

COVID-19

# A EFICIÊNCIA DAS MÁSCARAS

Testes revelam como e quanto o uso de diferentes modelos limita a disseminação pelo ar de doenças infecciosas

Tiago Jokura

**H**á quase dois anos, um acessório até então restrito a alguns ambientes profissionais específicos, como o hospitalar, o da construção civil e o da mineração, tornou-se obrigatório no cotidiano das pessoas e passou a ser visto nas ruas de todas as cidades do planeta. Em face da gravidade e da longa duração da pandemia da Covid-19, as máscaras de proteção respiratória fizeram-se onipresentes e devem continuar sendo usadas por mais algum tempo. Os diferentes modelos de máscara têm sido alvo de pesquisas que buscam avaliar sua importância para conter não apenas a disseminação do Sars-CoV-2, mas também para ajudar a deter outros surtos infecciosos, como a recente onda da gripe H3N2 que se espalha por vários estados brasileiros.

Um dos estudos mais recentes foi divulgado em dezembro pelo Instituto Max Planck, na Alemanha. O trabalho confirmou o eficiente papel exercido pelas máscaras como escudos antivírus. Um artigo publicado na revista científica *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* constatou que, mesmo a 3 metros (m) de distância, uma pessoa não vacinada contra a Covid-19 e sem máscara leva menos de cinco minutos para se infectar com o novo coronavírus a partir da respiração de um portador do vírus que também esteja sem o acessório de proteção.

A boa notícia é que se essas mesmas duas pessoas estivessem usando máscaras de padrão PFF2 – conhecidas em outros países como N95 –, bem ajustadas ao rosto, a chance de contágio, com quatro vezes mais tempo de contato (20 minutos), seria de apenas 0,1% – ou seja, uma chance a cada mil. Outra conclusão do estudo, liderado pelo pesquisador Eberhard Bodenschatz, é de que os modelos PFF2 (de peça facial filtrante) conferem proteção 75 vezes superior às máscaras cirúrgicas – estas, por sua vez, reduzem o risco de contágio para, no máximo, 10%, caso sejam usadas de forma adequada, coladas ao rosto.

Pesquisadores brasileiros são os autores de uma das investigações mais abrangentes sobre a eficiência das máscaras faciais. Realizado por um grupo do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IF-USP) e do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), o trabalho avaliou 227 diferentes máscaras – desde as feitas com tecnologia de ponta, como as de padrão PFF2/N95, até as costuradas em casa, passando por máscaras cirúrgicas e por aquelas vendidas no comércio popular, com tecidos sintéticos ou de algodão. Os resultados foram publicados na revista *Aerosol Science and Technology* em abril de 2021. “No começo da pandemia, a Faculdade de Medicina [FM] da USP entrou em contato com o professor Vanderley John, do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica [Poli-USP], dizendo que só tinha

máscaras para mais três semanas, tanto no Hospital das Clínicas como no Hospital Universitário. Como o mercado não estava dando conta de atender a alta demanda, a FM-USP sugeriu a testagem de tecidos alternativos para confecção de máscaras”, lembra o estudante de doutorado do IF-USP Fernando Moraes, principal autor do estudo.

A iniciativa se transformou no projeto *respi-re!*, liderado por John, que procurou colegas do IF-USP para testar a filtração dos artefatos. Para isso, o grupo adaptou um equipamento que costuma ser utilizado para verificar a qualidade do ar na região amazônica e em São Paulo, medindo a quantidade de partículas na atmosfera.

“Nosso grupo estuda aerossóis atmosféricos e seus impactos no ambiente e no clima. Nós já tínhamos a instrumentação, inclusive financiada pela FAPESP, para medir nanopartículas da ordem de 10 nanômetros [nm], que são 100 vezes menores do que a espessura de um fio de cabelo. Também tínhamos geradores de aerossóis capazes de fornecer partículas do tamanho que precisávamos, entre 60 e 300 nm”, descreve o físico Paulo Artaxo, do IF-USP, um dos coautores da pesquisa e coorientador de Moraes no doutorado.

Ao verificar a capacidade de filtração de partículas (que impede o vírus de ser expelido ou respirado) e a respirabilidade das máscaras (que mede quanto elas facilitam ou dificultam a passagem do ar) foi possível combinar os dois valores e calcular um fator de qualidade (FQ) para cada modelo avaliado (*ver infográfico*). “Nosso estudo foi pioneiro no mundo ao combinar medidas de filtração com respirabilidade, o que é relevante, pois muita gente não gosta de usar máscara quando ela dificulta a respiração”, diz Artaxo.

