

EFICÁCIA DO SILÍCIO ORGÂNICO NO REJUVENESCIMENTO FACIAL: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Efficacy of organic silicon in facial rejuvenation: A literature review

Eficacia del silicio orgánico en el rejuvenecimiento facial: revisión de la literatura

Kassia Menezes Renck^{1*}, Ana Paula Pereira Maia¹, Rafaela Moutinho Nobre¹.

DOI 10.51670/aos.v3i1.77

RESUMO

Objetivo: O objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão da literatura dos principais achados sobre a eficácia do silício orgânico no rejuvenescimento facial. **Métodos:** Realizou-se uma busca nos bancos de dados Pubmed e BVS para a seleção de artigos que envolvessem nutricosméticos, silício orgânico, pele e envelhecimento. **Revisão Bibliográfica:** O interesse em entender os mecanismos relacionados ao envelhecimento e o desejo em desacelerá-lo remonta a idade antiga. Sabe-se que a nutrição tem um papel importantíssimo na saúde e na aparência da pele o que fez serem lançadas formulações como os nutricosméticos, que surgiram por meio da hipótese que o corpo não pode apenas ser nutrido por cremes hidratantes, alimentos, e soluções tópicas. Dessa forma, tanto a indústria cosmética quanto a alimentícia investigam as combinações de ativos que são capazes de combater os radicais livres. Entre esses, destaca-se o silício, com diversas formas no mercado, existindo evidências que o mesmo é importante para síntese ideal de colágeno e também para ativar as enzimas de hidroxilação, melhorando a resistência da pele e elasticidade. **Conclusão:** O presente estudo revisou a literatura mais pertinente e atual acerca do uso do silício orgânico como suplemento no processo de minimização do envelhecimento. Os artigos estudados apontam um grande potencial de uso diminuindo os danos celulares causados pelo envelhecimento, especialmente o ácido orto-silícico estabilizado com colina (ch-OSA). Entretanto, mais estudos são necessários para a consolidação do conhecimento.

Palavras-chave: envelhecimento, silício, pele.

¹Instituto NSF. E-mail: ka2sia@hotmail.com

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to review the literature, the main findings on the effectiveness of organic silicon in facial rejuvenation. **Methods:** A search was performed in the Pubmed and BVS databases to select articles involving nutricosmetics, organic silicon, skin and aging. **Literature Review:** The interest in understanding the mechanisms related to aging and the desire to slow it down dates back to ancient times. It is known that nutrition has a very important role in the health and appearance of the skin, which led to the launch of formulations such as nutricosmetics, which emerged through the hypothesis that the body cannot be nourished only by moisturizing creams, foods, and topical solutions. Thus, both the cosmetic and food industries are investigating active combinations that are capable of fighting free radicals. Among these, silicon stands out, with several forms on the market, with evidence that it is important for optimal collagen synthesis and also for activating hydroxylation enzymes, improving skin resistance and elasticity. **Conclusion:** This study reviewed the most pertinent and current literature on the use of organic silicon as a supplement in the process of minimizing aging. The articles and studies evaluated point to a great potential for use in reducing cell damage caused by aging, especially choline-stabilized ortho-silicic acid (ch-OSA). However, more studies are needed to consolidate knowledge.

Key words: aging, silicon, skin.

