

As nanopartículas de prata como aliadas na prevenção da Covid-19

Evidências, desde a Antiguidade, mostram os efeitos da prata aplicada à área da saúde, agora também utilizada em coberturas têxteis. O metal está sendo visto como um grande aliado de prevenção à propagação do Coronavírus; contudo, há desafios a serem vencidos



WILMA AYAKO TAIRA DOS SANTOS

Vice-Diretora Cultural da ABTS e Autora do blog Galvanoplastia Prática
wilmasantos.arw@gmail.com

A prata é um metal nobre, de cor muito branca brilhante, de densidade de $10,5\text{g/cm}^3$, maleável, dúctil, bastante utilizada na indústria de joias, cutelaria, elétrica, material fotográfico, radiográfico, eletroeletrônica, na cunhagem de moedas, entre outros. A origem do nome, Argentum, e do símbolo químico, Ag, vem do latim - significa brilhante devido à luminosidade característica do metal. Conhecida desde a antiguidade, suas propriedades sempre foram descritas na história como de muita utilidade, no uso em talheres, copos, pratos, joias e uso medicinal. Na área da saúde, o pai da medicina moderna, Hipócrates, escreveu sobre o uso de prata no tratamento de feridas por volta de 400 a.C., e, durante os anos que se passaram, a prata apareceu em uma ampla gama de escritos - a maioria dos quais destacando suas capacidades no que diz respeito a limitar a inflamação e infecção.

Na antiga Macedônia, placas de prata eram colocadas sobre as feridas para ajudar na cura. No século 18, o nitrato de prata tornou-se opção terapêutica para tratamento de feridas, úlceras e outras doenças de pele. Havia

mais de sessenta preparações de prata na farmacopeia do século 19. Em 1869, o cientista Revelim relatou que a prata exibia efeitos antimicrobianos. Em 1893, o suíço botânico Von Nageli descobriu que a concentração de apenas 0,0000001% de íons de prata era suficiente para matar o germe Spirogyra (alga verde em forma de filamento), encontrado em água doce. (Silver One)

O interesse da prata na medicina provavelmente foi estimulado pelo conhecimento de longa data de que o metal conservava itens perecíveis mais frescos por longos períodos de tempo - por exemplo, as moedas de prata muitas vezes eram jogadas em barris de água e leite em viagens longas, para retardar sua degradação. Embora não tenha sido entendido na época, sob essas condições, a formação de íons de prata interrompiam muitos processos microbianos associados à deterioração.

A descoberta de Alexander Flemming sobre antibióticos, no final de 1920, viu uma redução do interesse pelo uso da prata na medicina por um curto período, mas ela foi reiniciada na década de 1960, com trabalhos do Prof. Carlo Moyer, da Washington University, que reconheceu

o valor dos tratamentos à base de sais de prata para queimaduras e ferimentos. Em meio a tantos relatos na história da ciência, que levam ao interesse da comunidade médica na prata, são incontáveis os trabalhos acadêmicos que estudam a utilização de nanopartículas de prata para os mais diversos fins. (*The Silver Institute*).

IMPORTÂNCIA DA PRATA PARA A APLICAÇÃO EM TÊXTEIS E FÁRMACOS

De acordo com a equipe GFMS (Gold Fields Mineral Services), da Thomson Reuters, o mercado de revestimento antimicrobiano – que inclui dispositivos médicos, têxteis e curativos, como áreas-chave de aplicação – é estimado entre 3 - 10 Moz, anualmente. Isso é relativamente baixo se comparado com a maioria das outras aplicações baseadas na prata, no entanto, espera-se que o mercado cresça ao ritmo de dois dígitos nos próximos 5-10 anos, e a evolução de novos aplicativos provavelmente apoiará esse crescimento.

