



REVISÃO

Efeitos dos alisantes químicos na haste do pelo e no couro cabeludo: revisão^{☆,☆☆}



Joane Nathache Hatsbach de Paula ^{ID}*, Flávia Machado Alves Basílio ^{ID} e Fabiane Andrade Mulinari-Brenner ^{ID}

Departamento de Dermatologia, Complexo Hospital de Clínicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

Recebido em 6 de outubro de 2020; aceito em 1 de fevereiro de 2021

PALAVRAS-CHAVE

Alopecia;
Cabelo;
Doenças do cabelo;
Preparações para cabelo;
Queratinas específicas do cabelo

Resumo

Fundamentos: Os efeitos dos alisantes químicos sobre o couro cabeludo e a haste capilar não são totalmente conhecidos, apesar de tais substâncias serem amplamente utilizadas. O alisamento capilar popularizou-se no Brasil com o uso de formaldeído e seus derivados, a despeito da proibição pela legislação vigente.

Objetivo: Identificar as alterações na haste capilar e no couro cabeludo provocadas pelo uso de alisantes químicos.

Métodos: Foi realizada busca com palavras-chave em três bases de dados, com publicações entre os anos 2000 a 2020, durante o período de 16/03/2020 a 20/05/2020. Após a aplicação de critérios de inclusão e exclusão, 33 artigos foram selecionados para revisão.

Resultados: Em alguns estudos, alisantes foram relacionados com eczema, descamação, dor, queimaduras e processo inflamatório em couro cabeludo. Foram observados perda de cabelo, danos à haste, alteração da coloração dos fios e da composição de seus aminoácidos. Os achados são variáveis entre os estudos.

Limitações do estudo: Busca restrita a três bases de dados, em dois idiomas, aceite de diversos desenhos de estudo.

Conclusões: As técnicas de alisamento podem apresentar efeitos colaterais, entre os quais destacam-se inflamação do couro cabeludo, danos à haste e queda de cabelos. Seus efeitos a longo prazo permanecem desconhecidos, e novos estudos são necessários.

© 2022 Publicado por Elsevier España, S.L.U. em nome de Sociedade Brasileira de Dermatologia. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

DOI referente ao artigo:

<https://doi.org/10.1016/j.abd.2021.02.010>

☆ Como citar este artigo: Hatsbach de Paula JN, Basílio FM, Mulinari-Brenner FA. Effects of chemical straighteners on the hair shaft and scalp. An Bras Dermatol. 2022;97:193–203.

☆☆ Trabalho realizado na Departamento de Dermatologia, Complexo Hospital de Clínicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: joanedermatologista@gmail.com (J.N. Hatsbach de Paula).

Introdução

A haste capilar é formada por três camadas com queratina em sua composição: medula, córtex e cutícula.¹⁻³ As queratinas são proteínas ricas em resíduos de cisteína.^{1,2} Cadeias adjacentes de queratina se unem por meio das pontes dissulfeto, fortemente aderidas, e outras ligações como as de Van der Waals, pontes de hidrogênio e pontes salinas.¹

A haste capilar pode ser alterada em seu formato por alisamentos químicos progressivos ou definitivos. Os primeiros, em geral, decorrem do uso de alisantes ácidos, têm durabilidade variável e podem ter efeito cumulativo com aplicações sucessivas. Já os definitivos são permanentes na área do fio tratada e, via de regra, são obtidos por meio de substâncias alcalinas.

Diversos compostos são utilizados pela população para obter alisamento químico, independentemente de sua liberação pela legislação. No Brasil, a técnica chamada de “escova progressiva” se difundiu com a utilização de alisantes ácidos como o formaldeído e o glutaraldeído. O procedimento foi disseminado mundialmente como tratamento brasileiro de queratina, entre outras denominações. O formaldeído é classificado como uma substância incolor, altamente tóxica e que, à temperatura ambiente, é um gás inflamável.⁴ São listados como sinônimos os termos metanal, metil aldeído, óxido de metileno, formalina, oximetileno, aldeído fórmico, metileno glicol, *paraform* e oximetano.^{5,6} Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), formol e glutaraldeído não constam como alisantes.⁷ Recentemente, têm sido utilizadas substâncias que liberam formaldeído apenas durante o processo de aquecimento, como metileno glicol, ácido glicólico, ácido timonácico.^{5,8} Os chamados “tratamentos seguros de queratina” utilizam ácido glicólico associado a carbocisteína ou aminoácidos, derivados de silicone e ácidos graxos.⁹

A Instrução Normativa IN nº 64 da Anvisa de 27/07/2020 estabeleceu, nos termos da Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 409, sua “Lista de ativos permitidos em produtos cosméticos para alisar ou ondular os cabelos”, onde constam: ácido tioglicólico e seus sais, ésteres de ácido tioglicólico, hidróxido de sódio ou potássio, hidróxido de lítio, hidróxido de cálcio associado a sal de guanidina, sulfitos e bissulfitos inorgânicos.¹⁰ Esses são os alisantes tradicionais, comumente referidos como relaxantes. Embora existam divergências, de modo geral essa denominação é usada para designar os alisantes alcalinos. Eles podem ser classificados em *lye* (à base de hidróxido de sódio), *no-lye*, tioglicolato de amônia e bissulfitos.³ Os hidróxidos são divididos em *lye* e *no-lye*. Alguns autores categorizam o tioglicolato no grupo dos *no-lye*.¹¹

O presente artigo tem como objetivo identificar as alterações na haste capilar e no couro cabeludo provocadas pelo uso de alisantes químicos.

Métodos

Foi realizada busca nas bases de dados Pubmed, Lilacs e Scielo usando os termos *hair straightening*, *brazilian hair treatment*, *brazilian blowout*, *hair relaxer*, *formaldehyde hair*, *glyoxylic acid hair*, *thioglycolic hair*, *sodium hydroxide hair*, *calcium hydroxide hair*, *guanidine hair*,

potassium hydroxide hair, *lithium hydroxide hair*, alisamento cabelo, escova progressiva, relaxamento cabelo, formaldeído cabelo, ácido glicólico cabelo, tioglicolato cabelo, hidróxido de sódio cabelo, hidróxido de cálcio cabelo, guanidina cabelo, hidróxido de potássio cabelo, hidróxido de lítio cabelo. Foram incluídas publicações entre janeiro de 2000 a maio de 2020. O período de busca da pesquisa foi de 16/03/2020 a 20/05/2020. Obtiveram-se 703 resultados.

O critério para inclusão dos artigos foi a temática de alisantes capilares e seus efeitos em couro cabeludo e haste capilar. Foram excluídos todos os resultados sem relação com alisantes capilares, pela leitura dos títulos dos artigos. A partir dos resumos dos artigos, foram excluídos artigos de revisão, gênero cartas a editor e teses de doutorado (incluídos artigos decorrentes dessas teses publicados em revistas científicas). Também foram excluídos artigos sobre o termo “permanente” pois, apesar de as substâncias se sobrepor aos alisantes químicos, a técnica consiste em passos diferentes. Excluíram-se artigos referentes à exposição ocupacional às substâncias químicas dos alisantes e publicações que realizaram análise das formulações sem investigar seus efeitos em haste ou couro cabeludo.

