

Como evitar perdas de vitaminas essenciais durante processamento dos alimentos

How to prevent loss of essential vitamins during food processing

Cómo evitar la pérdida de vitaminas esenciales durante el procesamiento de los alimentos

Recebido: 11/02/2022 | Revisado: 18/02/2022 | Aceito: 25/02/2022 | Publicado: 08/03/2022

Adriana Gomes Pereira da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6026-9210>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: adriana.gomes@estudante.ifgoiano.edu.br

Clistiane Santos Santana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2409-9514>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: clitiane.santana@estudante.ifgoiano.edu.br

Jaqueline Gomes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7322-3913>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: jaqueline.gomes1@estudante.ifgoiano.edu.br

Geovana Rocha Plácido

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3028-7191>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: geovana.placido@ifgoiano.edu.br

Resumo

Micronutrientes vitamínicos são primordiais para o corpo humano. Vitaminas hidrossolúveis são classificadas como vitaminas do complexo B (B₁, B₂, B₃, B₆, B₉, B₁₂) e Vitamina C. A carência dessas vitaminas pode originar doenças que prejudicam a saúde humana, como a anemia perniciosa e pelagra. Durante o tratamento térmico essas vitaminas acabam se perdendo. Devido a Pandemia do Covid-19, indústrias brasileiras aumentaram a exportação de frutos ricos em vitamina C, como laranja e limão em 132 % e 12 %, respectivamente. Com ajuda de pesquisadores as indústrias têm potencial para elaborar suplementos adequados para fornecer energia necessária para o organismo humano. Dessa forma, objetivou-se fazer um levantamento de trabalhos que relatam as perdas de vitamina B e C durante o processamento. Percebe-se que vários alimentos tem propriedades antioxidantes devido a presença de nutrientes vitamínicos, sendo imprescindível para o organismo, pois sua função impossibilita a oxidação celular e favorece na defesa contra radicais livres. Dentre os métodos de processamento de alimentos, a microencapsulação e liofilização são bastante eficazes na preservação de componentes bioativas das vitaminas.

Palavras-chave: Liofilização; Vitaminas; Microencapsulação; Atividade antioxidante; Tratamento térmico.

Abstract

Vitamin micronutrients are paramount to the human body. Water-soluble vitamins are classified as B-complex vitamins (B₁, B₂, B₃, B₆, B₉, B₁₂) and Vitamin C. The lack of these vitamins can lead to diseases that harm human health, such as pernicious anemia and pellagra. During the heat treatment these vitamins end up being lost. Due to the Covid-19 Pandemic, Brazilian industries increased the export of vitamin C rich fruits like orange and lemon by 132 % and 12 % respectively. With the help of researchers, industries have the potential to develop adequate supplements to provide the energy needed by the human body. Thus, we aimed to survey papers reporting on the losses of vitamin B and C during processing. It is noticed that several foods have antioxidant properties due to the presence of vitamin nutrients, being essential for the body, because its function prevents cellular oxidation and favors the defense against free radicals. Among the food processing methods, microencapsulation and lyophilization are very effective in preserving the bioactive components of vitamins.

Keywords: Lyophilization; Vitamins; Microencapsulation; Antioxidant activity; Heat treatment.

Resumen

Los micronutrientes vitamínicos son fundamentales para el cuerpo humano. Las vitaminas hidrosolubles se clasifican en vitaminas del complejo B (B₁, B₂, B₃, B₆, B₉, B₁₂) y vitamina C. La falta de estas vitaminas puede originar enfermedades que perjudican la salud humana, como la anemia perniciosa y la pelagra. Durante el tratamiento térmico, estas vitaminas acaban perdiéndose. Debido a la pandemia de Covid-19, las industrias brasileñas aumentaron la exportación de frutas ricas en vitamina C, como la naranja y el limón, en un 132% y un 12%, respectivamente. Con la ayuda de los investigadores, las industrias tienen la posibilidad de desarrollar suplementos adecuados para

proporcionar al cuerpo humano la energía que necesita. De esta manera, nos propusimos hacer un estudio de los trabajos que informan sobre las pérdidas de vitamina B y C durante el procesamiento. Se observa que varios alimentos tienen propiedades antioxidantes debido a la presencia de nutrientes vitamínicos, siendo esenciales para el organismo, ya que su función previene la oxidación celular y favorece la defensa contra los radicales libres. Entre los métodos de procesamiento de alimentos, la microencapsulación y la liofilización son muy eficaces para la conservación de los componentes bioactivos de las vitaminas.

