

## IMPRESSÃO 3D COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO NA PRODUÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO PARA PROFISSIONAIS DA SAÚDE DURANTE A COVID-19

Nicolas Canale Romeiro<sup>1</sup>;

André Salomão<sup>2</sup>;

Victor Nassar<sup>3</sup>;

Milton Luiz Horn Vieira<sup>4</sup>.

***Abstract:** With the covid-19 pandemic in the world, production and export lines were affected, there was a shortage of personal protective equipment, with the respective increase in demand. This article analyzes how 3D printing enabled the domestic production of protective equipment, discussing how the application of design can assist in the propagation of social technologies capable of solving problems in different contexts and causing a positive impact on society.*

*Keywords:* 3D printing; Design; Social technology.

***Resumo:** Com a pandemia da covid-19 no mundo, linhas de produção e exportação foram afetadas, houve escassez de equipamentos de proteção individual, com o respectivo aumento da demanda. Este artigo faz uma análise de como a impressão 3d possibilitou a produção doméstica dos equipamentos de proteção, discutindo como a aplicação do design pode auxiliar na propagação de tecnologias sociais capazes de solucionar problemas em diferentes contextos e causar impacto positivo para sociedade.*

*Palavras-chave:* Impressão 3D; Design; Tecnologia Social.

### 1 INTRODUÇÃO

---

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Design – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis - Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9938-8046>. e-mail: [nicosagaz@hotmail.com](mailto:nicosagaz@hotmail.com)

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Design – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis - Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3420-8614>. e-mail: [andresalomao3d@gmail.com](mailto:andresalomao3d@gmail.com)

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Design – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis - Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9986-9405>. e-mail: [Milton.vieira@ufsc.br](mailto:Milton.vieira@ufsc.br)

<sup>4</sup> Programa de Pós-Graduação em Design – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis - Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6646-2799>. e-mail: [victornassar@gmail.com](mailto:victornassar@gmail.com)

Com a recente pandemia causada pelo novo Coronavírus, a COVID-19, detectada originalmente em Wuhan, na China, em dezembro de 2019 (Fauci, Lane and Redfield, 2020) e com início no Brasil em março de 2020, se viu uma progressão muito rápida do número de infectados. Com o alto índice de transmissão e hospitalização de infectados, a saúde e segurança de trabalhadores da saúde ficaram comprometidas. Por se tratar de uma pandemia a nível global, tem sido necessário grande volume de equipamentos para tratamento de pacientes e para a proteção dos profissionais em hospitais, que superam a velocidade que esses materiais possam ser fornecidos, causando escassez dos mesmos em hospitais (Raney, Griffeth and Jha, 2020). Outro problema também reportado está na escassez de peças de reposição de equipamentos utilizados para o tratamento dos infectados incubados, como válvulas de respiradores (Tino *et al.*, 2020).

Diante da complexidade enfrentada pelo setor da saúde nessas condições, houve a incorporação de múltiplas áreas de conhecimento atuando em conjunto para analisar e propor diferentes soluções. Nesse sentido, o design tem atuado há algum tempo em buscar entender as necessidades dos indivíduos, criando produtos e adequando a dinâmica de serviços para produzir resultados efetivos (Skrabe, 2010). Desse modo, tem-se a participação do design no aprimoramento dos modelos de equipamentos de proteção, bem como no desenvolvimento de processos produtivos que pudesse ser de livre reprodução e uma maior facilidade de acesso ao público.

Assim, visando combater a falta de suprimentos médicos necessários, a comunidade de impressão 3D de muitos países focou em projetar e produzir peças em caráter emergencial para doação para hospitais e profissionais da saúde, disponibilizando os modelos de forma livre ao público em geral (Tino *et al.*, 2020). Dentre os equipamentos fornecidos pela comunidade e empresas da área de impressão 3D ao redor do mundo, incluem-se diferentes tipos de máscaras, válvulas de respiradores, máscaras do tipo face shield – que funciona como um escudo facial contra respingos –, além de componentes, peças e outros acessórios de proteção.

