



EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO NA ESTABILIDADE FÍSICA DE BEBIDA DE CASTANHA DE CAJU

Effect of thermal treatment on physical stability of Cashew nut beverage

Brendo da Conceição Lima DIAS¹, Katiuchia Pereira TAKEUCHI²

RESUMO: A estabilidade física de bebidas vegetais é um grande problema na indústria de alimentos, sendo influenciada pela natureza da matéria-prima, composição da bebida e condições de processamento. O uso de calor favorece a qualidade microbiológica e extensão da vida de prateleira, no entanto afeta pode afetar as propriedades sensoriais e nutricionais dos alimentos. O objetivo desse trabalho é avaliar o efeito de diferentes condições de tratamento térmico na estabilidade física de bebida à base de castanha de caju. A produção da bebida consiste basicamente na trituração da amêndoa da castanha de caju com água na proporção de 1:8 (castanha: água) seguida de filtração, de forma a obter uma emulsão homogênea, com aparência semelhante ao leite bovino. Para determinação do melhor binômio tempo e temperatura instalou-se experimento em delineamento fatorial 5x4 (2, 5, 10, 20 e 30 minutos; 65 °C, 70 °C, 75 °C e 80 °C). Os efeitos dos tratamentos térmicos sobre a estabilidade física da bebida foram avaliados através de análise de tamanho de partículas obtidos por meio de programa de processamento de imagens, sedimentação em centrífuga (% m/m) e observação de alteração visual. Os tratamentos a 70 °C, em especial para 30 minutos de aquecimento, apresentaram menor diâmetro médio (entre 0,64 a 2,32 µm) e maior homogeneidade em relação a distribuição do tamanho de partículas, em consonância com menores percentuais de sedimentação. O conhecimento dessas condições pode auxiliar no dimensionamento e condução de processos em empreendimentos agroindustriais.

Palavras-chave: Substitutos de leite. Caju. Estabilidade física. Pasteurização.

ABSTRACT: The physical stability of vegetable beverages is a major problem in the food industry, being influenced by the nature of the raw material, beverage composition and processing conditions. The use of heat favors the microbiological quality and extension of the shelf life, however it affects can affect the sensory and nutritional properties of foods. The objective of this work is to evaluate the effect of different heat treatment conditions on the physical stability of cashew nut beverage. The production of the drink basically consists of crushing the cashew nut with water in the proportion of 1: 8 (cashew nut: water) followed by filtration, in order to obtain a homogeneous emulsion, with an appearance similar to bovine milk. To determine the best time and temperature binomial, an experiment in a 5x4 factorial design (2, 5, 10, 20 and 30 minutes; 65 °C, 70 °C, 75 °C and 80 °C) was installed. The effects of heat treatments on the physical stability of the beverage were evaluated through the analysis of particle size obtained through an image processing program, sedimentation in a centrifuge (% w / w) and observation of visual changes. The treatments at 70 °C, especially for 30 minutes of heating, showed a lower average diameter (between 0.64 to 2.32 µm) and greater homogeneity in relation to the particle size distribution, in line with lower sedimentation percentages. The knowledge of these conditions can assist in dimensioning and conducting processes in agroindustrial enterprises.

Key words: Milk substitutes. Cashew. Physical stability. Pasteurization.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 20/04/2021, aprovado em 05/06/2021

¹ Graduando em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Mato Grosso - Campus Cuiabá, Cuiabá/MT – Brasil, e-mail: brendocldias@gmail.com*

² Professora Associada do curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Mato Grosso - Campus Cuiabá, Cuiabá/MT – Brasil, e-mail: katiuchia.takeuchi@gmail.com

INTRODUÇÃO

Observa-se o crescimento da demanda por produtos sem leite e derivados no mercado mundial, em virtude do crescimento da dieta vegana, intolerância a lactose e alergia a proteína do leite. O desenvolvimento de novos produtos é de fundamental importância para empresas, pois estes estão relacionados diretamente com as tendências de consumo e necessidades dos consumidores. Uma forma de inovar e considerar as necessidades nesse setor é através do desenvolvimento de substitutos de leite a base de plantas, como cereais nozes e amêndoas (SILVA et al., 2020).

