SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIAS ELÉTRICA E BIOMÉDICA

JHONATHAN ALEXANDRE FURTADO MENINEA SERRA

PROPOSAL FOR A LOW-COST PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT (PPE) TO PROTECT HEALTH CARE PROFESSIONALS IN THE FIGHT AGAINST CORONAVIRUS

UFPA
Belém – PA
2023

JHONATHAN ALEXANDRE FURTADO MENINEA SERRA

PROPOSAL FOR A LOW-COST PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT (PPE) TO PROTECT HEALTH CARE PROFESSIONALS IN THE FIGHT AGAINST CORONAVIRUS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Faculdade de Engenharias Elétrica e Biomédica (FEEB) do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Biomédica.

Orientadora: Profª. Drª. Isabela Marques Miziara

UFPA
Belém – PA
2023

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIAS ELÉTRICA E BIOMÉDICA

JHONATHAN ALEXANDRE FURTADO MENINEA SERRA

PROPOSAL FOR A LOW-COST PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT (PPE) TO PROTECT HEALTH CARE PROFESSIONALS IN THE FIGHT AGAINST CORONAVIRUS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharias Elétrica e Biomédica do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Biomédica.
Orientadora: Profª. Drª. Isabela Marques Miziara

Data da Avaliação: 12/07/2023
Conceito: EXCELENTE

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br ISABELA MARQUES MIZIARA
Data: 18/07/2023 19:13:21-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª. Drª. Isabela Marques Miziara
(FEEB/ITEC/UFPA – Orientadora)

Documento assinado digitalmente
gov.br NILTON RODOLFO NASCIMENTO MELO RC
Data: 17/07/2023 11:49:22-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Nilton Rodolfo Nascimento Melo Rodrigues
(FEEB/ITEC/UFPA - Membro da Banca)

Eng. Biomédico Arthur Dos Santos Silva
(Externo - Membro da Banca)

VISTO:

Profª. Drª. Carminda Célia Moura de Moura Carvalho
(FEEB/ITEC/UFPA – Diretora)

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Emilene Serra, por todo o carinho e dedicação, acreditando em meu potencial desde a infância, sempre me acompanhando em eventos científicos, sempre apoiando nos livros que eu precisava e me inscrevendo nos concursos públicos que desejava fazer, espero um dia cumprir com tudo o que ela espera de mim.

Ao meu pai, Ricardo Serra, por todo o trabalho duro que ele precisou enfrentar para nos trazer até aqui, muitas vezes atrasando alguns sonhos seus para ver os dos filhos sendo realizados. Um pai dedicado e um avô melhor ainda.

Ao meu filho, Guilherme Serra, que mesmo sem saber é maior força que move diariamente, alguém pelo qual eu luto e não me canso de lutar para que ele tenha as ferramentas para ser a melhor pessoa possível. Meu anjo azul que me ensina sobre amor há 8 anos.

Ao meu irmão Julio Richard, pelas incansáveis discussões acadêmicas ao longo do curso e da vida, um verdadeiro guru para a construção de trabalhos.

Aos demais membros da minha família, minha avó Maria das Graças, minhas tias Erika, Elaine, por cuidarem de mim desde pequeno, sendo minhas mães postiças e me ajudarem a formar o caráter que tenho hoje.

À minha tia Valdelice e tio Benedito, que em todos os momentos da minha vida estiveram presentes, estando em minhas melhores lembranças da infância, sendo sempre um referencial de que o estudo vale sim a pena e que precisamos nos dedicar aos nossos sonhos.

Ao grupo de amigos “EngBio Maldade” por tornar a graduação mais leve e cheia de memórias que vou levar pra vida toda.

À primeira Empresa Junior de Engenharia Biomédica do Norte do país, o qual tive o orgulho de ser cofundador e exerci o cargo de Diretor Administrativo, a Zaffiro Engenharia Junior, pelos incríveis momentos de crescimento pessoal e por possibilitar que o trabalho aqui tenha sido desenvolvido.

Ao meu amigo que me acompanhou até aqui, Daniel Cruz, um rapaz excepcional e inteligente que sempre me motiva nas horas certas e me impulsiona a ser tão bom quanto ele. Uma pessoa que quero manter a amizade não importa onde estejamos.

Aos meus chefes e colegas de trabalho, Lair, Cilicia, entre outros, que por muitas vezes tiveram uma grande compreensão com meus horários, entendendo a vida corrida de quem trabalha em um cidade e estuda em outra.

À uma grande amiga, Isabelly Martins, que acompanhou de perto todo o processo de conclusão desse curso, alguém que entende tudo que abri mão ao longo desse processo. Mas sempre me motivando a dar o melhor de mim, por sempre ver o melhor das pessoas.

À minha orientadora, Drª Isabela Miziara, que aceitou o desafio da orientação deste TCC, agradeço toda a paciência e disposição, um dos raros tipos de professores que encontramos em nossa caminhada: aqueles que nos inspiram e mudam nossas vidas.

Em memória dos meus avós, Berenice e Edvaldo, que sempre tiveram o sonho de estar presentes na formatura dos netos, e falavam com orgulho sobre todos nós.

À todos vocês, meu muito obrigado.

“O trabalho duro vence o talento” –
Kevin Durant

INFORMATIVO

Neste documento consta a apresentação da defesa do trabalho de conclusão de curso, originado do artigo publicado no **XXVII BRAZILIAN CONGRESS IN BIOMEDICAL ENGINEERING (CBEB 2020),** assim como sua respectiva comprovação de apresentação, utilizados para o crédito na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, de acordo com a Instrução Normativa Nº 01/2023 da Pró- reitoria de Ensino de Graduação.

RESUMO

A situação global causada por um coronavírus em 2020 tornou-se uma crise de saúde sem precedentes. Desde 1918, durante a gripe espanhola, a sociedade brasileira não viu uma doença pandêmica facilidade. Entre os muitos indivíduos expostos ao vírus, os profissionais de saúde os profissionais de saúde são trabalhadores essenciais que combatem a doença. No entanto, devido à falta de investimentos anteriores no setor público saúde no Brasil, vários entraves são evidentes, como o número reduzido de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) disponíveis para profissionais de saúde que têm contato direto com os acometidos pela doença. Portanto, os alunos de graduação alunos e professores da UFPA (Universidade Federal do Pará – Universidade Federal do Pará) Curso de Engenharia Biomédica se mobilizaram para criar soluções para este problema através do estudo e produção de um protótipo de protetor facial de baixo custo, ou seja, um *faceshield*, que se mostrou essencial no auxílio aos profissionais, além de engajar diversos alunos nas causas sociais. Grandes iniciativas como essa aconteceram em estados da região sudeste do Brasil, através da confecção de EPI em impressoras 3D de PLA (filamentos de poliácido láctico) ou ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno), que pode levar horas para ficar pronto. Portanto, o presente estudo descreve um modelo artesanal para promover maior custo-benefício e menor tempo de fabricação. Para medir como este EPI aqui proposto afetou o cotidiano de trabalho desses profissionais, foi realizado um formulário de feedback voltado para os profissionais que usaram o protótipo. Além disso, uma comparação entre o *faceshield* impresso em 3D e nosso protótipo foi realizado. O estudo mostrou que 69,5% dos respondentes, que eram todos profissionais da área da saúde, sentiram-se mais protegidos com o protótipo de protetor facial de baixo custo. Por fim, para esta pesquisa, pode-se dizer que os protetores faciais feitos à mão provaram ser eficazes, fornecendo confiança quando utilizado pelos participantes da pesquisa.

Palavras-chave: Face shield, EPI, Coronavírus, Proteção.

ABSTRACT

The global situation caused by a coronavirus in 2020 has become an unprecedented health crisis. Since 1918, during the Spanish flu, Brazilian society haven't seen a pandemic disease. Among the many individuals exposed to the virus, healthcare professionals are essential workers who fight the disease. However, due to the lack of previous investments in the public health sector in Brazil, several obstacles are evident, such as the reduced number of Personal Protective Equipment (PPE) available for healthcare professionals who have direct contact with those affected by the disease. Therefore, undergraduate students and professors from UFPA (Universidade Federal do Pará – Federal University of Pará) Biomedical Engineering program course mobilized to create solutions to this problem through the study and production of a low-cost face shield model, which proved to be essential in helping professionals, in addition to engaging several students in the social causes. Similar initiatives like this took place in states in southeastern Brazil, through the making of PPE in 3D printers from PLA (polylactic acid) or ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) filaments, which can take hours to be ready. Therefore, the present study presents a handmade model to promote higher cost-benefit and shorter manufacturing time. To measure how this PPE proposed here affected the daily work of these professionals, this study performed a feedback form focused on the professionals who used the handmade model. Also, a comparison between the 3D printed vs the handmade model was done. The study showed that 69,5% of the respondents, which were professionals working in the health field, felt more protected with the handmade face shield. Finally, for this research, it is possible to say that the handmade faceshields have proven to be effective, providing confidence when used by the research participants.

Keywords: Face shield, PPE, Coronavirus, Protection.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 11

1.1 Objetivos do trabalho 13

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 14

2.1 Iniciativas de Produção de Faceshields 17

2.2 Estado Da Arte 21

3. CONSIDERAÇÕES SOBRE O TRABALHO 23

3.1 Iniciativa dos alunos da UFPA 23

3.2 Depoimentos 25

4. CÓPIA DO ARTIGO PUBLICADO 28

5. CONCLUSÃO 33

REFERÊNCIAS 35

ANEXO A – COMPROVANTE DE APRESENTAÇÃO 37

ANEXO B – UTILIZAÇÃO DO FACESHIELD PELOS TRABALHADORES DA SAÚDE 38

ANEXO C – CONFECÇÃO ARTESANAL DO FACESHIELD 39

ANEXO D – CÓPIA DO FORMULÁRIO PASSADO PARA OS PROFISSIONAIS DE SAÚDE 40

1. INTRODUÇÃO

Foram necessárias diversas mudanças para controlar a propagação do COVID-19 e garantir a segurança das pessoas. Entre essas medidas, destacam-se o distanciamento social, o uso de máscaras e escudos faciais pelo público em áreas afetadas pelo vírus, além da higienização das mãos com soluções à base de álcool ou a lavagem adequada. Essas medidas se tornaram indispensáveis para prevenir a transmissão e contágio da doença (ALCÂNTARA, 2022).

