Figueiredo, 2021), podendo ser relacionada ao *Design*.

Nesse sentido, o *design* é tido como uma atividade inclusa na vasta área de Inovação Tecnológica, pois se envolve nas etapas de desenvolvimento de produtos, que inclui pontos como uso, utilidade, função, produção e qualidade formal/estética (Hsuan-An, 2017). Ele auxilia no aperfeiçoamento de técnicas, na redução de recursos e em novas possibilidades para desenvolver produtos e serviços, entre outros aspectos positivos.

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 diversos segmentos. Dessa forma, elas podem atuar juntas para repensar sistemas e dispositivos, desvinculando-se da lógica mercadológica e voltando-se ao beneficiamento da sociedade.

## **Estudos de caso**

Na pretensão de investigar e demonstrar a utilização de AM em projetos promovedores de Inovação Social, recorreu-se a estudos de caso. Trata-se de um tipo de pesquisa baseado na coleta e análise de informações sobre indivíduos, famílias, grupos ou comunidades, que estuda as diversas esferas da vida, tendo a severidade, a objetivação, a originalidade e a coerência como requisitos básicos (Prodanov; Freitas, 2013).

A seleção considerou alguns critérios preestabelecidos, quais sejam: gerar impacto social, resultar em produtos tangíveis produzidos por impressão 3D, atuar em qualquer lugar do mundo, independentemente da área, e ter começado suas atividades há no mínimo três anos. Sobre a busca, atentou-se apenas às fontes confiáveis, ou seja, páginas oficiais dos projetos na internet e artigos científicos, encontrados em repositórios institucionais ou periódicos. Os termos de pesquisa usados foram: “Impressão 3D e Inovação Social” e “3D Printing and Social Innovation”.

Cinco casos foram selecionados, priorizando-se a diversidade de contextos geográficos, sociais e culturais, já que cada um deles é de um país e segmento diferente. Além disso, os casos são focados em demandas urgentes das comunidades do interior envolvidas, o que se relaciona com o objetivo futuro da pesquisa.

Os casos foram estruturados nos tópicos a seguir (Torres, 2016):

- Contexto: definição do estado em que a comunidade foi encontrada 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 inovador;
- 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 pela população.

### Caso 1: Filtro AcuaLab

#### Contexto

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

#### 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 à fabricação digital, dando suporte a projetos, empreendimentos e necessidades sociais (Sec.Tic, 2018) (Figura 7).

O laboratório permite o acesso a tecnologias emergentes à sociedade, de forma sustentável, mediante treinamentos, colaboração e desenvolvimento de projetos de AM, operando ainda de modo itinerante para maior abrangência e participação de regiões da localidade (Sec.Tic, 2018).

#### Descrição do desenvolvimento

Projetado para ser fabricado para o próprio usuário, o filtro pessoal 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. Foi desenvolvido com o método *Feeling*, definido como uma tecnologia social de código aberto originária da América Latina, que se divide em cinco fases: "Prepare a Viagem", "Decolar", "Voar", "Explorar" e "Pousar" (Feeling, 2023).

A descrição de cada uma delas é apresentada na Figura 8.





Fonte: Centro de Innovación Social (2019).  
Figura 7. *Workshop* de fabricação do filtro AcuaLab.



Fonte: Feeling (2023).  
Figura 8. Etapas do método *Feeling*.

## Resultados

O produto desenvolvido é dividido em algumas em peças (FabLab Nariño, 2019) (Figura 9):

- Bico: possibilita que se utilize o filtro em recipientes de polietileno tereftalato — 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 a 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 acima e outro abaixo;



Fonte: FabLab Nariño (2019).  
Figura 9. Peças do filtro AcuaLab.

- 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 que seja conectada a um tipo de mangueira, facilitando o acesso do produto à fonte de água.

E, para que o filtro seja utilizado, é necessário seguir os passos abaixo (FabLab Nariño, 2019) (Figura 10):

- Passo 1: cortar tira de papel filtro na medida adequada (2,3 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;

## ARMEMOS NUESTRO FILTRO

### PASO UNO



Cortar una tira de papel filtro con las medidas superiores, enrollar hasta conseguir un cilindro e introducir la Pieza A.



