


Vanessa Tizott Knaut Scremin  
(Organizadora)



Tópicos em **Nutrição**  
e **Tecnologia de Alimentos**

 **Atena**  
Editora

Ano 2019



**Vanessa Tizott Knaut Scremin**  
(Organizadora)

# **Tópicos em Nutrição e Tecnologia de Alimentos**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

T673 Tópicos em nutrição e tecnologia de alimentos / Organizadora  
Vanessa Tizott Knaut Scremin. – Ponta Grossa (PR): Atena  
Editora, 2019.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-171-8

DOI 10.22533/at.ed.718191203

1. Nutrição. 2. Tecnologia de alimentos. I. Scremin, Vanessa  
Tizott Knaut.

CDD 613.2

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de  
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos  
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

Nas últimas décadas, o nosso país tem passado por intensas mudanças sociais, econômicas e políticas, resultando em um novo padrão demográfico, epidemiológico e nutricional da população. Estas transformações determinaram um novo perfil nutricional da população brasileira, marcado pela redução dos casos de desnutrição e a permanência das carências nutricionais, como deficiências de ferro e vitamina A, associados ao crescente aumento do sobrepeso e obesidade e as doenças associadas a este novo perfil, as doenças crônicas não transmissíveis.

Estas mudanças também repercutiram na mudança de padrões de produção e consumo de alimentos, fortalecendo a temática Segurança Alimentar e Nutricional (SAN), que em sua definição inclui a dimensão nutricional, a disponibilidade e a segurança dos alimentos:

Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) é a realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam social, econômica e ambientalmente sustentáveis. (CONSEA, 2004)

Sendo assim, a SAN está relacionada a fome, a desnutrição, a obesidade, ao sobrepeso, as doenças ligadas à alimentação e à qualidade dos alimentos, ao modelo de produção e consumo de alimentos.

Tendo em vista a importância deste tema e necessidade de reflexões sobre o mesmo, este livro apresenta quatorze artigos relacionados aos diferentes vieses desta temática. Os artigos são resultado de pesquisas realizadas nos mais diversos setores e instituições, com uma riqueza metodológica e de resultados.

Aos pesquisadores, aos editores e aos leitores, a quem se dedica este trabalho, agradeço imensamente a oportunidade de organizá-lo.

Vanessa Tizott Knaut Scremin

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ANÁLISE NUTRICIONAL DO CARDÁPIO DE PRATOS EXECUTIVOS SEGUNDO O PROGRAMA DE ALIMENTAÇÃO DO TRABALHADOR (PAT)	
Eliane Costa Souza Flávio Eli da Silva Lidiane Míria Bezerra de Alcântara Centro Universitário Cesmac Giane Meyre de Assis Aquilino Centro Universitário Cesmac Fabiana Melo Palmeira Otávyia Barros Vieira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7181912031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
AVALIAÇÃO DA INTERAÇÃO DE FÁRMACOS ANTIDEPRESSIVOS COM OS NUTRIENTES	
Adiene Silva Araújo Faldrecya de Sousa Queiroz Borges	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7181912032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>13</b>
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL NUTRICIONAL E BIOATIVO DE CULTIVARES DE GOIABA PRODUZIDOS NO RIO DE JANEIRO	
Mariana Gonçalves Corrêa Jessica Soldani Couto Anderson Junger Teodoro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7181912034</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>25</b>
EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE LICOPENO ISOLADO E NA MATRIZ ALIMENTAR SOB MARCADORES DE LESÃO HEPÁTICA DE RATAS ALIMENTADAS COM DIETA HIPERLIPÍDICA	
Monique de Barros Elias Campos Vanessa Azevedo de Jesus Anderson Junger Teodoro Vilma Blondet de Azeredo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7181912035</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>40</b>
ENCAPSULAÇÃO DE VITAMINA D PARA APLICAÇÃO EM ALIMENTOS	
Ana Paula Zapelini de Melo Cleonice Gonçalves da Rosa Michael Ramos Nunes Carolina Montanheiro Noronha Pedro Luiz Manique Barreto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7181912036</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 56**

ENTEROCOCCUS SPP. EM SUPERFICIE DE VEGETAIS: FREQUENCIA DE ISOLAMENTO E RESISTENCIA A ANTIMICROBIANOS

Silvia Helena Tormen  
Luciana Furlaneto Mais  
Márcia Regina Terra  
Natara Favari Tosoni  
Márcia Cristina Furlaneto

**DOI 10.22533/at.ed.7181912037**

**CAPÍTULO 7 ..... 68**

FARINHA DE SEMENTE DE MAMA-CADELA: APLICABILIDADE TECNOLÓGICA PARA PRODUÇÃO DE PÃO DE MEL

Vânia Maria Alves  
Danilo José Machado de Abreu  
Katiúcia Alves Amorim  
Edson Pablo da Silva  
Clarissa Damiani

**DOI 10.22533/at.ed.7181912038**

**CAPÍTULO 8 ..... 76**

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE GELEIAS COMERCIAIS DE CUPUAÇU (*Theobroma grandiflorum*)

Luzimary de Jesus Ferreira Godinho Rocha  
Valdênia Cristina Mendes Mendonça  
Rachel Fernandes Torquato  
Francisco José da Conceição Lima  
Ocilene Maria Correia Ferreira  
Javier Telis-Romero  
José Francisco Lopes Filho

**DOI 10.22533/at.ed.7181912039**

**CAPÍTULO 9 ..... 82**

LEVEDURA RESIDUAL CERVEJEIRA: CARACTERÍSTICAS E POTENCIAIS APLICAÇÕES

Darlene Cavalheiro  
Angélica Patrícia Bertolo  
Aniela Pinto Kempka  
Luciana Alberti  
Mirieli Valduga  
Marana Sandini Borges  
Ana Paula Biz  
Elisandra Rigo

**DOI 10.22533/at.ed.71819120310**

**CAPÍTULO 10 ..... 89**

MORTADELA TIPO BOLOGNA ADICIONADA DE FARINHA DE SEMENTE DE ABÓBORA (*CUCURBITA MAXIMA*) COMO ANTIOXIDANTE NATURAL

Marcia Alves Chaves  
Denise Pastore de Lima  
Cristiane Canan  
Letícia Kirienco Dondossola  
Keila Tissiane Antonio

**DOI 10.22533/at.ed.71819120311**

<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>99</b>
PESQUISA DE COLIFORMES A 45°C EM QUEIJO TIPO RICOTA COMERCIALIZADOS EM SUPERMERCADOS	
Izabelle Giordana Braga Oliveira Costa Eliane Costa Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71819120312</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>105</b>
RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS NOS ALIMENTOS VEGETAIS: AÇÕES DO ESTADO DE SANTA CATARINA NA MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO E RASTREABILIDADE	
Diego Medeiros Gindri Paulo Tarcísio Domatos de Borba Roberta Duarte Ávila Vieira Matheus Mazon Fraga Ricardo Miotto Ternus Greícia Malheiros da Rosa Souza Nelson Alex Lorenz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71819120313</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>117</b>
RESÍDUOS DE ANTIMICROBIANOS DE USO VETERINÁRIO EM SOPINHAS DESTINADAS A LACTENTES E CRIANÇAS DE PRIMEIRA INFÂNCIA	
Rosana Gomes Ferreira Jônatas Vieira Grutes Mararlene Ulberg Pereira Mychelle Alves Monteiro Felipe Stanislau Candido Bernardete Ferraz Spisso	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71819120314</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>122</b>

