



***COVID-19 no Brasil:
Os Múltiplos Olhares da Ciência
para Compreensão e Formas de
Enfrentamento***

***Luís Paulo Souza e Souza
(Organizador)***



***COVID-19 no Brasil:
Os Múltiplos Olhares da Ciência
para Compreensão e Formas de
Enfrentamento***

***Luís Paulo Souza e Souza
(Organizador)***

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^a Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^a Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^a Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^a Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^a Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^a Dr^a Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Eivaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza

Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

COVID-19 no Brasil: os múltiplos olhares da ciência para compreensão e formas de enfrentamento

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário: Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Luís Paulo Souza e Souza

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C873 COVID-19 no Brasil [recurso eletrônico] : os múltiplos olhares da ciência para compreensão e formas de enfrentamento 1 / Organizador Luís Paulo Souza e Souza. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF.

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-5706-267-8

DOI 10.22533/at.ed.678202608

1. COVID-19 – Brasil. 2. Pandemia. 3. Saúde. I. Souza, Luís Paulo Souza e.

CDD 614.51

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O ano de 2020 iniciou marcado pela pandemia da COVID-19 [*Coronavirus Disease 2019*], cujo agente etiológico é o SARS-CoV-2. Desde a gripe espanhola, em meados de 1918, o mundo não vivia uma crise sanitária tão séria que impactasse profundamente todos os segmentos da sociedade. O SARS-CoV-2 trouxe múltiplos desafios, pois pouco se sabia sobre suas formas de propagação e ações no corpo humano, demandando intenso trabalho de Pesquisadores(as) na busca de alternativas para conter a propagação do vírus e de formas de tratamento dos casos.

No Brasil, a doença tem se apresentado de forma desfavorável, com elevadas taxas de contaminação e de mortalidade, colocando o país entre os mais atingidos. Em todas as regiões, populações têm sido acometidas, repercutindo impactos sociais, sanitários, econômicos e políticos. Por se tratar de uma doença nova, as lacunas de informação e conhecimento ainda são grandes, sendo que as evidências que vão sendo atualizadas quase que diariamente, a partir dos resultados das pesquisas. Por isso, as produções científicas são cruciais para melhor compreender a doença e seus efeitos, permitindo que se pense em soluções e formas para enfrentamento da pandemia, pautando-se na cientificidade. Reconhece-se que a COVID-19 é um evento complexo e que soluções mágicas não surgirão com um simples “*estalar de dedos*”, contudo, mesmo diante desta complexidade e com os cortes de verbas e ataques de movimentos obscurantistas, os(as) Cientistas e as universidades brasileiras têm se destacado neste momento tão delicado ao desenvolverem desde pesquisas clínicas, epidemiológicas e teóricas até ações humanitária à população.

Reconhecendo que, para entender a pandemia e seus impactos reais e imaginários no Brasil, devemos partir de uma perspectiva realista e contextualizada, buscando referências conceituais, metodológicas e práticas, surge a proposta deste livro. A obra está dividida em três volumes, elencando-se resultados de investigações de diversas áreas, trazendo uma compreensão ampliada da doença a partir de dimensões que envolvem alterações moleculares e celulares de replicação do vírus; lesões metabólicas que afetam órgãos e sistemas corporais; quadros sintomáticos; alternativas terapêuticas; efeitos biopsicossociais nas populações afetadas; análise das relações das sociedades nas esferas culturais e simbólicas; e algumas análises por regiões.

Destaca-se que esta obra não esgota a discussão da temática [e nem foi pensada com esta intenção], contudo, avança ao permitir que os conhecimentos aqui apresentados possam se somar às informações já existentes sobre a doença. Este material é uma rica produção, com dados produzidos de forma árdua e rápida por diversos(as) Pesquisadores(as) de regiões diferentes do Brasil.

Sabemos o quão importante é a divulgação científica e, por isso, é preciso evidenciar a qualidade da estrutura da Atena Editora, que oferece uma plataforma consolidada e

confiável para os(as) Pesquisadores(as) divulgarem suas pesquisas e para que os(as) leitores(as) tenham acesso facilitado à obra, trazendo esclarecimentos de questões importantes para avançarmos no enfrentamento da COVID-19 no país.

Luís Paulo Souza e Souza

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE SITUACIONAL DA COVID-19 NO BRASIL E NOS TRÊS MAIORES ALCANCES DO MUNDO	
Bruna Furtado Sena de Queiroz	
Jaiane Oliveira Costa	
Andreza Moita Morais	
Kamila Cristiane de Oliveira Silva	
Tacyany Alves Batista Lemos	
Cynthia Araújo Frota	
Kamille Regina Costa de Carvalho	
Maria dos Milagres Santos da Costa	
Samuel Oliveira da Vera	
Anderson da Silva Sousa	
Enewton Eneas De Carvalho	
Maria de Jesus Lopes Mousinho Neiva	
DOI 10.22533/at.ed.6782026081	
CAPÍTULO 2	11
FISIOPATOLOGIA DA INFECÇÃO PELA SARS-COV-2: UMA REVISÃO DE LITERATURA VOLTADA PARA A CLÍNICA	
Thalita Albuquerque Ferreira Santos	
Larissa da Costa Veloso	
Thaynara Lindoso Silva Veloso	
DOI 10.22533/at.ed.6782026082	
CAPÍTULO 3	20
MAPEAMENTO CIENTÍFICO DOS TESTES MOLECULARES PARA O DIAGNÓSTICO DE CORONAVIROSES, COM ÊNFASE NA COVID-19: UMA ANÁLISE DE LITERATURA	
Gabrielle Costa Sousa	
Antonio Carlos Pereira de Oliveira	
Darllan Damasceno Fontenele	
Samara Sousa de Pinho	
Katriane Carvalho da Silva	
Ana Patrícia de Oliveira	
André Luis Fernandes Lopes	
Gabiella Pacheco	
DOI 10.22533/at.ed.6782026083	
CAPÍTULO 4	32
ESTUDO PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM SWAB DE DESIGN DE CÓDIGO ABERTO POR MANUFATURA ADITIVA: DESIGN E TESTES PRELIMINARES	
João Pedro Inácio Varela	
Alex Ferreira de Lima	
Ygor Cândido Moraes de Lucena	
Vanderlino Barbosa Sena Júnior	
Wanderley Ferreira de Amorim Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.6782026084	
CAPÍTULO 5	52
A VITAMINA B12 PODE SER UMA ALTERNATIVA NO TRATAMENTO DE COVID-19?*	
Monyck Jeane dos Santos Lopes	
DOI 10.22533/at.ed.6782026085	

CAPÍTULO 6	61
COMPLICAÇÕES NEUROLÓGICAS EM PACIENTES INFECTADOS POR SARS-CoV-2 (COVID-19)	
Josiane Lopes	
DOI 10.22533/at.ed.6782026086	
CAPÍTULO 7	75
NEUROLOGICAL MANIFESTATIONS OF COVID-19	
Miguel Moni Guerra Cunha da Câmara	
Caroline Sousa Araujo	
Bruna Luanna Silva Lima	
Gabriel Lara Vasques	
DOI 10.22533/at.ed.6782026087	
CAPÍTULO 8	77
CARACTERIZAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES DERMATOLÓGICAS PROVOCADAS PELO NOVO CORONAVÍRUS SARS-COV-2: UMA REVISÃO	
Wellington Manoel da Silva	
Maria Eduarda da Silva	
Willaine Balbino de Santana Silva	
Taysa do Nascimento Silva	
Jessika Luana da Silva Albuquerque	
Claudiane dos Santos da Silva Santana	
Nayara Ranielli da Costa	
Talita Rafaela da Cunha Nascimento	
José Erivaldo Gonçalves	
Décio Henrique Araújo Salvador de Mello	
Joseane da Silva Ferreira	
Maria Angélica Álvares de Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.6782026088	
CAPÍTULO 9	82
PATOGÊNESE DO SISTEMA CARDIOVASCULAR EM PACIENTES COM COVID-19	
Amanda Albuquerque Cabral	
Cícero Eduardo Gonçalves Lemos	
Elisberto Nogueira de Souza	
Larissa Rodrigues Mota	
Marcos Ryan Barbosa Rodrigues	
Ramierison Macedo Lima	
Maria do Socorro Vieira Gadelha	
DOI 10.22533/at.ed.6782026089	
CAPÍTULO 10	93
USO DE TERMOGRAFIA POR INFRAVERMELHO NA DETECÇÃO DE FEBRE E TRIAGEM PARA O COVID-19: FUNDAMENTOS, PROCEDIMENTOS E BOAS PRÁTICAS	
Gabriela Di Lorenzo Garcia Scherer	
Bárbara Adelman de Lima	
Carolina Siciliani Aranchipe	
Cecília Gatti Wolff	
Eduarda Herscovitz Jaeger	
Giovana Berger de Oliveira	
Miriam Viviane Baron	
Thomas Miliou	
Bartira Ercília Pinheiro da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.67820260810	