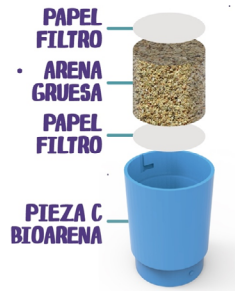
### PASO DOS

Se introduce una lámina de papel filtro al fondo del contenedor, luego se vierte el carbón activado y se cubre con papel filtro.



### PASO TRES

Se introduce una lámina de papel filtro al fondo del contenedor, luego se vierte la arena gruesa tratada y se termina con papel filtro.



### PASO CUATRO

Los tres módulos deben ser cubiertos con cinta de teflón para continuar con su acople uno tras otro en el orden que se muestra a continuación.



### PASO CINCO

Se debe determinar el largo que se requiere a fin de cortar el tubo e instalar en el módulo pitillo, si se necesita se incluye cinta teflón en el acople de la Pieza D y se instala.



### PASO SEIS

Se instala la Pieza D pitillo a fin de terminar el sistema de filtrado. Queda un último paso que depende de necesidades específicas.



### 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.

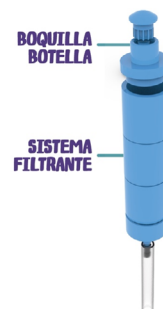


### PASO FINAL B

Es necesario utilizar el sacabocados a fin de abrir un agujero a la tapa del pet.



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



Fonte: FabLab Nariño (2019).  
Figura 10. Passos de montagem do filtro AcuaLab.

- 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.

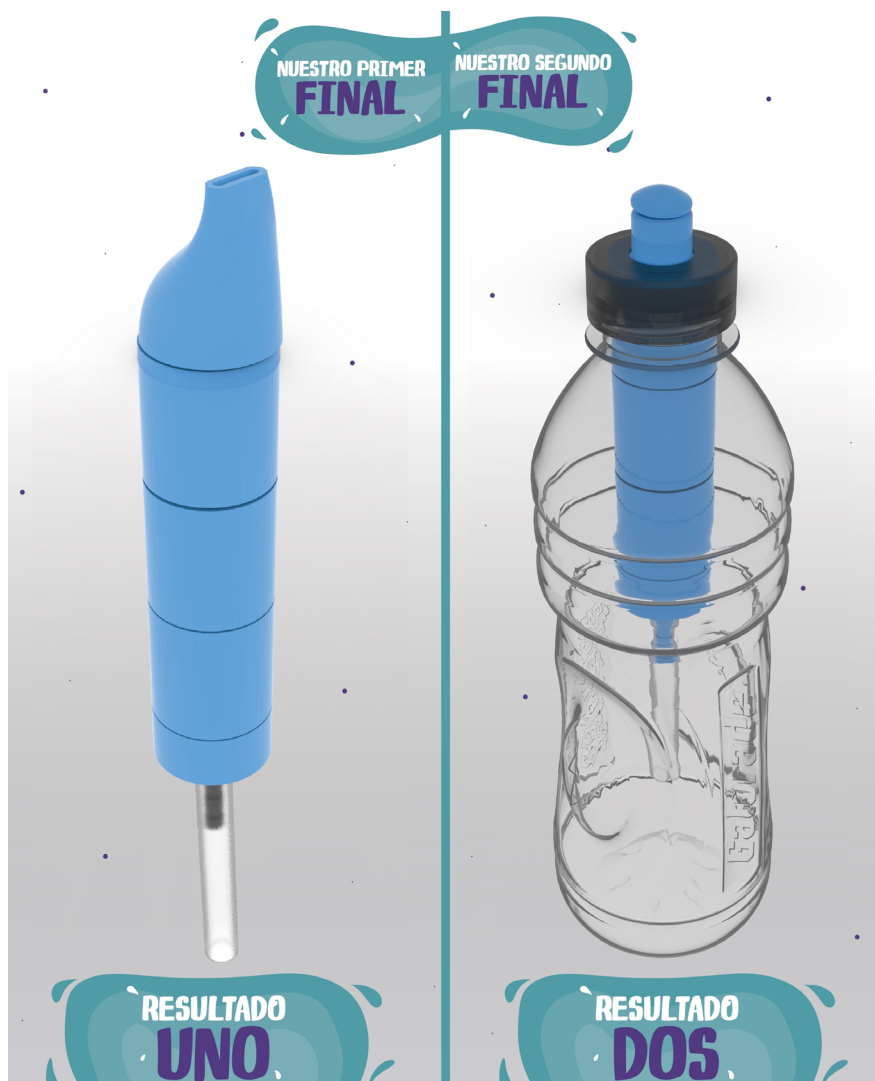
O filtro pode ser resultar em dois formatos, observados na Figura 11.

