



## Crescimento do mercado de EPIs devido a crise sanitária e soluções para novos mercados através de revestimentos produzidos por nanotecnologia para diversificar o mercado de saúde

  <https://doi.org/10.56238/ciesaudesv1-066>

### Rafael Santos da Cruz Paula

Engenheiro de Materiais, CEDESEN – Centro de Desenvolvimento e Soluções em Engenharia e Nanotecnologia Ltda

### Antônio da Cruz Paula

Doutor, CEDESEN – Centro de Desenvolvimento e Soluções em Engenharia e Nanotecnologia Ltda

### Thaiana Vale Smilgevicius

Engenheiro de Materiais, UFRJ

### Renata Antoun Simão

Doutora, Universidade Federal do Rio de Janeiro

### Luiz Carlos de Lima

Doutor, Universidade Estácio de Sá

### RESUMO

Apesar de interessantes para comercialização, a produção de plásticos atingiu graus preocupantes, ocasionando significativos impactos ambientais, que foram exaltados durante e após a pandemia do Covid-19. Assim, ficou evidente a necessidade de

cuidados com a produção de insumos, particularmente descartáveis. De forma geral, a transmissão do COVID-19 e outros agentes patógenos ocorre por meio do ar, a partir de gotículas de fluidos como saliva ou muco expelidos durante a tosse. Estima-se que, em uma tossida, mais de 3.000 gotículas com diâmetros maiores que 5 µm podem ser espalhadas no ar e propagar-se por distâncias de até dois metros, contaminando diversas superfícies presentes no ambiente, onde podem permanecer ativas por períodos de tempo relativamente longos. Neste contexto, este patógeno pode permanecer viável e replicar-se na superfície de EPIs como máscaras descartáveis, tornando-as vetores de transmissão, visto que o vírus pode replicar-se em suas fibras. As máscaras cirúrgicas são produzidas utilizando TNT (Tecido Não Tecido) que precisam ter seu descarte controlado por não se tratar de um material biodegradável e reciclável. Nesse sentido faz necessário soluções que venham suprir e abastecer todo o mercado com um produto biodegradável e antiviral.

**Palavras-Chave:** Filtro de proteção individual, Revestimento antiviral, Nanotecnologia.

## 1 INTRODUÇÃO

A pandemia de coronavírus de 2019, abreviada como COVID-19, foi considerada uma crise de saúde sem precedentes desde a pandemia de gripe espanhola no início do século 20, e ambos interromperam quase todo o cotidiano da humanidade. Em março de 2023, a Organização Mundial da Saúde (OMS) relatou mais de 760 milhões de casos confirmados de COVID-19, com um número de mortes de mais de 6,8 milhões (WHO, 2023). A causa dessa doença é a síndrome respiratória aguda grave provocada pelo coronavírus (SARS-CoV-2), que faz com que os indivíduos infectados manifestem sintomas semelhantes aos da gripe. (Dhama et al., 2021; Gorbalenya et al., 2020). A via de transmissão geral para COVID-19, assim como outras doenças respiratórias, consiste na transmissão por contato e por transmissão por aerossol. Máscaras faciais ou respiradores se tornam um equipamento eficaz e essencial para proteger os profissionais de saúde e o público em geral que podem estar expostos ao vírus (Liao et al., 2020).

Máscaras cirúrgicas descartáveis conseguem impedir que gotículas respiratórias entrem nos pulmões, que, aliados aos métodos adequados de higiene das mãos, ajudam a reduzir o risco de

infecção. No entanto, existem algumas limitações das máscaras existentes que inclui a dificuldade de reciclagem e reutilização destas máscaras, já que os vírus capturados podem permanecer em suas superfícies (Li et al., 2020; Lin et al., 2021; MacIntyre & Chughtai, 2015; Wilde et al., n.d.) .