CAPÍTULO 11 105

USO DE AZITROMICINA EM ASSOCIAÇÃO COM HIDROXICLOROQUINA NO DESFECHO DO PACIENTE COM COVID-19: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Dante Oliveira de Assis
Ana Beatriz Godinho Resende
Clarissa Macedo Cavalcante Castro
Laíse Carvalho Pereira Buriti
Larissa Carvalho Pereira Buriti
Laryssa Maria Martins Morais
Letícia Moreira Fernandes
Lucas Ravy Pereira Gomes de Souza
Matheus Rodrigues de Souza
Renata Esteves Frota
Rômulo José de Gouveia Filho

DOI 10.22533/at.ed.67820260811

CAPÍTULO 12 113

ESTUDO DO USO DE HIDROXOCLOROQUINA NO TRATAMENTO DE DOENÇA INFECCIOSA POR CORONAVÍRUS

Nathalia Pedrina Costa
Paula Mendes da Silva
Viviane Gadret Bório Conceição

DOI 10.22533/at.ed.67820260812

CAPÍTULO 13 125

A INFLUÊNCIA DA VACINA BACILLE CALMETTE-GUÉRIN (BCG) NO CURSO DA INFECÇÃO POR CORONAVÍRUS, UMA REVISÃO INTEGRATIVA DE LITERATURA

Anna Júlyla Alemida da Silva Oliveira
Hyanka Kelvia Santos França
Ivan Victor Torres Vieira
Luana Cajado Lima de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.67820260813

CAPÍTULO 14 132

POSSÍVEIS ALVOS ANTIVIRAIS DAS SAPONINAS FRENTE A COVID-19

Irineu Ferreira da Silva Neto
Annalu Moreira Aguiar
Fernando Gomes Figueredo
Bruna Isabella Ferreira Cazé
Inácia Bruna Leite
Maria Nathalya Costa Souza
Rafael da Silva Lima
Elizângela de Andrade dos Santos
Luana Ribeiro de Souza
Emmanuelle Lira Cariry
Bruno Vieira Cariry

DOI 10.22533/at.ed.67820260814

CAPÍTULO 15 147

O SURTO PANDÊMICO E A TRANSMISSIBILIDADE DO CORONAVIRUS E SEU ALTO ÍNDICE DE MORTALIDADE

Naciney Braga Rezak

DOI 10.22533/at.ed.67820260815

CAPÍTULO 16 152

SARS-COV-2 E DENGUE: RISCO DE COINFECÇÃO E CORRELAÇÕES CLÍNICAS EM ÁREAS ENDÊMICAS

Bruna Silveira Barroso
Milena Maria Felipe Girão
Naara de Paiva Coelho
Yuri Mota do Nascimento
Myrna Marcionila Xenofonte Rodrigues
Arian Santos Figueiredo
Maria do Socorro Vieira Gadelha

DOI 10.22533/at.ed.67820260816

CAPÍTULO 17 165

INTERIORIZAÇÃO DA COVID-19: ANÁLISE DA VARIAÇÃO DAS TAXAS DE INCIDÊNCIA NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO AMAZONAS, BRASIL

Lucas Vitor de Carvalho Sousa
Luís Paulo Souza e Souza
Cléber Araújo Gomes
Daiane Nascimento de Castro
Mayline Menezes da Mata
Juliberta Alves de Macêdo

DOI 10.22533/at.ed.67820260817

SOBRE O ORGANIZADOR..... 178

ÍNDICE REMISSIVO 179

ESTUDO PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM SWAB DE DESIGN DE CÓDIGO ABERTO POR MANUFATURA ADITIVA: DESIGN E TESTES PRELIMINARES

Data de aceite: 01/08/2020

Data de submissão: 10/07/2020

João Pedro Inácio Varela

Universidade Federal de Campina Grande
Campina Grande – Paraíba

Alex Ferreira de Lima

Universidade Federal de Campina Grande
Campina Grande – Paraíba

Ygor Cândido Moraes de Lucena

Phaser Studio 3D
Campina Grande – Paraíba

Vanderlino Barbosa Sena Júnior

Phaser Studio 3D
Campina Grande – Paraíba

Wanderley Ferreira de Amorim Júnior

Universidade Federal de Campina Grande
Campina Grande – Paraíba

<http://lattes.cnpq.br/8131607733881361>

RESUMO: A coleta da secreção nasal por swab é uma das etapas para a realização do diagnóstico da infecção por COVID-19. O objetivo desse projeto de pesquisa foi realizar estudos preliminares para o desenvolvimento de swabs de design de código aberto por manufatura aditiva: design e testes preliminares. Sendo assim, foi possível realizar na primeira

etapa dessa pesquisa: o levantamento de requisitos, especificações, dimensões, estudo do design, análise de simulação computacional, metodologias de teste e a função de cada parte que compõem um swab. Já na segunda etapa, fez-se: seleção do design, fabricação por manufatura aditiva de um primeiro protótipo e testes de manuseio.

PALAVRAS-CHAVE: COVID-19, swab, design de código aberto, testes de manuseio.

OPEN ACCESS DESIGN SWAB
DEVELOPMENT STUDY BY ADDITIVE
MANUFACTURING: DESIGN AND
PRELIMINARY TESTS

ABSTRACT: Nasopharyngeal (NP) swabs are necessary to collect samples for COVID-19 testing. The aim of this research is the preliminary open source design swab study manufactured by 3D print: design and preliminary tests. Thus, it was possible to carry out in the first stage of this research: requirements, specifications, dimensions, design, simulation analysis, experimental methodologies and swab parts functions. In addition, on the second stage of research: design selection, first swab prototype additive manufacturing and handling tests.

KEYWORDS: COVID-19, swab, open source design, handling tests.

1 | INTRODUÇÃO

Em janeiro de 2020, foi identificada na China uma nova cepa de coronavírus, formalmente designada coronavírus 2 da síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV2), causadora da doença denominada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como COVID-19. Em 30 de janeiro do mesmo ano, a OMS declarou que o surto do novo coronavírus constitui uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional. [1]. Foram confirmados no mundo 5.701.337 casos de COVID-19 (107.740 novos em relação ao dia anterior) e 357.688 mortes (4.354 novas em relação ao dia anterior) até 29 de maio de 2020 [2].

O teste recomendado para o diagnóstico da infecção por SARS-CoV2 é a reação da polimerase em cadeia com transcrição reversa em tempo real (rRT-PCR) em amostras clínicas respiratórias de trato superior ou inferior. Para realização do teste, uma das recomendações é a coleta fazendo uso de swab combinado de nasofaringe e orofaringe, Figura 1. [1] O swab é uma espécie de “cotonete” com longas hastes, usado por profissionais de saúde para fazer a coleta de secreções no fundo das fossas nasais e da garganta do paciente. Na ponta da longa haste, há um material sintético que absorve as secreções. [3] É esse material sintético que está em falta em hospitais, impedindo a coleta e o envio da amostra para testes moleculares em laboratório.

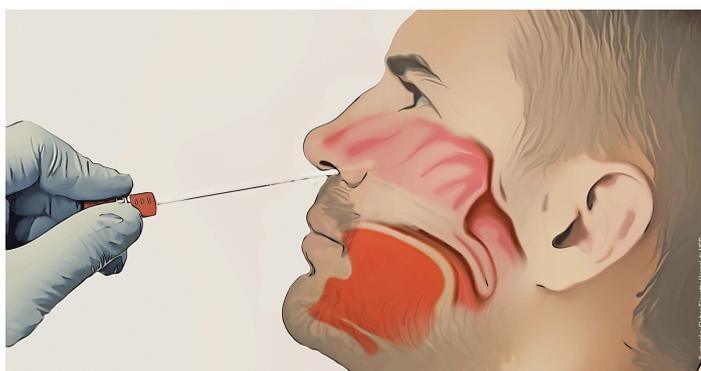


Figura 1: coleta fazendo uso de swab.

Fonte: <https://jornal.usp.br/ciencias/laboratorio-da-usp-pode-realizar-100-testes-diarios-de-coronavirus-mas-recebe-poucas-amostras/>.

Há escassez de cotonetes nasofaríngeos (NP) para testar pacientes com COVID-19 à medida que os testes em larga escala aumentam. A maioria dos kits de teste é limitada àqueles que apresentam sintomas graves. Como tal, é difícil determinar quem é assintomático, a fim de coibir a disseminação da comunidade por outros métodos que não sejam políticas de abrigo no local. [4] Manufatura Aditiva consiste em um processo de

produção de peças por meio da utilização de impressoras 3D. Na criação dos itens podem ser utilizados plástico, resina, cerâmica ou metal. Ainda que seja uma prática relativamente nova, a Manufatura Aditiva já possui um papel fundamental em alguns campos da indústria, resultando em casos que revolucionaram a produção no setor. As áreas que mais possuem participação da Manufatura Aditiva são Saúde, Automotiva, Energia, Aeroespacial e Bens de Consumo. Na área da saúde, a Manufatura Aditiva possibilita a impressão em 3D de aparelhos auditivos, próteses ortopédicas e dentárias [5].

