

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS DE RIBEIRÃO PRETO

**Desenvolvimento de formulações cosméticas contendo óleos vegetais para a
proteção e reparação capilar**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas
para obtenção do Título de Mestre em Ciências

Área de Concentração: Medicamentos e
Cosméticos

Orientada: Lidiane Advíncula de Araújo

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Patrícia M. B. G. Maia
Campos

Versão Corrigida da Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Ciências Farmacêuticas em 23/04/2015. A versão original encontra-se disponível na Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto/USP.

Ribeirão Preto
2015

RESUMO

ARAÚJO, L.A. **Desenvolvimento de formulações cosméticas contendo óleos vegetais para a proteção e reparação capilar.** 2015. 90f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.

A fibra capilar está exposta a danos diários, como radiação solar, poluição, ato de pentear, higienização e fatores endógenos, além de tratamentos químicos, com o alisamento capilar. Assim, os produtos cosméticos possuem grande importância, uma vez que são desenvolvidos de forma a restaurar a fibra capilar danificada, que é mais porosa e hidrofílica, e proteger os cabelos de danos futuros. Os óleos vegetais destacam-se como importantes constituintes de produtos cosméticos, seguindo uma tendência mundial de incorporar ingredientes naturais em formulações para cuidados da pele e cabelos. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver formulações cosméticas contendo óleos vegetais para a proteção e reparação capilar. Para tal, foram selecionados os óleos vegetais de abacate, argan e moringa, e desenvolvidas formulações contendo os óleos isolados ou associados, para aplicação em cabelos submetidos ao alisamento químico. Além disso, na etapa de pré-tratamento, foi incorporado um filtro solar às formulações. Em seguida, foi feito um direcionamento racional da escolha da formulação com maior potencial para ser utilizada nas etapas posteriores, usando a análise sensorial em mechas de cabelo e avaliação das propriedades mecânicas do fio. A formulação contendo a associação dos 3 óleos vegetais foi selecionada e, então, submetida aos estudos de estabilidade e reologia. Ao final das análises, as formulações mais adequadas à proposta do estudo foram selecionadas e aplicadas em mechas de cabelo submetidas a radiação solar, em duas etapas: pré e pós-tratamento, em relação à indução do dano. Com isso, o objetivo foi verificar se os cosméticos desenvolvidos teriam efeitos na prevenção ou recuperação dos danos causados pela radiação solar. Assim, foram avaliadas imagens obtidas por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura, além da resistência mecânica do fio, dosagem da perda de triptofano por avaliação da intensidade de fluorescência e medidas da variação da cor da fibra capilar. Observou-se que os melhores resultados obtidos com os óleos vegetais foi na avaliação da resistência capilar, enquanto a adição do filtro solar teve impacto positivo também na redução da degradação do triptofano. Além disso, de maneira geral, os resultados indicam que o pré-tratamento foi mais eficaz em proteger a fibra capilar, quando comparado à capacidade de recuperar os danos por meio do pós-tratamento. Entretanto, o pós-tratamento foi importante para melhoria das propriedades sensoriais e para proteção de danos futuros. Com isso, dentre as formulações desenvolvidas, a que continha a associação dos óleos vegetais e do filtro solar, utilizada na etapa de pré-tratamento, foi a que levou aos melhores resultados, quando aplicada em mechas de cabelo.

Palavras-chave: cabelo, formulações cosméticas, óleos vegetais, radiação solar, alisamento químico.

1. Introdução

O Brasil ocupa o terceiro mercado mundial em consumo de produtos de higiene, cosméticos e perfumaria. Nesse cenário, cosméticos capilares ocupam posição de destaque, sendo considerado o segundo maior mercado mundial, segundo dados do Euromonitor (ABIHPEC, 2014)

O cabelo é um componente marcante da imagem do corpo com importância na inserção social e auto percepção, fazendo parte da identidade do indivíduo. Além disso, é uma das poucas características físicas que podem ser alteradas facilmente, em relação a características como cor, comprimento e forma (BOLDUC; SHAPIRO, 2001).