Os resultados da investigação comprovaram o que já se sabia – a importância do uso das máscaras no controle epidemiológico de doenças transmitidas pelo ar – e trouxeram detalhes sobre a eficiência dos diferentes tipos de cobertura facial. Considerando somente a filtração, as máscaras que mais se destacaram foram, como esperado, as PFF2/N95, barrando a passagem de 98% das partículas nos tamanhos testados (de 60 a 300 nm).

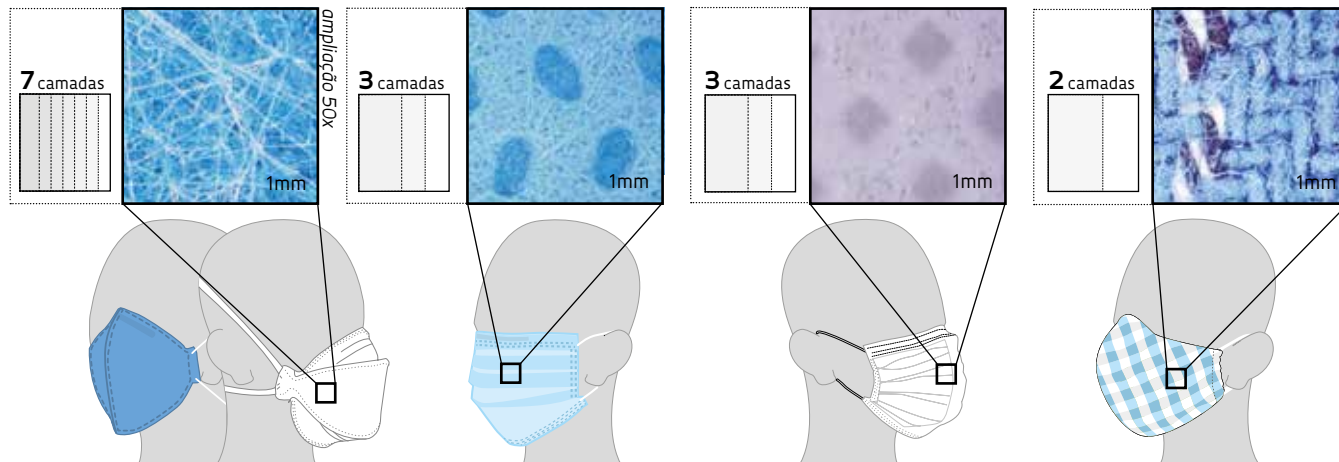
As máscaras cirúrgicas apresentaram 89% de capacidade de filtração e as de TNT (tecido não tecido, material obtido por meio de uma liga de fibras e um polímero), formadas por três camadas (conhecidas como SMS), filtraram 78% das partículas. Máscaras de algodão apresentaram menor retenção de partículas (entre 20% e 60%) porque a trama do tecido deixa mais espaço entre os fios. Se houver costura nessas máscaras, aumenta ainda mais o risco de passagem de partículas que carregam o vírus.

Em termos de respirabilidade, o destaque ficou com as máscaras de TNT, seguidas de perto pelas cirúrgicas. As PFF2/N95 e as de algodão tiveram um índice de respirabilidade menor, mas que

Usada corretamente, a máscara cirúrgica tem 89% de capacidade de filtração

# ESCUDO FACIAL

Conheça os fatores que fazem uma máscara de proteção conferir mais ou menos segurança contra a transmissão do Sars-CoV-2



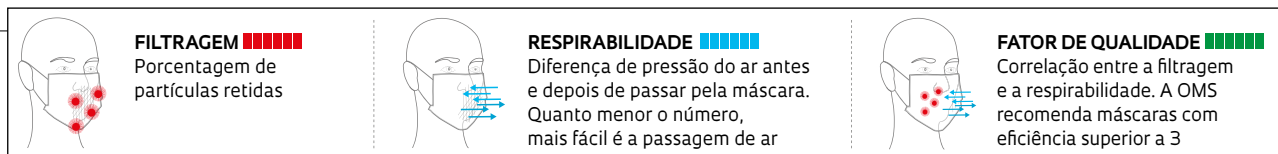
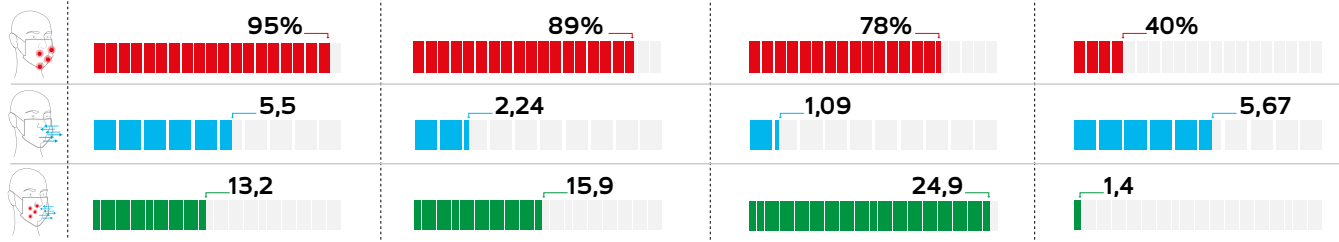
PFF2/N95	Cirúrgica	TNT (tecido não tecido)	Algodão/Caseira
----------	-----------	-------------------------	-----------------