A maioria das grandes empresas químicas, como BASF, PPG, DuPont e Dow, fabrica revestimentos de prata e têm programas ativos de P&D para desenvolver a próxima geração de produtos. Além dos revestimentos, as quantidades de prata usadas em outras áreas da medicina, como nanotecnologia e desenvolvimento de drogas, são muito pequenas. No entanto, o impacto que trazem à sociedade pode ser muito significativo.

Recentemente, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou que a resistência antimicrobiana está colocando em risco os ganhos dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e põe em risco o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, pois, conforme detalhado acima, a prata, potencialmente, tem um papel a desempenhar no

combate à resistência antimicrobiana e melhoria dos antibacterianos comuns, mas, para que esses esforços possam impactar de forma positiva, as aplicações desses novos produtos devem ter custo economicamente viável nas comunidades em todo o mundo. Pequenas quantidades, na ordem de nanopartículas, de prata podem ajudar a habilitar este requisito. (*The Silver Institute*).

AÇÃO DA PRATA COMO AGENTE ANTIVIRAL

Para Dúran et al. (2010), as nanopartículas de prata têm chamado a atenção por sua atividade antimicrobiana, oferecendo a possibilidade de uso com propósitos médicos e de higiene. Características de nanopartículas de prata, tais como a forma e o tamanho, são importantes não só para aumentar a atividade antimicrobiana, mas também para reduzir o tecido e a toxicidade de células eucarióticas, que possuem uma variedade mais complexa de estruturas subcelulares (Ferreira, S. et al).

Para entender melhor este tema, e como a prata pode agir nos tecidos para proteção contra o Coronavírus, vamos dar algumas definições extraídas do material do texto HeiQ Viroblock NPJ03:



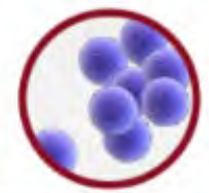
▪ O que é vírus?

Substância infecciosa extremamente pequena que se reproduz invadindo uma célula hospedeira viva. A célula hospedeira replica e libera novos vírus que saem em busca de outras células para infectar. Usualmente, os vírus infectam tipos de células específicas. A maioria deles

infecta somente algumas espécies de plantas ou animais, outras infectam somente humanos.

▪ O que é um vírus envelopado?

Vários vírus patogênicos são envelopados por membranas lipídicas (de gordura). A membrana lipídica protege o material genético dentro do vírus e fornece funções adicionais para fixação celular, morfogênese e transmissão. Os vírus envelopados representam mais de 60% de todos os vírus existentes e incluem os principais patógenos humanos. Exemplos: Coronavírus, gripe humana e aviária, H5N1, Herpes, Hepatite e AIDS



▪ O que é bactéria?

Organismos unicelulares capazes de se reproduzir rapidamente por divisão celular. São parte natural do meio ambiente e estão presentes em grande número dentro e fora de nossos corpos. A maioria das bactérias é inofensiva, no entanto, algumas podem causar doenças. Podem ser classificadas como gram-positivas ou gram-negativas, dependendo da estrutura da parede celular. As bactérias gram-positivas são as principais responsáveis pelos odores corporais.

▪ Bactérias: a razão do mau odor em tecidos

As fibras sintéticas são geralmente percebidas como mais malcheirosas do que as fibras naturais. Ao suarmos, transportamos nutrientes, como lipídios e açúcares, para os tecidos dos quais as bactérias podem se alimentar e crescer rapidamente –

Quais tecidos são percebidos como os mais malcheirosos?

