DOI: http://dx.doi.org/10.5380/ef.v0i27.83515

A pesquisa e a extensão no enfrentamento da pandemia do COVID-19: Fabricação de protetores faciais com impressão 3D

Research and extent in coping with the COVID-19 pandemic: Manufacture of facial protectors with 3D printing

Revista Extensão em Foco
UFPR
ISSN 2358-7180

Bárbara de Cássia Xavier Cassins Aguiar [1], Isabella de Souza Sierra[2], Marcio Fontana Catapan[3], Marcio Henrique de Sousa Carboni[4]

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo relatar o processo de desenvolvimento, produção e distribuição dos Equipamentos de Proteção Individual - EPIs conhecidos como *face shields* através do Projeto de Extensão Laboratório de Modelagem, Prototipagem e Inovação - LAMPI, do Departamento de Expressão Gráfica - DEGRAF do Setor de Ciências Exatas da Universidade Federal do Paraná - UFPR, em conjunto com o projeto Rede UFPR de Combate à Covid-19. Para a produção dos EPIs, foram utilizadas técnicas de modelagem 3D e prototipagem rápida. Foram desenvolvidas várias opções de *face shields* para que profissionais do Hospital de Clínicas da UFPR testassem e avaliassem o melhor modelo. Após a seleção do modelo, alunos e professores realizaram testes de configuração do processo de impressão 3D. Foram testadas velocidade de impressão, temperatura de extrusão do plástico e porcentagem de preenchimento do produto, para otimizar a quantidade de material gasto e o tempo de impressão. Em seguida esses produtos foram montados e doados para unidades de saúde. Foram doados mais de 22 mil EPIs em todo o Paraná, beneficiando hospitais, unidades de pronto atendimento - UPAS, postos de saúde e serviços de atendimento móvel de urgência - SAMUS, em 61 municípios. Com o desenvolvimento deste projeto pode-se concluir que as impressoras 3D são ferramentas úteis para produzir inovações e permitir a fabricação de produtos a baixo custo, tornando o acesso à inovação tecnológica, democrático e inclusivo. E que os projetos de extensão podem ter um papel importante na melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.

Palavras-chave: face shields, LAMPI, modelagem 3D, prototipagem.

ABSTRACT

The present work had the objective to report the process of the development, production and distribution of the Personal Protective Equipment - PPEs known as face shield through the Laboratory of Modeling, Prototyping and Innovation – LAMPI's Extension Project, of the Department of Graphic Expression - DEGRAF of the Sector of Exact Sciences of the Federal University of Paraná - UFPR, in conjunction with the UFPR Network project to combat Covid-19. For the production of the PPE, 3D modeling and rapid prototyping techniques were used. Several prototype options for face shields were developed so

[1] Doutora em Métodos Numéricos em Engenharia. Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná, Brasil. Email: babi.eg@ufpr.br. Orcid: http://orcid.org/0000-0002-9225-3149

[2] Mestre em Design. Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná, Brasil. Email: isabella.sierra@ufpr.br. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-9748-5582

[3] Doutor em Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná, Brasil. Email:.catapan@ufpr.br. Orcid: https://orcid.org/0000-0003-1039-3939

[4] Mestre em Engenharia da Construção Civil. Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná, Brasil. Email: mhcarboni@ufpr.br.Orcid: https://orcid.org/0000-0002-4007-2768

that professionals from the UFPR Clinical Hospital could test and evaluate the best model. After selecting the model, students and teachers performed configuration tests of the 3D printing process. Print speed, plastic extrusion temperature and product fill percentage were tested to optimize the amount of material used and the printing time. Then these products were assembled and donated to health units. More than 22 thousand PPEs were donated throughout Paraná, benefiting hospitals, emergency care units, health posts and mobile emergency care services, in 61 municipalities. With the development of this project, it can be concluded that 3D printers are useful tools to produce innovations and allow the manufacture of products at low cost, making access to technological innovation democratic and inclusive. And that extension projects can play an important role in improving the quality of life of citizens.

Keywords: face shields, LAMPI, 3D modeling, prototyping.

INTRODUÇÃO

O conhecimento científico tem guiado diferentes frentes no combate ao novo coronavírus no Brasil e no mundo. São inúmeros os estudos em andamento por cientistas das variadas áreas com dados e resultados que impactam diretamente a sociedade e a vida das pessoas. Devido a atual crise mundial causada pela pandemia do COVID-19, as universidades públicas se legitimam como instância de produção de ciência e conhecimento, se colocando à disposição da sociedade, através de projetos e ações que envolvem servidores, estudantes e a comunidade em geral (GIMENEZ; FELTRI, 2020).

