

## Contribuições da engenharia biomédica da UFABC no combate à COVID-19

### RESUMO

A pandemia de COVID-19 tem imposto enormes desafios à humanidade sendo que diversos setores da sociedade têm apresentado respostas de acordo com suas possibilidades e áreas de atuação. Os cursos de graduação e pós-graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Federal do ABC (UFABC) possui um corpo docente e discente com atuação em pesquisa e desenvolvimento de tecnologia em diversas áreas do setor de saúde, o que lhe confere responsabilidade científica, tecnológica e social no impedimento do avanço desta pandemia. Este artigo procura relatar as contribuições da Engenharia Biomédica da UFABC no combate à COVID-19, em especial na região do ABC Paulista durante os dois primeiros meses de isolamento social no Estado de São Paulo.

**PALAVRAS-CHAVE:** COVID-19. Ventilador Pulmonar. EPI. Aplicativo. Esterilização UV.

**Olavo Luppi Silva**  
[olavo.luppi@ufabc.edu.br](mailto:olavo.luppi@ufabc.edu.br)  
Universidade Federal do ABC,  
São Bernardo do Campo, São  
Paulo

**Victor Allisson da Silva**  
[victorallisson.lab@gmail.com](mailto:victorallisson.lab@gmail.com)  
Universidade Federal do ABC,  
São Bernardo do Campo, São  
Paulo

**Danilo Luna Campos**  
[dan.luna.campos@gmail.com](mailto:dan.luna.campos@gmail.com)  
Universidade Federal do ABC,  
São Bernardo do Campo, São  
Paulo

**João Gabriel Arrojado Righett**  
[jao.g.a.r@gmail.com](mailto:jao.g.a.r@gmail.com)  
Universidade Federal do ABC,  
São Bernardo do Campo, São  
Paulo

**Nasser Ali Daghastanli**  
[nasser.daghastanli@ufabc.edu.br](mailto:nasser.daghastanli@ufabc.edu.br)  
Universidade Federal do ABC,  
São Bernardo do Campo, São  
Paulo

**Christiane Bertachini Lombell**  
[christiane.lombello@ufabc.edu.br](mailto:christiane.lombello@ufabc.edu.br)  
Universidade Federal do ABC,  
São Bernardo do Campo, São  
Paulo

**Fernanda N. Almeida**  
[fernanda.almeida@ufabc.edu.br](mailto:fernanda.almeida@ufabc.edu.br)  
Universidade Federal do ABC,  
São Bernardo do Campo, São  
Paulo

## INTRODUÇÃO

No Brasil, a COVID-19 levou a óbito 16.118 cidadãos até 17 de maio de 2020 (CORONAVÍRUS - BRASIL, 2020). Os casos confirmados no país atingem 241 mil pacientes, com 6,7 % de letalidade e 7,7% de mortalidade. Desde o 1º caso relatado no Brasil (26/02/2020) e a 1ª morte (17/03/2020), passaram-se apenas 20 dias, e até a data de finalização deste artigo, o número de mortes tem tido crescimento exponencial.

O Brasil registrou até o dia 14 de maio, 31,7 mil profissionais de saúde infectados pela COVID-19 (PRAZERES, 2020), os quais tiveram que ser afastados de suas atividades profissionais. Uma das formas de prevenir o contágio desses profissionais é através dos Equipamentos Proteção Individual (EPIs). No entanto, a escassez devido à alta demanda mundial, tem levado à necessidade de sua reutilização, o que requer medidas eficazes para sua desinfecção.

No dia 16 de março de 2020 a UFABC suspendeu as aulas. No dia 19, isto é, oito dias após a declaração de pandemia pela OMS, os professores do curso de Engenharia Biomédica da UFABC receberam uma carta aberta intitulada “Mobilização dos alunos da Engenharia Biomédica para enfrentamento à COVID-19”. Esta carta, que fora assinada por um grupo de alunos nucleados em torno do capítulo estudantil da IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), fazia um chamado à mobilização da comunidade contra o avanço da COVID-19, em especial àqueles envolvidos com a pesquisa e ao desenvolvimento de tecnologias na área médica.