Estudos referentes a outras técnicas capilares só deixaram de ser excluídos quando as informações se mesclavam às dos alisantes (por exemplo: associação de técnicas) ou quando os alisamentos eram um dos assuntos estudados (nesse caso, a revisão englobou apenas as informações sobre os alisantes). Quando o artigo tratava conjuntamente de efeitos pesquisados e de efeitos colaterais sistêmicos, os últimos não foram detalhados na revisão.

Portanto, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 649 artigos foram excluídos. A busca resultou em 33 artigos, após a remoção de duplicatas, selecionados para leitura e revisão. Os métodos encontram-se esquematizados na [figura 1](#).

Resultados

Alisantes ácidos: formaldeído, outros aldeídos e derivados do formaldeído

O formaldeído pode causar dermatite de contato alérgica com gravidade progressiva a cada reexposição, com manifestação clínica de eczema em couro cabeludo e regiões adjacentes e edema em face.¹²

Casos de eczema psoriasiforme em couro cabeludo, face, pescoço e tronco superior, ocasionalmente com pústulas, foram relatados após tratamento com escova de queratina brasileira. A dermatoscopia revelou eritema e descamação interfolicular e perifolicular, e a histopatologia demonstrou padrões psoriasiforme e espongiótico. Aventou-se a possibilidade de que o formaldeído não cause lesões apenas por dermatite de contato alérgica ou por irritante primário, mas possa induzir reações por outros mecanismos.¹³

Quanto às alterações na haste capilar, uma análise comparativa das propriedades mecânicas dos fios após tratamento com formaldeído e ácido glicólico mostrou, em ambos, redução da resistência à quebra, da captação e retenção de água, e da massa. O cabelo tratado com formaldeído apresentou aumento da irregularidade das cutículas,

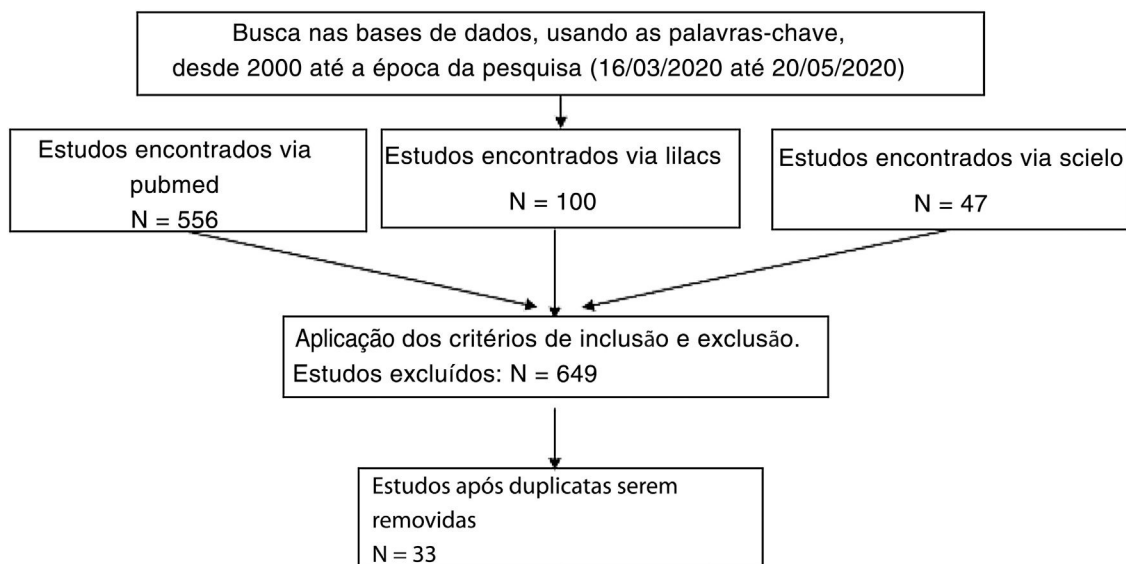


Figura 1 Metodologia para seleção dos artigos.

potencializado com o uso de calor. O ácido glicóxico mostrou danos ainda maiores. Essas seriam evidências dos efeitos nocivos dos produtos à haste capilar, a despeito dos achados de aumento da temperatura de desnaturação, ausência de aumento de dano oxidativo, e presença de brilho observado após os tratamentos.¹⁴

Sanad et al. observaram melhor aparência macroscópica, correlata ao achado histopatológico de diminuição de dano cuticular após uso de alisante de queratina contendo metilenoglicol, em cabelos cacheados. Na microscopia eletrônica, em duas amostras houve aumento da densidade de matriz intermacrofibrilar no córtex. Ocorreu também clareamento do cabelo em alguns indivíduos, e relato de queda de cabelo em 13,3%.¹⁵ Em uma avaliação de fibras *yak* e cabelo humano, realizada por Boga et al., a amostragem tratada com ácido glicóxico apresentou cutículas regulares; já a tratada com solução básica e prancha modeladora mostrou mais irregularidades.¹⁶

Goshiyama et al., ao estudarem fórmulas com glioxilol-carbocisteína e glioxilol-aminoácidos de queratina, demonstraram maior efeito alisante e mais danos em soluções mais ácidas. Alguns dos efeitos colaterais foram alteração da força, da coloração, da entalpia e da quantidade de triptofano das hastas. Na microscopia eletrônica, notou-se um filme no cabelo tratado, com sua cutícula mais selada, parcialmente retirado após cinco lavagens.¹⁷ Os resultados estão dispostos nas tabelas 1 e 2.¹²⁻¹⁷

Relaxantes capilares

Os efeitos notados após mais de um alisamento com relaxante químico incluem aumento de *frizz*, descamação do couro cabeludo, perda de cabelo, afinamento ou enfraquecimento do cabelo, discromia dos fios, tricóptilose.¹⁸ No Quênia, 67% das mulheres com cabelo afro relataram efeitos sistêmicos e locais após utilização de relaxantes capilares de diferentes marcas. Entre as manifestações dermatológicas, foram citados: dor e/ou descamação no couro cabeludo,

reações alérgicas, atrofia da pele, enfraquecimento e/ou mudança da cor do cabelo. Os dois efeitos mais mencionados foram queimaduras e perda de cabelo. A despeito dos efeitos colaterais, 55% optaram por manter algum tipo de alisamento.¹⁹

