
Composição centesimal e propriedades funcionais de isolado proteico de soja comercial

Centesimal composition and functional properties of commercial soy protein isolate

Composición centesimal y propiedades funcionales del aislado de proteína de soya comercial

Miriam Fontes Araujo Silveira

Universidade Federal de Goiás
miriamfas.ufg@gmail.com

Alessandra Rodrigues Barbosa

Universidade Federal de Goiás
alessandrarb13@gmail.com

lasmin Yoli Oliveira Silva

Universidade Federal de Goiás
iasminyoli@gmail.com

Adriana Régia Marques Souza

Universidade Federal de Goiás
profdrisouza@gmail.com

Resumo

A inserção de componentes alimentícios que apresentam propriedades funcionais, progressivamente, tem se tornado alvo de estudos. Como destaque, tem-se a soja, tanto na sua forma in natura quanto em derivados dela, principalmente a proteína isolada de soja, por apresentar propriedades de interesse como solubilidade, capacidade de absorção de água e espumabilidade, entre outras. Assim, o presente trabalho objetivou determinar a composição centesimal de isolado proteico de soja (IPS) e avaliar suas propriedades funcionais, em diferentes pH (3,0, 4,5, 6,0 e 7,0). A amostra analisada apresentou 88% de proteína, atendendo a determinação da legislação brasileira. Os resultados obtidos para cinzas (2,12%) e umidade (5,62%) estão de acordo com os valores preconizados pelo Codex Alimentarius. O IPS apresentou mínima solubilidade em pH 4,5, que coincide com o ponto isoelétrico da proteína. A solubilidade e o índice de absorção de água máximos foram alcançados em pH 7,0, com valores de 85% e 25,83 g.g⁻¹, respectivamente. Em relação à capacidade de formação de espuma e sua estabilidade, os melhores resultados obtidos foram em pH ácidos (3,0 e 4,5), superando a clara de ovo no quesito estabilidade. Tem-

se que o IPS possui características satisfatórias para a sua incorporação no processamento de produtos panificados, bebidas, alimentos desidratados, entre outros.

Palavras-chave: Proteína. Espumabilidade. Solubilidade.

Abstract

The insertion of food components that have functional properties has, progressively, become the target of studies. As a highlight, there is soy, both in its fresh form or its derivatives, mainly the isolated soy protein, for having properties of interest such as solubility, water absorption capacity, foamability, among others. Thus, the present study aimed to determine the centesimal composition of soy protein isolate (IPS) and to evaluate its functional properties, at different pHs (3.0, 4.5, 6.0 and 7.0). The analyzed sample presented 88% of protein, complying with the Brazilian legislation. The results obtained for ash (2.12%) and humidity (5.62%) are in accordance with the values recommended by Codex Alimentarius. The IPS showed minimum solubility at pH 4.5, which coincides with the protein's isoelectric point. The maximum solubility and water absorption index were reached at pH 7.0, with values of 85% and 25.83 g.g⁻¹, respectively. Regarding the foaming capacity and its stability, the best results were obtained in acidic pHs (3.0 and 4.5), surpassing egg white in terms of stability. IPS has satisfactory characteristics for its incorporation in the processing of bakery products, beverages, dehydrated foods, among others.

Keywords: Protein. Foamability. Solubility.

Resumen

La inserción de componentes alimenticios que tienen propiedades funcionales se ha convertido progresivamente en el objetivo de los estudios. Lo más destacado es la soya, tanto en su forma fresca como los derivados de ella, principalmente la proteína de soya aislada, por presentar propiedades de interés como solubilidad, capacidad de absorción de agua, espumabilidad, entre otros. Así, el presente estudio tuvo como objetivo determinar la composición centesimal del aislado de proteína de soya (IPS) y evaluar sus propiedades funcionales, a diferentes pH (3.0, 4.5, 6.0 y 7.0). La muestra analizada presentó 88% de proteína, en conformidad con la legislación brasileña. Los resultados obtenidos para cenizas (2,12%) y humedad (5,62%) están de acuerdo con los valores recomendados por el Codex Alimentarius. El IPS mostró una solubilidad mínima a pH 4,5, que coincide con el punto isoelectrónico de la proteína. El índice máximo de solubilidad y absorción de agua se alcanzó a pH 7.0, con valores de 85% y 25.83 g.g⁻¹, respectivamente. En cuanto a la capacidad espumante y su estabilidad, los mejores resultados se obtuvieron en pH ácidos (3.0 y 4.5), superando la clara de huevo en términos de estabilidad. Se ha encontrado que el IPS tiene características satisfactorias para su incorporación en el procesamiento de productos de panadería, bebidas, alimentos deshidratados, entre otros.

