

AVALIAÇÃO DA BIOACESSIBILIDADE PROTEICA DE BEBIDAS À BASE DE SORO DE LEITE ESPESSADAS CONFORME NÍVEL IDDSI: UMA ABORDAGEM *IN VITRO*

**BRUNA VAZ DA SILVA¹; CRISCIANE SOUZA BORBA²; ANANAÍRA MAFFEI³;
VINICIUS RHEINHEIMER SCHNEIDER⁴; MANUELLE FARIAS DUTRA⁵;
GRACIELE DA SILVA CAMPELO BORGES⁶**

¹ Universidade Federal de Pelotas, brunavazdasilva@gmail.com

² Universidade Federal de Pelotas, cris.borba1997@gmail.com.

³ Universidade Federal de Pelotas, nana2maffei@gmail.com.

⁴ Universidade Federal de Pelotas, viniciusschneider2002@gmail.com.

⁵ Universidade Federal de Pelotas, manuellefdutra@gmail.com.

⁶ Universidade Federal de Pelotas, gracieleborges@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

A disfagia é caracterizada pela dificuldade de conduzir o bolo alimentar da boca ao estômago de forma segura (XIONG et al., 2024). Essa patologia é comum em pacientes acometidos por distúrbios neurológicos, como acidente vascular encefálico, demência, doença de Parkinson, bem como aqueles submetidos a longos períodos de intubação, ventilação mecânica e traqueostomia (CLAYTON; FREEMAN-SANDERSON; WALKER, 2024; WONG et al., 2023). A disfagia está associada a complicações, como desnutrição, desidratação e pneumonia por aspiração, além do mais aumenta o risco de doenças psiquiátricas – depressão, ansiedade e isolamento social (LEIRA et al., 2023).

A modificação de consistência alimentar é um fator fundamental para garantir a deglutição segura (CUOMO et al., 2021). A *International Dysphagia Diet Standardisation Initiative* (IDDSI) foi recentemente elaborada para padronizar, à nível global, a classificação de consistência de bebidas e alimentos para disfágicos. Para realizar a modificação de consistência de alimentos líquidos e bebidas, utilizam-se espessantes como a goma xantana, um biopolímero comercial utilizado para aumentar a viscosidade de líquidos, contribuindo para a redução de complicações associadas à disfagia (XIONG et al., 2024).

O consumo proteico adequado é essencial ao corpo humano, uma vez que atua em diversos mecanismos dos sistemas musculoesquelético, renal, cardiovascular e gastrointestinal (CHAROENSRI et al., 2024). Considerando que indivíduos disfágicos necessitam de dietas com consistência modificada, torna-se relevante compreender se o espessamento pode impactar na bioacessibilidade proteica. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar o teor proteico e a bioacessibilidade proteica, pelo método de digestão *in vitro* INFOGEST 2.0, em bebidas à base de soro do leite espessadas com espessante comercial à base de goma xantana de acordo com o protocolo IDDSI.

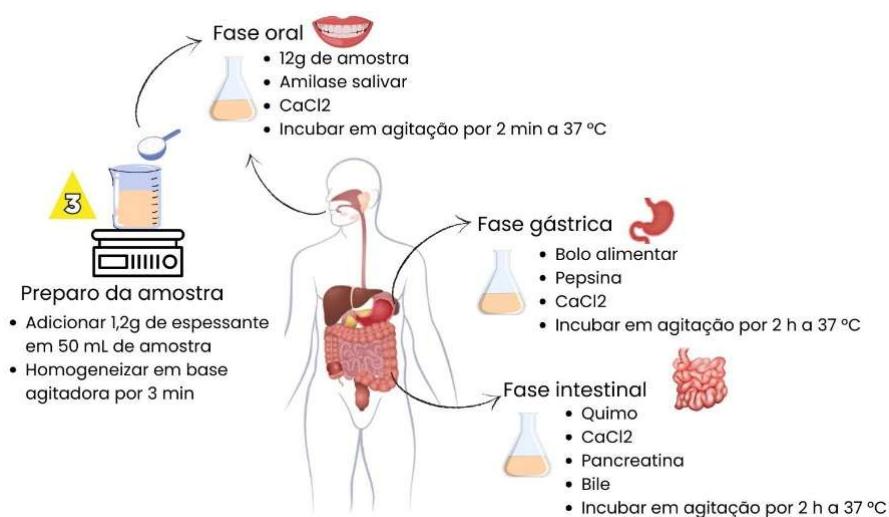
2. METODOLOGIA

Foram analisadas duas bebidas proteicas à base de soro de leite com 9,2% de proteína, da mesma marca, porém pertencentes a linhas distintas. A formulação das bebidas diferia pela presença do estabilizante fosfato dipotássico na amostra denominada (PP), enquanto a amostra PF não continha aditivo.