Após ser classificado pela OMS como uma epidemia global, a doença causada pelo coronavírus identificada em 2019 passou a ser chamada de Covid-19. O vírus que causa essa doença pode se espalhar por meio de gotículas respiratórias ao tossir ou espirrar, através de aerossóis e também pelo contato com superfícies contaminadas (SILVA, 2020). Portanto, o uso de equipamentos de proteção respiratória é fundamental para controlar sua transmissão. Nesse contexto, a importância do uso de EPIs e a proteção dos profissionais de saúde ganham destaque em todo o mundo.

Contudo, observou-se uma grande demanda na utilização de EPIs por todo o Brasil (JORGE, 2020), e a produção não conseguia acompanhar o crescimento desta demanda, levando a Agência Nacional de Vigilância Sanitária emitir uma resolução flexibilizando a produção de EPIs no Brasil, para que produtores independentes pudessem dar conta dos pedidos.

A partir disso, diversas iniciativas começaram a se desenvolver por todo o país, variando desde *faceshields* cortados a laser até *faceshields* impressos em 3D. Todavia, nem todas as regiões possuem a mesma estrutura que outras. Pensando nisso, voluntários da Empresa Júnior de Engenharia Biomédica da Universidade Federal do Pará – Zaffiro Engenharia Júnior, desenvolveram um projeto de *faceshield* artesanal que pode ser feito em qualquer localidade do país, sem depender de infraestrutura para instalação de impressoras 3D ou pessoal habilitado para trabalhar com corte a laser, um modelo que é produzido com materiais encontrados facilmente em lojas de papelarias.

As viseiras deste projeto foram confeccionadas artesanalmente buscando um baixo custo de produção para atender a alta demanda. No entanto, é fundamental

ressaltar que a confecção desses protetores foi possível devido às novas regras da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), previstas na resolução RDC (Reunião da Diretoria Colegiada) nº 350, de 19 de março, 2020 e agora é mais fácil fabricar os produtos que são considerados uma emergência no combate ao SARS-CoV-2.

Uma pesquisa de satisfação em relação ao uso dos protótipos de *faceshields* por profissionais de saúde em hospitais e emergências unidades de atendimento foi realizada com submissão à Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade João de Barros Barreto Hospital, Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil, sob o número CAAE: 36467120.5.0000.0017. Os voluntários participaram apenas após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, após esclarecimento do procedimento e medidas adotadas durante o estudo. Um questionário online foi elaborado em que os entrevistados forneceram informações sobre a experiência do uso dos protótipos de *faceshields* e informações sobre a disponibilidade e uso de EPIs no Estabelecimento de Assistência à Saúde (EAS) onde trabalham. Dessa maneira, foi possível avaliar a percepção do usuário frente ao nosso modelo de *faceshield*.

A problemática discutida neste trabalho foi analisar se de fato o *faceshield* artesanal proposto pelos alunos voluntários atende as demandas dos profissionais da saúde, seja em questão de higiene, conforto ou mesmo de melhoria da confiança do usuário em executar seu trabalho.

Observando outras iniciativas de manufatura, observa-se que boa parte da produção é realizada com máquinas de corte a laser (CAETANO, 2020) e impressoras 3D (SANTANA, 2022). Nesse contexto, a produção artesanal de *faceshields* de baixo custo que foi o tema central deste trabalho, tem se mostrado uma alternativa viável para suprir a demanda por esses dispositivos de proteção em localidades que não possuem tanta infraestrutura, pois o material do *faceshield* artesanal é de fácil acesso. No entanto, é fundamental avaliar se essas *faceshields*, produzidas de forma artesanal e econômica, são capazes de oferecer conforto e segurança adequado ao usuário.

O conforto é um fator crucial para a aceitação e utilização correta dos EPIs. O desconforto causado pelo uso de um faceshield inadequado pode levar à resistência em utilizá-lo ou até mesmo ao uso incorreto, comprometendo a eficácia da proteção.

Mas também, não é possível abrir mão da segurança, já que o objetivo principal deste equipamento é a prevenção de doenças. Dessa forma, a justificativa deste trabalho encontra-se definida no fato de que o presente TCC contribuirá para o avanço do conhecimento na área de equipamentos de proteção individual de baixo custo, podendo contribuir em possíveis situações futuras de crise sanitária.

Atualmente, a utilização de *faceshields* comerciais já é bem estabelecida na comunidade cientifica, onde vemos os trabalhos de Halls (2023) e Soleman (2023) ressaltando a importância da utilização dos mesmos como prevenção de doenças respiratórias.

1.1 Objetivos do trabalho

O objetivo geral deste trabalho, é avaliar como o protetor facial de baixo custo aqui proposto foi recebido pelo seu público de destino, os profissionais da saúde.

Como objetivos específicos:

- Avaliar o aumento de conforto e segurança que o protótipo de *faceshield* trouxe para os usuários.
- Verificar os grupos que foram mais beneficiados com este protótipo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os protetores faciais (ou *faceshields*) são equipamentos complementares de proteção, feitos para serem utilizados em conjunto com máscaras cirúrgicas ou PFF2, cujo principal objetivo é servir como barreira física para áreas do rosto que ficam expostas mesmo com máscaras (CAVALCANTE, 2021). Ao fornecer uma camada extra de proteção, ela contribui para minimizar os riscos de lesões e contaminações, prevenindo respingos ou partículas perigosas.

De acordo com Prometal EPI (2020), o *faceshield* é constituído de três partes: viseira transparente, que atua como barreira física e é responsável pela visão do usuário, o conector que prende a viseira à cabeça, e algum mecanismo de ajuste, como um elástico.

A sua utilização é especialmente relevante em ambientes onde há maior exposição a substâncias perigosas ou riscos físicos. Profissionais da saúde, por exemplo, podem se beneficiar dessa proteção adicional durante procedimentos médicos que envolvem respingos de fluidos corporais. Da mesma forma, trabalhadores em indústrias que lidam com materiais tóxicos ou partículas volantes também encontram na *faceshield* uma defesa adicional (SANTOS, et., al, 2020).

De acordo com Alcântara *et., al* (2022), os *faceshields* já eram recomendados como mecanismos de proteção à partículas aerossóis desde muito antes da pandemia do Covid-19, devido a atuarem como uma barreira física aos aerossóis produzidos por tosse ou mesmo fala dos pacientes. O autor também cita que os protetores faciais também eram recomendados como itens opcionais na odontologia, mas que não eram comumente usados. Contudo, a partir do momento que se observou que mesmo pacientes assintomáticos transmitem o coronavírus (SILVA *et., al,* 2020), seu uso passou a ser imprescindível.

Além disso, estudos indicam que a rotina de levar a mão até os olhos e boca seria um dos grandes fatores para a disseminação da doença. Coroneo & Collingnon (2021) trazem um grande estudo na Índia onde 19% dos trabalhadores de um Estabelecimento de Assistências em Saúde (EAS) foram contaminados com SARS-COV-2 mesmo utilizando máscaras com tripla camada, álcool em gel e luvas. Após a

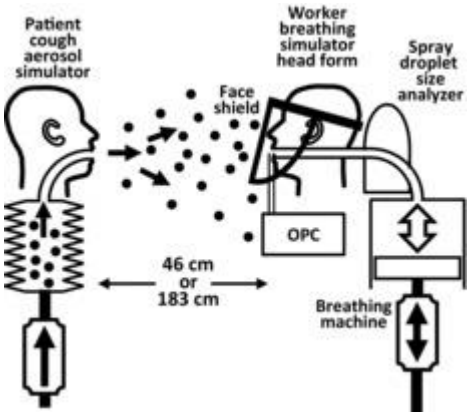
introdução de *faceshields* como método adicional de prevenção, nenhum trabalhador foi contaminado.

Os autores trazem a informação de que a proteção aos olhos e rostos para prevenir doenças é recomendada desde a Gripe Espanhola: “Em 1919, durante a grande praga mundial, máscaras que cobriam todo o rosto, incluído os olhos, foram maravilhosamente eficazes” (CORONEO & COLLINGON, 2021, p.2*).*

Dessa forma, é possível entender a importância do papel de um protetor facial, na função de um *faceshield,* para a prevenção de contaminação de doenças respiratórias, justamente por atuarem como uma barreira física para estas partículas aerossóis que podem carregar os vírus.

Durante o estudo de Lindsley (2014), foi amplamente analisada a eficácia de um protetor facial frente a exposição de aerossóis. A metodologia utilizada foi um simulador mecânico de tosse, que continha partículas de vírus da gripe direcionados para um boneco que simulava a respiração de um trabalhador protegido apenas por um *faceshield*, sem a utilização de máscara, ambos distando entre 46cm a 183cm um do outro, conforme figura 1:

Figura 1. Simulando a eficácia de um faceshield.



. *Fonte: Lindsley* et., al, *(2014).*

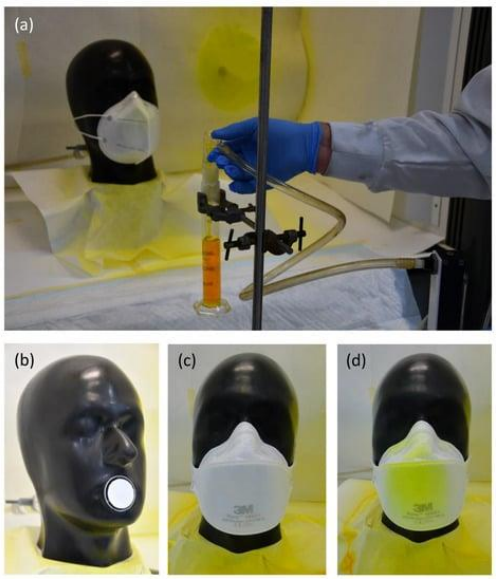
Neste estudo, a conclusão geral obtida foi que a presença do *faceshield* no simulador reduziu em até 96% a exposição à partículas aerossóis contaminadas, nos momentos iniciais da “tosse”. Contudo, ao utilizar partículas menores como 3.4 µm, observa-se um grau de proteção de 68%. A título de comparação, as células do SARS-COV-2 medem cerca de 0,1µm (USP, 2020).