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de este estudio es hacer una revisión literaria, sobre la efectividad del silicio orgánico en el rejuvenecimiento facial. **Método:** Se realizó una búsqueda en las bases de datos Pubmed y BVS para seleccionar artículos relacionados con nutricosméticos, silicio orgánico, piel y envejecimiento. **Revisión Bibliográfica:** El interés por comprender los mecanismos relacionados con el envejecimiento y el deseo de frenarlo se remonta a la antigüedad. Se sabe que la nutrición tiene un papel muy importante en la salud y apariencia de la piel, lo que motivó el lanzamiento de formulaciones como los nutricosméticos, que surgieron a partir de la hipótesis de que el cuerpo no se puede nutrir solo con cremas hidratantes, alimentos y tópicos. soluciones. Así, tanto la industria cosmética como la alimentaria están investigando combinaciones de activos capaces de combatir los radicales libres. Entre estos, destaca el silicio, con varias formas en el mercado, con evidencia de que es importante para la síntesis óptima de colágeno y también para activar las enzimas de hidroxilación, mejorando la resistencia y elasticidad de la piel. **Conclusión:** Este estudio revisó la literatura más pertinente y actual sobre el uso de silicio orgánico como complemento en el proceso de minimización del envejecimiento. Los artículos y estudios evaluados apuntan a un gran potencial de uso para reducir el daño celular causado por el envejecimiento, especialmente el ácido orto-silícico estabilizado con colina (ch-OSA). Sin embargo, se hacen necesarios más estudios para consolidar estos conocimientos.

Palabras clave: envejecimiento, silicio, piel.

INTRODUÇÃO

A pele é definida como um tecido que recobre toda a superfície do corpo humano, sendo uma barreira entre meio externo do interno, protegendo e equilibrando a fisiologia dos mesmos e influenciando na homeostase corporal. Assim, é um tecido que possui funções sensoriais, imunológicas e bioquímicas¹.

O envelhecimento é um processo biológico iniciado desde o nascimento que é inerente ao ser humano, podendo com o passar do tempo ser acelerado ou não, visto que é influenciado por diversos fatores internos e externos. Com o avanço da idade, diversas são as alterações na microestrutura da pele, ocorrendo mudanças biológicas, em nível estrutural e composicional, e mecânicas na pele. Esse envelhecimento é uma combinação dessas mudanças que vão se acumulando ao longo do tempo².

Uma consequência disso é a diminuição da atividade celular, diminuição da síntese da matriz dérmica, aumento de enzimas que irão destruir a matriz de colágeno, pois com o tempo os mecanismos de defesa vão diminuindo. O processo oxidativo também tem grande influência, cujo resultado é um excesso de espécies reativas de oxigênio³.

Constantemente o mercado busca por inovações que apontem eficácia no retardo do envelhecimento da pele, especialmente o facial. Essa busca por novos produtos bioativos cresce cada vez mais por conta da valorização da beleza comum em nossa sociedade. Resultado disso foi o surgimento dos nutricosméticos⁴.

Os nutricosméticos são formulações que envolvem as indústrias de alimentos e as de cosméticos, sendo suplementos com uma filosofia de promover a beleza “de dentro para fora”, onde o consumo dos mesmos, seja em cápsulas, líquidos ou alimentos causa um impacto na pele⁴.

Assim, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão da literatura, com os principais achados de estudos sobre a eficácia do silício orgânico no rejuvenescimento facial.

MÉTODOS

Realizou-se uma busca nos bancos de dados Pubmed e BVS para a seleção de artigos que envolvessem nutricosméticos, silício orgânico, pele e envelhecimento. Inicialmente procedeu-se com a leitura dos títulos e resumos. Depois com a leitura na íntegra, restou 31 artigos publicados entre os anos de 2004 e 2021 para a extração de dados e uso na presente revisão. Observa-se na **Figura 1**. o Silício orgânico.

REVISÃO DA LITERATURA

Indústria dos nutricosméticos e envelhecimento da pele

O interesse em entender os mecanismos relacionados ao envelhecimento e o desejo em desacelerá-lo, datam o século V com os escritos do historiador grego Heródoto e a busca da "fonte da juventude". Desde então a comunidade científica elucidou teorias e mecanismos relacionados ao mesmo⁵.

O estudo dos radicais livres e suas implicações químicas e biológicas cresceu muito nos últimos setenta anos. Apesar da Teoria do Envelhecimento dos Radicais Livres ser a mais conhecida e a que mais direcionou investigações, nenhuma teoria é considerada universal⁵.

