

# Desenvolvimento de Equipamento de Amostragem de Ar para detecção de Contaminação Microbiológica

Willians Fernandes, Luiz Borges Silva, Ten. Cel. Liana Kalczuk, Daisy Hirata, Priscila Fernandes e Maj. Brig. José Matieli  
Laboratório de Bioengenharia, Instituto Tecnológico de Aeronáutica

**Resumo** — O objeto do presente trabalho é descrever o desenvolvimento de 5 equipamentos nacionais, de baixo custo, para monitoramento seguro da presença de microrganismos dispersos no ar, em particular, de SARS-CoV-2 em áreas laborais e de grande circulação populacional como hospitais, aeroportos, salas de espera e estabelecimentos comerciais ou industriais. Serão descritos no presente texto o processo de desenvolvimento dos protótipos de amostrador de ar, bem como a otimização de membranas e filtros para melhora da capacidade de detecção microbiana, dirigidos a diferentes aplicações (para diferentes ambientes). Obtivemos a prova de conceito com protótipo modelo, que foi capaz de colher materiais posteriormente analisados quanto à presença de vírus como SARS-CoV-2 e outros microrganismos de interesse. Desenvolvemos assim a validação desse equipamento por meio da coleta de amostras no Hospital ACCamargo, com a verificação da eficiência na recuperação de amostras biológicas e a indicação de melhorias posteriormente implementadas nos demais equipamentos. Essa validação originou outros quatro equipamentos, que foram prototipados pela equipe e estão descritos no presente trabalho. Ainda são descritas as etapas de utilização desses equipamentos em campo para identificação de partículas biológicas, com cultivo e sequenciamento dos ácidos nucleicos derivados dos organismos capturados.

## I. INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) e com base em vários recentes trabalhos científicos, a transmissão do Covid-19 se faz principalmente por gotículas respiratórias e a transmissão do SARS-CoV-2 pode ocorrer através do contato direto, indireto ou próximo com pessoas infectadas através de secreções infectadas como saliva e secreções respiratórias ou de suas gotículas respiratórias, que são expelidas quando uma pessoa infectada tosse, espirra, fala ou canta. As gotículas respiratórias têm um diâmetro  $>5-10 \mu\text{m}$ , ao passo que as gotículas com um diâmetro  $<5 \mu\text{m}$  são conhecidas como núcleos de gotículas ou aerossóis. A transmissão por contato indireto envolvendo o contato de um hospedeiro suscetível com um objeto ou superfície contaminada (transmissão por fômites) também é possível.

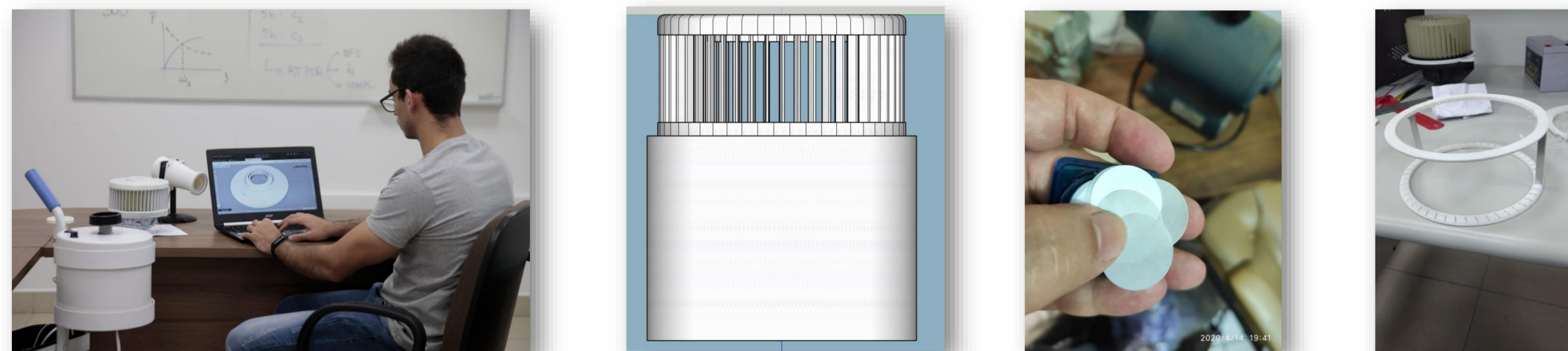
Em julho de 2020, a OMS atualizou um relatório de março de 2020 onde confirma a possibilidade de transmissão do SARS-CoV-2 por meio de aerossóis em ambientes não relacionados à área de saúde, como restaurantes, academias de ginástica, corais, onde há a produção de aerossóis pelo espirro, tosse, fala e canto. O presente trabalho portanto tem por objetivo a produção de um equipamento que possa colaborar no estudo experimental da presença de SARS-COV-2 no ar e outros microrganismos.

## II. AMOSTRADORES

Os protótipos de amostradores de Ar foram construídos em Plástico Moldado em Impressão 3D, fabricados no ITA. O projeto é constituído de:

- Motor conectado a sistema de hélices que provocam um fluxo direcional de ar com impregnação de partículas em filtros e membranas
- Os filtros (HEPA, variável de 0,01 a 0,3 micrômetros) e desenvolvimento de filtros a partir de membranas Millipore para dotá-las de propriedades eletrostáticas para melhoria da performance de amostragem.

Todo projeto estrutural mecânico foi desenvolvido com o software *SketchUp* 3D e parte de seus componentes construídos por impressão 3D em material plástico de alta resistência e leveza. A estrutura mecânica para acomodar a fonte de energia e os motores e foi planejada de maneira que a área de contato com o solo seja a menor possível.



