

Influência da água termal e de seus oligoelementos na estabilidade e eficácia de formulações dermocosméticas

Influence of thermal water and its oligoelements in the stability and efficacy of dermocosmetics formulations

RESUMO

Introdução: a água termal vem sendo proposta como agente anti-inflamatório e hidratante leve. Posto que há rígido controle de qualidade e, portanto, dificuldade para sua extração do subsolo, um complexo de oligoelementos tem sido utilizado com finalidade equivalente.

Objetivo: avaliar a estabilidade e a influência da água termal ou de seus oligoelementos em formulações cosmecêuticas, assim como os efeitos imediatos de sua aplicação na pele.

Métodos: foram elaborados gel aquoso, gel-creme e emulsão acrescidos ou não de oligoelementos e submetidos à análise de estabilidade física. Na análise da eficácia, 15 voluntárias aplicaram nos antebraços as formulações que demonstraram melhor estabilidade. A avaliação objetiva dos efeitos imediatos e após duas horas, em relação à hidratação e textura da pele, foi realizada através de técnicas de biofísica e análise de imagem, antes e após a aplicação. A avaliação subjetiva foi obtida por questionário de percepção desses efeitos pelas voluntárias. Não foi avaliada a possível ação anti-inflamatória.

Resultados: os géis foram considerados mais estáveis e selecionados para os testes de eficácia; também proporcionaram aumento do conteúdo aquoso do estrato córneo, e as águas apenas melhoraram a textura da pele.

Conclusão: os resultados obtidos na avaliação subjetiva e objetiva foram coincidentes e sugeriram a utilidade do uso de cosmecêuticos com oligoelementos na hidratação da pele como coadjuvantes em tratamentos dermatológicos.

Palavras-chave: oligoelementos; cosméticos; umectantes.

ABSTRACT

Background: It has been proposed that thermal water can be used as an anti-inflammatory and mild hydrating agent in the preparation of skincare formulations. However, due to the complex process and strict quality control associated with its extraction from the ground, an oligoelements complex that mimics the effects of thermal water on skin is being used instead.

Objective: To evaluate the stability and effects of thermal water and its oligoelements in the formulation of cosmeceuticals, as well as their immediate effects on the skin.

Methods: An aqueous gel, a gel cream and an emulsion were prepared with and without the addition of oligoelements and submitted to physical stability analysis. The more stable preparations were tested on study subjects' forearms. The objective evaluation of the effects on the skin's texture and hydration was conducted according to biophysical and image analysis techniques before, immediately after and 2 hours after application. Questionnaires assessed participants' subjective perceptions of the various formulations. The possible anti-inflammatory effects were not evaluated.

Results: The effects of the more stable gel formulations were assessed on 15 study subjects. The gels increased the content of the aqueous corneum stratum, while the waters only produced an improvement of the skin's texture.

Conclusion: The results obtained from the subjective and objective analyses coincided and suggested the usefulness of the oligoelements complex in cosmeceutical products for moisturizing the skin.

Keywords: oligoelements; cosmetics; wetting agents.

Autores:

Juliana Hawerth Segura¹
Flávio Bueno de Camargo Junior²
Ediléia Bagatin³
Patrícia Maria Berardo G. Maia Campos⁴

¹ Farmacêutica pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto (FCFRP) - Universidade de São Paulo (USP) - São Paulo (SP), Brasil.

² Doutorando da FCFRP (USP) - São Paulo (SP), Brasil.

³ Professora adjunta - Departamento de Dermatologia - Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) - São Paulo (SP), Brasil.

⁴ Professora doutora de cosmetologia - FCFRP (USP) - São Paulo (SP), Brasil.

Correspondência para:

Patrícia Maria Berardo
Gonçalves Maia Campos
Av. do Café, s/nº
Campus Universitário da USP
Ribeirão Preto (SP)
Cep: 14040-903 - Brasil
Tel.:/Fax: 16 3602 4197; 3602 4307
3625 7202
Email: pmcampos@usp.br

Recebido em: 15/04/2009

Aprovado em: 26/01/2010

Estudo desenvolvido na FCFRP - USP, Laboratório de Tecnologia em Cosméticos.

Conflitos de interesse: Nenhum

Suporte financeiro: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp).