Esses radicais livres são as espécies de átomos e moléculas reativos. Para se estabilizarem, os mesmos precisam doar ou retirar um elétron de outra molécula ou átomo, assim, rearranjam com moléculas adjacentes e desencadeiam reações em cadeia, fazendo com que tenham uma alta capacidade de ligação aos tecidos e ajam sobre as células, alterando as características moleculares e também causando oxidação dos componentes celulares em nível químico ou enzimático até a célula não sobreviver⁶.

É de grande conhecimento científico que os danos induzidos pelos radicais livres podem afetar diversas moléculas biológicas, podendo citar as proteínas, ácidos nucleicos, moléculas do citosol, lipídios da membrana celular, carboidratos e vitaminas, por isso a importância de uma dieta rica em antioxidantes^{7,8}.

Sabe-se que a nutrição tem um papel importantíssimo na saúde e na aparência da pele. Nesse contexto surgiram as formulações que muitas vezes se sobrepõem, como os cosméticos, cosmeceuticos, nutricosméticos, alimentos funcionais ou nutracêuticos. Os nutricosméticos estão particularmente relacionados ao consumo oral de produtos associados a componentes alimentares, destacando-se as vitaminas, peptídeos, polissacarídeos, polifenóis, coenzima Q10, ácidos graxos poliinsaturados e carotenóides para finalidades cosméticas, como o próprio nome sugere. Os nutricosméticos surgiram por meio da hipótese que o corpo não pode apenas ser nutrido por cremes hidratantes, alimentos, e soluções tópicas, visto que tanto a indústria cosmética quanto a alimentícia investigam as combinações de ativos que são capazes de combater os radicais livres^{9,10}.

Assim, esse termo está fortemente vinculado a conceitos como “pílulas de beleza”, “beleza de dentro para fora”, “alimentos de beleza”, “nutracêuticos para o cuidado da pele” ou “cosméticos orais”. Como pode-se observar, não existe um consenso para a definição das formulações nutricosméticas. Apesar de no Brasil, a Lei Federal de Alimentos, Medicamentos e Cosméticos não reconheça oficialmente esse termo, o mesmo é amplamente utilizado na indústria cosmética, representando a combinação de “cosmeceuticos” e “nutracêuticos”. Esses produtos têm a capacidade de melhorar a função e a aparência da pele, cabelos e unhas quando ingeridos. Sem dúvidas, os nutricosméticos estão se tornando uma forte tendência mundial¹⁰.

É fato que existe um grande desejo de manter a juventude e disfarçar imperfeições do corpo humano por grande parte da população, cada vez mais focada na estética e no cuidado do corpo, fazendo com que a indústria invista na produção e desenvolvimento de novos produtos⁹. Com o advento dos nutricosméticos e comprovação da eficácia dos mesmos, a busca está em crescente evolução, sendo uma das grandes apostas do setor industrial. Introduzidos no mercado inicialmente para o combate à celulite, hoje se encontram com diversas indicações no cuidado da pele, cabelos e unhas, se caracterizando por serem seguros, eficazes e não invasivos. Essas formulações normalmente são compostas por vitaminas, minerais, óleos e proteínas, onde diversos suplementos indicados para o cuidado da pele são atualmente encontrados no mercado¹¹⁻¹³.

Assim a cada dia crescem as evidências que uma dieta equilibrada e associada a determinados nutrientes influencia na integridade e beleza da pele¹⁴. Como previamente citado, os nutricosméticos se baseiam na idéia de “beleza de dentro para fora”, relacionando assim a ingestão de vitaminas e antioxidantes, melhorando a aparência da pele⁴. O uso dessas formulações previne a queda capilar, o envelhecimento, atuando na pele, especialmente na face. Quando associados a diferentes nutrientes e a produtos tópicos, os resultados normalmente são potencializados. Essas formulações possuem a capacidade de atuar em nível bioquímico, otimizando os processos biológicos do organismo¹⁵.