Os impactos de um alisante de marca brasileira, que apresentava dois produtos rotulados como “livres de química” cujos pHs médios testados foram de 1,39 e 2,82, abrangeram efeitos graves como quebra ou perda de cabelo em 95%, perda de mais de 40% do cabelo em 56%, ausência de repilação em 9%, além de outras alterações nos fios e do couro cabeludo.²⁰ O pH desses produtos divergiu do padrão alcalino dos relaxantes.²⁰

Além dos efeitos crônicos em couro cabeludo, foram relatadas alterações agudas secundárias como em caso de paciente diabética que, após uso de hidróxido de cálcio, desenvolveu sensação de queimação na pele com dermatite de contato e evolução para infecção com múltiplos abscessos.²¹ Em pacientes que tiveram sintomas irritativos agudos em couro cabeludo durante processo de relaxamento, ocorreu subsequente desenvolvimento de áreas de alopecia cicatricial, especialmente em vértex, com achados histológicos sugestivos do diagnóstico de alopecia cicatricial central centrífuga (ACCC).²²

Fatores relacionados com ACCC confirmada histologicamente foram investigados por Shah & Alexis, e o uso de alisantes foi o elemento mais comumente relatado nos pacientes com dados disponíveis. No entanto, em razão da ausência de grupo controle, não foi possível estabelecer associação.²³ Gathers et al. e Olsen et al. não encontraram relação dos relaxantes com o desenvolvimento de ACCC.^{24,25} Entretanto, Olsen et al. encontraram associação estatisticamente significativa entre a idade do primeiro relaxamento e a presença de alopecia, quando comparado o padrão sem alopecia com os padrões de alopecia mais avançada (ACCC provável). A perda de cabelo não impede o uso de relaxantes, embora o diminua conforme sua gravidade aumenta.²⁵

Outros tipos de alopecias também constituem preocupação. Em meninas afro-americanas, nas quais

Tabela 1 Estudos sobre os efeitos dos alisantes ácidos no couro cabeludo

Autor	Tipo de estudo	População	Alisante	Alterações em couro cabeludo
Van Lerberghe & Baeck., ¹² 2014	Relato de caso	n = 1 (F:1, M:0)	Formaldeído	Dermatite de contato alérgica
Gavazzoni-Dias et al., ¹³ 2016	Série de casos	n = 7	Escova de queratina brasileira	Eczema psoriasiforme Biópsias (n = 4) compatíveis com dermatite psoriasiforme e dermatite espongiótica psoriasiforme

n, número de pacientes; F, feminino; M, masculino.

Tabela 2 Estudos sobre os efeitos dos alisantes ácidos na haste do cabelo

Autor	Tipo de estudo	População	Alisante	Alterações em haste
Leite & Maia Campos., ¹⁴ 2017	Ensaio clínico	Amostras de cabelo cacheado	Ácido glioxílico e formaldeído	Redução da resistência à quebra e da massa capilar, menor captação e retenção de água, aumento da irregularidade cuticular. Aumento da temperatura de desnaturação, dano oxidativo estável
Sanad et al., ¹⁵ 2019	Ensaio clínico	n = 30 (F:30 M:0)	Metileno glicol	Aumento da maciez e brilho à macroscopia Tricoptilose e fissuras transversais sem modificação Redução de danos cuticular à histopatologia, mas ausência de reparo cuticular à microscopia eletrônica Aumento da densidade de matriz intermacrofibrilar no córtex (n = 2) Clareamento da haste (n = 9) Queda de cabelo (n = 4)
Boga et al., ¹⁶ 2014	Ensaio clínico	Fibras yak e cabelo humano	Ácido Glioxílico	Persistência da regularidade cuticular à microscopia eletrônica
Goshiyama et al., ¹⁷ 2020	Ensaio clínico	Amostras de cabelo cacheado castanho escuro	glioxilol-carbocisteína e glioxilol-aminoácidos de queratina	Redução do trabalho para pentear de: 59,4% (pH 1,0), 33,3% (pH 2,0) Redução da força da haste em: 15,7% (pH 1,0), 8,7% (pH 2,0). Sem significância estatística Ambos os pHs: alteração de coloração, redução na entalpia das hastes

n, número de pacientes; F, feminino; M, masculino.

a prevalência de uso de relaxantes químicos foi de 42%, o uso prévio de relaxantes dobrou o risco de alopecia de tração; e quando associados a trancinhas rasteiras feitas há 12 meses, a razão de chances ultrapassa cinco. Portanto, há risco em tracionar cabelo relaxado em penteados apertados.²⁶ Alguns indivíduos podem ter alterações estruturais relacionadas à perda importante de cabelos. Em uma mulher nigeriana atópica, diagnosticou-se tricorrexe nodosa generalizada proximal após três episódios de queda de cabelo universal, relacionados a procedimentos de relaxamento.²⁷

Estudos têm explorado a distinção na resposta de fios de diferentes etnias ao alisamento. Na avaliação de dano cuticular após processo de agitação dos fios em água, em amostras tratadas com alisante tiol, houve maior suscetibilidade a danos no cabelo tratado, proporcionalmente maior no cabelo chinês do que no caucasiano. Na microscopia eletrônica, demonstrou-se dano cuticular.²⁸ Diversos proce-

dimentos (inclusive alisamentos), de maneira associada ou não, em cabelos naturalmente pretos de diferentes texturas, não resultaram em diferença visível no exame clínico, na dermatoscopia ou na microscopia de luz. Já na microscopia eletrônica sim, de modo que houve diferença significativa entre os grupos, com mais danos em quem realiza procedimentos em relação ao grupo controle, mas não em relação ao tipo de cabelo ou ao tratamento específico.²⁹

O comportamento de cabelos caucasianos e cabelo afro no alisamento com tioglicolato divergiu. A demanda de Joules para pentear o cabelo afro diminuiu, mas não houve diferenças drásticas nos outros tipos de cabelo. Na avaliação da coloração, houve maior variação nos cabelos castanho-escuros e nos afro-étnicos. Cabelos virgens de tratamento apresentaram maior força tênsil do que cabelos alisados em todos os tipos de cabelo, e o uso do tioglicolato não resultou em perdas adicionais de proteína ou triptofano, exceto no cabelo afro. Na microscopia eletrônica, os cabe-

Tabela 3 Estudos que avaliaram sinais e sintomas dos relaxantes capilares

Autor	Tipo de estudo	População	Agente alisante	Alterações em haste e em couro cabeludo
Shetty et al., ¹⁸ 2013	Transversal (questionário)	n = 90 (F:90, M:0)	Relaxantes químicos	Aumento do <i>frizz</i> (67% dos casos), afinamento ou enfraquecimento do cabelo (40%), discromia (acinzentamento) do cabelo (22%), tricoptilose (17%) Descamação do couro cabeludo (61%) e perda de cabelo (47%)
Etemesi BA., ¹⁹ 2007	Transversal (questionário)	242 (F:242, M:0)	Relaxantes químicos	Enfraquecimento e/ou mudança da cor do cabelo Dor e/ou descamação no couro cabeludo, reações alérgicas, afinamento da pele, queimaduras e perda de cabelo
Kaur et al., ²¹ 2002	Relato de caso	n = 1 (F:1)	Hidróxido de cálcio	Eczema de contato e infecção estafilocócica secundária

n, número de pacientes; F, feminino; M, masculino.