## ENCAPSULAÇÃO DE VITAMINA D PARA APLICAÇÃO EM ALIMENTOS

### **Ana Paula Zapelini de Melo**

Universidade Federal de Santa Catarina,  
Departamento de Ciência e Tecnologia de  
Alimentos  
Florianópolis – Santa Catarina

### **Cleonice Gonçalves da Rosa**

Universidade do Planalto Catarinense, Programa  
de Pós-Graduação em Ambiente Saúde.  
Lages – Santa Catarina

### **Michael Ramos Nunes**

Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus  
Lages  
Lages – Santa Catarina

### **Carolina Montanheiro Noronha**

Universidade Federal de Santa Catarina,  
Departamento de Ciência e Tecnologia de  
Alimentos  
Florianópolis – Santa Catarina

### **Pedro Luiz Manique Barreto**

Universidade Federal de Santa Catarina,  
Departamento de Ciência e Tecnologia de  
Alimentos  
Florianópolis – Santa Catarina

**RESUMO:** A vitamina D, hormônio esteroide, lipossolúvel, pode ser encontrado sob duas formas distintas, a vitamina D<sub>2</sub> (ergocalciferol) e D<sub>3</sub> (colecalfiferol). No organismo humano a vitamina D<sub>3</sub> apresenta potencial biológico superior quando comparada a D<sub>2</sub>. A vitamina D<sub>3</sub>, é encontrada em peixes gordurosos de água fria

e profunda, gema de ovos ou obtida através de suplementos fortificados. No entanto, a principal fonte da vitamina D<sub>3</sub> é através da exposição à luz solar. A hipovitaminose D pode gerar desordens esqueléticas como raquitismo, osteomalácia e doenças como câncer, diabetes, hipertensão, doenças autoimunes e cardiovasculares. Apesar da ingestão diária de vitamina D<sub>3</sub> ainda não ter sido estabelecida consensualmente, seus valores são improváveis de serem obtidos exclusivamente pela alimentação, bem como pela exposição solar. Embora exista um crescente interesse na fortificação de alimentos e bebidas com vitamina D, existe uma série de desafios relacionados com este enriquecimento, incluindo baixa solubilidade em água, degradação química quando exposto a luz, calor e oxigênio, biodisponibilidade oral variável, além de fácil degradação sob condições estomacais quando desprotegida. Diante destes desafios é necessário adotar estratégias de preservação para aplicação em produtos alimentícios fortificados, dentre elas pode-se destacar a tecnologia de nanoencapsulação, uma abordagem promissora, que fornece proteção aos compostos sensíveis, além de controlar a liberação dos mesmos. A presente revisão aborda aspectos relativos à vitamina D: seu metabolismo, a hipovitaminose e sua suplementação. A presente revisão também aborda a nanoencapsulação da vitamina D,



visando aumentar sua estabilidade e uma possível aplicação em alimentos fortificados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Vitamina D. Encapsulação. Fortificação.

**ABSTRACT:** Vitamin D, a steroid, fat-soluble hormone, can be found in two distinct forms, vitamin D<sub>2</sub> (ergocalciferol) and D<sub>3</sub> (cholecalciferol). In the human organism vitamin D<sub>3</sub> presents superior biological potential when compared to D<sub>2</sub>. Vitamin D<sub>3</sub> is found in fatty fish from deep and cold water, egg yolk or obtained through fortified supplements. However the main source of vitamin D<sub>3</sub> is through exposure to sunlight. Hypovitaminosis D can cause skeletal disorders such as rickets, osteomalacia and diseases such as cancer, diabetes, hypertension, autoimmune and cardiovascular diseases. Although the daily intake of vitamin D has not yet been established consensually, its unlikely values are obtained exclusively by diet as well as sun exposure. Although there is a growing interest in the fortification of foods and beverages with vitamin D, there are a number of challenges related to this enrichment, including low solubility in water, chemical degradation when exposed to light, heat and oxygen, variable oral bioavailability, and easy degradation under conditions of the stomach when unprotected. In view of these challenges, it is necessary to adopt preservation strategies for application in fortified food products, among them it is possible to highlight nanoencapsulation technology, a promising approach, which provides protection to sensitive compounds, besides controlling the release of them. The present review addresses aspects related to vitamin D: its metabolism, hypovitaminosis and its supplementation. The present review also addresses the nanoencapsulation of vitamin D, aiming to increase its stability and a possible application in fortified foods.

**KEYWORDS:** Vitamin D. Encapsulation. Fortification.

## 1 | INTRODUÇÃO

A vitamina D, é uma vitamina lipossolúvel, de natureza esteróica e considerada um precursor hormonal, pode ser encontrado sob duas formas distintas, a vitamina D<sub>2</sub> (ergocalciferol), obtida pelo consumo de plantas, fungos e alguns invertebrados, e a vitamina D<sub>3</sub> (colecalfiferol), presente em peixes gordurosos de água fria e profunda, gema de ovos, suplementos fortificados e também pela síntese cutânea, através da exposição a luz solar (KASALOVÁ et al., 2015; CASTRO, 2011).

A carência de vitamina D é evidente em diversas partes do mundo, mesmo em regiões ensolaradas, causadas por diferentes motivos como, por exemplo, falta de exposição à luz solar, dietas inadequadas, estilo de vida, dentre outros (WALIA et al., 2017; STRATULAT et al., 2015). Tal deficiência contribui para o risco de doenças ósseas e crônicas em todas as faixas etárias (CASHMA, 2015).

Desta forma há um grande interesse em fortificar alimentos e bebidas com esta vitamina (CABALLERO; FINGLAS; TOLDRÁ, 2016). Porém alguns desafios estão associados à fortificação de alimentos, visto que a vitamina D é altamente sensível

a estresses ambientais e pode facilmente perder sua funcionalidade e benefícios fisiológicos (PARK et al, 2017; OZTURK et al., 2015).

Para superar condições adversas e preservar as características dos compostos bioativos durante o processamento e armazenamento de alimentos, são adotadas estratégias para minimizar estes efeitos. A técnica de encapsulação utilizando sistemas poliméricos de liberação controlada mostra-se adequada para proteção e entrega de vitaminas, no momento e quantidade desejados (KATOUZIAN; JAFARI, 2016; MOZAFARI et al., 2008).

Esta revisão tem como objetivo descrever importantes aspectos relacionados à vitamina D, incluindo seu metabolismo, deficiência, bem como ferramentas adequadas para fortificação de produtos alimentícios.

## 2 | VITAMINA D

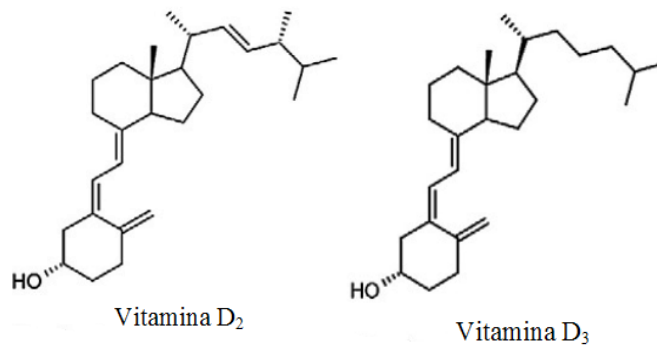
As vitaminas são um grupo de compostos orgânicos essenciais para o funcionamento e manutenção do organismo (SCHIEFERDECKER; THIEME; HAUSCHILD, 2015).