Esses produtos associam ingredientes, na forma de suplementos nutricionais, por meio de cápsulas, flaconetes, comprimidos ou sachês. Para impulsionar os resultados, esses produtos normalmente apresentam ativos de origem vegetal, sais minerais, aminoácidos e vitaminas. Também podem conter uma associação de ativos como vitaminas A, C e E, minerais, flavonóides, aminoácidos, óleos essenciais, proteínas, e outras substâncias antioxidantes. Consequentemente o consumo desses produtos traz benefícios ao corpo na saúde e estética, adicionando algumas vantagens quando comparados aos cosméticos de uso tópico, visto que beneficiam toda a estrutura da pele¹⁶.

Eficácia do uso do silício orgânico no envelhecimento da pele

O silício é o segundo elemento mais abundante na natureza, superado apenas pelo oxigênio e considerado o terceiro oligoelemento mais abundante no corpo humano^{17,18}. O silício é bastante conhecido por suas propriedades físicas e químicas, com diversas aplicações clínicas e científicas, sendo a sílica o composto químico mais estudado após a água¹⁷.

Normalmente o silício está presente de forma abundante nos alimentos derivados de plantas como cereais, aveia, cevada, farinha de trigo e arroz, sendo menos encontrado em alimentos de origem animal, incluindo carne ou produtos lácteos. Além disso, o silício está presente em bebidas como água e na cerveja. Apesar de diversos alimentos apresentarem altas concentrações de silício, sua biodisponibilidade é questionável, pois a absorção eficiente no trato gastrointestinal requer espécies solúveis. Outro fato é que com o avanço da idade a absorção diminui, especialmente em mulheres¹⁷.

De acordo com Jugdaohsingh R, *et al.*, (2013)¹⁹ as evidências de que o silício desempenha um papel importante na formação óssea vem aumentando, no entanto sua biodisponibilidade na dieta não é muito clara, como citada previamente.

Percebe-se que o silício orgânico desempenha um excelente papel, regulando o metabolismo de vários tecidos e ossos, nas cartilagens por exemplo é essencial para os tecidos conjuntivos. Na pele, o silício orgânico atua na síntese das fibras de colágeno e de elastina, conferindo elasticidade, flexibilidade e atua na estrutura dérmica através das ligações com glicosaminoglicanas, proteoglicanas, glicoproteínas estruturais e o ácido hialurônico. Conseqüentemente, tudo isso determina a formação estrutural dos tecidos da pele. Principalmente após os trinta anos de idade, a capacidade de sintetizar o silício no nosso corpo começa a diminuir, impactando o processo de envelhecimento. Esse elemento também presente na forma de silanato, pode desempenhar um importante papel na síntese de proteína²⁰.

Para a pele, existem evidências que o silício é importante para síntese ideal de colágeno e também para ativar as enzimas de hidroxilação, melhorando a resistência da pele e elasticidade. Além disso, promove uma maior resistência no cabelo, evitando a perda e fortalecendo as unhas. Em condições fisiológicas, as concentrações de ácido ortossilícico estimulam a produção do colágeno tipo I. Assim cresce o interesse para avaliar a eficácia e a segurança de produtos suplementares contendo silício que buscam aumentar os níveis séricos deste elemento, melhorando a pele e seus anexos, como previamente citado¹⁸.

Existem diversas formas de silício em suplementos, com biodisponibilidade comprovada, onde essa varia entre aproximadamente 1% a 50%, dependendo da forma química. O tipo e padrão varia de país para país, onde por exemplo, o silício orgânico com monometilsilanetriol (MMST) - é mais consumido na França, enquanto na Alemanha é mais encontrado o coloidal e na Bélgica a colina estabilizada¹⁸. O MMST não é somente orgânico é também monomérico, com absorção rápida após a digestão e sem relatos de efeitos adversos. Essa formulação destaca-se por não ter partículas de nanosilica, na qual questiona-se a segurança. Outra forma, o ácido ortossilícico, o ch-OSA, conhecido por sua segurança é a forma mais biodisponível de silício, se trata de uma mistura de OSA com cloreto de colina. A colina é importante para a integridade das membranas celulares, sendo precursora de fosfolípidios essenciais em nível molecular, e associada ao silício produz rápidos resultados na diminuição do enrugamento da pele^{18,21}.