A partir de então alguns docentes começaram a colaborar intensamente com este grupo de alunos, em sua maior parte vinculados aos cursos de graduação e pós-graduação em Engenharia Biomédica. O grupo passou então a se articular através do grupo de Whatsapp “EBM UFABC vs COVID-19”, tendo se dividido em cinco frentes de atuação: (i) Equipamentos de Proteção Individuais (EPI’s) hospitalares e máscaras, (ii) esterilização de máscaras por luz UV, (iii) aplicativo de triagem de pacientes e (iv) ventilador pulmonar. Outros colaboradores se somaram ao grupo pioneiro, trazendo suas iniciativas individuais, motivados pelas chamadas pelas ações da comunidade da UFABC no combate à pandemia da doença COVID-19 e do Comitê Covid da UFABC. Este artigo procura documentar as atividades desenvolvidas por essas frentes de atuação nos dois primeiros meses de isolamento social.

## PRODUÇÃO DE EPI’S

Máscaras e viseiras (*face shield*) estão entre os EPI’s mais demandados durante a pandemia de COVID-19. As viseiras são uma proteção de material transparente que oferecem uma barreira para toda a região frontal e lateral do rosto. São compostas por uma barreira transparente, um suporte (como uma tiara) que prende a proteção e um elástico ou fita para a fixação do suporte na cabeça do usuário. São especialmente efetivas para a proteção da membrana mucosa ocular. Esse equipamento é um complemento às máscaras de proteção oral e nasal.

Muitos modelos de viseira já estavam disponíveis na internet quando o projeto foi iniciado. Os suportes são feitos com materiais termoplásticos, como a

Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) e o Polietileno Tereftalato de Etileno Glicol (PETG), por meio de impressão 3D. A viseira pode ser feita de acetato ou Politereftalato de Etileno (PET) e é obtida com o uso de máquinas corte a laser (Besko, 2020). Foi feita uma análise com apoio da Secretaria de Saúde de São Bernardo do Campo quanto ao custo versus benefício de projetos encontrados *on-line*. Os modelos mais promissores encontrados foram o da Prusa e 3DVerkstan.

Com o apoio de professores, técnicos de laboratório e de alunos de graduação e pós, foi possível direcionar os esforços de diversas impressoras 3D existentes nas dependências da universidade para a produção destas viseiras. Em conjunto com o projeto *Mask Makers* foram entregues mais de 1.000 (mil) protetores faciais para 10 municípios da grande São Paulo (Mask Makers, 2020).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), tendo ciência da escassez de equipamentos de proteção em todo o mundo, emitiu uma simplificação dos requisitos necessários para a comercialização e distribuição máscaras cirúrgicas. Entre os pontos abordados, o órgão dispensou temporariamente os fabricantes da homologação prévia da Autorização de Funcionamento de Empresa (AFE), de notificação das suas atividades à Agência, bem como de outras autorizações sanitárias. Também permitiu que máscaras que aguardam a realização de ensaios possam ser utilizadas por profissionais de apoio em serviços de saúde, desde que prestem assistência a mais de um metro dos pacientes suspeitos ou confirmados de infecção pelo novo coronavírus.

Dessa forma, considerando os recursos disponíveis e as simplificações liberadas pela ANVISA, considerou-se viável a pesquisa para fabricação de máscaras cirúrgicas pela UFABC. Após busca na literatura, foi encontrado um documento emitido pela UEL recomendando a utilização de um material alternativo para confecção das máscaras, denominado *Spunbond-Meltblown-Spunbond* (SMS). Trata-se de um trilaminado de não-tecido 100% polipropileno comumente utilizado para embalar materiais para esterilização. Teoricamente, esse material atenderia aos requisitos exigidos por norma e ainda estaria disponível no mercado.

Uma amostra desse material, gentilmente cedida pelo Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (HC-UFU), foi enviada para testes em São Paulo. Na época, o HC-UFU já tinha conhecimento dessa alternativa e já confeccionava máscaras desse material em seu setor de Corte & Costura, para serem utilizadas em caso emergencial.