São agrupadas de acordo com a sua solubilidade, em hidrossolúveis (do complexo B e C) e as lipossolúveis (A, D, E e K) (MCCREATH; DELGODA, 2017). Esta classificação irá refletir na biodisponibilidade destes compostos, incluindo comportamento, absorção, transporte e armazenamento no organismo (SIZER; WHITNEY, 2003).

Em geral, as vitaminas são absorvidas por meio da ingestão de alimentos, com exceção da vitamina D que também pode ser sintetizada de forma endógena (GALANAKIS, 2017).

A vitamina D foi descoberta entre os anos de 1919 - 1924, em 1930 foi constatado que a exposição da pele aos raios ultravioleta formaria o colecalciferol, e que através deste mecanismo os níveis adequados desta vitamina seriam mantidos (PREMAOR; FURLANETTO, 2006). Em meados de 1971, Norman, Kodicek e colaboradores (1971) descobriram a forma ativa desta vitamina e neste mesmo ano Holick e colaboradores (1971), isolaram e identificaram sua estrutura.

Pode ser encontrada sob duas formas distintas, o ergocalciferol chamado de vitamina D<sub>2</sub> e o colecalciferol a vitamina D<sub>3</sub> (Figura 1) (GONNET; LETHUAUT; BOURY 2010).



**Figura 1** - Estrutura química da vitamina D<sub>2</sub> e vitamina D<sub>3</sub>

Fonte: Adaptado de Gonnet, Lethuaut e Boury (2010).

As vitaminas D<sub>2</sub> e D<sub>3</sub> são encontradas em um número limitado de alimentos (Tabela 1) (CABALLERO; FINGLAS; TOLDRÁ, 2016). As principais fontes de vitamina D<sub>2</sub> são as plantas, fungos e alguns invertebrados, esta vitamina é sintetizada pela exposição à radiação ultravioleta do tipo UVB, em comprimento de onda de 290 a 315 nm, sob o esteroide vegetal ergosterol (KASALOVÁ et al., 2015; LEE et al., 2008). Enquanto a vitamina D<sub>3</sub> é encontrada em peixes gordurosos de água fria e profunda, como, salmão, atum, sardinha (CASTRO, 2011), óleo de fígado de bacalhau (STRATULAT et al., 2015), gema de ovos (BOREL; CAILLAUD; CANO, 2013) ou obtida através de suplementos fortificados (DAVID; LIVNEY, 2016; MCCREATH; DELGODA, 2017). No entanto, a principal fonte da vitamina D<sub>3</sub> é sua síntese de forma endógena, ou seja, através da exposição à luz solar (ZIANI; FANG; MCCLEMENTS, 2012).

As formas da vitamina D, não diferem somente nas fontes de origem, mas também na suas estruturas químicas. A Vitamina D<sub>2</sub> apresenta 28 carbonos na estrutura (um a mais que a D<sub>3</sub>), uma ligação dupla extra entre os carbonos 22 e 23 e um grupamento metil adicional na cadeia lateral, além de apresentar um terço ou metade do potencial biológico quando comparada com a D<sub>3</sub> (OZTURK et al., 2015).

Fonte	Teor de vitamina D aproximado (UI*/g)
Salmão, fresco e selvagem	600 a 1.000 UI/100 g de vitamina D <sub>3</sub>
Salmão, fresco, de criadouro	100 a 250 UI/100 g de vitamina D <sub>3</sub> ou D <sub>2</sub>
Salmão, enlatado	300 a 600 UI/100 g de vitamina D <sub>3</sub>
Sardinhas, enlatadas	300 UI/100 g de vitamina D <sub>3</sub>
Atum, enlatado	236 UI/100 g de vitamina D <sub>3</sub>
Óleo de fígado de bacalhau	400 a 1.000 UI/100 g de vitamina D <sub>3</sub>
Cogumelos shitake frescos	100 UI/100 g de vitamina D <sub>2</sub>
Cogumelos shitake desidratados	1.600 UI/100 g de vitamina D <sub>2</sub>
Gema de ovo	20 UI/gema de vitamina D <sub>3</sub> ou D <sub>2</sub>

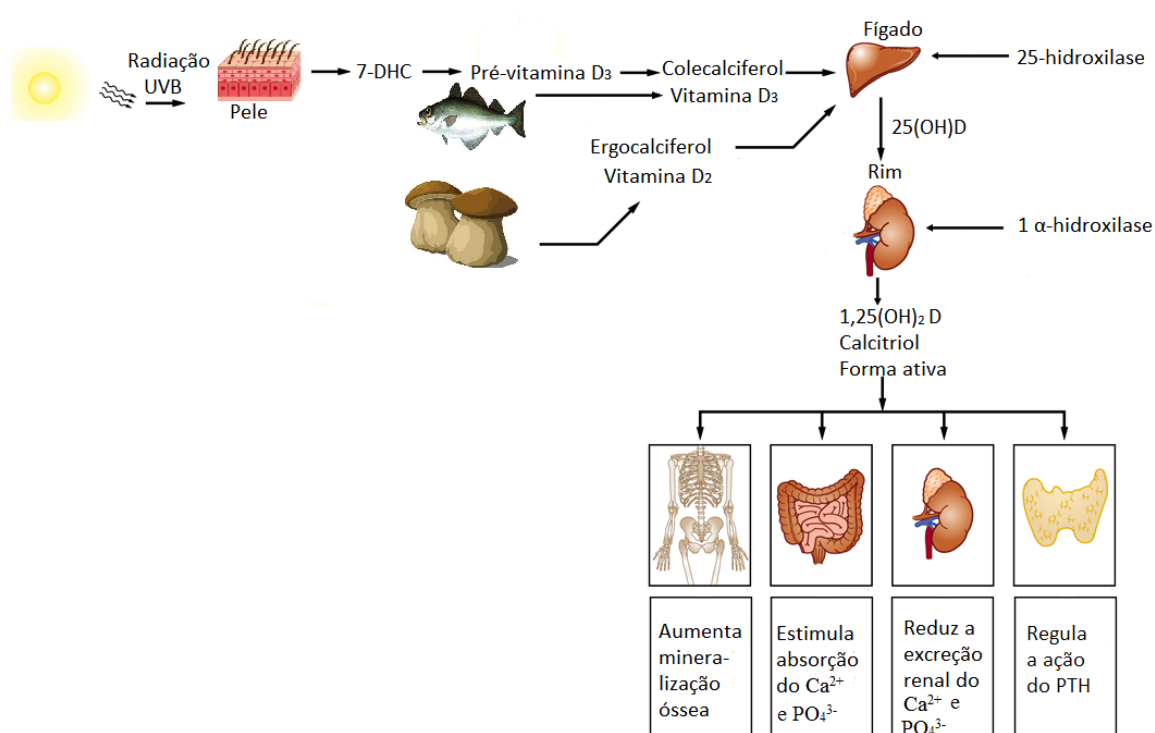
**Tabela 1** - Fontes de vitamina D.\*UI: Unidades Internacionais. 1 UI = 0,025 mg.

Fonte: Adaptado de Holick (2012).