O silício bioativo tem grande importância para a saúde em geral e especialmente da pele. A saúde dessa depende da nutrição que é efetivamente alcançada pela dieta ch-OSA. Outro fato é que muitas pessoas possuem uma deficiência em silício, especialmente com o avanço da idade, apresentando assim uma pele mais áspera, seca e com rugas. Nesses casos, o uso de produtos tópicos pouco ajudam quando comparados ao ingerido, evidenciando que esse na dieta é essencial, pois é crucial na produção de colágeno. Assim o silício tanto ajuda a retardar as rugas como diminui as existentes. Além disso, parece existir uma relação entre o silício e as células da matriz extracelular responsáveis pela síntese de colágeno, sendo o silício essencial para a qualidade e produtos sintetizados por essas células, como o tecido conjuntivo^{17,20,22}.

Entre os suplementos encontrados na indústria brasileira com silício, podemos citar o ativo Exsyntriment®, que se trata de um silanol biodisponível baseado em silício orgânico hidrolisado de colágeno de sal marinho, que permite assim limitar a polimerização do ácido ortossilícico no compartimento gástrico e torná-lo mais biodisponível. Outro que podemos citar é o SiliciuMax® (Fagron), cujo ativo é o monometilsilanetriol (MMST) e a apresentação possui 0,73 mg de silício/mL, sendo indicado tanto para uso externo quanto interno²².

Sabe-se que a exposição crônica da pele à luz solar causa diversos danos ao tecido conjuntivo, provocando a perda de elasticidade e firmeza. Como o silício vem demonstrando importante ação na formação e manutenção de tecido conjuntivo, cresce sua indicação. Além disso, apenas o OSA é biodisponível, enquanto seus polímeros não são absorvidos²¹.

Não existem evidências quanto à segurança tanto em estudos com animais como em humanos, sendo assim é recomendado uma faixa máxima de 700-1.750 mg / dia, o que sugere que um suplemento nutricional dificilmente causaria efeitos adversos em indivíduos saudáveis²³. Para a promoção da reparação dérmica e síntese de colágeno e elastina, recomenda-se uma posologia de 200 a 600 mg/dia^{24,25}.



Figura 1. Silício orgânico. Fonte: mqSi (2020)²⁴

DISCUSSÃO

Pode-se observar que vêm crescendo as evidências científicas do silício com finalidades estéticas, já existindo um grande conhecimento sobre seu papel na saúde em geral, especialmente na regulação do metabolismo de vários tecidos e ossos. Na pele os estudos vêm indicando que o mesmo é indispensável à síntese das fibras de colágeno e de elastina, conferindo elasticidade e flexibilidade. Além disso, constatou-se que o mesmo desempenha também um importante papel na estrutura dérmica por meio das ligações com glicosaminoglicanas, proteoglicanas, glicoproteínas estruturais e o ácido hialurônico, consequentemente tudo isso determina a formação estrutural dos tecidos da pele^{17,20,22}.

Evidências *in vitro* apontam que em cultura de fibroblastos, o silício promove a formação de pontes entre aminoácidos hidroxilados das fibras elásticas e de colágeno, protegendo assim estas fibras da glicosilação não enzimática o que causa uma queda na taxa de degradação. Adiciona-se a esses resultados a ação antioxidante e uma maior capacidade de defesa natural da pele, podendo devolver até 40% da firmeza e tonicidade da pele²⁶. Um fato importante é que os resultados positivos quanto à absorção são maiores em homens que em mulheres¹⁹.

