

Aplicação de agentes Espumantes Veganos para a formação de Espumas na Polpa de Acerola e Açaí**Application of Vegan Foaming Agents for the formation of Foams in Acerola and Açaí Pulp**

DOI:10.34117/bjdv6n10-190

Recebimento dos originais: 08/09/2020

Aceitação para publicação: 08/10/2020

Maisa Dias Cavalcante

Doutoranda do programa de Engenharia e Ciência de Alimentos

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

Endereço: R. Cristóvão Colombo, 2265 - Jardim Nazareth, São José do Rio Preto - SP, 15054-000

E-mail: maisa.dias@unesp.br

Maria Aparecida Mauro

Doutorado em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

Endereço: R. Cristóvão Colombo, 2265 - Jardim Nazareth, São José do Rio Preto - SP, 15054-000

E-mail: maria.mauro@unesp.br

RESUMO

Isolado proteico de soja (SPI) e tensoativos de origem vegetal foram aplicados às polpas de açaí e acerola, para formação de espuma. A expansão da espuma de açaí não alcançou padrões adequados para aplicações, enquanto a polpa de acerola formou espuma apenas com SPI. A adição de tensoativos na polpa de acerola também demonstrou características propícias para a formação de espumas, sendo que os efeitos foram potencializados quando formuladas juntamente com o SPI, sugerindo efeitos sinérgicos.

Palavras-chave: densidade, expansão, monoglicerídeos destilados, éster de ácido láctico, isolado proteico de soja.

ABSTRACT

Soy protein isolate (SPI) and surfactants of vegetable origin were applied to açaí and acerola pulps, for foam formation. The expansion of the acai foam did not reach adequate standards for applications, while the acerola pulp formed foam only with SPI. The addition of surfactants in the acerola pulp also demonstrated propitious characteristics for foam formation, and the effects were potentialized when formulated together with SPI, suggesting synergetic effects.

Keywords: density, expansion, monoglycerides distilled, lactic acid ester, soy protein isolate.

1 INTRODUÇÃO

As espumas são classificadas como dispersões coloidais, em que uma fase gasosa é dispersa em uma fase contínua aquosa (Damodaran e Parkin 2018). Elas são encontradas em muitos alimentos como sorvetes, bolos, musses e cremes batidos, em que, na maioria deles, as proteínas

são os principais agentes ativos de superfície, contribuindo para sua formação e estabilização. A capacidade de formação de espuma é uma importante funcionalidade das proteínas e de outras moléculas anfotéricas (Aluko et al., 2009).

A espuma também tem um papel importante na aplicação do método de conservação conhecido por secagem em camada de espuma. Este consiste na adição de agentes espumantes a alimentos líquidos ou semilíquidos e subsequente formação de espumas, as quais, ao serem desidratadas com ar aquecido e trituradas, se transformam em pó (Ng e Sulaiman, 2018)

O percentual de expansão é uma das principais características estudadas para avaliar a eficiência do método utilizado para a formação de espuma (Marinova et al., 2009).

O Brasil é o maior produtor mundial de acerola e de açaí. A acerola (*Malpighia emarginata*, D.C.), originária dos países da América, é caracterizada por ser rica em ácido ascórbico (Canuto et al., 2010). O açaí (*Euterpe oleracea* Mart), nativo da região norte do Brasil, especificamente da região Amazônica, é reconhecido como benéfico à saúde devido ao alto valor nutricional das várias substâncias presentes em sua polpa, com atividades biológicas e atividades farmacológicas, incluindo seu perfil lipídico (Yamaguchi et al., 2015).

O isolado da proteína de soja (SPI) é a principal fonte de proteína vegetal disponível comercialmente, com elevado valor nutricional, baixo custo e diversas propriedades funcionais devido às características de superfície ativa de suas proteínas constitutivas, proporcionando propriedades de emulsificação e gelificação (Zang et al., 2019). Agentes tensoativos como monoglicerídeos destilados ou ésteres de mono e diglicerídeos de ácidos graxos com ácido láctico são aplicados nas indústrias de alimentos, para melhorar a incorporação de ar e a estabilidade em espumas (Gaonkar e Mcpherson 2016), podendo ser obtidos a partir de óleos vegetais.