Em 2020, as taxas de produção diária mundial de máscaras cirúrgicas atingiram 40 milhões de peças, resultando em um desperdício de mais de 15.000 toneladas por dia. Milhares de toneladas de máscaras são descartadas ainda hoje em dia e uma grande maioria de países usam a incineração para tratar resíduos médicos, incluindo essas máscaras utilizadas. A alta emissão de carbono e de gases tóxicos resultantes prejudicam enormemente o meio ambiente. Com base nessas informações, se torna extremamente importante a fabricação de filtros para que máscaras reutilizáveis sejam utilizadas, desde que possuam características adequadas para o bloqueio do vírus SARS-CoV-2, que sejam biodegradáveis e tenham o descarte ecologicamente correto (Alam et al., 2019; Leung et al., 2020; Zhong et al., 2020a).

Em geral, as máscaras faciais e os respiradores são compostos por três camadas: uma camada filtrante intermediária – a camada mais importante no que diz respeito à proteção contra partículas ou gotículas portadoras de vírus e bactérias, e duas camadas externas.

Revestimentos com propriedades antimicrobianas têm sido apontados como soluções para inativar os patógenos retidos na superfície dos EPIs e reduzir sua disseminação. A Universidade de Ciência e Tecnologia de Hong Kong (HKUST) desenvolveu um revestimento polimérico (MAP-1) produzido a partir de eletrofiliação. Esse revestimento tem se mostrado efetivo contra vírus altamente infecciosos como sarampo e rubéola sem alterar a aparência e aspecto tátil das superfícies (“HKUST Develops New Smart Anti-Microbial Coating in the Fight Against COVID-19”, 2020). Outro estudo, desenvolvido na Universidade de Alberta por Quan *et al.* (2017), consiste em funcionalizar a camada de filtração de máscaras cirúrgicas usando cloreto de sódio. Em contato com as gotículas contendo o vírus, o sal dissolve na água e, com sua evaporação, que ocorre em minutos, recristaliza-se, danificando a superfície do patógeno devido à morfologia com “cantos vivos” em escala nanométrica (QUAN, RUBINO, *et al.*, 2017, UPDATES, 2020).

Além das universidades, empresas como a *Sonovia* e *Argaman*, sediadas em Israel, têm impregnado materiais com óxidos metálicos. A *Sonovia* tem incorporado nanopartículas de zinco e óxido de cobre a tecidos utilizados em máscaras de proteção e outros EPIs, enquanto a *Argaman* produziu máscaras com nanofibras de algodão contendo nanopartículas de óxido de cobre (“New antiviral masks from Israel may help stop deadly coronavirus”, [S.d.]). No Brasil a Nanotex, empresa do setor de pesquisa em nanotecnologia tem buscado soluções para diversificar o mercado nacional no que refere a modificação de superfícies para substituição do plástico e TNT no sentido de diversificar o mercado nacional em proteção à saúde produzindo filtros antivirais, biodegradáveis e hidrofóbicos.

Esses produtos já inicialmente testados pelas Universidade federal do Rio de Janeiro e Fundação Oswaldo Cruz. Resumidamente o processo consiste em ativar sua superfície para receber o revestimento por técnicas de vácuo e plasma, i.e., romper suas ligações químicas da camada mais superficial do substrato, à base de celulose. Posteriormente adiciona uma camada de um óleo que altera essas ligações e modifica a propriedade do substrato, passando de super absorvedor para um material hidrofóbico, repelente a água. Ao mesmo tempo, pode ser adicionado óxidos metálicos que apresentam propriedades antivirais. Esses revestimentos têm espessuras abaixo de 80 nm e com estruturas modificadas pelas condições de pressão, temperatura e velocidade de deposição, formando um material policristalino em escala nanométrica.

Destaca-se o revestimento ou modificação da superfície por plasma que pode ser utilizado em substituição a diversos materiais que são poluentes, como plástico; isso porque os derivados da celulose são biodegradáveis e o processo de revestimento ou tratamento da superfície não inclui elementos que possam agredir o meio ambiente e não gera resíduos no seu processo.

Os testes iniciais comprovaram que o produto em desenvolvimento tem potencial para resultar em modificação de superfícies com acréscimo de carbono, metais e óleos com características antiviral, antimicrobiana, ignífuga e hidrofóbica. Em específico, um derivado da celulose - que é altamente absorvedora de água - se transformou em um excelente produto filtrante capaz de ser aplicado em máscaras de proteção individual em substituição a diversos produtos à base de plástico, TNT, entre outros.