INTRODUÇÃO E OBJETIVO

A água termal é considerada um tipo particular de água subterrânea, enriquecida por minerais como sódio, magnésio, zinco, boro e manganês contidos nas rochas e que emergem na superfície sob a forma de fontes. Estudos experimentais demonstraram que esses oligoelementos estimulam a migração dos queratinócitos, podendo colaborar na renovação celular.¹ Por outro lado, apesar das fontes de águas termais existirem em quase todo o mundo, nem sempre se pode contar com a tecnologia necessária para seu uso, uma vez que é necessário rígido controle de qualidade após sua extração do subsolo. Desse modo, um complexo de oligoelementos composto por sódio, magnésio, zinco e manganês vem sendo proposto como mimetizador de seus efeitos na pele. Há relatos sobre a importância de vários íons inorgânicos, tais como cálcio, sódio, zinco, magnésio, manganês e potássio, na composição do estrato córneo.² Há indícios de que a água termal possa ter ações hidratante e anti-inflamatória leves quando utilizada pura, como veículo ou princípio ativo de formulações cosmecêuticas. Assim, a própria água termal, in natura ou manipulada em produtos, bem como outros cosmecêuticos, tem sido indicada em dermatologia, como coadjuvante na hidratação da pele, no tratamento do envelhecimento cutâneo, acne, rosácea e outras dermatoses inflamatórias, e após procedimentos cosméticos, como *peelings* químicos, laser, etc.³⁻⁵

No desenvolvimento de formulações cosmecêuticas deve-se considerar, entre outros fatores, a compatibilidade entre as substâncias ativas através da realização de estudos de estabilidade – a propriedade de o produto manter suas características físicas, após sua fabricação, incluindo o comportamento reológico.^{6,7}

Adicionalmente, é imprescindível investigar a real eficácia desses produtos, assim como proceder à avaliação sensorial, já que suas características podem influenciar a escolha. A utilização de técnicas não invasivas para a avaliação da eficácia de formulações cosmecêuticas é recomendada e considerada suficiente para o registro desses produtos, assim como para cosméticos, pelas agências regulatórias no Brasil, Estados Unidos e Europa, Anvisa, FDA e Colipa, respectivamente.⁸ Apesar de o termo “cosmecêutico” ser algo confuso e ainda não reconhecido por essas agências, o desenvolvimento e a oferta desses produtos, também chamados cosméticos funcionais, têm apresentado rápida expansão. Novos componentes surgem com base no melhor conhecimento da fisiologia da pele e são apresentados à dermatologia como propostas de atender à demanda de produtos que possam melhorar a aparência da pele e complementar tratamentos.⁹

Existem no mercado vários cosmecêuticos à base de água termal, assim como a água propriamente dita. É importante avaliar os reais benefícios desses elementos à pele através de estudos de boa qualidade metodológica. Isso pode proporcionar aos dermatologistas informações úteis a sua decisão levando em conta a relação custo/benefício desses produtos para seus pacientes.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a estabilidade e a influência da água termal ou de seus oligoelementos em formulações cosmecêuticas, bem como os efeitos imediatos de sua aplicação tópica em soluções ou veiculados em dermo-cosméticos.

MÉTODOS

Desenho: estudo experimental, envolvendo voluntários sadios. Não pode ser considerado estudo de intervenção, uma vez que a aplicação das formulações na pele é única e sem finalidade terapêutica.

Formulações e águas

Foi utilizado como matéria-prima um complexo de oligoelementos à base de sais de sódio, magnésio, zinco e manganês do ácido L-carboxipirrolidônico. Testaram-se: água destilada e deionizada isolada (A1); água destilada e deionizada acrescida de 1% do complexo de oligoelementos (A2) e uma água termal comercial (A3). Foram elaboradas três formulações: uma emulsão à base de álcool batílico e lecitina de soja, polímero de acrilatos e de metilfenil polisiloxano (F1), um gel à base de polissacarídeo de origem biotecnológica (F2) e um gel-creme à base de polissacarídeo de origem biotecnológica e de metilfenil polisiloxano (F3). Essas formulações foram avaliadas isoladas (F1A, F2A e F3A), acrescidas de 1% do complexo de oligoelementos (F1B, F2B, F3B) e da água termal (F1C, F2C, F3C).