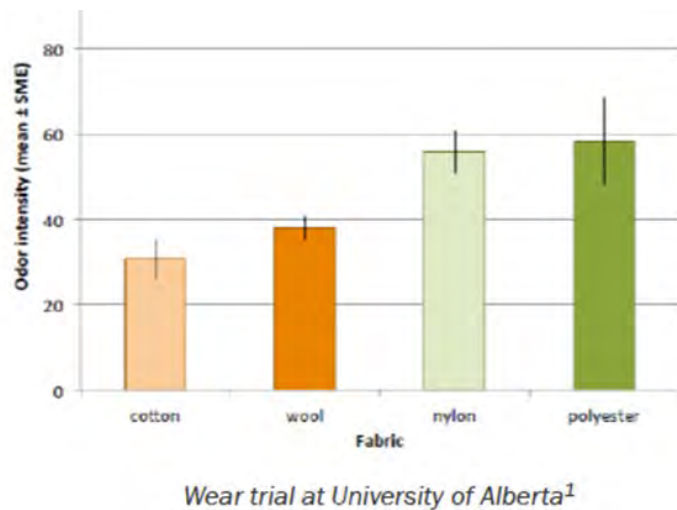


Gráfico - Retenção de odor em tecidos de vestuário- (cotton-algodão, wool-lã, nylon-poliamida, polyester-polyester)

Fonte: McQueen Rachel H – *Jornal of Textile Industrie*, 2008)

dobrando a cada 20 minutos -, causando odores ruins e desconforto.

O desenvolvimento de odores é particularmente mais forte em têxteis sintéticos, como demonstrado no gráfico acima, estudo de McQueen (McQueen Rachel H – *Jornal of Textile Industrie*, 2008).

TÊXTEIS: UM VETOR PARA VÍRUS E BACTÉRIAS

Bactéria e vírus necessitam de cinco condições para sobreviver e reproduzir: calor; gordura; proteína (do suor humano); humidade; e superfície de hospedagem. Os vírus também podem persistir em superfícies e continuarem infecciosos. Por exemplo, a pesquisa (Kampt, G et al, 2020) mostrou que o Coronavírus humano (SARS-Cov) pode persistir por até 2 dias em aventais cirúrgicos em temperatura ambiente.

Muitos vírus e bactérias são patógenos que podem causar doenças graves e mortalidade. Conforme o estudo mostrado na tabela ao lado, vírus e bactérias podem permanecer ativos em superfícies têxteis por dias e até a meses.

Roupas, aventais, cortinas e lençóis fornecem uma superfície ideal para a contaminação por vírus e bactérias. Tecidos contaminados podem atuar como superfícies para a transmissão de patógenos (A Kramer).

Tecidos antivirais e antibacterianos podem desempenhar um papel importante em uma estratégia geral para lidar com a transmissão de bactérias e vírus em ambientes sensíveis, contribuindo para minimizar as oportunidades de transmissão.

O número de aplicações no mercado dos tecidos com micropartículas de prata já existe há algum tempo, no entanto, devido à pandemia – e possibilidades de que esta não seja

Table 1: Persistence of clinically relevant bacteria on dry inanimate surfaces. 2)

Type of bacterium	Duration of persistence (range)
<i>Klebsiella</i> spp.	2 hours to > 30 months
<i>Listeria</i> spp.	1 day – months
<i>Mycobacterium bovis</i>	> 2 months
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	1 day – 4 months
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	1 – 3 days
<i>Proteus vulgaris</i>	1 – 2 days
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	6 hours – 16 months; on dry floor: 5 week
<i>Salmonella typhi</i>	6 hours – 4 weeks
<i>Salmonella typhimurium</i>	10 days – 4.2 years
<i>Salmonella</i> spp.	1 day
<i>Serratia marcescens</i>	3 days – 2 months; on dry floor: 5 weeks
<i>Shigalla</i> spp.	2 days – 5 months
<i>Staphylococcus aureus</i> , including MRSA	7 days – 7 months
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	1 – 20 days
<i>Streptococcus pyogenes</i>	3 days – 6.5 months
<i>Vibrio cholerae</i>	1 – 7 days

Table 3: Persistence of clinically relevant viruses on dry inanimate surfaces. 2)

Type of virus	Duration of persistence (range)
HAV	2 hours – 60 days
HBV	> 1 week
HIV	> 7 days
Herpes simplex virus, type 1 and 2	4.5 hours – 8 weeks
Influenza virus	1 – 2 days
Norovirus and feline calici virus (FCV)	8 hours – 7 days
Papillomavirus 16	> 7 days
Papovavirus	8 days
Parvovirus	> 1 year
Poliovirus type 1	4 hours – < 8 days
Poliovirus type 2	1 day – 8 weeks
Pseudorabies virus	≥ 7 days
Respiratory syncytial virus	up to 6 hours
Rhinovirus	2 hours – 7 days
Rotavirus	6 – 60 days
Vacciniavirus	3 weeks – > 20 weeks

Tabela – Tempo de permanência da bactéria e vírus em superfície.