## 2.1 Metabolismo da Vitamina D

O metabolismo de absorção da vitamina D, ocorre por intermédio de exposição fotolítica. O raio UVB converte o composto 7-deidrocolesterol (7-DHC) em pré-vitamina D<sub>3</sub> na superfície da epiderme humana, resultando em uma isomerização térmica e assim formando o colecalciferol (vitamina D<sub>3</sub>) que possui uma configuração espacial mais estável (STRATULAT et al., 2015).

O ergocalciferol e o colecalciferol são biologicamente inativos, e necessitam que haja duas hidroxilações sequenciais para que sejam convertidos em formas metabólicas ativas. A via metabólica da vitamina D (Figura 2) inicia-se no fígado, onde ocorre a primeira hidroxilação, pela enzima 25-hidroxilase, formando 25-hidroxivitamina D ou 25(OH)D, chamado de calcidiol ou calcifediol, metabólito inativo da vitamina. Posteriormente, no rim haverá a segunda hidroxilação, pela 1- $\alpha$ -hidroxilase, para formar 1 $\alpha$ ,25-dihidroxivitamina D ou 1,25(OH)<sub>2</sub>D, o calcitriol, a forma biologicamente ativa da vitamina D (KASALOVÁ et al., 2015; CASTRO, 2011; HOLICK, 2007).



**Figura 2** - Metabolismo da vitamina D.

Fonte: Adaptado de Raff e Levitzky (2013).

Através de um receptor de esteroide localizado nos intestinos, ossos, rins e na glândula paratireoide, a 1,25(OH)<sub>2</sub>D atua na regulação e modificação óssea, na absorção de cálcio e fósforo no intestino (sua principal função), no aumento e reabsorção de cálcio e fósforo nos rins, além de regular a ação do paratormônio (PTH) pelas glândulas paratireoides (RAFF; LEVITZKY, 2013).

Através de proteínas presentes nos enterócitos (células epiteliais intestinais), a forma ativa da vitamina irá atuar no intestino possibilitando a absorção ativa e passiva de Ca<sup>2+</sup> e PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> no jejuno e duodeno, respectivamente (BLANCO; BLANCO, 2017;

LICHTENSTEIN et al., 2013).

Nos rins, a forma ativa da vitamina reduz a excreção dos íons cálcio e fosfato, devido ao aumento da reabsorção destes nos túbulos distais (CASTRO, 2011).

A síntese da  $1,25(\text{OH})_2\text{D}$  é estimulada pelo paratormônio e pelos níveis de cálcio e fosfato do sangue, ou seja, um decréscimo de vitamina D irá induzir a ação do PTH, desta forma, regulando a absorção sérica de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{PO}_4^{3-}$  (BLANCO; BLANCO, 2017).

## 2.2 Hipovitaminose D

A hipovitaminose consiste na carência de uma ou mais vitaminas essenciais no organismo. A hipovitaminose D teve sua predominância após a Revolução Industrial no norte da Europa, onde a queima de carvão e madeira encobria a atmosfera e criava uma barreira à exposição solar direta na epiderme, desta forma, gerando desordens esqueléticas, como o raquitismo em crianças e a osteomalácia em adultos (WALIA et al., 2017; HOLICK, 2007).

O raquitismo é caracterizado pela redução da mineralização da placa epifisária (ou placa de crescimento), e leva a anormalidades esqueléticas, que variam de acordo com a idade do indivíduo e o estágio da doença (CHIBUZOR et al., 2017). Na osteomalácia, manifestada apenas em adultos, a placa de crescimento já está fechada e o distúrbio ocorre quando a matriz óssea não é mineralizada e os osteoclastos continuam a reabsorção da matriz óssea, desta forma, a parte mineralizada do osso torna-se mais delgada. Neste caso, as deformidades esqueléticas são mais brandas e só irão aparecer em estágios muito avançados da doença (PREMAOR; FURLANETTO, 2006).

Embora a vitamina D esteja diretamente envolvida com demandas ósseas, sua deficiência também foi relacionada com doenças como, câncer, diabetes, hipertensão, doenças autoimunes e cardiovasculares (PARK et al., 2017; KATOUZIAN; JAFARI, 2016),

A deficiência de vitamina D no organismo pode ser consequência de diversos fatores, como por exemplo, a localização geográfica, onde quanto mais afastado é o local da linha do Equador, maior é a espessura da camada atmosférica, assim, dificultando a entrada dos raios ultravioleta (WALIA et al., 2017; CABALLERO; FINGLAS; TOLDRÁ, 2016). A variação da quantidade dos raios solares também é modificada de acordo com a sazonalidade, ou seja, inferiores principalmente em meses de inverno (CASTRO, 2011).

Outra variável que pode estar relacionada com esta deficiência é a quantidade de melanina presente na epiderme, indivíduos com pele mais escura, necessitam de uma maior exposição aos raios ultravioleta para sintetizar uma quantidade suficiente da vitamina (GUTTOFF; SABERI; MCCLEMENTS, 2015; LEE et al., 2008).

A faixa etária também é considerada fator determinante para síntese da vitamina, a epiderme e derme tendem a apresentar um afinamento devido aos processos de

envelhecimento e conseqüentemente as reservas de 7-DHC também são reduzidas (HOLICK, 2004).

A eficácia da síntese cutânea também pode ser determinada por outros fatores como por exemplo, estilo de vida, uso extensivo de protetor solar, dieta inadequada, restrições alimentares, dentre outros (WALIA et al., 2017; STRATULAT et al., 2015).

### 2.3 Suplementação e Recomendações Diárias de Vitamina D<sub>3</sub>

O melhor biomarcador para avaliar o estado de vitamina D nos indivíduos, é através dos níveis séricos de 25(OH)D, pois reflete a quantidade do precursor disponível para ser sintetizada (TANG; EPSTEIN, 2011), além de mensurar a vitamina obtida pela dieta e exposição solar (REBELO-MARQUES et al., 2017).

Por meio desta avaliação é possível diagnosticar insuficiência, deficiência ou uma possível toxicidade (hipercalcemia) da vitamina (HEUREUX, 2017). Casos de intoxicação são extremamente raros, e normalmente causados por ingestão inadequada ou quantidades excessivamente elevadas de vitamina D (PETERS; MARTINI, 2014).

Os níveis séricos ideais de vitamina D ainda não estão em concordância na literatura, a princípio são considerados excelentes aqueles que mantêm os níveis de PTH de forma adequada no organismo (LICHTENSTEIN et al., 2013). Os critérios mais utilizados são da *Global Consensus Recommendations on Prevention and Management of Nutritional Rickets*, *Endocrine Society Clinical Practice Guideline* e *American Academy of Pediatrics* (Tabela 2).

Diagnósticos	<i>Global Consensus Recommendations on Prevention and Management of Nutritional Rickets</i>	<i>Endocrine Society Clinical Practice Guideline</i>	<i>American Academy of Pediatrics</i>
	Níveis séricos de 25(OH)D (ng/mL)		
<b>Suficiência</b>	> 20	30-100	21-100
<b>Insuficiência</b>	12-20	21-29	16-20
<b>Deficiência</b>	< 12	< 20	< 15
<b>Toxicidade</b>	> 100	> 100	> 150

**Tabela 2** - Definição de suficiência, insuficiência, deficiência e toxicidade de vitamina D (1 ng/mL = 2,5 nmol/L).

Fonte: Munns e colaboradores (2016), Holick e colaboradores (2011), Misra e colaboradores (2008).

Este tipo de diagnóstico é utilizado para identificar os indivíduos que necessitam de suplementação para alcançar níveis ideais da vitamina, e assim auxiliar no tratamento de doenças relacionadas com a hipovitaminose (HEUREUX, 2017).

