

CARACTERIZAÇÃO TRIBOLÓGICA E TÉRMICA EM CABELO HUMANO*

Débora de Lima Alves¹
Luana Cristyne da Cruz Demosthenes²
Amal Elzubair³
Sérgio de Souza Camargo Jr⁴
Ricardo Pondé Weber⁵

Resumo

Esse trabalho teve como objetivo analisar as propriedades tribológicas e térmicas dos cabelos caucasiano castanho virgem e descolorido, sob diferentes condições. O coeficiente de atrito, a temperatura de desidratação e a temperatura de decomposição das amostras foram utilizados na avaliação do material. As mechas capilares foram submetidas a 3 tipos de condições: seca, úmida, tratadas com pomada capilar. Os resultados mostram que a descoloração do cabelo produz degradação e que o tratamento com pomada, apesar de eficiente na modelagem do cabelo, não pode ser considerado reparador, apenas momentâneo.

Palavras-chave: Fricção; Cabelo; Tribológico; Análise Térmica; TGA.

TRIBOLOGICAL AND THERMAL CHARACTERIZATION IN HUMAN HAIR

Abstract

This work aims to analyze the tribological and thermal properties of dark caucasian hair virgin and bleached. The sliding friction, dehydration and degradation temperature were used to evaluate the material. The hair tresses were submitted to three conditions of tests: dry, wet, treated with pomade-type. The results show that bleached hair suffers degradation and the pomade-type treatment is only temporarily efficient as a modelling pomade, but it is not effective in the long term because it does not repair the hair fiber.

Keywords: Friction; Hair; Tribological; Thermal Analysis; TGA.

¹ Nanotecnologia, Bacharel, Mestranda em Ciência dos Materiais, Seção de Materiais, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro e RJ, Brasil. deboraalves@nano.ufrj.br

² Engenheira Civil, Bacharel, Doutoranda em Ciência dos Materiais, Seção de Materiais, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro e RJ, Brasil.

³ Física, Doutora em Física, Pesquisadora, PEMM/COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁴ Físico, Doutor em Física, Professor /Pesquisador, Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais e Programa de Engenharia da Nanotecnologia, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁵ Engenheiro Mecânico, Doutor em Ciência dos Materiais, Professor/Pesquisador, Seção de Engenharia Mecânica e de Materiais, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

O cabelo humano pode possuir diferentes texturas, dependendo da origem: asiáticos, africanos e caucasianos, além de outros fatores, tais como a oleosidade que é um fator pessoal. Independente do tipo de cabelo, a morfologia do fio é composta sempre por córtex e cutículas, em alguns casos possuindo o que é chamado de medula. A composição da fibra, em sua maior parte, é feita pela queratina (proteína), que possui um aminoácido com a capacidade de fazer as ligações cruzadas entre as proteínas¹. Devido a estas diferentes texturas e aos fatores pessoais, a indústria farmacêutica, mais especificamente a indústria capilar, vem crescendo bastante mundialmente, procurando propiciar produtos e tratamentos direcionados a tais texturas. Um dos resultados mais desejados pelos consumidores, de produtos cosméticos capilares, é a hidratação, pois além de facilitar o pentear, devido a maior flexibilidade dos fios, mantém o cabelo com um aspecto mais saudável, devido ao menor atrito ocorrido entre estes fios. Uma forma importante de avaliar o comportamento físico da fibra¹ (fios de cabelo) é através do ensaio tribológico e de uma análise térmica desta fibra.

O ensaio tribológico para avaliação do desgaste superficial das fibras tem como parâmetro o coeficiente de atrito. Normalmente, quando se tem lipídio na superfície do cabelo, ele atua como lubrificante reduzindo o atrito. Há duas variáveis relevantes para a análise de atrito no fio, uma delas é a umidade e outra é a carga aplicada fazendo os fios se atritarem².