Dessa forma, a tecnologia de manufatura aditiva surge como proposta de solução para o problema de produção em grande escala de swabs. No entanto, para que isso seja uma realidade, empresas especializadas em manufatura aditiva, projetistas, pesquisadores, transformadores e outros possíveis usuários devem conhecer esses materiais para aproveitar as suas vantagens e ultrapassar as suas possíveis desvantagens. A manufatura aditiva constitui um desafio a nossa imaginação para que surjam novas aplicações cada vez mais exigentes, quer de substituição quer de novos produtos. Porém, para que esse desafio seja bem sucedido, a imaginação tem de ser acompanhada de Pesquisa e Desenvolvimento e da componente econômico-financeira que permite validar opções e criar riqueza para a sociedade.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho é o desenvolvimento e testes preliminares de um swab de design de código aberto por manufatura aditiva.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Swabs: usos e testes

A coleta de amostras das vias aéreas superiores através de *swabs* nasofaríngeos e orofaríngeos é o método primário e preferido para o diagnóstico da infecção por SARS-CoV2. [6] Os swabs nasofaríngeos são equipamentos médicos que exigem que os fabricantes cumpram os requisitos de avaliação e certificação de materiais para uso em saúde, conforme exigido pelas normativas da ANVISA [7]. Um swab é composto das seguintes partes (Figura 2):

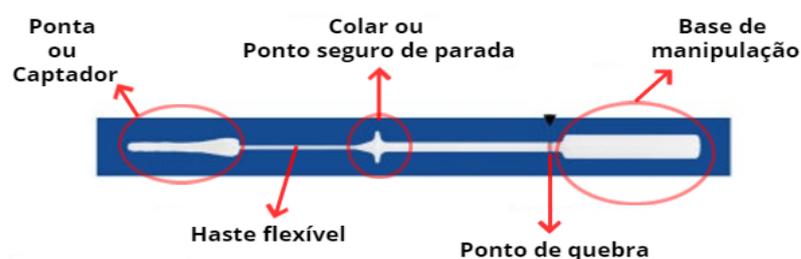


Figura 2: partes que compõem um swab.

Fonte: ESPOSITO et al. (2010).

Ponta ou Captador: capta e armazena amostras das vias aéreas superiores; **Haste flexível:** permite navegar na “cavidade nasal” das vias aéreas superiores; **Colar Marcador de Profundidade:** usado em alguns tipos de swabs para controlar a posição máxima de coleta das vias aéreas superiores; **Ponto de ruptura (“breaking point”):** necessário na correta manipulação do swab após a coleta da amostra do trato respiratório superior e seu transporte para o meio de cultura armazenado em um recipiente coletor; **Base de manipulação:** local de pega para manejo fino do profissional da saúde durante a coleta com o swab.

Alguns requisitos de projeto para o desenvolvimento de um swab nasofaríngeo tanto com relação ao desenho quanto ao material são: ser flexível, ter capacidade de coletar e armazenar amostras de trato respiratório superior, ter um ponto frágil, material inerte (para que o material do swab não contamine a amostra coletada), biocompatível e autoclavável (que se pode esterilizar em autoclave sem degradação de suas propriedades mecânicas).

Para atingir esses requisitos, os ensaios e testes são críticos no desenvolvimento de um swab. As Figuras 3, 4 e 5 apresentam alguns dos diversos ensaios que são exigidos para o desenvolvimento do mesmo. A flexibilidade é importante para o conforto e navegação do swab na cavidade nasal, Figura 3 (a). Um dos testes que estudam a flexibilidade do swab são os testes de manuseio (“Handling Tests”), Figura 3 (b). A capacidade de um swab para coletar, armazenar e liberar amostras do trato respiratório superior no meio de cultura está relacionado com a área de contato superficial e capilaridade do captador [10,11], Figura 4. A Figura 5 apresenta o ensaio de resistência mecânica sob tração de swabs poliméricos, que é importante, por exemplo, para avaliar o efeito do processo de esterilização por autoclave nas propriedades mecânicas do swab.

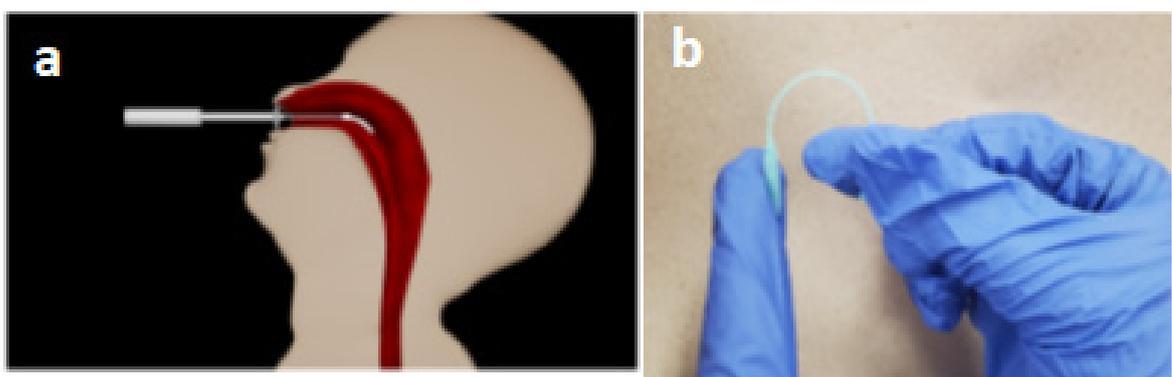


Figura 3: (a) flexibilidade de um swab; (b) Teste de Manuseio (“handling test”) de um swab.

Fonte: (a) http://www.mdlab.com/pdf/nasoswab_brochure.pdf; (b) GALLUP et al. (2020).



Figura 4: capacidade de um swab para coletar, armazenar e liberar amostras do trato respiratório.

Fonte: http://www.copanflock-china.com/media/brochures/FLOQSwabs_broch-w.pdf.



Figura 5: ensaio de resistência mecânica sob tração de swabs poliméricos.

Fonte: Relatório Lawrence Livermore National Security. Swab Tensile Testing and Procedures. SPADACCINI et al. (2020).

2.2 Swabs fabricados por manufatura aditiva

Segue uma análise de swabs fabricados por manufatura aditiva.

2.2.1 Formlabs

Os swabs foram projetados por profissionais de saúde da USF (Universidade do Sul da Flórida) e Northwell Health e agora estão sendo otimizados pelo Formlabs para impressão 3D, utilizando a resina biocompatível *Surgical Guide*. Esses swabs são dispositivos médicos de classe I (baixo risco) e serão produzidos nas unidades Formlabs que possuem registro pela FDA (*Food and Drug Administration*) e certificação ISO 13485 (referente ao gerenciamento da qualidade para o design e fabricação de dispositivos médicos), Figura 6.

Os swabs são projetados para serem impressos em uma única peça e consistem em uma haste flexível com um ponto de quebra intencional e uma ponta de captação. O ponto de quebra da haste permite que a mesma seja partida, de modo que o frasco possa ser fechado com a amostra coletada e transportado ao laboratório. Quanto às dimensões desse swab, tem-se: comprimento de 150 mm, diâmetro do captador de 3,85 mm, comprimento do captador de 18,60 mm, diâmetro do pescoço de 1,50 mm, diâmetro da haste de 2,45 mm e distância da ponta do captador ao ponto de quebra de 70 mm [14].



Figura 6: swab otimizado pela Formlabs.

Fonte: <https://www.etmm-online.com/3d-printed-nasal-swabs-for-testing-for-covid-19-a-921374/>.

2.2.2 Carbon

Swabs também estão sendo desenvolvidos pela empresa Carbon, sediada no Vale do Silício, em três modelos de *Lattice Swab* (modelos que apresentam as estruturas dos captadores em forma de treliças) e essa iniciativa de testes está sendo conduzida em colaboração com o Stanford Medical Center, a Harvard Medical School / o Beth Israel Deaconess Medical Center, Ric Fulop da Desktop Metal, Chan Zuckerberg BioHub e Universidade da Carolina do Norte em Chapel Hill, Figura 7 (a). A estrutura oca da treliça é projetada para a eficiência da coleta de amostras, com uma geometria também flexível para promover a funcionalidade e o conforto dos pacientes. Além disso, reduz a quantidade de material necessário e permite tempos de impressão mais rápidos. O *Lattice Swab* é impresso a partir de um material biocompatível, o KeySplint Soft Clear [14].