O filtro montado e suas peças podem ser observados na Figura 12.

A forma de utilização consiste em segurar o filtro com as mãos e sugar a água de um recipiente ou fonte, como se nota na Figura 13.

### Impacto

Proporcionando água limpa em contexto insalubres e dando autonomia à comunidade para a fabricação, o filtro AcuaLab já viabilizou os resultados abaixo (Cátedra Futuro, 2019):



Fonte: FabLab Nariño (2019).

Figura 11. Opções de resultado do filtro AcuaLab.



Fonte: Centro de Innovación Social (2019).  
Figura 12. Detalhes do filtro AcuaLab.



Fonte: Centro de Innovación Social (2019).  
Figura 13. Utilização do filtro AcuaLab.

- 7 municípios visitados: Roberto Payán, La Tola, Guachucal, Guaitarilla, Sandoná, Buesaco e Obonuco (Pasto);
- 12 oficinas *maker* de capacitação;
- 210 pessoas beneficiadas;
- Mais de 300 filtros montados pelas comunidades.

## *Caso 2: 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 em longo prazo podem chegar a um nível grave (Field Ready, 2023).

A Turquia segue lidando com toda a devastação do terremoto mortal do início de 2023, além dos conflitos no 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 qualificações e experiências (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 — foco na tecnologia e nos 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 14 ilustra o processo completo.

### Resultados

Em meio ao vasto catálogo de produtos desenvolvidos, podem-se destacar alguns fabricados por impressão 3D (Field Ready, 2020):

- Atena Duoband Yagi (Figura 15): peça personalizada para estrutura da antena, que capta ondas de rádio, radares ou Wi-Fi, facilitando sua montagem;



Fonte: Field Ready (2023).

Figura 14. Etapas de trabalho do Field Ready.



Fonte: Field Ready (2020).

Figura 15. Atena Duoband Yagi.

- Estaca de Fixação (Figura 16): é cravada no solo para tendas, cabanas e barracas no chão;
- Gancho de Bolsa IV (Figura 17): destinado a pendurar bolsas intravenosas;
- Otoscópio (Figura 18): equipamento para exame de canal externo e membrana timpânica do ouvido;
- Peça de Aderência (Figura 19): designada para apertar bocais rosqueados em uma mangueira de entrada de água para um compressor.

### Impacto

Ao viabilizar a produção de itens no contexto local e o 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;



Fonte: Field Ready (2020).  
Figura 16. Estaca de fixação.



Fonte: Field Ready (2020).  
Figura 17. Gancho de bolsa IV.



Fonte: Field Ready (2020).  
Figura 18. Otoscópio.



Fonte: Field Ready (2020).  
Figura 19. Peça de aderência.



- agilidade na entrega, reduzindo o tempo para horas em vez de semanas ou meses, como geralmente acontece ao se usar a logística de ajuda tradicional;
- aumento da resiliência e preparação da comunidade, por permitir a produção local e outros meios de recuperação;
- treinamento de grande número de pessoas e compartilhamento aberto e amplo de projetos, conhecimento e abordagem.

### *Caso 3: Proximity Designs*

#### Contexto

Considerado um país com alto índice de pobreza, Mianmar tem cerca de 6 milhões de habitantes, grande parte dos quais trabalham na agricultura, sendo a produção de arroz responsável por 60% das áreas agrícolas (Proximity Designs, 2023).

Em razão da escassez de recursos e 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 (Proximity Designs, 2023).

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.

#### Descrição do desenvolvimento

Para enfrentar os desafios de Mianmar é empregado o método *Design Thinking*, com enfoque na criatividade e empatia. A equipe de *designers*, engenheiros e pesquisadores atua localmente para ouvir as pessoas, criar protótipos e obter *feedback* direto (Proximity Designs, 2023) (Figura 20).

Os produtos são concebidos de maneira personalizada, com projetos em *softwares*, testes rigorosos por meios protótipos, para simular o uso em terrenos acidentados, que posteriormente 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* de desenho assistido por computador (*computer-aided design* — CAD) e impressoras 3D, prezando fatores importantes como acessibilidade, usabilidade e durabilidade (Proximity Designs, 2023).