A análise térmica tem como objetivo avaliar a hidratação dos fios, isto é, a que temperatura se inicia a desidratação dos fios. O teor de hidratação muda as propriedades físicas como a carga estática, densidade, rigidez, resistência eletroestática, brilho e volume. A técnica de Análise Termogravimétrica (TGA) permite avaliar o poder de hidratação e proteção térmica das fibras tratadas e não tratadas. O ensaio avalia a temperatura de início de desidratação da fibra, bem como a temperatura de decomposição da mesma³.

Outra característica muito importante é o aspecto superficial das fibras ou a morfologia em suas diferentes condições, pois esta superfície influencia diretamente no coeficiente de atrito. Este aspecto é avaliado por microscopia eletrônica de varredura (MEV).

Este trabalho teve como objetivo avaliar, através do ensaio tribológico e análise térmica a influência no coeficiente de atrito e nas temperaturas de desidratação e decomposição de uma textura de fio (fibra) de cabelo em seis diferentes condições.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras utilizadas foram mechas de cabelos caucasiano virgem e caucasiano descolorido, ilustradas na Figura 1.



Figura 1. Mechas dos cabelos caucasiano castanho virgem e descolorido.

2.1 Análise Tribológica

Foi usado um Tribômetro Micro Universal Bruker UMT-2 (Figura 2) no ensaio de atrito. Este ensaio teve como objetivo simular a fricção de escorregamento em uma mecha de cabelo, que ocorre durante o ato de escovar ou durante a aplicação de uma prancha térmica, mas sem o aquecimento. A amostra é colocada entre uma pastilha de silicone (3,0 cm x 3,0 cm) e um suporte plano sendo presa por um sistema e que a mantém sob uma força normal constante de 300 mN durante o ensaio (Figura. 3). Em um intervalo de tempo de cem (100) segundos esta pastilha percorre alternadamente (entre duas direções opostas) uma distância de 30 mm a uma velocidade de 0,3 mm/s. O valor do coeficiente médio de atrito (COF) é obtido a partir da razão da força lateral com a força normal obtida durante o teste.



Figura 2. Universal Micro Tribometer UMT-2, Bruker.

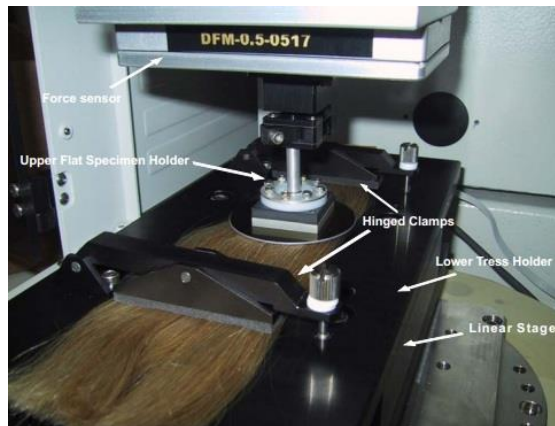


Figura 3. Teste de fricção com o a pastilha de silicone e os cliques.

O ensaio foi realizado em amostras preparadas nas 3 diferentes condições: seca, úmida e tratada com pomada capilar. Todos os ensaios foram feitos a temperatura de 23°C e com umidade de 50 ± 10%. As amostras foram lavadas em uma solução que simula um shampoo e secas em uma capela em temperatura ambiente. A amostra úmida foi preparada por imersão do cabelo seco em água milique e retirada após 5 minutos. A aplicação da pomada na amostra foi realizada 15 a 20 minutos antes de se iniciar o ensaio, com o objetivo de absorver o produto, pois caso contrário a pastilha de silicone poderia retirá-lo.

Foram realizados 20 ensaios em cada condição, tanto para as amostras do cabelo caucasiano virgem, bem como aquelas do cabelo caucasiano descolorido.

