

Fortaleza, CE / Junho, 2025

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

Tecnologia de fabricação de análogo a queijo cremoso simbiótico de amêndoas de caju

Selene Daiha Benevides⁽¹⁾, Mara Lorena Pereira Aires⁽²⁾, Barbara Alves Chagas⁽³⁾, Maria Yasmim Araújo da Costa⁽³⁾, Ananda Sarah Nunes Pacife⁽³⁾, Nedio Jair Wurlitzer⁽⁴⁾, Laura Maria Bruno⁽⁵⁾, Terezinha Feitosa Machado⁽⁶⁾, Deborah dos Santos Garruti⁽⁷⁾ e Ana Paula Dionísio⁽⁸⁾

⁽¹⁾Engenheira de Alimentos, doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE. ⁽²⁾Mestra em Gastronomia, doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos (UFC), Fortaleza, CE. ⁽³⁾Graduandas em Engenharia de Alimentos (UFC), bolsistas da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE. ⁽⁴⁾Engenheiro de Alimentos, doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE. ⁽⁵⁾Engenheira de Alimentos, doutora em Ciências Biológicas, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE. ⁽⁶⁾Engenheira de Alimentos, doutora em Bioquímica, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE. ⁽⁷⁾Engenheira de Alimentos, doutora em Ciência de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE. ⁽⁸⁾Cientista dos Alimentos, doutora em Ciência de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE.

Introdução

A castanha-de-caju, que é obtida do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), apresentou, em 2022–2023, uma produção global de 1,09 milhão de toneladas (CBI, 2024). No mesmo período, a produção brasileira se destacou como atividade econômica e social na região Nordeste do país, responsável por concentrar 99,7% das plantações, gerando valores anuais de US\$ 100 milhões (Sousa et al., 2022).

A amêndoa da castanha-de-caju (ACC) é considerada um alimento de excelente qualidade, rico em nutrientes. Rico, Bulló e Salvadó (2016) avaliaram amostras da Índia, do Brasil, da Costa do Marfim, do Quênia, de Moçambique e do Vietnã.

As amostras obtidas do Nordeste do Brasil apresentaram, para proteína bruta, teores de 20,2 g/100 g, para cinzas 2,6 g/100 g e para ácidos graxos totais 47,40 g/100 g. Do total de ácidos graxos, 17,3 g/100 g eram saturados; e 17,1 g/100 g poli-insaturados. As amostras de amêndoas de caju apresentaram 2.920 mg/100 g de esteróis totais na gordura. A fibra alimentar total

apresentou 3,6 g/100 g, carboidratos 20,9 g/100 g e 598 kcal/100 g de energia.

O teor de aminoácido com maior presença nas amostras foi de ácido glutâmico (4,9 g/100 g), seguido de arginina (2,3 g/100 g), ácido aspártico (1,9 g/100 g), leucina (1,6 g/100 g), serina e valina (1,2 g/100 g), lisina e fenilalanina (1,0 g/100 g).

A alanina e a glicina apresentaram 0,9 g/100 g, isoleucina, treonina e prolina (0,8 g/100 g), tirosina (0,7 g/100 g), histidina (0,5 g/100 g), cisteína + cistina e metionina (0,4 g/100 g) e triptofano total, com 0,3 g/100 g. A vitamina E (soma de tocoferóis) apresentou média de 5,9 mg/100 g, sendo a mais encontrada nas amostras, seguida da vitamina B3 (niacina total), com 1,4 mg/100 g. A provitamina A, que obteve teor de 9,9 µg/100 g, e a vitamina B12, com 0,1 µg/100 g, foram as vitaminas com menor quantidade encontrada nas amostras analisadas.

O potássio, com valor médio de 540 mg/100 g, foi o mineral mais abundante presente nas amostras, seguido pelo fósforo, com 470 mg/100 g; magnésio, com 240 mg/100 g; e cálcio, com 28 mg/100 g. Sódio, com 14 mg/100 g; ferro, com 5,1 mg/100 g; zinco,

com 5,0 mg/100 g; e selênio, com 0,075 mg/100 g, foram os metais pesados com menor teor.

As amêndoas de caju quebradas, obtidas do beneficiamento, possuem menor valor comercial; porém, têm o mesmo valor nutritivo, tornando-se excelente alternativa para uso em formulações de produtos tradicionais e análogos, a exemplo de bebidas, leite e queijo.