No longo prazo, em cerca de 30 minutos, as partículas contaminadas se dispersaram pelo ar na sala, resultado numa proteção de apenas 23%. A conclusão deste estudo, de acordo com Lindsley *et., al* (2014), é que de fato os protetores faciais são eficazes para bloquear as partículas aerossóis expelidas no curto prazo, mas devem ser usados em conjunto com máscaras, para bloquear partículas menores ou que estejam dispersas no ar.

Confirmando a necessidade de utilizar máscaras junto com os protetores faciais, temos o estudo de Scheepers *et al.* (2021). Neste estudo, um spray de pequenas partículas foi disparado continuamente a um boneco, alternando entre máscara cirúrgica ou respirador PFF2 e com ou sem um *faceshield*. A proposta do estudo foi analisar qual seria a melhor combinação para prevenir contra partículas aerossóis.

A execução do experimento é mostrada abaixo na figura 2:

Figura 2. Simulação da utilização de faceshields e máscaras cirúrgicas vs respiradores PFF2.



Fonte: Scheepers et., al (2021).

Esse estudo demonstrou que o uso do escudo facial em conjunto com máscaras PFF2 reduz a contaminação por aerossóis. Essa proteção é ainda maior quando são utilizadas máscaras cirúrgicas, onde foi observada uma redução de 16,6% nas partículas aerossóis que atingiram o boneco. A longo prazo, conforme as partículas entram em suspensão, observa-se uma conclusão semelhante ao estudo

de Lindsley *et., al* (2014), onde o *faceshield* não se mostra tão eficaz, pois as partículas começam a entrar em contato com o rosto do usuário através do movimento do ar.

Dessa forma, fica estabelecida a função do protetor facial como uma barreira física, para impedir o movimento inercial das partículas aerossóis, devendo sempre ser usado em complemento a um respirador PFF2 ou máscara de tripla camada.

Como medida de enfrentamento à escassez de EPIs por todo o país, observou-se diversas iniciativas pelo país de produção de *faceshields* de baixo custo. Tais iniciativas foram prolificas por inúmeras razões: a facilidade de produção de um *faceshield* em comparação a outros EPIs (como uma máscara N95), a eficácia do uso do *faceshield* para conter infecções respiratórias, quando combinado a protetores respiratórios e a flexibilização da produção de EPIs estabelecida pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 356 da ANVISA.

Dessa forma, é interessante conhecer as iniciativas de produção de *faceshields* artesanais que ocorreram no Brasil durante a pandemia do Covid-19.

2.1 Iniciativas de Produção de Faceshields

Seja em universidades ou centros de pesquisas, devido a urgência vivida na época pelos trabalhadores de EAS, grupos de cientistas, alunos e membros de comunidades *makers* se reuniram para a produção de *faceshields* artesanais para suprir a demanda em todo o território brasileiro. Contudo, isso só foi possível graças a flexibilização estabelecida pela RDC nº 356 da ANVISA, que flexibilizou a produção de máscaras cirúrgicas, protetores faciais e outros equipamentos de proteção por todo o país, como pode-se ver no texto da Resolução:

> *Art. 1° Esta Resolução dispõe, de forma extraordinária e temporária, sobre os requisitos para a fabricação, importação e aquisição de dispositivos médicos identificados como prioritários, em virtude da emergência de saúde pública internacional relacionada ao SARS- CoV-2.*
> *Art. 2° A fabricação e importação de máscaras cirúrgicas, respiradores particulados N95, PFF2 ou equivalentes, óculos de proteção, protetores faciais (face shield), vestimentas hospitalares descartáveis (aventais/capotes impermeáveis e não impermeáveis), gorros e propés, válvulas, circuitos e conexões respiratórias para uso em serviços de saúde ficam excepcional e temporariamente dispensadas de Autorização de Funcionamento de Empresa, da notificação à Anvisa, bem como de outras autorizações sanitárias.*

Além disso, a Resolução também exigia padrões de produção para protetores faciais como o faceshield, como visto na norma ABNT NBR ISO 13688:2017 abaixo:

> *Art. 6° Os protetores faciais do tipo peça inteira devem atender aos requisitos estabelecidos na seguinte norma técnica:*
>
> *I - ABNT NBR ISO 13688:2017 - Proteção ocular pessoal - Protetor ocular e facial tipo tela - Requisitos.*
>
> *§ 1° Os protetores faciais não podem manter saliências, extremidades afiadas, ou algum tipo de defeitos que podem causar desconforto ou acidente ao usuário durante o uso.*
>
> *§ 2° Deve ser facilitada a adequação ao usuário, a fim de que o protetor facial permaneça estável durante o tempo esperado de utilização.*
>
> *§ 3° As faixas utilizadas como principal meio de fixação devem ser ajustáveis ou autoajustáveis e ter, no mínimo, 10 mm de largura sobre qualquer parte que possa estar em contato com o usuário.*
>
> *§ 4° O visor frontal deve ser fabricado em material transparente e possuir dimensões mínimas de espessura 0,5mm, largura 240 mm e altura 240mm.*

Dessa forma, foi possível que estas iniciativas de manufatura pudessem produzir protetores para os trabalhadores de saúde, formando uma rede de auxilio pelo país. No artigo de Jorge (2020), é possível observar algumas das iniciativas observadas pelo autor, como uma forma de quantificar as iniciativas que ocorreram naquele período. Conforme visto na tabela 1:

Tabela 1. Lista de iniciativas de produção de faceshields em 2020.

NOME DO PROJETO	INSTITUIÇÃO	CIDADE/ESTADO	META
Faceshields	UniSociesc	Joinville/MG	500
Movimento Brasília Maior	Instituto Federal de Brasília	Brasília/DF	50
Máscara Face Shield	Universidade Federal de Lavras	Lavras/MG	Não definida
ItecCorona	UFRG	Rio Grande/RS	150
Face Shield NF	UERJ	Nova Friburgo/RJ	660
Face Shield	Fab Lab Joinville	Joinville/MG	1000
Voluntários Face Shield	UFPA	Belém/PA	2000

Fonte: Adaptado de Jorge (2020).

Conforme visto na tabela acima, onde foi adicionada a iniciativa descrita neste trabalho, nota-se que mesmo de estados diferentes, as iniciativas tinham um produto e objetivos em comum: apoiar os profissionais de saúde durante a pandemia do Covid-19. Outro ponto interessante da iniciativa descrita por Jorge (2020) foi a construção

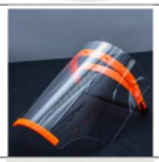
de um portal, onde era possível acompanhar a confecção destes *faceshields* e os locais de fabricação, conforme visto na figura 3:

Figura 3. Portal Face Shield for Life 3d.

Fonte: Jorge (2020).

Já no trabalho de Caetano (2020), nota-se as implicações do investimento público em ações de impacto social. Após o IFSC receber um investimento de R$370 mil reais, o autor do trabalho foi capaz de organizar uma rede de manufatura de *faceshields* cortados à laser, que facilitaria a produção em massa deste protetor. Na figura 4, temos um comparativo dentre os principais tipos de faceshields existentes no mercado:

Figura 4. Quadro comparativo de faceshields.

Modelo	Matéria prima	Processo de fabricação do componente
	4 tipos de materiais PET Cristal (visor) ABS (alça cabeça) Espuma (contato com a cabeça) Elástico (fixação)	**4 tipos de processos** Corte a laser Injeção Corte Corte
	**3 tipos de materiais** PET Cristal (visor) ABS (alça de cabeça) Elástico (fixação da alça de cabeça)	**3 tipos de processos** Corte a laser Impressão 3D Corte
	1 tipo de material PET Cristal (visor e alça de cabeça)	**1 tipo de processo** Corte a laser

Ativar o \
Acesse Conf

Fonte: Caetano (2020).

Como visto na figura acima, a *faceshield* de PET Cristal, cuja metodologia de fabricação é a de corte a laser, configura-se como de maior facilidade de produção,

pois depende de um único material e um único processo de produção, motivo pelo qual foi o modelo escolhido pelo autor do trabalho.

Contudo, este tipo de material pode representar grande desconforto ao usuário (ALCANTÂRA, 2022). Por conta de utilizar o plástico PET em contato direto com a pele do usuário.

Outro projeto observado foi o desenvolvido pelo IFC – Instituto Federal Catarinense, onde a entidade que necessitasse de doações de *faceshields* deveria realizar a solicitação no site do Instituto, onde em apenas 3 meses de funcionamento conseguiram produzir 200 *faceshields* impressos em 3D (SANTOS, 2022).

Já na iniciativa realizada pela Universidade Estadual de Feira de Santana, através do Projeto Provida, os voluntários montaram até mesmo um manual do usuário para seus *faceshields*, confeccionados através de um complexo de 4 impressoras 3D adquiridos pela universidade. Uma parte deste manual pode ser observado na imagem 5:

Figura 5. Manual do usuário de faceshield.

Fonte: Santana (2022).

Dessa forma, é interessante observar a preferência de projeto do tipo impressão 3D, seja por conta da rapidez do processo ou pela automação e possibilidade de fabricação de muitas peças por dia. Contudo, cada cidade e estado possuem uma caracterização diferente, o que pode implicar em soluções diferentes para o mesmo tema.