Assim, evidencia-se que principais estratégias para tornar superfícies antimicrobianas são produzir superfícies repelentes, que minimizam a adesão dos patógenos, ou produzir superfícies de contato ativo, que inativam os micro-organismos durante o contato, como àquelas contendo nanopartículas com atividade antimicrobiana.

Beneficiário direto desta solução é o ecossistema de saúde brasileiro e mundial. Esta tecnologia não só abastece as demandas necessárias neste momento emergencial e diminui uma boa parte dos lixos gerados pelo setor, como, por uma questão de segurança nacional, pode viabilizar o desenvolvimento da indústria brasileira e capacitá-la para concorrer no grande mercado internacional, abrindo um debate sobre a exclusividade no uso do TNT para EPIs médico-hospitalares, podendo gerar uma diminuição na dependência do mundo em relação à indústria Chinesa.

Em relação à entrada do produto final no mercado, foi realizada uma análise prévia do mercado de EPIs do ano 2018/2019 e expectativas para 2020 (antes da ocorrência da pandemia), baseada em dados secundários fornecidos pela ANIMASEG (Associação Nacional da Indústria de Material de Segurança e Proteção ao Trabalho) em dezembro de 2019, que avaliou o mercado geral de EPIs no Brasil em 8.5 Bilhões de reais. Os dados são divididos por tipo de EPIs, onde interessa

predominantemente o tipo Proteção Respiratória, com mercado avaliado em 500 milhões de reais no final de 2018, representando aproximadamente 6% do mercado total. Segundo esse balanço, os itens de proteção respiratória descartáveis, representavam em 2018 46% do mercado, avaliado em 230 milhões de reais, com quantidade expressiva de 300 milhões de unidades descartáveis em circulação, com um aumento de 8% em relação ao ano anterior.

O mercado de itens do tipo Proteção Respiratória já vinha aumentando ao longo dos anos, com média de 10% ao ano de aumento do mercado e de produção/importação, o que gerou uma expectativa de valor de mercado para 2020 de R\$600M.

Neste contexto, é possível observar que o mercado de filtros e máscaras de proteção respiratória já era expressivo mesmo antes da pandemia, e com a crise sanitária de tamanhas proporções a demanda aumentou a valores inimagináveis, gerando uma verdadeira crise no setor e no mundo globalizado.

Além disso, o cenário da pandemia evidenciou a falta de capacidade da indústria nacional para suprir a demanda por esses materiais. Apenas 50% das máscaras comercializadas no Brasil são produzidas em território nacional. Isto significa dizer que metade da demanda é suprida por produtos vindo do exterior, que são mais custosos, menos duradouros e menos eficientes que os produtos que serão desenvolvidos no projeto.

Nesse sentido faz-se necessário o desenvolvimento de novas tecnologias capazes de atender o mercado nacional, tendo em vista que a demanda tem uma forte dependência de importação. Segundo estudos apresentados pela Fiocruz o Brasil importa 95% de todos os EPIs utilizados hoje no país.

Já o mercado de Embalagens, se mostra promissor: de acordo com a ABRE valerá 1 Trilhão de dólares em 2024, dos quais 30% representam embalagens de papelão e celulose. No Brasil, esse mercado já é avaliado em 80 bilhões de dólares.

Sabe-se que ainda faltam no mercado nacional o material filtrante, insumo usado como filtro bacteriano descartáveis hospitalares e protetores respiratórios. Segundo dados do setor, mais da metade dos produtos descartáveis usados para proteção dos funcionários da saúde e pacientes internados em hospitais são importados, em sua maioria de fabricantes asiáticos.

De acordo com estudos apresentados pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), uma das instituições mais conceituadas do Brasil na área da Saúde, 95% das máscaras de proteção individual utilizadas pelos brasileiros são importadas da China e Índia. O Brasil necessita desenvolver uma indústria nacional da saúde sólida, e para isso precisa desenvolver tecnologia nacional. O mercado de máscaras cirúrgicas hospitalares no Brasil representa 3,5% do mercado mundial.