O análogo ao queijo é um produto não lácteo à base de plantas que apresenta características sensoriais similares ao queijo, sendo a gordura do leite substituída totalmente ou parcialmente por outras gorduras ou óleos vegetais (Apolinario et al., 2023). Em virtude das tendências globais voltadas ao consumo de alimentos mais saudáveis, a demanda por produtos análogos aos de origem animal tem apresentado crescimento nos últimos anos. Segundo Martinelli e De Canio (2022), os consumidores flexitarianos, e até mesmo os consumidores de um modo geral, estão mudando o estilo de vida e os hábitos alimentares, indicando o aumento da aquisição de alimentos de origem vegetal. Ademais, vários fatores éticos reforçam essas novas escolhas e influenciam a compra desses alimentos, como impacto ambiental, bem-estar animal, preocupações com a saúde, práticas espirituais, assim como o preço.

Os consumidores têm se preocupado com o impacto da alimentação no bem-estar e com a busca por alimentos que ofertam, além da nutrição básica, benefícios à saúde, a exemplo dos alimentos funcionais, que podem prevenir doenças crônicas e degenerativas, como câncer e diabetes (Brasil, 2009). Estima-se que o mercado global de alimentos funcionais deverá crescer, até 2028, de R\$ 186,22 bilhões para 212,85 bilhões (Mordor Intelligence, 2023).

Alimentos funcionais e seus componentes proporcionam benefícios à saúde que vão além da nutrição básica, fornecendo nutrientes essenciais e outros componentes biologicamente ativos que contribuem para benefícios à saúde ou efeitos fisiológicos desejáveis (*Institute of Food Technologists*, 2021). Segundo Garud et al. (2023), órgãos reguladores tentam reforçar mundialmente os requisitos para alegações de alimentos funcionais, garantindo que apenas produtos cientificamente validados recebam reconhecimento.

Simbiótico é a combinação de prebiótico e probiótico, sendo frequentemente considerado mais eficaz porque fornece tanto bactérias benéficas quanto o alimento que elas precisam para crescer. Os prebióticos, a exemplo dos fruto-oligossacarídeos – FOS, são fibras não digeríveis que alimentam os probióticos, a exemplo do *Bifidobacterium animalis* BB-12,

garantindo que os probióticos tenham um suprimento constante de nutrientes, possibilitando a melhoria da sua viabilidade e funcionalidade. A sinergia entre os dois ajuda a manter a microbiota intestinal mais saudável, além de melhorar a digestão e fortalecer o sistema imunológico de forma mais eficaz do que os probióticos isoladamente (Misra et al., 2021; Gu et al., 2022; Rashidinejad et al., 2022; Bhutto et al., 2025). Segundo a World Gastroenterology Organisation (2023), quando consumidos em quantidades adequadas, atuam sobre a microbiota intestinal para beneficiar e promover a saúde intestinal e o bem-estar geral do organismo do indivíduo.

Este Comunicado Técnico descreve o processo de produção desenvolvido para um análogo a queijo cremoso simbiótico de amêndoas de caju, elaborado a partir de amêndoas quebradas, como uma alternativa inovadora no setor de produtos plant-based.

Etapas de produção

As amêndoas de castanha-de-caju (ACC) foram adquiridas em unidade processadora de castanhas localizada no município de Aquiraz, Ceará, Brasil. Foram cedidos 20 kg de castanha crua Tipo P1 (pedaço graúdo) embalados em sacos plástico a vácuo e caixa de papelão. Ao chegarem na Embrapa Agroindústria Tropical, as ACC foram porcionadas em sacos a vácuo com capacidade para 500 g e, em seguida, levadas à câmara de congelamento (-18 °C) até o momento do processamento.

Na figura 1, estão descritas as etapas para a produção do análogo a queijo cremoso simbiótico à base de amêndoas de castanha-de-caju (ACC) quebradas.