A fibra capilar está exposta a danos diários, como radiação solar, poluição, ato de pentear, higienização e fatores endógenos. Além disso, os tratamentos químicos também são responsáveis por significativas alterações da estrutura capilar, diminuindo a resistência do fio à quebra e impactando na sensação ao toque e brilho. Sendo assim, práticas como alisamento químico danificam a fibra capilar levando a perda significativa de aminoácidos essenciais. Outro dano inerente aos processamentos químicos da fibra capilar é a remoção de uma camada de ácidos graxos que, em cabelos saudáveis, encontra-se ligada covalentemente a cutícula. Com isso, o fio torna-se mais susceptível à eletricidade estática e *frizz* induzido pela umidade, além de perder importantes atributos sensoriais, como sedosidade e brilho (BOLDUC; SHAPIRO, 2001; KHUMALO et al., 2010; MIRANDA-VILELA; BOTELHO; MUEHLMANN, 2014).

Apesar dos diversos danos associados aos alisamentos químicos, a realização desses procedimentos é crescente no país, principalmente devido a predominância dos cabelos crespos e ondulados.

Além disso, a radiação solar também danifica significativamente a fibra capilar, tornado-a mais frágil, com prejuízo de suas propriedades sensoriais e alterações na cor. Esse dano possui grande relevância no Brasil, devido ao clima característico da maior parte do país, com alta incidência de radiação solar em grande parte do ano.

Por tudo isso, destaca-se a importância dos cosméticos, uma vez que são desenvolvidos de forma a restaurar a maleabilidade do cabelo, diminuir a eletricidade estática, reduzir a fricção entre os fios e recondicionar a fibra danificada, que é mais porosa e hidrofílica (BOLDUC; SHAPIRO, 2001). Dessa forma, atuam tanto na prevenção, quanto na reparação de danos.

Nesse contexto, os óleos vegetais destacam-se como importantes constituintes de produtos cosméticos, seguindo uma tendência mundial de incorporar ingredientes naturais nessas formulações (KLEIMAN; ASHLEY; BROWN, 2008; VERMAAK et al., 2011). Os

óleos vegetais tem sido utilizados há anos como fonte de energia, alimento, uso medicinal e pra aplicações cosméticas (ZIMBA; WREN; STUCKI, 2005). Possuem a capacidade de revestir a superfície dos fios e tem importante papel na melhora das propriedades sensoriais e manutenção da camada cuticular, que possui como uma das principais funções a proteção da região do córtex capilar (GUILLAUME; CHARROUF, 2011a, 2011b; RELE; MOHILE, 1999, 2003).

Para este trabalho foram selecionados os óleos de abacate, argan e moringa, devido a composição rica em ácidos graxos e grande capacidade emoliente desses óleos. O emprego dos óleos acima mencionados, isolados ou em associação, em formulações para os cuidados dos cabelos, resultou em um produto com potencial para prevenção e tratamento da fibra capilar danificada por tratamentos químicos e também pela radiação solar.

Finalmente, cabe ressaltar a importância do desenvolvimento racional de formulações cosméticas para os cabelos, de forma a assegurar que cumpram o objetivo proposto baseado não somente em dados da literatura ou no seu efeito potencial, mas também em medidas objetivas e na percepção das voluntárias, que representam os possíveis usuários do produto.

Dessa maneira, as formulações foram desenvolvidas e avaliadas quanto à estabilidade, sendo consideradas adequadas para os objetivos propostos neste estudo.

6. Conclusão

Nas condições experimentais deste estudo foi possível concluir que:

As formulações na forma de cremes de pré-tratamento e pós-tratamento com enxágue (*rinse off*), contendo óleos vegetais, propostas no protocolo de Pesquisa & Desenvolvimento foram adequadas às finalidades propostas e selecionadas com base na análise sensorial e na avaliação da resistência mecânica dos fios, quando aplicadas em mechas submetidas ao alisamento químico.

A reologia foi uma ferramenta importante no estudo, uma vez que possibilitou a escolha da melhor proporção entre a base autoemulsionante e o agente de consistência, de forma a orientar a escolha da formulação mais estável.

A aplicação das formulações contendo os óleos vegetais e o filtro solar, isolados ou associados, nas mechas submetidas à radiação solar, manteve a resistência mecânica das fibras capilares semelhante à obtida para as mechas virgem. Isso indica um efeito benéfico do emprego dos óleos vegetais e do filtro solar nas propriedades mecânicas do fio, uma vez que os veículos não resultaram na proteção da fibra capilar.