## Resultados

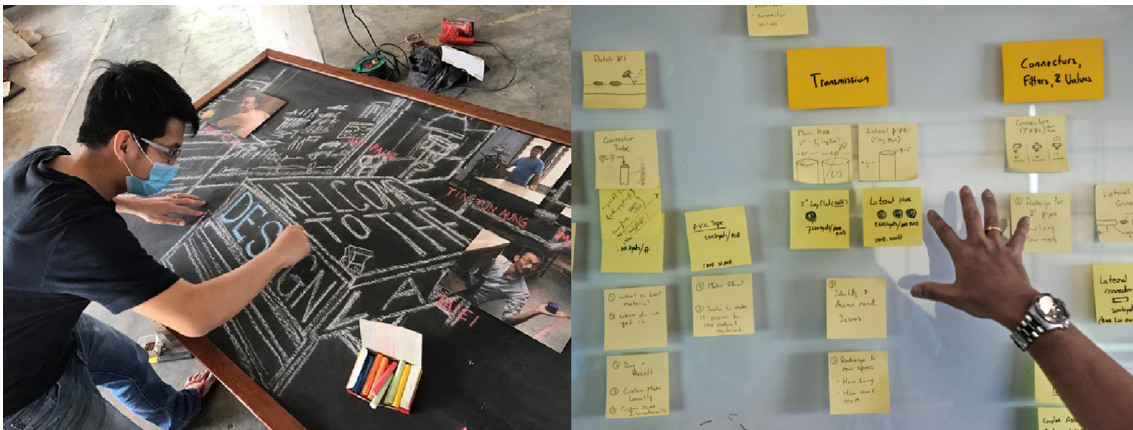
Ao introduzir a impressão 3D na fase de prototipagem, houve redução na produção de peças específicas para uso em máquinas, de semanas ou meses para apenas dias. Os itens impressos ajudam a testar a montagem, aperfeiçoar projetos, evitar pedidos de peças de alumínio vindas do exterior, diminuindo assim custos (Clarke, 2017).

Algumas das peças impressas são (Harimoto, 2016):

- componentes de aspersor (Figura 21);
- componentes de bomba de água (Figura 21);
- anéis espaçadores (Figura 22).

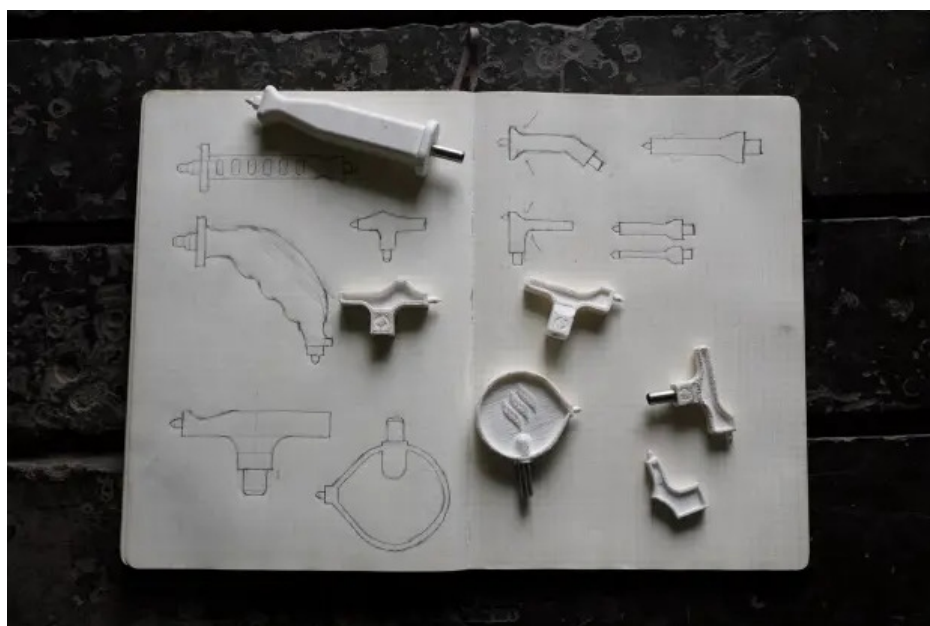
## Impacto

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



Fonte: Proximity Designs (2023).

Figura 20. Ferramentas projetuais da Proximity Designs.



Fonte: Harimoto (2016).

Figura 21. Protótipos impressos em 3D para a Proximity Designs.