Fonte: A Kramer, I. Scwembke G Kampf (2006) – *BMC Infectious Deseasee*, 6 (130)

a última –, este tipo de tratamento está ganhando muita importância, pois o produto mostra sua eficácia como uma importante barreira para evitar a contaminação do vírus.

O grande desafio da indústria e do mercado será encontrar formas de tornar o produto viável economicamente.

NANOPARTÍCULAS DE PRATA: O ANTIMICROBIANO MAIS PODEROSO DO MERCADO

Na constante busca por conter o avanço de doenças contagiosas, as nanopartículas de prata podem desempenhar um papel crucial, reduzindo situações de contaminação cruzada. Esse efeito é observado quando materiais e superfícies de uso comum recebem um tratamento, tornando-se antivirais, antibacterianos e antifúngicos. O tratamento é realizado por meio de aditivos nanotecnológicos, de eficiência garantida contra microrganismos patogênicos, além de vírus envelopados e não envelopados – exemplo de aditivos desenvolvidos pela S³nano para atendimento a diversos setores da indústria. (S³Nano).

Também pesquisadores da Universidade Federal de São Carlos

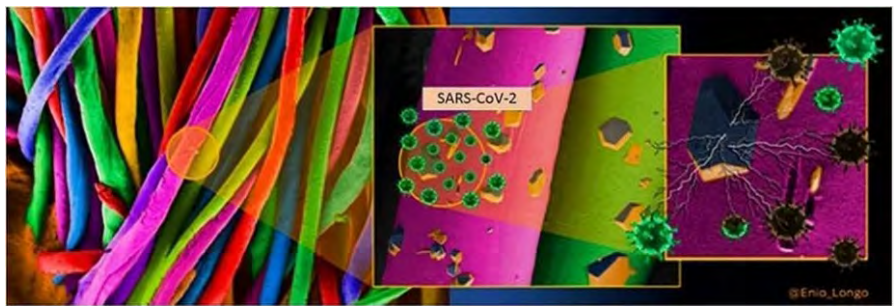


Ilustração mostra os fios do tecido com partículas de prata agindo contra o Coronavírus. Foto: Ênio Longo

(UFSCar), em parceria com a Universidade Jaume I, da Espanha, e com a empresa brasileira de nanotecnologia Nanox, desenvolveram um tecido com propriedades antivirais capaz de eliminar o agente causador da Covid-19. É um tecido formado por nanopartículas de prata e sílica capaz de eliminar o novo Coronavírus em dois minutos; ele já está sendo utilizado para a fabricação de máscaras, roupas e, em especial, jalecos para profissionais da saúde.

Outro produto, proposta da OEKO-Tex, apresenta combinação de tecnologias inovadoras de prata antibacteriana e colesteroína antiviral que destrói vesículas lipídicas, mata bactérias e mata vírus em minutos, promovendo proteção eficaz contra contaminação e transmissão de vírus e bactérias que usam tecidos como superfícies de hospedagem.

Também é ideal para roupas médicas não tecidas (TNT) descartáveis, como máscaras faciais, cortinas, filtros de ar e outros itens não laváveis (HeiQ Viroblock NPJ03). A prata interage com as frações portadoras de enxofre dos vírus e pode formar complexos com grupos doadores de elétrons, levando à inibição dos estágios pós-entrada da infecção por meio do bloqueio de proteínas virais. As partículas pequenas de prata contribuem para um amplo espectro de mecanismos antivirais que não são propensos a induzir resistência (HeiQ Viroblock).

