

INOVAÇÃO NA INTERFACE: NUTRIÇÃO, MEDICINA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS A SERVIÇO DA SAÚDE



<https://doi.org/10.22533/at.ed.982152529044>

Data de aceite: 15/05/2025

Tais Cristina Coelho Alves Madalena

Graduanda em engenharia de alimentos,
Universidade Estadual de Maringá- UEM,
Maringá- PR, Brasil.

Amanda Elisiário Men

Graduanda em Engenharia de Alimentos –
UEM – Universidade Estadual de Maringá,
Maringá, PR- Brasil.

Emilio Soitsi Zukeram Junior

Doutorando em Engenharia Química - –
UEM – Universidade Estadual de Maringá,
Maringá, PR- Brasil.

Gabrieli de França Tonhão

Graduanda em Engenharia de Alimentos
UEM – Universidade Estadual de Maringá,
Maringá, PR- Brasil.

Isabela Milani de Souza

Graduanda em Engenharia de Alimentos –
UEM – Universidade Estadual de Maringá,
Maringá, PR- Brasil.

Larissa Lira Delariça Navarro

Mestranda em Ciência de Alimentos -
UEM – Universidade Estadual de Maringá,
Maringá, PR- Brasil.

Julie Susan da Silva

Mestranda em Engenharia de Alimentos
- – UEM – Universidade Estadual de
Maringá, Maringá, PR- Brasil.

Maria Karoline Ferreira Alexandre

Graduanda em Engenharia de
Alimentos – UEM – Universidade Estadual
de Maringá, Maringá, PR- Brasil.

Mariana Navarro

Graduanda em Farmácia – UEM –
Universidade Estadual de Maringá,
Maringá, PR- Brasil.

Pither Jhoel Javier Sucari

Mestrado em Qualidade e Segurança
Alimentar- UV - Universidade de Valência
- Espanha.

Yasmim Rodrigues Saturnino

Graduanda em engenharia de alimentos,
Universidade Estadual de Maringá- UEM,
Maringá- PR, Brasil.

RESUMO: A inovação na interface entre nutrição, medicina e engenharia de alimentos pode ter um impacto significativo na saúde humana pois é uma estratégia inovadora para a promoção da saúde e prevenção de doenças. A crescente demanda por alimentos que vão além da função nutricional básica impulsiona o desenvolvimento de soluções tecnológicas que unem a ciência médica à engenharia de produtos alimentícios. Nesse estudo são apresentados conceitos como alimentos funcionais, nutrição personalizada, tecnologias emergentes de processamento e aplicação de compostos bioativos, com foco na interdisciplinaridade e na abordagem centrada no indivíduo.

PALAVRAS-CHAVE: Nutrição personalizada; Engenharia de alimentos; Medicina preventiva; Alimentos funcionais; Inovação tecnológica; Saúde pública.

INTRODUÇÃO

A relação entre alimentação e saúde é tema central em diversas áreas do conhecimento, sendo constantemente ampliada à medida que a ciência avança em sua compreensão sobre os efeitos dos nutrientes, compostos bioativos e padrões alimentares no organismo humano. Nas últimas décadas, observou-se um crescente interesse na convergência entre nutrição, medicina e engenharia de alimentos, o que possibilitou o surgimento de abordagens inovadoras no desenvolvimento de estratégias preventivas, terapêuticas e tecnológicas voltadas à promoção da saúde e à prevenção de doenças crônicas não transmissíveis.¹

Nesse contexto, a medicina tem direcionado seus esforços para uma abordagem mais preventiva e personalizada, incorporando conhecimentos da nutrição clínica e da nutrigenômica. Paralelamente, a engenharia de alimentos tem contribuído significativamente para o desenvolvimento de produtos funcionais, seguros e tecnologicamente otimizados, capazes de atender às demandas nutricionais específicas de diferentes populações.²

Dessa maneira, os alimentos deixam de ser apenas fontes de energia e nutrientes, passando a exercer funções específicas na modulação do metabolismo, na resposta imunológica e na microbiota intestinal, com impactos diretos na prevenção e no controle de doenças como obesidade, diabetes, hipertensão e certos tipos de câncer.⁵ Além disso, os avanços no entendimento do eixo intestino-cérebro, do papel da inflamação crônica de baixo grau e dos mecanismos epigenéticos associados à alimentação revelam novas possibilidades de intervenção nutricional e tecnológica com implicações médicas diretas.⁵