As recomendações diárias de ingestão de vitamina D também não são consensuais na literatura, e podem ser superiores às recomendadas pela ANVISA e FAO. De maneira geral, os indivíduos que não conseguem sintetizar a vitamina em

quantidades suficientes devem adequar o seu nível de acordo com a faixa etária, gestação ou lactação (Tabela 3) (BRASIL, 2005; FAO, 2001).

Faixa Etária	Dose diária recomendada ( $\mu\text{g}$ )	Faixa etária	Dose diária recomendada ( $\mu\text{g}$ )
<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)</i>		<b>Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)</b>	
0 - 6 meses	5	0 - 6 meses	5
7 - 12 meses	5	7 - 11 meses	5
1 - 3 anos	5	1 - 3 anos	5
4 - 6 anos	5	4 - 6 anos	5
7 - 9 anos	5	7 - 10 anos	5
10 - 18 anos	5	Adulto	5
19 - 50 anos	5	-	-
51 - 65 anos	10	-	-
65 + anos	15	-	-
Gestante	5	Gestante	5
Lactante	5	Lactante	5

**Tabela 3** - Quantidade de vitamina D diária recomendada.

1 IU = 25 ng, 40 UI = 1  $\mu\text{g}$ , 200 UI = 5  $\mu\text{g}$ , 400 UI = 10  $\mu\text{g}$ , 600 UI = 15  $\mu\text{g}$ .

Fonte: FAO (2001) e BRASIL (2005).

Os bebês constituem um grupo de risco de hipovitaminose D, devido às altas taxas de crescimento esquelético apresentadas nesta faixa etária, bem como na adolescência, onde o rápido crescimento do esqueleto na fase da puberdade, aumenta a necessidade de concentrações da vitamina na sua forma ativa. Já em relação aos idosos, o declínio da vitamina irá ocorrer de acordo com o envelhecimento e a taxa de síntese de vitamina D na epiderme. Na gravidez e no aleitamento materno ocorrem alterações hormonais que fazem necessário a presença desta vitamina em níveis adequados no organismo (FAO 2001).

Apesar da concentração diária de vitamina D ainda não ter sido estabelecida consensualmente, a ingestão recomendada atualmente varia de 200 UI a 600 UI (BRASIL, 2005; FAO, 2001), valores improváveis de serem obtidos exclusivamente pela alimentação, bem como exposição solar (CABALLERO; FINGLAS; TOLDRÁ, 2016), visto que mesmo em lugares ensolarados a população também apresentou deficiência da vitamina (TANG; EPSTEIN, 2011).

Moreira e colaboradores (2017) avaliaram os níveis de 25(OH)D em homens entre 20-93 anos na cidade do Rio de Janeiro, os resultados demonstraram que 46,7 % dos indivíduos apresentaram deficiência e 27,6 % insuficiência da vitamina no organismo.

Milagres e colaboradores (2017) demonstraram que mais da metade das crianças brasileiras estudadas 56,3 %, apresentaram insuficiência ou deficiência de vitamina D.

Prado e colaboradores (2015) realizaram um estudo no Brasil com 226 mulheres

e seus bebês recém nascidos, os valores demonstrados são ainda maiores, 85 % das mulheres e 80,5 % dos recém nascidos apresentaram deficiência ou insuficiência da vitamina.

Devido a valores tão expressivos encontrados em diversos estudos, a suplementação é frequentemente prescrita, e para minimizar a deficiência da vitamina D em uma grande parcela da população, foram adotadas medidas públicas para fortificação de alimentos. Os principais alimentos fortificados atualmente são, produtos lácteos, margarina e cereais (CABALLERO; FINGLAS; TOLDRÁ, 2016).

### 3 | FORTIFICAÇÃO DE ALIMENTOS

A portaria nº 31 de janeiro de 1998 do Ministério da Saúde/Secretaria de Vigilância Sanitária aprova o Regulamento Técnico referente a Alimentos Adicionados de Nutrientes Essenciais. Nele é definido alimento fortificado, enriquecido ou simplesmente adicionado de nutrientes como “todo alimento ao qual for adicionado um ou mais nutrientes essenciais contidos naturalmente ou não no alimento, com o objetivo de reforçar o seu valor nutritivo e ou prevenir ou corrigir deficiência(s) demonstrada(s) em um ou mais nutrientes, na alimentação da população ou em grupos específicos da mesma” (BRASIL, 1998).

Ainda na mesma portaria estão definidos os valores para adição de vitaminas e minerais, onde é permitida a adição desde que 100 mL ou 100 g do produto pronto para consumo forneçam no máximo 7,5 % da ingestão diária recomendada de referência, no caso de líquidos, e 15 % da ingestão diária recomendada de referência no caso de sólidos. Esta adição poderá ser declarada na lista de ingredientes e ou na tabela de informação nutricional desde que o alimento forneça no mínimo 5 % da ingestão diária recomendada por 100 g ou 100 mL do produto pronto para consumo (BRASIL, 1998).

Embora exista um crescente interesse na fortificação de alimentos e bebidas com a vitamina D, existe uma série de desafios relacionados com este enriquecimento (PARK et al., 2017), incluindo baixa solubilidade em água, degradação química quando exposto à luz, calor e oxigênio, biodisponibilidade oral variável (WALIA et al., 2017; GUTTOFF; SABERI; MCCLEMENTS, 2015), além de fácil degradação sob condições digestivas quando desprotegida (DAVID; LIVNEY, 2016).

Diante destes desafios, faz-se necessária a utilização de tecnologias apropriadas para uma possível aplicação em produtos fortificados. Uma alternativa para melhorar a estabilidade e disponibilidade da vitamina D nos alimentos é através da técnica de encapsulação, que fornece proteção aos compostos sensíveis, além de controlar a liberação dos mesmos.



## 4 | NANOENCAPSULAÇÃO DA VITAMINA D

A encapsulação pode ser definida como um processo de aprisionamento de uma substância. A substância encapsulada pode ser chamada de recheio, núcleo, agente ativo, fase interna ou carga útil. Já a substância que está encapsulando pode ser chamada de revestimento, membrana, concha, material de suporte, material de parede, fase externa ou matriz (ZUIDAM; NEDOVIĆ, 2010). A metodologia tem como objetivo preservar os compostos bioativos frente às condições adversas de processamento, bem como administrar de forma adequada a liberação destes compostos (ESFANJANI; JAFARI, 2016).

Esta tecnologia pode ser identificada de acordo com o diâmetro médio das partículas, valores inferiores a 1000 nm são denominadas nanopartículas (SANGUANSRI; AUGUSTIN, 2006), e valores entre 0,1 a 1,0  $\mu\text{m}$  são micropartículas (ENJETI; LINCZ; SELDON, 2007).

Partículas nanométricas apresentam vantagens quando comparadas a escalas micrométricas, à medida que o tamanho das partículas é reduzido há uma maior área superficial e maior potencial de solubilidade devido à grande absorção interfacial do composto com o núcleo, assim, aumentando a biodisponibilidade e melhorando a liberação de compostos bioativos na concentração e taxa desejadas (MOZAFARI et al., 2008).

