

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DE EMULSIFICAÇÃO, GELIFICAÇÃO E ESPUMANTE DE NANOGEL DE OVALBUMINA E LISOZIMA

Gustavo Lopes Gomes da Silva¹, Daniela Oliveira dos Santos²

RESUMO

As espumas de proteína desempenham um papel fundamental na indústria de alimentos, melhorando a textura de produtos como mousses, merengues e sorvetes. Garantir a estabilidade dessas espumas é essencial para manter a qualidade final, sendo influenciada por fatores como a concentração de proteína, o pH, a temperatura e a presença de açúcares e gorduras. Essas espumas são constituídas por bolhas de ar envoltas por uma fina camada de proteínas e lâminas separadoras. Ao criar espumas com proteínas, é necessário realizar uma desnaturação parcial das proteínas para permitir uma interação adequada com o ar e a água, mantendo a estrutura. Observamos que a introdução de diferentes sais e açúcares na mistura resulta em padrões distintos na formação de espumas. Neste estudo específico, investigamos as variações na produção de espumas para cada tipo de sal e açúcar adicionado à solução. Os sais utilizados incluíram cloreto de sódio, citrato de sódio, cloreto de cálcio, fosfato de sódio e fosfato de potássio, enquanto os açúcares empregados foram sacarose, lactose, D-frutose, glicose e D-glucose. Utilizamos métodos que envolvem a preparação de nanoestruturas proteicas e a avaliação da formação e estabilidade das espumas. No decorrer deste estudo, obtivemos resultados promissores na produção de espumas proteicas ao utilizar sais, como o citrato de sódio, em combinação com a lactose.

PALAVRAS-CHAVE: Açúcares; espumas; lisozima; ovoalbumina; proteína; sais.

TITLE: EVALUATION OF EMULSIFICATION, GELIFICATION AND SPILLING PROPERTIES OF NANOGEL OF OVALBUMIN AND LYSOZIMA

ABSTRACT

Protein foams play a key role in the food industry, improving the texture of products such as mousses, meringues and ice creams. Ensuring the stability of these foams is essential to maintain the final quality, being influenced by factors such as protein concentration, pH, temperature and the presence of sugars and fats. These foams are made up of air bubbles surrounded by a thin layer of proteins and separating sheets. When creating foams with proteins, it is necessary to partially denature the proteins to allow adequate interaction with air and water, maintaining the structure. We observed that the introduction of different salts and sugars into the mixture results in different patterns in foam formation. In this specific study, we investigated the variations in foam production for each type of salt and sugar added to the solution. The salts used included sodium chloride, sodium citrate, calcium chloride, sodium phosphate and potassium phosphate, while the sugars used were sucrose, lactose, D-fructose, glucose and D-glucose. We use methods that involve the preparation of protein nanostructures and the evaluation of foam formation and stability. During this study, we obtained promising results in the



Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB

¹Gustavo L. G. da Silva graduando em Eng. De Alimentos-UESB 202010442@uesb.edu.br

²Prof^a. Dra. Daniela Oliveira dos Santos-UESB danielaosantos@uesb.edu.br

production of protein foams when using salts, such as sodium citrate, in combination with lactose.

KEYWORDS: foams; lysozyme; ovalbumin; protein; salts; sugars.

INTRODUÇÃO

As espumas de proteína são amplamente usadas na indústria alimentícia para melhorar a textura de produtos como mousses, merengues e sorvetes. A estabilidade dessas espumas é fundamental para garantir a qualidade do produto e é influenciada por diversos fatores, como a concentração de proteína, o pH, a temperatura e a presença de açúcares e gorduras. Elas desempenham um papel crucial nas formulações alimentares, pois têm impacto direto nas características sensoriais e na textura dos alimentos, além de oferecer propriedades funcionais como capacidade de formar espuma, emulsionar, gelificar e controlar a viscosidade (PIRES et al., 2015).

As espumas à base de proteínas são compostas por bolhas de ar, onde cada bolha é envolvida por uma fina camada contínua de moléculas proteicas, e essas bolhas são separadas por lâminas. Esses sistemas são instáveis do ponto de vista termodinâmico e possuem uma estrutura tridimensional composta por bolhas envolvidas por um filme fino contínuo. Ao produzir espumas utilizando uma solução de proteínas, as próprias proteínas devem ser parcialmente desnaturadas para expor os grupos hidrofóbicos, permitindo assim a interação desses grupos com as moléculas não polares do ar, ao mesmo tempo em que ocorre a interação dos grupos polares com as moléculas de água (FOEGEDING et al., 2006).

