

ARTIGO DE REVISÃO

SILÍCIO NOS ALIMENTOS: UMA REVISÃO

(SILICON IN FOOD: A REVIEW)

AUTORES: TAIS ADORNA DE MEDEIROS¹; VANESSA YURI SUZUKI^{2,A};
JORGE ALBERTO TORRES MADEIRO LEITE³; PAOLA SOARES FERNANDES⁴; VINICIUS CANATO SANTANA⁵;
CARLOS ROCHA OLIVEIRA⁶; DENISE NICODEMO⁷; LYDIA MASAKO FERREIRA⁸

¹Aluna do curso de Mestrado Profissional em Ciência, Tecnologia e Gestão Aplicadas à Regeneração Tecidual da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo – Brasil.

²Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo – Brasil.

³Faculdade Santa Marcelina, Graduando em Medicina - São Paulo – Brasil.

⁴Universidade Nove de Julho, Graduanda em Medicina – São Paulo – Brasil.

⁵Universidade Anhembi Morumbi – São Paulo – Brasil.

⁶Universidade Anhembi Morumbi – São Paulo - Brasil.

⁷Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo – Brasil.

⁸Universidade Federal de São Paulo – São Paulo – Brasil.

RESUMO

Introdução: A presença de silício no organismo é um fator importante para 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. **Objetivo:** Avaliar a presença de silício na composição dos alimentos e na suplementação oral. **Material e Método:** Foi realizada uma revisão bibliográfica nas bases de dados em *saúde MEDLINE*, *LILACS* e *SCIELO*, utilizando os descritores em Ciências da Saúde (DeCS): dieta, suplementos nutricionais, silício nos idiomas português e inglês, considerando o período de junho 2010 a junho 2020. **Resultados:** Foram encontrados 34 estudos, 11 foram incluídos e 23 excluídos por não atenderem os critérios de elegibilidade. De acordo com a literatura observou-se que este composto está mais presente em alimentos de origem vegetal do que os de origem animal e que a sua reposição se mostra essencial quando se trata de envelhecimento da epiderme atuando na pele, cabelos e unhas. **Conclusão:** Os resultados desta revisão descreveram que o silício está presente em diversos alimentos e disponível em suplementação oral, podendo ser usado na prevenção do envelhecimento da pele. Entretanto, mais ensaios clínicos randomizados são necessários para avaliar a relação do consumo de alimentos fonte de silício com o aumento da síntese de colágeno e outros benefícios à saúde.

Palavras-chave: Dieta, suplementos nutricionais, silício.

^AAutor correspondente

Vanessa Yuri Suzuki – E-mail: contato@vanessasuzuki.com.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9390-058X>.

DOI: <https://doi.org/10.47693/ans.v1i1.7> Artigo recebido em 09 de agosto de 2020; aceito em 25 de agosto 2020; publicado em 15 de setembro de 2020 na Advances in Nutritional Sciences, disponível online em <http://ans.healthsciences.com.br/>. Todos os autores contribuíram igualmente com o artigo. Os autores declaram não haver conflito de interesse. Este é um artigo de acesso aberto sob a licença CC - BY: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

ABSTRACT

Introduction: The presence of silicon in the body is an important factor for the production of collagen, and its deficiency is associated with the reduction of peripheral resistance in the walls of blood vessels, due to the loss of its elasticity, thus influencing the dermis and adjacent tissues. **Objective:** Was to evaluate the presence of silicon in the composition of foods and in oral supplementation. **Material and Method:** A bibliographic review was performed in the health databases *MEDLINE*, *LILACS* and *SCIELO*, using the descriptors in Health Sciences (DeCS): diet, dietary supplements, silicon in portuguese and english, considering the period from june 2010 to june 2020. **Results:** 34 studies were found, 11 were included and 23 were excluded because they did not meet the eligibility criteria. According to the literature it was observed that this compound is more present in foods of plant origin than those of animal origin and that its replacement is essential when it comes to aging of the epidermis acting on the skin, hair and nails. **Conclusion:** The results of this review described that silicon is present in several foods and available in oral supplementation, which can be used to prevent skin aging. However, more randomized clinical trials are needed to assess the relationship between consumption of silicon source foods and increased collagen synthesis and health benefits.