Palabras clave: Liofilización; Vitaminas; Microencapsulación; Actividad antioxidante; Tratamiento térmico.

1. Introdução

As vitaminas exercem funcionalidades vitais na vida humana, com propriedades que atuam nas funções metabólicas e celulares, proporcionando saúde, reprodução e crescimento, auxiliando na prevenção de doenças. As vitaminas são um grupo de micronutrientes, que não podem ser sintetizados pelo corpo humano, são classificadas como lipossolúveis e hidrossolúveis (Minekus et al., 2014).

De acordo com Dhakal e He (2020), a carência desses alimentos pode originar doenças graves, como escorbuto, beribéri e cegueira noturna. No decorrer do processamento e armazenamento de alimentos, a estabilidade de diversas vitaminas é acometida por agentes químicos e físicos, como, luz, pH e níveis de oxigênio levando a perdas relevantes de nutrientes nos produtos finais (Gaucheron, 2011).

Com o intuito de evitar estas perdas, e conservar as vitaminas dos alimentos, as indústrias alimentícias tem procurado alternativas que conservem propriedades durante o processamento e armazenamento. A microencapsulação é um método inovador que engloba elementos que dispõe de ação metabólica ou fisiológica distintas no organismo humano, como, vitaminas, moléculas e enzimas. O revestimento através da técnica de microencapsulação preserva as características dos alimentos, pode ser em polissacarídeos na ordem 1 a 1000 µm, em gases, e matérias sólidas (Nazzaro et al., 2012).

A liofilização é um processo industrial que consiste na desidratação dos alimentos em baixas temperaturas por meio de sublimação, mantendo as características sensoriais e nutricionais (Virgínia et al., 2016). Objetivou-se com essa revisão de literatura relatar as principais perdas das vitaminas B e C, e como minimizar estas perdas por intermédio da microencapsulação e liofilização.

2. Metodologia

Esse trabalho é de natureza qualitativa, as pesquisas abordadas possuem aspectos exploratório. Suas pesquisas bibliográficas são autênticas, fornecendo melhor entendimento ao estudo (Pereira, 2018). A pesquisa realizada abrange os principais trabalhos publicados sobre as vitaminas hidrossolúveis essenciais em alimentos industrializados e processados, e com propriedades antioxidantes. Diante disso, os artigos foram obtidos dos seguintes bancos de dados: LILICS, J-STAGE, Scielo, ScienceDirect, incluindo publicações nacionais e internacionais, correspondente a estudos relacionados a vitaminas hidrossolúveis em alimentos industrializados. Os critérios de inclusão foram artigos publicados na íntegra, gratuitos e online.

3. Revisão Bibliográfica

3.1 Vitaminas hidrossolúveis que estão presentes em várias classes de alimentos

Existem diferentes vitaminas e estas são nutricionalmente fundamentais para alguns seres vivos. São encontradas na forma lipossolúvel e hidrossolúvel. As vitaminas hidrossolúveis são de natureza polar (Tan et al., 2021).

3.1.1 Vitaminas do complexo B

A Tiamina (vitamina B₁) desempenha funções importantes na fisiologia do corpo humano, o pirofosfato com tiamina (TPP), biologicamente é ordenada pelo transporte da classe de pirofosfato (ATP). É encontrada em cereais como o milho, trigo, aveia, cevada entre outros cereais, produtos de origem animal como leite, fígado e ovos, algumas plantas, fermento como o levedo de cerveja e frutos (Ji X et al., 2017). É uma vitamina hidrossolúvel presente em alguns alimentos industrializados produz energia e bem-estar, são essenciais para início do crescimento dos seres humanos durante a gestação (Santos da Rosa et al., 2009).