Palabras clave: Proteína. Espumabilidad. Solubilidad.

Introdução

Cada vez mais a indústria de alimentos vem aumentando o interesse na incorporação de proteínas vegetais e seus derivados na formulação de seus produtos, essencialmente por possuir, na maioria das vezes, um baixo custo e propriedades tecnológicas específicas. A soja, devido às suas qualidades nutricionais e funcionais, disponibilidade de mercado, baixo custo e desenvolvimento de tecnologia apropriada, é uma das leguminosas com maior expressividade nacional e internacional. Assim, tem sido foco de várias pesquisas científicas (JAYACHANDRAN; XU, 2019; *et al.*, 2018; MENG *et al.*, 2016).

Por ser um produto versátil, o grão de soja pode ser consumido tanto na forma *in natura*, quanto processado, como: farinha, tofu, óleo refinado, proteína texturizada, concentrada e isolada. O isolado proteico de soja é fabricado a partir da farinha desengordurada de soja, através de procedimentos que viabilizam a remoção de componentes, tais como carboidratos, fibras e fatores antinutricionais, caracterizando a forma mais refinada da proteína da soja à disposição no mercado, sendo praticamente livre de odor e cor, com sabor neutro e com no mínimo 88 % de proteínas em base seca (BRASIL, 2005).

O conhecimento da composição e das propriedades funcionais dos isolados protéicos de soja é imprescindível, pois o êxito de sua aplicação depende diretamente de tais parâmetros e, também, porque cada vez mais as proteínas vegetais estão sendo utilizadas como ingredientes funcionais, a fim de acarretar melhorias na estabilidade, na textura, bem como na qualidade nutritiva do produto.

Segundo Coelho e Salas-Mellado (2018) e Feyziet *al.* (2018), as propriedades funcionais das proteínas de origem vegetal são influenciadas pelas condições de processamento, métodos de extração (solvente, temperatura) e secagem. A falta de delineamento de seu comportamento nas diferentes condições dificulta sua utilização como fonte proteica em diversos produtos, como: pães, bolos, embutidos, bebidas, entre outros. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a composição centesimal de isolado proteico de soja e avaliar suas propriedades funcionais em diferentes pHs.

Metodologia

O isolado proteico de soja (IPS) foi adquirido no comércio local de Goiânia-GO. As análises foram realizadas no Setor de Engenharia de Alimentos da Escola de Agronomia (EA) da Universidade Federal de Goiás (UFG).

Composição centesimal do IPS

As análises foram realizadas conforme metodologias do Instituto Adolf Lutz (2008). A determinação do teor de lipídios foi realizada pelo método de extração de Soxhlet, utilizando como solvente o éter de petróleo por 8 horas sob refluxo. As cinzas foram determinadas por incineração das amostras em mufla a 550 °C. A determinação da umidade foi realizada por meio da secagem da amostra direta em estufa a 105 °C, até peso constante.

O teor proteico foi determinado pelo método de Kjeldahl. Para os cálculos da conversão do nitrogênio em proteína foi utilizado o fator 6,25, conforme indicado na legislação (BRASIL, 2005). O teor de carboidratos totais foi calculado por diferença, subtraindo-se de cem os valores obtidos para umidade, cinzas, proteínas e lipídios, como proposto pela AOAC (2012).