Alternativas ao leite a base de plantas são fluidos resultantes da quebra de material vegetal (amêndoas, leguminosas, nozes, cereais) extraídos em meio aquoso e homogeneizados, resultando em um produto similar ao leite em aparência e consistência (SETHI et al., 2016).

Substitutos de leite a base de plantas são sistemas coloidais que possuem partículas como proteínas, lipídios, amido e outras partículas sólidas. Devido a isso há dificuldades em produzir um produto estável (MANZOOR et al., 2019).

A estabilidade dessas bebidas é um dos principais problemas enfrentados pela indústria de alimentos, visto que instabilidade nesses sistemas coloidais, pode alterar as propriedades sensoriais e comprometer a aceitação do produto (SILVA et al., 2020)

Os sistemas coloidais podem ser desestabilizados por diversos mecanismos físicos, como separação gravitacional (cremeação e/ou sedimentação) agregação (floculação e / ou coalescência) e separação de fases. Também podem ser desestabilizados por alterações físico químicas (oxidação ou hidrólise) e microbiológicas (deterioração por microrganismos) (MCCLEMENTS et al., 2019).

A estabilidade dos extratos pode ser melhorada pela diminuição do tamanho de partículas, aumento da solubilidade ou pela inclusão de hidrocoloides e emulsificantes (MÄKINEN et al., 2016).

A estabilidade coloidal dessas bebidas também depende das condições de processamento. As bebidas vegetais são comumente processadas por meio de tratamentos térmicos, como pasteurização ou esterilização, que melhoram a estabilidade microbiológica e prolongam a vida de prateleira. Entretanto, as altas temperaturas podem causar alterações químicas indesejáveis, que incluem destruição de aminoácidos (desnaturação) e vitaminas, reações de escurecimento e desenvolvimento de sabores cozidos (FERRAGUT et al., 2015; POLISELI-SCOPEL et al., 2012).

Tendo em vista essas alterações, métodos não térmicos como microondas, alta pressão (HP), esterilização ultravioleta (UV-C), campo elétrico pulsado (PEF) e ultrassom (US) tem sido propostos como alternativas aos tratamentos térmicos (SILVA et al., 2020). No entanto, a implementação de métodos sofisticados tem custos elevados, sendo incompatíveis com a realidade de vários empreendimentos agroindustriais.

O substituto de leite à base de soja ainda é o tipo mais comum, mas alternativas à base de outros materiais vegetais, como cereais e nozes, também começam a ser elaboradas. A castanha-de-caju é uma das mais importantes no comércio internacional e seu processamento comercial rende até 40% de amêndoas quebradas. A produção de extrato hidrossolúvel à base de amêndoas de castanha-de-caju quebradas, consideradas como subprodutos de menor valor agregado, é

uma alternativa para aumentar seu valor econômico (LIMA et al., 2018).

Portanto, o objetivo desse trabalho é avaliar o efeito de diferentes condições de tratamento térmico na estabilidade física de bebida à base de castanha de caju.

MATERIAL E MÉTODOS

Elaboração da bebida de castanha de caju

A castanha de caju triturada e torrada foi adquirida no comércio local de Cuiabá, Mato Grosso, Brasil e levada ao laboratório de Bioquímica e Biotecnologia da Faculdade Nutrição/UFMT. As amêndoas foram pesadas e misturadas com água mineral, respeitando a proporção de 1:8 (amêndoa: água), e trituradas em liquidificador (MONDIAL, PREMIUM 600 W, Brasil) por 5 minutos em temperatura ambiente (Figura 1). Em seguida, o extrato foi filtrado em tecido Voil branco (Figura 2), separou-se os resíduos retidos nos tecidos e o extrato obtido foi armazenado em garrafas de vidro para realização de análises.