Vitamina (B₁) pode ser suprida através da ingestão de alimentos industriais como: cereais integrais, farelo de trigo, atum, cogumelos e leites industrializados. A Tiamina possui benefícios a saúde, mantém o sistema nervoso e circulatório em ótimo funcionamento, melhorando a função do cérebro e depressão (Pinto De Lemos Júnior et al., 2010). A vitamina (B₁) é encontrada em suplementos alimentares importantes na nossa dieta. São necessárias para sustentar a glicose e aminoácidos no organismo. Além disso a tiamina é um fator benéfico para cada indivíduo, considerada micronutriente essencial no organismo humano (Ergül & Taşkıran, 2021).

A Riboflavina (vitamina B₂) possui formas biológicas ativas: flavina mononucleotídeo (FMN) e a flavina adenina dinucleotídeo (FAD), são formadas pelo transporte de um AMP do ATP entregue a FMN. A vitamina B₂ age no metabolismo e assume papel fundamental na oxidação dos aminoácidos, ácidos graxos e oxidação da glicose (Haileselassie et al., 2022).

A Niacina vitamina (B₃), é uma derivação com troca da piridina. São nutrientes essenciais estando presente em alguns alimentos, entre eles os cereais como o milho, produtos de origem animal como fígado, rim e músculo (McClements, 2016). A vitamina B₆ é denominada como piridoxina, piridoxal e piridoxamina, são formadores da piridina (Minekus et al., 2014).

A vitamina (B₉), o ácido fólico, desenvolve papel importante no metabolismo dos grupos de carbono, e são essenciais para a formação de proteínas e hemoglobina. Atuando na proteção das células, aumento da imunidade e fornecimento de energia ao corpo. Encontrados em produtos de origem animal e vegetal (Desalegn et al., 2019).

Na vitamina (B₁₂) ocorrem transformações enzimáticas definidas como síntese de metionina e isomerização da metilmalonil-CoA, desempenha papel fundamental como coenzima na síntese de DNA e maturação celular, bem como na síntese de lipídios neuronais. O corpo humano não é capaz de sintetizá-las sendo necessário a absorção por alimentos de origem animal e vegetal (Schafanski et al., 2019).

A vitamina C, ácido ascórbico, é um composto importante para o corpo humano, encontrada em vegetais e frutas ácidas (Wilson, 2009). Possui características oxidantes primárias, possibilitando interação com oxigênio no desenvolvimento do radical livre, tem relevância por estar vinculada na regeneração da vitamina E, atua como barreira contra desenvolvimento de diabete, tipo 2 e doenças cardiovasculares. São encontradas em laranja, limão, goiaba, abacaxi e acerola (Mohammed et al., 2013).

3.1.2 Tratamentos que são nocivos e levam a perda de maiores nutrientes

Durante o processamento e armazenamento de alimentos, a estabilidade de muitas vitaminas é afetada por fatores químicos e físicos, temperatura e pH são alguns exemplos de tratamentos que levam à alteração do equilíbrio de nutrientes (Gaucheron, 2011).

Os tratamentos térmicos provocam mudanças de temperatura, alterando nas distribuições de minerais como no leite, em especial o cálcio e o fósforo, entre as fases aquosa e coloidal. Como a temperatura do tratamento térmico é aumentada de 20 para 90 °C, as concentrações de Ca e P no soro diminuí em 60 e 35%, respectivamente (Britten & Giroux, 2021).