Já está bem esclarecido que esse elemento apesar de ser tão abundante na natureza necessita ser suplementado por ser pouco biodisponível. Os principais estudos apontam que após os trinta anos de idade, o silício no corpo humano começa a diminuir e isto está diretamente relacionado ao surgimento de sinais de senilidade, impactando o processo de envelhecimento facial^{20,26}. O que não se está esclarecido por completo é o mecanismo exato de como ocorre o estímulo da síntese e/ou estabilização do colágeno, não existindo muitos estudos quanto a isso^{20,27}.

A suplementação do silício no tecido dérmico é feita por meio de silício orgânico biologicamente ativo, onde diversas marcas de silícios orgânicos com diferentes atividades já foram desenvolvidos. No mercado já podemos citar algumas formulações que vem obtendo sucesso. O ativo Exsynutrient®, por exemplo, é uma formulação com tecnologia inovadora que associa o ácido ortossilícico, sob a forma mono ou oligossilícica, e um hidrolisado de colágeno de sal marinho, esse permite limitar a polimerização do ácido ortossilícico no compartimento gástrico e torná-lo ainda mais disponível²⁶.

Outro que pode ser citado é o SiliciuMax (Fagron), cujo ativo é o monometilsilanetriol (MMST), sendo uma molécula monomérica de alta permeabilidade nas membranas celulares e com alta capacidade de absorção. Esse produto apresenta 0,73 mg de silício/mL, tendo indicação para uso interno e externo²². De acordo com Daros A (2021)²⁵ recomenda-se a posologia de 300 a 600 mg/dia para promover a reparação dérmica e síntese de colágeno e elastina. Dentre as opções de silício orgânico, encontra-se também o Nutricolin®, que é o ácido ortossilícico estabilizado com colina; é um ativo de origem suíça e altamente biodisponível. O Nutricolin® está presente em alguns produtos nutricosméticos, destacando-se o mqSi® que contém 200 mg desse ativo por cápsula, associado a vitaminas e zinco e Nove Silício Orgânico da Mantecorp que contém 100 mg por cápsula, também associado a vitaminas e minerais^{24,28}.

Percebe-se uma falta de estudos clínicos randomizados para consolidar mais o uso do silício, especialmente em relação ao ácido orto-silícico que por ser a principal forma de silício biodisponível para humanos e animais, deveria ter uma maior atenção¹⁷.

Jugdaohsingh R, *et al.*, (2013)²⁹ realizaram um estudo para avaliar a segurança do uso da suplementação de silício em 22 mulheres que receberam o monometilsilanetriol por 4 semanas, com a dose máxima recomendada de 10,5 mg/Si/dia. Os autores comprovaram que, após a ingestão, há conversão do MMSR em OSA, o que justificaria sua absorção. Além disso, observou-se que nas doses propostas não apresenta riscos para a segurança, entretanto recomenda-se que não se ultrapasse o nível máximo de colina (3,5 g/dia). Já no estudo de Barel A, *et al.*, (2005)²¹ em um dos poucos estudos clínicos controlados e randomizados, investigou-se o efeito do ch-OSA na pele, unhas e cabelo de 25 mulheres com pele facial fotodanificada. As mesmas tiveram a suplementação por via oral com 10 mg de Si/dia durante 20 semanas e foram comparadas a um placebo, ambos comparados pela escala visual analógica. Identificou-se que o grupo placebo apresentou maior rugosidade na pele, com diferença estatisticamente significativa. A fragilidade nas unhas e cabelos também foi bem superior no grupo placebo.

Esses achados vão ao encontro dos apontados pela revisão sistemática de Medeiros TA, *et al.*, (2020)³⁰, onde a presença de silício no organismo impacta a produção de colágeno, e sua carência está associada à diminuição da resistência periférica nas paredes dos vasos sanguíneos, pela perda de sua elasticidade, assim, influenciando na derme e tecidos adjacentes.

