

SM ASK

Smart Mask with colorimetric biosensor for SARS-CoV-2 contamination and humidity

Smask: Smart Mask with colorimetric biosensor for SARS-CoV-2 contamination and humidity

Autores: Mónica Vieira¹, Miguel Costa², Ricardo Ferraz^{1,3}, Elsa Parente², Cristina Prudêncio^{1,4}

¹ Ciências Químicas e das Biomoléculas/CISA, Escola Superior de Saúde—Instituto Politécnico do Porto, ²RDD Textiles® R. do Arranjinho, 121, Fracção Q, pavilhão 16, 4750-803 São Martinho de Vila Frescaíha, ³LAQV-REQUIMTE, Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, P-4169-007, ⁴i3S-Instituto de Investigação e Inovação em Saúde, Universidade do Porto

Referência do Financiamento: Sistema de Incentivos à Investigação e Desenvolvimento Tecnológico (SI I&DT), suportado pelo(s) orçamento(s) do(s) programa(s) COMPETE - Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (COMPETE 2020), na sua componente FEDER

POCI-01-02B7-FEDER-070241

Resumo

A atual pandemia, devido ao vírus SARS-CoV-2, exigiu a implementação de medidas de proteção individual, como o uso de máscaras de proteção. A eficácia das máscaras depende do tempo de uso, da quantidade de humidade e do contato com agentes infecciosos. Em atividades que requeiram o uso deste equipamento por longos períodos de tempo e/ou com alto risco de exposição é importante conhecer essa eficácia em tempo real.

O projeto SMASK visa desenvolver um biossensor colorimétrico que permita a deteção da presença do SARS-CoV-2 e da quantidade de humidade que comprometam a eficácia da máscara, e que indique, de forma simples, a necessidade da sua substituição. Esta tecnologia será desenvolvida para máscaras têxteis de nível 2 e 3 e será baseada em nanopartículas funcionalizadas com biomoléculas que reconhecem especificamente o SARS-CoV-2; e em partículas de substâncias higroscópicas, que indiquem a saturação da máscara. Com uma mudança de cor, o biossensor indicará uma perda efetiva da capacidade de proteção.

A transposição desta tecnologia para outras aplicações pode ser uma arma de defesa na prevenção da disseminação do vírus Sars-CoV-2 ou de outros agentes biológicos, uma vez que qualquer utilizador terá informação em tempo real e poderá agir imediatamente, evitando a transmissão.

Abstract

The current pandemic, due to the SARS-CoV-2 virus, has required the implementation of individual protection measures, such as the use of protective masks.

The effectiveness of masks depends on the time of use, the amount of moisture and contact with infectious agents. In activities that require the use of this equipment by long periods of time and/or with a high risk of exposure, it is important to know this effectiveness in real time.

The SMASK project aims to develop a colorimetric biosensor that allows the detection of the presence of the SARS-CoV-2 and the amount of humidity that compromise the effectiveness of the mask, and that indicates, in a simple way, the need for its replacement. This technology will be developed for level 2 and 3 textile masks and will be based on nanoparticles functionalized with biomolecules that specifically recognize the SARS-CoV-2 virus; and in particles of hygroscopic substances, which indicate mask saturation. With a color change, the biosensor will indicate an effective loss of protection capability.

The transposition of this technology to other applications can be a defense weapon in the prevention of spread of the Sars-CoV-2 virus or other biological agents, as any user will have information in real time and can act immediately, preventing transmission.

Após a declaração de Pandemia, devido à disseminação do vírus SARS-CoV2, aumentou significativamente a utilização de máscaras, para proteção dos cidadãos comuns e profissionais, de todas as áreas da economia.

A utilização deste tipo de equipamento requer medidas de manuseamento e cuidados relativamente à sua eficácia de proteção, nomeadamente, a capacidade de filtração e contaminação, sendo necessária a sua substituição sempre que haja comprometimento do fim a que se destinam.

Não existe, à data, nenhuma máscara de proteção que dê indicação específica sobre a sua capacidade de proteção ao longo do período de utilização.