O resfriamento e o congelamento são processos de preservação que conservam as características sensoriais e

componentes relevantes. O resfriamento dos alimentos proporciona uma vida útil comparativamente reduzida, apresentando aparência e textura mais frescas, incluindo a degradação destes componentes durante estes processos. O congelamento, no entanto, proporciona maior vida útil (meses e anos) ocorrendo perdas como a de tiamina na carne e ácido ascórbico em frutas e vegetais. O pH pode alterar a solubilidade do meio, ou seja, atuando no alimento e alterando o pH do ambiente causando perdas de nutrientes (Jenkins et al., 2018).

3.1.3 Tratamentos que minimizam as perdas em alimentos

Existem tratamentos que possibilita redução de perdas no processamento de vitaminas estáveis, a fim de criar produtos com vida útil maior, com melhores valores nutricionais, processo denominado de microencapsulação (Brazilian Journal of Food Research, 2017).

A substância a ser encapsulada é nomeada de fase interna, fica dentro do núcleo, e o material encapsulador é denominado de membrana, ou seja, ocorre na fase externa. A microencapsulação em alimentos tem função de manter os componentes como vitaminas e minerais defendendo de diversos fatores adversos, aumentando a vida de prateleira, certificando a conferência da substância encapsulada e reduzindo maiores perdas no processamento alimentar. A microencapsulação é considerada um processo caro (Zuidam & Shimoni, 2010).

A cápsula é constituída pelo material de parede, ou encapsulante e pelo núcleo formado pelo material ativo. A membrana de polímero é constituída por poliamida, náilon, poliéster, polifenilester (Souza, 2021). É uma técnica complexa com diversas vantagens oferecer mudanças suaves de temperatura, alta integridade da casca, alta carga do núcleo, máxima eficiência de encapsulamento e ótima liberação controlada (Gonçalves et al., 2016).

A liofilização é um método de secagem realizada através de temperaturas baixas e sob vácuo, ocorre em condições adequadas, durante o processamento são realizadas análises para controle da qualidade do produto. O procedimento de liofilização tem como objetivo minimizar as perdas com intuito de preservar os compostos presentes nos alimentos. Produtos liofilizados caracterizam por possuir alto valor nutricional através de baixas temperaturas. Os aspectos nutritivos e sensoriais devem ser avaliados de modo que ofereça segurança e qualidade aos consumidores. A retenção de vitamina C, textura e a capacidade de reidratação são indicadores de qualidade (Vieira et al., 2012).

A liofilização apresenta vantagens como a baixa temperatura requerida durante o processamento e não afeta as características sensoriais do produto, conservação do alimento por meio da eliminação da atividade de água no alimento, reduzir alterações nos nutrientes, cor, aroma e gosto alimentos e Longo shelf-life vida de prateleira, em geral acima de 12 meses (Virgínia & Guimarães, 2010).

3.2 Vitaminas Hidrossolúveis em Alimentos Industrializados

3.2.1 Vitamina C em sucos industrializados

Atualmente o consumo de sucos tem aumentado devido a exigência dos consumidores por alimentos ricos em nutrientes. Segundo Castro, os sucos de frutas são fontes de carboidratos, carotenoides, vitaminas, minerais e entre outros componentes importantes para vida humana (Castro et. al., 2007).

Os Sucos de frutas são ricos em ácido ascórbico (AA) por esse motivo a vitamina hidrossolúvel tem concentração de colágeno, atuando como antioxidantes, facilitando a absorção de ferro no trato intestinal, promovendo prevenção e cura dos resfriados (L Kathleen Mahan et al., 2010).

A produção de novos produtos industrializados com presença de vitamina C tem ganhado espaço, com inúmeras variedades que são capazes de atender os consumidores. Com a Pandemia do Covid-19, o Brasil dobrou sua exportação de sucos ricos em vitamina C seguindo padrão de qualidade nutricional de acordo com Boletim da CNA, a procura por frutos ricos em vitaminas C tiveram um aumento significativo, como por exemplo a laranja e limão subiu 132 % e 12% respectivamente em relação ao ano de 2019 (Boletim, 2020).