Em diversos estudos (DAMODARAN, 2006), notou-se que a inclusão de diferentes sais e açúcares na composição resulta em distintos padrões de formação de espumas. Neste estudo específico, investigamos essas variações no desenvolvimento de espumas para cada sal e açúcar adicionado à solução. Os sais utilizados compreenderam cloreto de sódio, citrato de sódio, cloreto de cálcio, fosfato de sódio e fosfato de potássio, enquanto os açúcares empregados foram sacarose, lactose, D-frutose, glicose e D-glucose.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia adota a preparação de nanoestruturas proteicas, utilizando 0,3182g de lisozima e 0,967g de ovoalbumina. Inicialmente, as proteínas foram solubilizadas em béqueres separados de 500 ml, sendo 300 ml destinados à lisozima e 200 ml à ovoalbumina, antes de serem transferidas para os respectivos balões volumétricos (YU et al., 2006).



Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB

¹Gustavo L. G. da Silva graduando em Eng. De Alimentos-UESB 202010442@uesb.edu.br

²Prof^a. Dra. Daniela Oliveira dos Santos-UESB danielaosantos@uesb.edu.br

A seguir, a solução de ovoalbumina foi despejada em um béquer de 500 ml e submetida a agitação através de um agitador magnético. Os 300 ml da solução de lisozima foram gradualmente adicionados usando um funil de separação de 200 ml, preso por um suporte de bureta, com a agitação interrompida após a completa adição da lisozima. O pH da solução foi medido e ajustado para 10,3 com a adição de solução de hidróxido de sódio. Após a correção do pH, a solução foi agitada por uma hora e, posteriormente, aquecida em banho-maria a 80°C por uma hora e trinta minutos. Após o aquecimento, a solução foi deixada esfriar antes de ser armazenada.

Para obter espuma, empregou-se um volume constante de 50 mL de uma solução de nanoestrutura proteica. Em cada tratamento, essa solução foi misturada com sais e açúcares solubilizados, utilizando um equipamento de alta rotação por um período de 2 minutos. Após a formação da espuma, removeu-se o líquido que não gerou espuma e, em seguida, mediu-se o volume com base na área ocupada pela espuma no béquer.

Em seguida, calculou-se a capacidade espumante dessas soluções com base no "overrun," usando os valores de volume obtidos anteriormente para cada solução proteica, assim como a fração da fase gasosa (ϕ), que foi calculada com base no valor de "overrun" previamente determinado. A densidade (ρ) foi medida utilizando uma equação que envolve a massa da espuma e o volume da solução proteica. Além disso, a porcentagem do líquido drenado foi calculada para avaliar a estabilidade das espumas, determinada pela medição da massa do líquido drenado da espuma em um período de tempo de 20 minutos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Zhang, L., et al (2020), a presença de açúcares possui amplo efeito na estabilidade de espumas a base de proteínas. Isso ocorre porque os açúcares podem interagir com as proteínas, alterando sua estrutura e carga elétrica, o que pode afetar a capacidade da proteína de formar e estabilizar bolhas de ar na espuma.

A adição de sais pode aumentar a estabilidade da espuma, uma vez que os íons dos sais podem interagir com as proteínas, aumentando a sua carga elétrica e facilitando a formação da rede proteica na superfície das bolhas de ar. No entanto, assim como os açúcares, o tipo e a quantidade de sais adicionados podem ter um efeito significativo na estabilidade da espuma. Por exemplo, sais como o sulfato de amônio e o sulfato de sódio podem ter um efeito negativo na estabilidade da espuma, uma vez



Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB

¹Gustavo L. G. da Silva graduando em Eng. De Alimentos-UESB 202010442@uesb.edu.br

²Prof^a. Dra. Daniela Oliveira dos Santos-UESB danielaosantos@uesb.edu.br

que podem desnaturar as proteínas e impedir a formação da rede proteica na superfície das bolhas de ar (Silva, E. K., et al 2017).