Além disso, as imagens do Microscópio Eletrônico de Varredura demonstraram a maior preservação da cutícula das mechas tratadas com as todas formulações desenvolvidas, quando comparadas às mechas que não receberam nenhum tratamento cosmético, com melhores resultados observados na etapa de pré-tratamento.

Ainda, a análise da intensidade de fluorescência para verificação da degradação do triptofano confirmou uma menor extensão do dano nos cabelos tratados com as formulações contendo o filtro solar.

Concluindo, as formulações desenvolvidas tiveram importante efeito na proteção e reparação dos danos da fibra, o qual foi demonstrado tanto pela percepção dos usuários potenciais dos cosméticos desenvolvidos, por meio da análise sensorial, quanto pelos resultados das diferentes análises objetivas realizadas no estudo.

7. Referências Bibliográficas

ABDULKARIM, S. M. et al. Frying quality and stability of high-oleic *Moringa oleifera* seed oil in comparison with other vegetable oils. **Food Chemistry**, v. 105, n. 4, p. 1382–1389, jan. 2007.

ABIHPEC. **Associação Brasileira das Indústrias de Higiene Pessoal e Cosméticos. Panorama do Mercado Brasileiro**. Disponível em: <<http://www.abihpec.org.br/en/category/publicacoes/panorama-do-setor/>>. Acesso em: 7 mar. 2015.

ABURJAI, T.; NATSHEH, F. M. Plants used in Cosmetics. **Phytotherapy research : PTR**, v. 17, n. 9, p. 987–1000, nov. 2003.

ANWAR, F. et al. Enhancement of the oxidative stability of some vegetable oils by blending with *Moringa oleifera* oil. **Food Chemistry**, v. 103, n. 4, p. 1181–1191, jan. 2007.

ANWAR, F.; BHANGER, M. I. Analytical characterization of *Moringa oleifera* seed oil grown in temperate regions of Pakistan. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 51, n. 22, p. 6558–6563, 22 out. 2003.

BERASATEGI, I. et al. Stability of avocado oil during heating: Comparative study to olive oil. **Food Chemistry**, v. 132, n. 1, p. 439–446, maio 2012.

BERGER, A.; JONES, P. J. H.; ABUMWEIS, S. S. Plant sterols : factors affecting their efficacy and safety as functional food ingredients. **Lipids in health and disease**, v. 3, p. 1–19, 2004.

BHUSHAN, B. Nanoscale characterization of human hair and hair conditioners. **Progress in Materials Science**, v. 53, n. 4, p. 585–710, maio 2008.

BOLDUC, C.; SHAPIRO, J. Hair care products: waving, straightening, conditioning, and coloring. **Clinics in Dermatology**, v. 19, n. 4, p. 431–436, jul. 2001.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA**. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 20 mar. 2014.

CHANDRASHEKARA, M. N.; RANGANATHAIAH, C. Chemical and photochemical degradation of human hair: a free-volume microprobe study. **Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology**, v. 101, n. 3, p. 286–294, 2 dez. 2010.

CHARROUF, Z.; GUILLAUME, D. Ethnoeconomical, ethnomedical, and phytochemical study of *Argania spinosa* (L.) Skeels. **Journal of ethnopharmacology**, v. 67, n. 1, p. 7–14, out. 1999.

CHARROUF, Z.; GUILLAUME, D. Argan oil: Occurrence, composition and impact on human health. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 110, n. 7, p. 632–636, jul. 2008.

CHE MAN, Y. B. et al. Quality changes of refined-bleached-decolorized (RBD) palm olein, soybean oil and their blends during deep-fat frying. **Journal of Food Lipids**, v. 6, p. 181–193, 1999.

