SUBSTITUIÇÃO DE GELATINA POR PROTEÍNAS VEGETAIS EM BALAS DE GOMA

Palavras-Chave: BALA DE GOMA, PROTEÍNAS VEGETAIS, GELATINA

Autores(as):

KATHRIN KRANZ, FEA - UNICAMP

PRISCILLA EFRAIM, FEA - UNICAMP (orientadora)

CYBELE HAYASHI, FEA - UNICAMP (coorientadora)

1. INTRODUÇÃO

As balas de goma compõem uma classe de confeitos caracterizados pelo uso de um hidrocolóide que promove a formação de uma rede, através da gelificação, responsável por manter o teor de umidade relativamente alto de uma “calda” de açúcares (Hartel; Von Elbe; Hofberger, 2018). A gelatina é o hidrocolóide mais utilizado, de acordo com o relatório da Grand View Research (2024), presente em 67,8% das formulações do mercado global de bala de goma, avaliado em USD 23,93 bilhões com projeção de crescimento de 11,8 % até 2030.

Contudo, em função de ser um ingrediente de origem animal, sua obtenção tem sido associada a impactos negativos relacionados à poluição ambiental, ao aquecimento global e ao bem-estar animal (Ryu *et al.*, 2023). Assim, evidencia-se o crescimento de pressões externas para mudança desse cenário. Consumidores passam a alterar suas preferências alimentares em apelo à sustentabilidade, ao veganismo, à ética e às questões religiosas, intensificando a busca por alimentos a base de plantas (Mariod; Fadul, 2013; Sultana *et al.*, 2018; Petrusán; Rawel; Huschek, 2016). Dessa forma, apesar da existência de hidrocolóides de origem vegetal como pectina, amido e ágar-ágar (Bagal-Kestwal; Pan; Chiang, 2019), destaca-se o potencial uso de proteínas vegetais (Ma; Chen, 2023).

Desse modo, esta pesquisa buscou desenvolver formulações de bala de goma que substituam o uso da gelatina por proteínas vegetais, com destaque a de soja e de ervilha. Ademais, objetivou-se entender o impacto dessa substituição por meio de análises físicas e químicas.