Nesse sentido a junção entre nutrição, medicina e engenharia de alimentos – é, portanto, fundamental para enfrentar os desafios sanitários do século XXI, especialmente diante do envelhecimento populacional, do aumento da prevalência de doenças crônicas e da necessidade de garantir segurança alimentar e nutricional de forma sustentável. Ao mesmo tempo, exige-se um olhar crítico e ético sobre o desenvolvimento de novos produtos e tecnologias, considerando os aspectos regulatórios, socioeconômicos, ambientais e culturais envolvidos.⁵

Essa convergência interdisciplinar promove avanços notáveis, como o uso de ingredientes bioativos, microencapsulação de compostos sensíveis, sistemas inteligentes de liberação controlada e alimentos adaptados à saúde individualizada.³

O avanço dessas áreas em conjunto proporciona uma nova perspectiva para o desenvolvimento de alimentos que não apenas nutrem, mas também tratam, previnem e promovem o bem-estar. Além disso, o diálogo entre ciência e tecnologia de alimentos, prática clínica e políticas públicas tem se mostrado essencial para enfrentar os desafios alimentares e nutricionais em diferentes contextos socioeconômicos.⁴

Este estudo apresenta as interfaces entre nutrição, medicina e engenharia de alimentos, destacando suas contribuições para a promoção da saúde, bem como as perspectivas futuras para a consolidação de abordagens integradas no enfrentamento das demandas sanitárias e alimentares do século XXI, com ênfase em alimentos funcionais, tecnologias emergentes e abordagens personalizadas de cuidado em saúde. Busca-se, ainda, refletir sobre os desafios e perspectivas futuras para a consolidação de um modelo alimentar mais integrado, eficaz e centrado no ser humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alimentos funcionais

Alimentos funcionais são aqueles que, além de fornecerem nutrientes básicos, oferecem benefícios adicionais à saúde, prevenindo doenças e promovendo o bem-estar. Eles contêm compostos bioativos, como vitaminas, minerais, fibras, antioxidantes e fitoquímicos, que desempenham papéis importantes no organismo.⁶

Na classe dos alimentos funcionais estão as frutas e vegetais ricos em antioxidantes, como mirtilos e brócolis,⁶ peixes gordurosos ricos em ômega-3, como salmão e sardinha⁷ e Alimentos probióticos, como iogurte e kefir, que contêm bactérias benéficas para a saúde intestinal⁸.

PRINCIPAIS TIPOS DE ALIMENTOS FUNCIONAIS

- **Fibras Alimentares**

Encontradas em cereais integrais (aveia, arroz integral), leguminosas (feijão, lentilha), frutas e verduras.

Benefícios: Melhoram o funcionamento intestinal, controlam o colesterol e a glicemia, e promovem a saciedade.¹²

- **Probióticos e Prebióticos**

Os probióticos são bactérias benéficas encontradas em iogurtes e leites fermentados.

19

Os prebióticos são fibras que servem de alimento para os probióticos, encontradas em alho, cebola e banana.²⁰

Benefícios: Mantêm a saúde da microbiota intestinal, fortalecem o sistema imunológico e previnem doenças intestinais.

- **Antioxidantes**

Encontrados em frutas vermelhas (morango, amora), frutas cítricas (laranja, limão), vegetais verde-escuros (espinafre, brócolis) e chá verde.²¹

Benefícios: Combatem os radicais livres, prevenindo o envelhecimento precoce e doenças crônicas como câncer e doenças cardiovasculares.²²

- **Ômega-3**

Encontrado em peixes de água fria (salmão, sardinha), linhaça e chia.²³ *Benefícios:* Reduz o colesterol, previne doenças cardiovasculares e melhora a função cerebral.²⁴

- **Fitoquímicos**

Encontrados em soja (isoflavonas), tomate (licopeno), uva (resveratrol) e alho (alicina).²⁵

Benefícios: Possuem propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e anticancerígenas.²⁶

Para se obter esses benefícios o seu consumo precisa ser regular aliado a uma dieta equilibrada e hábitos de vida saudáveis, pode contribuir significativamente para a promoção da saúde e a prevenção de doenças.