Keywords: Diet, dietary supplements, silicon.

INTRODUÇÃO

É frequente na atualidade a crescente preocupação com a qualidade de vida, nutrição e estética. A pele constitui o manto de revestimento do organismo e isola os componentes orgânicos do meio externo, função que é indispensável à vida, e como o maior órgão do corpo, a pele representa mais de 15% do peso total do indivíduo e é a barreira primária entre o organismo e o meio ambiente, controlando a entrada e saída de inúmeras substâncias [1].

A pele desempenha papel importante tanto na estética quanto na saúde, funciona como barreira física e imunológica no que diz respeito á agressores externos, e por esse motivo, nos últimos anos tem-se aumentado o interesse de estudar o impacto do silício (Si) na saúde humana, principalmente na estética [1].

O Silício pode ser encontrado em diversas concentrações na água, pois é derivado do desgaste das rochas e minerais do solo, sendo o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre [2,3]. Está presente também em vários tecidos do corpo humano, como no cabelo (10/01 partes por milhão) e nas unhas [4].

A presença de silício é um fator importante para a produção de colágeno, e sua carência está associada

à diminuição da resistência periférica nas paredes dos vasos sanguíneos, pela perda de sua elasticidade [5]. Durante o envelhecimento há uma diminuição do silício no organismo e na sua absorção de fontes dietéticas. Concomitantemente, há redução da síntese de colágeno pelos fibroblastos e ativação da colagenase na derme, contribuindo para redução da proteína na pele e formação de microrelevo cutâneo [6,7,8,9,10].

Além disso, o colágeno tipo I é abundante nos ossos e o Silício tem participação na indução de transcrição gênica deste tecido. Ou seja, a privação de silício diminuiria a formação de colágeno do tipo I [11].

A perda de colágeno, no período fértil da mulher, ocorre na quantidade de aproximadamente 1% ao ano e pode chegar a mais de 30% no período pós-menopausa [1].

A deficiência do Silício no organismo dos seres vivos pode trazer muitas repercussões negativas e principalmente interferir no crescimento e desenvolvimento de vários tecidos. A derme fica mais fina e perde elasticidade, as estruturas musculares e ósseas se atrofiam, enquanto as cartilaginosas continuam crescendo. Os primeiros sinais que indicam a passagem do tempo aparecem nos olhos

e pescoço, logo seguido das rugas na testa, a caída das sobrancelhas e da ponta do nariz, a atrofia dos lábios, os sulcos a redor da boca, a perda da linha da mandíbula e do ângulo do pescoço, com seus frequentes acúmulos de gordura [12].

O silício (Si) tem importante função na formação e manutenção do tecido conjuntivo, e o consumo alimentar é a única fonte de biodisponibilidade deste composto [13]. O ácido ortossilícico colina-estabilizado (Ch-OSA) é uma forma disponível de silício, usado para aumentar a concentração de hidroxiprolina na derme em animais. Estudos relacionados á biodisponibilidade indicaram que apenas OSA é biodisponível, enquanto seus polímeros não são absorvidos. Estes sofrem hidrólise, formando OSA que é prontamente absorvido no trato gastrointestinal, que quando atingem concentrações fisiológicas adequadas, estimulam os fibroblastos do tecido a secretarem colágeno tipo I [4]. A biodisponibilidade de silício pode ser aumentada quando ingerido com cálcio, boro, potássio, magnésio e manganês, pois sua assimilação pelo trato gastrintestinal se torna maior [14].

Estudos de farmacocinética demonstraram que 1 hora após sua administração é possível encontrá-lo em três órgãos importantes como músculo, pele e ossos [15]. Ainda, há aumento de sua concentração também no tendão, aorta, fígado e rins após suplementação oral de silício [13].

Sobre os dados de toxicidade, pode-se dizer que são limitados e sugerem que os níveis típicos de ingestão não trazem nenhum risco de induzir efeitos adversos para a população em geral [16]. Também foram realizados estudos toxicológicos sobre os derivados do silício hidrossolúvel e não foi verificada nenhuma atividade tóxica aos seres vivos [17].