Desta maneira, o presente trabalho teve como objetivo investigar os efeitos do isolado proteico de soja, assistido por diferentes agentes espumantes de origem vegetal, sobre a formação de espumas de polpa de açaí e polpa de acerola, com o intuito de identificar as mais adequadas para aplicações como secagem em camada de espuma.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Polpas congeladas de açaí e acerola (De Marchi Indústria e Comércio de Frutas Ltda Jundiaí, Brasil) foram adquiridas no comércio local de São José do Rio Preto-São Paulo/SP. O isolado de proteína de soja (SPI) foi adquirido da Ecil Ingredientes (Empreendimento Comercial Industrial Ecil Ltda, São Paulo, Brasil). Os agentes espumantes Monoglicerídeos destilados baseados em óleos vegetais (Dimodan®, DuPont™) e ésteres de mono e diglicerídeos de ácidos graxos com ácido

lático, derivados de óleos vegetais naturais (Grinsted® Lactem, DuPont™) foram doados pela DuPont – Danisco Brasil Ltda.

Para a adição de SPI à polpa, primeiramente preparou-se uma solução mãe com concentração de 10% SPI (m/m) com água destilada, a qual foi aquecida a 70 ° C, sob agitação magnética (200 rpm), por 20 min. A seguir a solução foi resfriada à temperatura ambiente (25 ± 2 °C). Para os agentes tensoativos foram preparadas soluções mãe aquosas com 7% (m/m) de Dimodan® ou 15% (m/m) de Lactem, que foram aquecidas sob agitação magnética (200 rpm) a 80 °C por 10 min, e resfriadas à temperatura ambiente (25 ± 2 °C). Para cada tratamento, quantidades específicas de solução mãe foram utilizadas.

Para formular as espumas, foram adicionadas às polpas de açaí ou de acerola, as soluções mãe de SPI (2% e 5%, m/m), de Lactem e Dimodan® (1% e 5%, m/m) e misturas de Lactem e Dimodan® com SPI. As concentrações finais dos aditivos foram calculadas e estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

As misturas foram agitadas durante cinco minutos em uma batedeira doméstica (modelo RI 7110, marca Philips Walita, Brasil) para a formação da espuma.

As densidades foram medidas através da determinação de massas e volumes, utilizando picnômetros de 10 mL com termômetro, previamente calibrados com água destilada, conforme Thuwapanichayanan et al., (2008). A equação (1) descreve a densidade das soluções antes e depois da formação da espuma.

$$\rho_k = \frac{m_k}{V} \quad (1)$$

na qual ρ_k representa a densidade de k ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$); m_k representa a massa de k (g); o subíndice k representa solução (antes do batimento) ou espuma (após o batimento); V representa volume (cm^3).

O percentual de expansão de cada formulação foi calculado a partir dos valores de densidade das polpas misturadas com os aditivos, antes do batimento, e da densidade das suas respectivas espumas (Coelho et al., 2019).

$$\text{Exp (\%)} = \frac{\frac{1}{\rho_{\text{espuma}}} - \frac{1}{\rho_{\text{solução}}}}{\frac{1}{\rho_{\text{solução}}}} \times 100 \quad (2)$$

na qual Exp representa a expansão da espuma (%), $\rho_{\text{solução}}$ é a densidade da solução antes do batimento ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) e ρ_{espuma} é a densidade da espuma ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$).

Os dados de densidade foram obtidos em triplicata, com os quais foi calculada a expansão Exp (%). Os resultados foram avaliados estatisticamente através de Análise de Variância (ANOVA), seguida pela aplicação do teste de Tukey para comparação das médias, ao nível de 5 % de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 1 e 2 apresentam os resultados do percentual de expansão e as medidas de densidade da espuma da polpa de açaí e acerola, em função dos tratamentos, onde a concentração final de cada aditivo (% , m/m) é apresentada entre parênteses.

Tabela 1. Valores médios do percentual de expansão da espuma da polpa de açaí e acerola seguidos do desvio padrão.

Tratamento	Exp (%)	
	Açaí	Acerola
SPI (0,2%)	0,07 ^d ±0,3	1,87 ^d ±1,7
SPI (0,5%)	0,16 ^d ±0,7	14,95 ^c ±3,9
SPI (1,0%)	nd	40,70 ^f ±1,9
L(0,15%) + D(0,07%)	2,02 ^d ±0,4	41,19 ^{fc} ±0,6
L(0,75%) + D(0,35%)	8,14 ^{bc} ±1,5	54,75 ^b ±0,7
L(0,15%) + D(0,07%) e SPI(0,5%)	11,97 ^b ±31	72,01 ^e ±0,3
L(0,75%) + D(0,35%) e SPI(0,2%)	18,47 ^a ±2,5	72,92 ^e ±1,1
L(0,75%) + D(0,35%) e SPI(0,5%)	4,39 ^{cd} ±1,3	85,78 ^a ±0,5

L=Lactem; D=Dimodan.