As principais vantagens da nanoencapsulação de vitaminas incluem, a rápida dissociação, elevada área superficial em relação à proporção em massa, alta absorção intracelular, redução das reações entre vitaminas e outras moléculas no meio circundante, redução da quantidade de material (núcleo-material de parede), longa estabilidade das vitaminas revestidas, além de estabilidade física reforçada contra coalescência e separações gravitacionais (KATOUZIAN; JAFARI, 2016).

Abbasi e colaboradores (2014) verificaram a estabilidade da vitamina D<sub>3</sub> encapsulada em nanopartículas de proteína de soro de leite, os resultados demonstraram que as nanopartículas podem aprisionar a vitamina D<sub>3</sub> e atrasar sua liberação na presença de oxigênio.

David e Livney (2016) utilizaram proteína de batata como base para fabricação de nanopartículas carregadas com vitamina D<sub>3</sub>, os nanocomplexos apresentaram proteção significativa, redução das perdas da vitamina durante o processo de pasteurização e testes simulados de vida útil.

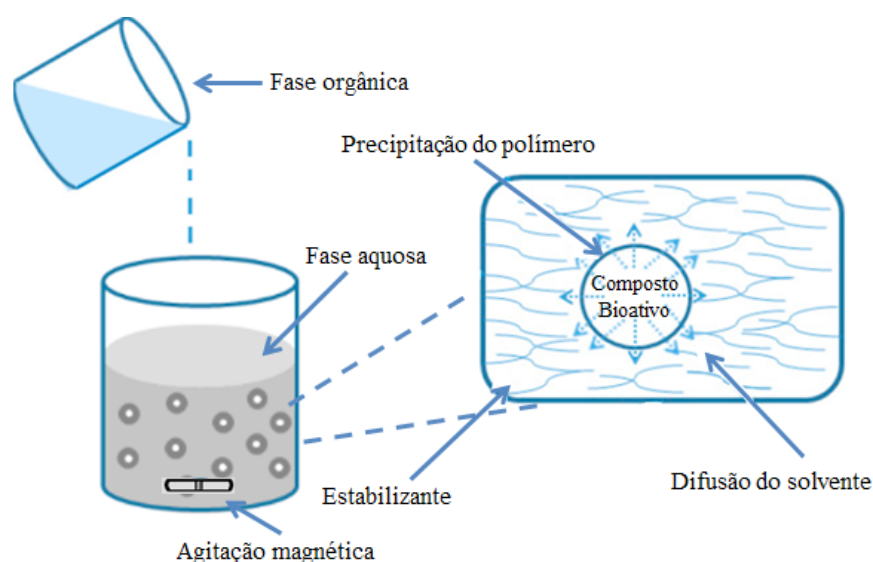
A escolha do sistema de entrega e da metodologia utilizada para nanoencapsulação, influencia rigorosamente nas características físico-químicas das vitaminas. Portanto, para a escolha de uma técnica apropriada de nanoencapsulação deve-se considerar a natureza da vitamina a ser encapsulada, as propriedades físico-químicas, o tamanho requerido e o material de parede utilizado (KATOUZIAN; JAFARI, 2016).

São descritos na literatura diferentes sistemas poliméricos desenvolvidos para encapsulação de compostos bioativos em escala nanométrica, dentre eles

destacam-se a nanoprecipitação, emulsão-difusão, dupla emulsificação, emulsão de coacervação, polímero de revestimento e camada por camada (MORA-HUERTAS; FESSI; ELAISSARI, 2010).

A técnica de nanoprecipitação (Figura 3), proposta por Fessi e colaboradores (1989), apresenta diversas vantagens quando comparada com outras metodologias de nanoencapsulação, tais como, rapidez, simplicidade, fácil utilização, além de permitir a formação de partículas com diâmetro médio em torno de 100 a 300 nm (FANG; BHANDARI, 2010).

A metodologia consiste basicamente em três etapas: primeiramente os compostos ativos e um polímero são misturados em uma solução orgânica, posteriormente é vertida em uma solução aquosa contendo tensoativo, e por fim a dispersão resultante de nanopartículas é evaporada para eliminar o solvente orgânico e, em seguida, caso necessário, a solução é centrifugada ou filtrada para se obter as partículas (FANG; BHANDARI, 2010).



**Figura 3** - Representação esquemática da preparação de nanopartículas poliméricas pela técnica de nanoprecipitação.

Fonte: Adaptado Tyagi e Pandey (2016).

Estudos publicados demonstram bons resultados ao enriquecer diversos produtos com vitamina D<sub>3</sub>. Stratulat e colaboradores (2015) fortificaram queijo com vitamina D<sub>3</sub> e ômega-3 vegetal na forma de partículas emulsionadas, os resultados demonstraram que a fortificação de queijos com estes compostos bioativos geram um impacto positivo na composição, rendimento e estabilidade química do produto resultante. Tipchuwong e colaboradores (2017) enriqueceram sorvete com emulsionante de proteína do leite carregado com vitamina D<sub>3</sub>, os resultados indicaram que a forma emulsionada de vitamina D<sub>3</sub> melhorou a estabilidade da mesma nas diversas formulações de sorvete testada. Peres (2010) desenvolveu e caracterizou um biscoito tipo *cookie* enriquecido com cálcio e vitamina D<sub>3</sub> obtendo resultados sensoriais, microbiológicos e físico-químicos satisfatórios.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A deficiência de vitamina D é observada em diversas partes do mundo, mesmo em regiões ensolaradas, causadas por diferentes motivos. A fortificação de alimentos com vitamina D, pode ser uma abordagem promissora para reduzir a incidência de doenças relacionadas a sua carência. Porém, alguns desafios estão associados à fortificação de alimentos, visto que a vitamina D é altamente sensível a estresses ambientais e pode facilmente perder sua funcionalidade e benefícios fisiológicos. A técnica de encapsulação, utilizando sistemas poliméricos de liberação controlada mostra-se adequada para proteção e liberação de vitamina D no organismo.

## REFERÊNCIAS

- ABBASI, A.; EMAM-DJOMEH, Z.; MOUSAVI, M. A. E.; DAVOODI, D. **Stability of vitamin D<sub>3</sub> encapsulated in nanoparticles of whey protein isolate**. Food Chemistry, v. 143, n. 1, p. 379–383, 2014.
- BLANCO, A.; BLANCO G. **Medical Biochemistry**, Elsevier Inc., 2017.
- BOREL, P; CAILLAUD D; CANO, N. J. **Vitamin D bioavailability : State of the art**. Food Science and Nutrition, v. 55, n. 9, p. 1193–1205, 2013.
- BRASIL. Portaria nº 31, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o “**Regulamento Técnico referente a Alimentos Adicionados de Nutrientes Essenciais**”. Órgão emissor: ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/portarias/31\\_98.htm](http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/portarias/31_98.htm). Acesso: 09 set. 2017.
- BRASIL. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o “**Regulamento técnico sobre ingestão diária recomendada (IDR) para proteína, vitaminas e minerais**” constante do anexo desta Resolução. Órgão emissor: ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC\\_269\\_2005\\_COMP.pdf/25aaf9f3-32bc-4e80-aa6c-0520332533a6](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_269_2005_COMP.pdf/25aaf9f3-32bc-4e80-aa6c-0520332533a6). Acesso: 04 ago. 2017.
- CABALLERO, B.; FINGLAS, P. M.; TOLDRÁ, F. **Encyclopedia of food and health**, p. 42–46, Elsevier Inc., 2016.
- CASTRO, L. C. G. **O sistema endocrinológico da vitamina D**. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia, v. 55, n. 8, p. 566–575 2011.
- CASHMAN, K. D. **Vitamin D: Dietary requirements and food fortification as a means of helping achieve**. Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology, v.148, p. 19-26, 2015.
- CHIBUZOR, M. T.; GRAHAM-KALIO, D.; MEREMIKWU, M. M.; ADUKWU, J. O. **Vitamin D, calcium or a combination of vitamin D and calcium for the treatment of nutritional rickets in children. (Protocol)**. Cochrane Database of Systematic Reviews, v. 1, n. 3, p. 1–15, 2017.
- DAVID, S.; LIVNEY, Y. D. **Potato protein based nanovehicles for health promoting hydrophobic bioactives in clear beverages**. Food Hydrocolloids, v. 57, p. 229–235, 2016.
- ENJETI, A. K.; LINCZ, L. F.; SELDON, M. **Detection and measurement of microparticles: An evolving research tool for vascular biology**. Seminars in Thrombosis and Hemostasis, v. 33, n. 8,

p. 771–779, 2007.

