A UTILIZAÇÃO DO SORO DO LEITE LIOFILIZADO PARA ELABORAÇÃO DE BARRAS DE CEREAIS Á BASE DE CHIA E RICA EM PROTEÍNA

Thamirys Faria Bernardo[1], Ana Carolina Fernandes da Costa[1], Brenda Pereira da Silva[2], Maria Clara Nogueira da Silva Paiva[2] e Cassiano Oliveira da Silva[1]

[1]Instituto Federal Fluminense (IFF) Campus Bom Jesus do Itabapoana, Av. Dário Viêira Borges, 235 - Lia Márcia, Bom Jesus do Itabapoana - RJ, 28360-000, Brasil, acarolina.cientista@gmail.com, thamirysfaria78@gmail.com e cassiano.silva@iff.edu.br

[2] Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, S/N - Guararema, Alegre - ES, 29500-000, Brasil, brenda.silvacta@gmail.com e mariaclaranogueira149@gmail.com

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adição de diferentes concentrações de whey em barras de cereais à base de chia. Foram elaboradas três formulações: controle (0 % de whey), F1 (5 %) e F2 (10 %). As barras foram avaliadas quanto aos teores de proteína, umidade e cinzas, pH, acidez titulável e cor instrumental (L*, a* e b*). Os teores de proteína foram de 8,29 %, 9,83 % e 11,77 % para o controle, F1 e F2, respectivamente, apresentando aumento significativo com a adição de whey. O teor de cinzas variou de 1,09 % a 1,59 %, enquanto a umidade apresentou valores de 9,31 %, 13,35 % e 10,50 %, sem diferença significativa entre as formulações. A acidez titulável aumentou de 1,58 % no controle para 2,09 % e 3,23 % em F1 e F2, respectivamente. Os valores de pH foram de 5,32, 5,44 e 5,33. Na análise de cor, o parâmetro L* reduziu de 48,57 no controle para 41,74 e 35,76 nas formulações com 5 % e 10 % de whey, respectivamente, indicando escurecimento das barras. A adição de whey mostrou-se uma alternativa para aumentar o teor proteico das barras de cereais à base de chia, promovendo também alterações na acidez e na cor do produto.

Palavras-chave: Soro de leite. Whey. Barras de cereais. Chia. Proteínas.

Área do Conhecimento: Ciência da saúde – Ciência e Tecnologia de Alimentos

Introdução

A crescente preocupação dos consumidores com a qualidade da alimentação tem contribuído para a procura por produtos alimentícios que apresentem maior valor nutricional e que possam substituir alimentos com menor densidade nutricional. Entre esses produtos, destacam-se as barras de cereais, que podem atuar como fonte complementar de energia e nutrientes, apresentando em sua composição proteínas, fibras, lipídios, vitaminas e minerais (Gutkoski *et al*., 2007; Lima *et al*., 2010)

Visando tais tendências, a implantação de novos alimentos com apelo nutricional e funcional tem sido uma estratégia importante no desenvolvimento de novos produtos alimentícios. A chia *(Salvia hispanica L.*), por exemplo, apresenta elevado teor de fibras (AYERZA,1995), tendo como objetivo o produto enquadrado dentro dos requisitos para alegação de propriedade funcional (2,5 g por porção), conforme estabelecido pela ANVISA.

O soro de leite constitui uma matéria-prima de interesse, uma vez que apresenta propriedades nutricionais, funcionais e tecnológicas que podem ser aproveitadas na elaboração de alimentos (León-López 2020). A utilização do soro de leite liofilizado na formulação de barras de cereais pode contribuir para o desenvolvimento de produtos com maior teor proteico, além de representar uma alternativa para o aproveitamento desse coproduto da indústria de laticínios.

Além disso, a associação entre chia e soro de leite liofilizado possibilita a elaboração de um produto com potencial para apresentar elevados teores de proteínas. Dessa forma, o trabalho também contribui para a pesquisa e desenvolvimento de novos produtos alimentícios e apresenta potencial ambiental, considerando a possibilidade de redução do descarte do soro de leite.