Fonte: Harimoto (2016).

Figura 22. Anéis espaçadores impressos em 3D para a Proximity Designs.

- 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: seis 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 4: 3D Africa**

##### Contexto

Por conta da falta de um setor industrial estabelecido, no continente africano a maioria dos habitantes depende da importação, que implica altos custos, de itens como peças de máquinas, consumíveis, bens domésticos, ferramentas e materiais de construção (3D Africa, 2023).

A impressão 3D surge como 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, que integra a venda dos produtos e a criação de negócios/carreira. Os líderes de seus segmentos são de vários lugares do mundo, com experiência 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 oferecem apoio 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 destinado a estudantes do nível médio e universitários, candidatos a emprego, mulheres e jovens empresários. Todos os programas combinam currículo *on-line* (Curso Online Aberto e Massivo, do inglês *Massive Open On-line Course* — MOOC) e formação presencial (3D Africa, 2023).

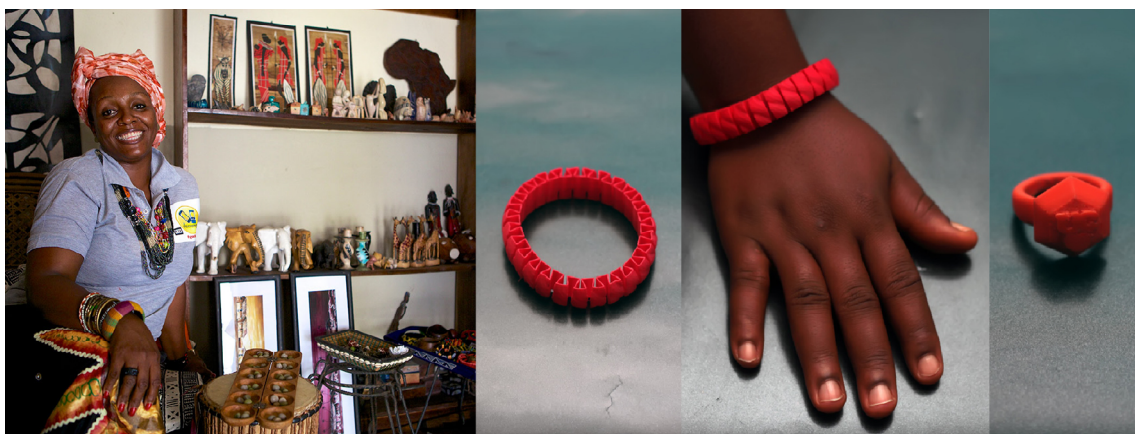
Os conteúdos abrangem aspectos técnicos e comerciais da impressão 3D, organizados assim (3D Africa, 2023):

- *software* de aprendizagem, *hardware* e programas de modelagem digital;
- 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;
- mentorias para o desenvolvimento de oportunidades de empreendedorismo *on-line* com produtos impressos em 3D;
- trabalho em espaço *maker* para projetos individuais ou criação de negócios empreendedores.

### Resultados

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

- Afrocentric Afrique (Akwa Ibom, Nigéria): tem como proprietária Maureen, e oferece a confecção de móveis, miçangas, bolsas, decoração de interiores e tecidos com estampas alusivas à cultura africana. Adicionou joias impressas em 3D no seu catálogo, projetadas e impressas de maneira personalizada a cada cliente, que vão desde pessoas físicas a hotéis, restaurantes e empresas de construção (Figura 23);
- 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 24);
- 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 25).



Fonte: 3D Africa (2023).

Figura 23. Proprietária e produtos da Afrocentric Afrique.



Fonte: 3D Africa (2023).

Figura 24. Centro de Impressão 3D na Nigéria.



Fonte: Youth for Technology Foundation (2016).

Figura 25. *Drone* impresso em 3D.

### Impacto

Segundo dados da Youth for Technology Foundation (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 (YTF, 2015).

### *Caso 5: Face Shields (HU - UEL)*

#### Contexto

A pandemia de COVID-19 trouxe diversas dificuldades para hospitais públicos ao redor do mundo, entre elas as relacionadas à proteção dos profissionais de saúde e

à escassez de equipamentos indispensáveis, como ventiladores, sondas de aspiração, filtro bacterianos, *swab* (cotonete nasal) etc. (Corsini; Dammicco; Moultrie, 2021).