- CHOE, E.; MIN, D. B. Chemistry of deep-fat frying oils. **Journal of food science**, v. 72, n. 5, p. R77–86, jun. 2007.
- CHOU, C.-C.; BUEHLER, M. J. Structure and mechanical properties of human trichocyte keratin intermediate filament protein. **Biomacromolecules**, v. 13, n. 11, p. 3522–3532, 12 nov. 2012.
- DIAS, T. C. DE S. et al. Relaxing/straightening of Afro-ethnic hair: historical overview. **Journal of cosmetic dermatology**, v. 6, n. 1, p. 2–5, mar. 2007.
- DIAS, T. C. DE S. et al. Protective effect of conditioning agents on Afro-ethnic hair chemically treated with thioglycolate-based straightening emulsion. **Journal of cosmetic dermatology**, v. 7, n. 2, p. 120–126, jun. 2008.
- DRAELOS, Z. D. Shampoos, conditioners, and camouflage techniques. **Dermatologic clinics**, v. 31, n. 1, p. 173–178, jan. 2013.
- DRAELOS, Z. D. Hair, sun, regulation, and beauty. **Journal of cosmetic dermatology**, v. 13, n. 1, p. 1–2, mar. 2014.
- DUBIEF, C. Experiments in hair degradation. **Cosmetic & Toiletries**, v. 107, p. 95–102, 1992.
- DWECK, A. C. African Plants. **Cosmetic & Toiletries**, v. 112, p. 41–51, 1997.
- ERIK, B. et al. Biomechanical properties of human hair with different parameters. **Skin research and technology**, v. 14, n. 2, p. 147–151, maio 2008.
- FARIA, P. M. et al. Hair Protective Effect of Argan Oil (*Argania spinosa* Kernel Oil) and Cupuassu Butter (*Theobroma grandiflorum* Seed Butter) Post Treatment with Hair Dye. n. September, p. 40–44, 2013.
- FERNÁNDEZ, E. et al. Photodamage determination of human hair. **Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology**, v. 106, n. 1, p. 101–106, 5 jan. 2012a.
- FERNÁNDEZ, E. et al. Efficacy of antioxidants in human hair. **Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology**, v. 117, p. 146–156, 5 dez. 2012b.
- FOERSTER, T.; SCHWUGER, M. G. Correlation between adsorption and of the surfactants and polymers on hair. **Progress in Colloid and Polymers Science**, v. 83, p. 104–109, 1990.
- FREGONESI, A. et al. Brazilian oils and butters: The effect of different fatty acid chain composition on human hair physicochemical properties. **Journal of Cosmetic Science**, v. 60, n. 2, p. 273–280, 2009.
- FUKUHARA, M.; NOJIRI, M. **Multi-component hair dye composition** Japão, 2011.
- GARCIA, M. L.; EPPS, J. A.; YARE, R. S. Normal cuticle-wear pattern in human hair. **Journal of the Society of Cosmetic Chemists**, v. 29, p. 155–175, 1978.

GERRARD, W. The measurement of hair colour. **International journal of cosmetic science**, v. 11, p. 97–101, 1989.

GUILLAUME, D.; CHARROUF, Z. Argan oil. **Alternative Medicine Review**, v. 16, n. 3, p. 275–279, 2011a.

GUILLAUME, D.; CHARROUF, Z. Argan oil and other argan products: Use in dermocosmetology. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 113, n. 4, p. 403–408, 11 abr. 2011b.

GUNSTONE, F. D. **VEGETABLE OILS IN FOOD TECHNOLOGY: Composition, Properties and Uses**. 1. ed. England: Blackwell Publishing, 2002. p. 1–352

HABE, T. et al. ToF-SIMS characterization of the lipid layer on the hair surface. I: the damage caused by chemical treatments and UV radiation. **Surface and Interface Analysis**, v. 43, n. 1-2, p. 410–412, 11 jan. 2011.

HARHAR, H.; GHARBY, S.; KARTAH, B. E. Long argan fruit drying time is detrimental for argan oil quality. **Natural Products Communication**, v. 5, p. 1799–1802, 2010.

HERRLING, T.; JUNG, K.; FUCHS, J. The role of melanin as protector against free radicals in skin and its role as free radical indicator in hair. **Spectrochimica acta. Part A, Molecular and biomolecular spectroscopy**, v. 69, n. 5, p. 1429–35, maio 2008.

HORIRICHI, T. Nature of damaged hair. v. 93, p. 65–77, 1978.

HUNTING, A. L. L. **Encyclopedia of conditioning rinse ingredients**. New Jersey: Micelle Press, 1987.