Já a excreção do silício ocorre por grande parte na urina. Após 6 horas da ingestão deste elemento, ocorre o maior pico de excreção, sendo ele por via urinária, podendo chegar até 49% da quantidade ingerida e isso se determina de acordo com a fonte de onde foi ofertada a substância supracitada. Vale lembrar que até 9 horas após ingestão do mesmo, ainda pode-se encontrar excreção do silício via renal [13].

O ácido silícico também é sugerido para ser antídoto natural para a toxicidade do alumínio (Al), e

foi demonstrado sua participação na excreção urinária de Al a partir de reservas corporais. A ingestão de ácido ortossilícico 27-55 mg/l Si em água, em voluntários saudáveis. Foram observadas correlações significativas entre o *clearance* de creatina e níveis de Si no soro ou na urina ($r = 0,95$ e $0,99$ respectivamente). A depuração renal de Si foi 82-96 ml/min sugerindo filtrabilidade renal alta. Os resultados demonstraram que o ácido ortossilícico é prontamente absorvido a partir do trato gastrointestinal do homem e em seguida, rapidamente excretado na urina [18].

Não há uma dosagem mínima e máxima recomendada da ingestão diária de silício, porém estabeleceu-se uma sugestão de ingestão diária de 10 a 25 mg de silício, baseada na taxa de excreção urinária do silício no homem, em 24 horas e a ingestão dietética diária estimada para esses elementos é de 2-5 mg, mas novos estudos em humanos são necessários para avaliar a ingestão e excreção deste oligoelemento [6,7,8,9,19].

Neste contexto, torna-se relevante avaliar a presença de silício na composição dos alimentos e na suplementação oral.

MATERIAL E MÉTODO

Foi realizada uma revisão bibliográfica nos periódicos disponíveis nas principais bases de dados em saúde *MEDLINE*, *LILACS*, e *SciELO*, utilizando os descritores: dieta, suplementos nutricionais, silício, nos idiomas português e inglês, considerando o período de junho 2010 a junho 2020. Foram considerados como critérios de inclusão: os artigos originais, ensaios clínicos, caso controle, revisão sistemática e metanálise, estudos em animais e in vitro em pacientes adultos. Como critérios de não inclusão: anais e revistas, relatos de caso, artigo de opinião e cartas ao editor. Como critérios de exclusão: artigos em que o título e resumo não abordavam a temática.

RESULTADOS

Para este estudo foram selecionados 34 artigos, 11 foram incluídos e 23 excluídos por não preencherem os critérios de elegibilidade.

Silício nos alimentos

O silício em alimentos é derivado a partir de fontes naturais, incluindo as partículas do solo aderentes em superfícies de vegetais e de sua adição como aditivos. Níveis naturais de Silício nos alimentos são muito mais elevados em alimentos derivados de plantas do que a carne ou produtos lácteos [2].

As plantas retiram e acumulam Silício a partir do solo, através de soluções que se incorporam como um componente estrutural que confere resistência e rigidez aos talos, por exemplo, nas gramíneas e cereais e também em algumas plantas, tais como a cavalinha (*Equisetum arvense* L) onde o silício é essencial. Tais plantas são chamadas de “Si acumuladores”, que incluem os cereais, gramíneas (arroz, por exemplo) e algumas plantas herbáceas. Alguns destes acumulam 10-20 vezes mais Si do que as leguminosas. Alguns alimentos como o arroz, ativamente torna-se transportador de silício [2].

Altos níveis de silício são encontrados no refinamento de grãos como a cevada, aveia, farelo de arroz e farelo de trigo e até 50% do silício está presente nas cascas. Produtos como a farinha de grãos e cereais, pão, biscoito, arroz, bolo, massas e doces, ainda são altas fontes alimentares de silício. Cevada e lúpulo são utilizados na fabricação de cerveja e as quebras do processo de maceração para baixo a sua sílica *phytoloythic*, em formas solúveis, de modo que esta bebida é elevada em silício. Cana-de-açúcar, açúcar refinado e não refinado também são ricos em silício [2].