## III. DISCUSSÃO

### Amostrador 1

Esse amostrador de ar é o primeiro que testamos para o presente projeto. Trata-se de um equipamento inicialmente aplicado para a detecção de material radioativo no ar (radionuclídeos) que foi adaptado para a identificação de microrganismos. Esse equipamento fornece parâmetros para a otimização dos filtros, Millipore, que foram então otimizados pela equipe de Materiais. Esse equipamento apresentou excelente performance quanto à diferença de pressão que provoca no filtro, podendo ser utilizado com filtros e membranas com poros muito pequenos (sensibilidade mecânica).

Entretanto devido ao ruído (aprox. 50DB) foi executado um projeto encapsulamento acústico para redução de ruídos para tornar esse modelo adequado ao uso hospitalar.

Aplicações após montagem: • Quartos hospitalares, clínicas e consultórios. Salas de espera e pequenos escritórios. • Amostragens longas (8 a 24 horas) • Disponibilidade para uso com filtros/membranas de baixa porosidade (0,22 $\mu\text{m}$ ). • Alimentação por rede de energia elétrica 110V ou 220V)

## AGRADECIMENTOS

Ao Ministério Público do Trabalho em Campinas pela concessão de recursos – processo nº 0000268-13.2012.5.0092 (Ação Civil Pública), da 5ª Vara do Trabalho de Campinas e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior CAPES (edital 12/2020) pelo financiamento da pesquisa.

## IV. DESENVOLVIMENTO

Para a otimização dos protótipos, foram desenvolvidos novos modelos endereçando diferentes características de aplicação para a detecção:

- Variação das vazões nominais: maiores potências de motor, para maior fluxo de ar por hora e assim maior volume amostrado (modelo ao lado com Vazão nominal sem filtro:  $0.015 \text{ m}^3 / \text{s}$  (900L/min ou  $54 \text{ m}^3 / \text{h}$  ou 15 L/s). Vazão com filtro:  $0.005 \text{ m}^3 / \text{s}$  (300 L/min).
- Tratamento de ruídos para ambientes onde seja necessário esse controle (modelo ao lado Nível de ruído máximo 62 dB.
- Princípio de funcionamento: bomba radial.
- Alimentação: rede elétrica 220 V.
- Refrigeração do motor: o fluxo de ar aspirado refrigera o motor.
- Pressão diferencial em funcionamento: 400 mbar – exige amostragens longas E filtros mais leves (poros maiores).
- Aplicações: Grandes áreas, Amostragens longas (mais de 4 horas)



## V. CONCLUSÃO

A questão da detecção viral é um tema complexo que abrange uma grande diversidade de áreas de conhecimento, desde áreas de comportamento das partículas no ar, dimensões possíveis dessas partículas, impregnação das membranas e estratégias moleculares de extração e detecção dessas partículas. O desenvolvimento tecnológico requerido para a prototipagem do amostrador também exige abordagem multidisciplinar e grande contato com as equipes de operação (saúde). Assim, a equipe do presente projeto foi formada por um grande número de pesquisadores de áreas distintas, das engenharias, saúde e das ciências naturais. Essa característica foi fundamental para que a complexidade, como no caso da COVID-19 seja abordada adequadamente.

Os protótipos desenvolvidos terão seus projetos (estrutural, mecânico, e eletrônico) disponibilizados para produção de equipamentos em outras unidades da federação através de uma rede de colaboração em pesquisa e desenvolvimento. Os novos equipamentos produzidos serão então colocados em operação dentro do mesmo protocolo de coleta de amostras de ar e posterior análise, os dados serão consolidados e poderão compor um mapa de distribuição de patógenos nacional. Salientamos que o mesmo sistema poderá ser adaptado à identificação de outros patógenos, representando uma solução tecnológica adaptável facilmente para outras endemias que venham a se apresentar como risco a população brasileira.

## VI. EQUIPE

- Ana Paula Abrantes de Castro e Shiguemori (IFSP)
- Carlos Henrique Quartucci Forster, (ITA)
- Claudio Antonio Federico, (IEAv)
- Daisy Hirata (ITA)
- Diana Noronha Nunes, (ACC)
- Domingos Rade, (ITA)
- Douglas Soares dos Santos (ITA)
- Elcio Hideiti Shiguemori, (IEAv)
- Emmanuel Dias-Neto, (ACC)
- Gabriel Moreira de Vasconcelos (ITA)
- Gabriela Pereira Branco (ACC)
- Getulio Vasconcelos (IEAv)
- Gilberto Fernando Fisch, (IAE)
- Helder Souza de Oliveira
- Maj. Brig. Med. José Elias Matieli (ITA)
- Letícia Terumi Kito (ITA)
- T. Cel. Liana Kalczuk, (ITA)
- Luana B. do Carmo dos Santos (ACC)
- Luiz Guilherme Borges da Silva (ITA)
- Mateus Habermann, (IEAv)
- Priscila Correia Fernandes, (ITA)
- Wagner Chiepa Cunha (ITA)
- Willians Príncipe Fernandes (ITA)



## REFERÊNCIAS

1. Butler, Daniel J., Christopher Mozsary, Cem Meydan, David Danko, Jonathan Foox, Joel Rosiene, Alon Shaiber, et al. 2020. "Host, Viral, and Environmental Transcriptome Profiles of the Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2)". Preprint. Molecular Biology. <https://doi.org/10.1101/2020.04.20.048066>.