2.2 Estado Da Arte

Existem discussões acerca da capacidade protetora do *faceshield*, com frequente reclamações advindas dos usuários sobre o conforto que este proporciona. Contudo, conforme pesquisas mais recentes foram realizadas, melhor foi compreendido o papel deste equipamento.

Wendling *et., al* (2021) em seu trabalho de comparação de uso de *faceshields* e máscaras, cita como justificativa para o trabalho a carência de comprovações cientificas da efetividade de protetores faciais. Em contraponto, em seu trabalho ele observou uma redução de 98% na emissão das partículas aerossóis quando duas pessoas usam simultaneamente um *faceshield*.

Além disso, notava-se um certo desconforto da comunidade de profissionais em utilizar protetores faciais, como nos diz Campos *et., al* (2022):

> Prakash et al. (2020) verificaram que os cirurgiões não estavam usando os protetores faciais fornecidos com mais frequência, em virtude do desconforto (33%), pouca visibilidade devido à espessura (36%) e embaçamento repetido (33%). Já Alzunitan et al. (2021) realizaram um estudo comparativo entre o uso de máscaras faciais e protetores faciais e verificaram que as máscaras eram significativamente mais confortáveis do que os protetores faciais (32,7% vs 23,5%), mais fáceis de remover (87,2% vs 77,3%) e forneciam melhor clareza visual (50,1% vs 27,5%) do que os protetores faciais. Foram melhores em termos de menor interferência no trabalho (28,1% vs 50,4%) e eram muito mais leves que os protetores faciais (91,6% vs 33,0%) (CAMPOS, *et., al,* 2022).

Contudo, em pesquisas mais recentes, do ano de 2023, já se compreende plenamente os casos para os quais este EPI é indicado. No trabalho de Halls (2023), por exemplo, temos a conclusão direta de que a utilização do *faceshield* para um paciente com tosse é altamente recomendada, para a diminuição das partículas aerossóis dispersos no ambiente. Mas o mesmo já não é recomendado como mecanismo único de proteção para o trabalhador da saúde.

No estudo de meta análise desenvolvido por Soleman (2023), que analisou 47 artigos voltados para o uso de EPIs durante a pandemia do Covid-19, concluiu que o meio mais eficaz de prevenção são as mascaras cirúrgicas de tripla camada bem

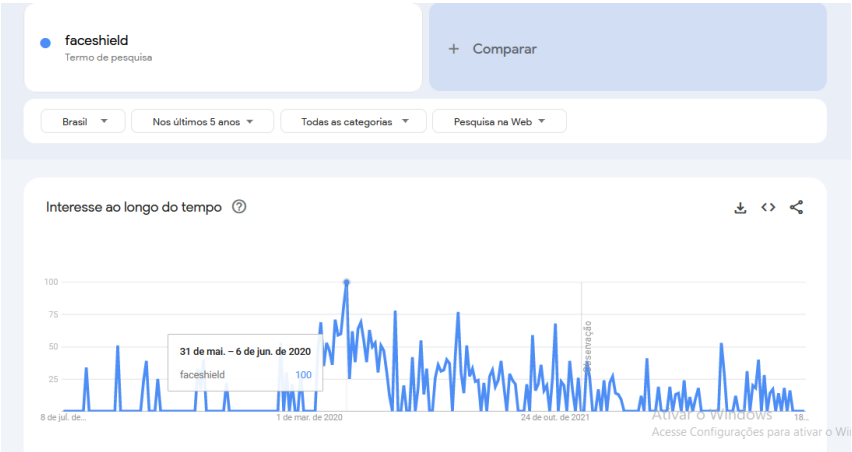
como o treinamento adequado para o uso de EPIs. Dentre este treinamento adequado, inclui-se o fato da utilização combinada do *faceshield* e máscara.

Quanto as iniciativas ativas de produção de *faceshield* em 2023, não foi possível encontrar. Isto é possível devido a redução drástica da demanda pelo equipamento, onde o mercado comum já consegue atender.

À medida que o mundo se recupera da pandemia e as necessidades de EPIs se estabilizam, é fundamental valorizar as lições aprendidas com essas iniciativas, a fim de estarmos preparados para futuras crises de saúde pública. A colaboração entre setores, a capacidade de resposta rápida e a busca por soluções inovadoras continuarão sendo pilares fundamentais para garantir a segurança e o bem-estar de todos.

A título de comparação, uma busca no Google Trends mostra uma procura imensa pela frase “faceshield” no Google, nos anos de 2020 e 2021, mas mostra-se próxima de 0 nos dias atuais, conforme visto na figura 10:

Figura 10. Tendência de pesquisa da palavra "faceshield" nos últimos 5 anos.



Fonte: Autor (2023).

Isso comprova a queda de interesse do tema pela população, apesar de ainda estar sendo objeto de pesquisas na comunidade cientifica.

3. CONSIDERAÇÕES SOBRE O TRABALHO

Nesta seção do trabalho, será detalhado o trabalho de confecção de *faceshields* realizados pelos alunos da UFPA, onde será possível compreender melhor como o protótipo foi construído assim como observar depoimentos de profissionais da saúde que utilizaram o mesmo.

Por fim, ao compreender melhor o trabalho realizado pelos alunos da UFPA na confecção das *faceshields* e ao ouvir as experiências dos profissionais da saúde que as utilizaram, será possível apreciar o impacto positivo e a relevância desse projeto para a proteção daqueles que estiveram na linha de frente do combate à COVID-19

3.1 Iniciativa dos alunos da UFPA

Após diversos estudos e observação de trabalhos já publicados, fica claro que um *faceshield* impresso em 3D pode representar uma grande vantagem para atender a demanda de determinado local. Contudo, há localidades onde a distribuição de *faceshield* se torna um problema, bem como a disponibilidade de impressoras de 3D e seus filamentos pode se revelar algo bastante escasso. Dessa maneira, acaba fazendo sentido a proposta de um *faceshield* artesanal, que pudesse ser feito com materiais simples e produzido em qualquer localidade, que é o objeto deste trabalho.

No protótipo descrito aqui neste trabalho, também foi montada uma tabela de comparação para que pudéssemos analisar a efetividade e custo-benefício de nosso modelo, que pode ser observado na tabela 2 a seguir:

Tabela 2. Comparativo entre o *faceshield* artesanal e o impresso em 3D.

ITEM	FACESHIELD ARTESANAL	FACESHIELD IMPRESSO EM 3D
Tempo de produção	2 a 3 minutos	1 a 2 horas
Custo por peça	Cerca de R$2 reais	Cerca de R$5 reais
Infraestrutura necessária	Não é necessária infraestrutura. Pode ser	Boa rede elétrica para instalação dos

	produzido em qualquer local limpo	equipamentos, espaço para impressoras 3D
Materiais	Disponível na maior parte das papelarias	Disponível em lojas especializadas ou pela internet
Durabilidade	Cerca de 10 dias	Cerca de um mês

Fonte: Elaborador pelo autor (2023).

Dessa forma, apesar de possuir uma menor durabilidade, o *faceshield* artesanal acaba podendo ser confeccionado com mais facilidade, até mesmo em interiores é possível encontrar os materiais necessários para sua confecção (acetato, papel contact e folhas de EVA) em quase todas as cidades do Pará. Esse se tornou um grande ponto positivo, devido a logística de transporte no Pará ser complexa.

Contudo, dispondo de infraestrutura necessária, os voluntários da Empresa Júnior de Engenharia Biomédica da Universidade Federal do Pará foram capazes de construir cerca de 3 mil protetores faciais em parceria com o Centro Integrado de Inclusão e Reabilitação do Pará (CIIR), conforme figura 6:

Figura 6. *Faceshields* feitos em parceria com o CIIR.

Fonte: Agência Pará (2020).

Como são equipamentos que atualmente diretamente como uma barreira física de partículas aerossóis, torna-se necessário realizar a desinfecção e limpeza com certa regularidade para que os mesmos continuem fornecendo a proteção adequada e não se tornem um meio contaminante. Após testes, observou-se que é possível realizar a limpeza da viseira e das demais partes do *faceshield* com álcool 70º e

peróxido de oxigênio, tendo cuidado com a limpeza para não prejudicar a construção do material em si.

Não recomendamos a utilização de altas temperaturas para a limpeza deste protótipo, pois o mesmo não resiste e acaba deformando. Também não se recomenda álcool em gel, pois o mesmo embaça a viseira e prejudica imensamente a visão do usuário. É necessário lembrar que trata-se de um protótipo, dessa maneira ainda são necessários pontos de melhoria. Entende-se que a porosidade do material utilizado pode representar um risco para a plena limpeza do equipamento, dessa forma, o uso prolongado não é recomendado, sendo necessário trocar por outro equipamento em cerca de 7 a 10 dias de uso ou quando a limpeza eficaz do mesmo tornar-se impraticável.

3.2 Depoimentos

Durante o processo de confecção e distribuição das *faceshields* produzidas pelos alunos voluntários da UFPA em parceria com a Zaffiro Engenharia Júnior, diversos profissionais da área da saúde puderam experimentar e avaliar a eficácia desses equipamentos de proteção.

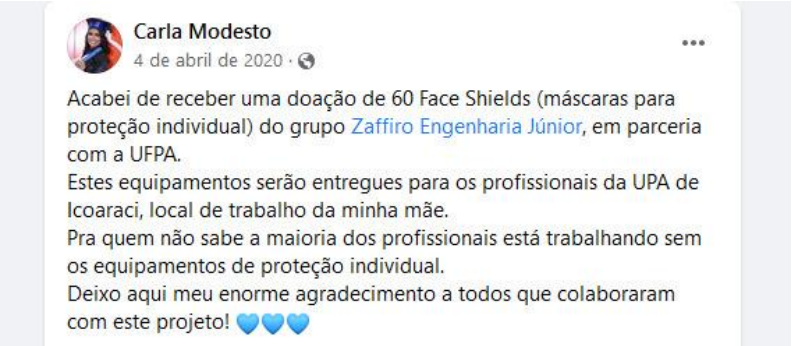
Nesta seção, mostraremos alguns depoimentos dos profissionais que utilizaram as *faceshields* produzidas pelos alunos voluntários da UFPA e da Zaffiro Engenharia Júnior

Esses depoimentos ilustram a relevância e o impacto positivo do trabalho realizado pelos alunos da UFPA em parceria com a Zaffiro Engenharia Júnior. Através do empenho e da dedicação desses jovens voluntários, foi possível proporcionar aos profissionais da saúde uma solução acessível e eficiente para a proteção individual durante a pandemia.