2.2.3 Abiogenix

A Abiogenix se uniu à FATHOM, HP e outros para trabalhar em vários projetos de impressão 3D. O swab em espiral Abiogenix, impresso pela FATHOM e usando a tecnologia de impressão 3D HP Multi Jet Fusion, foi um dos protótipos que mostraram excelente concordância com os controles do ensaio clínico, Figura 7 (b). A HP tem trabalhado em estreita colaboração com os principais pesquisadores da Universidade de Harvard e do Centro Médico Deaconess de Beth Israel [16].

2.2.4 Origin

A Origin é a principal colaboradora da iniciativa de swabs impressos em 3D do Centro Médico Beth Israel Deaconess de Harvard, focada em novos esforços de produção em massa para resolver a atual escassez de swabs. O NP Swab O1-S da Origin, Figura 7 (c), concluiu teste clínico de fase III e validação com o BIDMC de Harvard para avaliação de especialistas, suficiência de coleta, conforto do paciente e compatibilidade com PCR / qPCR. Os swabs são biocompatíveis, de acordo com as classificações ISO e FDA

apropriadas (ISO10993) [14]. Apresenta como dimensões principais: comprimento de 155 mm, comprimento entre a ponta do captador e o ponto de quebra de 70 mm, diâmetro da haste de 2,50 mm e diâmetro do captador de 3,20 mm [17].

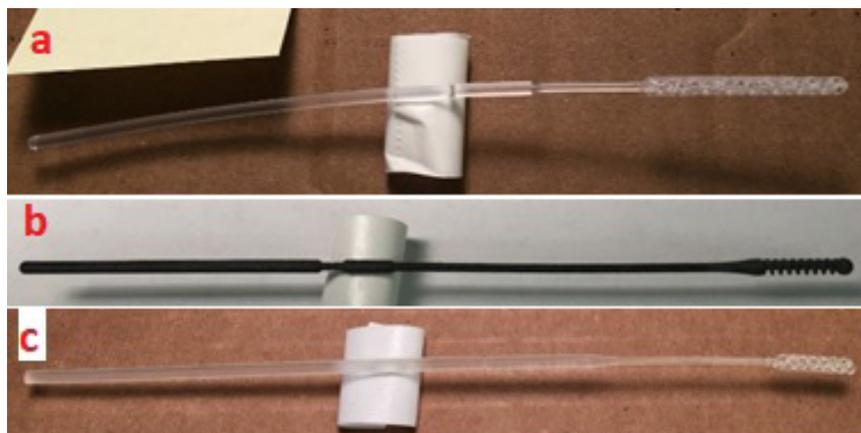


Figura 7: (a) swab da Carbon; (b) swab da Abiogenix; (c) swab da Origin.

Fonte: <https://github.com/rarnaout/Covidswab/blob/master/BIDMC/img>.

2.2.5 EnvisionTEC

Entre as considerações do projeto, estava a importância de os swabs de aproximadamente 15 cm serem rígidos o suficiente para alcançar células potencialmente infectadas na nasofaringe, mas flexíveis o suficiente para não danificar tecidos moles e sensíveis ao longo do caminho. Além disso, os materiais que compõem o swab não devem interferir quimicamente no teste genético sensível, conhecido como PCR, usado para detectar a presença do vírus. O swab, Figura 8, é feito com uma Resina E-Guide Soft C-29C que é não citotóxica, não sensibilizante e não irritante. Como dimensões apresenta: comprimento total de 148 mm, diâmetro da haste de 2,50 mm, diâmetro do pescoço de 1 mm, comprimento do pescoço de 39 mm, diâmetro do captador de 3 mm, comprimento do captador de 17 mm e diâmetro do ponto de quebra da haste de 1,50 mm [15].

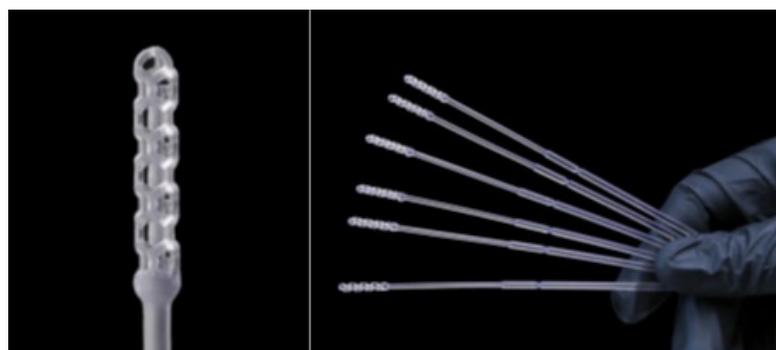


Figura 8: swab da EnvisionTEC.

Fonte: <https://envisiontec.com/envisiontec-covid-19-efforts/>.

2.2.6 Colaboração de CTC y del Hospital Virtual Valdecilla

O swab tem um comprimento total de 120,70 mm. Consiste em uma base de manipulação, uma barra de diâmetro variável e uma ponta para coleta e retenção de amostras, Figura 9. A parte larga da haste tem 3 mm de diâmetro e a parte estreita tem um diâmetro de 1,3 mm. Essas duas partes são unidas por uma transição cônica de 16,9 mm de comprimento. Na extremidade oposta da base de fixação está a cabeça de coleta de amostras. A cabeça do coletor está equipada com 10 espiras de 3 mm de diâmetro [18]. A fabricação por manufatura aditiva desse componente utiliza uma resina biocompatível chamada *Surgical Guide* e uma resina alternativa denominada *Dental SG*, ambas fornecidas pela Formlabs.



Figura 9: swab desenvolvido pelo CTC com o Hospital Virtual Valdecilla.

Fonte: VEGA et al. (2020).

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Metodologia

A metodologia de projeto utilizada no presente trabalho é dividida basicamente em cinco fases, que são mostradas e descritas no fluxograma da Figura 10.

Para realizar os projetos conceitual e detalhado dessa pesquisa, foi utilizado o

software Autodesk Inventor (versão estudante).

Com o objetivo de atender à necessidade presente nos testes de ruptura do ponto de quebra e de absorção (testes estes a serem apresentados na seção 4.2.1, “Testes de manuseio do swab”, subseções “Teste de ruptura do ponto de quebra do swab” e “Teste de absorção com o swab fabricado, utilizando o tubo projetado nessa pesquisa”), foi projetado um componente semelhante a um tubo de ensaio, que possui diâmetro constante próximo ao do meato nasal inferior (região por onde passa o swab) [21] e de comprimento dentro da faixa de valores comum da distância entre a narina e a nasofaringe (sendo esta última a região de coleta do muco nasal) [22], como pode ser visto na Figura 11.

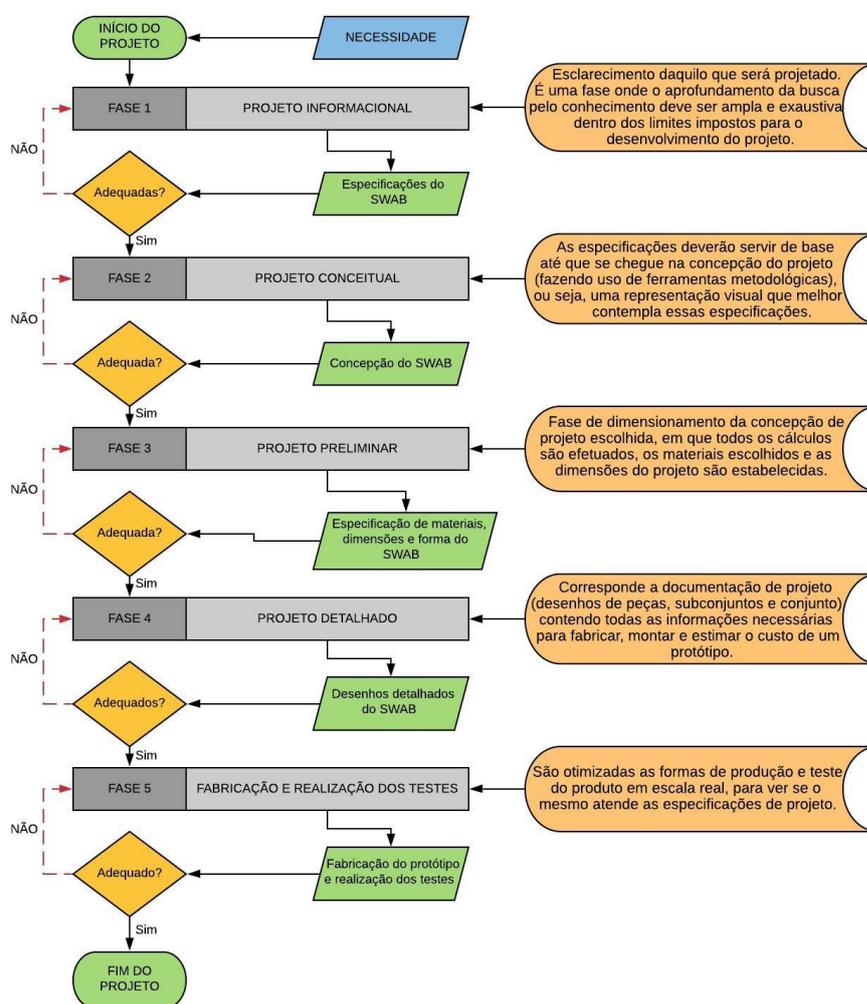


Figura 10: metodologia de projeto utilizada.