Diversas mudanças foram necessárias para controlar a disseminação do COVID-19 e proporcionar maior segurança às pessoas, incluindo o distanciamento social, o uso de máscaras e *face shields* pelo público em áreas afetadas pelo vírus e a higienização das mãos com soluções à base de álcool ou a lavagem das mesmas. Essas são algumas das medidas que se tornaram imprescindíveis para evitar a sua transmissão e contágio (BHATTACHARYA et al., 2021 *apud* SANTOS et al, 2021).

A forte atuação da Universidade Federal do Paraná (UFPR) nesse sentido pode ser observada nas mais diversas áreas. As pesquisas vão desde a fabricação de máscaras e álcool em gel até estudos para desenvolvimento de testes diagnósticos (UFPR, 2020). Para além do impacto fundamental da ciência na sociedade de um modo geral, a UFPR tem exercido um papel essencial no desenvolvimento de projetos de impacto social imediato. No caso da pandemia por COVID-19, as ações desenvolvidas pela instituição têm fomentado a extensão como prática acadêmica institucionalizada através do projeto Rede UFPR de Combate à COVID-19 (REDE UFPR, 2021).

DOI: http://dx.doi.org/10.5380/ef.v0i27.83515

> São diferentes frentes que estão sendo trabalhadas desde capacidade de diagnóstico da doença, estudo da patogênese incluindo mecanismos de disseminação e transmissão viral e desenvolvimento de materiais com ação antiviral, avaliação da atenção à saúde, custos da doença e perda de produtividade, controle e prevenção dos impactos na população, entre outros (REDE UFPR, 2021).

O Departamento de Expressão Gráfica (DEGRAF) do Setor de Ciências Exatas da UFPR, possui diversos Projetos de Extensão com intuito de integrar a comunidade acadêmica aos desafios apresentados pela sociedade. Dentre estes, o Laboratório de Modelagem, Prototipagem e Inovação (LAMPI), o qual busca proporcionar aos alunos envolvidos maior familiaridade com situações enfrentadas no mercado de trabalho, além de impulsionar o ensino, a pesquisa e a extensão, atendendo a demanda da comunidade interna e externa à UFPR, através de serviços que envolvam a área de modelagem e prototipagem (CARBONI, 2019). O LAMPI é um laboratório que atende discentes de várias disciplinas do Curso de Bacharelado em Expressão Gráfica e alunos bolsistas dos demais Projetos de Extensão e de Pesquisa do DEGRAF e que mantém projetos em parceria com diversas instituições, tais como: Instituto Paranaense de Cegos do Paraná (IPC), Complexo do Hospital de Clínicas (HC) da UFPR, entre outras instituições. Um desses projetos, que é apresentado neste artigo foi o desenvolvimento e fabricação dos *face shields* via impressão 3D em parceria com a já mencionada Rede UFPR de Combate à COVID-19. Atualmente, o DEGRAF possui sete Impressoras 3D que foram, e continuam sendo utilizadas para a produção desses Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).

MÉTODO

O Projeto de Extensão a que se refere o presente artigo consistiu no desenvolvimento e distribuição dos equipamentos de proteção individual chamados de protetores faciais (ou *face shields*) usando o design iterativo e a fabricação e prototipagem rápidas. A fabricação e prototipagem rápidas se referem ao uso de métodos de produção

que usam máquinas controladas por computador (CNC) que traduzem um arquivo modelado digitalmente em um produto físico. Dentre os diversos métodos de fabricação rápida existe a manufatura aditiva, comumente chamada de impressão 3D que é uma técnica que utiliza um material plástico fundido para criar formas tridimensionais complexas. Essa tecnologia permite a rápida fabricação e alteração de produtos e foi a tecnologia selecionada para a realização deste projeto.

O desenvolvimento do projeto foi dividido em metas para as quais foram descritas as etapas tais como indicado no Quadro 1.