IBRAHIM, S. S. et al. Benseed: a potential oil source. **Agric. Res. Rev.**, v. 52, p. 47–50, 1974.

JACHOWICZ, J. Evaluating Effects of Conditioning Formulations on Hair. In: SCHUELLER, R.; ROMANOWSKI, P. (Eds.). **Conditioning Agents for Hair and Skin**. 1. ed. New York: Marcel Dekker, 1999.

JACHOWICZ, J.; WIS-SUREL, G.; GARCIA, M. L. Relationship between triboelectric charging and surface modifications of human hair. **Journal of the Society of Cosmetic Chemists**, v. 36, p. 189–212, 1985.

JIANG, Q. et al. gamma -Tocopherol , the major form of vitamin E in the US diet , deserves more attention. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 74, p. 714–722, 2001.

KAMATH, Y. K.; DANZIGER, C. J.; WEIGMANN, H.-D. Surface wettability of human hair. I Effect of deposition of polymers and surfactant. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 29, p. 1011–1026, 1984.

KAMEYAMA, S. Application and consideration of medicinal plants for hair care products. **Frag J**, v. 23, p. 28–34, 1995.

- KAPLIN, I. J.; SCHWANN, A.; ZAHN, H. Effects of cosmetic treatments on the ultrastructure of hair. **Cosmetic & Toiletries**, v. 97, p. 22–26, 1982.
- KEIS, K. et al. Investigation of penetration abilities of various oils into human hair fibers. **Journal of Cosmetic Science**, v. 56, n. 5, p. 283–295, 2005.
- KEIS, K.; HUEMMER, C. L.; KAMATH, Y. K. Effect of oil films on moisture vapor absorption on human hair. **Journal of cosmetic science**, v. 58, n. 2, p. 135–145, 2007.
- KELLY, S. E.; ROBINSON, V. N. E. The effect of grooming on the hair cuticle. **Journal of the society of Cosmetic Chemists**, v. 33, n. July, p. 203–215, 1982.
- KHUMALO, N. P. et al. “Relaxers” damage hair: evidence from amino acid analysis. **Journal of the American Academy of Dermatology**, v. 62, n. 3, p. 402–408, mar. 2010.
- KLEIMAN, R.; ASHLEY, D. A.; BROWN, J. H. Comparison of two seed oils used in cosmetics, moringa and marula. **Industrial Crops and Products**, v. 28, n. 3, p. 361–364, nov. 2008.
- KUZUHARA, A. Chemical modification of keratin fibers using 2-iminothiorane hydrochloride. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 90, n. 13, p. 3646–3651, 20 dez. 2003.
- KUZUHARA, A. Analysis of structural change in keratin fibers resulting from chemical treatments using Raman spectroscopy. **Biopolymers**, v. 77, n. 6, p. 335–344, 15 abr. 2005.
- LEE, W.-S. Integral hair lipid in human hair follicle. **Journal of dermatological science**, v. 64, n. 3, p. 153–158, dez. 2011.
- LONGO, V. M. et al. Towards an insight on photodamage in hair fibre by UV-light: An experimental and theoretical study. **International journal of cosmetic science**, v. 35, n. 6, p. 539–545, dez. 2013.
- MARIOD, A.; EICHNER, K.; HUSSEIN, I. H. IMPROVING THE OXIDATIVE STABILITY OF SUNFLOWER OIL BY BLENDING WITH SCLEROCARYA BIRREA AND ASPONGOPUS VIDUATUS OILS. **Journal of Food Lipids**, v. 12, p. 150–158, 2005.
- MIRANDA-VILELA, A. L.; BOTELHO, A. J.; MUEHLMANN, L. A. An overview of chemical straightening of human hair: technical aspects, potential risks to hair fibre and health and legal issues. **International journal of cosmetic science**, 19 set. 2014.
- MORAIS, G. G.; OLIVEIRA, W. P.; ROCHA-FILHO, P. A. Influence of Mixing Speed in Liquid Crystal Formation and Rheology of O / W Emulsions Containing Vegetable Oils. **Journal of dispersion science and technology**, v. 35, p. 1551–1556, 2014.
- MOSER, P.; CORNELIO, M. L.; NICOLETTI TELIS, V. R. Influence of the concentration of polyols on the rheological and spectral characteristics of guar gum. **LWT - Food Science and Technology**, v. 53, n. 1, p. 29–36, set. 2013.