A partir desse contexto, este artigo realiza uma análise sobre processo de produção dos tipos de equipamentos de proteção individual construídos por meio de impressão 3D em diferentes países afetados pela Covid-19. Busca-se discutir como a aplicação do design pode

auxiliar na propagação dessas tecnologias sociais de produção doméstica, capazes de solucionar problemas em variados contextos e causar impacto positivo para sociedade.

## **2 A APLICAÇÃO DO DESIGN NA CONCEPÇÃO DOS PRODUTOS**

No senso comum, o termo design frequentemente é associado ao aspecto estético de um produto, porém, o design como disciplina, tem um objetivo mais abrangente, que é promover o bem-estar na vida das pessoas (Vianna *et al.*, 2012). Bonsiepe (2011) defende a utilização do termo design no sentido de um discurso projetual, estabelecendo que o termo “projeto” se refere a “dimensão antropológica da criação e formação de artefatos materiais e simbólicos”.

Atualmente, houve uma expansão de atuação, propiciando diferentes abordagens, incluindo o design como “uma abordagem focada no ser humano, que vê na multidisciplinaridade, colaboração e tangibilização de pensamentos e processos, caminhos que levam a soluções inovadoras para negócios” (Vianna *et al.*, 2012). Assim, atua procurando mapear processos na vida dos indivíduos, identificando culturas e experiências pessoais, com uma visão que busca identificar as barreiras e criar alternativas para transpô-las.

Demarchi (2009) afirma que design atua visando alinhar as necessidades dos seres humanos com o recurso tecnológico disponível, a intuição, a habilidade de reconhecer padrões, construir ideias que tenham significado tanto emocional quanto funcional, e a habilidade de expressar de outra maneira que não em palavras ou símbolos. Desse modo, o design tem sido visto como um processo para solucionar problemas, voltado ao bem-estar do ser humano, podendo ser aplicado em qualquer área de conhecimento.

Desse modo, a aplicação do pensamento do design pode ser adequado a diferentes contextos, sistematizando um processo de resolução de problemas. A adoção de tecnologias sociais auxilia na propagação da ideia de que estes processos podem ser executados pela comunidade como um todo, o que contribuiu com as iniciativas adotadas durante a pandemia da Covid-19 diante da escassez de equipamentos de proteção individual.

De modo específico, a tecnologia social “compreende produtos, técnicas ou metodologias, reaplicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que devem representar efetivas soluções de transformação social” (RTS, 2011). Para Bonilha e Sachuk (2011), tecnologia social é um instrumento solucionador da realidade das pessoas, por meio da apropriação de tecnologias que englobam o conhecimento e os benefícios técnico-científicos.

Com isso, a tecnologia social promove a mudança sustentável já que produz uma “solução gerada a partir da aliança entre o saber local e o científico, por isso é reconhecida e apropriada pelas comunidades. É, portanto, uma solução endógena, um dos elementos fundamentais de qualquer processo de desenvolvimento local” (RTS, 2011, p. 6). Nesse sentido, tecnologias que fazem parte do contexto de prototipação rápida, como impressoras 3D, auxiliam a tornar acessível a produção de diferentes soluções sociais. No caso deste trabalho, são abordados os processos de construção dos equipamentos médicos produzidos por meio de impressão 3D.

### 3 IMPRESSÃO 3D

A impressão 3D como tecnologia tem como funcionalidade transformar objetos digitais em objetos físicos (Berman, 2012). Atualmente existem diversos materiais disponíveis para uso em diferentes tipos de impressoras, como resina, metais e plásticos, cada material com suas vantagens e desvantagens. Impressoras 3D existentes a nível para consumidor podem ser citadas em duas categorias, impressoras FDM (Figura 1), que utilizam como material filamento plástico, e impressoras do tipo MSLA ou SLA, que utilizam resina.