Metodologia

O soro de leite utilizado foi obtido no setor de Laticínios do Instituto Federal Fluminense, *campus* Bom Jesus do Itabapoana. Para obtenção do soro liofilizado, as amostras foram previamente congeladas em copos plásticos descartáveis e mantidas em freezer vertical a -18 °C e posteriormente, transferidas para as bandejas do liofilizador de bancada L101 e submetidas ao processo de liofilização por 72h em temperatura de −55 ± 2 °C e pressão da câmara inferior a 100 μmHg. Foram elaboradas três formulações de barras de cereais à base de chia, conforme o apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Formulações de barras de cereais á base de chia.

Insumos	Controle	F1	F2
Whey	0g	17g	34g
Flocos de aveia	91g	82g	73g
Farinha de chia	34g	34 g	34 g
Farelo de milho	15g	13,5 g	12 g
Flocos de arroz	38 g	34 g	30 g
Xarope de glicose	116 g	116 g	116 g
Coco Ralado	20 g	20 g	20 g
Uva–passa	6 g	5,5 g	5 g
Mel	20 g	20 g	20 g
Total	340 g		

Legenda: Controle (0 % de Whey), F1 (5 % de Whey) e F2 (10 % de Whey)

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O processamento das barras foi realizado pelo aquecimento da fase ligante, composta principalmente por mel e xarope de glicose, até a obtenção de uma calda homogênea. Os ingredientes sólidos foram pesados e homogeneizados e, posteriormente, a calda foi incorporada aos sólidos sob homogeneização contínua. A massa foi espalhada, compactada, resfriada, cortada em unidades padronizadas e acondicionada até a realização das análises. O procedimento foi realizado para as três formulações, diferindo apenas quanto à concentração de whey.

Após o processamento, foram determinados os teores de proteínas, umidade e cinzas, além do pH, acidez titulável e cor instrumental. A determinação de proteínas foi realizada pelo método de semimicro-Kjeldahl, conforme IAL (2008). A umidade e as cinzas foram determinados por métodos gravimétrico de secagem em estufa e incineração em mufla, respectivamente. O pH e a acidez titulável foram determinados em suspensão das amostras, enquanto a cor instrumental foi avaliada pelo sistema CIELAB, considerando os parâmetros L*, a* e b*.

As análises foram realizadas em triplicata para cada formulação. Os resultados foram expressos como média das repetições e submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de comparação de médias de Tukey, ao nível de 5 % de significância ($p < 0,05$), para avaliar o efeito da adição de 5 % e 10 % de whey em relação à formulação controle.

Resultados

Os resultados da caracterização físico-química e dos parâmetros instrumentais de cor das barras de cereais elaboradas com diferentes concentrações de whey (Tabelas 2 e 3). A avaliação desses parâmetros permite verificar as alterações promovidas pela adição do whey nas diferentes formulações.

Tabela 2 – Características físico-químicas das barras de cereais adicionadas de diferentes concentrações de whey

Variável	Controle	(F1)	(F2)
Proteína (%)	8,29 ± 0,13 c	9,83 ± 0,19 b	11,77 ± 0,39a
Cinzas (%)	1,09 ± 0,04 b	1,50 ± 0,28 ab	1,59 ± 0,08 a
pH	5,32 ± 0,02 a	5,44 ± 0,04 b	5,33 ± 0,04 a
Acidez (%)	1,58 ± 0,06 c	2,09 ± 0,11 b	3,23 ± 0,23 a
Umidade	9,31 ± 0,52 a	13,35 ± 2,28 a	10,50 ± 1,53 a

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade. **Legenda**: Controle (0 % de Whey), F1 (5 % de Whey) e F2 (10 % de Whey)
Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Tabela 3 – Parâmetros instrumentais de cor das barras de cereais adicionadas de diferentes concentrações de whey

Formulação	L	a*	b*
Controle	48,57 ± 1,05 a	10,65 ± 0,64 a	27,69 ± 0,26 a
F1	41,74 ± 0,45 b	12,49 ± 0,34 b	26,00 ± 1,11 a
F2	35,76 ± 0,62 c	12,08 ± 0,11 b	23,3 ± 0,57 b

Nota: Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade. Legenda: Controle (0 % de Whey), F1 (5 % de Whey) e F2 (10 % de Whey)

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Figura 1 – Barras de cereais à base de chia.