- NAYSMITH, L. et al. Quantitative Measures of the Effect of the Melanocortin 1 Receptor on Human Pigmentary Status 1. **Journal of Investigative Dermatology**, v. 122, p. 423–428, 2004.
- NEGRI, A. P.; CORNELL, H. J.; RIVETT, D. E. A model for the hair surface of keratin fibers. **Textile Research Journal**, v. 63, p. 109–115, 1993.
- NOGUEIRA, A. C. S. et al. Photo yellowing of human hair. **Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology**, v. 88, n. 2-3, p. 119–125, 25 set. 2007.
- NOGUEIRA, A. C. S. et al. Hair color changes caused by dyeing and thermal treatments. **Journal of cosmetic science**, v. 55, n. 5, p. 437–447, 2004.
- NOGUEIRA, A. C. S.; DICELIO, L. E.; JOEKES, I. About photo-damage of human hair. **Photochemical & photobiological sciences : Official journal of the European Photochemistry Association and the European Society for Photobiology**, v. 5, n. 2, p. 165–169, fev. 2006.
- O'LENICK, A. J.; O'LENICK, T. G. Silicone compounds - New formulation possibilities. **Cosmetic & Toiletries**, v. 120, n. 3, p. 95–102, 2005.
- OKAMOTO, M. et al. Investigation of the damage on the outermost hair surface using ToF-SIMS and XPS. **Surface and Interface Analysis**, v. 44, n. 6, p. 736–739, 2 jun. 2012.
- PANDE, C. M.; JACHOWICZ, J. Hair photodamage Measurement and prevention. **Journal of the society of Cosmetic Chemists**, v. 44, n. April, p. 109–122, 1993.
- PLOWMAN, J. E. et al. Protein oxidation: identification and utilisation of molecular markers to differentiate singlet oxygen and hydroxyl radical-mediated oxidative pathways. **Photochemical & photobiological sciences**, v. 12, n. 11, p. 1960–1967, nov. 2013.
- QUACK, J. M. Quaternary ammonium compounds in cosmetics. **Cosmetic & Toiletries**, v. 91, n. 2, p. 35–52, 1976.
- RAHMANI, M. The chemical composition of virgin argan oil. **Agricultures**, v. 14, p. 461–465, 2005.
- RATNAPANDIAN, S.; WARNER, S. B.; KAMATH, Y. K. Photodegradation of human hair. **Journal of cosmetic science**, v. 49, p. 309–320, 1998.
- REICH, C. et al. Hair Conditioners. In: BAREL, A. O.; PAYE, M.; MAIBACH, H. I. (Eds.). **Handbook of Cosmetic Science and Technology**. 3^o. ed. Nova York: Informa Healthcare USA, Inc., 2009. p. 687–703.
- RELE, A. S.; MOHILE, R. B. Effect of coconut oil on prevention of hair damage . Part I. **Journal of Cosmetic Science**, v. 50, n. December, p. 327–339, 1999.
- RELE, A. S.; MOHILE, R. B. Effect of mineral oil, sunflower oil, and coconut oil on prevention of hair damage. **Journal of cosmetic science**, v. 54, n. 2, p. 175–92, 2003.