Altos níveis naturais de silício também estão presentes em alguns vegetais como feijão (verde, do Quênia, francês), espinafre e vegetais de raiz e algumas ervas. As frutas contêm níveis baixos de silício, exceto para as frutas e bananas secas e nozes. No entanto, pouco silício é digerido no intestino e disponível a partir de bananas (<2%) [2].

Mariscos possuem elevado teor de silício, sendo mexilhões com níveis mais elevados. Produtos de origem animal e produtos lácteos dispõem de baixos níveis de silício, onde os níveis mais elevados são encontrados em vísceras, tais como o cérebro, coração, pulmão, fígado e rim. Também são elevados em artérias, onde se mantém a integridade do revestimento do tecido aórtico [2].

Conforme publicação pelo *Institute of Medicine* (IOM) sobre as DRIs para vários elementos, o consumo adequado não foi estabelecido, pois o papel do silício está envolvido na formação de colágeno e óssea em animais. Portanto, o nível de ingestão tolerável (UL) não é definido [16].

Tabela 1. Quantidade de Silício (mg) presente nos vegetais em uma porção de 100g.

Alimentos	Quantidade de silício em mg
Aspargo	3,0
Beterraba	25,4
Repolho	9,9
Cenoura	17,1
Couve-flor	8,4
Agrião	610,6
Feijão verde	43,9
Alho-Poro	6,0
Salsa	12,0
Pimenta	10,5
Espinafre	27,0
Tomate	6,1
Nabo	12,0

Fonte: Pennington J [20].

Tabela 2. Quantidade de Silício (mg) presente nas frutas em uma porção de 100g.

Alimentos	Quantidade de silício em mg
Banana	6,0
Abacaxi	9,0
Uva passa	14,0
Ameixa	2,0
Maçã	1,0
Morango	2,0

Fonte: Pennington J [20].

Tabela 3. Quantidade de Silício (mg) presente nas oleaginosas em uma porção de 100g.

Alimentos	Quantidade de silício em mg
Avelã	10,0
Amendoim	4,7

Fonte: Pennington J [20].

Tabela 4. Quantidade de Silício (mg) presente nos grãos em uma porção de 100g.

Alimentos	Quantidade de silício em mg
Aveia	13,0
Arroz branco parboilizado	9,0
Farinha de aveia com casca	1.160
Arroz com casca	11.032
Centeio	36
Farelo de trigo	67,8

Fonte: Pennington J [20].

Em um estudo realizado por Ravin Jugdaohsingh (2007) e colaboradores foi demonstrado que o consumo médio de silício por dia em uma população do sexo masculino foi de 33 mg/dia e para o sexo feminino esse valor foi de 25 mg/dia em uma análise de 25 dias [2].

Suplementação nutricional de silício

Existem na natureza vários tipos de Silício, sendo o elemento químico de símbolo Si e encontrado em estado sólido na forma de pedra [2]. Além disso, encontramos os silicatos que são a forma disponível do Silício nos alimentos e o ácido ortossilícico [21]. Da sua hidrólise, surge o ácido ortossilícico (OSA), também conhecido como sílica solúvel, está presente em baixas concentrações (menos de 10^{-3} M) em bebidas e água. De fato, se assume que o silício disponível como ácido ortossilícico se encontra unicamente em líquidos (como água e a cerveja), pois nos alimentos sólidos existe como polímero o silício fitolítico [20,22].

Em ensaio clínico randomizado, duplo cego e controlado por placebo em indivíduos saudáveis foram avaliadas 51 mulheres entre 40 e 50 anos. O objetivo do estudo foi investigar os efeitos dermatológicos da ingestão oral de silício, seja sólido ou líquido, na pele, cabelo e unhas. Os autores observaram melhora nas rugas faciais e manchas UV e diminuição dos níveis de alumínio no cabelo com a suplementação oral de ácido ortossilícico estabilizado pela maltodextrina (M-OSA) e monometilsilanotriol (MMST). Avaliações subjetivas clínicas e dos pacientes foram

realizadas. Também foram realizadas imagens de face e análise mineral do cabelo. Uso de M-OSA e MMST fornecido mostrou melhora significativa ($p < 0,05$) das rugas faciais e manchas UV [23].