Tais depoimentos foram retirados do formulário que foi passado aos profissionais em saúde, disponível no link https://forms.gle/XSamZohTfDXnWxwo8 bem como da página do *Facebook* da Zaffiro Engenharia Júnior.

Na figura 7, temos uma publicação deixada no facebook da página:

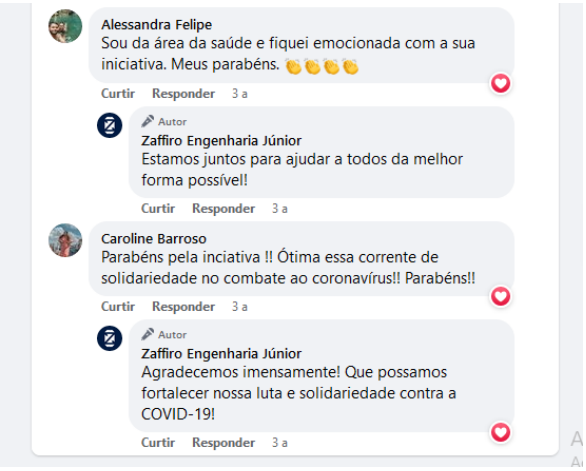
Figura 7. Publicação após uma doação de faceshields.



Fonte: Página do Facebook da Zaffiro Engenharia Júnior (2020).

Além disso, era comum comentários elogiando a iniciativa, também no Facebook, conforme visto na figura 8:

Figura 8. Comentários na página da empresa júnior.



. Fonte: Página do Facebook da Zaffiro Engenharia Júnior.

Conforme dito, no formulário de avaliação que foi passado aos profissionais de saúde que utilizaram o faceshield, também foi criada uma aba para depoimentos, onde os mesmos poderiam dar sugestões ou elogios sobre a iniciativa, conforme visto na figura 9:

Figura 9. Depoimentos deixados no formulário de avaliação.

Fonte: Autor (2023).

Os depoimentos destacam não apenas a qualidade dos materiais utilizados e do design das *faceshields*, mas também a contribuição desses equipamentos para a segurança e tranquilidade dos profissionais da saúde. A iniciativa aqui descrita demonstra o potencial transformador da colaboração entre a academia e o setor privado, na forma de empresa júnior, em prol do bem-estar da sociedade.

No anexo B deste trabalho, temos exemplos da utilização dos *faceshields* por parte dos profissionais em saúde. Enquanto que no anexo C temos uma demonstração da confecção artesanal desses protótipos, seguido por um vídeo tutorial no Youtube.

4. CÓPIA DO ARTIGO PUBLICADO

Proposal for a Low-Cost Personal Protective Equipment (PPE) to Protect Health Care Professionals in the Fight Against Coronavirus

J. A. F. M. Serra[1], D. A. C. Filho[1], J. S. Oliveira[1], M. C. Teixeira[1] and I. M. Miziara[1]

[1] Faculty of Electrical and Biomedical Engineering, Institute of Technology, Federal University of Pará, Belém, Brazil

Abstract — **The global situation caused by a coronavirus in 2020 has become an unprecedented health crisis. Since 1918, during the Spanish flu, Brazilian society haven't seen a pandemic disease. Among the many individuals exposed to the virus, health care professionals are essential workers who fight the disease. However, due to the lack of previous investments in the public health sector in Brazil, several obstacles are evident, such as the reduced number of Personal Protective Equipment (PPE) available for healthcare professionals who have direct contact with those affected by the disease. Therefore, undergraduate students and professors from UFPA (Universidade Federal do Pará – Federal University of Pará) Biomedical Engineering program course mobilized to create solutions to this problem through the study and production of a low-cost face shield model, which proved to be essential in helping professionals, in addition to engaging several students in the social causes. Similar initiatives like this took place in states in southeastern Brazil, through the making of PPE in 3D printers from PLA (polylactic acid) or ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) filaments, which can take hours to be ready. Therefore, the present study presents a handmade model to promote higher cost-benefit and shorter manufacturing time. To measure how this PPE proposed here affected the daily work of these professionals, this study performed a feedback form focused on the professionals who used the handmade model. Also, a comparison between the 3D printed vs the handmade model was done. The study showed that 69,5% of the respondents, which were professionals working in the health field, felt more protected with the handmade face shield. Finally, for this research, it is possible to say that the handmade faceshields have proven to be effective, providing confidence when used by the research participants.**

Keywords – **Face shield, PPE, Coronavirus, Protection.**

I. INTRODUCTION

Because of the coronavirus pandemic, several measures have been taken to promote satisfactory protection for health professionals against possible contamination caused by the coronavirus. The doctors, nurses, and pharmacists are some of the agents who are in straight contact with the patient [1]. However, often in public health units, personal protection instruments are not provided in the necessary way for the appropriate performance of their routine in the Health Care Establishment (HCE).

According to the study above, concern about personal protective equipment for health professionals is a global issue due to the importance of avoiding stagnation of essential health activities because of the lack of personnel.

Also, research shows that health professionals in Italy faced high rates of mortality and infection due to the lack of adequate personal protective equipment [2]. Since, because it is one of the first places affected by the coronavirus pandemic, effective protective measures were not adopted immediately, which overloaded the health system and therefore health professionals were directly affected by the consequences of this factor.

This fickle situation ended up generating many discomforts in the daily lives of health professionals, culminating in a high level of stress and fear in the exercise of the profession [3]. According to the World Health Organization (WHO), until April 8th, 22,073 new cases of coronavirus were reported among health professionals in 52 countries. So far, 7,000 Brazilian health professionals have been reported absent due to respiratory symptoms, of which 1,400 tested positive for the disease and 18 died [4].

Nowadays, in August 13th, according to the World Health Organization Coronavirus Report Nº 205, Brazil have 3.057, 470 confirmed cases and 101.752 deaths [5].

Therefore, the Junior Enterprise (JE) of Biomedical Engineering, Zaffiro Engineering junior, in the face of this problem, proposed to create a model of face shield easy-to-clean, and which could provide a higher cost-benefit, at the same time, making the health care professionals to feel more safer in their jobs.

The JE was responsible for the production of almost three thousand face shields, which were designed to assist health professionals in preventing infection and make their work safer. The fact that the face shield covers the entire length of the face, demonstrates how, complementary to surgical masks, the effectiveness of protection against coronavirus is increased since it protects regions normally exposed, like the eyes [6].

The face shields of this project were handcrafted seeking a low production cost to face the high demand. However, it is essential to note that the making of these protectors was possible due to the new rules of the Brazil Health Surveillance Agency (ANVISA), provided in resolution RDC (Reunião da Diretoria Colegiada - collegiate board meeting) No. 350, of March 19th, 2020 [7], and it is now easier to manufacture the products that area considered to be an emergency in the fight against SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2).

II. Materials and Methods

The proposal for this protective equipment is based on the requirements described in RDC No. 350, of March 19th, 2020 [7], which sought to make the production of PPE more flexible so that they could meet the demand for the treatment of COVID-19, preventing a collapse of the health system and the lack of PPE. Some materials were sought to provide quality and comfort at a low cost for production in large quantities. After research, the selected materials (Table 1) were acquired through donations from the academic community and sponsors sensitized by the project.

Table 1 Material list

Materials
50mm Acetate
Rivets or double-phase tape or hot glue
Pilot for whiteboard
Elastic
Stiletto
Paper contact
Expanded polyethylene or thick EVA
Scissors

Based on the materials mentioned in Table 1, we sought to match the criteria established by the current rules [8] on face shields, described below:

Art. 6. The full-face facial protectors must meet the requirements established in the following technical standard:

I -ABNT NBR (Norma Técnica da Associação Brasileira de Normas Técnicas - Technical Standard of the Brazilian Association of Technical Standards) ISO (International Organization for Standardization) 13688: 2017 - Personal eye protection - Screen type eye and face protector - Requirements.

§ 1 ° The facial protectors cannot maintain protrusions, sharp edges, or defects that can cause discomfort or accident to the user during use.

§ 2 ° Adequacy to the user must be facilitated so that the facial protector remains stable for the expected time of use.

§ 3 ° The strips used as the primary means of fixation must be adjustable or self-adjustable and at least 10 mm wide over any part that may contact the user.

§ 4 ° The front display must be made of transparent material and have minimum dimensions of thickness 0.5 mm, width 240 mm, and height 240 mm.

Thus, we can protect the user and follow regulatory recommendations when using a transparent material such as 50mm acetate, such as a protect visor, expanded polyethylene or thick EVA as the mold and contact paper to wrap up this one, besides the elastic that can be easily replace.

Analyzing several face shield initiatives produced in 3D, comparisons were also made between both models, in which production capacity, difficulty in obtaining materials, price, and necessary infrastructure were verified. Figure 1 illustrates a model face shield produced by a 3D printer vs the handmade model, 3D printed model 3d model seen on Brazil's Ministry of Defense website [9].

Fig. 1 Face shield printed in 3D [9] vs the handmade face shield

A satisfaction survey regarding the use of handmade face shields by health professionals in hospitals and emergency care units was carried out with submission to the Research Ethics Committee of the João de Barros Barreto University Hospital, Federal University of Para, Belem, Brazil, under the number CAAE: 36467120.5.0000.0017. The volunteers only participated with the signing of the Free and Informed Consent Term by the participants, after clarifying the procedures adopted during the study. An online questionnaire was prepared in which the respondents provided information about the experience of using handmade face shields and information about the availability and use of PPE in health care facilities where they work.