Neste caso, o projeto foi realizado no Hospital Universitário de Londrina (HU), da Universidade Estadual de Londrina (UEL), no Paraná, Brasil, vinculado de forma administrativa à Reitoria e de forma acadêmica ao Centro de Ciências de Saúde, reconhecido pelo Ministério da Educação (MEC) e Ministério da Saúde (MS) (Portaria Interministerial MEC/MS nº 1.213 de 30/05/2014). É o segundo maior hospital público do estado, apontado como centro de referência em média e alta complexidade, integrante do Sistema Único de Saúde (SUS). Dispõe de 307 leitos e atende por volta de 250 municípios do Paraná e mais de cem cidades de estados vizinhos, além de ser um hospital-escola e campo de pesquisa *Stricto sensu* e *Lato sensu* (Sampaio; Luiz, 2021).

Buscando minimizar os problemas de obtenção de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), como a sua importação, o custo mais elevado por fornecedores nacionais em consequência da insuficiência de insumos para atender a alta demanda, e a falta de adequação e flexibilidade das soluções ao dado contexto, a iniciativa utiliza-se da fabricação digital, mais especificamente da impressão 3D, para fabricar um desses equipamentos (protetores faciais — *face shields*). Isso também tem sido feito em vários lugares do mundo (Sampaio; Luiz, 2021).

### Atores

Para produzir os equipamentos de proteção *face shields* para o HU da UEL, foi formado um grupo colaborativo de aproximadamente 40 pessoas e algumas empresas do município de Londrina, Paraná (Sampaio; Luiz, 2021) (Figura 26).



Fonte: Sampaio e Luiz (2021).

Figura 26. Equipe de colaboradores do projeto de produção de *face shields*.

### Descrição do desenvolvimento

As etapas foram embasadas no método *Design for Social Sustainability* (DfSS), proposto por Corsini e Moultrie (2019) para dar apoio a projetos humanitários e de desenvolvimento que fazem uso de fabricação digital, com vistas ao aperfeiçoamento das decisões iniciais tomadas e à realização de uma avaliação final da sustentabilidade dos produtos.

O *framework* (Figura 27) é composto de 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).

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

Fonte: Corsini e Moultrie (2019).

Figura 27. *Framework do Design for Social Sustainability (DfSS)*.

No nível de produto, os *face shields* contemplaram quatro aspectos satisfatoriamente (1, 3, 6 e 7), cinco parcialmente (2, 4, 12 e 13) e apenas um insatisfatoriamente (16). No nível de processo, contemplaram todos os aspectos de maneira satisfatória. No nível de paradigma, um foi contemplado de modo parcial (15) e outro insatisfatório (14) (Sampaio; Luiz, 2021).

## Resultados

O equipamento é constituído de um suporte impresso em 3D, para que se fixe uma lâmina transparente e flexível de plástico PET, funcionando de modo semelhante a uma barreira microbiológica que protege profissionais de saúde de contaminações no atendimento de infectados (Figura 28). A produção aconteceu entre os meses de abril e maio de 2020, e aproximadamente 2 mil máscaras foram disponibilizadas para o HU/Uel (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. Trata-se de um ambiente interdisciplinar para pesquisa, desenvolvimento,

produção e fornecimento de soluções e equipamentos hospitalares personalizados destinados aos profissionais e diversos setores do hospital, atentando à quantidade e agilidade, para que os serviços oferecidos sejam mais eficazes e eficientes, ao mesmo tempo que diminuem a dependência de fornecimento externo (Sampaio; Luiz, 2021).



Fonte: Sampaio e Luiz (2021).

Figura 28. Impressora 3D utilizada e suporte dos *face shields*.

### 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, o que demonstra a viabilidade econômica e técnica em ambientes públicos de saúde (Sampaio; Luiz, 2021).

## **ANÁLISE CRUZADA DE CASOS**

Após a descrição dos casos selecionados, 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 o aprimoramento de pontos encontrados na revisão da literatura.

Ao analisar os estudos de casos, verifica-se como as ferramentas de *design* são aplicadas para que os projetos sejam desenvolvidos e como as histórias e experiências são contadas por eles.

Seguindo a proposta de Torres (2016), a análise seguiu os 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 a participação efetiva de todos os envolvidos no projeto; experimental, com foco 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/transição 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.

O AcuaLab contempla todas as fases, 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.

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.

O 3D Africa engloba cinco 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.