Figura 1. Impressora do tipo FDM modelo Ender-3 da empresa Creality.



Fonte: Creality (2020).

Impressoras de filamento e de resina apresentam diferenças em seus processos. O processo de uma impressora que utiliza filamento, as FDM, utiliza um bico aquecido móvel depositando o filamento plástico derretido em camadas, enquanto a de resina usa um painel de luz UV para endurecer uma camada inteira de uma vez (Livesu *et al.*, 2017). Os equipamentos baseados em filamento costumemente apresentam custos menores, pois o material é mais barato, embora tenham menor resolução em relação às impressoras de resina, que apresentam custos maiores. Com a impressão 3D utilizando filamento, o plástico rígido depositado na mesa pode ser prontamente manuseado. Já as impressões em resina necessitam cuidados e processos extras, como o manuseio cuidadoso da peça com luvas e máscara, devido à toxicidade do material, além de ser necessário curar a peça com radiação UV para que a resina endureça totalmente (Romero *et al.*, 2019).

## **4 IMPRESSÃO 3D DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO NO MUNDO**

A escassez de equipamentos médicos e equipamentos de proteção individual se deve a variados fatores. Como a Covid-19 afetou o mundo todo, houve um aumento da demanda em escala global. Além disso, metade da produção mundial de máscaras é realizada pela China, o que afetou as indústrias e a exportação, pelo fato de a doença ter começado no país (Raney, Griffeth and Jha, 2020). Com isso, a comunidade de impressão 3D em diversos países procurou projetar e produzir peças em caráter emergencial. As iniciativas visaram não apenas atender as necessidades em hospitais, mas disponibilizando os projetos de forma livre, para que fosse aberta ao público de outros lugares.

Dentre os equipamentos produzidos com impressão 3D, foram observados diferentes tipos de máscaras, válvulas de respiradores, proteções do tipo face shield, bem como componentes e peças de máquinas, além de uma variedade de acessórios para uso individual. A seguir, seguem alguns dos modelos produzidos no mundo, com a respectiva análise sobre o tipo de impressão 3D.

### **4.1 Máscaras**

Entre os modelos de máscaras, surgiram diferentes tipos de soluções durante a pandemia, utilizando materiais distintos, com funcionalidades e aplicações para variados contextos. Um dos modelos disponibilizados (Figura 2) apresenta impressão com o material PLA em uma impressora FDM, impressa de forma planificada e com o calor, ajustada ao formato do rosto, sendo compatível com filtros circulares para máscaras faciais, ou almofadas circulares de algodão, como os utilizados para cosméticos. O PLA é o material recomendado pelas suas propriedades de baixa resistência ao calor (Übel, 2019), fazendo assim ser possível ajustar a máscara ao formato do rosto e permitir vedação no rosto.

Figura 2. Máscara em posição de “aberta” (esquerda) e versão “montada” (direita)



Fonte: Ptibob (2020).

Entre outros modelos de máscaras faciais, estão as apresentadas por Kvatthro (2020), que disponibiliza 3 tamanhos diferentes, para melhor adaptação ao usuário e utiliza filtros quadrados, no exemplo mostrado pelo autor é utilizado filtro de ar automotivo, e o autor comenta que deve ser utilizado o filtro com maior qualidade encontrada pelo usuário. Outra máscara postada por Junaling (2020) utiliza filtros circulares de 58mm, o autor recomenda filtros N95 ou N99, também apresenta 3 tamanhos diferentes para melhor adaptação ao rosto. A apresentada por Kvatthro (2020) recomenda a utilização de calor para melhor moldar ao rosto para garantir a vedação adequada, enquanto a mostrada por Junaling (2020) utiliza fitas adesivas a prova d’água. Imagens das máscaras podem ser observadas na Figura 3.