Quadro 1 – Metas e Etapas

Metas	**Etapas**
Meta 1- Aquisição das máquinas	Etapa 1 – Aquisição de impressoras 3D; Etapa 2 – Recepção e Instalação das impressoras 3D no Laboratório de Modelagem, Prototipagem e Inovação do Departamento de Expressão Gráfica no setor de Ciências Exatas.
Meta 2 - Seleção e treinamento de bolsistas para o desenvolvimento do projeto	Etapa 1 – Seleção de dois bolsistas, alunos de graduação para a modelagem 3D e confecção dos Equipamentos de Proteção Individual; Etapa 2 – Treinamento dos bolsistas.
Meta 3 - Produção e entrega dos Equipamentos de Proteção Individual	Etapa 1 – Desenvolvimento do projeto e modelagem dos EPIs (*face shields*); Etapa 2 – Fabricação dos Equipamentos de Proteção Individual; Etapa 3 – Entrega dos Equipamentos de Proteção Individual confeccionados às instituições envolvidas no projeto.

Fonte: Os autores (2021).

Para o cumprimento das metas, docentes e pesquisadores se associaram à Rede UFPR de Combate à COVID-19 e a outras instituições parceiras que seriam as destinatárias dos protetores faciais desenvolvidos. Os resultados do projeto são apresentados na sequência.

RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados do projeto que consistiu no desenvolvimento dos protetores faciais e na sua fabricação e distribuição.

Desenvolvimento dos protetores faciais

O protetor facial é um equipamento que garante maior segurança aos profissionais quando colocado sobre a máscara normalmente usada por eles. Por esse motivo vem sendo recentemente chamado de equipamento de proteção individual adjunta (KHAN; PARAB, 2021). Em geral, é composto de um suporte plástico (arco) e de um visor transparente, feito com uma folha de acetato ou outro material transparente, além de um elástico para prender o equipamento à cabeça.

Para o desenvolvimento dos protetores faciais, principalmente em uma situação emergencial, foram considerados dois fatores básicos: o desenvolvimento de produto que atendesse às necessidades sanitárias do equipamento e a sua rápida disponibilização, resolvida neste por meio da fabricação rápida (SIERRA; CATAPAN, 2021). Khan e Parab (2021) identificaram seis principais requisitos para o desenvolvimento e utilização segura dos protetores faciais que foram usados no projeto: 1. Ajuste - o ajuste correto do equipamento é o que garantiria a sua utilização correta e contínua; 2. Descarte ou reutilização - consideração como seria feito de maneira segura e sanitária; 3. Qualidade do material - deveria ter qualidade suficiente para não dificultar a visualização, ou perder o formato; 4. Colocação e remoção - deveria permitir a colocação e remoção sem o contato com a parte externa do equipamento; 5. Esterilização/descarte; caso não fosse descartável deveria poder ser esterilizável; e 6. Se possível, dever-se-ia evitar o uso de materiais porosos como esponjas e borrachas.

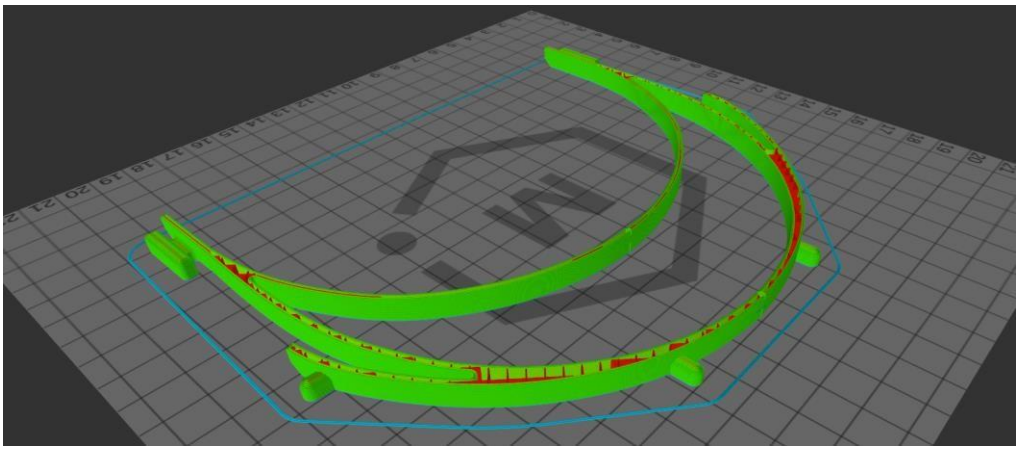
Processo de confecção dos protetores faciais

Para a produção dos protetores faciais inicialmente modelaram-se digitalmente as alternativas das peças que foram impressas em 3D. Foram realizadas várias opções e impressas para que profissionais do HC, uma das instituições parceiras, da UFPR testassem e avaliassem o melhor modelo. O modelo final escolhido é composto por um

arco de plástico impresso em 3D, uma folha de acetato transparente e um elástico de ajuste e fixação na cabeça.