Figura 1. Trituração e homogeneização em liquidificador.



Figura 2. Filtração do extrato.



Tratamento térmico

As amostras de bebida de castanha de caju foram submetidas a tratamentos térmicos em banho termostático com circulação (CENTAURO, Brasil). Foram utilizadas alíquotas de 5 mL do extrato, em triplicata, acondicionados em tubos de vidro tampados, previamente identificados. Para determinação do melhor binômio tempo e temperatura instalou-se experimento em delineamento fatorial 5x4 (2, 5, 10, 20 e 30 minutos; 65 °C, 70 °C, 75 °C e 80 °C). Os efeitos dos

tratamentos térmicos sobre a estabilidade física da bebida foram avaliados através de dados de distribuição do tamanho das partículas, sedimentação em centrifuga e observação de alteração visual.

Tamanho das partículas

A análise da distribuição do tamanho de partículas foi realizada por meio de programa de processamento de imagens de domínio público ImageJ 1.48 v (Rasband, National Health Institute, EUA) disponível para sistema operacional Windows. As imagens foram obtidas com Smartphone Samsung J7 Prime 13 Mpx com auxílio de tripé. Na captura das imagens as amostras foram analisadas a 100x em Microscópio ótico (OLYMPUS, BX41TF, Japão). Para o preparo da lâmina foi utilizado uma gota pequena da amostra e cobriu-se com uma lamínula, e para melhor visualização utilizou-se óleo de imersão.

No programa ImageJ foram realizados ajustes nas imagens como correção de cor, remoção de fundo da imagem e função “threshold” e posteriormente análise de partículas. O tamanho das partículas foi mensurado pelo diâmetro da área superficial ($D_{3,2}$) e diâmetro médio do volume ($D_{4,3}$), e também foi calculado o valor de Span.

Taxa de sedimentação (% m/m)

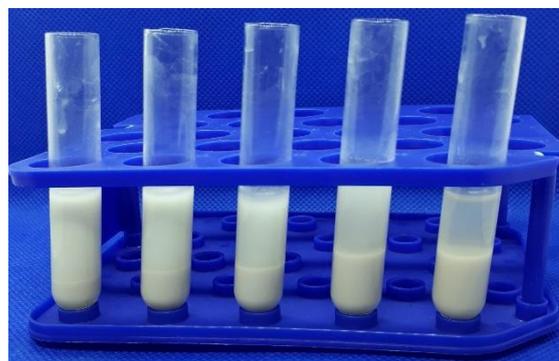
Para sedimentação em centrífuga, foram pesados cerca de 2 g de amostra vertidos em microtubos de 2 mL centrifugados (SCIOGEX, D1008E 5000 rpm e 1360 g) por 10 minutos. A metodologia foi adaptada Valencia-Flores et al. (2013). O microtubos foram previamente identificados de acordo com as amostras da bebida submetida a diferentes condições de tratamento térmico. Depois de remover a fase líquida, os microtubos com sedimento foram pesados e os resultados expressos em porcentagem de sedimentação. Destaca-se que é necessário cuidado na retirada do sobrenadante da amostra para não perder o sedimentado. Foi realizado o tratamento estatístico dos dados, utilizando ANOVA e submeteu-se a teste de Tukey ($p < 0,05$), os resultados foram expressos em média.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizado a observação visual da estabilidade das amostras da bebida em termos de ocorrência de cremação e sedimentação no fundo dos tubos. Em todos os tratamentos térmicos foi observado uma sedimentação natural após algumas horas em repouso sob refrigeração. Destaca-se que nos ensaios a 80° C a separação de fases é mais evidente,

sobretudo acima de 10 minutos de aquecimento, conforme observado na Figura 3.

Figura 3. Amostras da bebida de castanha de caju submetida a 80 °C por 2, 5, 10, 20 e 30 min. de aquecimento (da esquerda para direita).