3.3 Doenças por Perdas de Vitaminas

Uma dieta privada de vitaminas pode resultar em várias doenças de deficiência como anemia perniciosa, pellagra, beriberi, escorbuto, dermatite, ariboflavinosis, enteritis e entre outras (Damodara et al., 2018). A perda dessas vitaminas com micronutrientes geralmente não são percebidas em países com baixo desenvolvimento, com isso os micronutrientes ficam em falta na dieta dos seres humanos (Ritchie & Roser, 2017). Muitos pesquisadores ao longo dos anos vêm elaborando estratégias para prevenção e falta de vitaminas, como o suplemento alimentar responsável por suprir o corpo humano (Thompson & Amoroso, 2011).

O objetivo destes pesquisadores é incluir a suplementação como uma abordagem direta, afim de corrigir os micronutrientes que estão em falta no corpo humano. A indústria alimentícia observou uma ótima oportunidade de aproveitar os suplementos para comercializá-los, desta forma mantendo proteção e evitando sua deficiência (Mozaffarian et al., 2018).

A suplementação proporciona aumento das vitaminas em falta no organismo humano e fornece nutrientes para equilibrar o alimento que apresentou perdas de micronutrientes, fornecendo um suplemento de forma especial para desempenhar a função no organismo (Anvisa, 2016).

3.4 Alimentos com Propriedades Antioxidantes

O antioxidante tem função importante no nosso organismo, favorece a proteção de células no combate dos radicais livres. Além disso podem possibilitar o melhoramento do sistema imunológico, na precaução de determinadas doenças tais como: cardiovasculares, câncer, reumatismo, Alzheimer e artrite. Os antioxidantes vistos em maior quantidade são: vitaminas C, flavonoides, curcumina e entre outros que possuem habilidade de retardar e dificultar a oxidação celular, são aptos para delimitar a propagação das ações em cadeia, e as lesões empregadas pelos radicais livres (Pisoschi & Pop, 2015).

A Diversidade de alimentos ricos em antioxidantes tem ganhado espaço na mesa do consumidor, por possuir relevante teor de fibras, menor taxa de colesterol e gordura saturada. As frutas, sementes, grãos, legumes, cacau, ervas e especiarias são consideravelmente importantes, essenciais e possui substância que contribui para saúde do organismo humano (Lair et al., 2020).

Os antioxidantes agem como mecanismo de proteção nos organismos em defesas e combate aos radicais livres impossibilitando reações em cadeia como ferro e cobre, e dificultando a agressão com relação aos lipídeos, proteínas e aminoácidos, impedindo a formação de danos. Outro mecanismo de preservação, é o concerto das lesões provocadas pelos radicais, associado com a retirada de perdas da molécula de DNA, e na reconstrução das membranas afetadas (L Kathleen Mahan et al., 2010).

3.4.1 Curcumina

Este pigmento é produzido naturalmente nas raízes da cúrcuma, usada em forma de tempero e tem habilidade de desviar os radicais livres e impedir a danificação dos ácidos graxos poli-insaturados das membranas celulares. A cúrcuma é

uma planta herbácea perene da família Zingiberaceae. Apresenta componentes que fazem parte do grupo de compostos chamados curcuminoides (curcumina ou diferuloilmetano, demetoxicurcumina e bisdemetoxicurcumina), contém óleos voláteis, como açafraão, atlantone e zingibereno, além de açúcares, proteínas e resinas. A curcumina provém a coloração amarela, muito utilizada como tempero e corante alimentar (Yuxiu Liu et al., 2019).

3.4.2 Flavonóides

Os flavonóides são compostos bioativos encontrados no reino vegetal, suas moléculas são responsáveis por proteger o vegetal, considerados pigmentos naturais, por isso, proporciona coloração em muitos alimentos. São ricos em alimentos que fornece saúde ao corpo humano. Os Flavonoides são encontrados em maior concentração em verduras, brócolis, vinho, frutas e sojas (Morand, 2014).