Propriedades funcionais

Solubilidade em água

A solubilidade em água do IPS foi determinada segundo metodologia adaptada de Ortiz (2016). Preparou-se uma suspensão com 25 mL de água e 0,5 g do IPS em tubos de centrifuga com tampa, ajustando o pH para 3,0, 4,5, 6,0 e 7,0, com ácido cítrico 10%. Os tubos foram agitados por 1 minuto e, em seguida, centrifugados a 5000 rpm, por 20 minutos. O líquido sobrenadante foi transferido para uma placa de petri e levado à estufa a 105 °C para secagem. O percentual de solubilidade foi determinado através da relação entre a massa do resíduo seco (resíduo de evaporação) e a massa da amostra, conforme a Equação 1.

$$\text{Solubilidade} = \frac{\text{resíduo de evaporação (g)}}{\text{massa da amostra (g)}} \times 100(1)$$

Índice de absorção de água (IAA)

O índice de absorção de água foi determinado segundo metodologia adaptada de Ortiz (2016). Uma suspensão composta de 25 mL de água e 0,5 g do IPS foi preparada em tubos de centrífuga com tampa e o pH ajustado para 3,0, 4,5, 6,0 e 7,0, com ácido cítrico 10%. Os tubos foram agitados por 1 minuto e, em seguida, centrifugados a 5000 rpm, por 20 minutos. O líquido sobrenadante foi removido e o material remanescente pesado. A diferença entre a massa da amostra, antes e após a absorção de água, representou a quantidade de água absorvida. O índice de absorção de água foi calculado de acordo com a Equação 2.

$$IAA = \frac{\text{água absorvida pela amostra (g)}}{\text{massa da amostra (g)}} (2)$$

Espumabilidade

A espumabilidade foi determinada conforme metodologia descrita por Araújo (1984), com modificações. Em um volume de 200 mL de solução de sacarose 10 % adicionou-se a amostra do IPS de modo a se obter uma solução com, aproximadamente, 10 % de proteína. A solução foi dividida em duas porções de 100 mL e o pH ajustado para 3,0, 4,5, 6,0 e 7,0, com ácido cítrico 10%. Em seguida, a solução foi agitada em batedeira planetária (Arno), em rotação máxima, por um período de 8 minutos. Após a bateção, transferiu-se a espuma formada para uma proveta de 2000 mL e registrou-se o volume.

Para o estudo da estabilidade da espuma foram realizadas leituras do volume da espuma nos tempos 1, 5, 10, 30 e 60 minutos, após a leitura inicial. Como parâmetro utilizou-se a proteína da clara de ovo.

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey para determinação da diferença estatística entre as médias ($p < 0,05$) (FERREIRA, 2011).

Resultados e discussão

Composição centesimal do IPS

Os resultados referentes à análise centesimal do IPS estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Composição centesimal do Isolado Protéico de Soja (IPS).

COMPONENTES (%)	VALORES
Proteína	88,00 ± 0,17
Lipídeos	4,00 ± 0,15
Cinzas	2,12 ± 0,03
Umidade	5,62 ± 0,06
Carboidrato	0,26 ± 0,06

O teor de proteína, 88% em base seca, contempla o valor indicado pela legislação brasileira, a qual estabelece que o IPS deve possuir no mínimo 88% de proteína (BRASIL, 2005), porém não atende à especificação do *Codex Alimentarius* (2010), que determina um mínimo de 90 % de proteína. Segundo Vilas Boas (2014), o método de obtenção do IPS exerce influência direta sobre a composição de proteína, cinza e minerais dos produtos protéicos a base de soja, o que pode justificar o valor encontrado.

Em relação ao valor da fração lipídica encontrada, 4,00%, tem-se que o mesmo é superior aos resultados reportados por Oliveira (2010); Pimentel e Rezende (2015), próximos a 0,1%, e ao valor permitido pela legislação em vigor (BRASIL, 2005), que é de no máximo 0,5%. Esse foi o componente que apresentou maior variação, que pode estar diretamente ligado ao tipo de matéria prima utilizada e às etapas de obtenção do isolado em estudo, principalmente, nas etapas de centrifugação. Oliveira (2010) esclarece que as etapas de centrifugação são determinantes na porção lipídica do IPS, pois é nessa operação unitária em que ocorrem as maiores perdas desta fração, por ser mais leve que os demais componentes. No caso do isolado estudado, para reduzir a fração lipídica, sugere-se acrescentar mais uma etapa de centrifugação no processo industrial.