Os resultados evidenciaram que sais como o fosfato de sódio, sendo uma fonte de íons fosfato, podem interagir com as proteínas presentes na solução. Essas interações iônicas têm o potencial de impactar a capacidade das proteínas de estabilizar as bolhas de ar na espuma. Portanto, os resultados deste estudo demonstraram que a interação desse sal, mesmo quando combinado com um açúcar de baixo peso molecular, teve um efeito significativo na estabilidade das espumas proteicas. Em particular, ao utilizar D-Glucose, um açúcar de cadeia curta conhecido por sua habilidade em formar espumas estáveis, observou-se que essa interação iônica com o fosfato de sódio resultou em valores de estabilidade menores, menor capacidade espumante, densidade reduzida e uma fração gasosa mais baixa em comparação com as demais amostras. Portanto, essa combinação de fosfato de sódio e D-Glucose foi identificada como a menos eficaz na formação de espuma em comparação com as outras variações de sais e açúcares estudadas neste trabalho (Tabela1).

Embora a lactose não possua propriedades que contribuam diretamente para a estabilização das bolhas de ar na espuma, o citrato de sódio, por outro lado, demonstra uma notável afinidade pelas proteínas, promovendo interações eletrostáticas que facilitam a estabilidade da espuma. Isso se deve à habilidade do citrato em reter eficazmente as bolhas de ar na espuma, tornando-a mais resistente ao colapso. Assim, a combinação do citrato de sódio com o açúcar resultou em uma espuma proteica de alta qualidade, caracterizada por valores elevados de estabilidade, uma capacidade espumante superior, uma densidade ideal para a formação da espuma e uma fração gasosa mais ampla quando comparada com as outras amostras (Tabela 1).

TABELA 1- Avaliação da capacidade espumante e estabilidade das espumas para diferentes tratamentos utilizando sais e açúcares.

TRATAMENTOS	ANÁLISES DE ESPUMAS			
	OVERRUM (%)	FRAÇÃO GASOSA (%)	DENSIDADE (G/CM3)	ESTABILIDADE (%)
T1: Sacarose + Citrato de sódio	159,27	60,96	0,2986	9,95
T2: Cacarose+Cloro de sódio	278,05	73,46	0,4563	25,04
T3: Sacarose+Cloro de Cálcio	214,86	68,06	0,3926	25,30
T4: Sacarose+fosfato de sódio	180,93	64,08	0,3909	22,42



Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB

¹Gustavo L. G. da Silva graduando em Eng. De Alimentos-UESB 202010442@uesb.edu.br

²Prof^a. Dra. Daniela Oliveira dos Santos-UESB danielaosantos@uesb.edu.br

T5: Sacarose+Fosfato de potássio	356,00	78,00	0,4193	32,22
T6: Lactose+Citrato de sódio	418,43	80,70	0,5401	41,05
T7:Lactose+Cloreto de sódio	323,43	75,79	0,4277	31,4
T8: Lactose+Cloreto de cálcio	266,43	72,44	0,4334	27,24
T9:Lactose+Fosfato de sódio	130,71	55,92	0,3095	16,35
T10:Lactose+Fosfato de potássio	221,00	68,83	0,2891	21,85
T11:D-frutose+Citrato de sódio	198,57	66,46	0,3040	22,86
T12:D-frutose+Cloreto de sódio	142,93	58,73	0,2433	18,44
T13:D-frutose+Cloreto de Cálcio	161,67	61,74	0,3158	19,31
T14:D-frutose+fosfato de sódio	141,92	57,88	0,3829	21,79
T15:D-frutose+fosfato de potássio	196,94	66,31	0,3435	26,49
T16:Glicose+Citrato de sódio	314,16	75,85	0,4806	37,82
T17:Glicose+Cloreto de sódio	230,53	69,70	0,4627	38,05
T18:Glicose+Cloreto de cálcio	118,04	54,11	0,3792	24,03
T19: Glicose+fosfato de sódio	116,60	53,73	0,4855	25,16
T20: Glicose+fosfato de potássio	196,39	66,11	0,3501	28,62
T21: D-Glucose+citrato de sódio	232,57	69,88	0,3668	27,85
T22: D-Glucose+cloreto de sódio	180,51	64,29	0,3587	24,21
T23: D-Glucose+cloreto de cálcio	152,06	60,18	0,3714	19,25
T24: D-Glucose+fosfato de sódio	91,96	47,87	0,5568	18,27
T25: D-Glucose+fosfato de potássio	200,84	66,72	0,4213	25,30

