

# Histórias de um fio de cabelo

Mapeamento microscópico mostra como danos causados por descoloração e irradiação ultravioleta mudam as propriedades de superfície dos filamentos

IGOR ZOLNERKEVIC

**P**egue um fio de cabelo saudável com as mãos e tente amassá-lo sem danificar sua superfície. “É quase impossível deformá-lo por compressão”, diz o químico Raphael Machado. Ao longo de seu estágio de pós-doutorado no grupo da física Maria Cecília Salvadori, da Universidade de São Paulo (USP), o pesquisador aprendeu a apreciar a surpreendente resistência desse material biológico, comparável à de fibras sintéticas como o náilon. Também constatou como a rigidez de fios de cabelos humanos naturalmente expostos à luz solar ao longo da vida pode ser reduzida em até seis vezes, depois de uma aplicação de um pó descolorante com água oxigenada.

Usando diferentes técnicas de microscopia, Machado produziu uma série de imagens mostrando as propriedades da superfície de fios de cabelo, com uma resolução de até cerca de 60 nanômetros (nm), mais de mil vezes menor do que a própria espessura do filamento. A análise desses mapas microscópicos ajudou a entender melhor como os danos pro-

vocados pela descoloração e a radiação ultravioleta [UV] alteram o relevo e a composição química dos fios em posições anatômicas diferentes ao longo da mecha e transformam um material naturalmente hidrofóbico – isto é, que repele a água – em seu oposto, hidrofílico, que “gosta” do líquido. Absorvendo mais água, o cabelo enfraquece sua estrutura e se torna mais quebradiço. Os resultados da pesquisa, publicados em março na revista *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, podem ajudar no desenvolvimento de novos tratamentos.

Fios de cabelo têm uma espessura média de cerca de 100 mil nm, embora existam grandes variações entre populações distintas. Assim como as unhas, são um tecido morto formado principalmente pela proteína queratina. Sua estrutura mais interna é uma pequena região central denominada medula, que é envolvida pelo córtex, camada intermediária que corresponde a cerca de 85% da massa dos cabelos. Os fios nascem do couro cabeludo com o córtex totalmente coberto pela cutícula, estrutura externa que forma uma armadura de escamas de queratina

mais compacta e organizada. Por sua vez, a cutícula é recoberta por uma fina camada de gordura, com espessura da ordem de 1 nm, composta pelo ácido 18-metileicosanoico (18-MEA), que se liga a átomos de enxofre da queratina, deixando a porção hidrofóbica da molécula voltada para fora. A aversão natural dos fios à água decorre sobretudo dessa camada, mas também dos espaços criados pelos degraus entre as escamas da cutícula, que reduzem a área de contato com a água.

Durante a descoloração, os reagentes removem o 18-MEA, rompendo sua ligação com a queratina. Ao mesmo tempo, a oxidação degrada a queratina, produzindo moléculas com hidroxilas, carboxilatos e sulfonatos, que atraem água em vez de repeli-la. Enfraquecidas por microfissuras, as escamas da cutícula podem se quebrar e se desprender, expondo o córtex à ação química e à água.

A radiação UV induz reações semelhantes: erode a camada de 18-MEA e também forma moléculas hidrofílicas. Esse processo ocorre de forma mais gradual e localizada, criando pequenos poros na cutícula que podem acelerar os danos causados pela descoloração. Todo esse dano é mais intenso nas pontas dos fios, onde a cutícula já se encontra naturalmente desgastada pelo envelhecimento. “As pontas guardam um histórico de tudo a que elas foram expostas desde o último corte de cabelo”, conta Machado.

As mechas analisadas por Machado foram preparadas pela equipe do far-

macêutico Flávio Camargo Júnior, gerente de terapia capilar e testes clínicos da Chemyunion, uma indústria química brasileira que vende, no país e no exterior, ingredientes para produtos cosméticos, farmacêuticos e de outros setores. Desde 2016, o Laboratório de Filmes Finos do Instituto de Física da USP, coordenado por Salvadori, presta serviços de microscopia à Chemyunion, que financiou o estudo. A colaboração rendeu sua primeira pesquisa científica em 2021, quando a física Raissa de Oblitas defendeu seu doutorado, orientado por Salvadori, mostrando que uma das fórmulas da empresa foi capaz de penetrar na cutícula e melhorar a resistência dos fios. Durante o processo, Oblitas criou um método mais preciso que o convencional para calcular o chamado módulo elástico, que mede o quão rígido é um material, a partir de imagens de microscopia de força atômica.