Dentre os requisitos aos quais as máscaras devem obedecer, os principais são a Eficiência de Filtragem de Partículas (EFP), que deve ser maior ou igual a 98%, e a Eficiência de Filtragem Bacteriana (BFE), que deve ser maior ou igual a 95%.

Entrou-se em contato com um fabricante do material, a Amcor, que forneceu o laudo de BFE que comprova a eficiência superior a 98%. O teste de EFP foi realizado no laboratório do Prof. Paulo Artaxo (Instituto de Física, Universidade de São Paulo), e demonstrou EFP > 95%. A norma ABNT NBR 15052 exige outros testes, como o de irritabilidade dérmica, de tração das amarras e de respirabilidade, porém estes testes não chegaram a ser realizados.

Uma amostra da máscara já foi enviada para a Secretaria de Saúde de São Bernardo e está em avaliação. As viseiras, por sua vez, continuam em produção nos laboratórios da UFABC e estão sendo distribuídas de acordo com as necessidades que são trazidas ao grupo.

### ESTERILIZAÇÃO DE MÁSCARAS N95

Este é um projeto voltado para os profissionais da área da saúde envolvidos na prevenção e no combate à pandemia de COVID-19, que utilizem máscaras N95 ou PFF2 na sua rotina profissional (CRODA; GARCIA, 2020). Apesar da importância dos EPIs no combate ao coronavírus, o aumento significativo do atendimento à saúde de pacientes da COVID-19 resultou na escassez de fornecimento desses equipamentos, não só no Brasil, mas em todo mundo.

A ANVISA orienta que os profissionais de saúde que prestam assistência a menos de um metro de pacientes suspeitos ou confirmados com infecção pelo coronavírus devem trocar a máscara cirúrgica por uma máscara N95 ou PFF2 quando realizarem procedimentos com risco de geração de aerossóis. As máscaras N95 e PFF2 possuem eficácia mínima de 95% na filtração de partículas de até 0,3 $\mu$ . A falta de disponibilidade de máscaras N95 e PFF2 à venda no mercado torna a ampliação de uso ou mesmo a reutilização desses EPI's necessárias (BRASIL, 2020; WHO, 2019; WHO, 2020).

O objetivo desta frente de trabalho é o desenvolvimento de equipamento de baixo custo e rápida produção para a esterilização de máscaras N95 ou outras; com a proposta de ampliar o tempo de utilização deste EPI em condições emergenciais de desabastecimento deste produto no mercado. O projeto envolve o desenvolvimento do dispositivo de esterilização de máscaras N95, utilizando luz na região espectral UV-C (240nm), e validar segurança e eficácia do mesmo, segundo as recomendações normativas.

O equipamento, denominado *DeLux*, foi projetado para esterilização simultânea de 16 máscaras, em módulo portátil, leve e que poderá ser utilizado em bancadas ou espaços reduzidos, até mesmo em atendimento externo aos serviços de saúde, como ambulâncias e hospitais de campanha. O tempo de esterilização, em torno de 20 a 30 minutos, permite rotatividade de uso, ampliando a quantidade de máscaras a serem esterilizadas. A produção do equipamento está sendo acordada com uma empresa da região do ABC paulista. A aplicação também deve ser iniciada pela região do ABC, onde o número de casos da doença é bastante significativo, uma das mais altas do Estado de São Paulo. A tecnologia poderá ser disponibilizada de forma mais ampla para a rede de atendimento à saúde, promovendo de forma segura proteção aos profissionais que utilizam as máscaras N95 ou PFF2.

### COVIData: PLATAFORMA WEB PARA IDENTIFICAÇÃO, MONITORAMENTO E ANÁLISE DE CASOS SUSPEITOS DE COVID-19

A alta taxa de transmissão do vírus SARS-CoV-2, com aumento exponencial de indivíduos infectados, consiste em um grande desafio para as instituições e equipes de saúde que combatem a propagação desta doença. Nesse cenário, ferramentas que permitam o atendimento da população à distância, tornaram-se

essenciais devido à necessidade de conter a disseminação do novo coronavírus. Diante disso, entender como ocorre a dispersão geográfica do vírus SARS-CoV-2 e quais fatores de risco são mais prevalentes na população infectada se tornou absolutamente crucial.