los castanho-escuros ondulados, cacheados e afro tiveram discreta abertura das escamas, rachaduras e quebra.³⁰ De maneira oposta, um estudo demonstrou que o cabelo africano foi mais resistente a estresse químico combinado. Quando o alisamento foi combinado à tintura comercial, a cutícula e o córtex africanos foram mais resistentes em relação aos outros grupos étnicos. Isso não era esperado, e talvez a mecânica própria do cabelo tenha sido alterada.³¹

O fio alisado fica mais vulnerável a outras técnicas capilares somadas aos alisantes. Foram encontradas áreas de alopecia permanente onde havia sido aplicado implante capilar artificial do tipo nó italiano após relaxamento.³² Os efeitos da combinação entre tintura e alisantes foram estudados em cabelo caucasiano castanho escuro e cacheado: a tintura escolhida pelos pesquisadores e os alisantes aumentam, em relação ao cabelo virgem, a perda de proteína durante a lavagem. Já quando os dois foram associados, não houve aumento adicional significativo nesses valores, exceto para o hidróxido de sódio.¹¹

Alterações foram demonstradas também em nível molecular. Em amostras de cabelo liso expostas ao hidróxido de sódio houve aumento de alterações oxidativas, aumento de formação de desidroalanina, desidratação da cadeia lateral e dano à cisteína, que provavelmente corresponde a dano estrutural.³³ A integridade proteica, representada pelo nível de triptofano e outros produtos de sua degradação, foi estudada em resposta a danos após alisamento com creme relaxante *lye*. A fluorescência para triptofano diminuiu, mas não houve diferença nas quinureninas (um dos metabólitos do triptofano), o que pode significar ocorrência de degradação tanto do triptofano quanto de seus metabólitos pelo processo químico.³⁴

Cabelos brancos afro e caucasiano foram submetidos a alisamento com tioglicolato de amônia ou tratamento triplo com o mesmo alisante associado à descoloração com amônia e peróxido de hidrogênio e também à prancha alisante. Após os tratamentos, ligações importantes foram alteradas, com pequenas diferenças entre as etnias. O alisamento teve maior ação na banda pertencente ao ácido cisteico e acarretou em lesões na fibra, com irregularidades e destacamento cuticular, e pequenas ondulações em sua extensão. O tratamento triplo demonstrou hastes com contornos irregulares, destacamento e deformação cuticular, e também possível dano cortical.³⁵

Ao comparar um produto A (*lye*) com um produto B (*no-lye*, com hidróxido de guanidina), Mamabolo et al. evidenciaram, na haste, diminuição de cistina após o tratamento com os dois produtos, com maior perda com o uso do produto B. A redução da cistina foi acompanhada de maior atividade alisante.³⁶ Não houve diferença significativa na tolerabilidade dos dois produtos no couro cabeludo.³⁶

Khumalo et al. encontraram diferença na quantidade de quatro aminoácidos entre os grupos com alisamento e o grupo sem: cistina, citrulina, arginina e glutamina. Os níveis de cistina no cabelo tratado foram similares aos encontrados em tricotiodistrofia.³⁷

Com foco nas alterações inflamatórias, Beach et al. coletaram algumas citocinas no sebo do couro cabeludo de mulheres que realizaram procedimentos com substâncias relaxantes ou permaneceram com cabelos naturais. Em níveis suficientes para interpretação, foram detectadas a IL-1 α (pró-inflamatória) e a IL-1ra (anti-inflamatória), e embora diferenças das citocinas entre o vértex e a coroa possam refletir predisposição distinta dos locais do couro cabeludo à inflamação, não se conseguiu demonstrar mudanças nas citocinas inflamatórias específicas após uso de relaxantes.³⁸ Tackey et al., utilizando um modelo de epiderme tridimensional, compararam alisantes *lye* e *no-lye* pareados com controles não tratados, em relação a citocinas envolvidas na modulação de irritação após alisamento. A IL-1 α atingiu níveis maiores em 24 e 48 horas após o uso de alisante *no-lye*. Ambos os alisantes resultaram em níveis de prostaglandina E2 (PGE2) maiores do que os controles em todos os períodos avaliados, e a citocina poderia ter responsabilidade sobre as diferenças sensoriais entre os diversos tipos de produtos.³⁹

Agentes condicionantes e protetores podem minimizar os danos causados pelos alisantes, e sua interferência na eficácia do alisamento é controversa.⁴⁰⁻⁴² Os achados encontram-se sintetizados nas tabelas 3 a 7.^{11,18-43}

Alisantes em geral

Em relação à exposição a alisantes, Marks et al. compararam pacientes com alopecia cicatricial e pacientes com alopecia não cicatricial (grupo controle). Houve diferença significativa nos grupos sobre a história prévia de alisamento químico (25% no grupo com alopecia cicatricial e

Tabela 4 Estudo que avaliou sinais e sintomas de relaxante capilar (relaxante ácido não tradicional)

Autor	Tipo de estudo	População	Agente alisante	Alterações em haste e em couro cabeludo
Swee et al., ²⁰ 2000	Transversal (questionário)	n = 464 (F:457, M:5, não identificado: 2)	Relaxante ácido (não tradicional) com sais metálicos	Quebra ou perda de cabelo (95% dos casos), cabelos secos ou ásperos (70%), descoloração do cabelo (28%) Couro cabeludo seco (53%), dor em queimação em couro cabeludo (25%)

n, número de pacientes; F, feminino; M, masculino.

