CARACTERIZAÇÃO DO EFEITO DE DIFERENTES CARRAGENAS E CELULOSE MICROCRISTALINA NA TEXTURA DO DOCE DE LEITE PARA CONFEITARIA

CHARACTERIZATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT CARRAGEENANS AND MICROCRYSTALLINE CELLULOSE ON THE TEXTURE OF DULCE DE LECHE FOR CONFECTIONERY

Biany Aparecida de Castro Dias[1]; Nathalia da Silva Campos[1]; João Paulo Soares dos Anjos[2]; Ítalo Tuler Perrone[3]; Rodrigo Stephani[1]

[1]Departamento de química, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Brasil
[2]DuPont Nutrition & Biosciences – Danisco do Brasil Ltda. Centro de Aplicação Dairy & IceCream. Cotia, SP, Brasil
[3]Departamento de ciências farmacêuticas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Brasil

Resumo

O objetivo deste trabalho foi a caracterização do efeito das carragenas e da celulose microcristalina na textura do doce de leite para confeitaria. Foi adotado o delineamento experimental em esquema fatorial 2x3x3, ou seja, duas carragenas (Lactogel®FX6369, Viscarin®BK7161), três concentrações de carragenas (0,0; 0,3; 0,5% $m.m^{-1}$) e três diferentes concentrações de celulose microcristalina (Avicel®GP7210). Foram feitas análise de distribuição do tamanho das partículas (DTP) e análise de textura dos doces de leite. Para textura, foi possível observar que a adição de carragena e celulose microcristalina influenciam diretamente na textura do doce de leite em todos os parâmetros analisados. Em relação ao DTP, foi possível observar a influência das interações entre as carragenas e a celulose, resultando no deslocamento das partículas e, consequentemente, no aumento da região das micelas de caseína.

Palavras-chave Doce de leite, Carragena, Celulose microcristalina

Introdução

Conforme o Regulamento Técnico aprovado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em 1997, “o doce de leite é definido como um produto que pode conter ou não outras substâncias alimentícias, sendo obtido por meio da concentração e ação do calor, sob pressão normal ou reduzida, do leite ou leite reconstituído. Pode ou não haver adição de sólidos de origem láctea e/ou creme, além de sacarose (parcialmente substituída ou não por monossacarídeos e/ou outros dissacarídeos)”. Diferentes espessantes podem ser utilizados na produção de doce de leite, na proporção máxima de 0,5% $m.m^{-1}$ no produto final, e quando em mistura, não devem superar 2%. Caso seja utilizado algum espessante/estabilizante, exceto amido, na formulação, a denominação do produto deve ser alterada para "Doce de leite para Confeitaria" (BRASIL, 1997).

É uma sobremesa com alto potencial de exportação, visto que sua produção e consumo estão concentrados nos países sul-americanos. No entanto, há alguns inconvenientes, como a falta de padronização, principalmente em relação a problemas durante o armazenamento. O doce de leite para confeitaria apresenta viscosidade e teor de açúcar mais elevados em comparação ao doce de leite pastoso, devido às necessidades de aplicação do produto como recheio (PERRONE, 2019).

A carragena é um polissacarídeo formado por gel, cuja viscosidade é obtida pela extração de algas vermelhas da classe *Rhodophyceae*. É amplamente utilizada como estabilizante de emulsões, agente de espessamento e dispersão, especialmente na indústria de laticínios. Quando presente em ingredientes, pode ser identificada pelas denominações G407 e E407 e é referida como "alga

eucheuma processa" (NECAS, BARTOSIKOVA, 2013). Esses aditivos são muito utilizados na indústria alimentícia devido à sua interação com as proteínas do leite (SANTOS et al., 2008).

A celulose microcristalina é um polissacarídeo apresentado em forma de pó cristalino poroso, branco e não fibroso. Devido às suas propriedades físico-químicas, oferece boas características funcionais ao produto, sendo capaz de aprimorar as propriedades reológicas, térmicas e mecânicas. Na indústria alimentícia, a celulose é utilizada como agente estabilizante devido ao seu caráter anfifílico (HAMID, 2014; PAIVA, 2021). Portanto, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar o efeito das carragenas e da celulose microcristalina, em diferentes concentrações, na textura do doce de leite para confeitaria.