Os valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes na mesma coluna apresentam diferença estatisticamente significativa de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

nd = não determinado

Tabela 2. Valores médios da densidade da espuma da polpa de açaí e acerola seguidos do desvio padrão.

Tratamento	Densidade ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	
	Açaí	Acerola
SPI (0,2%)	1,026 ^a ±0,01	0,981 ^a ±0,04
SPI (0,5%)	1,023 ^a ±0,01	0,850 ^b ±0,06
SPI (1,0%)	nd	0,592 ^c ±0,04
L(0,15%) + D(0,07%)	0,999 ^a ±0,03	0,580 ^e ±0,02
L(0,75%) + D(0,35%)	0,934 ^{ab} ±0,04	0,448 ^c ±0,02
L(0,15%) + D(0,07%) e SPI(0,5%)	0,893 ^{bc} ±0,05	0,276 ^f ±0,01
L(0,75%) + D(0,35%) e SPI(0,2%)	0,824 ^c ±0,04	0,260 ^f ±0,01
L(0,75%) + D(0,35%) e SPI(0,5%)	0,978 ^{ab} ±0,03	0,139 ^d ±0,00

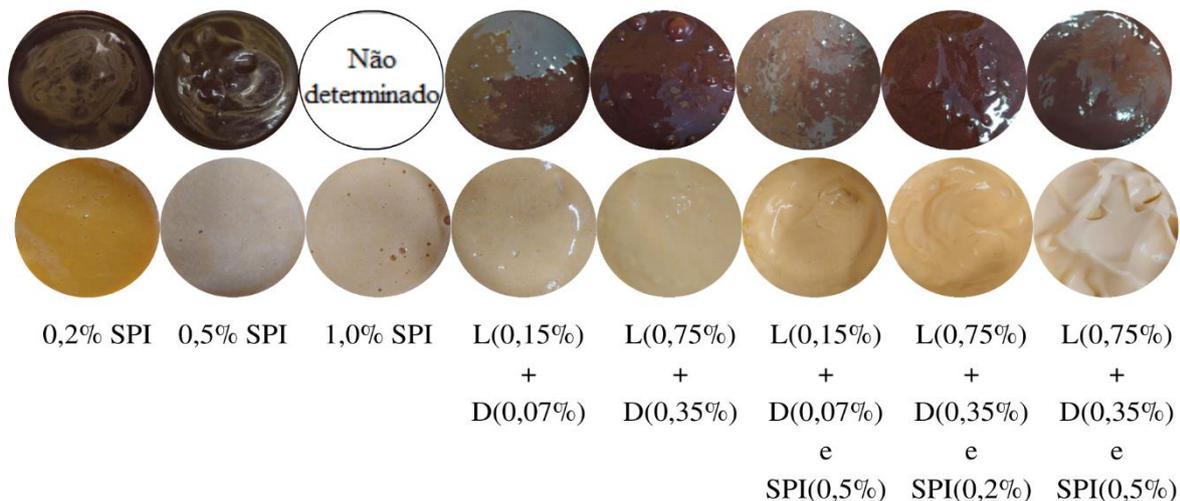
L=Lactem; D=Dimodan.

Os valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes na mesma coluna apresentam diferença estatisticamente significativa de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

nd = não determinado

Imagens das espumas da polpa de açaí e acerola, nas devidas formulações utilizadas no presente trabalho, estão apresentadas na Figura 1.

Figura 1. Espumas da polpa de açaí (primeira linha) e acerola (segunda linha).



A espuma ideal para realização do processo de secagem em camada de espuma deve apresentar densidade em uma faixa de 0,1 a 0,6 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (Van Arsdel e Copley 1964). Dessa maneira, de acordo com os valores obtidos, constatou-se que a espuma de açaí não se encontra dentro da faixa adequada para essa aplicação (Tabela 2). Por outro lado, a polpa de acerola apresentou um bom desempenho na formação de espumas adequadas à aplicação em secagem, apenas com SPI (1%) ou apenas com os agentes tensoativos. Além disso, um excelente desempenho foi constatado quando a

proteína e os agentes tensoativos estiveram presentes, simultaneamente, nas formulações (Tabela 2).