O teor de cinzas encontrado foi de 2,12%, abaixo do valor descrito por Ciabotti (2004), 3,64%, porém, dentro do valor estabelecido pelo *Codex Alimentarius* (2010) que é de no máximo 8%. Villalva (2008) explica que um dos fatores responsáveis pelo elevado teor de cinzas no IPS é a formação de sais durante a etapa de neutralização, evidenciando que, durante a obtenção do IPS analisado, a formação de sais foi menor.

O resultado do teor de umidade foi de 5,62%, próximo ao encontrado por Martins (2005), 5,4%, em estudo da caracterização química e nutricional de plasteínas produzidas a partir de isolado protéico de soja. O *Codex Alimentarius* (2010) designa que tal produto pode conter, no máximo, 10% de umidade, portanto, a amostra atende aos parâmetros fixados.

Propriedades funcionais do IPS

Solubilidade em água

Os dados da curva de solubilidade em água em relação ao pH (Figura1) mostram que o IPS apresentou mínima solubilidade em pH 4,5, que coincide com o ponto isoelétrico (PI) da proteína.

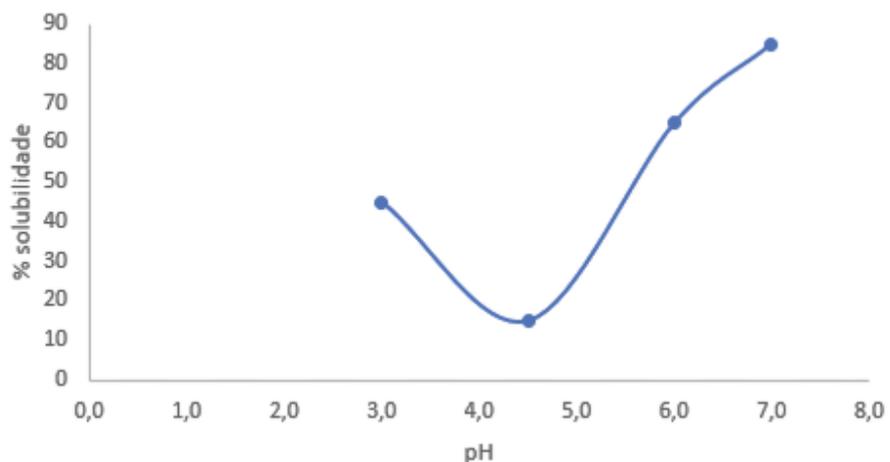


Figura 1- Perfil de solubilidade em água do isolado proteico de soja (IPS) em função do pH

Iltchenko *et al.* (2018) asseguram que a menor solubilidade da maioria das proteínas é na região do PI. Isso porque as mesmas possuem cargas nulas, exibindo máxima interação hidrofóbica com a água, que contribui para as

ligações proteína-proteína, resultando no declínio da solubilidade. Diferente das interações iônicas, proteína-água, que propicia o acréscimo desta propriedade, pois a proteína fica carregada.

A máxima solubilidade do IPS foi de 85%, alcançada em pH 7,0. Segundo Moreira (2005), a solubilidade das proteínas de soja está correlacionada com o pH, onde a mínima é próxima a seu ponto isoelétrico e a máxima, próxima ao pH 7,0. Atinge, em geral, uma capacidade superior a 80% de solubilização, demonstrando melhor comportamento em condições alcalinas (SANTANA; OLIVEIRA FILHO; EGEA, 2017), o que favorece o desempenho de outras propriedades funcionais como capacidade de formação de espuma, viscosidade, gelificação, entre outras.

Pimentel e Rezende (2015) e El Nasri e El Tinay (2007), em estudos relacionados às propriedades funcionais de isolados proteicos de soja comerciais, encontraram resultados semelhantes, corroborando com a constatação de que o isolado de soja, como fonte proteica, é menos solúvel em meio ácido e mais solúvel em pH acima do ponto isoelétrico, restringindo sua aplicação nos desenvolvimentos de produtos ácidos. Isolados proteicos com altos valores de solubilidade em água podem ser empregados em formulações de sopas, sobremesas e molhos, que necessitam de ingredientes com elevada solubilidade.