Avaliação da estabilidade

Todas as formulações foram submetidas a testes de centrifugação, determinação de pH e avaliação visual. As selecionadas nesse processo foram submetidas ao estudo do comportamento reológico, realizado em reômetro DV-III digital, tipo Cone e Placa (Brookfield, Massachusetts, EUA), para a avaliação dos parâmetros viscosidade, índice de consistência, índice de fluxo e tixotropia. As formulações foram mantidas no ambiente e em estufas de 37°C e 45°C tendo sido coletadas amostras de 0,5g em intervalos de tempo de sete dias, por 28 dias.⁷

Avaliação da eficácia

As formulações mais estáveis foram acrescidas ou não de 1% do complexo de oligoelementos ou da água termal comercial e submetidas à avaliação da eficácia de forma subjetiva (autoavaliação por meio de questionário) e objetiva (técnicas não invasivas). Após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo, foram selecionadas 15 voluntárias, com pele dos fototipos II e III, e idade entre 25 e 35 anos. Os antebraços das voluntárias foram divididos em três áreas, e, em cada uma, aplicou-se uma formulação ou água. As áreas, as formulações e as águas foram escolhidas de forma randomizada a fim de minimizar diferenças entre as análises. As condições da pele foram avaliadas por técnicas biofísicas e de análise de imagem antes (valores basais) e duas horas após a aplicação. As medidas basais foram realizadas após 20 minutos de aclimação em ambiente controlado, com temperatura variável de 20 a 22°C e umidade relativa do ar entre 45 e 55%.

Para determinar o conteúdo aquoso do estrato córneo foram realizadas medidas com o equipamento Corneometer CM 825 (Courage & Kazaka Electronic GmbH, Köln, Alemanha), que mede o nível de hidratação com base no princípio da medida da capacitância elétrica.^{8,10} Para avaliar a função

barreira da pele foi utilizado o Tewameter TM 210 (Courage & Kazaka Electronic GmbH, Köln, Alemanha), cuja função é medir a evaporação de água da superfície da pele.¹⁰ Para determinar as características viscoelásticas da pele foram realizadas medições utilizando o Cutometer SEM 575 (Courage & Kazaka Electronic GmbH, Köln, Alemanha), sendo avaliados os parâmetros relacionados à razão viscoelasticidade/elasticidade da pele (U_v/U_e) e a elasticidade biológica (U_r/U_f).¹¹ Para a determinação do microrrelevo cutâneo foi utilizado o equipamento Visioscan VC 98, que mede a rugosidade da pele por técnica de profilometria óptica utilizando processo de digitalização de imagem obtida por câmera de vídeo equipada a uma unidade que emite luz ultravioleta, sendo investigado o parâmetro relacionado à textura da pele (S_{esm}).¹²⁻¹⁴

Após a aplicação das formulações e águas as voluntárias receberam ficha de avaliação em que responderam a questões atribuindo notas aos parâmetros: sensação ao toque, e espalhabilidade das formulações e águas, além do aspecto geral da pele, incluindo maciez, brilho, textura e hidratação. Foram questionadas ainda quanto à percepção de eficácia das formulações e intenção de compra.

Todos os dados foram submetidos à análise estatística pelo teste de análise de variância realizado por meio do software estatístico MINITAB.

RESULTADOS

Estabilidade das formulações

Todas as formulações estudadas mantiveram-se estáveis frente aos testes preliminares de estabilidade e foram selecionadas para avaliação do comportamento reológico, na qual foi possível observar que a formulação F1 apresentou maiores valores de viscosidade aparente em relação às demais formulações e, quando acrescida de 1% do complexo de oligoelementos, demonstrou diminuição nos valores de viscosidade (Tabela 1). A formulação F2 foi a que apresentou a menor variação nos valores de viscosidade aparente.

Todas as formulações apresentaram índice de fluxo inferior a 1, ou seja, comportamento pseudoplástico (Tabela 2). A análise da tixotropia mostrou que a formulação F1 apresentou os maiores valores e, ainda, as maiores oscilações nesses valores,

tendo a adição de oligoelementos nessa formulação elevado ainda mais a tixotropia das formulações (Tabela 3)

Eficácia das formulações

Os resultados obtidos na avaliação dos efeitos imediatos mostraram que, na determinação do conteúdo aquoso do estrato córneo, todos os géis, F2A, F2B e F2C, ocasionaram aumento significativo nesses valores duas horas depois da aplicação, em comparação com os valores basais (Figura 1). Os diferentes tipos de águas em estudo não ocasionaram alterações nesse parâmetro.