Fonte: Adaptado (MARIBONDO, 2000).

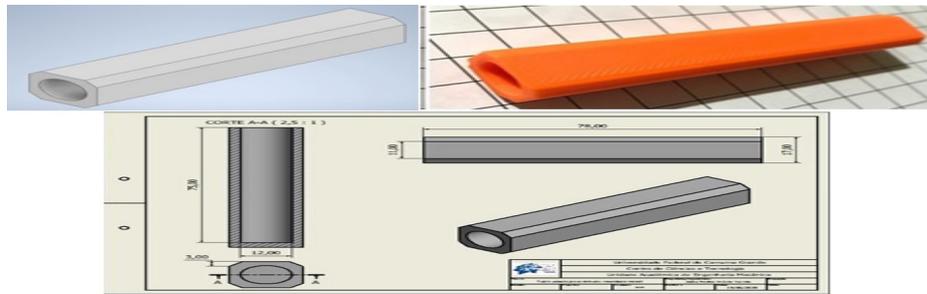


Figura 11: tubo usado nos testes de ruptura do ponto de quebra e de rotação.

Fonte: autoria própria.

Quanto as dimensões desse tubo, as mesmas podem ser vistas em seu projeto detalhado (Figura 12). Com relação ao material, ele foi fabricado com filamento ABS, utilizado na produção por impressão 3D.

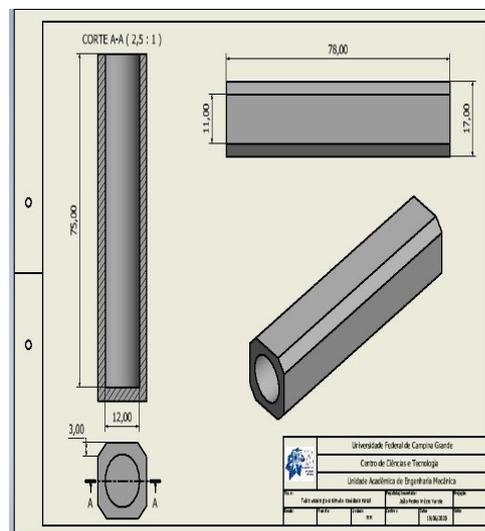


Figura 12: projeto detalhado do swab.

Fonte: autoria própria.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Projeto e fabricação do protótipo do swab

A Figura 13 apresenta a concepção do swab fabricado nessa pesquisa, desenvolvida pelo Parque Científico e Tecnológico de Cantabria em conjunto com o Hospital Virtual Valdecilla, que disponibilizou os arquivos em formato *.stl* usados no processo da manufatura aditiva [18]. Essa concepção foi selecionada pois foi criada uma equipe interprofissional com microbiologistas, otorrinolaringologistas, enfermeiros, médicos da atenção básica e engenheiros para o desenvolvimento completo desse swab, que foi projetado, desenhado, prototipado, testado e fabricado.

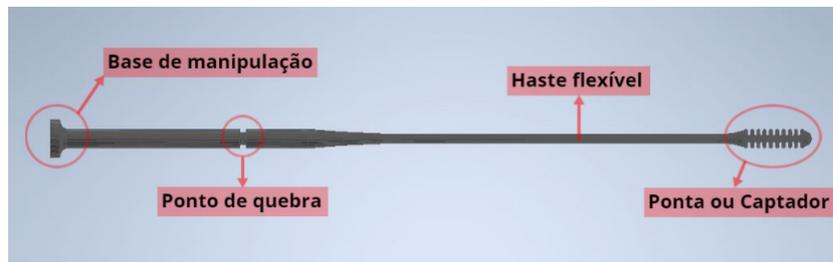


Figura 13: concepção do swab do Parque Científico e Tecnológico de Cantabria em conjunto com o Hospital Virtual Valdecilla.

Fonte: <https://www.hvvaldecilla.es/proyectos/recogidas-de-muestras-hisopos/>.

A Figura 14 apresenta o projeto detalhado do swab (gerado a partir dos arquivos .stl do grupo de estudo do CTC em conjunto com o Hospital Virtual Valdecilla), que foi feito com resina 3D Atom Odorless verde, fornecida pela empresa 3D Fila, onde o mesmo não passou pelo processo de pós cura.

Na atual fase desse projeto de pesquisa, não foi realizado nenhum estudo com relação à biocompatibilidade do material usado nesse primeiro protótipo do swab.

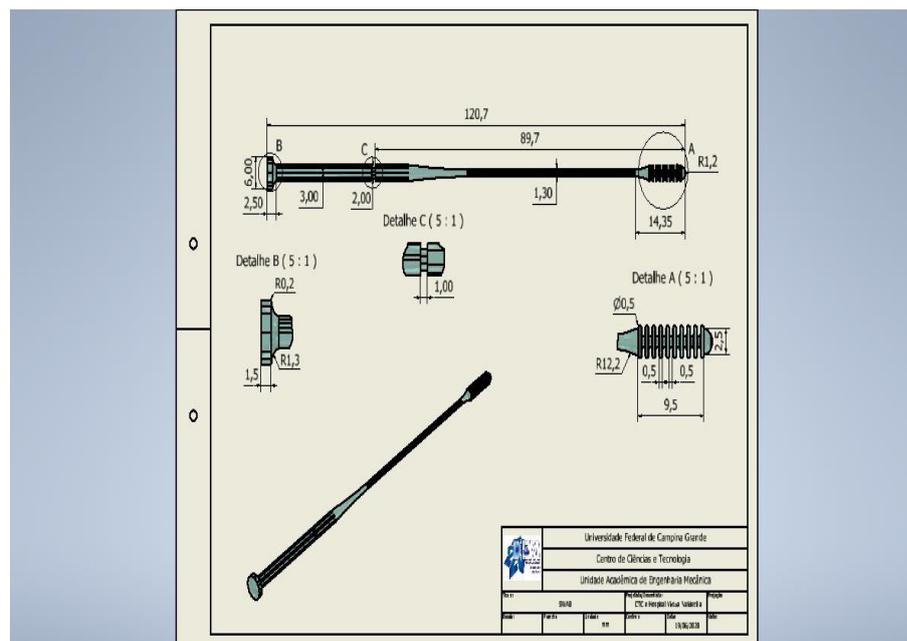


Figura 14: projeto detalhado do SWAB.

Fonte: autoria própria.

Com o projeto detalhado, é possível realizar a fabricação dos swabs. A Figura 15 mostra a fabricação deles através de impressão 3D. O equipamento para impressão 3D utilizado foi o modelo Anycubic Photon.

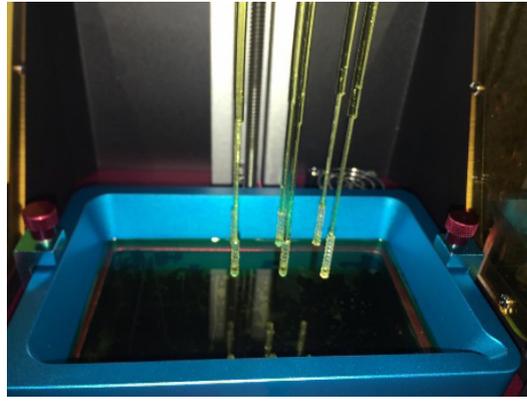


Figura 15: fabricação dos SWABS.

Fonte: autoria própria.

A Figura 16 apresenta o protótipo desenvolvido no estudo, que possui um comprimento total de aproximadamente 120,20 mm e massa de 0,60 gramas. Essa figura destaca algumas partes do swab, que são: a base de manipulação, que apresenta diâmetro maior do que o da haste para proporcionar um melhor apoio na hora de conduzir e manipular o swab durante o exame. O ponto de quebra, que é a região destinada a ser rompida após o término do exame e por isso a mesma apresenta diâmetro menor, a fim de facilitar no momento da ruptura. O captador, que apresenta espiras espaçadas entre si que proporcionam melhor captação do muco durante o exame. Ademais, a ponta tem formato semicircular para que no momento que o swab atingir a região de coleta de muco, não venha a lesionar o paciente. E a haste flexível, sendo esbelta para uma melhor maleabilidade do swab no momento de inseri-lo na cavidade nasal.



