



Área: Engenharia de Alimentos

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE BROTO DE SOJA MINIMAMENTE PROCESSADO ARMAZENADOS EM EMBALAGENS DE PET, PEBD E PET/PEBD

Alessandro Lima Sbeghen^{a*}, Ana Luiza Lira^a, Keli Cristina Cantelli^a; Francys Kley Vieira
Moreira^c, Juliana Steffens^a, Clarice Steffens^a; Jamile Zeni^a; Mercedes Concórdia Carrão-
Panizzi^b

^aDepartamento de Engenharia de Alimentos, URI - Campus de Erechim, Av. Sete de Setembro 1621, 99709-910
Erechim - RS, Brasil.

^bPesquisadora da Área de Genética e Melhoramento - Embrapa Trigo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
(Embrapa), Passo Fundo, RS, Brasil

^cDepartamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de São Carlos, Rod. Washington Luis, km 235, São
Carlos, SP, 13565-905, Brazil

*Email: asbeghen@hotmail.com

RESUMO – O objetivo deste estudo foi caracterizar os brotos de soja MP *in natura* e armazenados em embalagem rígida de poli(tereftalato de etileno) (PET)- E1, a flexível de polietileno de baixa densidade (PEBD)- E2 e a semi-flexível PET/PEBD- E3 em relação a umidade, proteína, minerais totais, componentes minerais, lipídios, quantificação da atividade do inibidor de tripsina Kunitz, atividade ureática e ácido fítico. Com relação aos resultados obtidos das análises dos brotos MP observou-se que houve aumento significativo no teor de umidade nos brotos MP nas diferentes embalagens E1, E2 e E3 (86,64; 86,79 e 86,82%), respectivamente, quando comparado ao *in natura* (84,22 %) e redução nos teores de proteína para os brotos MP, os teores de proteína encontrados nos brotos *in natura* foram 49,12 g.100 g⁻¹ e para os brotos MP armazenados por 12 dias nas embalagens E1, E2 e E3 (47,98; 47,93 e 48,01 g.100 g⁻¹).

Palavras-chave: inibidor de tripsina Kunitz, atividade ureática, ácido fítico.

1 INTRODUÇÃO

Os consumidores nos últimos anos, devido ao ritmo de vida, tem preferido alimentos mais saudáveis, e ao mesmo tempo que sejam de fácil preparo. Aliados a isto, os alimentos precisam apresentar qualidade nutricional, sensorial e segurança (NITZKE et al., 2012). Dentre estes produtos podem se destacar os brotos de soja, os quais são obtidos da germinação dos grãos e podem ser minimamente processados, para facilitar a comercialização, tornando-os prontos para o consumo ou preparo (CANTELI et al., 2017). No entanto, existe um grande desafio de conservação deste produto, pois eles são altamente perecíveis, pois o processamento mínimo submete os brotos a lavagem e corte das raízes.

Os alimentos para manter sua qualidade são armazenados sob forma de refrigeração, atmosfera modificada, embalagens ativas, entre outras. Os brotos de soja minimamente processados, podem ser comercializados embalados, os quais necessitam de embalagens específicas que assegurem sua qualidade (DA SILVA e VIEIRA, 2017).

O processamento de brotos de soja visar reduzi as perdas deste produto pós colheita. Neste sentido este trabalho teve como objetivo foi caracterizar os brotos de soja MP *in natura* e armazenados em embalagem rígida de poli(tereftalato de etileno) (PET)- E1, a flexível de polietileno de baixa densidade (PEBD)- E2 e a semi-flexível PET/PEBD- E3 em relação a umidade, proteína, minerais totais, componentes minerais, lipídios, quantificação da atividade do inibidor de tripsina Kunitz, atividade ureática e ácido fítico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção dos brotos de soja minimamente processados (MP)

As sementes de soja da cultivar BRS 216 da safra 2017/2018, foram cedidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Embrapa Trigo), Passo Fundo/RS. A produção dos brotos foi realizada de acordo com Canteli et al. (2020). Os brotos foram embalados em diferentes embalagens por um período de 12 dias e avaliados físico-quimicamente em termos de umidade, proteína, minerais totais, componentes minerais, lipídios, quantificação da atividade do inibidor de tripsina Kunitz, atividade ureática e ácido fítico.