Os demais parâmetros relacionados à avaliação da função barreira da pele (Figura 2), à razão viscoelasticidade/elasticidade, à elasticidade biológica e ao microrrelevo da pele (Figura 3) não apresentaram nenhuma alteração estatisticamente significativa, duas horas depois da aplicação das formulações em estudo.

Na avaliação sensorial e na percepção da eficácia, após aplicação única, ao comparar a diferença das formulações de géis entre si (F2A, F2B e F2C) e das águas entre si (A1, A2 e A3), não foram observadas diferenças significativas entre os parâmetros.

Ao comparar géis e águas observou-se que nos parâmetros sensação ao toque, pegajosidade e sensação na pele cinco minutos depois da aplicação (Figura 4), as águas obtiveram notas significativamente superiores às dos géis que, entretanto, segundo a autoavaliação das voluntárias, foram mais eficazes no parâmetro hidratação (Figura 5).

DISCUSSÃO

A aplicação tópica da água termal, tanto pura quanto como veículo ou ativo de formulações, vem aumentando em função do interesse em produtos que atuem como calmantes e hidratantes.

O desenvolvimento de produtos cosmeceúticos contendo água termal ou seus oligoelementos, desde que em formulações estáveis que garantam sua eficácia, pode representar contribuição importante na prevenção e no controle de alterações acompanhadas por ressecamento da pele. A disponibilidade de produtos úteis é interessante como tratamento coadjuvante de algumas dermatoses inflamatórias, reações pós-procedimentos cosméuticos e irritações consequentes a tratamentos dermatológicos para acne, melasma, envelhecimento, etc. São necessários, entretanto, estudos que avaliem de forma objetiva e clara não só a eficácia

Tabela 1 - Viscosidade aparente mínima (cP) das formulações estudadas (F1, F2 e F3) acrescidas ou não de 1% do complexo de oligoelementos (FO1, FO2 e FO3), quando mantidas no ambiente (inicial) e submetidas a 45°C por 7, 14, 21 e 28 dias. Valores calculados no ponto máximo de cisalhamento

Form.	Viscosidade Aparente Mínima (cP)				
	Ambiente		45°C		
	Inicial	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
F1	1194.000	1185.000	1042.000	1027.000	970.700
FO1	914.200	970.700	901.900	889.600	872.400
F2	987.900	946.100	975.600	1020.000	1052.000
FO2	951.100	963.300	983.000	926.500	973.200
F3	1044.000	1037.000	1003.000	1140.000	1106.000
FO3	842.900	978.100	960.900	987.900	1005.000

Tabela 2 - Índice de fluxo das formulações estudadas (F1, F2 e F3) acrescidas ou não de 1% do complexo de oligoelementos (FO1, FO2 e FO3), quando mantidas no ambiente (inicial) e submetidas a 45°C por 7, 14, 21 e 28 dias

Form.	Índice de Fluxo				
	Ambiente Inicial	45°C			
		7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
F1	0,270	0,310	0,330	0,330	0,330
FO1	0,330	0,320	0,350	0,340	0,340
F2	0,180	0,150	0,140	0,170	0,130
FO2	0,200	0,190	0,170	0,160	0,190
F3	0,200	0,180	0,190	0,160	0,170
FO3	0,240	0,230	0,170	0,160	0,160

como a segurança desses produtos, já que sua inclusão na categoria cosmeceúticos tem como pré-requisito o fato de eles não causarem reações adversas. A exigência atual é que essas formulações cumpram fase experimental, com testes rigorosos, seguida de avaliações in vivo realizadas através de métodos não invasivos com alto grau de confiabilidade.¹⁵ É importante que os dermatologistas conheçam tais etapas para desenvolver senso crítico diante da apresentação constante de produtos novos, com propostas nem sempre dignas de crédito.

As formulações deste estudo foram submetidas à avaliação de pH e a testes preliminares de estabilidade física. Na avaliação de pH, importante tanto para a estabilidade da formulação quanto para sua compatibilidade com o pH ácido da pele,¹⁶ as formulações apresentaram valores de pH entre 6 e 7, faixa considerada adequada para as finalidades propostas.