Tabela 5 Estudos que avaliaram a associação de relaxantes capilares à alopecia

Autor	Tipo de estudo	População	Alisante	Alterações em couro cabeludo
Khumalo et al., ²² 2007	Série de casos	n = 5 (M:5, H:0)	Hidróxido de sódio (n = 3)	Sintomas irritativos e desenvolvimento de áreas de alopecia cicatricial. Achados histológicos de infiltrado linfocítico perifolicular, fibrose folicular e descamação prematura da bainha radicular interna
Shah & Alexis, ²³ 2010	Série de casos	n = 69 (M:67, H:2) (64: dados sobre cuidados com cabelos)	Hidróxido de guanidina (n = 2) Relaxantes químicos	Alisantes foram a prática traumática mais comum em pacientes com ACCC. Não foi possível estabelecer associação devido à ausência de grupo controle
Gathers et al., ²⁴ 2009	Caso-controle	n = 101 (M:101, H:0) Grupo ACCC (n = 51) Grupo sem alopecia cicatricial (n = 50)	Relaxantes químicos	Sem relação de uso de relaxantes, de sua frequência de aplicação ou de complicações de seu uso com o desenvolvimento de ACCC
Olsen et al., ²⁵ 2011	Caso-controle	n = 529 (M:529, H:0)	Relaxantes químicos	Sem associação do uso de relaxantes ou de reação a eles com queda extensa central de cabelo Associação entre a idade do primeiro relaxamento e o padrão de perda quando comparado o padrão 0 (sem perda) vs. os padrões 3 e 5 (ACCC provável)
Rucker et al., ²⁶ 2011.	Transversal (questionário)	n = 201 (M:201, H:0)	Relaxantes químicos	Relaxamento foi fator de risco para alopecia de tração (OR = 2,2; (95% CI 1,1–4,5; p = 0,03) No relaxamento associado a trancinhas rasteiras: OR = 5,27 (95% CI 1,5–18,32; p = 0,009)
Ogunbiyi et al., ²⁷ 2014	Relato de caso	n = 1 (F:1)	Relaxantes químicos	Perda de cabelos relacionada à tricorrexe nodosa generalizada proximal, com atopia como condição basal
Amorim et al., ³² 2017	Transversal	n = 30 (F:30, M:0)	Hidróxido de sódio ou hidróxido de guanidina	Quando associados a implante capilar artificial do tipo nó italiano, relacionaram-se com áreas de alopecia permanente

n, número de pacientes; F, feminino; M, masculino.

13% no grupo não cicatricial), decorrente especialmente do papel dos pacientes com líquen plano pilar e AFF.⁴³ Esse estudo não especifica quais alisantes foram utilizados pelos indivíduos, mas cita como exemplos hidróxido de sódio e glutaraldeído.⁴³ O resumo dos resultados encontra-se na [tabela 8](#).⁴³

Discussão

Os alisantes baseados em formaldeído ou derivados são, em geral, compostos por aldeído e proteínas como a queratina hidrolisada: após exposição ao calor, o aldeído promoveria *cross-link* entre as queratinas do produto e as do cabelo.⁹

Tabela 6 Estudos sobre relaxantes capilares com avaliações morfológicas e fisiológicas

Autor	Tipo de estudo	População	Alisante	Alterações em haste e couro cabeludo
Galliano et al., ²⁸ 2010	Ensaio clínico	n = 12 (6 amostras de cabelo chinesas e 6 amostras de cabelo caucasianas)	Alisante tiol	Aumento da distância inter-escamas, da inclinação das escamas e da irregularidade de suas bordas Média de tamanho das partículas extraídas do cabelo após agitação em água por 30 minutos: diferente entre as etnias e aumento proporcionalmente maior no cabelo chinês
Kaliyadan et al., ²⁹ 2016	Transversal	n = 25 (F:25) (19 sujeitos e 6 controles)	Relaxantes químicos	No alisamento isolado (n = 2): o cabelo cacheado teve dano grau 2 (grave levantamento da cutícula, rachaduras ou buracos com exposição do córtex) e o cabelo ondulado grau 0 (cutícula intacta) No alisamento associado a coloração (n = 7): graus de dano de 1 (cutícula irregular sem rachaduras ou buracos) a 2 Na associação de alisamento, descoloração e coloração (n = 1): dano grau 3 (córtex parcialmente exposto) No grupo controle (cabelo ondulado ou liso): grau de dano de 0 a 1
Bloch et al., ³⁰ 2019	Ensaio clínico	Amostras de cabelo caucasiano (liso castanho escuro; liso loiro; ondulado castanho escuro; e cacheado castanho escuro) e cabelo afro	Tioglicolato de amônia	Redução de 71% no trabalho (em Joules) para pentear os cabelos afro Maior variação de coloração nos cabelos castanho escuros e nos afro-étnicos Diminuição de força tênsil em todos os tipos de cabelo Sem perdas adicionais de proteína ou triptofano (exceto no cabelo afro) Cabelos castanho escuros ondulados, cacheados e afro: discreta abertura das escamas, rachaduras e quebra
Lee et al., ³¹ 2014	Ensaio clínico	Amostras de cabelo asiático, caucasiano europeu e afro-americano	Tioglicolato de amônia	No alisamento: as cutículas dos cabelos asiáticos foram as mais resistentes. O dano ao córtex foi similar nos três grupos No alisamento combinado à tintura comercial: a cutícula e córtex africanos foram as mais resistentes Os três grupos apresentaram padrões semelhantes de dano à membrana celular após o alisamento ou alisamento combinado com tintura
França-Stefoni et al., ¹¹ 2015	Ensaio clínico	Cabelo caucasiano castanho escuro e cacheado	Tioglicolato de amônia, hidróxido de guanidina, hidróxido de sódio	Perda proteica adicional na lavagem: tintura (48%), tioglicolato de amônia (159%); hidróxido de guanidina (188%); hidróxido de sódio (276%) Quando associados à tintura, o tioglicolato de amônia e hidróxido de guanidina não causaram aumento adicional significativo na perda proteica. O hidróxido de sódio sim
Dyer et al., ³³ 2013	Ensaio clínico	Amostras de cabelo liso europeu	Hidróxido de sódio	Aumento de alterações oxidativas, danos associados a álcali, aumento de formação de desidroalanina e desidratação da cadeia lateral, e dano à cisteína

Tabela 6 (Continuação)

Autor	Tipo de estudo	População	Alisante	Alterações em haste e couro cabeludo
McMullen et al., ³⁴ 2011	Ensaio clínico	Amostras de cabelos europeus castanhos escuros e cabelos <i>Piedmont</i>	Hidróxido de sódio	Degradação de triptofano e seus metabólitos
Dos Santos et al., ³⁵ 2019	Ensaio clínico	Amostras de cabelos brancos afro e caucasiano	Tioglicolato de amônia	Lesões na fibra, com irregularidades e destacamento cuticular, e pequenas ondulações em sua extensão. Associação de alisamento com descoloração e prancha alisante: hastes com contornos irregulares, destacamento e deformação cuticular, e possível dano cortical.
Mamabolo et al., ³⁶ 2013	Ensaio clínico	N: 5 (F:5, M:0)	Hidróxido de sódio e Hidróxido de Guanidina	Hidróxido de guanidina: maior maciez, aspecto liso, brilho, e menos aspecto seco Os dois produtos foram similares quanto ao dano O alisante <i>no-lye</i> obteve menos pontas duplas O conteúdo de cistina reduzido com o alisante <i>lye</i> e de forma mais intensa com o alisante <i>no-lye</i> A lisina diminuiu em relação ao cabelo virgem para os dois alisantes, no entanto sem diferença estatística entre eles
Khumalo et al., ³⁷ 2010	Coorte histórica	n = 30	Relaxantes químicos	A cistina, a citrulina (nem sempre com significância estatística) e a arginina diminuíram e a glutamina aumentou nos cabelos relaxados. Os níveis de cistina foram menores no cabelo tratado do que no cabelo virgem, com níveis similares aos encontrados em tricotiodistrofia
Beach et al., ³⁸ 2012.	Ensaio clínico	n = 36 (F:30, M:0)	Hidróxido de guanidina, hidróxido de sódio, tioglicolato de amônia	IL-1 α e IL-1ra foram detectadas no couro cabeludo Após o alisamento, os níveis de IL-1 α e IL-1ra na coroa e vértex foram menores, mas sem diferença em relação ao grupo que não aliso Não se conseguiu demonstrar mudanças nas citocinas inflamatórias específicas após uso de relaxantes
Tackey et al., ³⁹ 2013	Ensaio clínico	Modelo de epiderme tridimensional	Hidróxido de sódio, hidróxido de guanidina	IL-1 α : em 4h da aplicação não mostrou diferença significativa entre os grupos de alisantes, e em 24h e 48h o alisante <i>no-lye</i> atingiu níveis maiores IL-1ra: sempre maior com o <i>no-lye</i> Os dois tipos tiveram razões de IL-1ra/IL-1 α similares nas fases iniciais (sugere ausência de relação com o desconforto imediato após a aplicação) e tardias, no entanto os <i>no-lye</i> tiveram uma razão maior em 24h Níveis de PGE2 maiores do que os controles em todos os períodos