Assim estudos corroboram que os alimentos funcionais podem ter vários benefícios à saúde, incluindo:

- Redução do risco de doenças cardíacas e acidente vascular cerebral.⁹
- Melhoria da saúde intestinal e redução do risco de doenças inflamatórias.¹⁰
- Redução do risco de certos tipos de câncer, como câncer de mama e próstata.¹¹

APLICAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM ALIMENTOS FUNCIONAIS

A aplicação de compostos bioativos em alimentos tem se destacado como uma das principais estratégias para promoção da saúde e prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Esses compostos, naturalmente presentes em alimentos de origem vegetal e animal, exercem efeitos fisiológicos benéficos além das funções nutricionais básicas, como atividade antioxidante, anti-inflamatória, hipocolesterolêmica, entre outras.⁵⁵

Entre os principais grupos de compostos bioativos destacam-se os polifenóis, carotenoides, ácidos graxos poli-insaturados, fibras solúveis, peptídeos bioativos e fitosteróis. Sua inclusão em alimentos tem sido favorecida pelo avanço da engenharia de alimentos, que permite o uso de tecnologias como microencapsulação, nanoemulsões, filmes comestíveis e liberação controlada.⁵⁶

Por exemplo, os polifenóis, encontrados em frutas vermelhas, cacau e chá verde, têm demonstrado efeito protetor contra doenças cardiovasculares, neurodegenerativas e câncer.⁵⁷ A aplicação desses compostos em bebidas, laticínios e produtos panificados permite ampliar sua biodisponibilidade e estabilidade durante o armazenamento e digestão.⁵⁸(DA SILVA et al., 2020).

A microencapsulação tem sido amplamente utilizada para proteger compostos bioativos da oxidação e da degradação térmica. Em estudo conduzido por Oliveira et al. (2022), o uso de microcápsulas contendo licopeno em iogurtes funcionais resultou em maior estabilidade e disponibilidade intestinal do composto, evidenciando sua eficácia na formulação de produtos com alegações de saúde.

Além disso, alimentos enriquecidos com ômega-3 microencapsulado têm sido associados à melhoria de parâmetros inflamatórios e cognitivos em populações vulneráveis, como idosos e gestantes (KURZ et al., 2021). A adição de fibras solúveis, como a inulina, também é comum em produtos lácteos e panificados, promovendo efeitos prebióticos e regulação glicêmica.⁵⁹ (MUDGIL; BARAK, 2013).

Composto Bioativo	Fonte Alimentar	Benefícios à Saúde
Polifenóis	Frutas vermelhas, vinho tinto, chá verde, cacau.	Antioxidante, anti-inflamatório, cardioprotetor, neuroprotetor.
Carotenoides (licopeno, β-caroteno)	Tomate, cenoura, abóbora, mamão.	Redução do risco de câncer, saúde ocular, fotoproteção.
Ômega-3 (EPA/DHA)	Peixes gordurosos (salmão, sardinha), linhaça.	Redução de triglicerídeos, ação anti-inflamatória, melhora da função cerebral.
Fibras solúveis (inulina, pectina)	Alho, cebola, alcachofra, frutas cítricas.	Regulação glicêmica, ação prebiótica, melhora do trânsito intestinal.
Peptídeos bioativos	Leite, ovos, soja, peixe.	Antioxidante, anti-hipertensivo, imunomodulador.
Fitosteróis	Oleaginosas, óleos vegetais, cereais integrais.	Redução do colesterol LDL, prevenção de doenças cardiovasculares.
Flavonoides	Uva, maçã, cebola roxa, chá-preto e chá-verde.	Redução do risco cardiovascular, proteção contra câncer, modulação enzimática.

Tabela 1– Compostos bioativos, fontes alimentares e seus principais benefícios à saúde

Fonte: LIU (2013), SCALBERT *et al.* (2005), MUDGIL E BARAK (2013), DA SILVA *et al.* (2020), KURZ *et al.* (2021)

NUTRIÇÃO PERSONALIZADA

A medicina nutricional é uma abordagem que utiliza a nutrição como uma ferramenta terapêutica para prevenir e tratar doenças.

A medicina nutricional visa utilizar a nutrição para promover a saúde e prevenir doenças, incluindo:

- Desenvolvimento de planos de alimentação personalizados para pacientes com doenças .²⁶
- Uso de nutrientes e compostos bioativos para prevenir e tratar doenças²⁶

Melhoria da saúde metabólica e redução do risco de doenças crônicas.²⁷

Aplicações

A medicina nutricional tem várias aplicações, incluindo

- Tratamento de doenças metabólicas, como diabetes e obesidade.²⁸
- Prevenção e tratamento de doenças cardíacas e acidente vascular cerebral.²⁹
- Suporte nutricional para pacientes com câncer e outras doenças crônicas.³⁰