Após esta seleção, alunos e professores realizaram testes de configuração do processo de impressão 3D, conhecido como “fatiamento” (Figura 1), para otimizar a impressão dos arcos de plástico. Foram testadas velocidade de impressão, temperatura de extrusão do plástico, porcentagem de preenchimento utilizado, tudo para otimizar a quantidade de material gasto e o tempo de impressão.

Figura 1 – Processo de fatiamento do modelo digital para planejamento da impressão 3D.

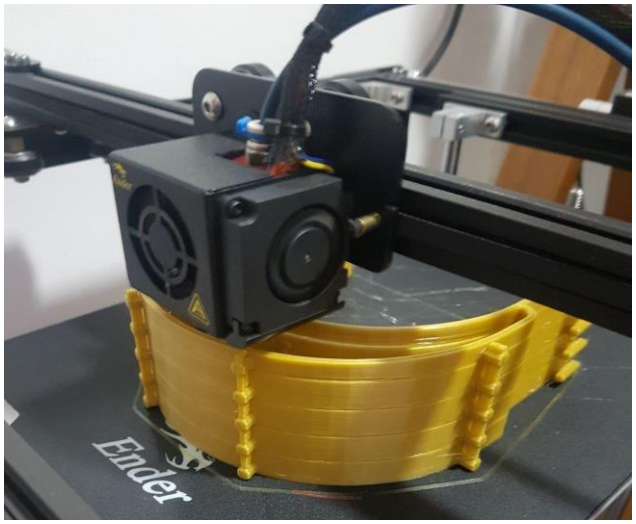


Fonte: Os autores (2020).

Nesse processo, uma possibilidade testada foi a de imprimir mais de um arco sobreposto ao outro, para que se pudessem imprimir mais peças, sem a necessidade de interferência humana por mais tempo, conforme Figura 2.

Figura 2 – Peças sendo confeccionadas na impressora 3D.

DOI: http://dx.doi.org/10.5380/ef.v0i27.83515



Fonte: Os autores (2020).

Os materiais utilizados na confecção foram o PLA para o arco, folha de acetato para o visor e o elástico para fixação à cabeça. O tempo estimado para impressão de cada arco foi de 1 hora e 30 minutos e o custo estimado para produção da máscara completa foi de R $7,50. Após a impressão houve também o processo de montagem dos visores e colocação dos elásticos que adicionaram uns poucos minutos para a confecção do protetor facial (Figura 3).

Figura 3 – Protetor facial produzido com impressão 3D no LAMPI.

Fonte: Os autores (2020).

Dada à estrutura do Laboratório de Prototipagem (LAMPI), localizado na sala PC01 do bloco de Ciências Exatas, ele foi escolhido para ser a sede da ação dos protetores

faciais, sendo o centro das montagens e expedição das máscaras. A Figura 4 mostra a confecção das máscaras na sala de prototipagem física do LAMPI.

Figura 4 – Sala de prototipagem física no LAMPI.

Fonte: Os autores (2020)

A Figura 5 mostra uma das remessas com 1200 protetores faciais produzidos no LAMPI.

Figura 5 – Protetores faciais produzidos até 29/04/2020

Fonte: Os autores (2020)

Dando continuidade a este projeto apresentado, atualmente docentes da UFPR estão pesquisando e testando a fabricação de um *face shields* produzidas com máquina de corte a laser. O objetivo é a otimização dos recursos para a produção de EPIs como reduções

de custos e tempo de fabricação, em relação às máscaras produzidas atualmente com auxílio da impressão 3D.

Distribuição dos protetores faciais

Os Equipamentos de Proteção Individual produzidos no LAMPI, através da execução deste projeto, foram doados às instituições que trabalham diretamente no atendimento ao público. Profissionais como professores que atuam em creches e escolas desde o ensino fundamental até o ensino superior, técnicos de enfermagem que trabalham em casas de repouso e demais profissionais que atuam diretamente no atendimento ao público, atendendo às demandas de proteção e distanciamento de profissionais indicados pelo Ministério da Saúde. A produção dos EPIs deve ser contínua, mesmo com a volta do calendário acadêmico.

Foram confeccionadas somente no LAMPI mais de 10.000 *faces shields* através do projeto Rede UFPR de Combate à COVID-19 que foram doadas para algumas instituições. O Quadro 2 apresenta algumas das instituições beneficiadas com a ação.

Quadro 2 – Instituições atendidas.

