

O Sabão na Luta Contra o SARS-CoV-2: Uma Questão de Forças Intermoleculares

>

M. Soledade C. S. Santos

Soap in the fight against SARS-CoV-2: it's all about intermolecular forces. Soaps and SARS-CoV-2 virus envelope chemical composition are presented. The amphiphilic characteristics of detergents and viral envelope lipid components are responsible for the establishment of strong detergent-lipid intermolecular interactions that trigger the destruction of the viral envelope leading to inactivation of the virus. The concentrations of soap/alcohol necessary to ensure epidermis wettability are presented, since this process is cornerstone for an effective inactivation of SARS-CoV-2. Intermolecular interactions between amphiphilic molecules explain the efficiency and importance of regular hands and surfaces hygiene in the fight against the COVID-19 pandemic.

A composição química dos sabões e do envelope do vírus SARS-CoV-2 são apresentados. As características anfífilas dos componentes dos detergentes e dos lípidos do envelope viral são responsáveis pelo estabelecimento de fortes interações intermoleculares detergente-lípido que permitem a destruição do envelope viral levando à inativação do vírus. As concentrações de sabão/álcool necessárias para assegurar a molhabilidade da epiderme, por forma a permitir a completa remoção e inativação do SARS-CoV-2, são apresentadas. As interações intermoleculares entre moléculas anfífilas permitem explicar a importância e eficácia de uma higiene regular das mãos e superfícies no combate à pandemia de COVID-19.

O velho sabão, conhecido desde a Antiguidade, e usado pelo Homem há mais de 4 mil anos, volta à ribalta no contexto da luta contra a pandemia da COVID-19 no séc. XXI. A lavagem regular das mãos com *sabão* está entre as principais medidas de prevenção da contaminação com o vírus SARS-CoV-2 preconizadas pela Organização Mundial de Saúde, OMS, (Figura 1) [1], mas porquê?

O *sabão*, obtido fervendo gorduras com cinzas, é conhecido desde 2800 a.C. na Mesopotâmia. Contudo, a designação de *sabão* está habitualmente associada às escorrências observadas no rio Tibre, após sacrifícios animais no Monte Sapo, cuja eficiência de lavagem foi reconhecida pelos Romanos. A saponificação de gorduras, esquematicamente apresentada na Figura 2, leva à formação de misturas de sais de ácidos gordos, que apresentam propriedades anfífilas (*gostam de ambos*: água e óleo) e cujas soluções aquosas têm capacidade de solubilização de gorduras.

Figura 1 - Infografia da OMS sobre a importância da lavagem das mãos no combate à doença.



Figura 2 - Esquema da saponificação de gorduras com formação de sabão: sais de ácidos gordos e glicerol.

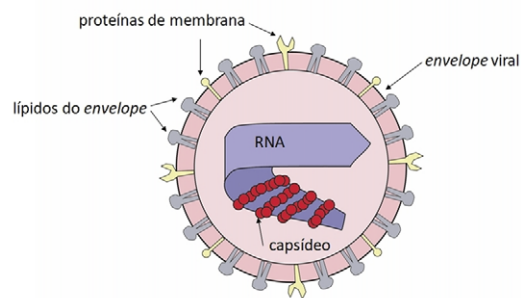
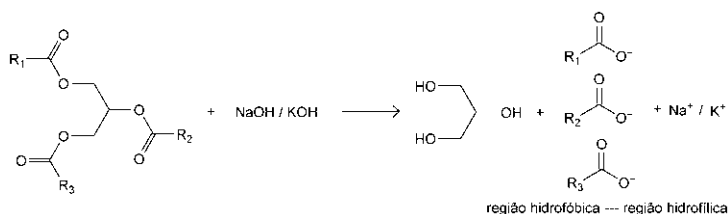


Figura 4 - Representação esquemática da estrutura do SARS-CoV-2 (adaptado de [4]).

Estas propriedades anfífilas estão na base da capacidade dos *sabões* para inativar os *Coronavírus*, como o SARS-CoV-2, por interações intermoleculares entre os compostos anfílicos do *sabão* e da camada externa dos vírus desta família.