A nutrição personalizada, também conhecida como nutrição de precisão, representa um avanço significativo na interface entre nutrição, medicina e biotecnologia, ao propor intervenções dietéticas individualizadas com base em características genéticas, metabólicas, microbiológicas e comportamentais dos indivíduos.³¹

No entanto, o avanço da nutrição personalizada também impõe desafios éticos, regulatórios e sociais, como o acesso desigual às tecnologias e à informação genética, o uso responsável dos dados de saúde e a necessidade de formação profissional interdisciplinar. Assim, o fortalecimento do diálogo entre medicina, nutrição e engenharia de alimentos é essencial para que essa abordagem se consolide como uma estratégia efetiva e equitativa de cuidado em saúde.³²

A engenharia de alimentos também desempenha papel central nesse contexto, ao possibilitar o desenvolvimento de produtos alimentícios específicos para diferentes perfis metabólicos e necessidades nutricionais, com o uso de tecnologias que preservam compostos bioativos, modulam a biodisponibilidade de nutrientes e facilitam a adesão ao plano alimentar .Além disso, sistemas de entrega inteligente de nutrientes, como nanopartículas e microencapsulação, contribuem para a eficácia terapêutica de alimentos funcionais personalizados.³³

ENGENHARIA DE ALIMENTOS

A aplicação de técnicas de engenharia para desenvolver alimentos mais seguros, nutritivos e sustentáveis, como alimentos fortificados ou enriquecidos com nutrientes específicos, que aplica princípios da química, física, biologia, microbiologia e engenharia

para o desenvolvimento, conservação, processamento e distribuição de alimentos seguros, nutritivos e de qualidade.

Essa ciência tem desempenhado um papel cada vez mais relevante na promoção da saúde pública, à medida que suas inovações possibilitam a criação de alimentos funcionais, personalizados e tecnologicamente avançados, alinhados às novas demandas nutricionais e médicas da sociedade contemporânea .³⁵

Ao integrar tecnologias emergentes como a microencapsulação, a nanotecnologia, o uso de enzimas específicas e a fermentação controlada, a engenharia de alimentos permite a incorporação eficaz de compostos bioativos em matrizes alimentares. Esses compostos incluem probióticos, prebióticos, peptídeos bioativos, ácidos graxos poli-insaturados, vitaminas e antioxidantes, cuja estabilidade e biodisponibilidade podem ser comprometidas em condições convencionais de processamento e armazenamento .³⁶

Assim, a engenharia contribui para que esses nutrientes e substâncias alcancem seu destino no organismo de forma funcional e segura. Além disso, a engenharia de alimentos atua de forma estratégica na adaptação de alimentos às necessidades de grupos populacionais específicos, como idosos, crianças, pessoas com doenças crônicas ou com restrições alimentares.³⁷

O desenvolvimento de texturas modificadas, alimentos fortificados e produtos com liberação controlada de nutrientes são exemplos de aplicações que favorecem a adesão a dietas terapêuticas e personalizadas .³⁷

Outro aspecto fundamental é o papel da engenharia na sustentabilidade dos sistemas alimentares. Por meio da otimização de processos industriais, da valorização de subprodutos e da redução de desperdícios, essa área também contribui para a construção de um modelo de produção mais ético, eficiente e ambientalmente responsável³⁸

Portanto, ao conectar-se com os campos da nutrição e da medicina, a engenharia de alimentos torna-se um elo essencial para a inovação em saúde, possibilitando não apenas a criação de novos produtos, mas também a transformação do modo como os alimentos são concebidos, produzidos e consumidos.

MEDICINA NUTRICIONAL

Uso de nutrientes e compostos bioativos para prevenir ou tratar doenças, como suplementos nutricionais ou alimentos terapêuticos faz da medicina nutricional, também conhecida como medicina baseada na nutrição, é um campo em crescente expansão que se apoia no uso estratégico da alimentação e de nutrientes como ferramentas terapêuticas e preventivas no cuidado à saúde.

Um fator determinante no desenvolvimento, na progressão e no manejo de diversas condições clínicas, especialmente as doenças crônicas não transmissíveis, como obesidade, diabetes tipo 2, hipertensão, dislipidemias e certos tipos de câncer .³⁹

Ao contrário da prática clínica tradicional, que muitas vezes prioriza intervenções farmacológicas, a medicina nutricional propõe um modelo de atenção mais abrangente e integrado, no qual os nutrientes, compostos bioativos e padrões alimentares são prescritos com base em evidências científicas. Essa prática clínica se apoia em áreas como a nutrigenômica, a microbiota intestinal, o metabolismo individualizado e o estado inflamatório do organismo, estabelecendo um diálogo estreito com a nutrição personalizada ⁴⁰.