Devido à dificuldade dos próprios pacientes que adquiriram a COVID-19 identificarem sintomas comumente associados a uma síndrome respiratória, ferramentas baseadas na Web, que podem ser acessadas a partir do computador ou de aplicativo de celular, tem se tornado uma necessidade crescente. Com a finalidade de atuar na notificação de casos suspeitos de COVID-19 e na detecção dos locais de disseminação de casos na região metropolitana de São Paulo, conhecida como ABC Paulista, foi desenvolvida a ferramenta COVIData (<https://covidata.ufabc.edu.br/>).

O foco do desenvolvimento do questionário a ser respondido na ferramenta tomou como base a implementação de um algoritmo para triagem que fosse completo, e que entendesse os sintomas que estão sendo identificados recentemente em pesquisas clínicas mundiais, atualizado e baseado em evidências e nas diretrizes do Ministério da Saúde e Organização Mundial de Saúde (OMS).

Esta plataforma permite a identificação de cidadãos com sintomas de COVID-19 de forma georreferenciada, e permite a coleta e armazenamento de dados como os sintomas associados, às condições sociais, demográficas e de saúde do cidadão. A avaliação dos dados coletados e a indicação de realização de teste laboratorial para confirmação dos casos de COVID-19 permitem a identificação das formas de manifestação clínica da doença, bem como dos fatores de risco associados à maior morbidade.

### **ARA PLUS - VENTILADOR PULMONAR DE BAIXO CUSTO**

Devido às complicações causadas no sistema respiratório pela COVID-19, uma forma de aliviar a respiração autônoma é utilizando ventiladores pulmonares para empurrar o ar, com níveis aumentados de oxigênio, para os pulmões, gerando troca gasosa em níveis essenciais para a manutenção fisiológica (ROUBICEK, 2020). Essa é a melhor opção disponível até o momento para prolongar a vida dos pacientes e lhes dar tempo para recuperação.

Entretanto a previsão é de que a atual capacidade instalada na rede pública e privada de hospitais não seja capaz de atender a um aumento rápido e inesperado na demanda por ventiladores. A estimativa da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia é de que o Brasil necessitará, nas próximas semanas, de pelo menos 20 mil ventiladores pulmonares a mais para atender as pessoas que chegarão aos hospitais nos próximos meses. O país conta hoje com apenas 65.411 (FOLHA WEB, 2020; UFRJ, 2020).

Por esse motivo, uma das frentes de trabalho se dedicou a desenvolver um ventilador pulmonar de baixo custo baseado na automatização de um reanimador manual, comercialmente conhecido como Ambu. Trata-se de um balão autoinflável, dotado de uma válvula unidirecional que ao ser apertado manualmente é usado para levar ar aos pulmões em situações de reanimação. O sistema de compressão do Ambu se inspirou no comando de válvulas de cabeçote dos motores à explosão. Isto é, um came excêntrico acionado por um

motor DC pressiona o Ambu ciclicamente. Desta forma é possível impor variações de volume e pressão durante os ciclos respiratórios, bem como o volume inspirado, limitado por válvulas mecânicas. Já parâmetros de tempo de inspiração/expiração, são controlados por um microcontrolador Arduino que aciona um motor redutor por meio de um circuito do tipo ponte H.

As principais vantagens associadas ao equipamento desenvolvido são a simplicidade, com um mínimo de peças móveis, e o fato de não exigir a alternância de direção de acionamento do motor, diminuindo o ruído e o desgaste mecânico. Ainda, o equipamento apresenta sensores de segurança, capazes de identificar o início e o fim da inspiração e se adequar ao padrão inspiratório do paciente.