Objetivos e Metodologias

É objetivo do presente projeto, o desenvolvimento de um biossensor colorimétrico, incorporado numa superfície têxtil, com capacidade de indicação direta da capacidade de proteção das máscaras de proteção de nível 2 e de nível 3 – máscaras para uso social de proteção respiratória, que dê ao utilizador informação sobre a capacidade de filtração do equipamento, com um sensor de humidade; e do estado de contaminação, com um sensor de existência de contacto com o vírus SARS-CoV2.

Esta tecnologia será desenvolvida recorrendo à incorporação de nanopartículas de ouro funcionalizadas, para a deteção da presença do vírus SARS-CoV-2 no tecido, de acordo com a tecnologia pré-existente de funcionalização deste tipo de nanopartículas, com as respetivas adaptações; e de partículas de sílica, para indicação do nível de humidade no tecido, de acordo com o pré-estabelecido para este tipo de aplicação^{1,2}.

Este tecido inteligente será adicionado às máscaras de proteção na forma de etiqueta e darão, de forma simples, apenas pela mudança de cor, indicação ao utilizador sobre a eficácia e proteção. O utilizador não terá, assim, que ter conhecimentos diferenciadores ou qualquer tipo de formação específica para conseguir “ler” o estado de eficácia da máscara que utiliza, tornando, assim, esta máscara de proteção respiratória mais eficiente, segura e passível de ser utilizado por qualquer indivíduo, no desenvolvimento de qualquer atividade.

Pretende-se desenvolver um biossensor integrado num tecido, que será adicionado às máscaras de proteção respiratória (Níveis 2 e 3) na forma de etiqueta para deteção específica do vírus SARS-CoV-2 e para deteção de nível de humidade que comprometam a segurança de utilização da máscara. À data, desconhece-se a existência de qualquer tecnologia semelhante, após consulta de literatura disponível (bases de dados científicas e tecnológicas), pelo que se considera ser uma mais valia de reconhecido valor proceder ao desenvolvimento do biossensor descrito, de forma a contribuir para a segurança da utilização de máscaras, numa altura em que a sua utilização é obrigatória no dia a dia da sociedade. Este biossensor será desenvolvido de forma a detetar a presença do vírus SARS-CoV-2, por funcionalização de nanopartículas de ouro com biomoléculas de reconhecimento específico do SARS-CoV-2 (SA e ACE2)^{1,2}. Para a deteção do nível de humidade, serão desenvolvidas partículas de sílica, com diferentes diâmetros³, e adaptadas à sua utilização em tecido. Os riscos críticos identificados prendem-se com a sensibilidade e especificidade do biossensor, que terá que ser aferida, assim como a eficácia de integração do biossensor no tecido. Com os dados disponíveis para adaptação das metodologias e com a

experiência adquirida dos intervenientes no projeto, cremos que estes pontos críticos serão ultrapassados.

O presente projeto divide-se em 8 atividades, estando, neste momento, as atividades 1 e 2 concluídas. Na atividade 1 fez-se a funcionalização das nanopartículas de ouro, recorrendo a duas biomoléculas propostas (SA e ACE2), para deteção específica de coronavírus, assim como testes de sensibilidade e especificidade. Na atividade 2 construíram-se partículas de sílica e argila para deteção de humidade, de forma a desenvolver partículas para a deteção de presença de moléculas de água. Neste momento, avançamos para as atividades 3 e 4, onde se faz a incorporação das nanopartículas e do detetor de humidade no tecido. Será realizada a incorporação das partículas desenvolvidas nas atividades anteriores em tecidos produzidos e valorizados de acordo com as suas características, com afinidade para a ligação às partículas desenvolvidas. Na atividade 5 será realizada a avaliação do funcionamento do biossensor em contexto de laboratório e avaliar-se-á a funcionalidade do tecido inteligente, em contexto controlado de exposição. Serão calibradas as quantidades necessárias para a deteção dos limites de utilização da máscara em segurança, i.e., a presença da quantidade mínima possível de SARS-CoV-2 e da quantidade de água que comprometa a segurança desta. Na Atividade 6 será desenvolvido o protótipo de máscara de proteção respiratória, após a validação feita na atividade anterior, com valor acrescentado, com a colocação da etiqueta biossensora. Serão avaliados o tamanho da etiqueta e o local de colocação para permitir um funcionamento eficaz e que não comprometam o conforto de utilização. Na atividade 7 será avaliada a funcionalidade do protótipo no formato final, por exposição às biomoléculas detetáveis pelo biossensor e validada a sua resposta em relação à quantidade de exposição. A atividade 8 será dedicada à promoção e divulgação do produto desenvolvido, de forma a impulsionar a sua possível comercialização e desenvolvimento em larga escala.