Data were obtained through the satisfaction survey, which had 119 participants – group composed of medicine, nursing, physiotherapy, dentistry, pharmacy and technical from the metropolitan area of Belem - in the period from May 20th, 2020 until May 30th, 2020, in some questions the scale is from 0 to 10, which has the following correlation: 0 to 1 is VERY BAD, 2 to 3 is BAD, 4 to 5 is REGULAR, 6 to 7 is GOOD, and 8 to 10 is GREAT/EXCELLENT. The inclusion criteria was professionals who received and used the handmade Faceshields, and the exclusion criteria was professional which received the handmade face shields but didn't used them

This analysis method is similar to public research known as a case study, which is a tool used for the understanding the way and the reasons why an individual decision is taken. It has known that the case study is a research strategy that comprises a method covering all approaches in specific collection and analysis of data [10].

For greater reach, and assistance in gathering data, it was used the online platform Google Forms provided by the Google company [11]. This tool aims to facilitate the application of questionnaires directed to the most varied kinds of research.

The platform allows the form administrator to create and edit the questions, register them as being of multiple choices, free answer, more than one answer per item, and give them the freedom to build questionnaires that best suits them. The questions elaborated to the professionals were: What is your training area? In which sector of HCE do you operate? From 0 to 10, how do you see the availability of PPE in the HCE you work for? From 0 to 10, how much do you feel protected with the PPE you currently use? From 0 to 10, how much more protected do you feel when using face shields? From 0 to 10, how safe do you think Face shields are in terms of disinfection and cleaning? From 0 to 10, how much do you evaluate the comfort of the user's face shield?

III. Results

Based on the methods described above, it becomes possible to assembly a type of face shield that acts as a physical barrier against contamination by droplets, and it is preferably used in conjunction with a filter mask such as N95 or surgical type mask.

It was observed that a handmade face shield's cost is about 50 times lower than that of a professional because the average price of the craft is approximately R$ 2,00 while the professional can reach up to R$ 150,00-R$ 190,00 as noted in Table 2 below.

Table 2. Approximate values of the materials

Item	FS produced per unit	Price in Reais
Acetate roll	12	R$ 10,00
EVA sheet	12	R$ 7,00
Hot glue tube	14	R$ 0,80
Double-sided tape	18	R$ 9,00
Paper Contact	20	R$7,00/meter

Data were obtained through the satisfaction survey, which had 119 participants in the period of 05.20.2020 until 05.30.2020, in some questions it has seen a scale of 0 to 10, which has the following correlation: 0 to 1 is VERY BAD, 2 to 3 is BAD, 4 to 5 is REGULAR, 6 to 7 is GOOD, and 8 to 10 is GREAT/EXCELLENT.

By the end of the satisfaction survey, it was possible to build a table with the data obtained, compiling the alternatives with the response rate, as noted in Table 3:

Table 3. Questions and alternatives

Questions	Alternatives	Response rate
What is your graduation?	Medicine	22,9%
	Nursing	33,1%
	Physiotherapy	13,6%
	Dentistry	7,6%
	Pharmacy	3,4%
	Technical	19,5%
In which sector of the Health Care Establishment (HCE) do you operate?	ICU	39%
	Urgency and emergency	37,3%
	Pneumology	5,9%
	Medical Clinic	11,9%
	Drugstore	3,4%
	Oncology	5,9%
	Others	9%
From 0 to 10, how do you see the availability of PPE in the HCE you work for?	0 a 1	0%
	2 a 3	9,3%
	4 a 5	45,7%
	6 a 7	37,3%
	8 a 10	7,6%
From 0 to 10, how much do you feel protected with the PPE you currently use?	0 a 1	0%
	2 a 3	0%
	4 a 5	25,4%
	6 a 7	61%
	8 a 10	13,5%
From 0 to 10, how much more protected do you feel when using Face shields?	0 a 1	0%
	2 a 3	0%
	4 a 5	0,8%
	6 a 7	29,7%
	8 a 10	69,5%
From 0 to 10, how safe do you think Face shields are in terms of disinfection and cleaning?	0 a 1	0%
	2 a 3	1,7%
	4 a 5	3,4%
	6 a 7	17%
	8 a 10	77,9%
From 0 to 10, how much do you rate the comfort of the Face shield used?	0 a 1	0%
	2 a 3	0,8%
	4 a 5	3,3%
	6 a 7	11,8%
	8 a 10	83,9%

The comparative analysis was performed in an observational manner, as noted in Table 4:

Table 4. Comparative Analysis between the models of Face Shields

Item	Homemade Face shield	3D printed Face shield
Production time	2 to 3 minutes	Between 1 to 2 hours
Cost per piece (in Reais)	Around R$2,00	Around R$5,00
Needed Infraestructure	No complex infrastructure needed	Need for a good electrical network to connect the 3d printer
Materials	Available at any stationery store	Available online or in urban centers
Reuse	Allows for medium reuse (10 days)	Long reuse (one month)

IV. Discussion

According to the results of the satisfaction survey, it was found that the proposed type of face shields actually allowed users to feel more protected in a hospital environment and was also considered comfortable equipment for use. As seen in the literature face shields, even if not providing absolute protection from contamination, do significantly mitigate the chances of contracting the virus [12-14]. The developed equipment can be compared to the BWH / PanFab Mk 1.0 Face Shield, since it resembles the materials used, as well as the satisfactory results to seek [15]. It is noteworthy that the prototype is scalable and new research is emerging to improve the equipment.

The research proved to be very useful in understanding the reality of health professionals in Belém and other municipalities in the state of Pará in Brazil. A comparison with models of face shields with PLA or ABS filament is valid because it is noticed that there are significant differences between them, it was realized that the biggest problem for the proposed handmade face shield is demonstrated in the elastic ribbon used to attach the EVA structure. That ribbon needs to be changed in every use, so it will not become a virus reservoir, as noted by the researchers. Nevertheless, be observed that the users very well accepted the face shield despite the limitations, many professionals reported that such equipment could mitigate the risks of contagion within the hospital environment. Although, the handmade model, due to its durability and resistance, can be used for almost ten days. While the 3D printed, due to its resistance and toughness can be used for almost one month.

The research, it also showed that the nurses are the majority users of the handmade face shields and the ICU (Intensive Care Unit) workplace was where this model were more used, it means that the work of the intensive care nurse is in high demand at this moment, besides of showing the high presence of this class of employees in the hospital as a whole. Right behind the ICU, we have Urgency and Emergency as the second most common workplace, reflecting the current routine, in which the critically ill patient usually seeks first the hospital emergency systems.

It is noted that most health workers consider the availability of PPE in their EAS as regular (45.7%), and besides, 61% feel protected with such PPE. However, 69.5% considered GREAT (according to the questionnaire) the way that they feel more protected using a face shield. The previously reported information indicates that the face shield provides a gain of confidence and morale for users.

According to studies, the proposed face shield model can be cleaned with wipes commonly available in hospitals, 70% isopropanol, and by ionized hydrogen peroxide sterilization,[16] a powerful sterilant also being used on N95 filtering facepiece respirators (masks). Therefore, users found GREAT the safety of the face shield's disinfection in 77.9% of cases, and it is observed that 83.9% of users considered the comfort to be GREAT, considering the options from the questionnaire. This result demonstrates that the handmade face shield was well received and used by health professionals. The assessment regarding disinfection is positive, as considering the current pandemic period and concerns about contagion, this prototype complies with the user's requirements.

Besides, when analyzing the two proposed face shield models, it is clear that the handmade model is easily adapted in any region of the country, while the 3D printed model needs an adequate infrastructure to operate and depends on inputs that aren't usually available in places far from urban centers. Moreover, its cost of production considers the filaments used, the depreciation of the 3D printer, and the electricity used.

V. Conclusions

Given what was discussed and evidenced, it is clear that the face shield proposed in the present work managed to achieve the objectives sought at the beginning of the project. Among them, the creation of a protective barrier to health workers would help them perform their services more effectively and provide an improvement in the psychological state of professionals during the pandemic situation with moments of high stress and fear of contagion.

Having this fact been organized by a junior company of Biomedical Engineering, it must be emphasized the ability of this student nonprofit company has to mobilize the academic community for action in times of chaos as caused by a coronavirus. Thus, with such mobilization, the volunteers contributed to the realization of the significant number of protectors sent to public and private care units.

It was also noted that the proposal for a handmade face shield is valid for a time of social disorder, because of its ease of replication, as it does not depend on infrastructure or purchase of specific inputs. While the printed 3D model is shown to be superior for durability, the handmade model overcomes for its replication, ensuring that even in a poor city, it is made possible to produce this style.

Finally, this study also reaffirms university initiatives such as junior companies that could propose business experience and market, as well as the influence in the creation of future enterprises, mission, vision, and values with a social character.

Conflict of Interest

This study has no conflicts of interest.