Fonte: autor

CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES

Com base nos resultados obtidos, tornou-se evidente que a combinação de sais, como o citrato de sódio, e o açúcar lactose demonstrou um maior potencial de colaboração na formação de espumas proteicas. Recomenda-se, portanto, a realização



Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB

¹Gustavo L. G. da Silva graduando em Eng. De Alimentos-UESB 202010442@uesb.edu.br

²Prof^a. Dra. Daniela Oliveira dos Santos-UESB danielaosantos@uesb.edu.br

de estudos adicionais para uma compreensão mais aprofundada das influências desses sais e açúcares na formação das espumas. Além disso, uma análise estatística mais rigorosa dos dados coletados durante este estudo seria valiosa para consolidar as conclusões e insights obtidos.

ADRADECIMENTOS

Agradecemos a agência de fomento Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB pela bolsa de iniciação científica e ao apoio para realização das atividades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cherry. J. P.; McWaaers, K. H. Whippability and aeration. Protein Functionality in Foods. J. P. Cherry. ed. Am. Chem. Soc. Washington, Dc, 1981;
2. Srinivasan. Protein Stabilization of Emulsions and Foams. **Journal of food science**, [s. l], v. 70, ed. 3, 2006. DOI <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb07150.x>. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.2005.tb07150.x>. Acesso em: 16 fev. 2023;
3. FOEGEDING, E. Allen; SORTE, P.J.; DAVIS, P. Factors determining the physical properties of protein foams. **Food Hydrocolloids**, EUA, v. 20, p. 284–292, 2006. DOI <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2005.03.014>. Disponível em: www.elsevier.com/locate/foodhyd. Acesso em: 13 jan. 2023;
4. Kinsella, J. E. (1984). Milk proteins: Physicochemical and functional properties. Crit. Rev. in Food Sci. and Nutr., v. 21, p. 197-262, 1984;
5. Lawal, O.S.; Adebowale, K.O.; Ogunsanwo, B.M.; Sosanwo, O.A.; Bankole, S.A. On the functional properties of globulin and albumin protein fractions and flours of African locust bean (*Parkia biglobossa*). Food Chem., v. 92, p. 681-691, 2005;
6. PIRES, Ana Luiza R. *et al.* BIOMATERIAIS: TIPOS, APLICAÇÕES E MERCADO. **SciELO**, Brasil, v. 38, ed. 7, p. 957-971, 29 maio 2015. DOI BIOMATERIAIS: TIPOS, APLICAÇÕES E MERCADO. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/th7gjVpvdphnctYbhtFznN/#>. Acesso em: 11 jan. 2023;
7. Silva, E. K., et al. (2017). Estudo da estabilidade de espumas de proteínas de soja e soro de leite em diferentes concentrações de NaCl. Brazilian Journal of Food Technology;
8. WIERENGA, P.A. *et al.* New views on foams from protein solutions. **Current Opinion in Colloid & Interface Science**, Wageningen, Holanda, v. 15, ed. 5, p. 365-373, 2010. DOI <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2010.05.017>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359029410000592?via%3Dihub>. Acesso em: 03 Abril. 2023;



Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB

¹Gustavo L. G. da Silva graduando em Eng. De Alimentos-UESB 202010442@uesb.edu.br

²Prof^a. Dra. Daniela Oliveira dos Santos-UESB danielaosantos@uesb.edu.br

9. YU, Shaoyong *et al.* Nanogels Prepared by Self-Assembly of Oppositely Charged Globular Proteins. **Wiley InterScience**, [s. l.], v. 83, p. 148-158, 2006. DOI DOI 10.1002/bip.20539. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/>. Acesso em: 13 abr. 2023;
10. Zhang, L., et al. (2020). pH and salt concentration effects on the stability and structural eatures of ovalbumin foams. *Food Chemistry*, 312, 126058.



Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB

¹Gustavo L. G. da Silva graduando em Eng. De Alimentos-UESB 202010442@uesb.edu.br

²Prof^a. Dra. Daniela Oliveira dos Santos-UESB danielaosantos@uesb.edu.br