A avaliação do comportamento reológico fornece informações importantes sobre a estabilidade física dos cosméticos e cosmeceúticos, tendo em vista que a consistência e a capacidade de espalhamento dos produtos devem ser reproduzidas lote a lote, assegurando a qualidade tecnológica do produto acabado.⁶

Todas as formulações apresentaram comportamento pseudoplástico, ou seja, índice de fluxo inferior a um, característica interessante para géis e emulsões, pois a viscosidade é reduzida com a aplicação de força, facilitando seu espalhamento na pele.¹⁶

Em relação à tixotropia, a formulação que apresenta altos valores requer longo tempo para reconstituir sua estrutura após

a interrupção de força.¹⁷ Nesse aspecto, a formulação F1, por apresentar altos valores na tixotropia, foi considerada menos estável do que as demais.

A análise do conjunto de variáveis envolvidas na reologia das formulações apontou a formulação F2 como a mais estável, sendo por isso selecionada para a avaliação da eficácia.

A avaliação objetiva da eficácia das formulações por métodos não invasivos possibilita a realização de estudos na pele humana em condições reais de uso do produto. A análise dos efeitos imediatos é importante pois permite verificar a percepção de alterações nas condições da pele e assim influir na adesão ao uso dos cosmeceúticos.

A região dos antebraços vem sendo escolhida para a avaliação de eficácia de produtos cosmeceúticos por apresentar vantagens, como a melhor adesão das voluntárias pela facilidade de aplicação e avaliação, e a menor interferência das condições ambientais e do estilo de vida.^{8,11,15}

Os resultados obtidos na avaliação dos efeitos imediatos mostraram que, em relação ao conteúdo aquoso do estrato córneo, todos os géis determinaram aumento significativo duas horas após a aplicação, proporcionando efeito umectante significativo, enquanto as águas não produziram esse efeito.

Na avaliação da função de barreira da pele, tanto os géis como as águas reduziram a TEWL duas horas após a aplicação única, mas essas alterações não foram estatisticamente significativas. É possível que o uso prolongado possa contribuir na

Tabela 3 - Área de histerese das formulações estudadas (F1, F2 e F3) acrescidas ou não de 1% do complexo de oligoelementos (FO1, FO2 e FO3), quando mantidas no ambiente (inicial) e submetidas a 45°C por 7, 14, 21 e 28 dias

Form.	Área de histerese (dina/cm2. s)				
	Ambiente Inicial	45°C			
		7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
F1	4077,484	2858,564	2669,828	2866,428	2492,888
FO1	4981,844	3743,264	4529,664	4454,956	4683,012
F2	169,076	-271,308	1380,132	2107,552	1045,912
FO2	-896,496	1.226,784	1309,356	1498,092	1301,492
F3	711,692	1.183,532	-994,796	1942,408	817,856
FO3	-672,372	-287,036	-931,884	-2.760,264	-1686,828

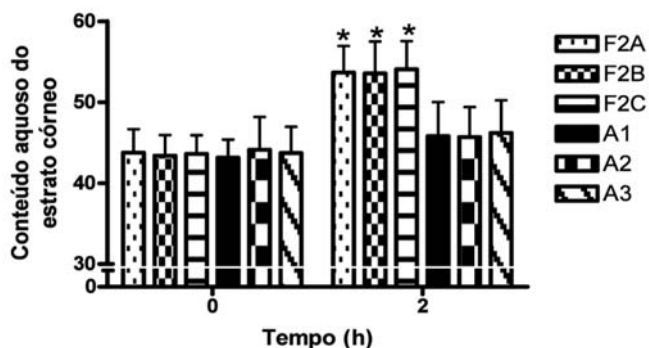


Figura 1: Conteúdo aquoso do estrato córneo de região do antebraço das voluntárias, antes e duas horas após a aplicação das formulações em estudo, F2A (veículo), F2B (veículo acrescido de 1% do complexo de oligoelementos), F2C (veículo acrescido de 1% de água termal comercial) e A1 (água destilada e deionizada), A2 (água destilada e deionizada acrescida de 1% do complexo de oligoelementos) e A3 (água termal comercial)

* diferença significativa em relação ao basal ($p < 0,005$).