2.2 Análise Térmica

A análise Termogravimetria (TGA) foi realizada com o objetivo de avaliar as mudanças nas temperaturas de decomposição do material bem como da desidratação dos mesmos. Foi utilizado o equipamento modelo DTG-60H da Shimadzu do Instituto de Pesquisa da Marinha (IPqM). Os ensaios foram realizados em amostras pesando entre 5 e 12 mg, em uma faixa de temperatura entre 20°C e 500°C, a uma taxa de aquecimento de 10°C/min.

As amostras foram analisadas em duas (2) diferentes condições: com pomada capilar e após lavagem para retirada da pomada, com o objetivo de avaliar se a pomada influenciou na retenção de água nas amostras. Assim sendo, o total de amostras por condição foram 4.

2.3 Análise superficial das amostras através do Microscópio Eletrônico de Varredura.

A superfície dos cabelos foi analisada nas diferentes condições de tratamento por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) no Quanta FEG 250 da FEI.

As amostras foram recobertas com ouro fazendo uma fina camada de 25 nm sobre a superfície.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise Tribológica

Os resultados do ensaio de atrito (Tabela 1), mostram que as amostras do fio descolorido têm o maior coeficiente médio de atrito (COF). O tratamento químico de descoloração degrada o cabelo quebrando as ligações duplas da cistina (aminoácido) que se convertem em ácido cisteico, fazendo com que a superfície se torne mais porosa e que as cutículas se abram, aumentando o atrito².

Tanto nas amostras virgens como nas amostras descoloridas, o material úmido possui COF maior que nas amostras secas e com pomada, sendo maior o da amostra descolorida (que absorve mais água devido sua porosidade). Este resultado está de acordo com a literatura², que observa um aumento do coeficiente com o aumento da umidade relativa, isto é, com o aumento da ligação entre a água e o fio de cabelo. De acordo com Guohua Wei¹, se durante o teste, o COF diminuir é devido à evaporação da água, ou seja, devido a desidratação.

As amostras com pomada capilar, tanto nas amostras virgens como nas amostras descoloridas apresentaram um COF um pouco maior que as secas, porém inferiores que as úmidas, sendo, novamente, maior o da amostra descolorida, pois devido a sua alta porosidade, retém mais pomada. Segundo Clerance² quando a força aplicada durante o ensaio estiver na faixa de miligrama, a força atuante será coesiva. Como os ensaios foram realizados aplicando-se uma força na ordem de centigramas, ou seja, 0,03g (300 mN), a pomada não atuou como lubrificante, sendo assim a força coesiva viscosa da pomada atuará durante o ensaio, colaborando para um COF maior.

Tabela 1. Relação dos COF's de cada amostra nas diferentes condições

Condição	Amostra virgem	Amostra descolorida
Seco	0,33 ± 0,08	0,48 ± 0,15
Úmido	0,43 ± 0,12	0,76 ± 0,16
Com pomada	0,38 ± 0,06	0,52 ± 0,13

3.2 Análise Térmica

A Figura 4 apresenta a curva característica do ensaio Termogravimétrico. A Tabela 2 apresenta os valores da temperatura de desidratação do cabelo, bem como as temperaturas iniciais e finais de decomposição do material das amostras do cabelo virgem com pomada (VP), virgem com pomada lavado (VPL), descolorido com pomada (DP) e descolorido com pomada lavado (DPL).

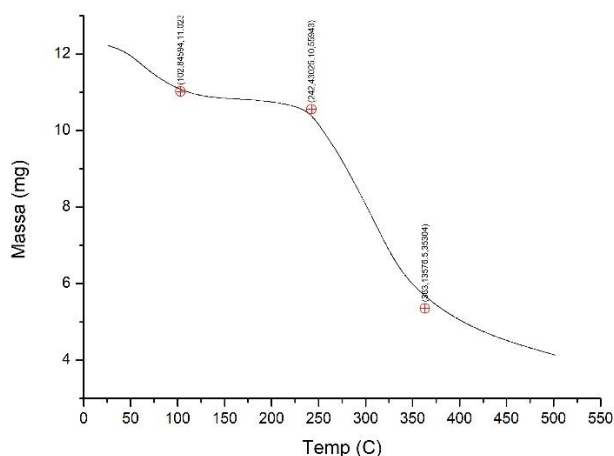


Figura 4. Curva característica do ensaio de TGA

Tabela 2. Relação das temperaturas de desidratação, início de decomposição e final de decomposição para as amostras nas diferentes condições.