ESFANJANI, A. F.; JAFARI, S. M. **Biopolymer nano-particles and natural nano-carriers for nano-encapsulation of phenolic compounds**, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, v. 146, n. 6, p. 532–543, 2016.

FANG, Z.; BHANDARI, B. **Encapsulation of polyphenols e a review**. *Trends in Food Science & Technology*, v. 21, n.10, p. 510–523, 2010.

FAO. **Human vitamin and mineral requirements**, Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, 2001. agriculture, food production and distribution, and health. It will also form the basis for a new edition of the FAO/WHO Handbook on Human Nutritional Requirements. It provides recommended nutrient intakes for: vitamins A, C, D, E, and K; the B vitamins; calcium; iron; magnesium; zinc; selenium; and iodine (FAO & WHO, 2001)

FESSI, H.; PUISIEUX, F.; DEVISSAGUET, J. P.; AMOOURY, H.; BEJITA, S. **Nanocapsule formation by interfacial polymer deposition following solvent displacement**. *International Journal of Pharmaceutics*, v. 55, n. 1, p. R1–R4, 1989.

*GALANAKIS, C. M. Nutraceutical and Functional Food Components Effects of Innovative Processing Techniques*, p. 160 -201, Elsevier Inc., 2017.

GONNET, M.; LETHUAUT, L.; BOURY, F. **New trends in encapsulation of liposoluble vitamins**. *Journal of Controlled Release*, v. 146, n. 3, p. 276–290, 2010. D, E, and K

GUTTOFF, M.; SABERI, A. H.; MCCLEMENTS, D. J. **Formation of vitamin D nanoemulsion-based delivery systems by spontaneous emulsification: factors affecting particle size and stability**. *Food Chemistry*, v. 171, n. 3, p. 117–122, 2015.

HEUREUX, N. **Vitamin D testing - where are we and what is on the horizon?** *Advances in Clinical Chemistry*, Elsevier Inc., 2017.

HOLICK, M. F. **Sunlight and vitamin D for bone health and prevention of autoimmune diseases, cancers, and cardiovascular disease**. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 80, n. 6, p. 1678–1688, 2004a. leading to its transformation to previtamin D<sub>3</sub>, which is rapidly converted to vitamin D<sub>3</sub>. Season, latitude, time of day, skin pigmentation, aging, sunscreen use, and glass all influence the cutaneous production of vitamin D<sub>3</sub>. Once formed, vitamin D<sub>3</sub> is metabolized in the liver to 25-hydroxyvitamin D<sub>3</sub> and then in the kidney to its biologically active form, 1,25-dihydroxyvitamin D<sub>3</sub>. Vitamin D deficiency is an unrecognized epidemic among both children and adults in the United States. Vitamin D deficiency not only causes rickets among children but also precipitates and exacerbates osteoporosis among adults and causes the painful bone disease osteomalacia. Vitamin D deficiency has been associated with increased risks of deadly cancers, cardiovascular disease, multiple sclerosis, rheumatoid arthritis, and type 1 diabetes mellitus. Maintaining blood concentrations of 25-hydroxyvitamin D above 80 nmol/L (≈20130 ng/mL)

HOLICK, M. F. **Vitamina D Como Um Tratamento Tão Simples Pode Reverter Doenças Tão Importantes**, Editora Fundamento Educacional Ltda., p. 324, 2012.

HOLICK, M. F.; BINKLEY, N. C.; BISCHOFF-FERRARI, H. A.; GORDON, C. M.; HANLEY, D. A.; HEANEY, R. P.; MURAD, M. H.; WEAVER, C. M. **Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: An endocrine society clinical practice guideline**. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, v. 96, n. 7, p. 1911–1930, 2011.

HOLICK, M. F.; SCHNOES, H. K.; DELUCA, H. F.; SUDA, T.; COUSINS, R. J. **Isolation and identification of 1,25-dihydroxycholecalciferol a metabolite of vitamin D active in intestine**. *Biochemistry*, v. 10, n. 14, p. 2799–2804, 1971.

HOLICK, MF, **Vitamin D deficiency**. The New England Journal of Medicine, v. 357, n. 3, p. 266–281, 2007.

KASALOVÁ, E.; AUFARTOVÁ, J.; KRČMOVÁ, L. K.; SOLICHOVÁ, D.; SOLICH, P. **Recent trends in the analysis of vitamin D and its metabolites in milk - a review**. Food Chemistry, v. 171, n. 3, p. 177–190, 2015.

KATOUZIAN, I.; JAFARI, S. M. **Nano-encapsulation as a promising approach for targeted delivery and controlled release of vitamins**. Trends in Food Science and Technology, v. 53, n. 6, p. 34–48, 2016.

LEE, J. H.; O'KEEFE, J. H.; BELL, D. H.; HENSRUD D. D.; HOLICK, M. F. **Vitamin D deficiency. An important, common, and easily treatable cardiovascular risk factor?** Journal of the American College of Cardiology, v. 52, n. 24, p. 1949–1956, 2008.

LICHTENSTEIN, A.; FERREIRA-JÚNIOR M.; SALES M.; AGUIAR F.; FONSECA L.; SUMITA N.; DUARTE A. **Vitamina D: ações extraósseas e uso racional**. Revista da Associação Médica Brasileira, v. 59, n. 5, p. 495–506, 2013.

*MCCREATH, S. B.; DELGODA, R. Pharmacognosy, Fundamentals, Applications and Strategies*, p. 281- 288, Elsevier Inc., 2017.

MILAGRES, L.C.; ROCHA, N. P.; ALBUQUERQUE, F. M.; CASTRO, A. P.P.; FILGUEIRAS, M.S.; PESSOA, M.C.; PELUZIO, M. C. G.; NOVAES, J. F. **Sedentary behavior is associated with lower serum concentrations of vitamin D in Brazilian children**. Public Health, v. 152, n.11 p. 75–78, 2017.

MISRA, M.; PACAUD, D.; PETRYK, A. COLLETT-SOLBERG, P. F.; KAPPY, M. **Vitamin D deficiency in children and its management: review of current knowledge and recommendations**. Pediatrics, v. 122, n. 2, p. 398–417, 2008.

MORA-HUERTAS, C. E.; FESSI, H.; ELAISSARI, A. **Polymer-based nanocapsules for drug delivery**. International Journal of Pharmaceutics, v. 385, n. 1-2, p. 113–142, 2010.