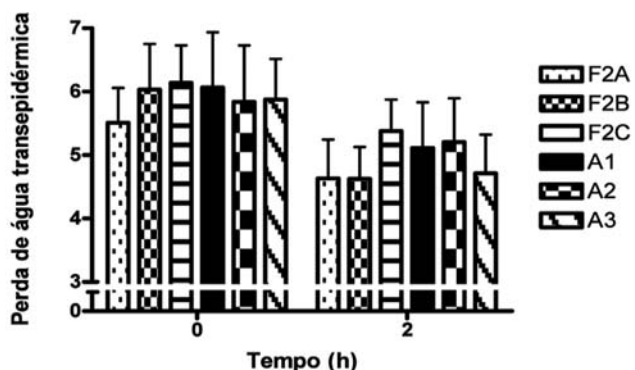


Figura 2: Perda de água transepidermica de região do antebraço das voluntárias, antes e duas horas após a aplicação das formulações em estudo, F2A (veículo), F2B (veículo acrescido de 1% do complexo de oligoelementos), F2C (veículo acrescido de 1% de água termal comercial) e A1 (água destilada e deionizada), A2 (água destilada e deionizada acrescida de 1% do complexo de oligoelementos) e A3 (água termal comercial)

melhora do papel protetor da pele. De acordo com alguns autores, a água termal rica em boro e manganês da região de Saint-Gervais, França, estimula a migração de queratinócitos *in vitro*, podendo melhorar a cicatrização de feridas.^{1,18} O zinco atua na fisiologia cutânea modulando a inflamação, acelerando o processo de reepitelização e a proliferação de queratinócitos e fibroblastos.¹⁹ Os sais de manganês e cobre também podem estimular a proliferação de queratinócitos, acelerando a recuperação da barreira cutânea.¹⁸

Nos parâmetros relacionados à razão viscoelasticidade/elasticidade, à elasticidade biológica e ao microrrelevo da pele, embora não tenham sido observadas alterações estatisticamente significativas, os resultados obtidos para os géis mostraram tendência para a melhora do microrrelevo cutâneo, em relação ao

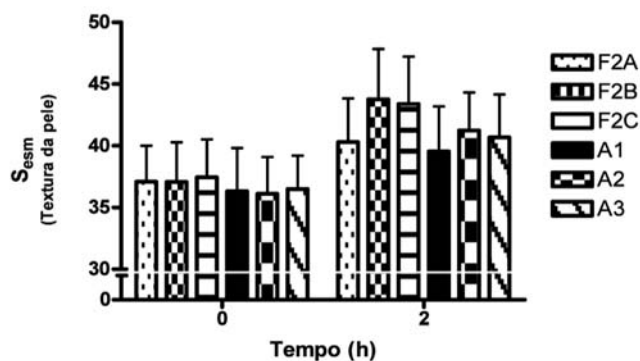


Figura 3: Sesm (textura da pele) de região do antebraço das voluntárias, antes e duas horas após a aplicação das formulações em estudo, F2A (veículo), F2B (veículo acrescido de 1% do complexo de oligoelementos), F2C (veículo acrescido de 1% de água termal comercial) e A1 (água destilada e deionizada), A2 (água destilada e deionizada acrescida de 1% do complexo de oligoelementos) e A3 (água termal comercial)

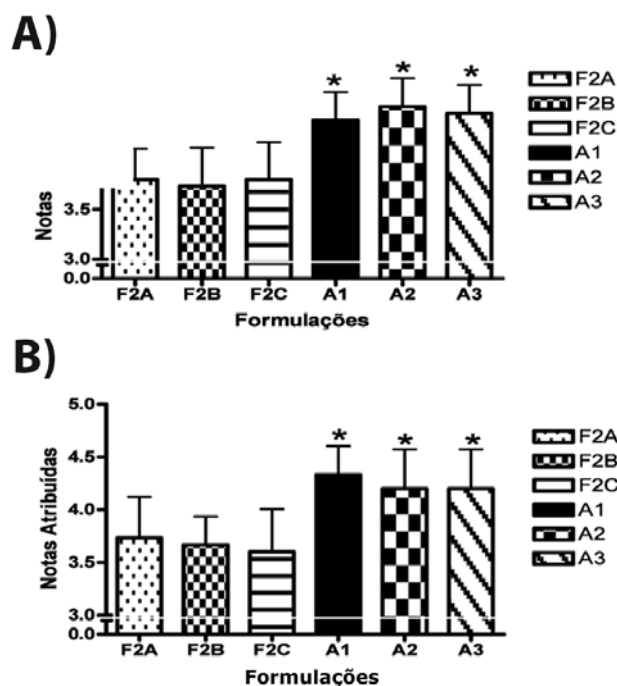


Figura 4: Avaliação sensorial dos parâmetros: Sensação ao toque e pegajosidade (A) e Sensação após cinco minutos (B), das formulações em estudo, F2A (veículo), F2B (veículo acrescido de 1% do complexo de oligoelementos), F2C (veículo acrescido de 1% de água termal comercial) e A1 (água destilada e deionizada), A2 (água destilada e deionizada acrescida de 1% do complexo de oligoelementos) e A3 (água termal comercial)

* diferença significativa em relação às formulações F1, F2 e F3 ($p < 0,005$).

parâmetro textura (S_{esm}). As soluções das águas também apontaram tendência para a melhora da textura da pele duas horas após a aplicação. Observou-se ainda que, tanto em solução quanto veiculados em gel, os oligoelementos produzem efeitos ainda melhores na textura da pele.