Tem a habilidade de retardar o exercício das enzimas, responsáveis pela produtividade dos radicais livres, impedindo sua produção. Esta substância é produzida através de vegetais de aspecto natural, para contribuir na proteção e combate a organismos patogênicos e radiação solar. São encontradas no morango, uva, maçã, framboesa e entre outras frutas avermelhadas (Kikuchi et al., 2019).

4. Considerações Finais

Pela observação dos aspectos analisados, pode-se mencionar os antioxidantes presentes em alimentos processados e industrializados, responsáveis por proteger as células contra os efeitos dos radicais livres, produzido pelo organismo, assim conservando os nutrientes, vitaminas e benefícios das frutas, verduras, sementes e grãos que são grandes fontes nutricionais.

Por fim, levando em consideração a pesquisa realizada nota-se que o processo da microencapsulação e liofilização é uma alternativa eficaz possibilitando que os produtos apresentem vida de prateleira com maior durabilidade e menor possibilidade de perdas em seu processamento. Visto o que foi discutido no estudo, sugere - se que em trabalhos futuros, seja realizado um aprofundamento utilizando métodos de pesquisas para avaliar as características das vitaminas em alimentos.

Referência

- Anvisa, A. N. de V. S. (2016). *Relatório do grupo de trabalho da Anvisa para revisão da Resolução RDC n. 344/2002, que aprova o Regulamento Técnico para a Fortificação das Farinhas de Trigo e das Farinhas de Milho com Ácido fólico e Ferro* (pp. 1–107) [Review of Relatório do grupo de trabalho da Anvisa para revisão da Resolução RDC n. 344/2002, que aprova o Regulamento Técnico para a Fortificação das Farinhas de Trigo e das Farinhas de Milho com Ácido fólico e Ferro]. <http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2954740/Relat%C3%B3rio.pdf/62d00cbc-d82c-4d01-8506-c1aa5781d019>.
- Brazilian Journal of Food Research. (2017). Periodicos.utfpr.edu.br. <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>.
- Britten, M., & Giroux, H. J. (2021). Coagulação de rennet de leite aquecido: Uma revisão. *International Dairy Journal*, 105179. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105179>.
- Boletim CNA: *Com pandemia, aumentam exportações de hortaliças e frutas cítricas*. (2020). Confederação Da Agricultura E Pecuária Do Brasil (CNA). <https://www.cnabrazil.org.br/noticias/boletim-cna-com-pandemia-aumentam-exportacoes-de-hortalicas-e-frutas-citricas>.
- Castro, M. V., Oliveira, J. P., Magalhães Júnior, M. J., Assunção, E. A. O., Brasil, A. P., & Rabelo, F. L. A. (2007). Análise química, físicoquímica e microbiológica de sucos de frutas industrializados. *Diálogo Ciênc*, 5(12), 1-9.
- Damodaran, S., & Parkin, K. L. (2018). *Química de alimentos de Fennema*. Artmed Editora.
- Dhakar, S. P., & He, J. (2020). Microencapsulation of vitamins in food applications to prevent losses in processing and storage: A review. *Food Research International*, 137, 109326. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109326>.
- Desalegn, B., Lambert, C., Riedel, S., Negese, T., & Biesalski, H. (2019). Práticas de alimentação e desnutrição em crianças de 6–23 meses de idade de mães cristãs ortodoxas na zona rural de Tigray, Etiópia: Estudo longitudinal. *Nutrientes*, 11 (1), 138. <https://doi.org/10.3390/nu11010138>.
- Ergül, M., & Taşkıran, A. Ş. (2021). Thiamine Protects Glioblastoma Cells against Glutamate Toxicity by Suppressing Oxidative/Endoplasmic Reticulum Stress. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 69(9), 832–839. <https://doi.org/10.1248/cpb.c21-00169>.