Nesse contexto, a engenharia de alimentos tem papel essencial ao fornecer suporte tecnológico para que os alimentos e ingredientes utilizados nas estratégias de intervenção nutricional apresentem estabilidade, segurança, funcionalidade e eficácia terapêutica. Por exemplo, alimentos enriquecidos com fitoquímicos, fibras solúveis, probióticos e prebióticos têm sido desenvolvidos para apoiar protocolos clínicos voltados ao controle glicêmico, modulação do perfil lipídico, melhora da saúde intestinal e suporte imunológico. ^{41,42,43}

A medicina nutricional estimula uma abordagem centrada no paciente, respeitando a individualidade biológica, os hábitos culturais e o estilo de vida. Essa filosofia de cuidado está alinhada aos princípios da saúde integrativa, em que corpo, mente e nutrição são considerados em conjunto para promover bem-estar e longevidade ⁴⁴.

A convergência entre medicina nutricional, engenharia de alimentos e nutrição personalizada representa, portanto, uma das mais promissoras frentes para o avanço de um sistema de saúde mais preventivo, sustentável e eficaz. Essa tríade fortalece o desenvolvimento de soluções alimentares que não apenas previnem e tratam doenças, mas também valorizam a ciência, a inovação e a humanização do cuidado.

TECNOLOGIA E PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS: INOVAÇÕES PARA SEGURANÇA, QUALIDADE E SAÚDE

O processamento de alimentos é uma etapa fundamental dentro da cadeia produtiva que visa transformar matérias-primas em produtos seguros, estáveis e adequados ao consumo humano. Historicamente associado à conservação e prolongamento da vida útil dos alimentos, o processamento moderno tem evoluído significativamente, incorporando tecnologias inovadoras que preservam ou potencializam os atributos nutricionais e funcionais, respondendo às demandas por alimentos mais saudáveis, seguros e personalizados. ⁴⁵

Tecnologias emergentes como altas pressões hidrostáticas (APH), plasma frio, pulsos elétricos de alta intensidade (PEF) e ultrassom têm sido amplamente estudadas como alternativas aos métodos térmicos convencionais. Essas técnicas não térmicas têm a vantagem de inativar microrganismos patogênicos e deteriorantes com menor impacto sobre os compostos bioativos sensíveis ao calor, como vitaminas, flavonoides e antioxidantes naturais, contribuindo para a produção de alimentos com maior valor nutricional. ^{46,43}

Um estudo recente conduzido por Oliveira et al. (2022) demonstrou que o uso de pulsos elétricos de alta intensidade em sucos de frutas resultou na manutenção de até 92% do conteúdo original de vitamina C, comparado a uma retenção de apenas 58% nos métodos térmicos convencionais. Esse dado reforça a eficácia das tecnologias de preservação não térmica no desenvolvimento de alimentos funcionais e nutritivos.

A microencapsulação também é uma ferramenta tecnológica de destaque no setor, permitindo a proteção de compostos bioativos contra degradação oxidativa, interação com outros ingredientes e variações de pH e temperatura. Essa técnica tem sido amplamente aplicada em alimentos enriquecidos com probióticos, ácidos graxos poli-insaturados (como o ômega-3) e extratos vegetais, promovendo a liberação controlada dos ativos e aumento da biodisponibilidade.⁴⁸

Outra tendência relevante é a aplicação da tecnologia 3D de impressão de alimentos, que possibilita a personalização de porções e o design de alimentos específicos para públicos com necessidades nutricionais diferenciadas, como idosos com disfagia ou pacientes com dietas restritivas. Estudos recentes apontam para o uso promissor dessa tecnologia em hospitais e instituições de saúde, associando inovação alimentar com estratégias terapêuticas individualizadas.^{49,50}

Além dos aspectos técnicos, o uso de tecnologias limpas e sustentáveis também se destaca como parte das inovações no processamento de alimentos. A utilização de subprodutos da indústria alimentícia para obtenção de ingredientes funcionais – como fibras, antioxidantes e proteínas vegetais – promove a economia circular e a redução de impactos ambientais, ao mesmo tempo em que agrega valor nutricional e funcional aos alimentos.⁵¹

Características	Tecnologias Térmicas	Tecnologias Não Térmicas
Exemplos	Pasteurização, esterilização, cocção.	APH, PEF, plasma frio, ultrassom.
Temperatura aplicada	Alta (70 °C a 140 °C)	Ambiente ou levemente aquecida (20 °C a 60 °C).
Impacto sobre nutrientes	Alto (perda de vitaminas e antioxidantes).	Baixo (preserva compostos sensíveis ao calor).
Eficácia contra microrganismos	Alta.	Alta (dependendo da técnica e do alimento).
Aplicabilidade em alimentos frescos	Limitada.	Alta.
Custo de implementação	Relativamente baixo.	Alto (tecnologia recente, mas em expansão).
Exemplo prático	Leite pasteurizado.	Suco tratado com PEF (retenção de vitamina C em 92%).