Material e Métodos

Para a fabricação dos doces de leite, foi utilizado leite pasteurizado comercial da cidade de Juiz de Fora, com a seguinte composição físico-química: sólidos totais: 12,33 ± 0,06 g/100g; gordura: 3,33 ± 0,06 g/100g; proteína: 3,21 ± 0,18 g/100g; lactose: 4,66 ± 0,05 g/100g; cinzas: 0,75 ± 0,05 g/100g.

As carragenas empregadas foram Lactogel® FX 6369 (carragena (E407), sacarose e fosfato dissódico (E339ii)) e Viscarin® BK 7161 (carragena (E407) e sacarose). A celulose microcristalina utilizada foi Avicel® GP 7210 (celulose microcristalina (E460) e carboximetilcelulose de sódio (E466)). O delineamento experimental adotado foi em esquema fatorial 2x3x3, ou seja, duas carragenas (Lactogel FX 6369 e Viscarin BK 7161), três concentrações de carragenas (0,0%, 0,3% e 0,5%) e três concentrações de celulose microcristalina (Avicel® GP 7210) conforme é apresentado na Tabela 1. Os doces de leite foram produzidos segundo Perrone et. al. (2019).

Tabela 1. Fatores e níveis a serem utilizados no planejamento fatorial 2x3x3.

Fatores	Níveis		
	(-1)	**(0)**	**(1)**
X1 – Tipos de carragena	Lactogel FX6369	X	Viscarin BK7161
X2 – Concentração carragena	0,0%	0,3%	0,5%
X3 – Concentração Avicel GP7210	0,0%	0,3%	0,5%

O equipamento empregado neste estudo foi o evaporador multi-monitorado em escala laboratorial desenvolvido pelo QUIMTEC/UFJF. O sistema é baseado em uma Thermomix® TM5 da Vorwerk, acoplado a uma plataforma inox com célula de carga (Ramuza IDR 7.500) com precisão de 1g, exaustor Blower Náutico Seaflo 3” (com vazão de ar regulada em 220 $m3.h^{-1}$) e sensor de temperatura PT-100. Todos os instrumentos foram configurados para leitura e registro dos dados com intervalo de 1 segundo pelo software Sitrad, versão 4.13 da Full Gauge.

As análises de distribuição do tamanho das partículas dos doces de leite foram realizadas por difração a laser (Beckman Coulter LS 13 320, Miami, FL, EUA) acoplado ao módulo líquido aquoso (Beckman Coulter, Miami, FL, EUA). As análises de textura dos doces de leite foramdadas através do texturômetro TA-HD Texture Analyser- Stable Micro System em condição de 25 ± 2 °C.

Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta os resultados da análise de textura referente aos parâmetros firmeza, consistência, adesividade e consistência. Em relação aos parâmetros de firmeza e consistência é possível observar que os produtos adicionados a carragena Lactogel® FX 6369 e com a concentração

de 0,5% m.m^{-1} apresentaram o maior resultado quando comparado aos demais e em relação ao Avicel® GP 7210 não houve diferença significativa. Enquanto no parâmetro adesividade o Lactogel® FX 6369 obteve o maior resultado, porém em relação à concentração os produtos com 0,0% m.m^{-1} foram os maiores resultados e em relação ao Avicel® GP 7210 a adição de 0,3% m.m^{-1} teve o maior resultado. Em relação a coesividade é possível observar o efeito contrário em relação aos outros parâmetros, os produtos adicionados de Viscarin BK 7161 apresentaram valores superados ao do Lactogel® FX 6369 e em relação às concentrações das carragenas. Este resultado pode ser explicado pela interação do Lactogel® FX 6369 com o citrato de sódio, que tende a aumentar a firmeza e diminuir a viscosidade (Aditivos Ingredientes). E por fim em relação ao Avicel® GP 7210 é possível observar que ambas tiveram o maior valor para esse parâmetro quando adicionado a concentração de 0,0% m.m^{-1}.