Já Lima CM, *et al.*, (2014)³¹ avaliaram as propriedades redox de Exsynutriment® por meio de testes *in vitro* que verificaram o potencial antioxidante não enzimático, a lipoperoxidação, eliminação de hidroxila e óxido nítrico. A solução Exsynutriment® na concentração de 1 mg/mL apresentou atividade antioxidante e na eliminação do óxido nítrico, necessitando de estudos futuros que possam elucidar os mecanismos químicos.

É fato que vem crescendo o número de estudos, entretanto não existe um consenso entre os pesquisadores sobre afirmar a real necessidade da suplementação, além da dificuldade em comparar os resultados, visto muitos serem de formulações diferentes. Sendo essencial avaliar criticamente o que se existe na literatura sobre a eficácia, segurança e biodisponibilidade do silício utilizado em suplementos complementares à dieta alimentar¹⁸. Assim, esse estudo se mostra uma ferramenta importante para um maior conhecimento e indicação desse elemento.

CONCLUSÃO ou CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo revisou a literatura mais pertinente e atual acerca do uso do silício orgânico como suplemento no processo de minimização do envelhecimento. Os artigos dos estudos avaliados apontam um grande potencial de uso do silício, diminuindo os danos celulares causados pelo envelhecimento, especialmente o ácido orto-silícico estabilizado com colina (ch-OSA). Entretanto, mais estudos são necessários para a consolidação do conhecimento.