Em consonância com as observações visuais foram mensurados os percentuais de sedimentação das amostras, conforme apresentado na Tabela 1. As amostras tratadas a 70 °C apresentaram médias inferiores em todos intervalos de tempo de aquecimento comparado aos tratamentos em outras temperaturas. A menor média observada foi 9,98% para 70 °C por 2 min. de aquecimento. Apesar disso, não foi a considerada significativa a diferença na maioria dos tratamentos.

A ocorrência de sedimentação é comum até em amostras de bebidas vegetais comerciais, como apresentado por Jeske et al. (2017), onde observaram que as amostras à base de amêndoa, macadâmia, cânhamo, avelã e soja apresentaram estabilidades consideráveis com valores $< 10\%$ / h.

De acordo com esse estudo ainda se destaca que em bebidas comerciais que possuem ingredientes estabilizantes apresentam viscosidade mais elevada. Os estabilizantes melhoram a estabilidade simplesmente aumentando a viscosidade da fase contínua.

Embora a sedimentação de sólidos forçados por centrifugação não seja uma medida direta da verdadeira estabilidade física, ela dá uma ideia da estabilidade potencial do sistema coloidal. Um valor alto desse parâmetro indica uma baixa estabilidade como resultado da sedimentação de partículas. Além disso, esse índice pode estar relacionado à percepção de granulação na boca (VALENCIA-FLORES et al., 2013).

Os problemas de estabilidade mais comuns de bebidas vegetais são a cremação (formação de gotículas de óleos na superfície) e a sedimentação de partículas sólidas, ambos fenômenos dependem em grande parte pela distribuição de tamanho de partículas (POLISELI-SCOPEL et al., 2012).

Tabela 1. Taxa de sedimentação (% m/m) em centrífuga de amostras de bebida de castanha de caju submetida a diferentes condições de tratamento térmico.

Temperatura (°C)	Tempo de aquecimento (minutos)				
	2	5	10	20	30
65	10,12 ± 0,12 b	12,30 ± 1,23 ab	11,94 ± 1,65 ab	10,55 ± 0,42 ab	10,71 ± 0,14 ab
70	9,98 ± 0,21 b	10,94 ± 0,23 ab	11,38 ± 0,20 ab	11,41 ± 0,12 ab	10,87 ± 0,24 ab
75	12,80 ± 0,76 ab	13,87 ± 0,97 ab	12,86 ± 0,17 ab	16,58 ± 3,36 a	13,81 ± 1,42 ab
80	13,42 ± 0,35 ab	13,58 ± 0,10 ab	13,97 ± 0,90 ab	14,46 ± 0,39 ab	15,42 ± 0,58 ab

Resultados expressos em média ± desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si no teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na Figura 4 é apresentada recortes de imagens capturadas através de observação das amostras em microscópio ótico. Tais imagens foram utilizadas para realização da análise de distribuição do tamanho de partículas. Nas imagens é possível observar a ocorrência de partículas pequenas e fragmentos maiores de diâmetros variados, além da formação de agregados entre as partículas em quase todos os tratamentos.

A análise de tamanho de partículas foi avaliada por meio dos parâmetros de diâmetro da área superficial ($D_{3,2}$) e diâmetro médio do volume ($D_{4,3}$). Destaca-se que nas amostras tratadas 65 °C a 5 (46,34 μm e 56,19 μm) e 30 minutos (32,54 μm e 38,76 μm) observou-se valores discrepantes em ambos parâmetros, respectivamente.