Uma prova de conceito foi construída ainda em março de 2020 e batizado de *Ara-Plus*. Em tupi guarani, *Ara* significa ar, portanto o nome deste equipamento representa literalmente “mais ar”. O projeto concorreu a um edital interno de apoio a projetos e ações de Pesquisa para o enfrentamento da COVID-19, tendo sido aprovado em primeiro lugar. O financiamento permitiu adquirir partes médicas e eletrônicas necessárias ao seu funcionamento e a construção do primeiro protótipo. Com o intuito de acelerar a produção e validação do dispositivo, o ventilador pulmonar está sendo produzido em parceria com uma empresa paulista e as validações necessárias para aprovação pela ANVISA estão sendo realizadas com a Faculdade de Medicina do ABC.

## COMENTÁRIOS FINAIS

O engajamento de alunos vinculados aos cursos de graduação e pós-graduação em Engenharia Biomédica nas quatro frentes de atuação mencionadas neste artigo demonstram o comprometimento com o atendimento às necessidades da população neste cenário de pandemia. A iniciativa de colocar em prática os conhecimentos e técnicas adquiridos na Universidade a favor da sociedade é uma das funções da academia. Os benefícios diretos destas iniciativas para a sociedade são traduzidos em informação, qualificação profissional, infraestrutura e segurança, com desenvolvimento nacional, de baixo custo.

Algumas destas iniciativas já deram resultados práticos como a distribuição de EPI's e a criação do site [covidata.ufabc.edu.br](http://covidata.ufabc.edu.br) que vem sendo utilizado por autoridades locais de saúde. Outras iniciativas que envolvem o desenvolvimento de novos equipamentos, como a do ventilador AraPlus e o esterilizador de máscaras, continuam em andamento. Cabe ressaltar que tais iniciativas abriram um canal de interação entre a Universidade, empresas, agentes públicos e outras instituições de ensino. Espera-se que esta sinergia gere novas colaborações no futuro, fortalecendo o desenvolvimento da ciência brasileira, em especial na região do ABC Paulista.

## EQUIPE de TRABALHO

Todo esse esforço contou com o trabalho de dezenas de alunos de graduação, pós-graduação, alunos egressos e professores da UFABC e de outras instituições. Na Tabela 1 são apresentados os nomes das pessoas que

colaboraram nas quatro frentes de trabalho, com seu respectivo vínculo, e são igualmente autores deste trabalho.

Tabela 1 - Autores dos projetos da UFABC relacionados à COVID-19 e seus vínculos

| Nome                                   | Vínculo                                    | Projeto       |
|--|--|---------------|
| Ana Tércia Lacerda de Araújo           | Aluna de graduação – UFABC                 | Ventilador    |
| Anand Oliveira Masson                  | Aluna egressa da pós-graduação – UFABC     | Esterilização |
| Andre Silva Carvalheiro                | Aluno de graduação – UFABC                 | COVIData      |
| Beatriz Lima Gandolfi                  | Aluna de graduação – UFABC                 | COVIData      |
| Christiane Bertachini Lombello         | Profa. Dra. Engenharia Biomédica – UFABC   | Esterilização |
| Christiane Pinto Davi                  | Aluna egressa da pós-graduação – UFABC     | Esterilização |
| Clarissa Susana Ruiz Merino            | Aluna de graduação – UFABC                 | COVIData      |
| Danilo Buchdid                         | Colaborador externo                        | Ventilador    |
| Danilo Luna Campos                     | Aluno de graduação – UFABC                 | Ventilador    |
| Diego Serodio Costa                    | Aluno de graduação – UFABC                 | COVIData      |
| Eduardo Pereira de Sousa               | Prof. do Instituto Federal São Paulo       | COVIData      |
| Eliara Fernanda Bastos Ribeiro Euzébio | Aluna egressa da pós-graduação – UFABC     | Esterilização |
| Erick Dario Leon Bueno de Camargo      | Prof. Dr. Engenharia Biomédica – UFABC     | Ventilador    |
| Felipe Nogueira Ambrosio               | Aluno de doutorado Biotecnociência – UFABC | Esterilização |
| Fernanda N. Almeida                    | Profa. Dra. Engenharia Biomédica – UFABC   | COVIData      |
| Gabriel Ikenaga Barros                 | Aluno de graduação – UFABC                 | Esterilização |
| Gisely Lima da Silva                   | Aluna de graduação – UFABC                 | Esterilização |
| Giulia de Avellar Nóvoa                | Aluna de graduação – UFABC                 | Esterilização |