E o caso dos Face Shields (HU/UEL) atende a quatro 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.

Toda a análise está resumida na Figura 29.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante os dados levantados, foi possível traçar um panorama para entender, e ao mesmo tempo demonstrar, como a impressão 3D pode ser utilizada para promover inovação social, mesmo com limitações de recursos, sobretudo financeiros. Verificou-se ainda o potencial dessa tecnologia e suas contribuições na área do Design e a importância do levantamento e análise dos casos para reforçar conceitos e conceber *insights* para etapas futuras.

Os estudos realizados levaram a algumas constatações: o avanço exponencial da indústria de AM; a crescente inclusão da impressão 3D em etapas de prototipagem nos projetos de Design; o aumento de demandas relacionadas ao *codesign*; presença do *design* nas etapas desenvolvimento dos casos analisados; ênfase em contextos desfavorecidos nos projetos apresentados.

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

Figura 29. Classificação resultante da análise dos estudos de caso.

Para a continuidade da pesquisa, serão seguidas as etapas, com algumas das ferramentas, do método Design Centrado no Ser Humano (*Human-Centered Design* —HCD) —, processo projetual para gerar novas soluções numa esfera global, que abrange produtos, serviços, ambientes, organizações e modos de interação. É segmentado em três lentes: Desejo, Praticabilidade e Viabilidade, e em três fases: Ouvir (*Hear*), Criar (*Create*) e Implementar (*Deliver*) (IDEO, 2015).

Sobre os resultados esperados, objetiva-se traçar diretrizes referentes às capacidades necessárias para a implementação, incluindo fatores técnicos e sociais, destinadas a projetos/negócios socialmente benéficos, especialmente em regiões interioranas. Além disso, tem-se por intuito verificá-las na prática, desenvolvendo um produto impresso em 3D e avaliando o impacto social gerado em determinada comunidade do interior da Paraíba, Brasil.

## REFERÊNCIAS

- 3D AFRICA. **About 3D Africa**. 2023. Disponível em: <https://3dafrica.org/>. Acesso em: 1º abr. 2024.
- BACON, Nicola; MULGAN, Geoff; WOODCRAFT, Saffron. **Transformers: How local areas innovate to address changing social needs**. Londres: NESTA, 2008.
- CAMPBELL, Thomas; WILLIAMS, Christopher; IVANOVA, Olga; GARRETT, Banning. **Could 3D Printing Change the World?: Technologies, Potential, and Implications of Additive Manufacturing**. Washington. **Strategic Foresight Initiative Report**, p. 1-15, out. 2011.
- CARVALHO, Jonas de; VOLPATO, Neri. **Introdução à manufatura aditiva ou impressão 3D**. In: CARVALHO, Jonas de; VOLPATO, Neri. **Manufatura aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3D**. São Paulo: Blucher, 2017. p. 15-30.
- CÁTEDRA FUTURO. **!Nariño salva el agua! Facebook**, 2019. Disponível em: <https://www.facebook.com/catedrafuturo/posts/2551143621836523/>. Acesso em: 1º abr. 2024.

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: 1º abr. 2024.

CENTRO DE INNOVACIÓN SOCIAL (CISNA). **AcuaLab**. CISNA, 2019. Disponível em: <https://innovacionsocial.xn--nario-rta.gov.co/index.php/proyectos/aqualab>. Acesso em: 1º abr. 2024.

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, 2021. <https://doi.org/10.1111/radm.12446>

CORSINI, Lucia; MOULTRIE, James. Design for social sustainability: Using digital fabrication in the humanitarian and development sector. **Sustainability**, Suíça, v. 11, n. 13, p. 3562, 2019. <https://doi.org/10.3390/su11133562>

FABLAB NARIÑO. **Filter AcuaLab**. 2019. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:3425279>. Acesso em: 1º abr. 2024.

FEELING. **Explora La Metodología**. 2023. Disponível em: <https://feeling.com.co/metodologia-2-sentir-latinoamerica/>. Acesso em: 1º abr. 2024.

FIELD READY. **Parts Catalog**. Field Ready, 2020. Disponível em: [https://www.fieldready.org/\\_files/ugd/84d105\\_3f8437799357404d9a660cf00d6cc99f.pdf](https://www.fieldready.org/_files/ugd/84d105_3f8437799357404d9a660cf00d6cc99f.pdf). Acesso em: 1º abr. 2024.