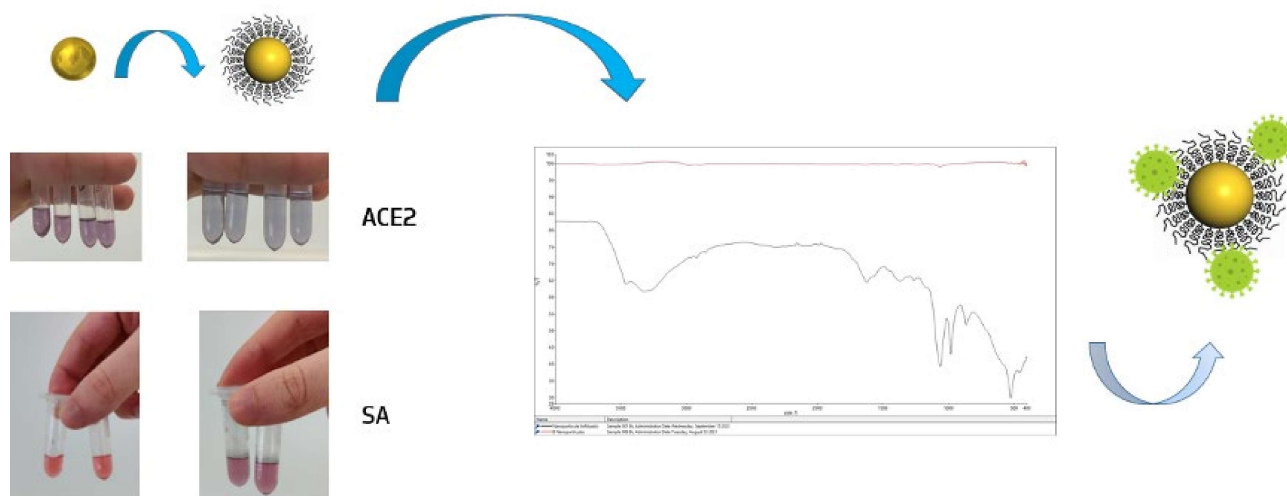


Figura1. Desenvolvimento e avaliação da funcionalização de nanopartículas de ouro com SA e ACE2.

Resultados:

Atualmente, estão já funcionalizadas as nanopartículas de ouro, tendo os resultados sido mais promissores com a biomolécula de SA. Foi avaliada a funcionalização das nanopartículas através de análise FTIR, que permite avaliar a presença de ligações químicas entre a biomolécula e a superfície das nanopartículas (figura 1).

No desenvolvimento do biossensor para a humidade, foram avaliadas abordagens recorrendo a argila e ao desenvolvimento de mesoporos de sílica, tendo estes últimos sido mais promissores na avaliação da quantidade de humidade presente (figura 2).