O silício orgânico está presente no cabelo, pele, unhas, cartilagens, tendões, vasos e ossos. Sua reposição mostra-se essencial quando se trata do envelhecimento da pele, cabelos e unhas, devido seu elevado conteúdo na epiderme. Este mineral estimula a síntese de colágeno tipo I e de glicosaminoglicanos, o que leva ao aumento da atividade da enzima prolina-hidroxilase e à estabilização do ácido hialurônico. Estudos demonstram que ocorre uma redução do silício no organismo a partir dos 25 a 30 anos e que sua reposição pode promover aumento da longevidade, assim como impacto na pele [23,24]. Associado à vitamina C, o silício aumenta a síntese de ácido hialurônico e proteoglicanos, além de reduzir o processo de destruição da matriz dérmica por intermédio das metaloproteinases [25].

A hepaloníquia, patologia onde as unhas tornam-se amolecidas ou síndrome das unhas frágeis podem ocorrer na deficiência de silício. Não há uma dosagem mínima e máxima recomendada da ingestão diária do mineral, no entanto, estabeleceu-se como sugestão de ingestão diária 10 a 25 mg e suplementação com uma dose de 10 mg por dia, na forma de ácido ortossilícico estabilizado em colina. Com isso, houve uma melhora no quadro da síndrome das unhas frágeis em um período de 20 semanas [10,25,26].

CONCLUSÃO

Esta revisão descreveu a presença de silício na composição de alimentos, como cereais e grãos integrais, frutas e hortaliças. Além disso, demonstrou que a suplementação oral de silício pode auxiliar na prevenção do envelhecimento cutâneo e enfraquecimento de cabelos e unhas, contribuindo para saúde do organismo. No entanto, novos ensaios clínicos randomizados são necessários para avaliar a relação do consumo de alimentos fonte de silício com o aumento da síntese de colágeno e outros benefícios à saúde.