O isolado da proteína de soja, nas concentrações investigadas, quando aplicado sozinho na polpa de açaí, não contribuiu para a formação de espumas, o que pode ser justificado pelo elevado teor de lipídeos, visto que estes são mais ativos nas áreas interfaciais do que as proteínas, adsorvendo rapidamente na interface ar-água e inibindo a adsorção das proteínas durante a formação de espuma (Damodaran e Parkin 2018). Além disso, como apontam esses mesmos autores, o excesso de açúcares, apesar de aumentar a viscosidade, o que é positivo para a espumabilidade, também pode prejudicá-la, na medida em que estabiliza a estrutura proteica, que será menos capaz de se desdobrar quando adsorver na interface. Isso diminui também a capacidade da proteína de reduzir a tensão interfacial na interface, que não será baixa o suficiente para produzir uma espuma significativa.

Na polpa de acerola, a aplicação do isolado da proteína de soja em concentrações menores que 1% sugerem que a concentração da proteína não foi suficiente para formar, nas interfaces, uma película proteica coesa de múltiplas camadas. Porém, com 1% de SPI, isso foi possível, sendo que a espuma apresentou expansão de 41% e densidade de aproximadamente $0,6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, que é um valor adequado para secagem em leito de espuma.

Nota-se, na Tabela 2, que a aplicação somente de SPI nas polpas de açaí e de acerola, nesta última em concentrações menores que 1%, resultaram em uma densidade fora da faixa de considerada ideal para a secagem em camada de espuma (Van Arsdell e Copley 1964). Esse fator pode comprometer o processo de secagem no que concerne à taxa de secagem da espuma (Soares et al, 2001).

O isolado da proteína de soja, no entanto, quando aplicado com outros agentes espumantes como Lactem e Dimodan®, que são emulsificantes, parece ter mostrado um efeito sinérgico com esses surfactantes, apresentando máxima expansão da polpa de açaí no tratamento L(0,75%) + D(0,35%) e SPI(0,2%). No caso da polpa de acerola, a máxima expansão foi observada no tratamento L(0,75%) + D(0,35%) e SPI(0,5%). Isso significa que houve interação positiva entre os aditivos para a formação da fase dispersa gasosa, com maior expansão do que quando a proteína ou os surfactantes foram adicionados separadamente. Esta situação poderia ser explicada pelo fato de que os monoglicérides presentes no Lactem e Dimodan® permitem diminuir substancialmente a tensão superficial nas áreas interfaciais da fase dispersa (Franzol e Rezende 2015)

Comparando-se a densidade e a expansão da polpa de acerola nos tratamentos L(0,15%) + D(0,07%) + SPI(0,5%) com L(0,75%) + D(0,35%) + SPI(0,2%), verifica-se que as médias foram estatisticamente iguais, apesar do último ter uma maior concentração de aditivos. Com isso,

constata-se que, nessas condições, a maior concentração de aditivos não influenciou os parâmetros avaliados.

Ainda em relação à polpa de acerola, o tratamento L(0,75%) + D(0,35%) + SPI(0,5%), com as concentrações máximas de aditivos, foi o que mostrou melhor desempenho quanto à formação de espuma, dentro dos tratamentos analisados, pois revelou a menor densidade e o maior percentual de expansão. Obteve-se, assim, um maior volume da fração de ar presente na espuma devido à maior quantidade de ar incorporado durante o batimento, devido à diminuição da tensão interfacial promovida pelos aditivos (Abbasi e Azizpour 2016). Na Figura 1, pode-se perceber visualmente como o tratamento L(0,75%) + D(0,35%) + SPI(0,5%) proporcionou características de espuma superiores aos demais tratamentos.

Já para os ensaios de polpa de açaí com aplicação da mistura de Lactem, Dimodan®, e SPI, nota-se, na Tabela 2, que no tratamento com as concentrações máximas de aditivos, L(0,75%) + D(0,35%) e SPI(0,5%), houve uma diminuição da expansão em relação ao melhor tratamento, L(0,75%) + D(0,35%) + SPI(0,2%), sugerindo um possível colapso na estrutura da espuma devido ao aumento da concentração de SPI, de 0,2% para 0,5%.

O fato de a polpa de acerola demonstrar desempenho muito superior à polpa de açaí para formação de espuma, está relacionado à composição química de cada um dos frutos, que é bastante diversa. De acordo com Karim e Wai (1999), o teor de sólidos solúveis afetam consideravelmente a formação e a estabilidade das espumas. Os lipídeos, por sua vez, competem com as proteínas pela adsorção preferencial nas interfaces ar-água, afetando a formação das espumas (Damodaran e Parkin 2018). Segundo Canuto et al., (2010), que avaliaram diversas frutas da Amazônia quanto a suas propriedades físico-químicas, a polpa de acerola apresenta concentrações de lipídios e de sólidos solúveis muito inferiores às encontradas no açaí. Essas substâncias influenciam fortemente a dispersão do ar na fase contínua, explicando, em parte, as diferenças encontradas no presente trabalho.