|                                   |  |                              |
|-----------------------------------|--|------------------------------|
| Hermann Windisch Neto             | Aluno de doutorado<br>Biotecnociência – UFABC        | Esterilização/Ventilador     |
| Isabella Kobb Fernando            | Aluna de graduação –<br>UFABC                        | Esterilização                |
| Ivan Correia Lima Coqueiro        | Aluno de graduação –<br>UFABC                        | Ventilador                   |
| Jaqueline Martins Badanai         | Aluna egressa da pós-<br>graduação – UFABC           | Esterilização/Ventilador/EPI |
| João Gabriel Arrojado<br>Righetti | Aluno de graduação -<br>UFABC                        | EPI                          |
| Lucas Augusto Braga de<br>Souza   | Aluno de graduação –<br>UFABC                        | COVIData                     |
| Márcia Simbara                    | Profa. Dra. Engenharia<br>Biomédica - UFU            | EPI                          |
| Nasser Ali Daghasanli             | Prof. Dr. Engenharia<br>Biomédica – UFABC            | Esterilização                |
| Olavo Luppi Silva                 | Prof. Dr. Engenharia<br>Biomédica – UFABC            | Ventilador                   |
| Paulo Rodrigues                   | Aluno de mestrado<br>Engenharia Biomédica –<br>UFABC | Ventilador                   |
| Pedro Henrique Birais             | Aluno de mestrado<br>Engenharia Mecânica -<br>UFABC  | EPI                          |
| Raquel Arbex                      | Aluna de graduação –<br>UFABC                        | Esterilização                |
| Roberto Asano Junior              | Pesquisador de pós-<br>doutorado – UFABC             | Ventilador                   |
| Rodrigo Daminell<br>Raimundo      | Prof. Dr. Fisioterapia –<br>FMABC                    | Ventilador                   |
| Saul de Castro Leite              | Prof. Dr. Ciência da<br>Computação – UFABC           | COVIData                     |
| Sonia Maria Malmonge              | Profa. Dr. Engenharia<br>Biomédica – UFABC           | EPI                          |
| Victor Allisson da Silva          | Aluno de graduação –<br>UFABC                        | Esterilização/Ventilador     |
| Vitor Inácio da Silva             | Aluno de graduação –<br>UFABC                        | COVIData                     |

Fonte: Os autores



# Contributions of UFABC biomedical engineering in the fight against COVID-19

## ABSTRACT

The COVID-19 pandemic imposed enormous challenges on humanity and different sectors of society have responded according to their possibilities and areas of activity. The undergraduate and graduate courses in Biomedical Engineering at the Federal University of ABC (UFABC) have a teaching staff and students working in research and technology development in various areas of health sector, which gives it scientific, technological and social responsibility in preventing the advance of this pandemic. This article reports the contributions of UFABC Biomedical Engineering against COVID-19, especially in the ABC metropolitan region during the first two months of social isolation in the State of São Paulo.

**KEYWORDS:** COVID-19. Lung Ventilator. PPE. Applicative. UV Sterilization.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à UFABC pelo financiamento destas pesquisas através de edital interno, à CAPES pelo financiamento de alguns pesquisadores e ainda às seguintes empresas e instituições: Agile Med, Consórcio Intermunicipal do Grande ABC, Ecosan, Engenhoteca, Instituto Mauá de Tecnologia, Mask Makers, Pró-reitoria de Extensão e Cultura da UFABC, Prefer Automação, Rotary Club de Santo Andre, Tenda Digital e Ventisilva.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORONAVÍRUS - BRASIL. **Ministério da Saúde**. Brasília. 2020. Disponível em: <<http://covid.saude.gov.br/>>. Acesso em 18 de maio 2020.

PRAZERES, L.; FERREIRA, P., Brasil registrou 31,7 mil profissionais de saúde infectados pela Covid-19, **Jornal O Globo**, Rio de Janeiro, 14 mai 2020. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/sociedade/brasil-registrou-317-mil-profissionais-de-saude-infectados-pela-covid-19-1-24427278>>. Acesso em 18 de maio de 2020.