Instituição	**Número de *face shields* doadas**
Hospital das Clínicas UFPR	1850
COREN PR	40
Projeto “Médico de Rua”	15
UFPR Litoral	100
Escola Superior de Polícia Civil e Polícia Científica do Paraná	200
Degluticare Fonoaudiologia	10
Prefeitura de Adrianópolis	30
Grupo TIGRE da Polícia Civil do Paraná	10
Hospital Santa Madalena Sofia	30
Hospital Pequeno Príncipe	105
Hospital Zilda Arns	300
Hospital São José	50
UPA Afonso Pena	50
Polícia Civil do Paraná	300

DOI: http://dx.doi.org/10.5380/ef.v0i27.83515

Nosso Lar Comunidade do Idoso	50
Apoio à criança com câncer	50
Promotoria de Justiça- PR	225
Prefeitura de Fazenda Rio Grande	600
Laboratório de Imunologia UFPR	20
Hospital do Trabalhador	400
Centro de Psicologia Aplicada	5
Associação de Proteção à maternidade e à infância	100
PROGEPE	366

Fonte: Os autores (2020)

Em todo o ano de 2020, foram mais de 20 mil unidades distribuídas, entre este projeto de extensão e as contribuições dos parceiros da Rede:

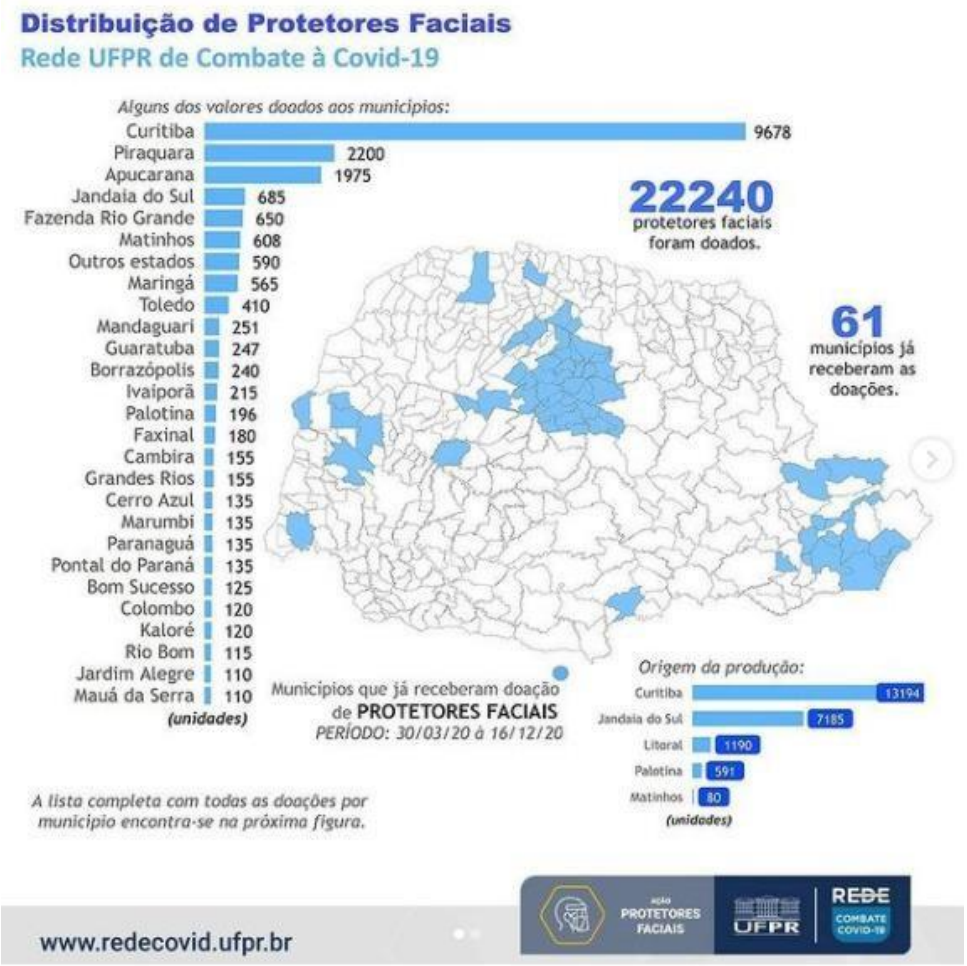
> Com quase 9 meses de atuação a ação "Protetores faciais" da Rede UFPR de Combate à COVID-19, com o empenho de mais de 90 voluntários, mobilizados nos Campi Curitiba, Jandaia do Sul, Litoral e Palotina, a ação auxiliou inúmeros profissionais de saúde. Foram doados 22.240 de protetores faciais em todo o Paraná, beneficiando hospitais, UPAs, postos de saúde e SAMUs, em 61 municípios. (REDECOVID_UFPR, 2020).