MOREIRA, M. L.; MACEIRA, M.; LOPES, F. R.; FARIAS, F. M. L. **Vitamin D deficiency and its influence on bone metabolism and density in a brazilian population of healthy men**. Journal of Clinical Densitometry, v. 21 , n. 1 , p. 91–97, 2017.

MOZAFARI, M. R.; KHOSRAVI-DARANI, K.; BORAZAN, G. G.; CUI, J.; PARDAKHTY, A.; YURDUGUL, S. **Encapsulation of food ingredients using nanoliposome technology**. International Journal of Food Properties, v. 11, n. 4, p. 833–844, 2008.

MUNNS, C. F.; SHAW, N.; KIELY M.; SPECKER, B. L.; THACHER, T. D.; OZONO, K.; MICHIGAMI, T.; TIOSANO, D.; MUGHAL, M. Z.; MÄKITIE, O.; RAMOS-ABAD, L.; WARD, L.; DIMEGLIO, L. A.; ATAPATTU, N.; CASSINELLI, H.; BRAEGGER, C.; PETTIFOR, J. M.; SETH, A.; IDRIS, H. W.; BHATIA, V.; FU, J.; GOLDBERG, G.; SÄVENDAHL, L.; KHADGAWAT, R.; PLUDOWSKI, P.; MADDOCK, J.; HYPÖNEN, E.; ODUWOLE, A.; FREW, E.; AGUIAR, M.; TULCHINSKY, T.; BUTLER, G.; HÖGLER, W. **Consensus recommendations on prevention and management of nutritional rickets** Hormone Research in Paediatrics, n. 85, n. 2 p 83–106, 2016.

NORMAN A. W.; MYRTLE, J. F.; MIDGETT, R. J.; NOWICKI, H. G.; WILLIAMS, V.; POPJAK, G. **1,25-Dihydroxycholecalciferol: identification of the proposed active form of vitamin D<sub>3</sub> in the intestine**. American Association for the Advancement of Science, v. 306, n. 800, p. 702–704, 1971.

OZTURK, B.; ARGIN, S.; OZILGEN, M.; MCCLEMENTS, D. J. **Nanoemulsion delivery systems for oil-soluble vitamins: influence of carrier oil type on lipid digestion and vitamin D<sub>3</sub> bioaccessibility**. Food Chemistry, v. 187, n. 11, p. 499–506, 2015.

- PARK, S. J.; GARCIA, C. V.; SHIN, G. H.; KIM, J. T. **Development of nanostructured lipid carriers for the encapsulation and controlled release of vitamin D<sub>3</sub>**. Food Chemistry, v. 225, n. 6, p. 213–219, 2017.
- PERES, A. P. **Desenvolvimento de um biscoito tipo cookie enriquecido com cálcio e vitamina D**. Dissertação de mestrado em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, p. 73–74, 2010.
- PETERS, B. S. E.; MARTINI, L. A. **Vitamina D**. International Life Sciences Institute do Brasil, v. 2, n. 2, p. 1–64, 2014.
- PRADO, M. R. M. C.; CÁSSIA E.; OLIVEIRA, C.; ASSIS, K.F.; RIBEIRO, S. A. V.; PRADO JUNIOR, P. P.; SANT'ANA, L. F. R.; PRIORE, S. E.; FRANCESCHINI, C. C. **Prevalence of vitamin D deficiency and associated factors in women and newborns in the immediate postpartum period**. Revista Paulista de Pediatria, v. 33, n. 3, p. 286–293, 2015.
- PREMAOR, M. O.; FURLANETTO, T. W. **Hipovitaminose D em adultos: entendendo melhor a apresentação de uma velha doença**. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia, v. 50, n. 1, p. 25–37, 2006. a Vitamina D foi considerada um micronutriente, pois a administração oral de uma colher de sopa de óleo de fígado de bacalhau por dia curava as crianças com raquitismo e se acreditava que a mesma atuaria como um co-fator enzimático (2
- RAFF, H.; LEVITZKY, M. G. **Fisiología Médica: Un enfoque por aparatos y sistemas**. McGraw-Hill Interamericana, p. 649–654, 2013.
- REBELO-MARQUES, A.; MOREIRA, R.T.; NUNES, C.; GOMES, J.; AIRES, C.; RITA, P.; PEREIRA, R.; PINTO, F. P. **A vitamina D nos cuidados de saúde primários, a importância do seu doseamento e a sua suplementação**. Patient Care, n. 2, p. 30–41 2017.
- SANGUANSRI, P.; AUGUSTIN, M. A. **Nanoscale materials development – a food industry perspective**. Trends in Food Science & Technology, v. 17, n. 10, p. 547–556, 2006.
- SCHIEFERDECKER, M. E. M.; THIEME, R. D.; HAUSCHILD, D. B. **Vitaminas, Minerais e Eletrólitos: Aspectos Fisiológicos, Nutricionais e Dietéticos**, Editora Rubio, p. 133–148, 2015.
- SIZER, F. S.; WHITNEY, E. **Nutrição**. Editora Manole Ltda., p. 190–193, 2003.
- STRATULAT, I.; BRITTEN, M.; SALMIERI, S.; FUSTIER, P.; ST-GELAIS, D.; CHAMPAGNE, C. P.; LACROIX, M. **Enrichment of cheese with vitamin D<sub>3</sub> and vegetable omega-3**. Journal of Functional Foods, v. 13, n. 3 p. 300–307, 2015.
- TANG, J. Y.; EPSTEIN, E. H. **Vitamin D and skin cancer**, Elsevier, p. 1751-1762, 2011.
- TIPCHUWONG, N.; CHATRAPORN, C.; NGAMCHUACHIT, P.; TANSAWAT, R. **Increasing retention of vitamin D<sub>3</sub> in vitamin D<sub>3</sub> fortified ice cream with milk protein emulsifier**. International Dairy Journal, v. 74, n.11, p. 74–79, 2017.
- TYAGI, S.; PANDEY, V. K. **Nanoparticles: An Overview Of Preparation**. Journal of Pharmaceutics and Nanotechnology, V. 4, n. 2, p. 1-12, 2016.
- WALIA, N.; DASGUPTA, N.; RANJAN, S.; CHEN, L. R. C. **Fish oil based vitamin D nanoencapsulation by ultrasonication and bioaccessibility analysis in simulated gastrointestinal tract**. Ultrasonics Sonochemistry, v. 39, n. 5, p. 623–635, 2017.

ZIANI, K.; FANG, Y.; MCCLEMENTS, D. J. **Encapsulation of functional lipophylic components in surfactant-based colloidal delivery systems: Vitamin E, vitamin D, and lemon oil.** *Food Chemistry*, v. 134, n. 2, p. 1106–1112, 2012.

ZUIDAM, N. J.; NEDOVIĆ, V. A. **Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing**, Springer, p. 3–100, 2010.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**Vanessa Tizott Knaut Scremin:** Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia, pela UTFPR. Especialista em Nutrição Parenteral e Enteral, pela Sociedade Brasileira de Nutrição Parenteral e Enteral (BRASPEN). Pós-graduada em Gestão em Saúde, pela UAB/UEPG em 2018, e em Nutrição Clínica, pelo GANEP Nutrição Humana em 2010. Graduada em Nutrição, pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, em 2008. Atua como nutricionista da Secretaria Estadual de Saúde do Paraná/3ª Regional de Saúde e como docente do curso de graduação em Nutrição, no Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais.



Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-171-8