As bebidas foram espessadas com 1,2 g (2,4% p/v) de espessante comercial composto por maltodextrina, goma xantana e cloreto de potássio, seguindo o protocolo IDDSI para o nível 3 de consistência, e homogeneizadas em base agitadora Solid Steet por 3 minutos. A classificação do nível IDDSI foi confirmada pelo teste do funil: 10 mL de amostra foram deixados fluir por 10 s, resultando de 8 a 10 mL remanescentes na seringa, o que caracterizou o nível 3.

O teor proteico foi determinado pelo método de Kjeldhal (fator de conversão: 6,38). Avaliou-se a bioacessibilidade pelo ensaio digestão *in vitro*, adaptado do protocolo INFOGEST 2.0, figura 1. Para a análise estatística, os resultados foram submetidos à análise do teste T, utilizando o software R, sendo consideradas significativas as diferenças com $p < 0,05$.

Figura 1. Procedimento para realizar a digestão *in vitro* pelo método da INFOGEST 2.0



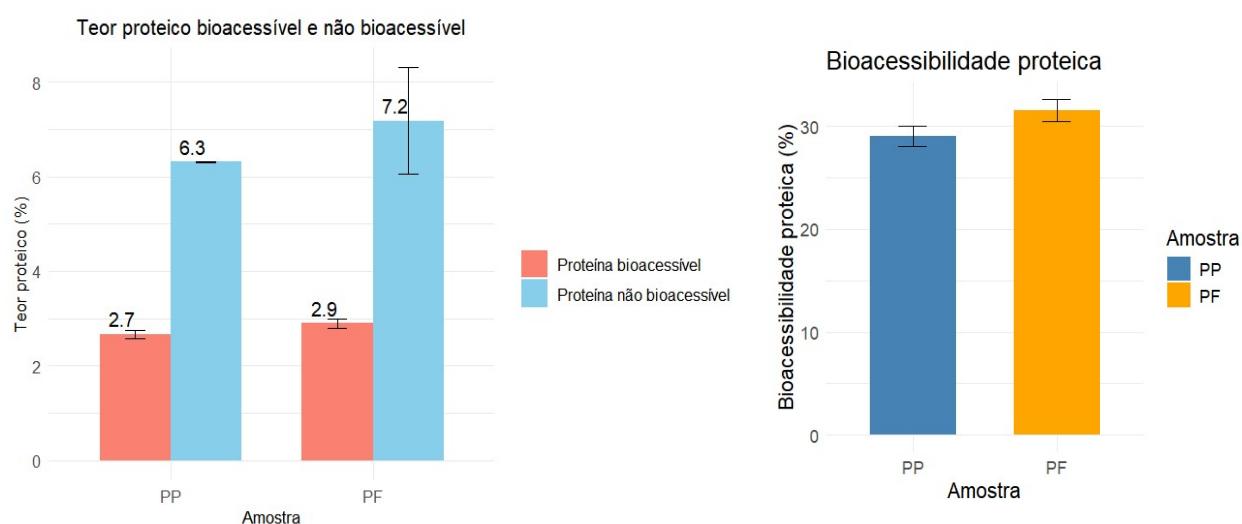
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, as bebidas PP e PF apresentaram diferenças na classificação IDDSI, sendo classificadas em níveis 1 e 0, com viscosidades de 112,8 mPa·s e 53,4 mPa·s, respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si ($p>0,05$). Esses valores refletem o comportamento reológico de cada formulação, evidenciando a necessidade de aplicar o teste IDDSI afim de verificar a adequação da consistência alimentar. Após o espessamento as amostras apresentaram viscosidades de 3570 ± 1372 mPa·s para a bebida PP e 5644.2 ± 0.9 mPa·s para a bebida PF, não diferindo entre si ($p>0,05$). No estudo de Charoensri e colaboradores (2024), analisaram mingau de arroz espessado com diferentes concentrações de goma xantana (0,5–2,0%) e não apresentou diferença estatística, o que demonstra que a formação da estrutura filamentosa característica da goma é independente do aumento da concentração.

A análise de proteína bruta demonstrou conformidade no teor proteico declarado no rótulo (9,2%). Após o espessamento, os teores bioacessíveis da bebida PP ($2,67\pm0,13\%$) e da e da bebida PF ($2,90\pm0,14\%$), conforme apresentado na Figura 2. Estes valores foram maiores do que encontrados em leites convencional (3,40%) e orgânico (3,33%) (COSTA-SANTOS et al., 2024). Embora não apresente diferença estatística entre os teores proteicos bioacessível e não

bioacessível, observa-se uma tendência de maior proporção no teor não bioacessível, com valores $6,31 \pm 0,02\%$ e $7,19 \pm 1,61\%$ para as bebidas PP e PF, respectivamente. Tal comportamento pode refletir a influência do espessante na liberação dos aminoácidos. Considerando que as amostras foram espessadas com 2,4% de goma xantana, esses dados corroboram os achados no estudo de (XIE et al., 2023), que, ao espessarem iogurtes com 0,2% e 1% (p/v) de goma xantana, observaram que a liberação de aminoácidos nas fases gástrica e intestinal foi inversamente proporcional a quantidade de goma xantana adicionada, ou seja, foi maior a redução na liberação de aminoácidos nas formulações com 1% de goma xantana.