2. METODOLOGIA

2.1. MATERIAIS

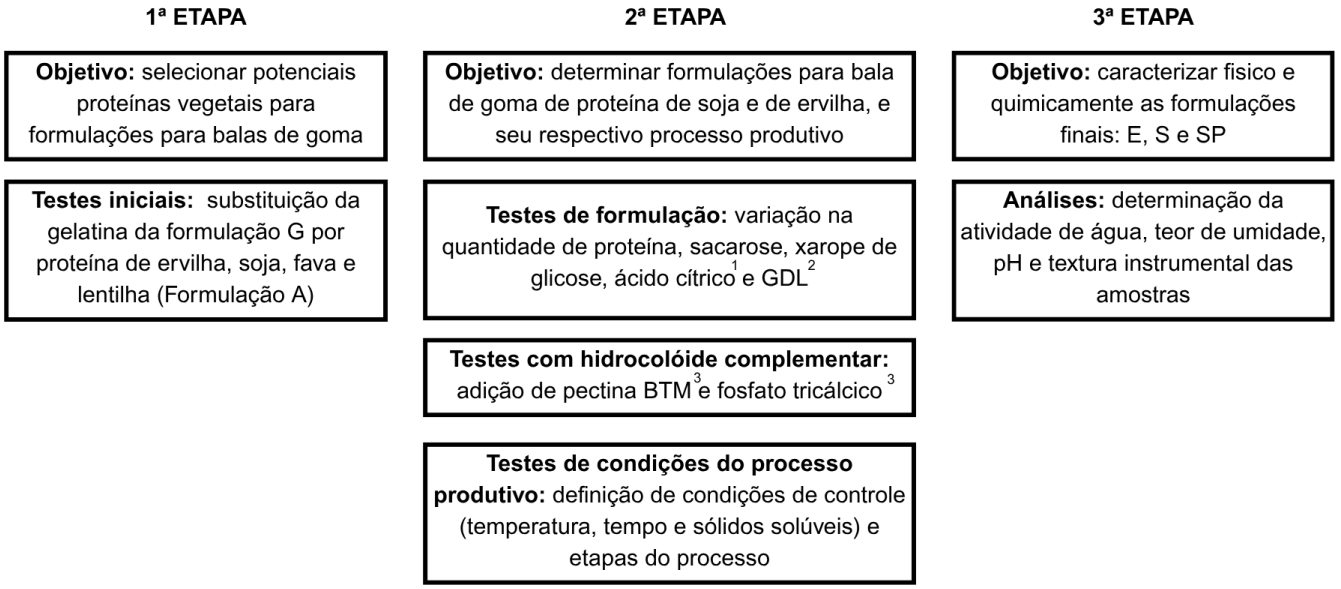
Os ingredientes base para formulação das balas foram: açúcar cristal (União), glucose de milho (Arcolor), proteína isolada de ervilha (Vitessense® 1803 Organic, Ingredion Brasil Ing. Ind. Ltda.), proteína isolada de soja (EC 317, Empreendimento Comercial e Industrial Ecil Ltda.), proteína isolada de fava (Vitessense® Prista P 360, Ingredion Brasil Ing. Ind. Ltda.), proteína isolada de lentilha (Vitessense® Pulse 2550, Ingredion Brasil Ing. Ind. Ltda.), pectina de baixo teor de metoxilação (GENU® LM 18 CG-YA, CP Kelco), fosfato tricálcico em pó (Allimentari) glucona delta lactona (Roquette) e ácido cítrico granular.

2.2. PRODUÇÃO DAS BALAS

Após testes iniciais com proteínas vegetais de soja, fava, ervilha e lentilha, decidiu-se seguir o projeto com três formulações que substituem a gelatina por proteínas vegetais: bala de goma de proteína de ervilha (E), bala de goma de proteína de soja (S) e bala de goma de proteína de soja e pectina de baixo teor de metoxilação (SP) (Tabela 1, Figura 1). As formulações (Figura 2) foram obtidas a partir das etapas descritas pela Figura 1, tendo como padrão a bala de gelatina (G).

O processo produtivo foi adaptado a partir do método convencional (Figura 3). Foram controlados os seguintes parâmetros: temperatura a aproximadamente 85°C (Wang *et al.*, 2020; Bora; Brekke; Powders, 1994) e sólidos solúveis em 80 °Brix para todas formulações, resultando num tempo de processo de cerca de 27 minutos.

Figura 1. Etapas realizadas para definição da formulação e processo produtivo das balas de goma E, S e SP.



Na figura, 1: ácido cítrico utilizado somente na formulação E; 2: GDL usado nas formulações S e SP; e 3: pectina BTM e fosfato tricálcico compõe somente a formulação SP.
Fonte: elaborado pelos autores, 2025.

Tabela 1. Formulações iniciais e finais de substituição de gelatina por proteínas vegetais em balas de goma.