Índice de absorção de água (IAA)

A capacidade de absorção de água é uma propriedade funcional que envolve a interação entre a proteína e a água. Os valores obtidos do IAA do IPS estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Índice de absorção de água do isolado proteico de soja (IPS) em diferentes pHs.

PH	IAA (G.G⁻¹)*
3,0	6,34 ± 0,04 ^c
4,5	5,67 ± 0,09 ^d
6,0	18,69 ± 0,20 ^b
7,0	25,83 ± 0,02 ^a

*Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p > 0,05)

Observa-se que o maior IAA do IPS ocorreu em pH 7,0, com valor de 25,83 g.g⁻¹, apresentando diferença significativa em relação aos demais. Villalva (2008) relata que o isolado proteico de soja possui a capacidade de absorver 35 g.g⁻¹. Essa diferença, provavelmente, está ligada à forma de obtenção do produto analisado, pois sabe-se que o processamento influi nas propriedades funcionais da proteína (FEYZI et al., 2018).

Em pH 4,5, ponto isoelétrico da proteína, foi encontrado o menor IAA, 5,67 g.g⁻¹. Segundo Moreira (2005), a absorção de água por uma proteína ou sua capacidade de hidratação depende intrinsecamente do seu pH, sendo que, no seu ponto isoelétrico, a proteína possui menor capacidade de absorção de água.

O pH modifica a ionização de uma solução proteica, alterando as forças de atração e repulsão entre proteínas e sua capacidade para unir-se a moléculas de água. Essa interação é mínima quando a proteína atinge seu ponto isoelétrico (SIKAND; TONG; WALKER, 2013). Assim, em pH 4,5 pode ter ocorrido mais interações proteína-proteína, pelo fato das forças eletrostáticas estarem num valor mínimo e menos água interagir com as moléculas proteicas.

A capacidade de absorção de água é uma propriedade significativa na aplicação da proteína em produtos cárneos, pães, bolos, sopas desidratadas, entre outros, pois um alto IAA é decisivo para a manutenção da umidade (JAMES; SLOAN, 1984). Desta forma, em pH 7,0 o IPS possui características que podem ser desejáveis na fabricação de produtos que requeiram essa propriedade. Portanto, quanto maior a porcentagem de IPS utilizada para a elaboração destes produtos, maior será a absorção de água e, conseqüentemente, mais líquido poderá ser utilizado no processo, diminuindo, possivelmente, os custos de produção.

Espumabilidade

Os resultados da capacidade de formação de espuma do IPS e da clara de ovo em diferentes pHs estão apresentados na Figura 2. Observa-se que nos pHs 3,0 e 4,5 o IPS apresentou a maior capacidade de formação de espuma, não diferindo significativamente do volume da clara de ovo. Resultados análogos foram obtidos por Araújo (1984) ao avaliar isolados

proteicos de soja. Em pHs 6,0 e 7,0 houve redução significativa do volume, de 38,07% e 45,61%, respectivamente, em relação ao da clara de ovo.

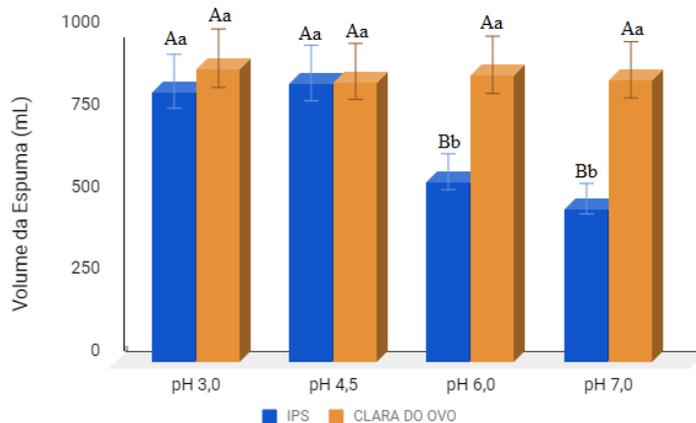


Figura 2 - Capacidade de formação de espuma do isolado proteico de soja (IPS) e da clara de ovo em função do pH.

*Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas no mesmo pH e minúsculas em diferentes pH não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Nos pHs 6,0 e 7,0, acima do ponto isoelétrico da proteína, houve redução significativa da formação de espuma do IPS em relação aos demais pHs, porém esse parâmetro não afetou a clara de ovo. Em pH 7,0 nota-se o menor volume de espuma do IPS, uma redução de 38,50% quando comparada com a espumabilidade no pH 4,5.

Os melhores resultados observados em pHs mais ácidos podem estar relacionados ao fato de que as proteínas apresentam carga elétrica mínima, promovendo a repulsão eletrostática entre as moléculas, que pode favorecer sua migração para a interface água/ar (LUPKI *et al.*, 2019). A Figura 3 mostra a espuma formada pelo IPS em pH 4,5.



Figura 3 - Espuma do isolado proteico de soja (IPS) em pH 4,5.

Na Tabela 3 e na Figura 4 estão apresentados os volumes da espuma do IPS e os resultados da estabilidade das espumas do IPS e da clara de ovo, respectivamente, em diferentes pHs ao longo do tempo.

Tabela 3 - Volume da espuma do isolado proteico de soja (IPS) em diferentes pHs ao longo do tempo.

Tempo após bateção (minutos)	VOLUME DA ESPUMA (ML)			
	3,0	4,5	6,0	7,0
1	820 ± 0 ^{Aa}	845 ± 5 ^{Aa}	545 ± 10 ^{Ab}	463 ± 31 ^{Ac}
5	815 ± 5 ^{Aa}	835 ± 5 ^{Aa}	535 ± 10 ^{Ab}	450 ± 30 ^{Ac}
10	810 ± 10 ^{Aa}	810 ± 10 ^{Aa}	505 ± 5 ^{Ab}	350 ± 20 ^{Bc}
30	785 ± 15 ^{Aa}	780 ± 20 ^{Aa}	440 ± 20 ^{Bb}	185 ± 35 ^{Cc}
60	755 ± 5 ^{Aa}	670 ± 20 ^{Ba}	320 ± 20 ^{Cb}	140 ± 30 ^{Cc}

*Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas colunas e letras minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p>0,05)

É possível observar que no pH 3,0 a espuma do IPS apresentou maior estabilidade, demonstrando-se que o tempo após a bateção não afetou significativamente seu volume. Em pH 4,5 não houve diferença significativa

do volume nos primeiros 30 minutos, sendo que, no final da avaliação, houve uma redução de 18,00%. Em pH 6,0, a estabilidade se deu ao longo dos primeiros 10 minutos; ao final a espuma apresentou uma perda de 39,4% em seu volume. A espuma do IPS apresentou pouca estabilidade em pH 7,0, em 30 minutos houve uma redução de 69,3% do seu volume.

Em condições ácidas, o IPS exibiu maior estabilidade da espuma do que a clara de ovo (Figuras 4A e 4B), com volumes superiores de 35,1% e 64,2% nos pHs 3,0 e 4,5, respectivamente, ao final da avaliação. Em pHs 6,0 e 7,0 observa-se comportamento contrário, a clara de ovo apresenta um volume superior de 33,3% e 80,6% (Figuras 4C e 4D), respectivamente, com estabilidade maior em pH 7,0.