Condição	Temperatura de desidratação	Temperatura de início de decomposição	Temperatura de final de decomposição
VP	105	238	358
VPL	102	242	363
DP	96	250	368
DPL	100	249	357

O teor de hidratação está ligado à absorção de umidade, se observa que tanto a temperatura de desidratação do material virgem com pomada e sem pomada é superior a do material descolorido, confirmando a degradação do material após o tratamento de descoloração, pois por ser mais poroso perde água mais rápido com o aquecimento. Verifica-se também, através das maiores temperaturas de início de decomposição do material descolorido, que esta degradação está relacionada ao maior poder de hidratação do material virgem quando comparado ao material descolorido, ou seja, um maior aumento da ligação entre a água e a superfície do fio de cabelo.

3.3 Análise superficial das amostras através do Microscópio Eletrônico de Varredura.

As imagens das amostras obtidas no MEV apresentam mudanças superficiais significativas em cada diferente condição.

As Figuras 5 e 6 apresentam, em diferentes aumentos, a morfologia da superfície do material virgem e do descolorido com e sem pomada.

Verifica-se que as fibras do cabelo virgem apresentam cutículas mais bem definidas quando comparadas às fibras do cabelo descolorido.

Pode-se verificar, também, tanto no cabelo virgem como no descolorido, que a pomada mantém as cutículas fechadas, ou seja, formando um filme protetor quando comparadas às micrografias das superfícies das fibras lavadas.

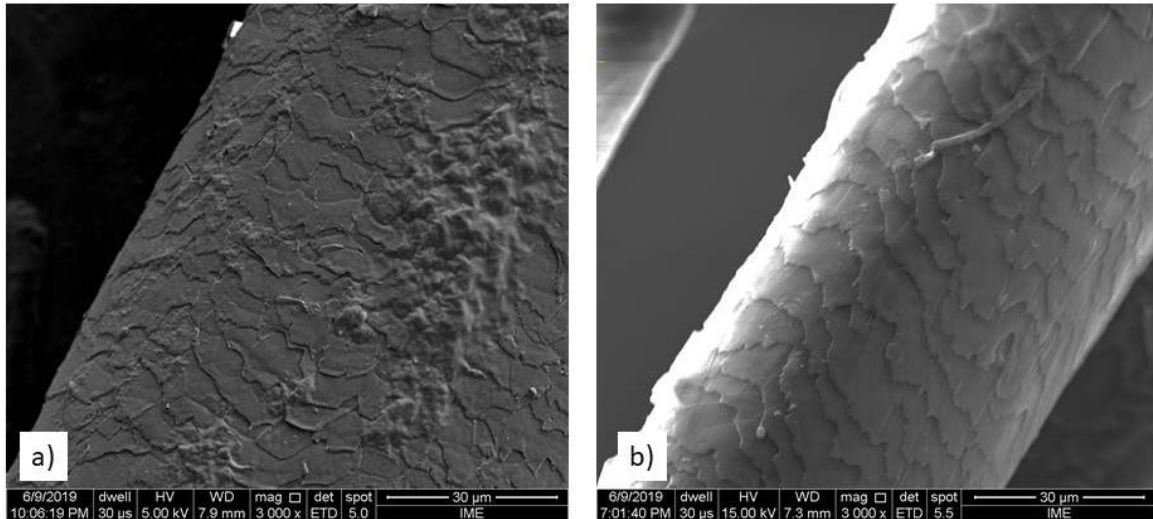


Figura 5. a) cabelo caucasiano descolorido com pomada capilar. b) cabelo caucasiano descolorido com pomada lavado após algum tempo.