Figura 16: protótipo desenvolvido.

Fonte: autoria própria.

4.2 Testes preliminares

4.2.1 Testes de manuseio do swab

No presente estudo foram realizados os testes de manuseio (*handling test*), que

consta de 4 diferentes tipos de teste (testes de 90°, 180°, ponto de quebra e o do captador), com os resultados apresentados a seguir. Essa metodologia de testes foi baseada nos ensaios apresentados e desenvolvidos por CALLAHAN et al. (2020) em sua publicação no *Journal of Clinical Microbiology* [19], na pesquisa realizada pelo CTC em conjunto com o Hospital Virtual Valdecilla [18] e nos ensaios realizados pela empresa Abiogenix em seu *swab*, produzido em parceria com as empresas FATHOM e HP [16]. Vale ressaltar que o *swab* da Abiogenix foi um dos modelos estudados por CALLAHAN et al. (2020) e o mesmo foi o mais bem avaliado pelos funcionários e participantes da pesquisa, dentre todos os outros *swabs* escolhidos e analisados.

Teste de dobramento do *swab* a um ângulo de 90°

Nesse teste, a haste é flexionada até um ângulo de 90° com o objetivo de avaliar a resistência da haste flexível ao dobramento. A Figura 17 (a) mostra o ensaio em uma curvatura de 90° no *swab* desse estudo. Resultado semelhante foi obtido no realizado pela empresa Abiogenix em seu *swab* [16], como pode ser visto na Figura 17 (b).

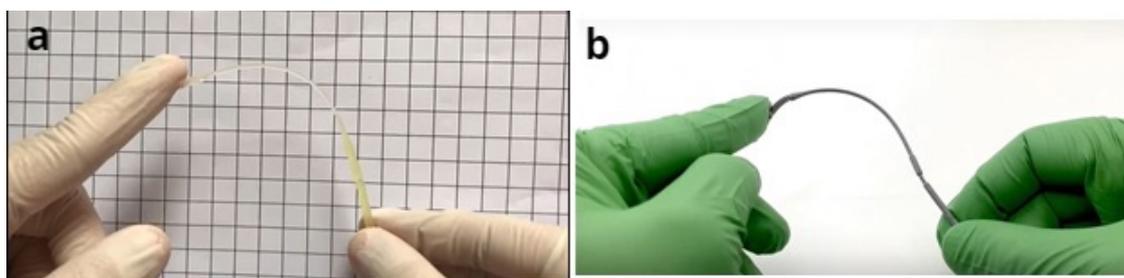


Figura 17: teste de dobramento em 90°: (a) no estudo em questão; (b) no *swab* da empresa Abiogenix.

Fonte: autoria própria.

Teste de dobramento do *swab* a um ângulo de 180°

Esse teste se assemelha ao anterior, possuindo o objetivo de avaliar a resistência da haste flexível ao dobramento, mas agora dobrando a mesma em um ângulo de 180°. Como pode ser visto na Figura 18 (a), o *swab* dessa pesquisa atingiu a curvatura de 180° e resultados semelhantes são vistos na Figura 18 (b), ensaio realizado no *swab* da empresa Carbon [20].

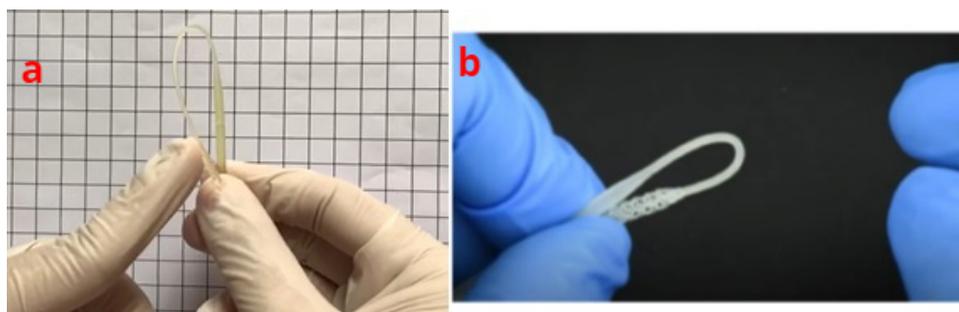


Figura 18: teste de dobramento em 180°: (a) no estudo em questão; (b) no *swab* da empresa Carbon.

Fonte: autoria própria.

Teste de dobramento do captador (ou cabeça) do swab

Esse teste é realizado no estudo de CALLAHAN et al. (2020) e é feito para averiguar a resistência ao dobramento que o captador pode sofrer durante a coleta de muco do paciente a ser testado. No presente estudo, o captador não defletiu muito devido à alta rigidez do mesmo, chegando a um valor de aproximadamente $6,5^\circ$ antes da ruptura (Figura 19). Uma deflexão semelhante pode ser vista na Figura 20, na simulação do trabalho do CTC com o Hospital Virtual de Valdecilla, que defletiu aproximadamente $6,80^\circ$ [18]. Já a Figura 21 mostra uma maior deflexão no captador do swab desenvolvido pela empresa Carbon, que não se assemelhou nem ao swab dessa pesquisa nem ao do CTC com o Hospital Virtual de Valdecilla.

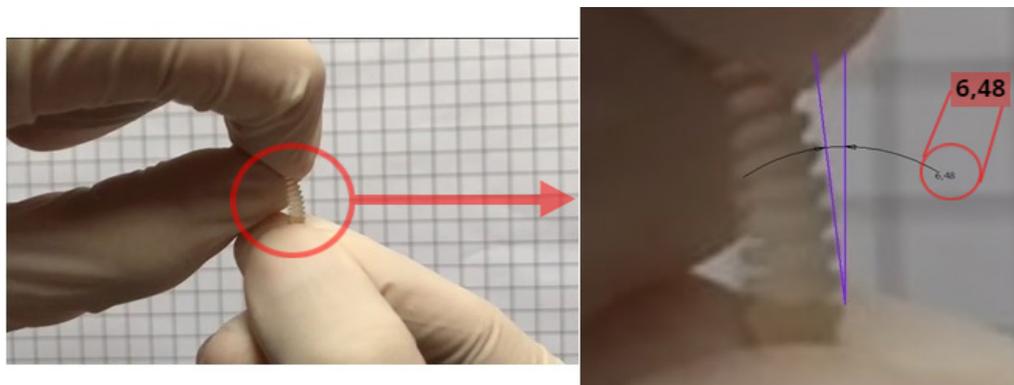


Figura 19: teste do captador do swab fabricado nesse projeto de pesquisa.

Fonte: autoria própria.

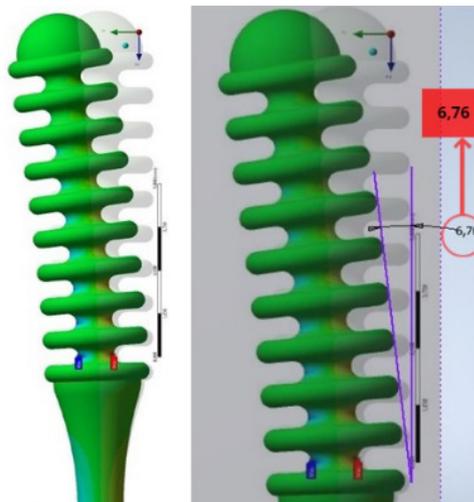


Figura 20: ângulo calculado a partir da simulação realizada no captador do swab desenvolvido pelo CTC com o Hospital Virtual de Valdecilla.

Fonte: Adaptado (VEGA et al., 2020).



Figura 21: teste do captador realizado no SWAB da empresa Carbon.

Fonte: CALLAHAN et al. (2020).

Teste de ruptura do ponto de quebra do swab

Esse teste é realizado com o objetivo de avaliar a praticidade de quebra e separação da parte do swab que será descartado e a parte que possui a amostra de muco coletada, para que seja armazenado em um recipiente e depois levado ao laboratório para análise. A Figura 22 mostra que a ruptura do swab ensaiado nesse estudo ocorreu no local esperado, semelhante a Figura 23, onde se vê o ensaio de ponto de quebra no swab da empresa Abiogenix [16].

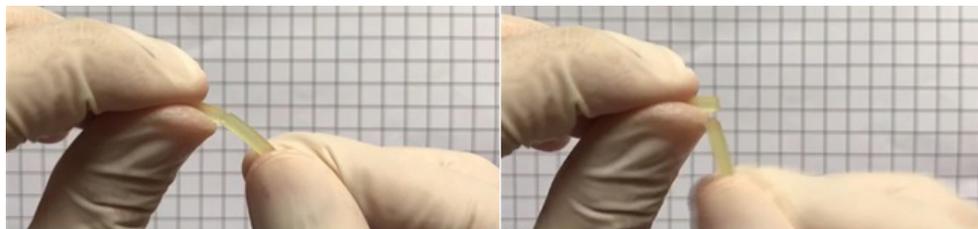


Figura 22: teste do ponto de quebra.