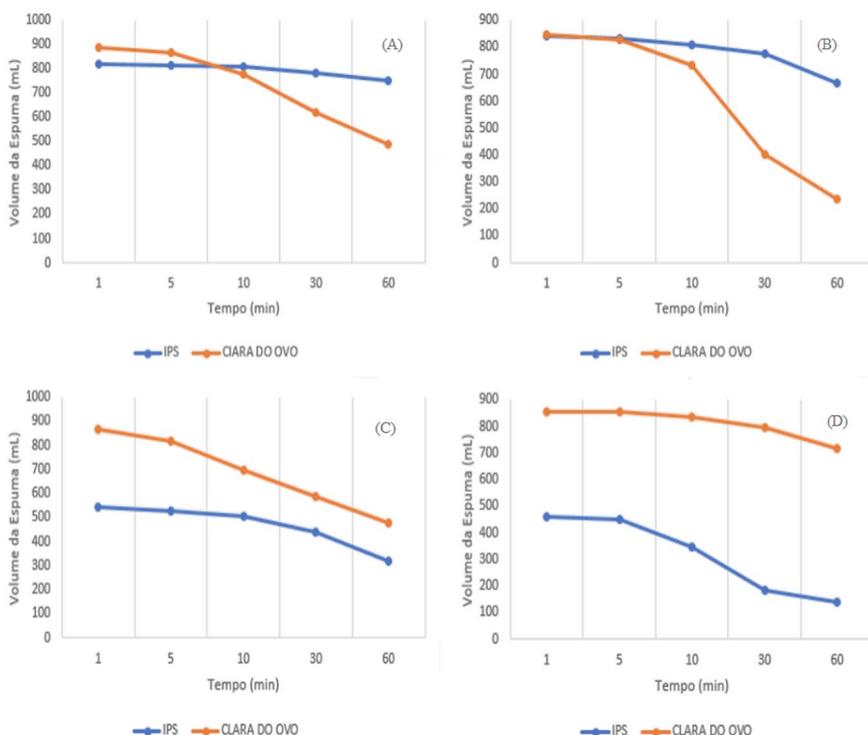


Figura 4 - Estabilidade das espumas do isolado proteico de soja (IPS) e da clara de ovo em pH 3,0 (A), 4,5 (B), 6,0 (C) e 7,0 (D), ao longo do tempo.

Segundo Santana *et al.* (2017), a estabilidade da espuma se relaciona com a qualidade da proteína, sendo necessário que se formem películas coesivas, elásticas, contínuas e impermeáveis ao ar. Torrezan e Cristianini

(2005) afirmam que as espumas são mais estáveis em pH próximo ao ponto isoelétrico da proteína, visto que na região isoelétrica ocorre uma falta de interações repulsivas e favorece interações do tipo proteína-proteína que propicia o desenvolvimento de um filme viscoso na interface, fazendo com que a espuma se torne mais constante. Como o pH do ponto isoelétrico da proteína da soja é 4,5, a estabilidade segue o padrão esperado.

Com esse comportamento concernente à capacidade de formação de espuma e sua estabilidade nos pH's 3,0 e 4,5, tem-se que o IPS em estudo pode ser utilizado, como ingrediente, na formulação de bolos, suspiros, sorvete, mousse, merengue entre outros, uma vez que na produção destes produtos, a quantidade de ar incorporado na massa e o diâmetro dessas bolhas de ar são imprescindíveis (SCHMIELE *et al.*, 2011).

Conclusão

O IPS encontra-se dentro dos parâmetros estabelecidos para essa denominação de produto. Apresentou melhor solubilidade e índice de absorção de água em pH 7,0 e maior desempenho da espumabilidade em pHs ácidos (3,0 e 4,5). O IPS estudado apresenta um excelente potencial tecnológico e funcional para aplicação em formulações de pães, bolos e bebidas.

Referências

AOAC (Association of Official Analytical Chemistry). *Official methods of analysis*. Gaithersburg: 19th edn., 2012.

ARAÚJO, M. F. *Caracterização funcional de isolados e de um concentrado protéico de soja produzidos no Brasil*. 1984. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). *Resolução RDC nº 268, de 22 de setembro de 2005 aprova o "Regulamento técnico para produtos protéicos de origem vegetal"*, Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 2005.

CIABOTTI, S. *Aspectos tecnológicos e sensoriais do extrato de soja e respectivos tofu produzidos com cultivares de soja convencional e livre de lipoxigenase*. 2004.

Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

CODEX ALIMENTARIUS. *Norma do codex para produtos protéicos de soja* (pps). codexstan 175-1989, 2010. Disponível em <http://www.codexalimentarius.net> Acesso em: 19/01/2020.