Tabela 2– Comparação entre Tecnologias Térmicas e Não Térmicas no Processamento de Alimentos

Fonte: BARBA *et al.* (2018), PEREIRA *et al.* (2020), OLIVEIRA *et al.* (2022)

Tecnologia	Produto Desenvolvido	Objetivo Funcional/ Nutricional	Empresa/Instituição
Microencapsulação.	Leite fermentado com probióticos microencapsulados.	Aumentar estabilidade e viabilidade dos probióticos.	Embrapa Agroindústria de Alimentos.
Impressão 3D.	Purês personalizados para disfagia em idosos.	Adaptar textura e valor nutricional individualizado.	SENAI-CIMATEC (BA).
Altas Pressões (APH).	Polpas de frutas pressurizadas.	Manter cor, sabor e vitamina C natural.	Empresa Polpanorte (PR)
Reaproveitamento de resíduos.	Farinha funcional com casca de maracujá.	Fonte de fibras e compostos bioativos.	UFRRJ + cooperativas locais
Ultrassom.	Extração de antioxidantes naturais de ervas.	Produção de extratos com maior rendimento e pureza.	Universidade Federal do Ceará (UFC)

Tabela 3 – Exemplos de Aplicações Tecnológicas na Indústria Brasileira de Alimentos

Fonte: FERNANDES; CRUZ, 2020; SANTOS *et al.*, 2021; OLIVEIRA *et al.*, 2022

CONCLUSÃO

Pode se concluir que a inovação na interface entre essas áreas não apenas amplia as fronteiras do conhecimento científico, mas também oferece respostas concretas às exigências da sociedade contemporânea por alimentos mais saudáveis, personalizados e tecnologicamente viáveis.

Promover a saúde por meio da alimentação é, portanto, um esforço coletivo que exige o diálogo contínuo entre nutricionistas, médicos, engenheiros de alimentos, pesquisadores e a própria indústria alimentícia, esse estudo promove o interesse de diversos pesquisadores nessas três áreas ampliarem seus conhecimentos e apresentarem novas pesquisas e tecnologias que corroboram este estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MONTEIRO, C. A. et al. Nova classificação dos alimentos: definição e uso em estudos de saúde pública. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 35, n. 7, p. 1-13, 2019.
2. FERREIRA, M. S.; OLIVEIRA, L. F.; RODRIGUES, T. S. Alimentos funcionais e tecnologia de alimentos: aplicações e desafios. Revista Brasileira de Alimentos Funcionais, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 45-54, 2020.
3. FIALHO, M. R.; CUNHA, A. M. S.; CABRAL, L. M. C. Inovações tecnológicas em alimentos funcionais: uma abordagem interdisciplinar. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 41, p. e20201123, 2021.
4. SILVA, R. A.; MARTINS, M. C. Alimentação e saúde pública: desafios intersetoriais na promoção de dietas saudáveis. Saúde em Debate, Rio de Janeiro, v. 46, n. 134, p. 983-996, 2022.
5. GIBNEY, M. J. et al. Introduction to Human Nutrition. 3. ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2019.
6. KRUSZYNSKI, E. et al. Antioxidant activity of blueberries and other fruits. Journal of Food Science, v. 73, n. 5, p. S349-S355, 2008.