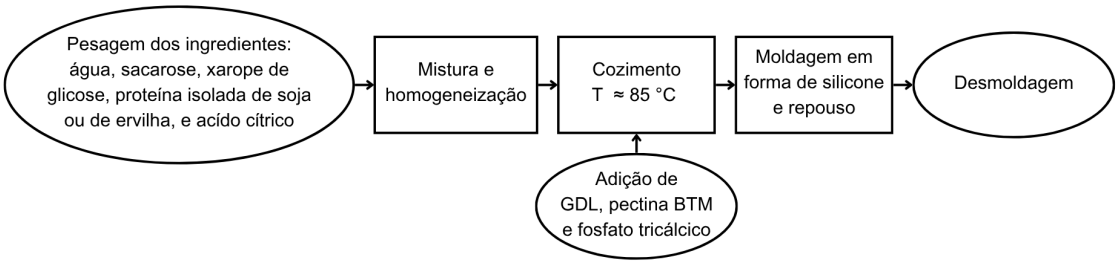
Ingrediente	Formulação (%)				
	G	A	E	S	SP
Gelatina	8,0	-	-	-	-
Proteína isolada vegetal[1]	-	8,0	-	-	-
Proteína isolada de ervilha (IPE)	-	-	10	-	-
Proteína isolada de soja (IPS)	-	-	-	9	7
Pectina de baixo teor de metoxilação (BTM)	-	-		-	0,5
Sacarose	30,0	30,0	27,5	27	27,7
Xarope de glicose	28,0	28,0	27,5	27	27,7
Água	34,0	34,0	35	35,5	35,5
Ácido cítrico[2]	0,2	0,2	0,075	-	-
Glucona delta lactona (GDL)	-	-	-	1,5	1,5
Fosfato tricálcico	-	-	-	-	0,1

Na tabela, 1: a formulação A foi testada com 4 tipos de proteína isolada vegetal, proveniente da fava, ervilha, lentilha e soja; 2: indica que a porcentagem de ácido cítrico é aplicada sobre a massa total da formulação.
Fonte: elaborado pelos autores, 2025.

Figura 2. Balas de goma produzidas a partir das formulações desenvolvidas na pesquisa.

Fonte: elaborado pelos autores, 2025.

Figura 3. Processo produtivo das formulações: bala de goma de ervilha, de soja e de soja e pectina.



Fonte: adaptado de Hartel; Von Elbe; Hofberger, 2018.

2.3. DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS

2.3.1. ATIVIDADE DE ÁGUA (AW)

Determinada em instrumento Aqualab (4TEV, Decagon, EUA), a 25 ± 0,5 °C, em três replicatas.

2.3.2. TEOR DE UMIDADE

Determinado pelo método gravimétrico, em triplicata, utilizando 2 g da amostra, baseada no método oficial AOAC n° 925.45 (AOAC, 2016), em estufa a 105°C, à pressão atmosférica, até que a perda de massa dessa em 1 hora de aquecimento fosse menor ou igual a 2 mg.

2.3.3. SÓLIDOS SOLÚVEIS (SS)

O teor de sólidos solúveis das amostras ao final do cozimento foi determinado pela diluição com água destilada 1:1 e homogeneização da solução para leitura direta em refratômetro digital (r2i300, Reichert Technologies), previamente calibrado com água destilada (Instituto Adolfo Lutz, 2008). O dado obtido foi multiplicado por dois devido ao fator de diluição.

2.3.4. pH

Determinou-se em triplicata realizando a diluição da amostra triturada com água destilada 1:1, de forma a homogeneizar a solução. A leitura foi feita em pHmetro digital (PG2000, Gehaka) calibrado com soluções-padrão de pH 7,0 e 4,0 (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

2.3.5. TEXTURA INSTRUMENTAL

Foram determinadas a dureza, pegajosidade e adesividade em Texturômetro TAxT2i (Stable Micro System, Inglaterra), com no mínimo dez replicatas. As condições foram: velocidade de pré-teste 1 mm/s, velocidade do teste 2 mm/s, velocidade pós-teste 10 mm/s, força 0,98 N, distância de penetração 5 mm e probe cilíndrico com diâmetro de 2 mm.

2.3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos foram interpretados estatisticamente utilizando o software PAST, *PalaeontologicStatistics* (Hammer; Harper; Ryan, 2001). Para o conjunto de dados que apresentou normalidade, aplicou-se o teste One-Way Anova com pós-teste de Tukey. Para os demais conjuntos, utilizou-se realizou-se o teste de Kruskal-Wallis, seguido do pós-teste de Dunn.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta a Aw, teor de umidade e pH das balas produzidas.

Tabela 2. Resultados físicos e físico-químicos das balas produzidas.