Fonte: autoria própria.



Figura 23: teste do ponto de quebra no swab da empresa Abiogenix.

Fonte: <https://www.abiogenix.com/>.

Baseando-se em uma ideia proveniente do trabalho de CALLAHAN et al. (2020), realizou-se um segundo tipo de teste para a ruptura do ponto de quebra do swab fabricado

nesse projeto de pesquisa. Esse segundo teste de ruptura no ponto de quebra do swab consiste em inseri-lo no tubo coletor e tentar quebrar o mesmo com uma das mãos, como o recomendado pela Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), Figura 24 [23]. Como pode ser observado na Figura 25, esse teste realizado no swab fabricado nesse projeto de pesquisa logrou sucesso. Aqui, o tubo coletor estéril é representado pelo tubo fabricado e apresentado na Figura 11.

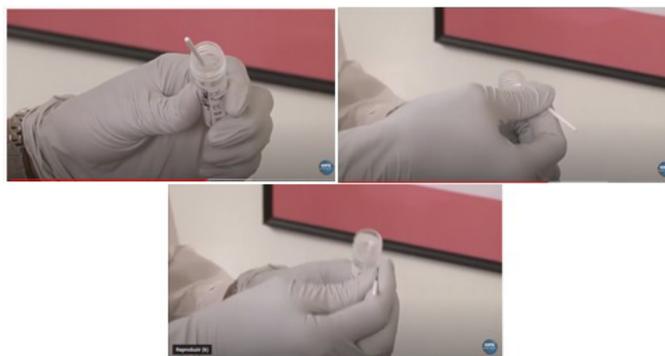


Figura 24: teste do ponto de quebra de um swab, recomendado pela Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS).

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=lgpb-vZ54Zw>.

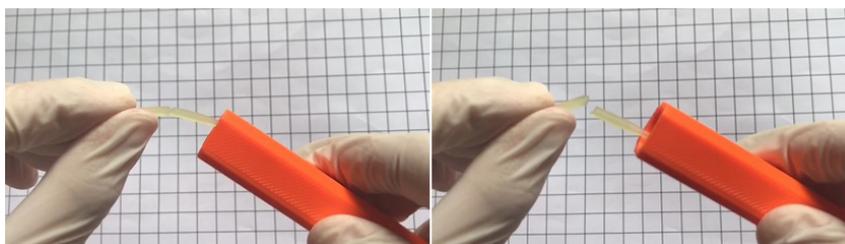


Figura 25: teste do ponto de quebra do swab fabricado nesse projeto de pesquisa utilizando a metodologia da OPAS.

Fonte: autoria própria.

Teste de absorção com o swab fabricado, utilizando o tubo projetado nessa pesquisa

O teste de absorção apresentado nessa seção foi baseado em um dos materiais desenvolvidos pela mesma equipe de pesquisa do trabalho de CALLAHAN et al. (2020), disponível em um site presente no mesmo artigo (<http://www.github.com/rarnaout/Covidswab>). Para realizar esse teste, coloca-se uma certa quantidade de fluido no tubo projetado nessa pesquisa, presente na Figura 11, que possui diâmetro e comprimento próximos às dimensões de uma cavidade nasal. Em seguida, insere-se o swab até o fundo do tubo (em uma situação real, é como se o mesmo tivesse atingido a nasofaringe) e rotaciona-o para que haja uma captação do fluido. Dessa forma, pode-se avaliar a quantidade que foi recolhida pelo captador, pesando o swab antes e depois do exame e assim, verificando a diferença de massa. Tratando-se do fluido utilizado, devido à ausência de amostras de muco nasal, foi decidido pela equipe de estudo desse trabalho

usar inicialmente cola branca, para aplicação nos testes preliminares e para análise da metodologia adotada no projeto de pesquisa em questão. Vale ressaltar que esse foi um teste inicial e que a viabilidade de novos métodos de se realizar o ensaio estão sendo estudadas. As Figuras 26 (a) e (b) mostram o teste de absorção realizado com um cotonete comum (que serviu como o grupo de controle do estudo) e com o *swab* dessa pesquisa, respectivamente.

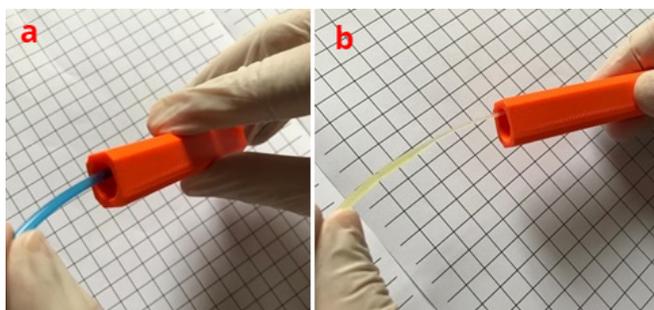


Figura 26: teste de absorção: (a) com um cotonete; (b) com o *swab* dessa pesquisa.

Fonte: autoria própria.

As Figuras 27 (a) e (b) mostram a pesagem de um cotonete comum e do *swab* estudado nessa pesquisa depois do teste de absorção, respectivamente.

A Tabela 1 apresenta os valores obtidos com o teste de diferença de massa realizado. Através da análise desses dados de massa, nota-se que o cotonete foi mais eficiente no que diz respeito a quantidade de cola branca captada durante esse ensaio, captando cerca de 50% a mais de cola em relação ao *swab*.



Figura 27: pesagem depois do teste de rotação: (a) em um cotonete; (b) no *swab* dessa pesquisa.

Fonte: autoria própria.

	Massa antes do teste de absorção	Massa depois do teste de absorção	Quantidade de cola branca captada
Cotonete	0,3 g	0,5 g	0,2 g
Swab	0,6 g	0,7 g	0,1 g

Tabela 1: valores obtidos no teste de diferença de massa.

Fonte: autoria própria.

5 | CONCLUSÃO

Nesse projeto de pesquisa foram realizados estudos preliminares para o desenvolvimento de swabs por manufatura aditiva, sendo possível na primeira etapa: o levantamento de requisitos, especificações, dimensões, estudo do design, simulação computacional, metodologias de teste e a função de cada parte de um swab. Já na segunda etapa, foi feito a seleção do design, fabricação por manufatura aditiva de um primeiro protótipo e testes de manuseio.

REFERÊNCIAS

[1] PINHO et al. **DIAGNÓSTICO LABORATORIAL DA INFECÇÃO PELO NOVO CORONAVÍRUS (COVID-19) – POSICIONAMENTO OFICIAL DA SOCIEDADE**

BRASILEIRA DE PATOLOGIA CLÍNICA/MEDICINA LABORATORIAL (SBPC/ML). Sociedade Brasileira de Patologia Clínica. Disponível em: <[http://www.sbpc.org.br/wp\(traço\)content/uploads/2020/02/DiagnosticoLaboratorialDaInfeccaoPeloNovoCoronavirus.pdf](http://www.sbpc.org.br/wp(traço)content/uploads/2020/02/DiagnosticoLaboratorialDaInfeccaoPeloNovoCoronavirus.pdf)>;

[2] Organização Pan-Americana da Saúde. **Folha informativa – COVID-19 (doença causada pelo novo coronavírus).** Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875>;

[3] Jornal da USP. **Laboratório da USP pode realizar 100 testes diários de coronavírus, mas recebe poucas amostras.** Disponível em: <<https://jornal.usp.br/ciencias/laboratorio-da-usp-pode-realizar-100-testes-diarios-de-coronavirus-mas-recebe-poucas-amostras/>>;

[4] 3be Soluções em 3D. **Impressoras 3D de alta produtividade fazem a diferença nessa corrida contra o tempo.** Disponível em: <<https://3be.com.br/2020/05/13/impressoras-3d-de-alta-produtividade-fazem-a-diferenca-nessa-corrída-contra-o-tempo/>>;

[5] VDI. **Como a Manufatura Aditiva pode contribuir em diferentes setores.** Disponível em: <<https://www.vdibrasil.com/como-a-manufatura-aditiva-pode-contribuir-em-diferentes-setores/>>;

[6] Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. **Recomendações gerais para a coleta de amostras respiratórias na presença de suspeita de COVID-19.** Disponível em: <<https://sbpt.org.br/portal/coleta-amostras-respiratorias-covid-19-sbpt/>>;