Figura 2. Teor proteico após digestibilidade *in vitro* e bioacessibilidade proteica em bebidas à base de soro do leite.



As amostras apresentaram bioacessibilidade proteica de $29,02 \pm 1,39\%$ ^a para a amostra PP e de $31,52 \pm 1,54\%$ ^a para a amostra PF, sem diferença estatística, conforme Figura 2. Chang e colaboradores (2025) verificaram que adição de 0,4% de goma xantana reduziu significativamente o teor de grupos aminos livres em preparações a base de caseinato de sódio ($20,26 \pm 0,08\%$) e de proteína do soro do leite ($21,82 \pm 0,04\%$) após digestão completa. Assim, uma vez que as bebidas analisadas neste estudo são à base de soro de leite, esse efeito pode influenciar negativamente a bioacessibilidade proteica. Esse processo decorre da formação de um gel coeso pela goma xantana, que envolve as moléculas de proteína, dificultando a degradação mecânica do gel e enzimática, o que resulta em menor liberação de peptídeos bioacessíveis (CHANG et al., 2025; XIE et al., 2023).

4. CONCLUSÕES

A análise de proteína bruta das bebidas à base de soro do leite confirmou a conformidade com os valores declarados no rótulo, assegurando a qualidade nutricional do produto. No entanto, a bioacessibilidade proteica observada foi moderada, indicando que parte considerável da proteína permaneceu não acessível para absorção. Esse efeito pode estar relacionado ao espessamento com goma xantana, que forma estruturas coesas capazes de limitar o acesso enzimático às proteínas. Assim, os resultados reforçam que o uso de espessantes deve

equilibrar a segurança da deglutição, porém podem influenciar negativamente na bioacessibilidade proteica. Sendo assim, são necessários mais estudos para aprofundar o conhecimento sobre a influência dos espessantes na bioacessibilidade de proteínas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHANG, J.; *et al.* Effects of polysaccharides on protein in vitro digestion and rheological properties under simulated elderly gastric conditions. **Food Chemistry**, China, v. 492, p. 145662, nov. 2025.
- CHAROENSRI, P.; *et al.* Rheological, textural, and swallowing characteristics of xanthan gum-modified Riceberry porridge for patients with dysphagia. **Journal of Texture Studies**, Tailândia, v. 55, n. 4, p. e12853, 2024.
- CLAYTON, N. A.; FREEMAN-SANDERSON, A.; WALKER, E. Dysphagia Prevalence and Outcomes Associated with the Evolution of COVID-19 and Its Variants in Critically Ill Patients. **Dysphagia**, Australia, v. 39, n. 1, p. 109–118, fev. 2024.
- COSTA-SANTOS, A. C.; *et al.* Characterization and estimation of the bioaccessibility of essential elements in organic milk by INFOGEST protocol. **Food Chemistry**, Brasil, v. 433, p. 137327, fev. 2024.
- CUOMO, F.; *et al.* Rheological and Nutritional Assessment of Dysphagia—Oriented New Food Preparations. **Foods**, Itália, v. 10, n. 3, p. 663, 19 mar. 2021.
- LEIRA, J.; *et al.* Dysphagia and its association with other health-related risk factors in institutionalized older people: A systematic review. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, Espanha, v. 110, p. 104991, jul. 2023.
- WONG, M. C.; *et al.* Quantitative Textural and Rheological Data on Different Levels of Texture-Modified Food and Thickened Liquids Classified Using the International Dysphagia Diet Standardisation Initiative (IDDSI) Guideline. **Foods**, China, v. 12, n. 20, p. 3765, 13 out. 2023.
- XIE, Z.; *et al.* Effects of different types and concentrations of thickeners on yoghurt protein bioaccessibility by an in vitro dynamic gastrointestinal digestive model. **International Journal of Dairy Technology**, China, v. 76, n. 4, p. 885–894, 2023.
- XIONG, M.; *et al.* Relationship between International Dysphagia Diet Standardisation Initiative Flow Test and Consistometric Measures for Consistency Classification: An Examination of Thickened Liquids Prepared Using Starch-Based and Xanthan Gum-Based Thickening Agents. **Folia Phoniatrica et Logopaedica**, China, p. 1–9, 23 jul. 2024.