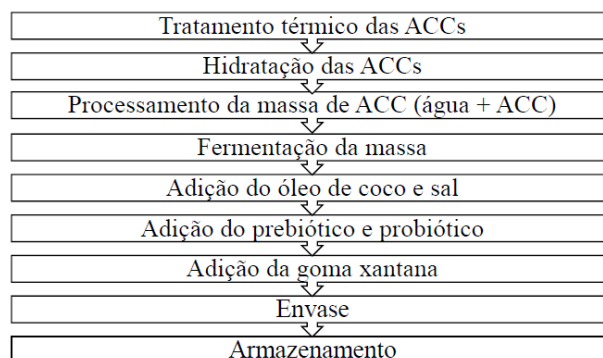


Figura 1. Etapas do processamento do análogo a queijo cremoso simbiótico elaborado a partir de amêndoas de caju quebradas.

As ACC foram pesadas e despejadas em um recipiente plástico para o tratamento térmico. Uma quantidade de água suficiente para cobrir todo o volume das ACC foi aquecida até a temperatura de

100 °C e despejada no recipiente plástico, onde permaneceu por 3 minutos. Essa etapa visa reduzir ao máximo possível alguma contaminação advinda do beneficiamento. Passado esse tempo, observou-se que a água estava com a cor mais escura; então a água foi drenada, e o processo com água fervente foi repetido. Após a água atingir a temperatura aproximada de 32 °C, o recipiente foi tampado e levado a uma geladeira doméstica, sob temperatura de

refrigeração (8 °C), pelo período de 24 horas, para a hidratação das ACC (Figura 2A). Em seguida, a água foi drenada e pesadas as ACCs hidratadas (Figura 2B).

Para o processamento da massa, as amêndoas foram trituradas com água potável na proporção 1:1 (ACC:água) em liquidificador durante 5 minutos, em média rotação, para que a massa ficasse totalmente homogênea e sem grumos (Figura 3).



Fotos: Selene Daiha Benevides

Figura 2. Tratamento térmico (A); amêndoas de castanha-de-caju hidratadas (B).



Foto: Selene Daiha Benevides

Figura 3. Preparo da massa de ACC.

Para a etapa da fermentação, a cultura *starter* RSF-736 foi adicionada na proporção de 0,03% em relação ao peso total da massa e homogeneizada lentamente durante 3 minutos com *mixer* doméstico. Em seguida, a massa foi distribuída em béqueres de 1 L, que foram cobertos com filme plástico e incubados em estufa BOD (*Biochemical Oxygen Demand* – Demanda Bioquímica de Oxigênio) por 15 horas a 36 °C (Figura 4).

Após a fermentação, os demais ingredientes foram acrescentados e homogeneizados com *mixer* doméstico na seguinte ordem: óleo de coco sem sabor e sem odor; sal; prebiótico frutooligossacarídeos (FOS) com 90,48% de pureza; probiótico *Bifidobacterium animalis* BB-12 na concentração de 10^{10} UFC/mL de solução salina; e a goma xantana (Figura 5).

Foto: Selene Daiha Benevides



Figura 4. Fermentação da massa.