REFERÊNCIAS

1. Junqueira LC, Carneiro J. *Histologia Básica*. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 2008.
2. Blair MJ, Jones JD, Woessner AE, Quinn KP. Skin Structure-Function Relationships and the Wound Healing Response to Intrinsic Aging. **Adv Wound Care (New Rochelle)**. 2020;9(3):127-43.
3. Buckingham EM, Klingelhutz AJ. The role of telomeres in the ageing of human skin. **Exp Dermatol**. 2011;20(4):297-302.
4. Mashorca KS, Spers EE, de Proença Vetucci J, Da Silva HMR. A beleza e a vaidade em relação a novos tipos de alimentos: um estudo sobre o mercado de nutricosméticos. **Revista Brasileira de Marketing**. 2016; 15(3):401-17.
5. Pomatto LCD, Davies KJA. Adaptive homeostasis and the free radical theory of ageing. **Free Radic Biol Med**. 2018;124:420-30.
6. Hirata LL, Sato MEO, Santos CADM. Radicais livres e o envelhecimento cutâneo. **Acta Farm. Bonaerense**. 2004;23(3):418-24.
7. Guirro ECDOF, Guirro RRDJF. *Dermato-funcional: Fundamentos, Recursos, Patologias*. São Paulo: Manole. 2004.
8. Gu Y, Han J, Jiang C, Zhang Y. Biomarkers, oxidative stress and autophagy in skin aging. **Ageing Res Rev**. 2020;59:101036.
9. Gonçalves MDSL. *Nutricosméticos e cosmeceuticos: condicionantes regulamentares e posicionamento no mercado atual*. 2016.
10. Meléndez-Martínez AJ, Stinco CM, Mapelli-Brahm P. Skin Carotenoids in Public Health and Nutricosmetics: The Emerging Roles and Applications of the UV Radiation-Absorbing Colourless Carotenoids Phytoene and Phytofluene. **Nutrients**. 2019;11(5):1093.
11. Anunciato TP. *Nutricosméticos [tese]*. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas; 2011.
12. Speck MM, Zaneti LA. *Revisão sistemática: nutricosméticos utilizados nos tratamentos das disfunções estéticas [monografia]*. Tubarão (SC): Universidade do Sul de Santa Catarina, Tecnologia em Cosmetologia e Estética-Tubarão; 2019.
13. Medeiros TA, Suzuki VY, Leite JATM, Fernandes PS, Santana VC, Oliveira CR, Ferreira LM. Silício nos alimentos: uma revisão. **Advances in Nutritional Sciences**. 2020;1(1):41-8.
14. Chapanski C, Santos K. *Nutricosméticos: uma estratégia contra os danos cutâneos introdução [monografia]*. Curitiba (PR): Universidade Tuiti do Paraná, Tecnologia em Estética e Cosmética; 2017.
15. Pinheiro EOP, Silva CWV, Pessoa CV. *Nutricosméticos: Um Novo Conceito De Beleza*. Mostra Científica da Farmácia. 2018;4(2):1.
16. Pinto MSS. *Fotoenvelhecimento: prevenção e tratamento [dissertação]*. Faro (PT): Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências e Tecnologia; 2014.
17. Jurkić LM, Capanec I, Pavelić SK, Pavelić K. Biological and therapeutic effects of ortho-silicic acid and some ortho-silicic acid-releasing compounds: New perspectives for therapy. **Nutr Metab (Lond)**. 2013;10:2.
18. Araujo AL, Campos MBGMP, Addor F. Use of silicon for skin and hair care: an approach of chemical forms available and efficacy. **An Bras Dermatol**. 2016; 91(3):331-5.
19. Jugdaohsingh R, Anderson SH, Tucker KL, Elliott H, Kiel DP, Thompson RP, Powell JJ. Dietary silicon intake and absorption. **Am J Clin Nutr**. 2002;75(5):887-93.
20. Ruivo AP. *Envelhecimento Cutâneo: Fatores Influentes, Ingredientes Ativos e Estratégias de Veiculação [dissertação]*. Porto (PT): Universidade Fernando Pessoa, Faculdade de Ciências Farmacêuticas; 2014.
21. Barel A, Calomme M, Timchenko A, Paepe KD, Demeester N, Rogiers V et al. Effect of oral intake of choline-stabilized orthosilicic acid on skin, nails and hair in women with photodamaged skin. **Archives of Dermatological Research**. 2005; 297(4):147-53.
22. Souza VMD, Junior DA. *Ativos Dermatológicos: Dermocosméticos e Nutracêuticos*. São Paulo:RCN. 2010.
23. Price CT, Koval KJ, Langford JR. Silicon: a review of its potential role in the prevention and treatment of postmenopausal osteoporosis. **International Journal of Endocrinology**. 2013;2013:316783.
24. Diogenes ESG. *O Poder do Silício Orgânico- mQSi*. 2020. <https://www.mqsi.com.br/silicio-organico-mqsi>
25. Daros A. *Perfect Details: Harmonização Orofacial*. Nova Odessa: Napoleão. 2021.
26. Christovam CF, Mejia DPM. *Utilização tópica do silício orgânico no tratamento do envelhecimento facial. [monografia]*. Cuiabá (MT): Faculdade FAIPE, Pós-graduação em Estética e Cosmetologia ;2019.

27. Sripanyakorn S, Jugdaohsingh R, Dissayabutr W, Anderson SH, Thompson RP, Powell JJ. The comparative absorption of silicon from different foods and food supplements. **British Journal of Nutrition**. 2009;102(6):825-34.
28. Galena. Informe Científico Nutricolin. 2019. <https://www.galena.-com.br/hubfs/IC%20-%20NUTRICOLIN.pdf?hsLang=pt-br>.
29. Jugdaohsingh R, Hui M, Anderson SH, Kinrade SD, Powell JJ. The silicon supplement 'Monomethylsilanetriol' is safe and increases the body pool of silicon in healthy Pre-menopausal women. **Nutrition & metabolism**. 2013;10(1), 1-8.
30. Medeiros TA, Suzuki VY, Leite JATM, Fernandes PS, Santana VC, Oliveira CR et al. Silício nos alimentos: uma revisão. **Advances in Nutritional Sciences**. 2020;1(1):41-8.
31. Lima CM, Serafini MR, Rabelo TK, Lima BS, Gelain DP, Quitans-Junior LJ et al. In vitro scavenging capacity of Organic Silicium (oral anti-aging) against reactive oxygen and nitrogen species. **Scientia Plena**. 2014;10(6):1-7.