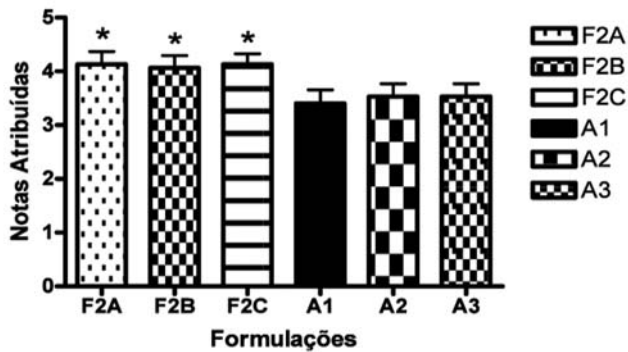


Figura 5: Percepção da eficácia (avaliação subjetiva) em relação à hidratação proporcionada pela aplicação das formulações F2A (veículo), F2B (veículo acrescido de 1% do complexo de oligoelementos), F2C (veículo acrescido de 1% de água termal comercial) e A1 (água destilada e deionizada), A2 (água destilada e deionizada acrescida de 1% do complexo de oligoelementos) e A3 (água termal comercial)

* diferença significativa em relação às águas A1, A2 e A3 ($p < 0,005$).

A análise sensorial é importante no desenvolvimento de um produto, pois, o usuário pode variar a frequência de uso e a quantidade utilizada, dependendo da maior ou menor aceitação de suas características, o que pode influenciar a eficácia.²⁰ Na avaliação sensorial e percepção da eficácia não foi possível observar diferenças significativas nos parâmetros quando comparadas as formulações em géis e águas.

Estudo de avaliação sensorial com águas termais de diferentes procedências demonstrou que, independente da concentração de minerais, todas provocaram sensação agradável na pele cinco minutos após a aplicação, resultado coincidente com os obtidos no presente estudo. Porém, segundo os autores, quanto menor a concentração de minerais na água maior a sensação de suavidade na pele dez minutos após a aplicação.²¹

Ao comparar géis e águas foi possível observar que, no parâmetro sensação ao toque, e sensação na pele cinco minutos após a aplicação, as águas obtiveram notas significativa-

mente maiores do que as dos géis. Já no parâmetro hidratação, os géis foram mais eficazes na autoavaliação das voluntárias.

Assim, no que concerne à hidratação da pele, este estudo mostrou que a avaliação subjetiva foi coincidente com a objetiva, uma vez que os géis aumentaram o conteúdo aquoso do estrato córneo e as voluntárias, ao avaliar a percepção da eficácia, atribuíram notas significativamente maiores às formulações em gel.

CONCLUSÃO

Nas condições experimentais deste estudo foi possível concluir que:

1) Quanto ao comportamento reológico, a formulação em gel à base de polissacarídeo de origem biotecnológica foi a mais estável.

2) Na avaliação objetiva, as formulações em gel proporcionaram aumento significativo nos valores do conteúdo aquoso do estrato córneo, com tendência à melhora da textura e função barreira da pele.

3) Na avaliação sensorial, cinco minutos após a aplicação, as águas apresentaram melhor aceitação do que os géis pelas voluntárias.

4) Na avaliação subjetiva quanto à percepção dos efeitos sobre a hidratação da pele, as formulações em géis obtiveram as maiores notas.

5) As análises subjetiva e objetiva foram coincidentes com relação ao efeito hidratante dos géis.

6) Na avaliação objetiva, a água termal não mostrou efeitos imediatos significativos quanto à hidratação; apenas tendência para a melhora da textura e função barreira da pele; a percepção sensorial foi adequada.

7) Neste estudo, não foi possível identificar alterações significativas na elasticidade e no relevo da pele nem tampouco sugerir qualquer atividade anti-inflamatória.