Fotos: Selene Daiha Benevides

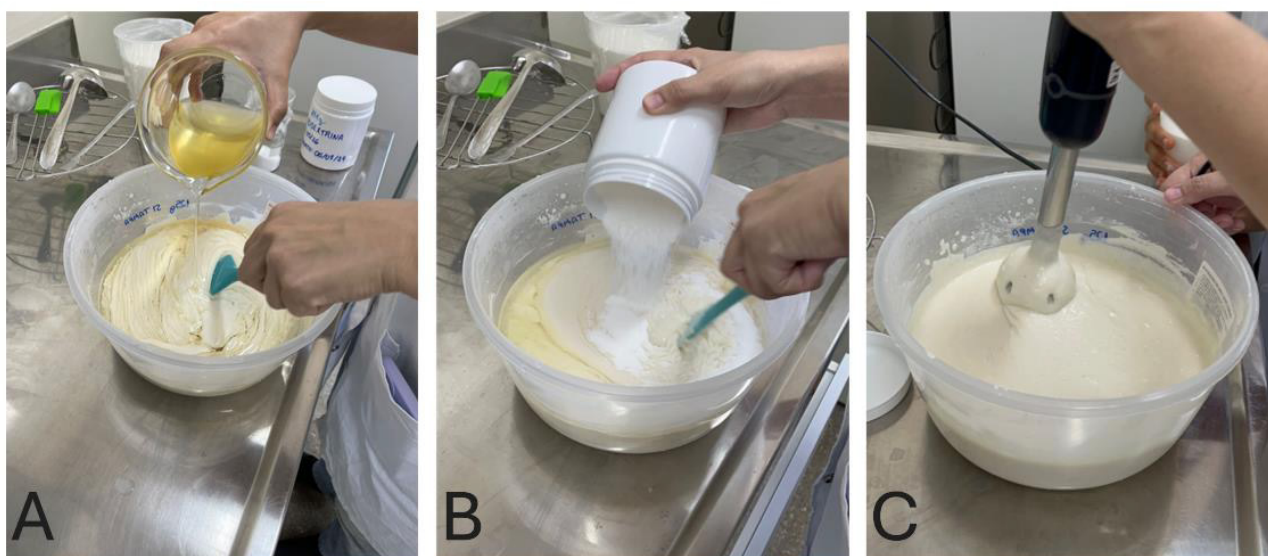


Figura 5. Adição do óleo de coco (A); adição do FOS (B); homogeneização dos ingredientes (C).

A Tabela 1 apresenta a proporção dos ingredientes utilizados na formulação do análogo a queijo cremoso simbiótico de amêndoas de caju.

Tabela 1. Ingredientes utilizados na formulação do análogo a queijo cremoso simbiótico de amêndoas de caju.

Ingrediente	Proporção (%)
Massa de ACC fermentada	78,84
FOS	12
Óleo de coco	7,0
Sal	1,1
Solução <i>B. animalis</i> BB-12*	1,0
Goma xantana	0,06

*10¹⁰ UFC de BB-12 por mL da solução salina.

O produto foi envasado em potes sanitizados e armazenado sob refrigeração a 8 °C (Figura 6). O análogo a queijo simbiótico de amêndoas de caju desenvolvido foi avaliado quanto à composição centesimal, à análise microbiológica e sensorial.

Foto: Selenê Daiha Benevides



Figura 6. Análogo a queijo cremoso simbiótico de amêndoas de caju. Fonte: Patrícia Mendes, 2024.

Composição centesimal

Para a determinação da composição centesimal (Tabela 2), foi utilizada a metodologia recomendada pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2016). O teor de carboidratos foi determinado pela diferença entre 100 gramas e os teores de umidade, proteínas, lipídios e cinzas.

Tabela 2. Composição centesimal do análogo a queijo cremoso simbiótico de amêndoas de caju.

Determinação	Análogo a queijo
Umidade (%)	56,9
Lipídios (%)	18,6
Cinzas (%)	1,5
Proteínas (%)	5,8
Carboidratos (%)	17,2

Teor de FOS e *B. animalis* BB-12

O teor de FOS e a contagem *B. animalis* BB-12 foram realizados no primeiro dia após a produção do análogo a queijo cremoso simbiótico de amêndoas de caju.

O teor de FOS utilizado foi calculado por estimativa a partir dos dados apresentados no rótulo do produto. Segundo o fabricante, a cada 100 g do suplemento alimentar, 90,48 g são FOS puro. A média obtida nas análises de FOS foi de 9,17 g/100 g de produto, o equivalente entre 2,7 a 2,8 g por porção (30 g), atendendo à legislação (Brasil, 2019) para prebiótico, que é de no mínimo 2,5 g de FOS por porção (30 g).

A identificação e quantificação da sacarose, glicose, frutose e FOS, relativa à síntese para produção de FOS, foi obtida por análise em cromatografia de íons (HPLC-PAD). As amostras (25 µL) foram injetadas em um sistema Dionex DX-500 (Sunnyvale, CA, EUA), que consiste em uma bomba gradiente GP50, um detector eletroquímico ED-40 operando na forma de pulso amperométrico, um eletrodo de ouro e um eletrodo de referência Ag-AgCl. As amostras foram analisadas utilizando-se uma coluna de troca aniônica CarboPac (240 x 4 mm) e uma coluna de proteção CarboPac PA100 (50 x 4 mm). A eluição foi realizada utilizando-se como solventes uma solução de NaOH 100 mM e uma solução de NaOH 100 mM contendo 500 mM de acetato de sódio (Aguar-Oliveira, 2007).