CRODA, J.H.R.; GARCIA, L.P. Resposta imediata da Vigilância em Saúde à epidemia da COVID-19. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Editorial, 2020. Disponível em: <<https://www.scielosp.org/article/ress/2020.v29n1/e2020002/pt/>>. Acesso em 17 mai 2020.

PRUSA. **Modelo de face shield da empresa de impressoras 3D Prusa**. Disponível em: <<https://www.prusa3d.com/covid19/>>. Acesso em: 16 de maio de 2020.

3DVERKSTAN. **Modelo de face shield da empresa de impressoras 3D 3DVerkstan**. Disponível em: <<https://3dverkstan.se/>>. Acesso em: 17 de maio de 2020.

Negrão, D. Miotto; T. **Manual técnico Máscaras descartáveis em SMS**, Londrina. Disponível em: <[http://www.uel.br/com/agenciaueldenoticias/index.php?arq=ARQ\\_not&FWS\\_A no Edicao=1&FWS N Edicao=1&FWS N Texto=30153&FWS Cod Categoria=2](http://www.uel.br/com/agenciaueldenoticias/index.php?arq=ARQ_not&FWS_A no Edicao=1&FWS N Edicao=1&FWS N Texto=30153&FWS Cod Categoria=2)>. Acesso em 23 de março de 2020.

Mask Makers, **Mask Makers**. Disponível em: <<https://maskmakers.com.br/>>. Acesso em: 18 de maio de 2020.

Besko, 2020 - **Aspectos técnicos e nocivos dos principais filamentos usados em impressão 3D**. Disponível em: <<http://www.opet.com.br/faculdade/revista-engenharias/pdf/n3/Artigo2-n3-Bilyk.pdf>>. Acesso em 17 de maio de 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária **ANVISA**. NOTA TÉCNICA Nº 12/2020/SEI/GGTES/DIRE1/ANVISA: Manifestação sobre o processamento

(reprocessamento) de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). 5p. Publicado em 08/05/2020. Acesso em: 17 de maio de 2020.

**World Health Organization.** Advice on the use of masks in the community, during home care, and in health care settings in the context of COVID-19. Interim guidance, March 19, 2020. WHO reference number: WHO/2019-nCoV/IPC\_Masks/2020.2 Disponível em: <[https://www.who.int/publications-detail/advice-on-the-use-of-masks-in-the-community-during-home-care-and-in-healthcare-settings-in-the-context-of-the-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)-outbreak](https://www.who.int/publications-detail/advice-on-the-use-of-masks-in-the-community-during-home-care-and-in-healthcare-settings-in-the-context-of-the-novel-coronavirus-(2019-ncov)-outbreak)>. Acesso em: 17 de maio de 2020.

**World Health Organization.** Rational use of personal protective equipment for coronavirus disease 2019 (COVID-19). Interim guidance 27 February 2020. 7p. WHO reference number: WHO/2019-nCoV/IPC\_PPE\_use/2020.1. Acesso em: 17 de maio de 2020.

ROUBICEK, M. **Por que os respiradores são centrais para tratar a covid-19.** Disponível em: <<https://www.nexojornal.com.br/expresso/2020/03/19/Por-que-os-respiradores-s%C3%A3o-centrais-para-tratar-a-covid-19>>. Acesso em: 5 abr. 2020.

FOLHA WEB. **RR tem 115 respiradores para atender pacientes de coronavírus.** Disponível em: <<https://folhabv.com.br/noticia/CIDADES/Capital/RR-tem-115-respiradores-para-atender-pacientes-de-coronavirus/64383>>. Acesso em: 5 abr. 2020.

**Recebido:** 19/05/2020

**Aprovado:** 03/08/2020

**DOI:** 10.3895/rts.v16n44.12377

**Como citar:** SILVA, O. L.; et al. Contribuições da engenharia biomédica da UFABC no combate à COVID. R. Tecnol. Soc., Curitiba, v. 16, n. 44, p. 12-22, ed. esp. 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpr.edu.br/rts/article/view/12377>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