- REQUEJO, A. M. et al. Influence of nutrition on cognitive function in a group of elderly, independently living people. **European journal of clinical nutrition**, v. 57 Suppl 1, p. S54–57, set. 2003.
- RICHARD BEYAK, M. S.; KASS, B. S.; MEYER, C. F. Elasticity and Tensile Properties. **Journal of the society of Cosmetic Chemists**, v. 22, p. 667–678, 1971.
- RICHENA, M. et al. Yellowing and bleaching of grey hair caused by photo and thermal degradation. **Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology**, v. 138, p. 172–181, set. 2014.
- ROBBINS, C. R. Chemical and Physical Behaviour of Human Hair. p. 105–176, 2012.
- ROGERS, G. E. Hair follicle differentiation and regulation. **The International journal of developmental biology**, v. 48, n. 2-3, p. 163–170, jan. 2004.
- RUETSCH, S. B.; KAMATH, Y. Photodegradation of human hair : An SEM study. **Journal of Cosmetic Science**, v. 51, n. April, p. 103–125, 2000.
- RUETSCH, S. B.; KAMATH, Y.; WEIGMANN, H. D. Sun Protection in Man. In: **Comprehensive Series in Photosciences**. Comprehensive Series in Photosciences. [s.l.] Elsevier, 2001. v. 3p. 175–205.
- SANDHU, S. S.; RAMACHANDRAN, R.; ROBBINS, C. R. A simple and sensitive method using protein loss measurements to evaluate damage to human hair during combing. **Journal of the Society of Cosmetic Chemists**, v. 46, p. 39–52, 1995.
- SANTOS NOGUEIRA, A. C.; JOEKES, I. Hair color changes and protein damage caused by ultraviolet radiation. **Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology**, v. 74, n. 2-3, p. 109–117, 27 maio 2004.
- SCHWATZ, A.; KNOWLES, D. Frictional effects in human hair. **Journal of the Society of Cosmetic Chemists**, v. 14, p. 455–463, 1963.
- SCOTT, G. V.; ROBBINS, C. R. Effects of surfactants solution on hair fiber friction. **Journal of the Society of Cosmetic Chemists**, v. 31, p. 179–200, 1980.
- SHAO, J.; JONES, D. C.; MITCHELL, R. Time-of-flight-secondary-ion-mass spectrometric (ToF-SIMS) and x-ray photoelectron spectroscopic (XPS) analyses of the surface lipids of wool. **Journal of the textile institute**, v. 88, p. 317–324, 1997.
- SIGNORI, V. Review of the current understanding of the effect of ultraviolet and visible radiation on hair structure and options for photoprotection. **Journal of cosmetic science**, v. 55, n. 1, p. 95–113, 2004.
- SOMALI, M. A.; BAJNEDI, M. A.; AL-FHAIMANI, S. S. Chemical composition and characteristics of Moringa peregrina seeds and seed oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 61, n. 1, p. 85–86, 1984.

- SWIFT, J. A. Human hair cuticle: Biologically conspired to the owner's advantage. **Journal of Cosmetic Science**, v. 50, n. 1, p. 23–47, 1999.
- TANAMACHI, H. et al. 18-MEA and hair appearance. **Journal of cosmetic science**, v. 61, n. 2, p. 147–160, 2010.
- TATE, M. L.; KAMATH, Y. K.; RUETSCH, S. B. Quantification and prevention of hair damage. **Journal of the Society of Cosmetic Chemists**, v. 44, p. 343–371, 1993.
- VERMAAK, I. et al. African seed oils of commercial importance — Cosmetic applications. **South African Journal of Botany**, v. 77, n. 4, p. 920–933, out. 2011.
- WEI, G.; BHUSHAN, B.; TORGERSON, P. M. Nanomechanical characterization of human hair using nanoindentation and SEM. **Ultramicroscopy**, v. 105, n. 1-4, p. 248–266, nov. 2005.
- WOLFRAM, L. J. The Reactivity of Human Hair . A Review. In: ORFANOS; MONTAGNA; STUTTGEN (Eds.). **Hair Research**. New York: Springer-Verlag, 1981. p. 479–500.
- WOLFRAM, L. J. Human hair: a unique physicochemical composite. **Journal of the American Academy of Dermatology**, v. 48, n. 6 Suppl, p. 106–114, jun. 2003.
- WOLFRAM, L. J.; LINDERMANN, M. K. O. Some observations on the hair cuticle. **Journal of the Society of Cosmetic Chemists**, v. 22, p. 839–850, 1971.
- WORTMANN, F.-J.; SCHWAN-JONCZYK, A. Investigating hair properties relevant for hair “handle”. Part I: hair diameter, bending and frictional properties. **International journal of cosmetic science**, v. 28, n. 1, p. 61–68, fev. 2006.
- ZIMBA, N.; WREN, S.; STUCKI, A. Three major tree nut oils of southern central Africa: Their uses and future as commercial base oils. **International Journal of Aromatherapy**, v. 15, n. 4, p. 177–182, 2005.