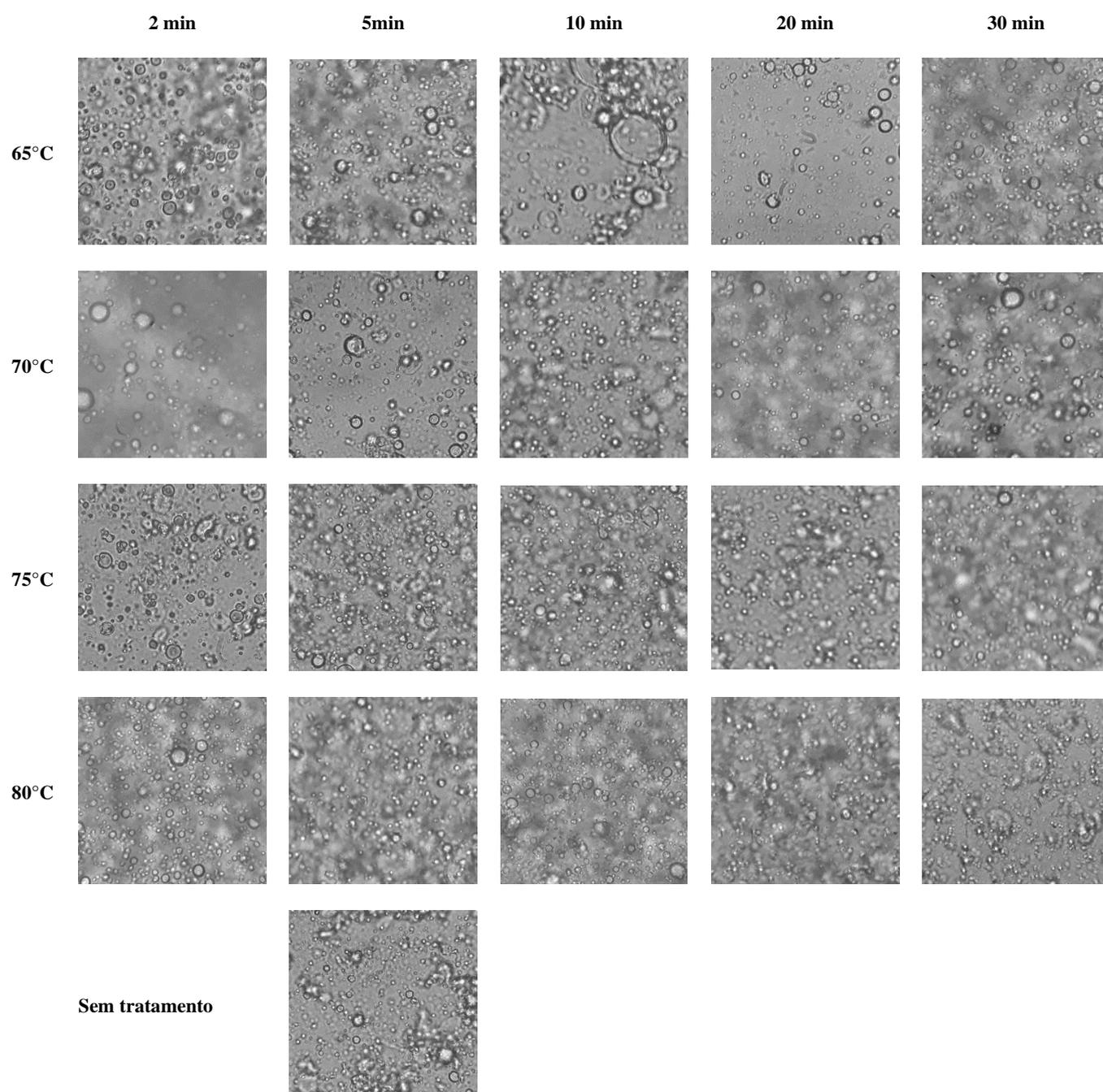
De modo semelhante, Polisel-Scopel et al. (2012) observaram valores inesperados dos parâmetros para amostras pasteurizadas (95 ° C por 30 segundos) de extrato

hidrossolúvel de soja. Resultados causados possivelmente pela agregação de partículas em virtude do uso de um homogeneizador de efeito único. Os autores reforçam que a análise da distribuição do tamanho das partículas no leite de soja é útil não apenas para determinar o tamanho individual das partículas, mas também para detectar agregados, que se comportam como partículas grandes.