Figura 3. Máscara HEPA (Kvatthro, 2020) (esquerda) e máscara com filtro 58mm (Junaling, 2020) (esquerda)



Fonte: Kvatthro,2020 & Junaling,2020.

#### 4.2 Válvulas de respiradores

Na Itália, a comunidade de impressão 3D desenvolveu uma válvula para respiradores possível de ser reproduzida em modelos de impressoras 3D. As válvulas, mesmo protegidas por patente, foram utilizadas devido à situação crítica e emergencial. Foram também projetados adaptadores para ventiladores pulmonares que tornaram possível a utilização de um mesmo ventilador para mais de um paciente ao mesmo tempo. A Food and Drug Administration (FDA), agência regular da saúde dos EUA, não apresentou objeções para o uso de dispositivos como a válvula divisora, que permite o uso de respiradores por mais de um paciente, uma vez que a quantidade de pacientes que requerem a utilização desses equipamentos supera a quantidade dos mesmos disponíveis (Tino *et al.*, 2020).

#### 4.3 Acessórios

Existem também outros equipamentos disponibilizados que apesar de não se enquadrarem como EPIs, também servem o propósito de proteção contra o contágio pelo vírus, como uma ferramenta para abrir portas sem a necessidade de tocar a maçaneta com as mãos, desenvolvido na Áustria por Stoiber (2020), mostrado na Figura 4. Pode-se concluir que a razão de serem escolhidas impressoras do tipo FDM para impressão desses artigos deve-se pela ausência da necessidade de um pós-processamento das peças após finalizada a impressão, apresentando assim um risco reduzido se comparado com o manuseio de resina líquida, além dos custos de materiais.

Figura 4. Ferramenta para utilização de maçanetas e campainhas sem contato com as mãos.



Fonte: Stoiber (2020).



#### 4.4 Face Shields

Face shields são um modelo de máscara que funciona como escudo facial (Figura 5), utilizando-se de uma haste para fixação na cabeça, com uma chapa de plástico acoplada em sua parte posterior – de PVC, PET ou acetato – bloqueando respingos e outras partículas que possam ser projetadas em direção ao usuário. Em testes realizados por Celik *et al.* (2020), utilizando o vírus influenza em um aerossol disparado em um escudo facial, o equipamento apresenta até 96% de redução de risco de inalação imediatamente após o espirro, a uma distância de 46cm. Ainda segundo Celik *et al.* (2020), seu uso deve ser acompanhado de máscara facial N95 para aumento da proteção, principalmente para profissionais em contato próximo a infectados de doenças transmissíveis pelo ar.

Figura 5. Uso de escudo facial combinado com máscara.



Fonte: Borges (2020).

Um modelo de face shield foi apresentado pela Prusa (Figura 6), empresa fabricante de impressoras 3D sediada na República Tcheca, disponibilizando de forma livre para que pudesse ser impresso, utilizado e distribuído de forma descentralizada. Assim, foi realizada doação de quase duzentas mil unidades de escudos (Prusa, 2020).

Figura 6. Face shield modelo Prusa.



Fonte: Prusa (2020a)

Surgiram também outros modelos de face shields, como o modelo LASOFT (Figura 7), que possui vantagens em relação ao modelo apresentado por Prusa (2020) na questão de velocidade de impressão e utilização de material, sendo possível a produção de peças de modo mais rápido e em maior quantidade, o que facilitaria na impressão dos modelos para doações.

Figura 7. Haste para face shield LASOFT.