4 CONCLUSÃO

A polpa de acerola demonstrou características superiores para a formação de espuma, em comparação com a polpa de açaí. O melhor tratamento correspondeu à máxima concentração dos aditivos, L(0,75%) + D(0,35%) e SPI(0,5%).

A espuma de açaí, por sua vez, não demonstrou resultados viáveis para a formação de espuma com densidade recomendada para secagem em camada de espuma, ao contrário da espuma de acerola, que atingiu valores bem abaixo do limite de 0,6 g/cm³, em todas as misturas.

Os efeitos da proteína aplicada isoladamente, assim como dos agentes tensoativos, foram potencializados quando todos estiveram presentes na composição das formulações, sugerindo que efeitos sinérgicos entre eles melhoraram a capacidade de formação de espumas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES), pela bolsa de estudos, e à DuPont – Danisco Brasil Ltda, pela doação dos ingredientes.

REFERÊNCIAS

- Abbasi, E., & Azizpour, M. Evaluation of physicochemical properties of foam mat dried sour cherry powder. *LWT- Food Science and Technology*, v. 68, p. 105-110, 2016.
- Aluko, R. E., Mofolasayo, O. A., & Watts, B. M. Emulsifying and foaming properties of commercial yellow pea (*Pisum sativum* L.) seed flours. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 57, n. 20, p. 9793-9800, 2009.
- Canuto, G. A. B., Xavier, A. A. O., Neves, L. C., & Benassi, M. D. T Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, 2010.
- Coelho, B. E. S., Torres, G., Neto, A. F., & Coelho, C. L. Estudo da estabilidade da espuma da polpa de acerola para secagem pelo método foam-mat drying. *Revista Craibeiras de Agroecologia*, v. 4, n. 1, p. 7685, 2019.
- Damodaran, S., & Parkin, K. L. *Química de alimentos de Fennema*. Artmed Editora, 2018.
- Franzol, A., & Rezende, M. C Estabilidade de emulsões: um estudo de caso envolvendo emulsionantes aniônico, catiônico e não-iônico. *Polímeros*, v. 25, n. SPE, p. 1-9, 2015.
- Gaonkar, Ag & Mcpherson, A. *Ingredient interactions: effects on food quality*. CRC press, 2016.
- Karim, A. A., & Wai, C. C. Foam-mat drying of starfruit (*Averrhoa carambola* L.) purée. *Stability and air drying characteristics*. *Food Chemistry*, v. 64, n. 3, p. 337-343, 1999.
- Marinova, K. G., Basheva, E. S., Nenova, B., Temelska, M., Mirarefi, A. Y., Campbell, B., & Ivanov, I. B. Physico-chemical factors controlling the foamability and foam stability of milk proteins: Sodium caseinate and whey protein concentrates. *Food Hydrocolloids*, v. 23, n. 7, p. 1864-1876, 2009.
- Ng, M. L., & Sulaiman, R. Development of beetroot (*Beta vulgaris*) powder using foam mat drying. *LWT*, v. 88, p. 80-86, 2018.
- Soares, E. C.; Oliveira, G. S. F. de; Maia, G. A.; Monteiro, J. C. S.; Silva Jr., A.; S. Filho, M. de S. Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) pelo processo foam-mat. *Campinas, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v. 21, n.2, p. 164- 170, 2001.
- Thuwapanichayanan, R; Rachayawarakorn, S; Somchart, S. Drying characteristics and quality of banana foam mat. *Journal of Food Engineering*, v.86, p.573–583, 2008.
- Van Arsdel, W. B.; Copley, M. J. *Food dehydration*. Westport, Connecticut: The Avi Publishing Company, 1964. v. 2, 721 p.
- Yamaguchi, K. K. L, Pereira, L. F. R., Lamarao, C. V., Lima, E. S., & Da Veiga-Junior, V. F. Amazon acai: Chemistry and biological activities: A review. *Food chemistry*, v. 179, p. 137-151, 2015.
- Zang, X., Yue, C., Liu, M., Zheng, H., Xia, X., & Yu, G. Improvement of freezethaw stability of oil-in-water emulsions prepared with modified soy protein isolates. *LWT*, v. 102, p. 122-130, 2019.