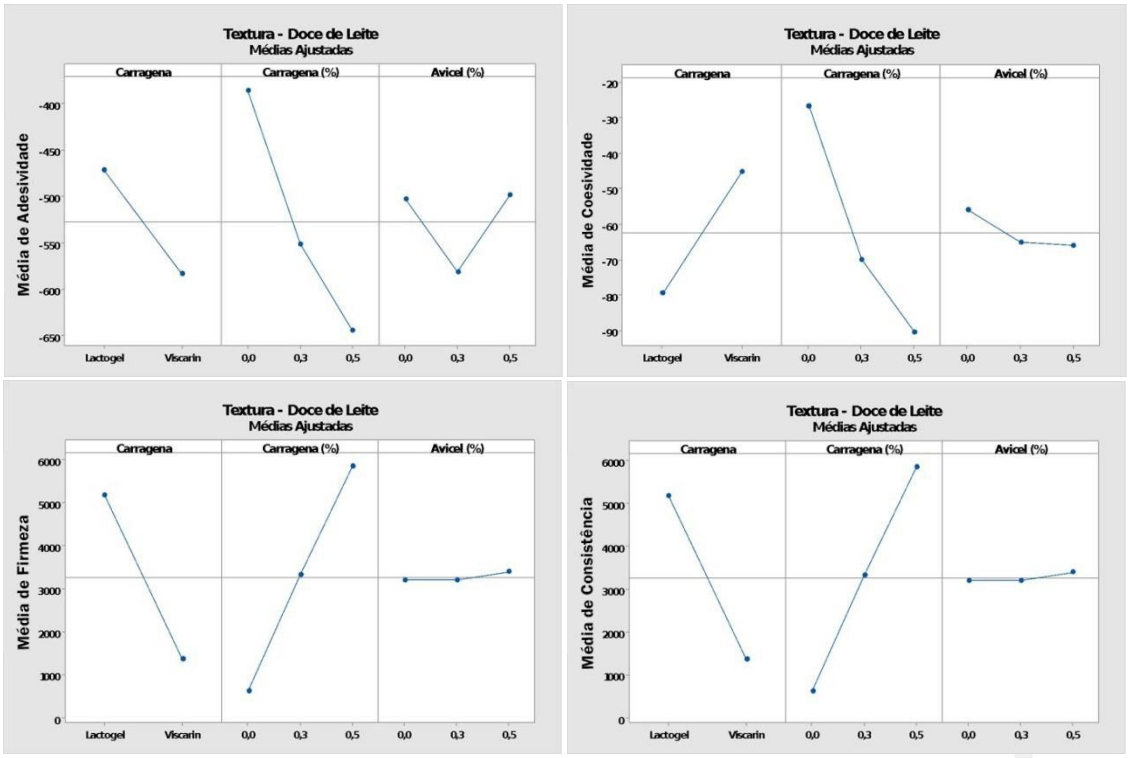
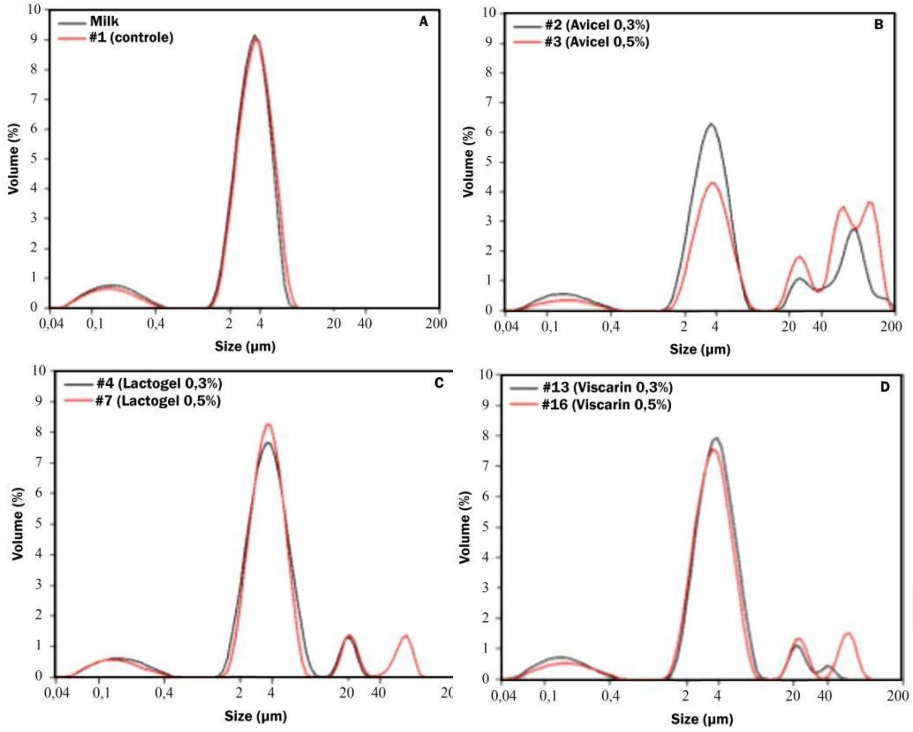