Usadas em hospitais, canteiros de obra e na mineração, filtram pelo menos 95% de partículas de até 0,3 micrômetro ( $\mu\text{m}$ ) – 1  $\mu\text{m}$  é a milésima parte do milímetro. As gotículas de saliva com o novo coronavírus medem mais de 1  $\mu\text{m}$ . O nível de proteção se deve, principalmente, a dois fatores: os fios são entrelaçados de forma irregular e a peça sofre a aplicação de uma carga elétrica que aumenta a capacidade de filtragem em 10 vezes

As máscaras mais comuns em hospitais são produzidas com materiais leves e altamente filtrantes e respiráveis. Características importantes: podem vir ou não com clipe nasal e contam com alças e/ou elásticos que prendem na orelha, o que, em tese, diminui um pouco a vedação, pois não cola tanto a máscara ao rosto

A alta capacidade de filtragem e de respirabilidade desse material gerou o maior índice de eficiência dentre os 227 modelos testados pela USP. Assim como nos modelos PFF2/N95, o material filtrante não é feito com fios entrelaçados de forma ordenada. A trama, composta por polímeros ou fibras de algodão dispostas aleatoriamente e coladas por calor ou pressão, é caótica e densa, gerando uma barreira física mais eficaz

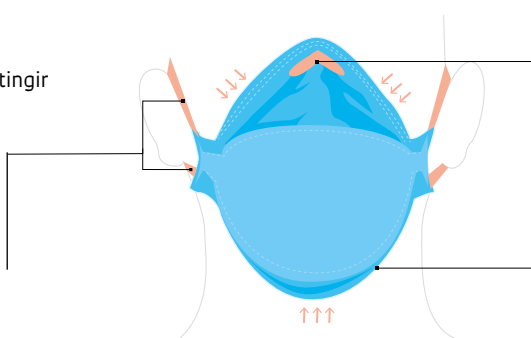
Quanto mais grossas forem as linhas do tecido, maior a quantidade de espaços na trama para a passagem de ar – e de vírus e outros microrganismos, consequentemente. Pesquisadores da USP demonstraram que um dos pontos mais críticos e prejudiciais à vedação das máscaras feitas em casa são as costuras, sobretudo as verticais que unem dois pedaços de tecido



## FIQUE ATENTO

Detalhes importantes para a máscara atingir o seu potencial máximo de filtragem

**Elástico na nuca:** máscaras presas à orelha ficam menos coladas ao rosto, prejudicando a vedação e facilitando a entrada de ar por brechas



**Clipe nasal:** ao moldá-lo, a vedação melhora, fazendo o ar passar somente pelo material filtrante e não por frestas entre o rosto e as bordas da máscara

**Anatomia:** formato que veda toda a área de contato da máscara com o rosto, incluindo bochecha e queixo

não dificulta seu uso, mesmo por longos períodos. “Quando a respirabilidade é extremamente baixa, o ar tem dificuldade para atravessar a máscara. Isso é ruim porque a pessoa tira a máscara na primeira oportunidade”, alerta Artaxo.

Correlacionando os dados de filtração com os de respirabilidade, o fator de qualidade de cada máscara foi comparado ao padrão recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS). “Esse índice precisa ser superior a 3 para que a máscara atenda aos requisitos mínimos de filtragem e respirabilidade propostos pela OMS”, explica Morais.

No estudo da USP/Ipen, as PFF2/N95, as cirúrgicas e as de TNT passaram pelo crivo da OMS, com altos FQ de 13,2, 15,9 e 24,9, respectivamente. Já as máscaras caseiras de algodão, considerando uma média de respirabilidade de 40%, não atingiram o patamar de recomendação, pontuando somente 1,4. “Mesmo que alguns modelos tenham um fator de qualidade muito baixo, é importante lembrar que qualquer máscara é melhor do que não usá-la. Embora dentro do espectro das máscaras haja modelos melhores e piores, eles continuam sendo todos eficientes”, diz o engenheiro biomédico Victor Mori, membro do Observatório Covid-19 BR.