Fonte: Prusa (2020b)

No Brasil, surgiram grupos como o EME-UFSC que, com sua equipe de logística gerenciava doações recebidas ao grupo de valores e de materiais de impressão 3D, distribuindo materiais para voluntários para a produção de escudos faciais. Junto com a comunidade realizaram a doação de mais de duas mil e quinhentas unidades de escudos faciais para mais de 60 instituições no estado de Santa Catarina, até o encerramento das atividades de logística causada por resolução RDC 356 da ANVISA (2020) que fez a terminação das atividades necessária. Segundo dados do site oficial da entidade (EME-UFSC, 2020). Mesmo com o fim das atividades da equipe de logística, o grupo continua trabalhando em desenvolvimento de outros equipamentos de emergência ligados ao tratamento da COVID-19, com ventiladores pulmonares.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou os processos de impressão 3D para produção de equipamentos de proteção individual para profissionais da saúde por parte da sociedade, mostrando como podem causar impacto positivo na sociedade e solucionar problemas, como em tempos de emergência e comprometimento de suprimento de equipamentos essenciais.

A demanda por equipamentos em diferentes países gerou uma mobilização entre a comunidade de impressão 3D, a fim apresentar soluções para a escassez enfrentada. Nessa aliança entre o projeto e a respectiva disponibilização de modo livre, é que se encontra o valor das tecnologias sociais, capazes de promover mudanças locais. Assim, é o modo de fazer do design que assume a função de atuar na sociedade com um meio de resolver problemas, delineando processos, adaptando-se a culturas e criando experiências. Ao considerar a processo de adoção da impressão 3D, ressalta-se como indivíduos de um modo geral utilizam as fases de design de imersão, ideação e prototipação para concretizar os projetos.

Observa-se que mesmo não sendo possível produzir e fornecer todo tipo de equipamento de proteção individual para profissionais da saúde em nível de população civil, impressoras 3D são capazes de auxiliar uma produção de emergência em situações excepcionais, como a causada pela pandemia que prejudicou a produção e exportação de equipamentos essenciais para trabalhadores da linha de frente do combate contra o Coronavírus. A descentralização da produção insere-se no contexto de aplicação das tecnologias sociais, se mostrando útil em relação ao tempo de resposta possibilitado pela produção doméstica, onde é possível estar mais perto fisicamente dos lugares recipientes das doações.

Possíveis sugestões para futuras pesquisas na área de impressão 3D e design para a cidadania seriam pesquisar maior abrangência de equipamentos médicos a serem utilizados pelos profissionais, e como manter suprimento constante e de baixo custo de materiais essenciais em hospitais e clínicas que fazem tratamento de doenças altamente infecciosas.