Os vírus podem ser descritos, em termos muito simples, como nanopartículas de ácido nucleico, DNA ou RNA, contido num invólucro proteico denominado capsídeo. Os *Coronavírus*, responsáveis por infecções respiratórias no Homem, outros mamíferos e aves, têm cerca de 100 nm de diâmetro e o seu capsídeo está envolvido por uma bicamada lipídica que forma um *envelope* protetor adicional (Figuras 3,4) [2-4]. Este envelope lipídico auto-montado, é assegurado essencialmente por forças de dispersão entre fosfolípidos (anfílicos) e protege uma estrutura viral assente em interações intermoleculares fracas, mas é, também, um ponto de vulnerabilidade do SARS-CoV-2, perante outras moléculas anfílicas, como as constituintes dos sabões, géis de banho, detergentes de lavagem de roupa, loiça ou superfícies.

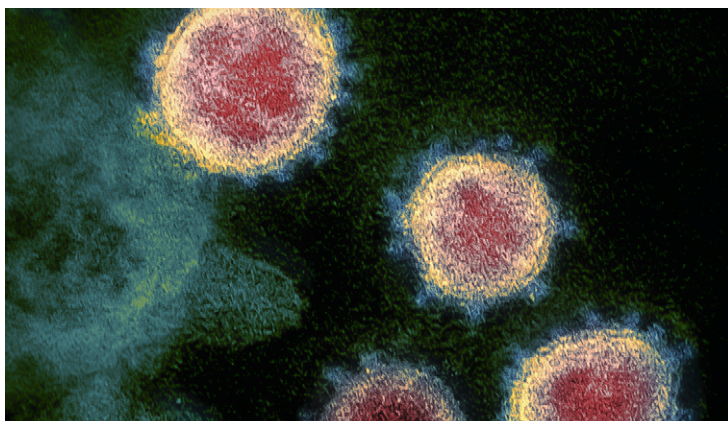
A composição química da vasta gama de produtos de higiene e limpeza é muito variada em termos dos tipos moléculas e proporções dos tensoativos, vulgo

detergentes, presentes nas diversas formulações. Independentemente da sua composição química específica, os produtos de higiene e limpeza são predominantemente constituídos por compostos anfílicos como o *sabão* (tensoativos iónicos e/ou não iónicos). A afinidade dos compostos anfílicos para a bicamada lipídica e o estabelecimento de ligações intermoleculares *detergente*-*lipídeo*, levam à intercalação de moléculas de *detergente* na bicamada lipídica com a consequente destruição da integridade do envelope protetor, resultando na inativação do vírus (Figura 5). A nível molecular trata-se de um fenómeno idêntico à dissolução de gotículas de gordura em agregados moleculares de tensoativos, que explica o vulgar processo de lavagem [5,6].



Figura 5 - Esquema da solubilização do envelope viral do SARS-CoV-2, durante a lavagem das mãos.

Figura 3 - Imagem de microscopia eletrónica do vírus SARS-CoV-2 [3].



Mas porquê 20 segundos de lavagem das mãos? É necessário garantir que toda a superfície cutânea é eficazmente molhada e ensaboada de forma a permitir a solubilização da bicamada lipídica do envelope viral. Este processo não é instantâneo, e é indispensável para assegurar a completa inativação e remoção do SARS-CoV-2. A epiderme, camada exterior da pele, protege o corpo das agressões externas, segregando lípidos e proteínas, e conferindo-lhe características de molhabilidade muito particulares. É hoje reconhecido que a pele tem características hidrofóbicas, sendo a hidrofobicidade cutânea dependente da zona do corpo, pelo que a avaliação de cosméticos e tratamentos dérmicos implica a determinação de tensões superficiais críticas de Zisman [6,7]. A tensão superficial crítica avalia o valor

mínimo que é necessário a tensão superficial da solução de lavagem atingir para assegurar o seu espalhamento sobre a superfície da pele. Este valor define assim qual a tensão superficial que toda e qualquer solução de higienização tem de ter para garantir que a pele é molhada por forma a permitir a remoção, ou mais corretamente, a inativação de vírus, bactérias ou outros contaminantes da nossa pele. O valor situa-se entre 24 e 27 mNm⁻¹ na região dos braços e mãos [7,8].

As soluções aquosas de sabão com concentrações inferiores a 10 mM atingem tensões superficiais desta ordem de grandeza, sendo, portanto, muito eficazes nos processos de lavagem. Os álcoois também são moléculas anfífilas tendo a capacidade de se introduzir entre os lípidos do envelope do SARS-CoV-2, contudo, a sua eficácia a baixas concentrações é mais reduzida pois para se atingirem tensões superficiais de 25 mNm⁻¹, a 25 °C, é necessário usar soluções aquosas de etanol a 70% ou de isopropanol a 40% [9] (Figura 6).