REFERENCES

1. Chakraborty S, Nagesh, S (2020). Saving the frontline health workforce amidst the COVID-19 crisis: Challenges and recommendations. In: Journal of Global Health. 2020 Jun; 10 (1): 010345. Available in https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7183244/. Acess in 20 May 2020.
2. Ranney M L, Griffeth V, Jha A K (2020). Critical supply shortages — the need for ventilators and personal protective equipment during the Covid-19 pandemic. N Engl J Med. 2020; 382:e41.
3. "Medo, estresse e correria – o cotidiano dos profissionais de saúde em ambulâncias", National Geographic, maio 15, 2020. https://www.nationalgeographicbrasil.com/cultura/2020/05/medo-estresse-e-correria-o-cotidiano-dos-profissionais-de-saude-em-ambulancias Acess in 9 ago. 2020.
4. "Opinião: Como reduzir o risco de contágio e morte dos profissionais de saúde", Agência Fiocruz de Notícias, abr. 20, 2020. https://agencia.fiocruz.br/como-reduzir-o-risco-de-contagio-e-morte-dos-profissionais-de-saude. Acess in 9 ago. 2020.
5. Coronavirus disease (COVID-19) – Situation report number 205 at https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200812-covid-19-sitrep 205.pdf?sfvrsn=627c9aa8_2&ua=1
6. Livingston E, Desai A, Berkwits M (2020). Sourcing Personal Protective Equipment During the COVID-19 Pandemic. JAMA. 2020;323(19):1912–1914. DOI:10.1001/jama.2020.5317.
7. Imprensa Nacional, RESOLUÇÃO - RDC Nº 350, DE 19 DE MARÇO DE 2020 - DOU - Imprensa Nacional, in.gov.br, 2020. [Online]. Available in http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-350-de-19-de-marco-de-2020-249028045. Acess in 19 May 2020.
8. Resolução da diretoria colegiada - RDC nº 356, de 23 de Março de 2020, portal.anvisa.gov.br, 2020. [Online]. Available in http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/5809525/RDC_356_2020_.pdf/0655c7ae-8c47-4be9-bf0d-4c7b8df03e4e. Access in 19 May 2020.
9. Página Inicial, Ministério da Defesa, 2020. [Online]. Available in https://www.defesa.gov.br/noticias/67632-instituto-militar-de-engenharia-direciona-producao-de-impressora-3d-para-confeccao-de-mascaras. Access in 30 May 2020.
10. Yin R K (2014). Estudo de caso: planejamento e metódos, 2nd ed. Porto Alegre: Bookman, 20. ISBN 85-7307-852-9.
11. Y. Chaiyo and R. Nokham, "The effect of Kahoot, Quizizz and Google Forms on the student's perception in the classrooms response system," 2017 International Conference on Digital Arts, Media and Technology (ICDAMT), Chiang Mai, 2017, pp. 178-182, doi: 10.1109/ICDAMT.2017.7904957.
12. Shoham S, Villaorduna AC, Cotton M, Hardwick M. Comparison of Protection against Ocular Contamination with Disposable Eyewear Products. 2020.
13. Lindsley WG, Noti JD, Blachere FM, Szalajda JV, Beezhold DH. Efficacy of face shields against cough aerosol droplets from a cough simulator. J Occup Environ Hyg. 2014; 11(8):509–518.
14. Ng TC, Lee N, Hui S-CD, Lai R, Ip M. Preventing healthcare workers from acquiring influenza. Infect Contr Hosp Epidemiol. 2009; 30(3):292–295.
15. Mostaghimi A, Antonini M-J, Plana D, Anderson P D, Beller B, Boyer E W, Fannin A, Freake J, Oakley R, Sinha M S Smith L, Van C, Yang H, Sorger P K, LeBoeuf N R, Yu1 S H, (2020). Regulatory and Safety Considerations in Deploying a Locally Fabricated, Reusable Face Shield in a Hospital Responding to the COVID-19 Pandemic. DOI: https://doi.org/10.1016/j.medj.2020.06.003.
16. McEvoy, B, Rowan, NJ (2019). Terminal sterilization of medical devices using vaporized hydrogen peroxide: a review of current methods and emerging opportunities. J. Appl. Microbiol. 127, 1403–1420.

Enter the information of the corresponding author:
Author:Jhonathan Serra
Institute:Institute of Technology
Street: Travesa 14 de abril, 2367
City:Belém
Country:Brazil
Email:johnyserra@gmail.com

5. CONCLUSÃO

No presente trabalho, foi desenvolvido um protótipo de faceshield de baixo custo com o objetivo de fornecer uma alternativa acessível e eficiente para profissionais da saúde. O resultado obtido demonstra que esse modelo mais barato apresenta várias vantagens em comparação aos modelos comerciais disponíveis.

Uma das principais vantagens do protótipo de faceshield de baixo custo é a sua facilidade de produção. Utilizando materiais simples e de baixo custo, como acetato e elásticos, é possível fabricar esses equipamentos em larga escala de forma rápida e econômica. Essa facilidade de produção é crucial em situações de emergência, onde há uma demanda crescente por equipamentos de proteção individual (EPIs) devido a pandemias ou outras crises de saúde pública.

Além disso, o protótipo de *faceshield* de baixo custo também se destaca pelo conforto que proporciona ao usuário. O design ergonômico foi cuidadosamente desenvolvido, levando em consideração o conforto durante longos períodos de uso. A leveza do material e o ajuste adequado garantem que os profissionais da saúde possam usá-lo por horas a fio sem desconforto, permitindo uma atuação mais digna e eficiente.

A utilização deste EPI traz inúmeras vantagens para o profissional da saúde. A *faceshield* fornece uma barreira física eficaz contra gotículas e respingos, reduzindo significativamente o risco de contaminação por patógenos. Além disso, sua transparência permite uma visibilidade clara do rosto do usuário, facilitando a comunicação e o reconhecimento facial, aspectos essenciais para o estabelecimento de uma relação de confiança com os pacientes.

Ao fornecer uma solução de baixo custo, fácil produção, confortável e eficiente, este protótipo de *faceshield* é uma alternativa viável para profissionais da saúde, especialmente em cenários onde a disponibilidade de EPIs comerciais é limitada ou seus custos são proibitivos. Sua utilização é de grande ajuda para a atuação digna do profissional, garantindo sua segurança, conforto e facilitando a interação com os pacientes.

Acredita-se que esse protótipo possa contribuir significativamente para a proteção dos profissionais da saúde e, consequentemente, para a segurança e bem-

estar da população em geral. Recomenda-se a realização de estudos adicionais e a busca por parcerias com instituições e órgãos governamentais para a implementação em larga escala desse protótipo, visando o benefício da comunidade médica e da sociedade como um todo.

Tais estudos podem envolver o desenvolvimento de melhores práticas para desinfecção, ou mesmo a pesquisa de materiais que sejam menos porosos mas que ainda sejam resistentes. Contudo, sempre devemos manter como base a ideia de que tais materiais devem ser de fácil acesso, para que este protótipo possa chegar até mesmo em regiões remotas e afastadas de centros urbanos.

Além disso, outro ponto de melhoria é o embaçamento da viseira. Foram observados relatos de que a respiração do usuário as vezes embaçava o material, o que prejudicava a visão. É possível pensar em alguma película de proteção que evite este tipo de situação.

Outro ponto interessante seria uma melhoria na construção do equipamento, pois muitas vezes a viseira está utilizável, mas o sistema de ajuste na cabeça não, e vice-versa, de modo que um *faceshield* desmontável seria de grande ajuda, pois poderíamos trocar apenas as peças com problema e não o equipamento inteiro como é feito atualmente.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA PARÁ. **Governo viabiliza produção de 3 mil protetores faciais para rede de saúde**. Disponível em: <https://www.agenciapara.com.br/noticia/19232/governo-viabiliza-producao-de-3-mil-protetores-faciais-para-rede-de-saude>. Acesso em: 3 jul. 2023.

ALCÂNTARA, J. F. S. et al. **ESCUDO FACIAL (FACE SHIELD) EM TEMPOS DE COVID-19**: uma revisão de literatura. SALUSVITA, Bauru, v. 41, n.1, p. 92-105, 2022.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução – **RDC n. 356, de 23 de março de 2020**. [2020b]. Disponível em: http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-356-de-23-de-marco-de-2020-249317437. Acesso em: 02 de julho de 2023.

CAETANO, Ulisses Filemon Leite. **DESIGN DE MÁSCARAS DE SEGURANÇA DO TIPO FACE SHIELD: AÇÕES DE ENFRENTAMENTO AO COVID-19 DO IFSC DE ITAJAÍ**. REVISTA EXTENSÃO & CIDADANIA. v. 8, n. 14, p. 351-371, jul./dez. 2020.

CAVALCANTE, Eunádia Silva. **MATERIALIZAÇÃO DIGITAL DE PROTETORES FACIAIS (FACE SHIELDS)**: uma ação a favor da vida. Revista Extensão & Sociedade, 2021, Especial Covid-19.

CORONEO, M.T.; COLLIGNON, P.J**. SARS-CoV-2**: eye protection might be the missing key. The Lancet. Microbe, v.2, ed.5, 23 de fevereiro de 2021. doi: 10.1016 / S2666-5247 (21) 00040-9

GARCIA, L. P. **Uso de máscara facial para limitar a transmissão da COVID-19. Epidemiologia e servicos de saude**: revista do Sistema Unico de Saude do Brasil, v. 29, n. 2, p. e2020023, 2020.

HALL, S. et al. **Evaluation of face shields, goggles, and safety glasses as a virus transmission control measure to protect the wearer against cough droplets**. Annals of work exposures and health, v. 67, n. 1, p. 36–49, 2023.

USP. **Projeto Genoma** (2020). Disponível em: https://genoma.ib.usp.br/files/upload/171/28-04-20.pdf. Acesso em 2 de julho de 2023.

JORGE, Eduardo Freitas. **Face Shield for Life 3D**: produção colaborativa, usando a comunidade de makers, dos protetores faciais padrão RC3 para os proissionais de saúde em Salvador. Cadernos de Prospecção – Salvador, v. 13, n. 2, Edição Especial, p. 513-525, abril, 2020.

LINDSLEY, W. G. et al. **Efficacy of face shields against cough aerosol droplets from a cough simulator**. Journal of occupational and environmental hygiene, v. 11, n. 8, p. 509–518, 2014.

PROMETAL EPIS. **Face Shield**: Veja a importância deste EPI!. Site da internet (2020). Disponível em: https://prometalepis.com.br/blog/face-shield-veja-a-importancia-deste-epi/. Acesso em 08 de julho de 2023.

SANTANA, Thiago da Silva**. Experiência de uma universidade pública na produção de tecnologias para a proteção de trabalhadores na pandemia da COVID-19**. Rev. Enferm. Contemp., Salvador, 2022;11:e4178. http://dx.doi.org/10.17267/2317-3378rec.2022.e4178.