Cabe destacar que o Brasil não possui tecnologia para produção de revestimentos protetores em Equipamentos de Proteção Individual, bens de consumo, embalagens e outros, em escala relevante de produção ou mesmo industrial. Da mesma forma, o Brasil não possui até o momento uma tecnologia

industrial efetiva que em um único processo empregue características hidrofóbicas, antivirais, antimicrobianas, e ignífugas em utensílios, EPIs, máscaras de proteção individual, embalagens, gerando proteção para diversos setores, ou mesmo aumento de vida útil de alimentos.

## REFERÊNCIAS

- World health organization who director-general's remarks at the media briefing on 2019-ncov on march 2023. Disponível em: <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-remarks-at-the-media-briefing-on-2019-ncov-on-15-march-2023>, (accessed: march 2023).
- Alam, q., schollbach, k., rijnders, m., van hoek, c., van der laan, s., & brouwers, h. J. H. (2019). The immobilization of potentially toxic elements due to incineration and weathering of bottom ash fines. *Journal of hazardous materials*, 379. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.120798>
- Dhama, k., patel, s. K., yattoo, m. I., tiwari, r., sharun, k., dhama, j., natesan, s., malik, y. S., singh, k. P., & harapan, h. (2021). Sars-cov-2 existence in sewage and wastewater: a global public health concern? In *journal of environmental management* (vol. 280). Academic press. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111825>
- Gorbalenya, a. E., baker, s. C., baric, r. S., de groot, r. J., drosten, c., gulyaeva, a. A., haagmans, b. L., lauber, c., leontovich, a. M., neuman, b. W., penzar, d., perlman, s., poon, l. L. M., samborskiy, d. V., sidorov, i. A., sola, i., & ziebuhr, j. (2020). The species severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: classifying 2019-ncov and naming it sars-cov-2. In *nature microbiology* (vol. 5, issue 4, pp. 536–544). Nature research. <https://doi.org/10.1038/s41564-020-0695-z>
- Leung, n. H. L., chu, d. K. W., shiu, e. Y. C., chan, k. H., mcdevitt, j. J., hau, b. J. P., yen, h. L., li, y., ip, d. K. M., peiris, j. S. M., seto, w. H., leung, g. M., milton, d. K., & cowling, b. J. (2020). Respiratory virus shedding in exhaled breath and efficacy of face masks. *Nature medicine*, 26(5), 676–680. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0843-2>
- Li, t., liu, y., li, m., qian, x., & dai, s. Y. (2020). Mask or no mask for covid-19: a public health and market study. *Plos one*, 15(8 august). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237691>
- Liao, l., xiao, w., zhao, m., yu, x., wang, h., wang, q., chu, s., & cui, y. (2020). Can n95 respirators be reused after disinfection? How many times? *Acs nano*, 14(5), 6348–6356. <https://doi.org/10.1021/acsnano.0c03597>
- Lin, z., wang, z., zhang, x., & diao, d. (2021). Superhydrophobic, photo-sterilize, and reusable mask based on graphene nanosheet-embedded carbon (gnec) film. *Nano research*, 14(4), 1110–1115. <https://doi.org/10.1007/s12274-020-3158-1>
- Macintyre, c. R., & chughtai, a. A. (2015). Facemasks for the prevention of infection in healthcare and community settings. In *bmj* (online) (vol. 350). Bmj publishing group. <https://doi.org/10.1136/bmj.h694>
- Wilde, j. A., mcmillan, j. A., serwint, j., butta, j., ann o'riordan, m., & steinhoff, m. C. (n.d.). Effectiveness of influenza vaccine in health care professionals a randomized trial. <https://jamanetwork.com/>
- Zhong, h., zhu, z., lin, j., cheung, c. F., lu, v. L., yan, f., chan, c. Y., & li, g. (2020a). Reusable and recyclable graphene masks with outstanding superhydrophobic and photothermal performances. *Acs nano*, 14(5), 6213–6221. <https://doi.org/10.1021/acsnano.0c02250>

Zhong, h., zhu, z., lin, j., cheung, c. F., lu, v. L., yan, f., chan, c. Y., & li, g. (2020b). Reusable and recyclable graphene masks with outstanding superhydrophobic and photothermal performances. *Acs nano*, 14(5), 6213–6221. <https://doi.org/10.1021/acsnano.0c02250>