A Figura 6 mostra o número de *face shiels* doados por município.

Os resultados obtidos com a realização deste projeto, possibilitaram a divulgação a partir de publicações em congressos nacionais e internacionais, em periódicos científicos, projetos de iniciação científica e em Trabalhos de Conclusão de Curso (TCCs), ações que valorizam o trabalho extensionista realizado ao longo deste projeto.

Figura 6 - Municípios atendidos.

DOI: http://dx.doi.org/10.5380/ef.v0i27.83515



Fonte: Redecovid_ufpr (2020).

DISCUSSÃO

Para enfrentar a pandemia do COVID-19, muitas ações vêm sendo adotadas ao redor do mundo. Uma das principais necessidades é o uso de máscaras de proteção, especialmente aos profissionais de saúde, mas também para a população em geral (SAPOVAL et al., 2020). Visando colaborar com os profissionais que atuam na área da saúde, desde março de 2020, pesquisadores da UFPR se dedicaram à produção de EPIs que estavam sendo utilizados por médicos, enfermeiros e demais profissionais da área da saúde. Inicialmente buscava-se atender a demanda do Complexo do Hospital de Clínicas da UFPR, entretanto a iniciativa se intensificou e quando outros professores de outros departamentos da Universidade (como os departamentos de engenharia mecânica, física, design, engenharia elétrica, SEPT, Palotina, entre outros) se uniram à iniciativa. Assim,

foi criada a Rede UFPR de Combate ao COVID-19, possibilitando atender a uma demanda mais ampla, de hospitais, clínicas, Unidades de Pronto Atendimento (UPAs) de todo Paraná.

Após o período mais extremo da pandemia é preciso que a sociedade se prepare para voltar ao "normal". Uma "normalidade" que pode não ser a ideal, um retorno gradual às atividades para evitar ao máximo as chances de infecção e disseminação da COVID-19 e garantir a segurança da população em geral é de suma importância, por isso a necessidade na continuidade da produção dos protetores faciais.

É uma preocupação que esse tipo de equipamento seja desenvolvido de maneira correta, mesmo que rapidamente visto que a maioria dos equipamentos desenvolvidos não são devidamente testados e podem causar consequências para a saúde das pessoas que os utilizam, tanto por criarem uma "falsa sensação de segurança", quando os equipamentos que não são realmente efetivos, quanto por problemas ergonômicos que os produtos que podem causar como machucados e desconforto o que faz com que sejam descartados ou não utilizados (FADHIL, 2019; HITCHCOCK et al., 2001).

Sobre a questão da rápida fabricação e distribuição dos equipamentos, a indústria 4.0 é uma aliada pois facilita o planejamento e manufatura descentralizados e flexíveis bem como alterações nos projetos e fabricação sem restrições e também o compartilhamento dos projetos (JAVAID et al., 2020). Para este caso foram usados primeiramente as impressoras de manufatura aditiva, impressoras 3D que tem o potencial de materializar e suprir a demanda de equipamentos de segurança sanitárias sem a necessidade de uma infraestrutura especializada. Os arquivos desenvolvidos neste projeto foram compartilhados com os diversos parceiros e foi por isso que foi possível atingir a fabricação de mais de 20 mil equipamentos em tão pouco tempo.

Essas tecnologias puderam ser associadas à outras estratégias de design que contribuem para o sucesso dos projetos como o uso de metodologias robustas e interativas para desenvolvimento e testes associadas à parcerias com os usuários e redes de distribuição e o design a partir do benchmark, que se utiliza de conhecimentos consolidados e os aprimora para as necessidades específicas do contexto em que está inserido (SIERRA; CATAPAN, 2021; HITCHCOCK et al., 2001). Que foram as estratégias usadas no desenvolvimento deste projeto.