- Gonçalves, A., Estevinho, BN, & Rocha, F. (2016). Microencapsulação de vitamina A: Uma revisão. *Tendências em Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 51, 76-87. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.03.001>.
- Gaucheron, F. (2011). MILK SALTS | Distribution and Analysis. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 908–916. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-374407-4.00355-1>.
- Haileselassie, M., Redae, G., Berhe, G., Henry, C. J., Nickerson, M. T., & Mulugeta, A. (2022). A influência do jejum na ingestão de energia e nutrientes e suas fontes alimentares correspondentes entre crianças de 6 a 23 meses de idade em comunidades rurais com alto ônus de desnutrição do norte da Etiópia. *Revista Nutricional*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12937-022-00759-z>.
- Jenkins, DJA, Spence, JD, Giovannucci, EL, Kim, Y., Josse, R., Vieth, R., Blanco Mejia, S., Vigiuliouk, E., Nishi, S., Sahye-Pudaruth, S., Paquette, M., Patel, D., Mitchell, S., Kavanagh, M., Tsirakis, T., Bachiri, L., Maran, A., Umatheva, N., McKay, T., & Trinidad, G. (2018). Vitaminas e minerais suplementares para prevenção e tratamento de DCV. *Jornal do Colégio Americano de Cardiologia*, 71 (22), 2570-2584. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.04.020>.
- Ji X, Grandner, MA, Liu J. (2017). A relação entre status de micronutrientes e padrões de sono: uma revisão sistemática. *Nutr saúde pública*. 20(4):687-701. <https://doi.org/10.1590/1678-9966-2017-0001> / A má qualidade do sono pode prejudicar a saúde e levar ao ganho peso! – Natusvita | Artigos e Conteúdo.
- Kikuchi, H., Yuan, B., Hu, X., & Okazaki, M. (2019). Atividade quimioterápico e anticancerígena de flavonoides e sua possibilidade de uso clínico, combinando-se com agentes quimioterápicos convencionais. *Revista americana de pesquisa sobre câncer*, 9(8), 1517-1535.
- Lair, G., Ribeiro, & Olivo, R. (2020). Desvendando o paradigma das gorduras saturadas e do colesterol parte 3: inflamações crônicas causadas por ômega-6, gorduras trans e peroxidação lipídica exposing the paradigm of saturated fats and cholesterol part 3: chronic inflammations caused by omega-6, trans fatty and lipid peroxidation. *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research -BJSCR* BJSCR, 31(2), 2317–4404. https://www.mastereditora.com.br/periodico/20200704_155626.pdf.
- Liu, Y., Liu, Q., Liu, Y., Ju, F., Ma, Q., & He, Q. (2019). Avaliação in vivo da eficiência aprimorada dos portadores de medicamentos e do potencial terapêutico anti-hipertrofia cardíaca de nano-curcumina encapsuladas nanopartículas foto-plasmônicas combinadas nano-vesículas polimerizadas: Uma nova estratégia. *Revista de fotoquímica e fotobiologia. B, Biologia*, 199, 111619. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2019.111619>.
- L Kathleen Mahan, Escott-Stump, S., & Andréa Favano. (2010). *Krause: alimentos, nutrição & dietoterapia*. Roca.
- Minekus, M., Alming, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T. O. R. T. N., Bourliou, C., ... & Brodtkorb, A. (2014). Um método de digestão in vitro estático padronizado adequado para alimentos – um consenso internacional. *Alimentação & função*, 5(6), 1113-1124.
- McClements, DJ (2016). *Emulsões Alimentares*. Imprensa CRC. <https://doi.org/10.1201/9781420039436>.
- Mohammed, B. M., Fisher, B. J., Kraskauskas, D., Farkas, D., Brophy, D. F., Fowler, A. A., 3rd, & Natarajan, R. (2013). Vitamin C: a novel regulator of neutrophil extracellular trap formation. *Nutrients*, 5(8), 3131–3151. <https://doi.org/10.3390/nu5083131>.