Formulação	Valores		
	Aw	Umidade (%)	pH
E	0,5772 ± 0,0036[a]	13,27 ± 0,06[a]	6,90 ± 0,09[a]
S	0,5892 ± 0,0045[ab]	14,34 ± 0,04[b]	4,37 ± 0,03[b]
SP	0,6005 ± 0,0035[b]	14,21 ± 0,08[b]	4,27 ± 0,02[b]

Na tabela, médias com sobrescrito igual na mesma coluna não são significativamente diferentes ($p < 0,05$) e valores são médias ± desvio padrão.
Fonte: elaborada pelos autores, 2025.

A atividade de água e o teor de umidade são fatores essenciais no setor de confeitos já que influenciam as propriedades físicas e químicas do produto final, determinando a sua vida de prateleira (Tireki, 2017). As balas produzidas apresentaram valores condizentes (Tabela 2) às faixas características dessa classe de confeitos, respectivamente, entre 0,5 a 0,75 e, entre 8 a 22% (Bussiere; Serpelloni, 1985). Lima (2024) apresentou Aw de 0,64 e teor de umidade de 12,08% para uma formulação de bala de gelatina, valores semelhantes às desenvolvidas.

Comparativamente, a aw da bala com proteína isolada ervilha mostrou-se menor que a de soja com pectina. A aw da bala com proteína isolada de soja não se diferenciou significativamente em relação às demais. Em relação a umidade, a bala E (proteína ervilha) apresentou menor valor. Esses resultados são influenciados por diversos fatores, entre os quais se destacam: a formulação, as condições de cozimento aplicadas e a possibilidade de inversão da sacarose (Hartel; Von Elbe; Hofberger, 2018).

A formação do gel pelas proteínas vegetais é um mecanismo complexo que depende, além do tratamento térmico, de um limite de potencial hidrogeniônico e de acidez ótima. Desse modo, é necessário utilizar o pH ótimo para a gelificação das balas desenvolvidas (Passos, 2013). Para a proteína de ervilha, Bora; Brekke; Powders (1994) definem o pH de 7,1, e para proteína de soja Gu; Campbell; Euston (2008) apontam pH 4,4. Desse modo, os valores obtidos nas amostras (Tabela 2) mostram-se próximos ao da literatura.

Tabela 3. Resultados de textura instrumental das balas produzidas.

Formulação	Valores		
	Dureza (N)	Pegajosidade (N)	Adesividade (N.s)
E	5,591 ± 1,231[a]	-8,700 ± 3,179[a]	-0,528 ± 0,394[a]
S	2,790 ± 0,757[b]	-5,158 ± 1,776[b]	-0,477 ± 0,242[a]
SP	1,659 ± 0,279[c]	-2,256 ± 0,341[c]	-0,435 ± 0,100[a]

Na tabela, médias com sobrescrito igual na mesma coluna não são significativamente diferentes ($p < 0,05$),valores são médias ± desvio padrão.
Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

Lemos *et al.* (2021) desenvolveram e caracterizaram balas de goma de gelatina contendo frutas naturais, obtendo valores de dureza (0,25 - 0,39 N), pegajosidade (-0,09 - -0,05 N) e adesividade (-0,04 - -0,02 N.s). Comparativamente (Tabela 3), percebe-se que para todas as formulações, a bala de gelatina mostra-se menos dura, pegajosa e adesiva.

Entre as balas produzidas, evidencia-se que parâmetros de dureza e pegajosidade diferem-se entre as amostras, com a bala de ervilha sendo a mais dura e pegajosa e a de soja e pectina menos dura e pegajosa, proporcionando produtos com texturas diferentes. Isso deve-se principalmente aos componentes da formulação, com destaque às proteínas. Essas possuem um sistema complexo de gelificação afetada por vários fatores: fonte proteica, interações intermoleculares como proteína-proteína, proteína-carboidrato, proteína-água, proteína-pectina, pH, temperatura, presença de íons e condições de processamento (Ma;Chen, 2023).