**A**ssim como a agulha de uma vitrola extrai música ao subir e descer sobre os pequenos sulcos de um disco de vinil, a ponta nanométrica de um microscópio de força atômica pode se aproximar e se afastar de uma superfície milhares de vezes por segundo, registrando forças de atração e repulsão entre os átomos. “A cada ciclo de aproximação e retração medimos cinco grandezas: topografia da superfície,

módulo elástico, deformação, adesão e energia dissipada”, explica Machado. “A adesão, a capacidade de grudar mais ou menos, é a propriedade mais sensível às interações intermoleculares e à composição química superficial.”

Os mapas de adesão revelaram que a descoloração elimina a variedade natural de moléculas da queratina, deixando no lugar uma superfície mais homogênea, dominada pelos sulfonatos e até cinco vezes mais adesiva nas pontas dos fios. Machado validou a composição química inferida pela adesão utilizando um microscópio eletrônico de varredura.

O estudo foi o primeiro a usar uma técnica de análise de dados conhecida como densidade espectral de potência para medir a rugosidade da superfície dos fios. “Foi difícil encontrar um revisor adequado para o artigo, porque não se utiliza normalmente essa ferramenta analítica para estudar fibras capilares”, lembra Salvadori.

A técnica traduz a informação espacial das imagens em gráficos de distribuição de frequências, analisando como a rugosidade está distribuída na superfície dos fios. Os gráficos mostraram que, em fios virgens, predominam frequências mais baixas, dado que indica a presença de feições de relevo maiores, como as bordas das escamas. Por outro lado, em fios descoloridos e irradiados se destacam frequências mais altas, apontando variações no relevo em escala menor, criadas pelos poros e fissuras que tornam a superfície mais áspera, propensa a reter água.

“Os resultados são muito interessantes”, comenta a cientista de materiais Valéria Longo, fundadora e diretora de ciência e inovação da startup Katléia Lab, que não participou do estudo. Criada em São Carlos (SP), a Katléia desenvolve, por meio de um projeto financiado pela FAPESP na modalidade Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe), um diagnóstico capilar personalizado. Segundo Longo, analisar a cutícula, a estrutura mais externa dos fios, é importante para entender a interação do cabelo com os cosméticos. Para um diagnóstico ainda mais aprofundado da saúde dos fios, a pesquisadora diz ser necessário um estudo de todo o córtex capilar. ●

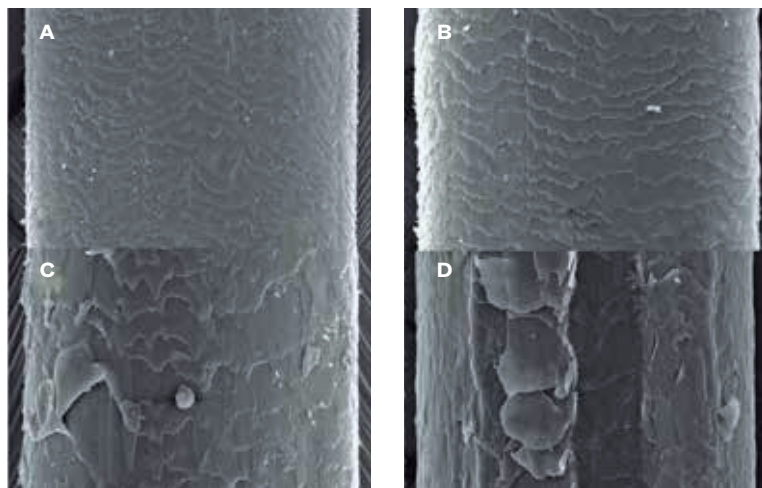


Imagem de microscopia eletrônica de varredura da raiz de fio de cabelo humano em quatro diferentes condições: natural e preservado (A); natural, com poucos sinais de alterações (B); descolorido, com alguma deterioração (C); e descolorido, envelhecido e com danos químicos (D)

O artigo científico consultado para esta reportagem está listado na versão on-line.