n, número de pacientes; F, feminino; M, masculino.

Tabela 7 Estudos sobre prevenção de danos estruturais no uso de relaxantes capilares

Autor	Formato	População	Alisante	Efeitos em haste
De Sá Dias et al., ⁴⁰ 2008	Ensaio clínico	Amostras de cabelo afro	Tioglicolato de amônia	Agentes condicionantes adicionados ao alisante resultaram em menor perda proteica, em proteção da fibra e em aumento da resistência à quebra Podem reduzir a eficácia do alisamento
Bernard et al., ⁴¹ 2002	Ensaio clínico	Amostras de cabelo afro-americano	Hidróxido de guanidina ou hidróxido de sódio	Uso de ceramidas (no caso, a C18-dhCer) preveniu danos em cabelo alisado
Vermeulen et al., ⁴² 2004	Ensaio clínico	Amostras de cabelo	Hidróxido de sódio, hidróxido de lítio	Adição de ceras de polimetileno em fórmula alisante resultou em melhor aspecto em comparação a fórmulas comerciais, sem minimizar a performance

Tabela 8 Estudos sobre os efeitos dos alisantes ácidos e alisantes tradicionais (relaxantes capilares)

Autor	Tipo de estudo	População	Agente alisante	Alterações
Marks et al., ⁴³ 2019	Caso-controle	n = 286 (n = 43 pacientes com alopecia cicatricial), (143 pacientes com alopecia não cicatricial: grupo controle)	Alisamento químico	Maior frequência de alisamento no grupo alopecia cicatricial (25%) em relação ao grupo controle (13%) História prévia de alisamento em LPP/AFF de 21% e em 10% dos controles pareados ACCC: mais exposição cumulativa a alisantes

n, número de pacientes; F, feminino; M, masculino.

Supostamente, o alisamento se dá pela difusão da queratina para o córtex preenchendo os defeitos e reestruturando o fio; no entanto, não há evidências desse efeito.⁹ O uso de formaldeído e glutaraldeído como alisantes não é permitido no Brasil.⁷

Os produtos com ácido glioxílico são citados no site da Anvisa como glioxiloil-carbocisteína e glioxiloil-aminoácidos de queratina na sessão “orientações sobre os alisantes – o que devo encontrar no rótulo desses produtos”, com a ressalva de que devem alertar o consumidor sobre o risco de queda ou de alteração de cor dos cabelos.⁷ Porém, a substância não consta na IN n° 64 do órgão.¹⁰ A carbocisteína não é um alisante quando utilizada isoladamente, mas geralmente é formulada com o ácido glioxílico.⁸

Os alisantes ácidos continuam sendo uma constante em produtos de alisamento. Localmente, o formaldeído pode causar dermatite, inclusive eczema alérgico e eczema psoriasiforme.^{12,13} O relato na literatura médica das reações em couro cabeludo pode ser subestimado, pois a dermatite de contato irritativa após o uso do formaldeído é frequentemente considerada um efeito normal pelos usuários. Na haste capilar, o formaldeído e o ácido glioxílico, a despeito do brilho no aspecto macroscópico, pioraram a irregularidade das cutículas à microscopia eletrônica e diminuíram a resistência à quebra.¹⁴ No entanto, outros estudos não demonstraram o mesmo dano.^{15,16} Embora haja alterações na força, na coloração do cabelo e outras evidências de dano à haste, o trabalho para pentear diminui com os alisantes ácidos, como demonstrado em estudo com ácido glioxílico.¹⁷

Já os alisantes permitidos por lei no Brasil são os previstos na IN n° 64 da ANVISA.¹⁰ Os hidróxidos agem em razão de seu alto pH, abrindo as cutículas e propiciando a ação do agente alcalino redutor no córtex, onde as ligações dissulfeto são quebradas. O cabelo é então mecanicamente alisado, com reestruturação das ligações entre as queratinas. Em seguida, o cabelo é exposto à substância ácida para encerrar o processo e fechar as cutículas (processo de neutralização).^{1,8,44} Os álcalis reagem com a cistina e produzem a lantionina, na chamada lantionização. Esse processo substitui um terço da cistina por lantionina.⁸ Não existe necessidade de calor ou tração externa.⁸ Diferentemente, o tioglicolato não age por lantionização, mas por redução seletiva das ligações de cistina sem alterar a proteína inteira, é neutralizado com peróxido de hidrogênio ou bromato de sódio e as ligações são rearranjadas.^{8,44} O calor deve ser aplicado para o passo de tratamento térmico.^{8,44} Seu uso é comumente chamado de “escova japonesa”.⁸ Mantêm-se 90% do conteúdo de cistina e 10% tornam-se ácido cisteico.⁸ Existe ainda o bissulfito de amônia, menos agressivo, menos efetivo e mais empregado em produtos de uso domiciliar.³

Os alisantes do tipo relaxantes não são isentos de efeitos colaterais. Têm sido citados alergias, *frizz* na haste, cabelos secos, afinamento e enfraquecimento do fio, tri-coptilose e alteração de coloração dos cabelos.^{18-20,30} No couro cabeludo, são descritos descamação, dor, atrofia, até queimaduras e quadros potencialmente graves de eczema de contato com infecção secundária.¹⁸⁻²¹

As consequências da inflamação aguda a longo prazo não são conhecidas, mas aventa-se até relação com

alopecia cicatricial central centrífuga.²² Uma hipótese seria que alterações de citocinas causadas por alisantes possam exercer algum papel no processo inflamatório.³⁸ A relação das citocinas, inclusive com as diferenças sensoriais entre os tipos de produtos, tem sido estudada.³⁹