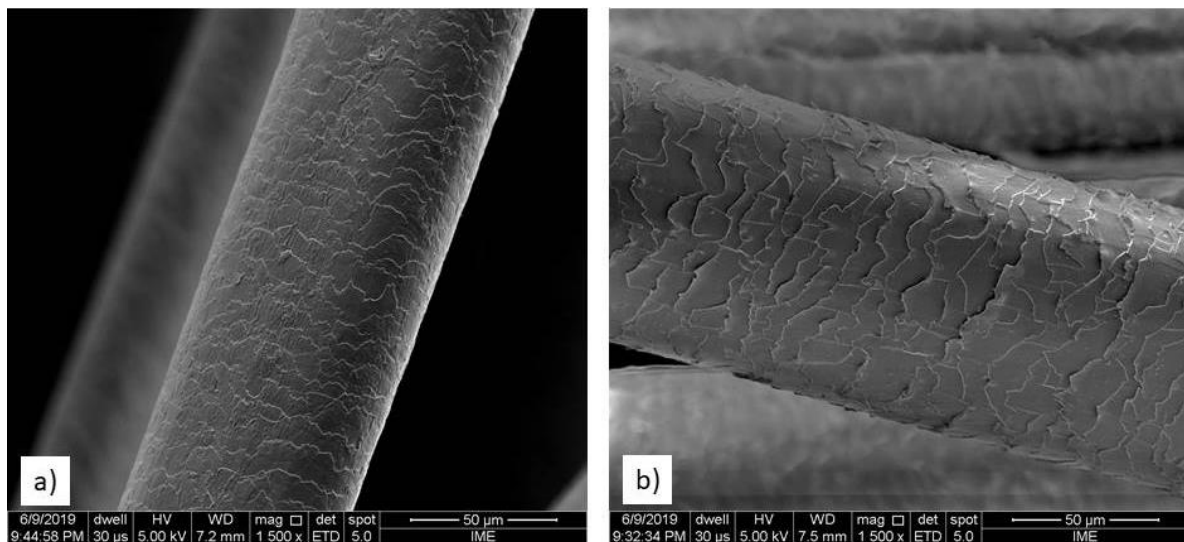


Figura 6. a) cabelo caucasiano virgem com pomada. b) cabelo caucasiano virgem com pomada, lavado após um tempo.

Desta forma, se verifica que a pomada capilar, só mantém as cutículas unidas em ambos os casos. Ela não pode ser considerada como algum tratamento a fim de reparar as fibras e sim como um “tratamento” momentâneo de selagem ou proteção, pois após a lavagem o cabelo volta a ser como antes.

4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados acima, conclui-se que:

Em todos os casos as amostras úmidas apresentam maior coeficiente de atrito devido às forças da ligação entre água e a estrutura das fibras;

O tratamento de descoloração do cabelo produz uma degradação na estrutura das cutículas aumentando sua porosidade na superfície da fibra, o que resulta em maior absorção de umidade fazendo sua temperatura de desidratação ser menor que o caso no cabelo virgem e também aumenta o coeficiente de atrito;

O tratamento com pomada mantém as cutículas fechadas, forma um filme protetor selando as cutículas, mas não como um lubrificante devido sua alta viscosidade. Porém tal tratamento não pode ser considerado restaurador, ou seja, após a lavagem as cutículas retornam a configuração anterior.

REFERÊNCIAS

- 1 Wei, Guohua & Bhushan, Bharat. Nanotribological and nanomechanical characterization of human hair using a nanoscratch technique. *Ultramicroscopy*. 2006; 106; 742-54
- 2 Clarence R. Robbins. *Chemical and physical behavior of human hair*. 5ª edição. Clermont: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2012.
- 3 Monteiro, V. F., Maciel, A. P., Longo, E. Thermal analysis of caucasian human hair. *Journal of Analysis and Calorimetry*. 2005; 79; 289-293.