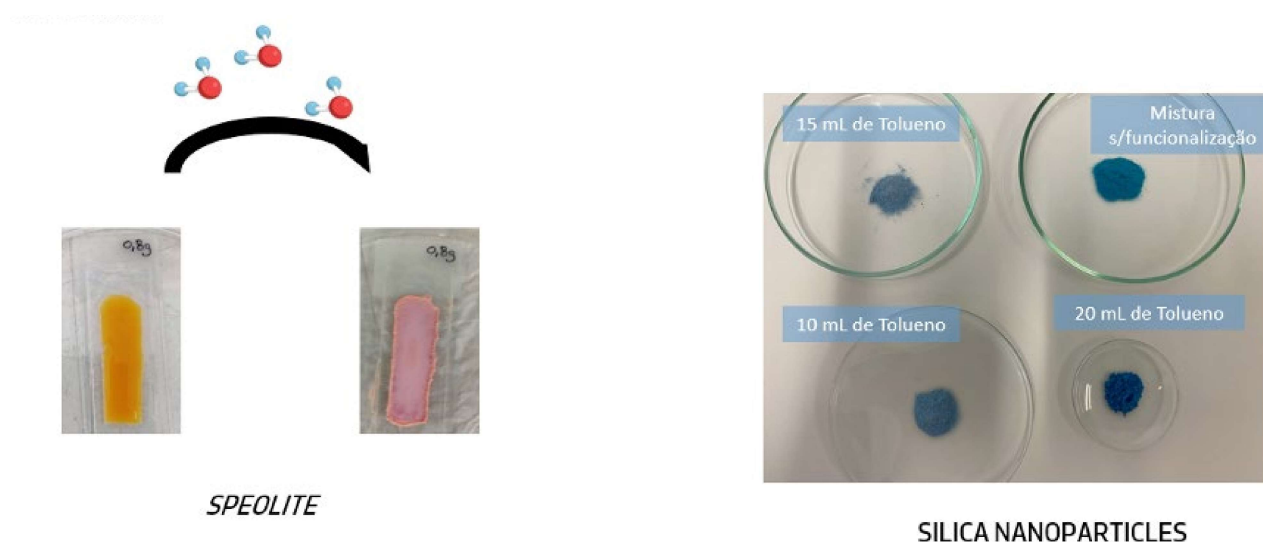


Figura 2. Resultados obtidos para o desenvolvimento de biossensores de humidade, com recurso a argila (esquerda) e mesoporos de sílica (direita).

Produtos resultantes do projeto:

O SMASK prevê o desenvolvimento de um protótipo de máscara que permitirá ao utilizador verificar as condições de segurança em que a máscara se encontra, através de um biossensor colorimétrico, na forma de etiqueta, que servirá para a deteção da presença de SARS-CoV-2 no tecido, através de nanopartículas de ouro funcionalizadas com biomoléculas específicas de reconhecimento; assim como para a deteção da quantidade de água (humidade) que comprometa a eficaz capacidade de filtração da máscara. Os resultados obtidos serão, sempre que justificável, patenteados e/ou divulgados na comunidade através da publicação em revistas científicas internacionais, com revisão por pares, da área de conhecimento adequada e promovidos em feiras e exposições.

Este projeto terá impacto no desenvolvimento regional e da empresa, uma vez que visa a criação de um produto que recorre a tecnologia avançada, de forma a dar resposta a uma necessidade emergente da sociedade. O SMASK valoriza, também, o conhecimento sediado nas Instituições de Ensino Superior, neste caso, a ESS e permite a ligação entre a academia e a indústria, de forma a alavancar a translação do conhecimento para a concretização de soluções comercializáveis. De forma a valorizar o produto desenvolvido, será patenteada a tecnologia desenvolvida e promover-se-á a sua divulgação em feiras e exposições, a nível nacional e internacional, de forma a potenciar a sua comercialização.

Bibliografia:

¹Changwon Lee, Marsha A. Gaston, Alison A. Weiss, Peng Zhang, Colorimetric viral detection based on sialic acid stabilized gold nanoparticles (2013) Biosensors and Bioelectronics, 42, 236-241. doi: 10.1016/j.bios.2012.10.067.

²Christian A. Devaux, Jean-Marc Rolain, Didier Raoult (2020) ACE2 receptor polymorphism: Susceptibility to SARS-CoV-2, hypertension, multi-organ failure, and COVID-19 disease outcome, Journal of Microbiology, Immunology and Infection, 53(3), 425-435. doi: 10.1016/j.jmii.2020.04.015.

³ Erika Švara Fabjan, Peter Nadrah, Anja Ajdovec, Matija Tomšič, Goran Dražić, Matjaž Mazaj, Nataša Zabukovec Logar, Andrijana Sever Škapin (2020) Colorimetric cutoff indication of relative humidity based on selectively functionalized mesoporous silica, Sensors and Actuators B: Chemical, 316(1), 128-138. doi: 10.1016/j.snb.2020.128138.