Figura 6 – Infografia da OMS sobre lavagem com sabão ou álcool.

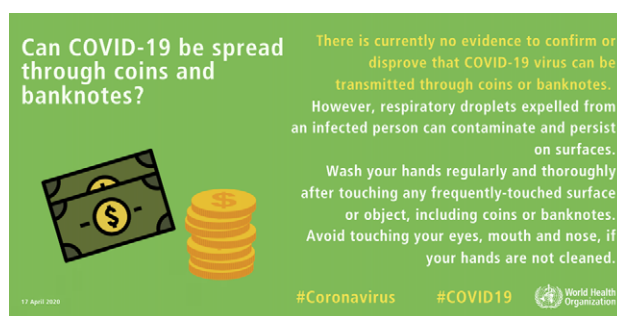


Figura 7 – Infografia da OMS sobre contaminação de superfícies.

Os estudos sobre o tempo de residência do SARS-CoV-2 em superfícies são escassos, refletem condições extremas de contaminação e são pouco representativos, devendo ser encarados como meramente indicativos (Figura 7). Os resultados apontam tempos de meia vida do vírus de 6 a 7 horas em materiais plásticos e aço inoxidável e inferiores a 4 horas em cartão [10]. Neste contexto, exceto para materiais muito hidrofóbicos como o Teflon, a limpeza regular de superfícies e vestuário com soluções aquosas de detergente asseguram a inativação do SARS-CoV-2. Assim, uma limpeza prévia de equipamentos de utilização comum com um papel embebido numa solução alcoólica de composição adequada, sempre que não é possível recorrer à lavagem clássica, é uma abordagem segura para uma utilização partilhada em espaços públicos como escolas, refeitórios, ginásios, ou salas de espetáculos.

Contudo, e independentemente da baixa absorção cutânea destes produtos de limpeza [8], convém ter presente que a aplicação frequente e continuada deste tipo de produtos pode levar a irritações/fissuras cutâneas, resultantes essencialmente da falta de lubrificação da epiderme, pelo que é recomendável acompanhar as lavagens frequentes com a aplicação regular de cremes hidratantes.

Referências

- [1] World Health Organization em <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>, acessado em 21/04/2020.
- [2] S. M. Poutanen, 222 *Human Coronaviruses*, 1117–1120e4, in S. Long, L. K. Pickering and C. G. Prober (Ed.) *Principles and Practice of Pediatric Infectious Diseases, Part II Etiologic Agents of Infectious Diseases*, 4th Ed Saunders, 2012.
- [3] Image captured and colorized at NIAID's Rocky Mountain Laboratories (RML) in Hamilton, Montana, em <https://www.flickr.com/photos/niad/49534865371/in/album-72157712914621487> (accedido em 09/06/2020).
- [4] B. Oberfeld, A. Achanta, K. Carpenter, P. Chen, N. M. Gilette, P. Langat, *Cellulose* (2020), disponível online: doi.org/10.1016/j.cell.2020.04.013.
- [5] J. Israelachvili, "Intermolecular and Surface forces", 2nd Ed, Academic Press, San Diego, EUA, 1998.
- [6] P. Reynolds, *Wetting of Surfaces*, 197–218, em T. Cosgrove (Ed.) *Colloid Science: Principles, Methods and Applications*, 2nd Ed John Wiley & Sons, Chichester, UK (2010).
- [7] A. El Khyat, A. Mavon, M. Leduc, P. Agache, P. Humbert, *Skin Research and Technology* **2** (1996) 91–96.
- [8] J. Krawczyk, *Skin Research and Technology* (2014) 1–10.
- [9] G. Vazquez, E. Alvarez, J. Navaza, *J. Chem. Eng. Data* **40** (1995) 611–614.
- [10] N. van Doremalen, T. Bushmaker, D. H. Morris, M. G. Holbrook, A. Gamble, B. N. Williamson, A. Tamin, J. L. Harcourt, N. J. Thornburg, S. I. Gerber, J. O. Lloyd-Smith, E. de Wit, V. J. Munster, *The N Engl. J. Med.* **382** (2020) 1564–1567.

>

Maria da Soledade C. S. Santos

Professora Auxiliar do Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa coordenando, atualmente, o 1.º Ciclo em Química Tecnológica. Desenvolve investigação científica no Centro de Química Estrutural na área da Química-Física de soluções e sistemas coloidais. mssantos@ciencias.ulisboa.pt
ORCID.org/0000-0002-3269-1278.