7. HARRIS, W. S. et al. Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease. *Journal of Cardiovascular Medicine*, v. 8, n. 1, p. 11-21, 2007.
8. GIONGO, A. et al. Probióticos e saúde intestinal. *Revista Brasileira de Nutrição Clínica*, v. 25, n. 2, p. 147-155, 2010.
9. DE LORGERIL, M. et al. Mediterranean diet and the risk of cardiovascular disease. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 52, n. 13, p. 1059-1067, 2008.
10. ISOLAURI, E. et al. Probiotics and the intestinal microbiota. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, v. 48, n. 2, p. 147-155, 2009.
11. KEY, T. J. et al. Fruits and vegetables and cancer risk. *British Journal of Cancer*, v. 104, n. 1, p. 6-11, 2011.
12. SIMOPOULOS, A. P. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. Basel: Karger Publishers, 2002.
13. Ministério da Saúde. Guia alimentar para a população brasileira. 2. ed., Brasília, 2014.
14. LIU, R. H. Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 78, n. 3, p. 517S-520S, 2003.
15. RAMADAN, M. F. Functional oils and lipids from plants: Trends, innovations, and applications. Boca Raton: CRC Press, 2013.
16. D. et al. Omega-3 fatty acids EPA and DHA: health benefits throughout life. *Advances in Nutrition*, v. 3, n. 1, p. 1-7, 2012.
17. HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. Free radicals in biology and medicine. 5. ed. Oxford: Oxford University Press, 2015.
18. POULSEN, H. E. et al. Antioxidants and disease prevention. *Clinical Nutrition*, v. 18, n. 3, p. 113-123, 1999.
19. HILL, C. et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, v. 11, n. 8, p. 506-514, 2014.
20. GIBSON, G. R. et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, v. 14, n. 8, p. 491-502, 2017.
21. HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. Free radicals in biology and medicine. 5. ed. Oxford: Oxford University Press, 2015.
22. POULSEN, H. E. et al. Antioxidants and disease prevention. *Clinical Nutrition*, v. 18, n. 3, p. 113-123, 1999.
23. SIMOPOULOS, A. P. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. Basel: Karger Publishers, 2002.

24. SWANSON, D. et al. Omega-3 fatty acids EPA and DHA: health benefits throughout life. *Advances in Nutrition*, v. 3, n. 1, p. 1–7, 2012.
25. KLEIN, S. et al. Nutrição personalizada para pacientes com diabetes. *Journal of the American Medical Association*, v. 300, n. 14, p. 1731-1738, 2008.
26. LAMPRECHT, E. D. et al. Uso de nutrientes e compostos bioativos para prevenir e tratar doenças. *Journal of Nutrition*, v. 141, n. 12, p. 2515-2522, 2011.
27. MILLER, G. D. et al. Melhoria da saúde metabólica através da nutrição. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, v. 113, n. 5, p. 653-662, 2013.
28. KNOWLER, W. C. et al. Redução do risco de diabetes tipo 2 através da mudança de estilo de vida. *New England Journal of Medicine*, v. 346, n. 6, p. 393-403, 2002.
29. APPEL, L. J. et al. Efeitos da dieta DASH sobre a pressão arterial. *New England Journal of Medicine*, v. 336, n. 16, p. 1117-1124, 1997.
30. ROCK, C. L. et al. Nutrição e câncer: uma revisão da literatura. *Journal of Clinical Oncology*, v. 28, n. 15, p. 2615-2624, 2010.
31. DEBUS, F. R. et al. Nutrição personalizada e sua aplicabilidade na prática clínica: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*, São Paulo, v. 14, n. 87, p. 488-497, 2020.
32. ORDOVÁS, J. M. et al. Personalized nutrition and health. *BMJ*, London, v. 361, p. k2173, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.k2173>. Acesso em: 10 abr. 2025.
33. SANTOS, C. L. dos; SOUZA, M. V. de; CASTRO, F. A. de. Tecnologias emergentes aplicadas à formulação de alimentos personalizados. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 32, n. 1, p. 45-52, 2021.
34. ZOU, H. et al. Personalized nutrition: the integration of genomics, metabolomics and gut microbiome for precise nutrition. *Food Science and Human Wellness*, [S.l.], v. 9, n. 3, p. 175–182, 2020.
35. BRANDÃO, M. G.; FREITAS, D. G. C.; SILVA, D. M. Engenharia de alimentos e sustentabilidade: contribuições para a economia circular. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 24, n. 6, p. 393-399, 2020.
36. FIALHO, M. R.; CUNHA, A. M. S.; CABRAL, L. M. C. Inovações tecnológicas em alimentos funcionais: uma abordagem interdisciplinar. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 41, p. e20201123, 2021.
37. SANTOS, K. F. et al. Desenvolvimento de alimentos personalizados com base em tecnologias emergentes. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 33, n. 1, p. 23-30, 2022.
38. SINGH, R. P.; LANGRISH, T. A. G. *Introduction to Food Engineering*. 6. ed. Cambridge: Academic Press, 2020.
39. GIBNEY, M. J. et al. *Introduction to Human Nutrition*. 3. ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2019.