Algumas soluções e projetos similares puderam ser encontrados em Gomes et al (2020) que desenvolveram esses mesmos produtos usando a mesma tecnologia e com o material de ABS e acetato. A impressão dos equipamentos totalizou 3h44 mais o tempo de montagem. Algumas das considerações feitas ao projeto foram que o primeiro projeto não era confortável e o design dificultava a impressão simultânea. O projeto aqui apresentado resolveu essas questões por meio do projeto simplificado, design iterativo e otimização do processo de montagem e distribuição. Diversos outros projetos também atestaram para os benefícios da impressão 3D de protetores faciais (AMIN et al., 2020; FLANAGAN; BALLARD, 2020; NOVAK; LOY, 2020) e para sua contribuição para a segurança dos usuários frente às gotículas possivelmente transmissoras do vírus (SAPOVAL et al., 2020; ROBERGE, 2016) desde que usados corretamente.

Ainda, sobre a realização deste projeto de extensão. Para Carbonari e Pereira (2007), o grande desafio da extensão é repensar a relação do ensino e da pesquisa às necessidades sociais, estabelecer as contribuições da extensão para o aprofundamento da cidadania e para a transformação efetiva da sociedade. O modelo de extensão consiste em prestar auxílio à sociedade, levando contribuições que visam a melhoria dos cidadãos. O entendimento a respeito da relação entre extensão e sociedade, é uma visão fundamental que possibilita a qualidade da assistência prestada para as pessoas. Na realização do trabalho prestado aos cidadãos, cuja finalidade é a melhoria na qualidade de vida dessas pessoas, "a extensão, enquanto responsabilidade social faz parte de uma nova cultura, que está provocando a maior e mais importante mudança registrada no ambiente acadêmico e corporativo nos últimos anos." (CARBONARI; PEREIRA, 2007, p. 27).

> A relação da universidade com a comunidade se fortalece pela Extensão Universitária, ao proporcionar diálogo entre as partes e a possibilidade de desenvolver ações socioeducativas que priorizam a superação das condições de desigualdade e exclusão ainda existentes. E, na medida em que socializa e disponibiliza seu conhecimento, a Extensão Universitária tem a oportunidade de exercer e efetivar o compromisso com a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos. (ROCHA, 2007 apud SILVA, 2011, p. 2).

É importante a conscientização de que, neste momento a população não está enfrentando somente um problema de saúde com implicações graves na integridade física das pessoas, na economia e na produção industrial e intelectual, mas, também, problemas referentes à restrição aos direitos básicos como educação, cultura, esporte e lazer gerados

pelo isolamento social. Neste contexto, a extensão universitária mais do que nunca deve assumir sua responsabilidade com os diversos segmentos da sociedade, construindo novos caminhos para os projetos e ações junto à comunidade com o uso das plataformas digitais, dos recursos tecnológicos disponíveis como forma de minimizar os impactos da pandemia na vida da população em todas as áreas.

CONCLUSÃO

Este projeto possibilitou a produção de protetores faciais através da utilização de modelagem 3D, prototipagem rápida, visando a redução de custos e tempo de fabricação, em relação às máscaras comercializadas no mercado. Com o desenvolvimento deste projeto, foi possível distribuir os equipamentos de proteção individual produzidos aos profissionais que atuam diretamente no atendimento ao público. Foram doados mais de 22 mil EPIs em todo o Paraná, beneficiando hospitais, unidades de pronto atendimento-UPAS, postos de saúde, serviços de atendimento móvel de urgência-SAMUS, escolas, lares de idosos, entre outras instituições em 61 municípios.

O projeto foi constituído pelas ações integradas de um grupo multidisciplinar formado pela união de diversos setores e departamentos da Universidade Federal do Paraná. A Rede UFPR de combate ao COVID-19 associa a expertise de profissionais e pesquisadores da Saúde, Engenharia, Exatas, Tecnologia, Design e conta com o apoio da FUNPAR e Ministério Público do Trabalho do Paraná, Centro de Apoio Científico em Desastres (CENACID), de professores, pesquisadores, alunos e da comunidade. Iniciou com a fabricação dos protetores faciais, apresentada nesse artigo, e se expandiu englobando outras iniciativas como a produção de álcool em gel e confecção de protetores de leitos.

Com o resultado do presente projeto pôde-se avançar nas pesquisas de produção de Equipamentos de Proteção Individual com a utilização da modelagem 3D e o métodos de prototipagem e fabricação rápidas. Pode-se concluir também que as impressoras 3D são ferramentas úteis para produzir inovações e permitir a fabricação de produtos a baixo custo, tornando o acesso à inovação tecnológica, democrático e inclusivo.

O trabalho de Extensão Universitária realizado neste projeto, fortaleceu a relação da universidade com a comunidade ao proporcionar diálogo entre as partes e a

possibilidade do desenvolvimento de ações visando minimizar os impactos da pandemia na vida da população em todas as áreas e consequentemente proporcionando melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.