Controle **F1 com 5%** **F2 com 10%**

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Discussão

O teor de proteína apresentou aumento progressivo com a adição de whey, sendo observado diferença significativa entre as três formulações, a formulação F2, apresentou o maior teor em relação às demais formulações. Esse resultado é esperado devido à elevada concentração de proteínas do whey, resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Bachini *et al*. (2026), que observaram aumento do teor proteico em cereais matinais com a incorporação de diferentes concentrações de whey, a formulação com maior concentração do ingrediente também apresentou maior teor de proteína em relação ao controle. O teor de cinzas aumentou de 1,09 % na formulação (controle) para 1,50 % (F1) e 1,59 % (F2), indicando tendência de elevação do conteúdo mineral com a adição de whey. Esse comportamento pode estar relacionado à contribuição de minerais presentes no ingrediente, conforme observado por Bachini *et al.* (2026) em cereais enriquecidos com whey. Além disso, a composição dos ingredientes utilizados na formulação pode influenciar o teor de cinzas do produto.

Em relação à acidez titulável, foi observado aumento significativo com a incorporação do whey. Os valores aumentaram de 1,58 % no controle para 2,09 % e 3,23 % nas formulações com 5 % e 10 %, respectivamente, demonstrando que cada concentração apresentou diferença significativa entre elas. Entretanto, para o pH, os valores obtidos foram de 5,32 em controle, 5,44 (F1) e 5,33 (F2). A formulação F1 teve diferença significativa entre as demais. Esse comportamento pode estar relacionado à interação entre os diferentes componentes da formulação, uma vez que o pH de um alimento não depende exclusivamente da concentração de proteínas adicionada. Resultado semelhante foi observado por Szydłowska *et al*. (2020), que avaliaram barras de alto teor proteico contendo concentrado proteico de soro de leite (WPC) e encontraram valores de pH entre 6,34 e 7,01 nas diferentes formulações, evidenciando variações do pH de acordo com a composição das barras.

Em relação à umidade, foram observados valores de 9,31 % (controle), 13,35 % (F1) e 10,50 % (F2). Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as formulações, indicando que a concentração de whey não promoveu alterações significativas no teor de umidade das barras nas condições avaliadas. A umidade é um parâmetro importante na caracterização de barras de cereais, pois está relacionada às propriedades de textura e à estabilidade do produto durante o armazenamento. Freitas e Moretti (2005) observaram que alterações no teor de umidade de barras de cereais durante o armazenamento influenciaram significativamente características como resistência ao corte e dureza.

A adição de whey influenciou significativamente os parâmetros de cor das barras. O valor de L* diminuiu de 48,57 no controle para 41,74 e 35,76 nas formulações com 5 % e 10 % de whey, respectivamente, indicando redução da luminosidade e, consequentemente, barras mais escuras com o aumento da concentração do ingrediente. Para a coordenada a*, F1 e F2 apresentaram valores superiores ao controle, indicando maior tendência à coloração avermelhada, enquanto não diferiram entre si. O parâmetro b* não diferiu entre o controle e F1, mas apresentou redução significativa em F2, indicando menor intensidade da tonalidade amarela com 10 % de whey. De modo geral, o aumento da concentração de whey promoveu escurecimento das barras e alterações nos componentes vermelho e amarelo da cor.

Conclusão

A adição de whey nas barras de cereais à base de chia promoveu alterações em alguns dos parâmetros avaliados. O aumento da concentração de whey elevou significativamente o teor de proteínas e a acidez das barras. O teor de cinzas também apresentou aumento, com diferença significativa entre o controle e a formulação com 10 % de whey. O pH e a umidade não apresentaram comportamento relacionado ao aumento da concentração de whey. Em relação à cor, a adição do ingrediente reduziu a luminosidade das barras, tornando-as mais escuras. Dessa forma, a utilização de whey mostrou-se uma alternativa para aumentar o teor proteico de barras de cereais à base de chia.

Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. ***Official methods of analysis of the AOAC.*** 16. ed. Washington, DC: AOAC, 1997.

AYERZA, R. Oil content and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica* L.) from five Northwestern locations. ***Journal of the American Oil Chemists' Society,*** v. 72, p. 1079-1081, 1995.