- Morand, C. (2014). Interesse de alimentos ricos em flavonoides para a manutenção da saúde cardio-metabólica. *Medicina de Doenças Metabólicas*, 8(5), 477-482. [https://doi.org/10.1016/s1957-2557\(14\)70860-0](https://doi.org/10.1016/s1957-2557(14)70860-0).
- Mozaffarian, D., Rosenberg, I., & Uauy, R. (2018). História da ciência da nutrição moderna – implicações para pesquisas atuais, diretrizes dietéticas e política alimentar. *BMJ*, 361, k2392. <https://doi.org/10.1136/bmj.k2392>.
- Nazzaro, F., Orlando, P., Fratianni, F., & Coppola, R. (2012). Microencapsulation in food science and biotechnology. *Current Opinion in Biotechnology*, 23(2), 182–186. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2011.10.001>.
- Pereira, É., Pires, C., Amaral, J., & Gulão, E. (2020). Microencapsulação de antioxidantes naturais para aplicação em alimentos: uma revisão. *Ciência, Tecnologia E Inovação: Do Campo à Mesa*. <https://doi.org/10.31692/iciagro.2020.0572>.
- Pisoschi, AM, & Pop, A. (2015). O papel dos antioxidantes na química do estresse oxidativo: uma revisão. *Jornal Europeu de Química Medicinal*, 97, 55-74. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2015.04.040>.
- Pereira, S. A., et al (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. UFSM. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.
- Ritchie, H., & Roser, M. (2017, agosto). *Deficiência de micronutrientes*. Nosso Mundo em Dados. <https://ourworldindata.org/micronutrient-deficiency>.
- Pinto De Lemos Júnior, H., André, I., & Alves De Lemos, L. (2010). Vitamina B1. 15(2), 69–70. <http://files.bvs.br/upload/S/1413-9979/2010/v15n2/a69-70.pdf>.
- Santos Da Rosa, J., Luiz De Oliveira Godoy, R., Neto, J., Cristina, M., De Araujo, P., Tavares Da, V., Souza, S., Galhardo Borguini, R., Pacheco, S., Luiz, J., & De Carvalho, V. (2009). *Determinação de Tiamina em Grãos por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência e Derivatização Pós-Coluna*. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/663904/1/pub137.pdf>.
- Schafanski, K., Postigo, M., Vitali, L., Mücke, G., Richter, W., & Chaves, E. (2019). Avaliação de compostos bioativos e atividade antioxidante de extratos de folhas de amoreira preta (*morus nigra* l.) utilizando planejamento experimental. *Química Nova*. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170389>.
- Sotoudeh Anvari, M., Mortazavian Babaki, M., Boroumand, M. A., Eslami, B., Jalali, A., & Goodarzynejad, H. (2016). Relação entre o estado antioxidante total calculado e a doença arterial coronariana aterosclerótica. *Revista anatolia de cardiologia*, 16(9), 689-695. <https://doi.org/10.5152/AnatolJCardiol.2015.6482>.
- Souza, P. K. D. (2021). *Microencapsulação de extratos vegetais e suas aplicações na indústria: revisão sistemática*.

Tan, K., Zhang, H., Ma, H., Li, S., & Zheng, H. (2021). Efeitos de zonas de maré e estações em propriedades nutricionais de gastrópodes de importância comercial. *Estuarino, Coastal and Shelf Science*, 254, 107289. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2021.107289>.

Thompson, A. B., & Amoroso, L. (2011). *Combating micronutrient deficiencies: food-based approaches*. Editorial: Wallingford, Uk Cabi.

Vieira, A. P., Nicoleti, J. F., & Telis, V. R. N. (2012). Liofilização de fatias de abacaxi: avaliação da cinética de secagem e da qualidade do produto. *Brazilian Journal of Food Technology*, 15(1), 50–58. <https://doi.org/10.1590/s1981-67232012000100006>.

Wilson, J. X. (2009). Mechanism of action of vitamin C in sepsis: Ascorbate modulates redox signaling in endothelium. *BioFactors (Oxford, England)*, 35(1), 5–13. <https://doi.org/10.1002/biof.7>.