Figura 1. Dados da média ajustada da análise de textura dos produtos obtido: (A) parâmetro firmeza dos tipos de carragenas, concentrações de carragenas e concentrações de celulose microcristalina; (B) parâmetro consistência dos tipos de carragenas, concentrações de carragenas e concentrações de celulose microcristalina; (C) parâmetro adesividade dos tipos de carragenas, concentrações de carragenas e concentrações de celulose microcristalina; (D) parâmetro coesividade dos tipos de carragenas, concentrações de carragenas e concentrações de celulose microcristalina.

A Figura 2 apresenta a análise de distribuição do tamanho das partículas por difração a laser do leite pasteurizado e as misturas iniciais dos tratamentos após total solubilização dos ingredientes. Nela é possível observar que o leite pasteurizado e a mistura sem a adição das carragenas e celulose microcristalina (controle) apresentam apenas duas regiões diferentes de distribuição de partículas, sendo a região das caseínas entre 0,04-0,40 µm e a região dos glóbulos de gordura entre 1,0-10 µm. Esses resultados estão de acordo com o que foi mostrado por Celestino et al. (2021) para leite UHT e estão de acordo com os resultados obtidos por Dias et al. (2022), que utilizou a mesma técnica para observar a influência das carragenas nas misturas iniciais de doce de leite antes de aplicar o tratamento térmico. Além disso, a região dos glóbulos de gordura está em conformidade com Walstra et al. (1999) que apresenta como limite máximo para os glóbulos de gordura o tamanho de 10 µm.

Em relação às misturas iniciais no qual foram adicionadas as carragenas e a celulose microcristalina é possível observar o surgimento de outras duas regiões acima de 10 µm indicando uma movimentação na distribuição das partículas ocorrendo a diminuição do volume da primeira e segunda região. A terceira região é apresentada por um pico de 20 µm, enquanto na quarta seu pico é na região entre 40-200 µm. Este deslocamento das partículas significa que ambos os espessantes possuem influência nos tratamentos antes mesmo da etapa de evaporação, tendo uma maior influência nos tratamentos adicionados a celulose microcristalina. Além disso, é possível observar que o surgimento da terceira região está presente nas duas carragenas e nas duas concentrações analisadas (0,3 e 0,5% $m.m^{-1}$), porém a quarta região só surgiu nas misturas que possuem 0,5% $m.m^{-1}$ de ambas carragenas, resultado diferente encontrado na celulose microcristalina no qual teve presença dos dois picos em ambas as concentrações, porém a quarta região apresentou um maior pico em 0,5% $m.m^{-1}$.