[7] SMERP. **Registro ANVISA nº 10369460047 - SWAB ESTÉRIL PARA COLETA DE AMOSTRAS.** Disponível em: <<https://www.smerp.com.br/anvisa/?ac=prodDetail&anvisaId=10369460047>>;

[8] Esposito *et al.* **Collection by trained pediatricians or parentes of mid-turbinate nasal flocked swabs for the detection of influenza viruses in childhood.** *Virology Journal*, 2010. Disponível em: <<http://www.virologyj.com/content/7/1/85>>;

[9] MEDICAL DIAGNOSTIC LABORATORIES, L.L.C. **NasoSwab™ Collection and Transport Device.** Disponível em: <http://www.mdlab.com/pdf/nasoswab_brochure.pdf>;

[10] SMIEJA et al. **Development and Evaluation of a Flocked Nasal Midturbinate Swab for Self-Collection in Respiratory Virus Infection Diagnostic Testing.** *Journal of Clinical Microbiology*, Sept. 2010, p. 3340–3342. doi: 10.1128/JCM.02235-09;

[11] COPAN. **FLOQSwabs by COPAN.** Disponível em: <http://www.copanflock-china.com/media/brochures/FLOQSwabs_broch-w.pdf>;

- [12] SPADACCINI et al. **Swab Tensile Testing and Procedures**. Relatório Lawrence Livermore National Security, LLC LLNL-TR-809011. April 23, 2020;
- [13] GALLUP et al. **Preprints: Parametric Nasopharyngeal Swab for Sampling COVID-19 and Other Respiratory Viruses: Open Source Design, SLA 3-D Printing and UV Curing System**. 19 May 2020. doi:10.20944/preprints202005.0310.v1.
- [14] BOISSONNEAULT, Tess. **How 3D printed nasal swabs could support widespread COVID-19 testing**. 3D Printing Media Network, 2020. Disponível em: <<https://www.3dprintingmedia.network/3d-printed-nasal-swabs-covid-19/>>. Acesso em: 09 de junho de 2020.
- [15] EnvisionTEC. **EnvisionTEC COVID-19 Efforts**. EnvisionTEC. Disponível em: <<https://enviontec.com/enviontec-covid-19-efforts/>>. Acesso em: 09 de junho de 2020.
- [16] HP. **Impressão 3D em apoio aos esforços de contenção COVID-19**. HP. Disponível em: <<https://enable.hp.com/us-en-3dprint-COVID-19-containment-applications/>>. Acesso em: 09 de junho de 2020;
- [17] ORIGIN, COVID-19 NP swab 01. **Sterile nasopharyngeal swab: clinically validated for safety, efficacy, and comfort. Manufactured by origin**. Origin. Disponível em: <<https://www.origin.io/npswab/>>. Acesso em: 09 de junho de 2020;
- [18] VEGA, Roberto Báscones; RUIZ, Álvaro Rodríguez. **Análisis de hisopo**. Colaboración de CTC y del Hospital Virtual Valdecilla. Parque Científico y Tecnológico de Cantabria, Cantabria, Espanha. Disponível em: <<https://www.hvvaldecilla.es/proyectos/recogidas-de-muestras-hisopos/>>;
- [19] CALLAHAN et al. **Open development and clinical validation of multiple 3d-printed 2 nasopharyngeal collection swabs: rapid resolution of a critical 3 covid-19 testing bottleneck**. Journal Of Clinical Microbiology, 11 maio 2020. Disponível em: <<http://jcm.asm.org/>>. Acesso em: 09 junho 2020. DOI: 10.1128/JCM.00876-20;
- [20] FELDMAN, Amy. **How 3D Printing Is Accelerating The Coronavirus Test Race**. Forbes, 15 de maio de 2020. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/amyfeldman/2020/05/15/how-3d-printing-is-accelerating-the-coronavirus-test-race/amp/>>. Acesso em: 03 de julho de 2020;
- [21] Seminário da disciplina de Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. **Fisiologia e Anatomia Endoscópica Nasossinusal**. Disponível em: <http://www.otorrinousp.org.br/imageBank/seminarios/seminario_73.pdf>. Acesso em: 03 de julho de 2020;
- [22] Secretaria da Saúde do Rio Grande do Sul; Centro Estadual de Vigilância em Saúde; Laboratório Central de Saúde Pública- LACEN/RS. **ORIENTAÇÕES PARA COLETA E TRANSPORTE DE SECREÇÃO RESPIRATÓRIA – 2020**. Disponível em: <<https://atencao basica.saude.rs.gov.br/upload/arquivos/202002/04110353-2020-orientacoes-coleta-amostra-coronavirus-janeiro.pdf>>. Acesso em: 03 de julho de 2020;
- [23] PAHO TV. **Orofaringe e nasofaringe swabs**. Organização Pan Americana da Saúde. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=lgpb-vZ54Zw>>. Acesso em: 07 de julho de 2020.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Amazonas 5, 6, 13, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177
Antivirais 12, 8, 89, 95, 117, 119, 121, 131, 132, 134, 137, 140, 141, 142, 160
Azitromicina 12, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 117, 119, 120, 160

B

Betacoronavírus 11, 12, 14, 27, 136, 154
Brasil 2, 5, 6, 8, 10, 13, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 51, 61, 62, 73, 95, 99, 100, 101, 102, 112, 114, 116, 121, 151, 152, 153, 155, 156, 157, 158, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 176

C

Câmera termográfica 93, 98, 99
Ciência 2, 3, 4, 5, 7, 6, 161, 176
Cloroquina 68, 89, 112, 113, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 160
Cobalamina 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57
Coinfecção 13, 151, 152, 153, 157, 161
Compostos fitoquímicos 132, 134
Coronavírus 11, 12, 2, 9, 11, 12, 14, 18, 20, 21, 22, 27, 33, 49, 51, 52, 60, 61, 62, 64, 66, 68, 76, 79, 81, 82, 83, 91, 93, 94, 100, 101, 104, 106, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 151, 152, 153, 154, 156, 157, 161, 166, 172, 173, 175, 177
COVID-19 2, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 37, 38, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 141, 142, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177

D

Design de código aberto 10, 32, 34
Detecção molecular 21

E

Emergência em Saúde Pública 166

Epidemiologia 1, 147, 155, 162, 165, 176, 177

F

Farmácia 112, 131

Fisiopatologia 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 58, 60, 62, 63, 83, 84

H

Hidroxicloroquina 12, 68, 87, 89, 104, 105, 106, 107, 110, 112, 113, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 160

I

Incidência 13, 86, 136, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173

Infecções por Coronavírus 11, 12

Infectividade 84, 148

L

Letalidade 6, 7, 114, 133, 146, 147, 148, 149

M

Manifestações cutâneas 77, 79

Manifestações neurológicas 60, 64, 65, 66

Medicina 49, 50, 58, 76, 81, 92, 124, 131, 144, 151, 158, 162, 164, 177

Metil-12 51

Metilcobalamina 51, 52, 53, 55, 56, 57

Mortalidade 8, 12, 4, 12, 18, 83, 85, 89, 94, 104, 105, 106, 107, 110, 111, 126, 129, 146, 149, 166, 173

P

Pandemia 8, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 20, 22, 51, 53, 57, 61, 67, 69, 70, 71, 79, 81, 83, 89, 91, 93, 94, 98, 101, 114, 116, 124, 125, 126, 128, 132, 134, 136, 137, 143, 147, 151, 152, 153, 162, 166, 173, 174, 175, 176

R

RT-PCR 20, 21, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 157, 159

S

Saponinas 12, 131, 132, 133, 134, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145

SARS-CoV-2 8, 11, 2, 3, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 52, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 71, 72, 73, 75, 77, 78, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 89, 90, 93, 94, 95, 106, 107, 110, 112, 113, 114, 115, 117, 119, 120, 122, 123, 128, 129, 130, 144, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 160, 161, 165, 166, 167

Saúde Coletiva 131, 176, 177

Saúde Pública 1, 2, 6, 7, 9, 10, 22, 33, 50, 61, 96, 104, 106, 114, 131, 133, 134, 135, 144, 157, 161, 166, 175, 176, 177

Síndrome Respiratória Aguda Grave 33, 61, 62, 76, 77, 78, 112, 114, 136, 147, 152

Sistema cardíaco 82, 89

SWAB 10, 32, 36, 37, 42, 46, 48, 49, 50

T

Testes de manuseio 32, 35, 40, 43, 49

Testes moleculares 10, 20, 22, 24, 25, 29, 33

Transmissibilidade 2, 3, 22, 104, 106, 146, 148, 149

V

Vigilância Epidemiológica 122

***COVID-19 no Brasil:
Os Múltiplos Olhares da Ciência
para Compreensão e Formas de
Enfrentamento***

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

***COVID-19 no Brasil:
Os Múltiplos Olhares da Ciência
para Compreensão e Formas de
Enfrentamento***

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 