O análogo a queijo cremoso simbiótico de amêndoas de caju foi avaliado quanto ao número de células viáveis de BB-12. Uma alíquota do análogo a queijo cremoso foi diluída 1:10 em água peptonada e foram preparadas diluições seriadas até 10⁸. Alíquotas de 0,1 mL das diluições 10⁶, 10⁷ e 10⁸ foram inoculadas por espalhamento em ágar MRS adicionado de cisteína a 10%, cloreto de lítio e propionato de sódio (Lapierre et al., 1992). As placas foram incubadas em anaerobiose a 37 °C por 48 horas.

Decorrido esse período, a contagem foi realizada e expressa em Unidades Formadoras de Colônia (UFC/g).

A amostra analisada atendeu à recomendação da legislação brasileira (Brasil, 2016; Brasil, 2019), que determina os requisitos específicos para alimentos com alegações de propriedades funcionais ou de saúde, sendo considerada para probiótico uma quantidade mínima de células viáveis, entre 8 e 9 log UFC.g⁻¹ de BB-12 por grama de amostra.

Aceitação global e intenção de compra

A avaliação sensorial do análogo a queijo cremoso simbiótico de amêndoas de caju foi realizada após 9 dias da sua fabricação, tendo em vista o prazo necessário para liberação do resultado da qualidade microbiológica.

A pesquisa recebeu aprovação do CONEP (Comissão Nacional de Ética em Pesquisa) sob parecer nº 3.117.036. Antes de realizar o teste sensorial, cada provador assinou o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) e preencheu um questionário referente à formação de perfil de provadores.

O teste de aceitação foi realizado por 60 provadores não treinados no Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria Tropical. Foi utilizada a escala hedônica de 9 pontos, variando de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo). A intenção de compra foi avaliada pela escala de 5 pontos, variando de 1 (certamente não compraria) a 5 (certamente compraria).

O produto apresentou média 7 para aceitação global, equivalente a “gostei”; para a intenção de compra, a média obtida foi entre 4 e 5, equivalente a “provavelmente compraria” e “certamente compraria”, respectivamente.

Considerações finais

O análogo a queijo cremoso simbiótico de amêndoas de caju apresentou composição centesimal, teores de FOS e *B. animalis* BB-12, e aspectos sensoriais (aceitação global e intenção de compra) adequados, podendo ser considerado como uma alternativa de produto plant-based para consumidores que buscam produtos com enriquecimento funcional.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Embrapa pelo suporte financeiro; e à Usina Brasileira de Óleos e Castanha Ltda. (Usibras) por ceder as amêndoas de castanha-de-caju.

Referências

- AGUIAR-OLIVEIRA, E. **Imobilização da enzima frutotransferase extracelular de *Rhodotorula* sp. e aplicação na produção de fruto-oligosacarídeos.** Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP: [s.n.], 2007.
- AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis of the AOAC International.** 20. ed. MD, USA: Dr. George W. Latimer, Jr. Rockville, 2016.
- APOLINARIO, I. da S.; SHIGEMATSU, E.; FAVONI, S. P. de G.; DORTA, C.; GIANNONI, J. A.; MACHADO, F. M. V. F.; PARDO, R. B. Desenvolvimento e análise de “queijo” vegetal com extrato aquoso de amendoim e transglutaminase microbiana como agente tecnológico. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 8, p. 1710-1724, ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v9i8.11011>.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Alegações de propriedades funcionais aprovadas.** Publicado em 11 de novembro de 2019. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-de-produtos-origem-vegetal/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/alegacoes-de-propriedade-funcional-aprovadas_anvisa.pdf. Acessado em: 12 fev. 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Alimentos com alegações funcionais e/ou de saúde.** Atualizado em dezembro de 2016. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/alimentos/alegacoes>. Acessado em: 6 de maio de 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Alimentos funcionais.** Biblioteca Virtual em Saúde. 2009. Disponível em: <https://bvsm.sau.gov.br/alimento-funcionais/>. Acesso em: 23 nov. 2024.
- BHUTTO, R. A.; BHUTTO, N. ul Ain H.; MAHAR, H.; KHANAL, S.; WANG, M.; IQBAL, S.; FAN, Y.; YI, J. Recent trends in co-encapsulation of probiotics with prebiotics and their applications in the food industry. **Trends in Food Science & Technology**, v. 156, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104829>.

CBI. The European market for cashew nut.

The Netherlands, 2024. Disponível em: <https://www.cbi.eu/market-information/processed-fruit-vegetables-edible-nuts/cashew-nuts/market-potential>. Acesso em: 23 fev. 2024.