COELHO, M. S.; SALAS-MELLADO, M. M. How extraction method affects the physicochemical and functional properties of chia proteins. *LWT- Food Science and Technology*, v. 96, p. 26-33, 2018.

EL NASRI, N. A.; EL TINAY, A. H. Functional properties of fenugreek (*Trigonella foenum graecum*) protein concentrate. *Food Chemistry*, v. 103, p. 582-589, 2007.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FEYZI, S. et al. Grass pea (*Lathyrussativus* L.) protein isolate: the effect of extraction optimization and drying methods on the structure and functional properties. *Food Hydrocolloids*, v. 74, p.187-196, 2018.

IGNACIO, A. H. S. *Caracterização e análise físico-química do extrato de soja e extrato de café visando a formulação de uma bebida mista*. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017.

ILTCHENCO, S. et al. Concentração de proteínas de soro por ultrafiltração e estudo das propriedades funcionais. *Ciência Rural*, v. 48, n. 5, 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos*. 1. ed. Digital. São Paulo: IAL, 2008.

JAMES, C.; SLOAN, S. Functional properties of edible rice bran in model systems. *Journal of Food Science*, v. 49, n. 1, p. 310-311, 1984.

JAYACHANDRAN, M.; XU, B. An insight into the health benefits of fermented soy products. *Food Chemistry*, v. 271, p. 362-371, 2019.

LUPKI, F. B. et al. Efeito do pH nas propriedades tecnológicas de concentrado proteico de soro de leite. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 11, p. 23036-23059, 2019.

- MARTINS, M. T. S. Caracterização química e nutricional de plasteína produzida a partir de hidrolisado pancreático de isolado protéico de soja. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 25, n. 4, p. 683-690, 2005.
- MENG, S. et al. Protein and quality analyses of accessions from the USDA soybean germplasm collection for tofu production. *Food Chemistry*, v. 213, p. 31-39, 2016.
- MOREIRA, M. P. Propriedades espumantes das proteínas. *Blog Alimentar*, 2005. Disponível em: <<https://alimentar.blogs.sapo.pt/1907.html>>. Acesso em: 22/02/2020.
- OLIVEIRA, G. F. *Development and characterization of modified soy protein isolate with sodium hexametaphosphate*. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.
- ORTIZ, D. W. *Cascas de frutas: Estudo das propriedades nutricionais e tecnológicas*. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.
- PIMENTEL, F. C. REZENDE, J. R. Propriedades Funcionais do Isolado Proteico de Soja (Glicinemax). In: Congresso Estadual de Iniciação Científica do IF Goiano, 4, 2015, Iporá. *Anais do IV Congresso Estadual de Iniciação Científica do IF Goiano*. Iporá: IFG/Campus Iporá, 2015.
- SANTANA, G. S.; OLIVEIRA FILHO, J. G.; EGEEA, M. B. Características tecnológicas de farinhas vegetais comerciais. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 4, n. 2, p. 88-95, 2017.
- SCHMIELE, M. et al. Influência da adição de farinha integral de aveia, flocos de aveia e isolado protéico de soja na qualidade tecnológica de bolo inglês. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, v. 29, n.1, p. 71-82, 2011.
- SIKAND, V.; TONG, P. S.; WALKER, J. Effect of adding salt during the diafiltration step of milk protein concentrate powder manufacture on mineral and soluble protein composition. *Dairy Science & Technology*, v. 93, n. 4-5, p. 401-413, 2013.
- TORREZAN, R.; CRISTIANINI, M. Revisão: Efeito do tratamento sob alta pressão sobre as propriedades funcionais da proteína de soja e interação

proteína polissacarídeos. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, v. 23, n. 2, p. 201-220, 2005.

VILAS BOAS, R. L. P. *Aceitabilidade de extrato de soja elaborado com grãos de genótipos brasileiros, convencionais e transgênicos*. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.

VILLALVA, M. M. H. *Modificação química para obtenção de um isolado protéico de soja com solubilidade semelhante à da caseína humana*. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

ZIEGLER, V. et al. Effects of moisture and temperature during grain storage on the functional properties and isoflavone profile of soy protein concentrate. *Food Chemistry*, v. 242, p. 37- 44, 2018.