REFERÊNCIAS

- [1] Jamil LC, Oliveira FFG, Suzuki VY, Ferreira LM. Pele. In: Rossi L, Poltronieri F (Orgs.). **Tratado de nutrição e dietoterapia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2019. p. 603-7.
- [2] Jugdaohsingh R. **Silicon and bone health**. *J Nutr Health Aging*. 2007 Mar-Apr;11(2):99-110.
- [3] Zanetti LV. **Efeitos da pulverização foliar com Silício na tolerância Theobroma cacao L. (MALVACEAE) ao déficit hídrico**. [Vitória]: Universidade Federal do Espírito Santo; 2013. 61p.
- [4] Barel A, Calomme M, Timchenko A, De Paepe K, Demeester N, Rogiers V, Clarys P, Vanden Berghe D. **Effect of oral intake of choline-stabilized orthosilicic acid on skin, nails and hair in women with photodamaged skin**. *Arch Dermatol Res*. 2005 Oct;297(4):147-53.
- [5] David R, Paula R, Schneider A. **Lipodistrofia ginoide: conceito, etiopatogenia e manejo nutricional**. *Rev Bras Nutr. Clin*. 2011 Jun;26(3):202-6.
- [6] Lansdown AB, Williams A. **A prospective analysis of the role of silicon in wound care**. *J Wound Care*. 2007 Oct;16(9):404-7.
- [7] Fisher GJ, Quan T, Purohit T, Shao Y, Cho MK, He T, Varani J, Kang S, Voorhees JJ. **Collagen fragmentation promotes oxidative stress and elevates matrix metalloproteinase-1 in fibroblasts in aged human skin**. *Am J Pathol*. 2009 Jan;174(1):101-14.
- [8] Puzanowska-Tarasiewicz H, Kuźmicka L, Tarasiewicz M. **Biological function of some elements and their compounds. IV. Silicon, silicon acids, silicones**. *Pol Merkur Lekarski*. 2009 Nov;27(161):423-6.
- [9] Goldberg LJ, Lenzy Y. **Nutrition and hair**. *Clin Dermatol*. 2010 Jul-Aug;28(4):412-9.
- [10] Suzuki VY, Luz DMS, Ferreira ACD. **Nutrientes para a beleza das unhas e cabelos: uma revisão**. *Rev. Nutrição em Pauta Digital*. 2014 Jan;4(18):1-6.
- [11] Seaborn CD, Nielsen FH. **Silicon deprivation decreases collagen formation in wounds and bone, and ornithine transaminase enzyme activity in liver**. *Biol Trace Elem Res*. 2002 Dec;89(3):251-61.
- [12] Kumar JP, Mandal BB. **Inhibitory role of silk cocoon extract against elastase, hyaluronidase and UV radiation-induced matrix metalloproteinase expression in human dermal fibroblasts and keratinocytes**. *Photochem Photobiol Sci*. 2019 Feb;18(5):1259-74.
- [13] Jugdaohsingh R, Anderson SH, Tucker KL, Elliott H, Kiel DP, Thompson RP, Powell JJ. **Dietary silicon intake and absorption**. *Am J Clin Nutr*. 2002 May;75(5):887-93.
- [14] Holford P. **Guida completa alla nutrizione**. *Tecniche Nuove*;1999. 392 p.
- [15] Adler AJ, Etzion Z, Berlyne GM. **Uptake, distribution, and excretion of silicon in normal rats**. *Am J Physiol*. 1986 Dez;251(6):670-3.
- [16] Institute of Medicine. **Panel on Micronutrients. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc**. Washington: National Academies Press; 2001.
- [17] Zondlo FM. **Final report on the safety assessment of Tocopherol, Tocopheryl Acetate, Tocopheryl Linoleate, Tocopheryl Linoleate/Oleate, Tocopheryl Nicotinate, Tocopheryl Succinate, Dioleoyl Tocopheryl Methylsilanol, Potassium Ascorbyl Tocopheryl Phosphate, and Tocophersolan**. *Int J Toxicol*. 2002 Nov;21(3):51-116.
- [18] Reffitt DM, Jugdaohsingh R, Thompson RP, Powell JJ. **Silicic acid: its gastrointestinal uptake and urinary excretion in man and effects on aluminium excretion**. *J Inorg Biochem*. 1999 Aug;76(2):141-7.
- [19] Pruksa S, Siripinyanond A, Powell JJ, Jugdaohsingh R. **Silicon balance in human volunteers; a pilot study to establish the variance in silicon excretion versus intake**. *Nutr Metab (Lond)*. 2014 Jan;11(1):1-8.
- [20] Pennington JA. **Silicon in foods and diets. Food Additives and Contaminants**. 1991 Jan-Feb;8(1):97-118.
- [21] Spector TD, Calomme MR, Anderson SH, Clement G, Bevan L, Demeester N, Swaminathan R, Jugdaohsingh R, Berghe DA, Powell JJ. **Choline-stabilized orthosilicic acid supplementation as an adjunct to calcium/vitamin D3 stimulates markers of bone formation in osteopenic females: a randomized, placebo-controlled trial**. *BMC*

Musculoskelet Disord. 2008 Jun;9(85):1-10.

[22] Aguirre C, Chávez T, Garcia P, Raia RC. **Silicon in live organisms**. Interciencia. 2007 Aug; 32(8):504-9.

[23] Ferreira AO, Freire ÉS, Polonini HC, Da Silva PJLC, Brandão MAF, Raposo NRB. **Anti-Aging Effects of Monomethylsilanetriol and Maltodextrin-Stabilized Orthosilicic Acid on Nails, Skin and Hair**. Cosmetics 2018 Jul;5(41):1-15.

[24] Reffit DM, Ogston N, Jugdaohsingh R, Cheung HFJ, Evans BAJ, Thompson RPH, Powell JJ. **Orthosilicic acid stimulates collagen type 1 synthesis and osteo-blastic differentiation in human osteo-blast-like cells in vitro**. Bone. 2003 Feb;32(2):127-35.

[25] Araújo LA, Addor FAS, Campos PMBGM. **Use of silicon for skin and hair care: an approach of chemical forms available and efficacy**. An Bras Dermatol. 2016 May-Jun;91(3):331-5.

[26] Suzuki VY, Schneider, AP. **Atendimento nutricional em cirurgia plástica – uma abordagem multidisciplinar**. 1 ed. Rio de Janeiro: Rubio;2013. 216 p.