Os tratamentos a 70 °C apresentaram menores resultados de $D_{4,3}$ onde variou de 0,64 a 2,32 μm , ressalta-se que o menor valor observado foi para 30 minutos de aquecimento. Além disso, nos tratamentos acima de 70 °C foram encontrados valores superiores de diâmetros para todos os intervalos de tempo de aquecimento.

Os valores de diâmetro médio do volume ($D_{4,3}$) encontrados na faixa de temperatura de 70° C se assemelham aos observados por Mäkinen et al. (2015), onde apresentaram

Figura 4. Recortes de imagens obtidas em microscopia ótica para todos os tratamentos.

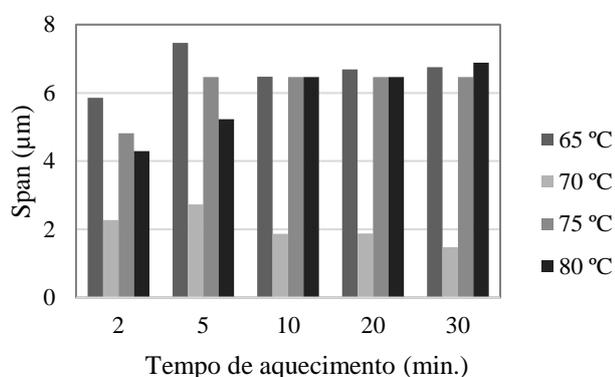


resultados entre 0,55-2,08 μm para amostras de bebidas vegetais comerciais a base de soja, quinoa, arroz e aveia submetidas a tratamento UHT (Ultra High Temperature).

A diminuição do tamanho de partículas contribui com a estabilidade e solubilidade, pois aumenta a superfície de contato entre as partículas de proteínas, favorecendo a hidratação. Além disso, sabe-se que tratamento com calor causam desnaturação de proteínas, provocando alterações em suas estruturas e diminuindo a solubilidade dessas partículas. Portanto, com a diminuição do tamanho de partículas e aumento da solubilidade das proteínas será menor a possibilidade de interações proteínas-proteínas e agregação (JESKE et al., 2019).

O valor de Span calculado reflete a amplitude da dispersão granulométrica, ou seja, representa a homogeneidade das amostras em relação a distribuição do tamanho de partículas. Amostras polidispersas possuem geralmente maior taxa de separação (JESKE et al., 2017). Os resultados desse parâmetro são apresentados na Figura 5.

Figura 5. Valores de Span (μm) para todos os tratamentos.



As amostras tratadas a 70 °C apresentaram valores de Span consideravelmente menores comparadas a outras faixas de temperatura, com destaque para o tempo de aquecimento de 30 minutos com 1,48 que é uma estreita faixa de distribuição.

De modo semelhante, Mäkinen et al. (2015) ao avaliarem o impacto do tratamento UHT observaram que os leites bovino e de soja apresentaram baixos valores de Span de 1,31 e 1,59 μm , respectivamente, enquanto o leite de aveia teve um valor de span de 4,99, indicando a presença de partículas com distribuição de tamanho mais ampla.

CONCLUSÕES

O tratamento térmico que apresentou resultados melhores para sedimentação e tamanho de partículas foi a 70 °C por 30 minutos, condição compatível com processos descontínuos. As condições estudadas apresentaram vantagens para diminuição dos impactos do uso do calor sobre a estabilidade física das bebidas, pois pode influenciar diretamente nas propriedades nutricionais e sensoriais da bebida à base de castanha de caju, de modo semelhante ao que acontece com extratos a base de outros materiais vegetais.