**U**m aspecto relevante não abordado pelo trabalho de Artaxo, Morais e John foi a vedação. Ajustar a máscara ao rosto, evitando brechas no contato do acessório com nariz, queixo e bochechas, é essencial para que a filtração na vida real seja a mesma observada em laboratório. Mori explica que há dois elementos que contribuem para uma melhor vedação. “Se a máscara tem clipe nasal e elásticos para prendê-la na nuca, ela tem mais condição de ficar bem ajustada ao rosto. Com uma melhor vedação, o ar que sai e o que entra passa somente pelo filtro, maximizando a retenção de partículas”, afirma. Segundo Artaxo, um bom ajuste da máscara ao rosto é essencial para que ela proporcione a retenção adequada. Recomendação nesse sentido consta do artigo de seu grupo.

Outra pesquisa sobre o uso de máscaras feita no país, que utilizou como amostra um grupo de pessoas infectadas pelo novo coronavírus, revelou um aspecto interessante relacionado ao uso desses itens de proteção: o patógeno foi encontrado apenas na camada interna das máscaras, sugerindo um bloqueio na transmissão. Feito por pesquisadores da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), o estudo analisou 45 peças faciais utilizadas em situações cotidianas por 28 pacientes, sendo 30 delas de tecido de algodão, com duas ou três camadas, e 15 do modelo cirúrgico.

Os resultados, publicados como *preprint* (artigos ainda não submetidos ao processo formal de revisão por pares) no repositório medRxiv, sugerem

que máscaras variadas dificultam ou impedem que os vírus sejam expelidos com alto grau de eficiência – reforçando a ideia de que proteções respiratórias evitam, antes de tudo, que infectados espalhem doenças.

“Diversos dados indicam que a presença de múltiplas camadas da máscara é um fator importante para a proteção, assim como a porosidade do tecido, que não pode ser excessiva”, destacou Andreza Salvio, doutora em biologia parasitária do Instituto Oswaldo Cruz (IOC) da Fiocruz e uma das integrantes da equipe responsável pelo estudo, em material divulgado pela instituição. “Além disso, é fundamental perceber que a máscara é só uma entre diversas medidas que devem ser adotadas para conter a disseminação da Covid-19, ao lado, por exemplo, do distanciamento social e da vacinação”, completou.

### SEM INTERFERÊNCIA

Outro estudo, também da FM-USP, apoiado pela FAPESP e divulgado no medRxiv como *preprint*, indica que o uso de máscaras, ainda que possa causar algum desconforto, não interfere significativamente nos padrões de respiração e na fisiologia cardiovascular, inclusive durante a prática de exercício físico em intensidades moderadas a altas.

Os pesquisadores trabalharam com 17 homens e 18 mulheres saudáveis realizando testes ergoespirométricos em esteira – que avaliam as respostas cardiopulmonares por meio da troca de gases expirados e inspirados ao longo do exercício físico –, coleta de lactato (indicador de intensidade de esforço físico e de fadiga muscular) e monitoramento cardíaco constante, em variados graus de esforço. Os voluntários correram uma sessão com máscara de tecido de três camadas e outra sessão sem o acessório, possibilitando a comparação.

“O estudo mostra que a máscara de tecido não afetou substancialmente as variáveis fisiológicas ou metabólicas durante o exercício físico aeróbico”, afirma Natália Guardieiro, médica do exercício e do esporte, doutoranda da FM-USP e primeira autora do artigo. “Mesmo nos exercícios mais intensos, os efeitos da máscara foram mínimos, pois o organismo realiza compensações fisiológicas. Portanto, a máscara não deve ser uma barreira para a prática de atividade física”, conclui. ■

---

### Artigos científicos

MORAIS, F. G. *et al.* Filtration efficiency of a large set of Covid-19 face masks commonly used in Brazil. *Aerosol Science and Technology*. 26 abr. 2021.

GHOLAMHOSSEIN, B. *et al.* An upper bound on one-to-one exposure to infectious human respiratory particles. *PNAS*. 2 dez. 2021.

GUARDIEIRO, N. M. *et al.* A cloth facemask causes no major respiratory or cardiovascular perturbations during moderate to heavy exercise. *medRxiv*. 16 dez. 2021.

MELLO, V. M. *et al.* Effectiveness of face masks in blocking the transmission of Sars-CoV-2: A preliminary evaluation of masks used by Sars-CoV-2-infected individuals. *medRxiv*. 30 jun. 2021.