BACHINI, V. M. F.; TEIXEIRA, F.; FIGUEIREDO, A. de L.; RANIERO, G. Z.; SARACHE, G.; FREZ, F. L. V.; TORRES, I. M. M.; MONTEIRO, C. C. F.; SANTOS JÚNIOR, O. O.; MONTEIRO, A. R. G. Breakfast cereals enriched with whey protein: sensory and nutritional impacts. ***Food Science and Technology,*** v. 46, 2026. DOI: 10.5327/fst.587.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada de proteína, vitaminas e minerais. Brasília, DF: ANVISA, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados**.** ***Diário Oficial da União,*** Brasília, DF, 26 dez. 2003.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. ***Diário Oficial da União***, Brasília, DF, 9 out. 2020.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, **O. R.** ***Química de alimentos de Fennema.*** 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L**.** ***Fennema's food chemistry*****.** 5. ed. Boca Raton: CRC Press, 2010.

FREITAS, D. de G. C.; MORETTI, R. H. Barras de cereais elaboradas com proteína de soja e gérmen de trigo: características físico-químicas e textura durante armazenamento. ***Archivos Latinoamericanos de Nutrición***, Caracas, v. 55, n. 3, p. 299-304, 2005.

GONZÁLEZ-MONTERO, M. et al. By-products of the food industry as a source of bioactive compounds: a review. ***Food Chemistry***, 2020.

GUTKOSKI, L. C. et al. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar**.** ***Ciência e Tecnologia de Alimentos***, Campinas, v. 27, n. 2, p. 355-363, 2007.

HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C.; PAULA, H. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. ***Revista de Nutrição***, Campinas, v. 19, n. 4, p. 479-488, 2006.

HOFFMAN, J. R.; FALVO, M. J. Protein—which is best? ***Journal of Sports Science & Medicine,*** v. 3, n. 3, p. 118-130, 2004.

LIMA, J. C. R.; FREITAS, J. B.; CZEDER, L. D. P.; FERNANDES, D. C.; NAVES, M. M. V. Qualidade microbiológica, aceitabilidade e valor nutricional de barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de baru. ***Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos,*** Curitiba, v. 28, n. 2, p. 331-343, 2010. DOI: 10.5380/cep.v28i2.20450.

MAKRIS, D. P.; BOSKOU, G.; ANDRIKOPOULOS, N. K. Recovery of antioxidant phenolics from white grape vinification by-products. ***Bioresource Technology***, v. 92, n. 2, p. 201-208, 2004.

MARTINS, S. I. F. S.; JONGEN, W. M. F.; VAN BOEKEL, M. A. J. S. A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling**.** ***Trends in Food Science & Technology***, v. 11, n. 9-10, p.

364-373, 2000.

NUNES, A. L. F.; SOUZA, Y. B.; VIDIGAL, J. G.; GALVÃO, H. L.; SILVA, C. Caracterização físico-química de barra de cereal adicionada de chia em grãos (*Salvia hispanica* L.). ***Higiene Alimentar***, v. 33, n. 288/289, p. 1334-1338, abr./maio 2019.

PEREIRA, R. N. ***Whey proteins: chemistry, functionality and applications***. New York: Nova Science Publishers, 2014.

PÉRIGO, C.; CASES, M.; BUENO, M.; DI SAPIO, O.; BUSILACCHI, H.; SEVERIN, C. Caracterización de harinas de "chía" (*Salvia hispanica* L.) comercializadas en Rosario (Santa Fe, Argentina)**.** ***Dominguezia*****,** v. 27, n. 2, p. 21-26, out./nov. 2011.

SGARBIERI, V. C. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. ***Revista de Nutrição*****,** Campinas, v. 17, n. 4, p. 397-409, 2004.

SILVA, N. et al. ***Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos*****.** São Paulo: Varela, 2007. 536 p.

SZYDŁOWSKA, A.; ZIELIŃSKA, D.; ŁEPECKA, A.; TRZĄSKOWSKA, M.; NEFFE-SKOCIŃSKA, K.; KOŁOŻYN-KRAJEWSKA, D. Development of functional high-protein organic bars with the addition of whey protein concentrate and bioactive ingredients. ***Agriculture*****,** v. 10, n. 9, p. 390, 2020. DOI: 10.3390/agriculture10090390.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. ***Métodos físico-químicos para análise de alimentos*****.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

Agradecimento

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação e Tecnologia – *Campus* Bom Jesus do Itabapoana pelo apoio e pela oportunidade de desenvolver este trabalho.