## REFERÊNCIAS

- ANVISA. Resolução de Diretoria Colegiada-RDC N° 356, 23 de Março de 2020. Disponível em: <  
[http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/5809525/RDC\\_356\\_2020\\_.pdf/0655c7ae-8c47-4be9-bf0d-4c7b8df03e4e](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/5809525/RDC_356_2020_.pdf/0655c7ae-8c47-4be9-bf0d-4c7b8df03e4e)> Acesso em: 15/08/2020
- Berman, Barry; 3-D printing: The new industrial revolution. *Business Horizons*, [s.l.], v. 55, n.2, p. 155-162, Mar-Apr 2012. Elsevier.
- Bonilha, Maíra Coelho; Sachuk, Maria Iolanda. Identidade e tecnologia social: um estudo junto às artesãs da Vila Rural Esperança. *Cad. EBAPE.BR* [online]. 2011, vol.9, n.2, pp. 412-437. ISSN 1679-3951.
- Bonsiepe, Gui. *Design, Cultura e Sociedade*. São Paulo: Editora Blucher, 2011.
- Borges, Thomaz. *Imagem de Face Shield*. Acervo Pessoal. 2020.
- Celik, H. Kursat et al. Design and Additive Manufacturing of Medical Face Shield for Healthcare Workers Battling Coronavirus (COVID-19). *International Journal of Bioprinting*, [S.l.], v. 6, n. 4, July 2020.
- Creality. *Creality Ender-3 V2 FDM 3D Printer*. Disponível em: <  
<https://www.creality.com/goods-detail/ender-3-v2-3d-printer> > Acesso em 10, Ago, 2020.
- Demarchi, A. P. P. *Gestão estratégica de design com a abordagem de design thinking: proposta de um sistema de produção do conhecimento*. Tese de Doutorado. Universidade federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.
- EME. *Nossos Resultados*. Disponível em: <  
<https://eme.ufsc.br/nossos-resultados>> Acesso em: 10/03/2020
- Fauci, A. S.; Lane, H. C.; Redfield, R. R. Covid-19 — Navigating the Uncharted. *New England Journal of Medicine*, v. 382, n. 13, p. 1268–1269, 28 fev. 2020.
- Junaling, *Face Mask Using 58mm Diameter Filter*. Disponível em: <  
<https://www.thingiverse.com/thing:4228729>> Acesso em: 31, Ago, 2020.
- Kvatthro, Hepa. *Covid Coronavirus Face Mask*. Disponível em: <  
<https://www.thingiverse.com/thing:4222563>> Acesso em: 31, Ago, 2020
- Lasoft. *Protective Face Shield - RC2 Speed Remix*. Disponível em: <  
<https://www.prusaprinters.org/prints/26771-protective-face-shield-rc2-speed-remix>>. 2020 Acesso em: 15/08/2020.
- Livesu, M. et al. From 3D models to 3D prints: an overview of the processing pipeline. *Computer Graphics Forum*, v. 36, n. 2, p. 537–564, 2017.
- Prusa. *3D Printed Face Shields For Medics And Professionals*. Disponível em: <  
<https://www.prusa3d.com/covid19/> >. 2020 Acesso em: 15, Ago, 2020a.
- Prusa. *Protective face shield*. Disponível em: <  
<https://www.prusaprinters.org/prints/26771-protective-face-shield-rc2-speed-remix> > Acesso em: 15, Ago, 2020b.
- Ptibob. *Mask NanoHack (coronavirus / covid-19)*. Disponível em: <  
<https://www.thingiverse.com/thing:4229846>> Acesso em: 10, Ago, 2020.

- Ranney, M. L.; Griffeth, V.; Jha, A. K. Critical supply shortages - The need for ventilators and personal protective equipment during the Covid-19 pandemic. *New England Journal of Medicine*, v. 382, n. 18, p. E41, 25 mar. 2020.
- Romeiro, N. C; Salomão, A; Prim, G. S; Vieira, M. L. H.; Impressão 3D de peças anatômicas escaneadas como ferramenta de educação, p. 1936-1944. In: *Anais do 9º CIDI | Congresso Internacional de Design da Informação, edição 2019 e do 9º CONGIC | Congresso Nacional de Iniciação Científica em Design da Informação*. São Paulo: Blucher, 2019.
- RTS, Secretaria Executiva da Rede de Tecnologia Social (Brasil). *Relatório de 6 anos da RTS: Abril de 2005 a Maio de 2011*. Brasília: Rts, 2011. 97 p. Disponível em: <<http://www.rts.org.br/bibliotecarts/publicacoes/relatorio-de-6-anos-da-rts>>. Acesso em: 06, Nov, 2019.
- Skrabe, C. Chegou a hora e a vez do design. In: *Anuário Hospital Best*. Eximia Comunicação: São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.saudebest.com.br/anuário2010.html>>. Acesso em: 3, mai, 2020.
- Stoiber, Martin. Savegrabber - open door without touching the handle, press knobs without touching - additional barrier for the coronavirus and other germs. 2020. Disponível em: <<https://www.thingiverse.com/thing:4192643>> Acesso em: 04, Ago, 2020.
- Tino, R., Moore, R., Antonille, S. et al. COVID-19 and the role of 3D printing in medicine. *3D Print Med* 6, 11 (2020).
- Übel, M. Von. *3D Printing Materials Guide*. Disponível em: <<https://all3dp.com/1/3d-printing-materials-guide-3d-printer-material/>>. 2019. Acesso em: 13, Ago, 2020.
- Vianna, M. et al. *Design thinking: inovação em negócios*. Rio de Janeiro: MJV, 2012.