FIELD READY. **About Us / Our Approach**. Field Ready, 2023. Disponível em: <https://www.fieldready.org/>. Acesso em: 1º abr. 2024.

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

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

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

HARIMOTO, Tai. **Myanmar's Farmers are 3D Printing Their Own Tools**. Makezine, 2016. Disponível em: <https://makezine.com/article/digital-fabrication/3d-printing-workshop/myanmars-farmers-are-3d-printing-their-own-tools/>. Acesso em: 1º abr. 2024.

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

IDEO. **HCD – Human-Centered Design: kit de ferramentas**. 2. ed. Estados Unidos: IDEO, 2015.

INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS (IEICE). **Pioneering research on three-dimensional printing**. IEICE, 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: 1º abr. 2024.

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, maio 2021. <https://doi.org/10.1590/0034-761220200583>

LONJON, Capucine. **The history of 3d printer: from rapid prototyping to additive fabrication**. Sculptheo, 1º mar. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/2XdHhER>. Acesso em: 1º abr. 2024.

MANZINI, Enzo. **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, 2008. v. 1.

MANZINI, Ezio. **Design: quando todos fazem design: uma introdução ao design para a inovação social**. Tradução de Luzia Araújo. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2017.

MURRAY, Robin; CAULIER-GRICE; Julie; MULGAN, Geoff. **The open book of social innovation**. Reino Unido: The Young Foundation, 2010.

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.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Com 360 milhões, mundo tem novo recorde de pessoas precisando de ajuda humanitária**. ONU, 2023. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2023/06/1816392>. Acesso em: 1º abr. 2024.

- PAPANÉK, Victor. **Design for the real world: human ecology and social change**. Nova York: Pantheon Book, 1971.
- 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. <https://doi.org/10.5433/2236-2207.2022v13n1p15>
- 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**. Proximity Designs, 2023. Disponível em: <https://proximitydesigns.org/>. Acesso em: 1º abr. 2024.
- 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. <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n4.149-160>
- SEC.TIC. **AcuaLab**. 2018. Disponível em: <https://2020-2023.narino.gov.co/secretaria-tic/>. Acesso em: 1º abr. 2024.
- TAYLOR, James B. Introducing Social Innovation. **Journal of Applied Behavioral Science**, v. 6, n. 1, p. 69-77, 1970. <https://doi.org/10.1177/002188637000600104>
- TORRES, Pablo Marcel de Arruda. **Co-Design for Social Impact: methods and tools for socio-technical innovation**. 2016. 265 f. Tese (Doutorado em Design e Inovação) – University of Campania Luigi Vanvitelli, Nápoles, 2016.
- WOHLERS ASSOCIATES. **Wohlers Report**. Wohlers Associates, 2023. Disponível em: <https://wohlersassociates.com/product/wr2023/>. Acesso em: 1º abr. 2024.
- WORLD ECONOMIC FORUM. **The Future of Jobs Report**. World Economic Forum, 2020. Disponível em: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020>. Acesso em: 1º abr. 2024.
- WORLD ECONOMIC FORUM. **The Future of Jobs Report**. World Economic Forum, 2023. Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>. Acesso em: 1º abr. 2024.
- YOUTH FOR TECHNOLOGY FOUNDATION (YTF). **3D Africa – Impact Report**. YTF, 2015. Disponível em: <https://www.youthfortechology.org/impact-reports/2015-annual-report/impact/3d-africa/>. Acesso em: 1º abr. 2024.
- YOUTH FOR TECHNOLOGY FOUNDATION (YTF). Emmanuel Drone. **YouTube**, 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=FX4qrT5mGc4>. Acesso em: 1º abr. 2024.

## Sobre os autores

**José Victor dos Santos Araújo:** mestre em Design pela Universidade Federal de Campina Grande.  
**Pablo Marcel de Arruda Torres:** doutor em Design e Inovação pela Università degli Studi della Campania.

**Conflito de interesses:** nada a declarar – **Fonte de financiamento:** nenhuma.

**Contribuições dos autores:** Araújo, J.V.S.: Conceituação, Curadoria de Dados, Análise Formal, Investigação, Metodologia, Visualização, Escrita – Primeira Redação, Escrita – Revisão e Edição.  
 Torres, P.M.A.: Conceituação, Curadoria de Dados, Análise Formal, Investigação, Metodologia, Escrita – Revisão e Edição.