SANTOS, A. F. dos .; RAMOS, I. S. .; SANTOS, A. C. S. dos .; BORGES, G. F.; SILVA, I. de O. e .; GUIMARÃES, J. M. de M. . **Equipamentos de Proteção Individual Impressos em 3D por Instituições de Ensino Federais para o Enfrentamento da COVID-19**. Cadernos de Prospecção, [S. l.], v. 13, n. 5, p. 1237, 2020. DOI: 10.9771/cp.v13i5.38373. Disponível em: https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/38373. Acesso em: 9 jul. 2023.

SANTOS, Laryssa Maria Carvalho dos**. PRODUÇÃO DE MÁSCARAS DO TIPO FACE SHIELD**. Anais do 40º Seurs - Seminário de Extensão Universitária da Região Sul. São Francisco do Sul, Santa Catarina, 2022.

SCHEEPERS, P. T. J. et al. **Comparative performance testing of respirator versus surgical mask using a water droplet spray model**. International journal of environmental research and public health, v. 18, n. 4, p. 1599, 2021.

SILVA, Juliana Herrero da et al. **Descrição de um cluster da COVID-19**: o isolamento e a testagem em assintomáticos como estratégias de prevenção da disseminação local em Mato Grosso, 2020. Epidemiologia e Serviços de Saúde [online]. v. 29, n. 4 [Acessado 3 Julho 2023] , e2020264. Disponível em: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742020000400005>. ISSN 2237-9622.

SOLEMAN, S. R. et al**. Efficacy of personal protective equipment to prevent environmental infection of COVID-19 among healthcare workers**: a systematic review. Environmental health and preventive medicine, v. 28, n. 0, p. 1, 2023.

WENDLING, J.-M. et al. **Experimental efficacy of the face shield and the mask against emitted and potentially received particles**. International journal of environmental research and public health, v. 18, n. 4, p. 1942, 2021.

ANEXO A – COMPROVANTE DE APRESENTAÇÃO

Figura 11. Certificado de apresentação do artigo que deu origem a este Trabalho de Conclusão de Curso.

XXVII Brazilian Congress in Biomedical Engineering (CBEB 2020)
October 26-30 2020 Vitoria (Brazil)

CBEB2020
XXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica

Official Certificate

JHONATHAN ALEXANDRE FURTADO MENINEA SERRA

presented the following work at the Brazilian Congress in Biomedical Engineering (CBEB2020), held in Vitoria, Brazil, on October 26-30, 2020:

PROPOSAL FOR A LOW-COST PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT (PPE) TO PROTECT HEALTH CARE PROFESSIONALS IN THE FIGHT AGAINST CORONAVIRUS

On behalf of the Organizing Committee,

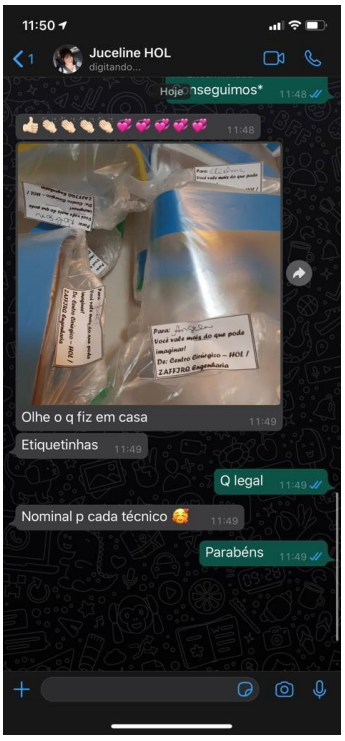
Teodiano Freire Bastos-Filho
CBEB2020 General Chair

SBEB 60 IFMBE CNPq FAPES GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO FEST

Fonte: CBEB (2020).

ANEXO B – UTILIZAÇÃO DO FACESHIELD PELOS TRABALHADORES DA SAÚDE

Figuras 12 a 16. Profissionais do Hospital Ophir Loyola utilizando o equipamento aqui descrito



Fonte: Autor (2023).

ANEXO C – CONFECÇÃO ARTESANAL DO FACESHIELD

Figura 17. Registro de confecção artesanal do faceshield.

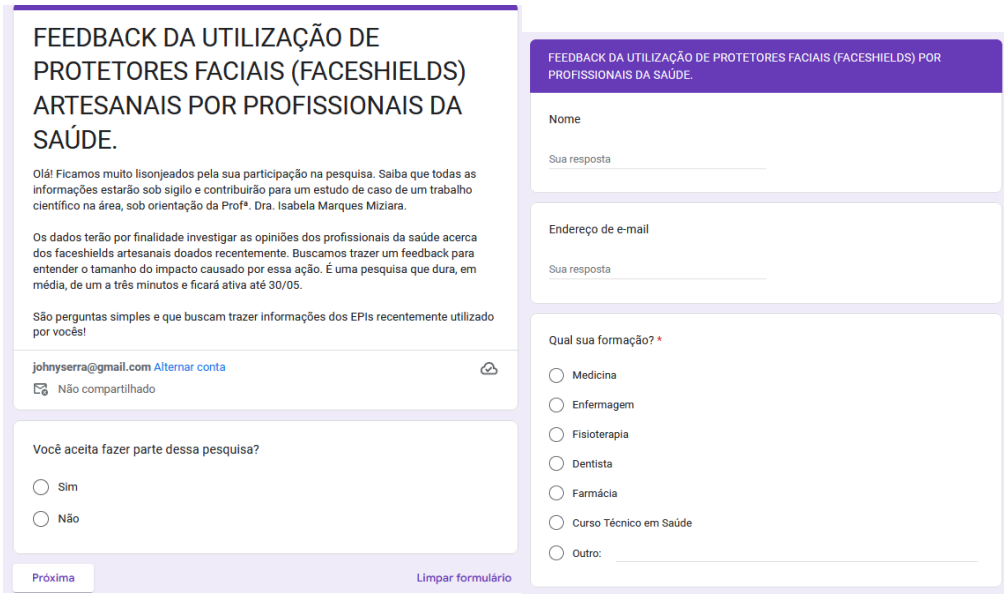
Fonte: Autor (2020).

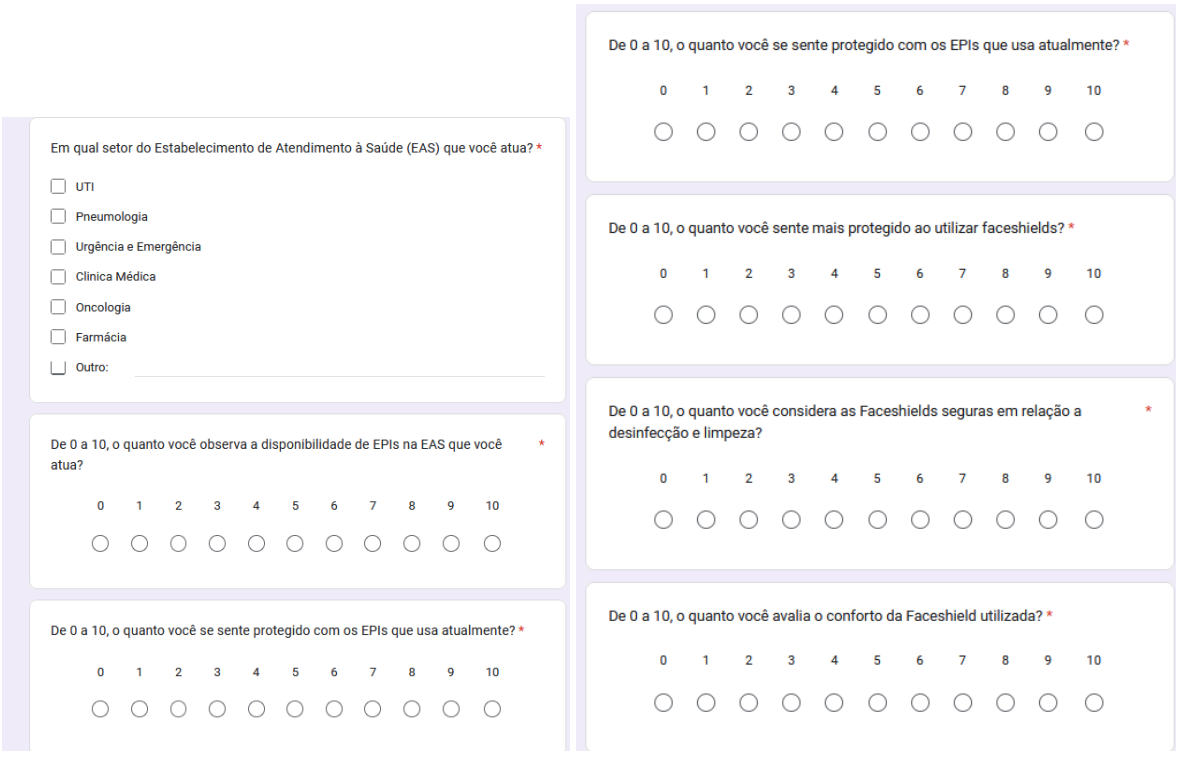
Tutorial de montagem disponível no Youtube:

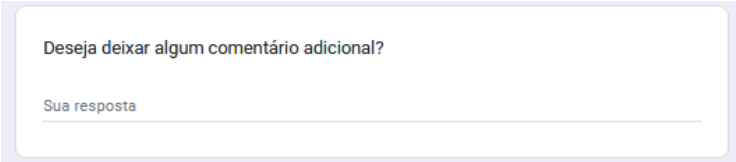
https://youtu.be/bqoDJt858Ws

ANEXO D – CÓPIA DO FORMULÁRIO PASSADO PARA OS PROFISSIONAIS DE SAÚDE

Figuras 18 a 22. Cópia das perguntas realizadas no formulário de feedback.







. Fonte: Autor (2023). Disponivel no link: https://forms.gle/T2efLTFz6g8Kg9KW8