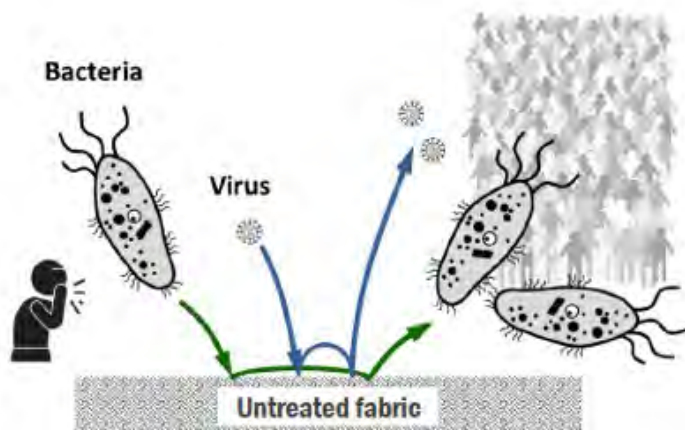
COMO É A AÇÃO DO TRATAMENTO NA SUPERFÍCIE DO TECIDO?

A tecnologia usada nas camisetas e máscaras antivirais da Insider, empresa especializada em roupas funcionais, foi testada seguindo a norma ISO 18184- *Determination of antiviral activity of textile products*.

Os testes foram realizados pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Para alcançar o resultado antiviral, uma formulação com íons de prata foi aplicada na fibra do tecido dos produtos da Insider. Dessa forma, há um aumento exponencial da capacidade germicida da prata quando ela é reduzida em escala nanométrica.

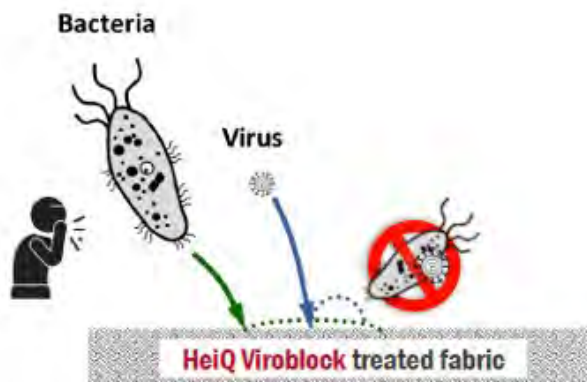


Roupas profissionais - Tecnologia desenvolvida por uma Startup apoiada pelo PIPE-FAPESP - Foto: Nanox/divulgação



TECIDO NÃO TRATADO

Os têxteis fornecem uma superfície ideal para abrigar vírus e bactérias, pois, com o passar do tempo, eles são retransmitidos do tecido para outros locais (por exemplo, em contato com outras superfícies).



TECIDO TRATADO

Os têxteis tratados com prata inibem ativamente o vírus e matam as bactérias em contato, ajudando a minimizar o potencial de retransmissão de patógenos dos têxteis.

Os testes confirmaram que a fórmula é eficiente contra 660 tipos de micro-organismos, incluindo vírus (envelopados e não envelopados) e bactérias. Quando o organismo entra em contato com a superfície do tecido, as nanopartículas de prata inibem seu crescimento.



Foto Máscaras com proteção antiviral.

Fonte: BlogInsiderstore.com.br

VANTAGENS DOS PRODUTOS ANTIVIRAIS

A principal vantagem dos produtos antivirais é a capacidade de neutralização dos vírus, impedindo sua reprodução. Desse modo, há uma dupla proteção, evitando a contaminação direta – causada por gotículas infectadas – e indireta – quando há contato com uma superfície contaminada. As máscaras de pano e as roupas de tecido tradicional funcio-

nam como uma barreira física, mas acumulam micro-organismos em sua superfície. Consequentemente, com o passar das horas, eles se reproduzem e o tecido se torna um canal de contaminação. Por isso, as peças devem ser trocadas a cada duas horas. Isso não acontece com as máscaras e as camisetas antivirais, porque elas desativam o vírus, ao invés de acumulá-lo. Portanto, os produtos antivirais podem ser usados por um tempo maior, sem a necessidade de troca constante. (Insiderstore.com).