REFERÊNCIAS

FERRAGUT, V.; HERNÁNDEZ-HERRERO, M.; VECIANA-NOGUÉS, M. T.; BORRAS-SUAREZ, M.; GONZÁLEZ-LINARES, J.; VIDAL-CAROU, M. C.;

GUAMIS, B. Ultra-high-pressure homogenization (UHPH) system for producing high-quality vegetable-based beverages: Physicochemical, microbiological, nutritional and toxicological characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 95, n. 5, p. 953–961, 30 mar. 2015.

JESKE, S.; ZANNINI, E.; ARENDT, E. K. Evaluation of Physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes. *Plant Foods for Human Nutrition*, v. 72, n. 1, p. 26–33, 5 mar. 2017.

JESKE, S.; BEZ, J.; ARENDT, E. K.; ZANNINI, E. Formation, stability, and sensory characteristics of a lentil-based milk substitute as affected by homogenisation and pasteurisation. *European Food Research and Technology*, v. 245, n. 7, p. 1519–1531, 1 jul. 2019.

LIMA, J. R.; TAJRA, A. C. R. DE S.; PINTO, C. O.; ARAÚJO, Í. M. DA S.; BRUNO, L. M.; GOIANA, M. L.; WURLITZER, N. J.; FROIS, T. Estabilidade durante armazenamento em temperatura ambiente de extrato hidrossolúvel de amêndoa de castanha-de-caju. *EMBRAPA Agroindústria Tropical - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, v. 175, p. 17, 2018.

MÄKINEN, O. E.; UNIACKE-LOWE, T.; O'MAHONY, J. A.; ARENDT, E. K. Physicochemical and acid gelation properties of commercial UHT-treated plant-based milk substitutes and lactose free bovine milk. *Food Chemistry*, v. 168, p. 630–638, 1 fev. 2015.

MÄKINEN, O. E.; WANHALINNA, V.; ZANNINI, E.; ARENDT, E. K. Foods for special dietary needs: non-dairy plant-based milk substitutes and fermented dairy-type products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 56, n. 3, p. 339–349, 17 fev. 2016.

MANZOOR, M. F.; AHMAD, N.; AADIL, R. M.; RAHAMAN, A.; AHMED, Z.; REHMAN, A.; SIDDEEG, A.; ZENG, X. A.; MANZOOR, A. Impact of pulsed electric field on rheological, structural, and physicochemical properties of almond milk. *Journal of Food Process Engineering*, v. 42, n. 8, 1 dez. 2019.

MCCLEMENTS, D. J.; NEWMAN, E.; MCCLEMENTS, I. F. Plant-based milks: a review of the science underpinning their design, fabrication, and performance. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 18, n. 6, p. 2047–2067, 18 nov. 2019.

POLISELI-SCOPEL; F. H.; HERNÁNDEZ-HERRERO, M.; GUAMIS, B.; FERRAGUT, V. Comparison of ultra high pressure homogenization and conventional thermal treatments on the microbiological, physical and chemical quality of soymilk. *LWT - Food Science and Technology*, v. 46, n. 1, p. 42–48, abr. 2012.

SETHI, S.; TYAGI, S. K.; ANURAG, R. K. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *Journal of Food Science and Technology*, v. 53, n. 9, p. 3408–3423, 2 set. 2016.

SILVA, A. R. A.; SILVA, M. M. N.; RIBEIRO, B. D. Health issues and technological aspects of plant-based alternative

milk. *Food Research International*, v. 131, p. 108972, 1 maio 2020.

SILVA, K.; MACHADO, A.; CARDOSO, C.; SILVA F.; FREITAS, F. Rheological behavior of plant-based beverages. *Food Science and Technology*, v. 40, n. suppl 1, p. 258–263, 20 jun. 2020.

VALENCIA-FLORES, D. C.; HERNÁNDEZ-HERRERO, M.; GUAMIS, B.; FERRAGUT, V. Comparing the effects of ultra-high-pressure homogenization and conventional thermal treatments on the microbiological, physical, and chemical quality of almond beverages. *Journal of Food Science*, v. 78, n. 2, p. E199–E205, fev. 2013.