Conclusão

A partir dos resultados obtidos foi possível observar que a adição das carragenas e da celulose microcristalina e suas concentrações influenciam diretamente na textura do doce de leite em todos os parâmetros analisados sendo: firmeza, consistência, adesividade e coesividade, no qual foi apresentado que nos parâmetros de firmeza, consistência, adesividade e coesividade os produtos adicionados de Lactogel® FX 6369 apresentaram uma melhor influência em relação ao Viscarin BK 7161 que por sua vez apresentou obteve um maior destaque na coesividade.

De acordo com o resultado da análise de partícula foi possível observar à influência das interações das carragenas e celulose microcristalina que devido ao deslocamento das partículas ocorreu o aumento da região das micelas de caseína e com isso o surgimento de uma terceira e quarta região, no qual se dá devido a adsorção das moléculas de carragena e celulose microcristalina a micelas de caseína. Também foi possível observar que essa adsorção teve um maior resultado na celulose microcristalina no qual apresentou um pico de 40-200µm em ambas as concentrações de 0,3% m/m e 0,5% m/m na quarta região.

Referências Bibliográficas

Aplicação de carragenas em produtos lácteos, Aditivos e Ingredientes. Disponível em: https://aditivosingredientes.com/upload_arquivos/201605/2016050580848001464182203.pdf. Acesso em: 30/08/2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria n° 354, de 4 de setembro de 1997.

CARNEIRO, L.C.M.; PINTO, C.B.A.; GOMES, E.R.; PAULA, I.L.; POMBO, A. F. W.; STEPHANI, R.; CARVALHO, A.F.; PERRONE, I. A química e tecnologia do doce de leite: uma revisão. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 10, n. 11, e155101119408, 2021.

CELESTINO, J. A.; STEPHANI, R.; POMBO, A.F.W.; CARVALHO, A.F.; PERRONE, I.T. Observação preliminar sobre a influência da pressão de homogeneização upstream na estabilidade coloidal do leite UHT submetido ao teste do álcool. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 10, n.14, e 396101419411, 2021.

DIAS, B.A.C.; CAMPOS, N.S.; ANJOS, J.P.S.; CARVALHO, A.S.; PERRONE, I.T.; OLIVEIRA, L.F.C.; STEPHANI, R. Influência de diferentes carragenas no tamanho das partículas do doce de leite para confeitaria. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 11, n. 5, e59911527991, 2022.

NECAS, J.; BARTOSIKOVA, L. Carrageenan: a review. **Veterinarni Medicina**, [SI], vol. 58, p.187–205, 2013.

HAMID, S. B. A.; CHOWDHURY, Z. Z.; KARIM, M. Z. Catalytic extraction of microcrystalline cellulose (MCC) from Elaeis guineensis using central composite design (CCD). **Bio Resources**, North Carolina, v. 9, p. 7403-7426, 2014.

PAIVA, V.N.; SOARES, L.S.; Stephani, R.; SILVA, Á A.P.; CARVALHO, A. F.; RENHE, I. R.T.; Perrone, I.T. Physical properties of UHT light cream: impact of the high-pressure homogenization and addition of hydrocolloids. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, vol. 88, no. 3, pp. 343–350, 2021.

PERRONE, I. T; STEPHANI, R.; CARVALHO, A. F.; NETTO, G. G.; FRANCISQUINI, J. D. Doce de Leite Química e Tecnologia. 1. ed. São Paulo: CapLab, 2019. v. 1. 205p.

SANTOS, F. P.; BRUNIERA, L. B.; GARCIA, C. E. R. Carragena: uma visão ambiental. **Revista Terra e Cultura**, Londrina, v. 24, n. 47, p. 58-65, ago./dez. 2008.

WALSTRA, P., GEURTS, T.J.; NOOMEN, A.; JELLEMA, A.; VAN BOEKEL, M.A.J.S. Dairy Technology: principles of Milk properties and process. Food Science and Technology. **Marcel Dekker, Inc**, New York, [SI], p. 727, 1999.