AGRADECIMENTOS

A todos os docentes, pesquisadores, bolsistas, voluntários e instituições que participaram do projeto, e a Funpar, Reitoria da UFPR e Setor de Ciência Exatas que não mediram esforços para dar suporte às atividades desenvolvidas.

REFERÊNCIAS

AMIN, Dina et al. 3D printing of face shields during COVID-19 pandemic: a technical note. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 78, n. 8, p. 1275, 2020.

CARBONARI, M. E. E.; PEREIRA, A. C. A extensão universitária no Brasil, do assistencialismo à sustentabilidade. **Revista de Educação, Itatiba**, v. 10, n. 10, p. 23-28, 2007.

CARBONI, M. H. S.. LAMP - Laboratório de modelagem e prototipagem. In: Editora Poisson. (Org.). Educação no Século XXI - Artes & Design. 1ªed.Belo Horizonte: Poisson, 2019, v. 12, p. 76-83.

FADHIL, A. Beyond technical motives: Perceived user behavior in abandoning wearable health & wellness trackers. **arXiv preprint**, arXiv:1904.07986, 2019.

FLANAGAN, Sarah T.; BALLARD, David H. 3D printed face shields: a community response to the COVID-19 global pandemic. **Academic radiology**, v. 27, n. 6, p. 905-906, 2020.

GIMENEZ, Ana Maria Nunes; SOUSA, G. FELTRI, R. B. Universidades Brasileiras e COVID-19: fortalecendo os laços com a sociedade. **Boletim Unicamp**, 2020.

GOMES, Bruno et al. In-house three-dimensional printing workflow for face shield during COVID-19 pandemic. **The Journal of Craniofacial Surgery**, 2020.

HITCHCOCK, D. R. et al. Third age usability and safety—an ergonomics contribution to design. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 55, n. 4, p. 635-643, 2001.

JAVAID, Mohd et al. Industry 4.0 technologies and their applications in fighting COVID-19 pandemic. Diabetes & Metabolic Syndrome: **Clinical Research & Reviews**, v. 14, n. 4, p. 419-422, 2020.

KHAN, Mubarak M.; PARAB, Sapna R. Safety guidelines for sterility of face shields during COVID 19 pandemic. **Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery**, v. 73, n. 1, p. 85, 2021.

NOVAK, James I.; LOY, Jennifer. A quantitative analysis of 3D printed face shields and masks during COVID-19. **Emerald Open Research**, v. 2, 2020.

REDECOVID_UFPR. **Imagem postada no Instagram**. 2020. Disponível em: https://www.instagram.com/p/CJGtgKUBTfS/. Acesso em 1 Fev. 2022

REDE UFPR. **Rede Combate COVID-19 da UFPR**. 2021. Disponível em: https://redecovid.ufpr.br/portal/. Acesso em: 11 Out. 2021.

ROBERGE, Raymond J. Face shields for infection control: A review. **Journal of occupational and environmental hygiene**, v. 13, n. 4, p. 235-242, 2016.

SANTOS, A. R. et al. Extensão Tecnológica Inovadora para o combate ao COVID-19através da Iniciativa Startup Experience da UFPR. **Revista Extensão em Foco,** n.23 (Especial), p.216-235, jun. 2021.

SAPOVAL, M. et al. 3D-printed face protective shield in interventional radiology: Evaluation of an immediate solution in the era of COVID-19 pandemic. **Diagnostic and interventional imaging**, v. 101, n. 6, p. 413-415, 2020.

SIERRA, I.S.; CATAPAN, M.F. Designing for the pandemic: individual and collective safety devices. **Strategic Design Research Journal**, v. 14, n. 1, 2021.

SILVA, V. Ensino, pesquisa e extensão: Uma análise das atividades desenvolvidas no GPAM e suas contribuições para a formação acadêmica. In: XX Congresso Nacional da Associação Brasileira de Educação Musical: Educação Musical para o Brasil do Século XXI. 2011, Vitória, **Revista ABEM.** Vitória, novembro de 2011.

UFPR. Saiba tudo sobre as ações da UFPR relacionadas à pandemia do novo Coronavírus. 2020. Disponível em: https://www.ufpr.br/portalufpr/noticias/saiba-tudo-sobre-as-acoes-da-ufpr-relacionadas-ao-coronavirus/#geral. Acesso em: 08 Out. 2021.

Recebido em: 29 de outubro de 2021.

Aceito em: 05 de fevereiro de 2022.