8) Apesar de a percepção sensorial ser favorável às águas, as formulações cosmecêuticas em géis proporcionaram melhor efeito umectante, sugerindo a utilidade dessa classe de produtos para a hidratação da pele, assim como para uso coadjuvante em tratamentos dermatológicos. ●

REFERÊNCIAS

1. Chebassier N, Ouïjja EH, Viegas I, Dreno B. Stimulatory effect of boron and manganese salts on keratinocyte migration. *Acta Derm Venereol.* 2004;84(3):191-4.
2. Nakagawa N, Sakai S, Matsumoto M, Yamada K, Nagano M, Yuki T, et al. Relationship between NMF (lactate and potassium) content and the physical properties of the stratum corneum in healthy subjects. *J Invest Dermatol.* 2004;122(3):755-63.
3. Iaquiêze S, Czernielewski J, Baltas E. Beneficial use of Cetaphil moisturizing cream as part of a daily skin care regimen for individuals with rosacea. *J Dermatolog Treat.* 2007;18(3):158-62.
4. Hashizume H. Skin aging and dry skin. *J Dermatol.* 2004;31(8):603-9.
5. Draelos ZD, Ertel KD, Berge CA. Facilitating facial retinization through barrier improvement. *Cutis.* 2006;78(4):275-81.
6. Leonardi GR, Maia Campos PMBG. Estabilidade de formulações cosméticas. *Int J Pharm Compounding.* 2001;3(4):154.
7. Gaspar LR, Maia Campos PMBG. Rheological behavior and the SPF of sunscreens. *Int J Pharm.* 2003;250(1):35-44.
8. Leonardi GR, Gaspar LR, Maia Campos PMBG. Application of a non-invasive method to study the moisturizing effect of formulations containing vitamins A or E or ceramide on human skin. *J Cosmet Sci.* 2002;53(5):263-68.
9. Draelos ZD. The cosmeceutical realm. *Clin Dermatol.* 2008;26(6):627-32.
10. Dal' Belo SE, Gaspar LR, Maia Campos PMBG. Moisturizing effect of cosmetic formulations containing Aloe vera extract in different concentrations assessed by skin bioengineering techniques. *Skin Res Technol.* 2006;12(4):241-6.
11. Dobrev H. Use of cutometer to assess epidermal hydration. *Skin Res Technol.* 2000;6(4):239-44.
12. De Paepe K, Lagarde JM, Gall Y, Roseeuw D, Rogiers V. Microrelief of the skin using a light transmission method. *Arch Dermatol Res.* 2000;292(10):500-10.
13. Koh JS, Kang H, Choi SW, Kim HO. Cigarette smoking associated with premature facial wrinkling: image analysis of facial skin replicas. *Int J Dermatol.* 2002;41(1):21-7.
14. Rodrigues L, Pinto P, Silva N, Galego N, Quaresma P, Fitas M, et al. Caracterização da eficácia biológica de hidratantes por análise dinâmica do conteúdo hídrico epidérmico e profilometria de transmissão luminosa. *Cosmet Toiletr.* 1997;9(2):44-9.
15. Rogiers V, Balls M, Basketter D, Berardesca E, Edwards C, Eisner P, et al. The potential use of non-invasive methods in the safety assessment of cosmetic products - The report and recommendations of ECVAM/EEMCO Workshop 36. *Altern Lab Anim.* 1999;27:515-37.
16. Martin A, Bustamante P, Chun AHC. *Rheology.* 4th ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1993.
17. Dahms GH. Einflu, der thixotropie auf die lichtschutzwirkung von sonnenschutzemulsionem. *Parfum Kosm.* 1994;75(10):675-9.
18. Tenaud I, Leroy S, Chebassier N, Dreno B. Zinc, copper and manganese enhanced keratinocyte migration through a functional modulation of keratinocyte integrins. *Exp Dermatol.* 2000;9(6):407-16.
19. Dreno B. Oligoelements et peau. *Dermatologie Pratique* 1996;182(1):1-3.
20. Distante F, Pagani V, Green B, et al. Objective evaluation of placebo effect in cosmetic treatment [CD-ROM]. Florence: Cosmetic Conference; 2005.
21. Bacle I, Meges S, Lauze C, Macleod P, Dupuy P. Sensory analysis of four medical spa spring waters containing various mineral concentrations. *IntJ Dermatol.* 1999;38(10):784-6.