NORMA ISO 18184:2019 – DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIVIRAL DE PRODUTOS TÊXTEIS

ISO é a sigla para *International Organization for Standardization*: a organização responsável pela criação de padrões internacionais para a Indústria. No caso da ISO 18184, o objetivo dos testes é analisar a capacidade antiviral de um material têxtil. Dessa forma, quando uma marca ou um produto afirma que seu desempenho foi testado e aprovado pela norma ISO, esta funciona como um selo de

qualidade, confirmando que o item segue os padrões internacionais.

Os produtos têxteis que se propõem a serem de atividade antiviral precisam estar dentro de normas que estabelecem e especificam métodos de teste para a determinação da atividade antiviral contra vírus específicos. Devido às sensibilidades individuais, os resultados de um vírus de teste não podem ser transpostos para outros vírus. Os produtos têxteis incluem: tecidos e malhas, fibras, fios, tranças, etc.

CONCLUSÃO

Desde o surto do Ebola, gripe aviária, SARS Cov, culminando com a Covid-19, a preocupação, de muitos cientistas, é de que o maior desafio dos próximos anos serão as possíveis superbactérias.

Assim como a comunidade científica, constantemente, se mobiliza para desenvolver e atualizar as vacinas, cientistas da indústria têxtil estudam formas de tratar e melhorar as superfícies de tecidos para evitar e minimizar contaminações.

Os filmes antimicrobianos e antivirais são uma realidade que será implementada à medida que seus

benefícios forem sendo conhecidos, sobretudo, em ambientes hospitalares, onde o uso de lençóis, fronhas, jalecos, máscaras, tudo precisa ter o melhor nível de segurança, tanto para os profissionais como para os pacientes. Cabe à indústria encontrar meios de tornar os benefícios dos nanofilmes de prata aplicáveis industrialmente, em larga escala, e sendo viáveis economicamente.

REFERÊNCIAS

- 1- Silver One – Boletim.
- 2- The Silver Institute – Backgrounder – “Silver in Medicine – Past, present and future”.
- 3- Duran, N et al (2010). “Uso potencial de nanopartículas de prata em bactérias patogênicas, sua toxicidade e possíveis mecanismos de ação” – Revista Sociedade Brasileira de Química.
- 4- Ferreira, S et al (2017). “Curativo com carboximetilcelulose com prata, um biomaterial para uso em lesões infectadas”. 14º Congresso Sociedade Latino Americana de Biomateriais, Órgãos Artificiais e Engenharia de tecidos”.
- 5- Frank Goldman – Livro: “Uma arma secreta contra a doença: prata coloidal”.
- 6- <https://s3nano.com/index.php/2020/12/16/seguranca-e-protecao/>.
- 7- A Kramer, I Scwembke G Kampf (2006) – BMC Infectious Disease, 6 (130)
- 8- McQueen, Rachel H. et al – Jornal of Textile Industrie 99.6 (2008).
- 9- <https://agencia.fapesp.br/empresa-paulista-desenvolve-tecido-capaz-de-eliminar-o-novo-coronavirus-por-contato/33414/>.
- 10- Kampf, G Todt et. Al (2020). Persistence of coronavirus on inanimate surfaces ad its inactivation (Jornal of the Textile Institute).
- 11- <https://blog.insiderstore.com.br/norma-iso-18184-regula-os-testes-de-produtos-antivirais/>.
- 12- OEKO-TEX – ZDHC – HeiQ Viroblock NPJ03. 🚩



Uma das líderes regionais com atuação mundial em projetos e fabricação de Linhas de Pintura e Sistemas Transportadores



+55 (41) 3343.6627 +55 (41) 3342.2822