A perda de cabelo também tem sido relacionada, inclusive com alopecia irreversível.¹⁸⁻²⁰ Os dados referentes à associação com ACCC divergem.^{23-25,43} Existe aumento do risco de alopecia de tração com relaxantes, especialmente se associados a tranças rasteiras, e tricorrexe nodosa generalizada proximal foi relacionada a alisamentos.^{26,27}

Na haste, com o uso dos relaxantes, há ocorrência de aumento da distância inter-escamas, abertura das escamas, irregularidade de suas bordas, rachaduras, grave levantamento da cutícula com exposição do córtex, lesões na fibra, aumento das partículas extraídas do fio.^{28-30,35}

O uso de alisantes concomitantemente a outras técnicas capilares parece aumentar a vulnerabilidade a danos. Relaxamentos capilares somados ao uso de implante capilar artificial relacionaram-se com áreas de alopecia permanente.³² Relaxantes resultaram em maior propensão à perda proteica, e, quando associado à tintura, o hidróxido de sódio mostrou-se ainda mais agressivo.¹¹ A somatória de alisamento com tioglicolato de amônia, descoloração e prancha alisante resultou em hastes com contornos irregulares, destacamento e deformação cuticular e possível dano cortical.³⁵

Com alisantes *lye* e *no-lye* foi encontrada diferença na quantidade de aminoácidos em relação ao cabelo virgem. É notória a diminuição de cistina, presente nas ligações dissulfeto que dão força ao cabelo.³⁷ A nível molecular, em cabelo liso europeu exposto a hidróxido de sódio houve deterioração da cisteína.³³ Alisamento com relaxante *lye* degradou triptofano.³⁴ Entretanto, o uso do tioglicolato não resultou em perdas adicionais de proteína ou triptofano.³⁰ Comparando alisante *lye* e *no-lye* houve redução de cistina após ambos, com maior perda com *no-lye*.³⁶

Cabelos de etnias diferentes parecem divergir na suscetibilidade ao alisamento, com achados variados na literatura.^{31,35} Os danos estruturais podem ser minimizados por agentes condicionantes, algumas ceramidas e ceras.⁴⁰⁻⁴² Apesar dos efeitos colaterais, muitas mulheres optam por manter os alisamentos.^{19,25}

As limitações do estudo foram: busca restrita a apenas três bases de dados; busca em apenas dois idiomas; escassez de pesquisas resultando em baixo rigor científico para inclusão de artigos; aceite de diversos desenhos de estudo.

Conclusão

A revisão de dados referentes aos últimos 20 anos, mesmo com limitações, retrata a ocorrência expressiva de alterações em haste capilar e couro cabeludo secundárias aos alisamentos capilares. Inflamação clínica e subclínica do couro cabeludo, danos à haste, perda de cabelo por fratura do fio ficaram evidentes. Os efeitos a longo prazo ainda permanecem desconhecidos.

Os profissionais de saúde, especialmente o médico dermatologista, assim como os profissionais de salões de beleza e seus clientes precisam conhecer os riscos e benefícios desses tratamentos químicos.

A recente norma da Anvisa limita o registro de alisantes, mas não esclarece quanto aos novos “alisantes ácidos”, como o ácido glioxílico.¹⁰ Os efeitos dos alisantes ácidos estão em voga especialmente por conta do estudo multicêntrico brasileiro que levantou a hipótese da associação da alopecia frontal fibrosante com procedimentos de alisamento com formol.⁴⁵

Estudos com rigor científico são necessários para compreender melhor as respostas das estruturas capilares aos agentes químicos, em especial sua relação com o desenvolvimento de alopecias.

Esta pesquisa não recebeu nenhum financiamento específico de agências de fomento públicas, privadas ou sem fins lucrativos.

Suporte financeiro

Nenhum.

Contribuição dos autores

Joane Nathache Hatsbach de Paula: Concepção e planejamento do estudo; obtenção, análise e interpretação dos dados; revisão crítica da literatura; elaboração e redação do manuscrito.

Flávia Machado Alves Basílio: Concepção e planejamento do estudo; participação efetiva na orientação da pesquisa; revisão crítica do manuscrito; aprovação da versão final do manuscrito.

Fabiane Andrade Mulinari-Brenner: Participação efetiva da orientação da pesquisa; revisão crítica do manuscrito; aprovação da versão final do manuscrito.

Conflito de interesses

Nenhum.

Referências

- Bolduc C, Shapiro J. Hair care products: waving, straightening, conditioning, and coloring. *Clin Dermatol*. 2001;19:431-6.
- McMichael AJ, Hordinsky MK. *Hair and Scalp Diseases*. New York: Informa Healthcare; 2008.
- Draeos Z. *Hair Care: An Illustrated Dermatologic Handbook*. London: CRC Press; 2005.
- cdc.gov [Internet]. Formaldehyde [cited 2020 Mar 31]. Available from: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/formaldehyde/>.
- osha.gov [Internet]. Hair Smoothing Products That Could Release Formaldehyde [cited 2020 Jun 05]. Available from: <https://www.osha.gov/sites/default/files/hazard.alert.pdf>.
- osha.gov [Internet]. OSHA Occupational Chemical Database [cited 2020 Mar 31]. Available from: <https://www.osha.gov/chemicaldata/>.
- anvisa.gov [Internet]. Orientações sobre alisantes [cited 2020 Mar 31]. Available from: <http://portal.anvisa.gov.br/alisantes>.
- Gavazzoni Dias MF. *Hair cosmetics: an overview*. *Int J Trichology*. 2015;7:2-15.
- Weathersby C, McMichael A. *Brazilian keratin hair treatment: a review*. *J Cosmet Dermatol*. 2013;12:144-8.
- in.gov [Internet]. INSTRUÇÃO NORMATIVA - IN No 64, DE 27 DE JULHO DE 2020 [cited 2020 Aug 29]. Available from:

- <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-64-de-27-de-julho-de-2020-269157332>.
11. França-Stefoni SA, Dario MF, Sá-Dias TC, Bedin V, de Almeida AJ, Baby AR, et al. Protein loss in human hair from combination straightening and coloring treatments. *J Cosmet Dermatol*. 2015;14:204-8.
 12. van Lerberghe L, Baeck M. A case of acute contact dermatitis induced by formaldehyde in hair-straightening products. *Contact Dermatitis*. 2014;70:384-6.
 13. Gavazzoni-Dias MFR, Rochaël M, Vilar E, Tanus A, Tosti A. Eczema-Like Psoriasiform Skin Reaction due to Brazilian Keratin Treatment. *Skin Appendage Disord*. 2016;1:156-62.
 14. Leite MGA, Maia Campos PMBG. Mechanical characterization of curly hair: Influence of the use of nonconventional hair straightening treatments. *Skin Res Technol*. 2017;23:539-44.
 15. Sanad EM, El-Esawy FM, Mustafa AI, Agina HA. Structural changes of hair shaft after application of chemical hair straighteners: Clinical and histopathological study. *J Cosmet Dermatol*. 2019;18:929-35.
 16. Boga C, Taddei P, Micheletti G, Ascari F, Ballarin B, Morigi M, et al. Formaldehyde replacement with glyoxylic acid in semipermanent hair straightening: a new and multidisciplinary investigation. *Int J Cosmet Sci*. 2014;36:459-70.
 17. Goshiyama AM, Dario MF, Lima CRRC, de Araújo GLB, Baby AR, Velasco MVR. Impact of acid straightener's pH value in the hair fiber properties. *J Cosmet Dermatol*. 2020;19:508-13.
 18. Shetty VH, Shetty NJ, Nair DG. Chemical hair relaxers have adverse effects a myth or reality. *Int J Trichology*. 2013;5:26-8.
 19. Etemesi BA. Impact of hair relaxers in women in Nakuru. Kenya. *Int J Dermatol*. 2007;46 Suppl 1:23-5.
 20. Swee W, Klontz KC, Lambert LA. A nationwide outbreak of alopecia associated with the use of a hair-relaxing formulation. *Arch Dermatol*. 2000;136:1104-8.
 21. Kaur BJ, Singh H, Lin-Greenberg A. Irritant contact dermatitis complicated by deep-seated staphylococcal infection caused by a hair relaxer. *J Natl Med Assoc*. 2002;94:121-3.
 22. Khumalo NP, Pillay K, Ngwanya RM. Acute 'relaxer'-associated scarring alopecia: A report of five cases. *Br J Dermatol*. 2007;156:1394-7.
 23. Shah SK, Alexis AF. Central centrifugal cicatricial alopecia: Retrospective chart review. *J Cutan Med Surg*. 2010;14:212-22.
 24. Gathers RC, Jankowski M, Eide M, Lim HW. Hair grooming practices and central centrifugal cicatricial alopecia. *J Am Acad Dermatol*. 2009;60:574-8.
 25. Olsen EA, Callender V, McMichael A, Sperling L, Anstrom KJ, Shapiro J, et al. Central hair loss in African American women: Incidence and potential risk factors. *J Am Acad Dermatol*. 2011;64:245-52.
 26. Rucker Wright D, Gathers R, Kapke A, Johnson D, Joseph CLM. Hair care practices and their association with scalp and hair disorders in African American girls. *J Am Acad Dermatol*. 2011;64:253-62.
 27. Ogunbiyi A, Ogun O, Enechukwu N. Recurrent hair loss resulting from generalized proximal trichorrhexis nodosa in a Nigerian female. *Int J Trichology*. 2014;6:83-4.
 28. Galliano A, Saint Olive Baque C, Marty G, Nedelec B, Gauchet L, Littaye P, et al. Resistance of human hair cuticle after a shaking process in wet conditions: Comparison between Chinese and Caucasian hair. *Int J Cosmet Sci*. 2010;32:356-68.
 29. Kaliyadan F, Gosai BB, Al Melhim WN, Feroze K, Qureshi HA, Ibrahim S, et al. Scanning electron microscopy study of hair shaft damage secondary to cosmetic treatments of the hair. *Int J Trichology*. 2016;8:94-8.
 30. Bloch LD, Goshiyama AM, Dario MF, Escudeiro CC, Sarruf FD, Velasco MVR, et al. Chemical and physical treatments damage Caucasian and Afro-ethnic hair fibre: analytical and image assays. *J Eur Acad Dermatology Venereol*. 2019;33:2158-67.
 31. Lee Y, Kim YD, Pi LQ, Lee SY, Hong H, Lee WS. Comparison of hair shaft damage after chemical treatment in Asian, White European, and African hair. *Int J Dermatol*. 2014;53:1103-10.
 32. Amorim FRS, Magalhães HA, Cunha JLB, Amaral LC, Ramos LCB, Moura LS, et al. Traction alopecia caused by the use of artificial hair implant in relaxed hair. *Fisioter Bras*. 2017;18:497-504.
 33. Dyer JM, Bell F, Koehn H, Vernon JA, Cornellison CD, Clerens S, et al. Redox proteomic evaluation of bleaching and alkali damage in human hair. *Int J Cosmet Sci*. 2013;35:555-61.
 34. McMullen RL, Chen S, Moore DJ. Spectrofluorescent characterization of changes in hair chemistry induced by environmental stresses. *J Cosmet Sci*. 2011;62:191-2.
 35. dos Santos JD, Edwards HGM, de Oliveira LFC. Raman spectroscopy and electronic microscopy structural studies of Caucasian and Afro human hair. *Heliyon*. 2019;5:e01582.
 36. Mamabolo T, Agyei NM, Summers B. Cosmetic and amino acid analysis of the effects of lye and no-lye relaxer treatment on adult black female South African hair. *J Cosmet Sci*. 2013;64:287-96.
 37. Khumalo NP, Stone J, Gumedze F, McGrath E, Ngwanya MR, de Berker D. Relaxers' damage hair: Evidence from amino acid analysis. *J Am Acad Dermatol*. 2010;62:402-8.
 38. Beach RA, Wilkinson KA, Gumedze F, Khumalo NP. Baseline sebum IL-1 α is higher than expected in afro-textured hair: A risk factor for hair loss? *J Cosmet Dermatol*. 2012;11:9-16.
 39. Tackey RN, Bryant H, Parks FM. Cytokine expression correlates with differential sensory perception between lye and no-lye relaxers. *J Cosmet Sci*. 2013;64:111-7.
 40. de Sá Dias TC, Baby AR, Kaneko TM, Velasco MVR. Protective effect of conditioning agents on Afro-ethnic hair chemically treated with thioglycolate-based straightening emulsion. *J Cosmet Dermatol*. 2008;7:120-6.
 41. Bernard BA, Franbourg A, François AM, Gautier B, Hallegot P. Ceramide binding to African-American hair fibre correlates with resistance to hair breakage. *Int J Cosmet Sci*. 2002;24:1-12.
 42. Vermeulen S, van Rensburg AJ, van Der Merwe B, Shalvoy R, Willford S. The application of polymethylene waxes as conditioning agent in hair relaxers. *J Cosmet Sci*. 2004;55 Suppl: S181-94.
 43. Marks DH, Hagigeorges D, Okhovat JP, Manatis-Lornell AJ, McMichael AJ, Senna MM. Association of cicatricial alopecia with chemical hair straightening. *Br J Dermatol*. 2019;181: 1317-9.
 44. França SA. Caracterização dos cabelos submetidos ao alisamento/relaxamento e posterior tingimento [Dissertação]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2014.
 45. Ramos PM, Anzai A, Duque-Estrada B, Farias DC, Melo DF, Mulinari-Brenner F, et al. Risk Factors for Frontal Fibrosing Alopecia: a case-control study in a multiracial population. *J Am Acad Dermatol*. 2021;84:712-8.