GARUD, S. R.; LAMDANDE, A. G.; GHOLAP, S. R. Regulations on functional foods and nutraceuticals. In: ANANDHARAMAKRISHNAN, C.; SUBRAMANIAN, P. (ed.). **Industrial application of functional foods, ingredients and nutraceuticals: Extraction, processing and formulation of bioactive compounds**. Londres: Academic Press, 2023. p. 785-823. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824312-1.00022-4>.

GU, Q.; YIN, Y.; YAN, X.; LIU, X.; LIU, F.; McCLEMENTS, D. J. Encapsulation of multiple probiotics, synbiotics, or nutrabiobiotics for improved health effects: A review. **Advances in Colloid and Interface Science**, 309, 102781, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cis.2022.102781>.

INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS. **The 411 on functional foods**. <https://www.ift.org/career-development/learn-about-food-science/food-facts/food-facts-food-health-and-nutrition/the-411-on-functional-foods>. (2021).

LAPIERRE, L.; UNDELAND, P.; COX, L. J. Lithium chloride-sodium propionate agar for the enumeration of bifidobacteria in fermented dairy products. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 5, p. 1192-1196, 1992.

MARTINELLI, E.; DE CANIO, F. Non-vegan consumers buying vegan food: the moderating role of conformity. **British Food Journal**, v. 124, n. 1, p. 14-30, 2022.

MISRA, S.; PANDEY, P.; MISHRA, H. N. Novel approaches for co-encapsulation of probiotic bacteria with bioactive compounds, their health benefits and functional food product development: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 109, p. 340-351, 2021.

MORDOR INTELLIGENCE. Tamanho do mercado de alimentos funcionais e análise de participação:

Tendências e previsões de crescimento (2024 – 2029). Disponível em: www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/global-functional-food-market. Acesso em: 23 nov. 2024.

RASHIDINEJAD, A.; BAHRAMI, A.; REHMAN, A.; REZAEI, A.; BABAZADEH, A.; SINGH, H.; JAFARI, S. M. Co-encapsulation of probiotics with prebiotics and their application in functional/synbiotic dairy products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 62, n. 9, p. 2470-2494, 2022.

RICO, R.; BULLÓ, M.; SALAS-SALVADÓ, J. Nutritional composition of raw fresh cashew (*Anacardium occidentale* L.) kernels from different origin. **Food Science & Nutrition**, v. 4, n. 2, p. 329-338, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.294>.

SOUSA, T. L. T. L.; SHINOHARA, N. K. S.; MARQUES, M. D. F. F.; LIMA, G. S. D.; ANDRADE, S. A. C. Drink with probiotic potential based on water-soluble extract from cashew nuts. **Ciência Rural**, v. 52, e20210218, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210218>.

WORLD GASTROENTEROLOGY ORGANISATION.**Diretriz Mundial da Organização Mundial de Gastroenterologia: Probióticos e prebióticos.**

Milwaukee, 2023. Disponível em: <https://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/probiotics-and-prebiotics-portuguese-2023.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2024.

Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Pernambuco, 2.270, Pici
60511-110 Fortaleza, CE
www.embrapa.br/agroindustria-tropical
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente: *José Roberto Vieira Junior*

Secretária-executiva: *Celli Rodrigues Muniz*

Membros: *Afrânio Arley Teles Montenegro, Aline Saraiva Teixeira, Eveline de Castro Menezes, Francisco Nelsieudes Sombra Oliveira, Helenira Ellery Marinho Vasconcelos, Kirley Marques Canuto, Laura Maria Bruno, Marlon Vagner Valentim Martins, Pablo Busatto Figueiredo, Roselayne Ferro Furtado e Sandra Maria Morais Rodrigues*

Comunicado Técnico 293

ISSN 1679-6535

Junho, 2025

Edição executiva: *Celli Rodrigues Muniz*

Revisão de texto: *José Cesamildo Cruz Magalhães*

Normalização bibliográfica: *Rita de Cassia Costa Cid (CRB-3/624)*

Projeto gráfico: *Leandro Sousa Fazio*

Diagramação: *José Cesamildo Cruz Magalhães*

Publicação digital: PDF



**Ministério da
Agricultura e Pecuária**

Todos os direitos reservados à Embrapa.