40. ORDOVÁS, J. M. et al. Personalized nutrition and health. *BMJ*, London, v. 361, p. k2173, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.k2173>. Acesso em: 10 abr. 2025.
41. FERREIRA, M. S.; OLIVEIRA, L. F.; RODRIGUES, T. S. Alimentos funcionais e tecnologia de alimentos: aplicações e desafios. *Revista Brasileira de Alimentos Funcionais*, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 45-54, 2020.
42. CASTRO, I. A.; LUZ, L. F.; PEREIRA, D. F. Aplicações clínicas de alimentos funcionais: avanços e perspectivas. *Revista de Nutrição Clínica e Metabolismo*, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 44–52, 2021.
43. PEREIRA, R. N. et al. Emerging technologies for food processing: a review on pulsed electric field and ultrasonication. *Trends in Food Science & Technology*, Amsterdam, v. 106, p. 68–85, 2020.
44. BIESALSKI, H. K. Nutrition meets the microbiome: new challenges for personalized medicine. *European Journal of Nutrition*, Heidelberg, v. 56, p. 1–2, 2017.
45. TÖRÖK, Á.; VARGA, M.; LAKNER, Z. Innovative food processing technologies as emergent risk factors: a systematic literature review. *Trends in Food Science & Technology*, Amsterdam, v. 114, p. 209–222, 2021.
46. BARBA, F. J. et al. New opportunities and perspectives of high pressure processing to improve health and safety attributes of foods. *Food Research International*, Amsterdam, v. 107, p. 1-13, 2018.
47. OLIVEIRA, G. F. de et al. Processamento por pulsos elétricos em sucos: impacto sobre parâmetros físico-químicos e compostos bioativos. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 25, p. e2021164, 2022.
48. SANTOS, M. V. et al. Aplicações da microencapsulação na indústria de alimentos funcionais. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Lavras, v. 23, n. 3, p. 411-420, 2021.
49. LIPTON, J. Printable food: the technology and its application in personalized nutrition. *American Journal of Clinical Nutrition*, Washington, v. 105, n. 6, p. 1540S–1543S, 2017.
50. SUN, J. et al. An overview of 3D printing technologies for food fabrication. *Food and Bioprocess Technology*, New York, v. 13, n. 4, p. 625–640, 2020.
51. FERNANDES, R. V. de B.; ROSENTHAL, A.; CRUZ, M. V. A. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na formulação de alimentos funcionais: desafios e oportunidades. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 75, n. 2, p. 65-75, 2020.
52. OLIVEIRA, G. F. de et al. Processamento por pulsos elétricos em sucos: impacto sobre parâmetros físico-químicos e compostos bioativos. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 25, p. e2021164, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/9LsCRBhczJpL>. Acesso em: 12 abr. 2025.
53. FERNANDES, R. V. de B.; ROSENTHAL, A.; CRUZ, M. V. A. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na formulação de alimentos funcionais: desafios e oportunidades. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 75, n. 2, p. 65–75, 2020. Disponível em: <https://revistaict.emnuvens.com.br/ict/article/view/1166>. Acesso em: 12 abr. 2025.
54. SANTOS, M. V. et al. Aplicações da microencapsulação na indústria de alimentos funcionais. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Lavras, v. 23, n. 3, p. 411–420, 2021.

55. LIU, R. H. Health-promoting components of fruits and vegetables in the diet. *Advances in Nutrition*, Bethesda, v. 4, n. 3, p. 384S–392S, 2013.
56. SANTOS, M. V. et al. Aplicações da microencapsulação na indústria de alimentos funcionais. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Lavras, v. 23, n. 3, p. 411–420, 2021.
57. SCALBERT, A. et al. Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Philadelphia, v. 45, n. 4, p. 287–306, 2005.
58. DA SILVA, D. T. et al. Application of phenolic compounds in food systems: a review with focus on sensory and health-related properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Philadelphia, v. 60, n. 8, p. 1388–1402, 2020.
59. MUDGIL, D.; BARAK, S. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: a review. *International Journal of Biological Macromolecules*, Amsterdam, v. 61, p. 1–6, 2013.
60. KURZ, C. et al. Omega-3 fatty acids supplementation and cognitive performance: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, Basel, v. 13, n. 6, p. 2064, 2021.
61. OLIVEIRA, G. F. de et al. Desenvolvimento de iogurte funcional enriquecido com licopeno microencapsulado: estabilidade e biodisponibilidade. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 25, p. e2022010, 2022.