4. CONCLUSÃO

A substituição da gelatina por proteínas vegetais nas balas de goma resultou em balas com características distintas em relação a dureza, pegajosidade e adesividade. Assim, torna-se necessário aprofundar os estudos para compreender o comportamento das proteínas vegetais na estrutura do produto e viabilizar uma possível otimização da formulação. Além disso, faz-se importante a realização de análises sensoriais para avaliar a aceitabilidade do produto frente ao consumidor.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem pela importante contribuição do órgão financiador CNPq por todo o suporte fornecido a esta pesquisa.

6. BIBLIOGRAFIA

AOAC INTERNATIONAL. Moisture in sugars: method 925.45. In: AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of AOAC International**. 20th ed. Gaithersburg: AOAC International, 2016.

BAGAL-KESTWAL, D. R.; PAN, M. H.; CHIANG, B. H. Properties and applications of gelatin, pectin, and carrageenan gels. **Bio monomers for green polymeric composite materials**, p. 117-140, 2019.

BORA, P. S.; BREKKE, C. J.; POWDERS; J. R. Heat induced gelation of pea (Pisum sativum) mixed globulins, vicilin and legumin. **Journal of Food Science**, v.59, p.594-596, 1994.

BUSSIERE, G.; SERPELLONI, M. Confectionery and water activity determination of aw by calculation. Properties of water in foods: In relation to quality and stability. Dordrecht: **Springer Netherlands**, p. 627-645, 1985.

GRAND VIEW RESEARCH. **Gummy Market Size, Share & Growth Analysis Report, 2024-2030**. Disponível em: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/gummy-market-report. Acesso em: 26 jul. 2025

GU, X.; CAMPBELL, L. J.; EUSTON, S. R. Influence of sugars on the characteristics of glucono-δ-lactone-induced soy protein isolate gels. **Food Hydrocolloids**, v. 23, n. 2, p. 314-326, 2009.

HAMMER, Ø., HARPER, D. A. T., RYAN P. D. **PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis**. 2001. Palaeontologia Electronica 4(1): http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.

HARTEL, R.W.; VON ELBE, J.H., HOFBERGER R. Physico-chemical Properties of Sweeteners in Confections. Confectionery Science and Technology. **Springer, Cham**, 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4 ed., 1 ed. digitalizada. São Paulo: Secretaria de Estado da Saúde/Coordenadoria de Controle de Doenças, 2008.

LEMOS, E. *et al*. Development and characterization of healthy gummy jellies containing natural fruits. **Open Agriculture**, v. 6, n. 1, p. 466-478, 2021.

LIMA, B. de O. **Desenvolvimento e caracterização de bala de goma de gelatina enriquecida de cafeína**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 2024.

MA, Y.; CHEN, F. Plant Protein Heat-Induced Gels: Formation Mechanisms and Regulatory Strategies. **Coatings**, v. 13, n. 11, p. 1899, 2023.

MARIOD, A. A.; FADUL, H. Gelatin, source, extraction and industrial applications. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, v. 12, n. 2, p. 135-147, 2013.

PETRUSÁN, J.; RAWEL, H.; HUSCHEK, G. Protein-rich vegetal sources and trends in human nutrition: A review. **Curr. Top. Pept. Protein Res**, v. 17, p. 1-19, 2016.

RYU, J. *et al.* Assembly of plant-based meat analogs using soft matter physics: A coacervation-shearing-gelation approach. **Food Hydrocolloids**, v. 142, p. 108817, 2023.

TIREKI, S. **Investigation of sensory and instrumental methods to predict shelf-life of jelly gums.** Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Middle East Technical University. Ancara, 2017.

WANG, W. *et al.* Influence of Mesona blumes polysaccharide on the gel properties and microstructure of acid-induced soy protein isolate gels. **Food Chemistry**, v. 313, p. 126125, 2020.