2.2 Embalagens

As embalagens utilizadas neste estudo foram: a embalagem rígida de poli(tereftalato de etileno) (PET), a flexível de polietileno de baixa densidade (PEBD) e a semi-flexível PET/PEBD.



A embalagem rígida PET (100%) de tamanho 12,3 x 3,7 cm, foi adquirida da empresa Nova Pack Embalagens (Bento Gonçalves, RS, Brasil). Já a embalagem flexível de PEBD (100%) de tamanho 5,5 x 7,7 cm foi adquirida do Atacadão das Embalagens (Erechim, RS, Brasil). E a embalagem semi-flexível de PET/PEBD (30%/70%, respectivamente) saco stand up transparente com zíper, de tamanho 15x10 cm foi adquirida da CBC Embalagens (São Paulo, SP, Brasil).

2.3 Caracterização físico-química dos brotos MP

Nos brotos MP foram realizadas análises de umidade, proteína, minerais totais, componentes minerais, lipídios, quantificação da atividade do inibidor de tripsina Kunitz, atividade ureática e ácido fítico. Para a realização das análises dos brotos MP armazenados por 12 dias, os mesmos foram congelados a -86 °C em ultrafreezer Indrel@ (modelo IUT 355D), liofilizados em liofilizador Edwards® (modelo Modulyo), por 48 h, moídos em moedor Cuisinart® (modelo DCG-20BKN). Estes foram colocados em frascos plásticos com tampa e mantidos sob refrigeração a aproximadamente 8°C até o momento das análises.

A umidade foi determinada pelo método gravimétrico em estufa (Fanem®, modelo 320-SE), a 105°C por 4 h AOAC (2007). O teor proteico foi determinado pelo método de Kjeldahl, utilizando o sistema digestor-destilador (VELP – UDK 126A) (IAL, 2008), com 1,0 g de amostra, com o fator de conversão para o teor de proteína de 6,25 (IAL, 2008). Os minerais totais foram determinados por meio da calcinação das amostras em mufla (Lavoisier®, modelo 400C) a 550 °C por 6 h (IAL, 2008). Para a extração dos componentes minerais: Manganês (Mn), potássio (K), zinco (Zn), magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe) e cálcio (Ca), foram quantificados de espectrometria de absorção atômica em chama – FAAS (Varian, modelo Spectron AA 5) seguindo metodologia descrita pela AOAC (2007).

A determinação de lipídios foi realizada por extração em Soxhlet (Nova Ética®, modelo NT340), utilizando éter de petróleo (Química Moderna® 30-60°C) como extrator (IAL, 2008).

O inibidor de tripsina Kunitz foi obtido pela metodologia desenvolvida por Kakade et al. (1974), onde a quantificação inibitória de tripsina foi realizada por meio de ensaio enzimático utilizando-se o benzoil-DL-arginina-p-nitroanilida (BAPNA) (Sigma® - Pureza ≥98%) como substrato para a tripsina de pâncreas bovino. Aliquotas de 2 mL da solução diluída do extrato das amostras foram pipetados em 4 tubos de ensaio (3 tubos para determinação da atividade no extrato da amostra e 1 tubo para o branco) e 2 mL de água destilada no tubo para determinar o padrão de tripsina.

Os tubos foram acondicionados em banho-maria (Marconi® modelo MA126) à 37°C, e em seguida foram adicionados 2 mL da solução de tripsina (0,02 mg.mL⁻¹ de HCl 0,001 N), com excessão do branco, e após 10 min foram adicionados 5 mL de BAPNA 0,4 mg mL⁻¹ de tampão Trisma pH 8,2 (contendo 2,95 mg mL⁻¹ de cloreto de cálcio dihidratado (CaCl₂.2H₂O) (Neon, 99,0-105,0%), previamente aquecidos a 37°C, e deixados os tubos em banho-maria por 10 min. Posteriormente, adicionou-se nos tubos 1 mL de ácido acético 30% (v/v) (Dinâmica, 99,7%) e no tubo do branco adicionou-se mais 2 mL da solução de tripsina. As amostras foram filtradas em papel Whatman nº 3 (Jprolab®) e o permeado foi utilizado para determinação do teor dos inibidores de tripsina em uma absorbância de 410 nm em espectrofotômetro (Spectro Vision® modelo DB-1880S). Os resultados foram obtidos através da Equação 1.

$$\text{Inibidor de Tripsina Kunitz (mg } \frac{\text{IT}}{\text{g}}) = \frac{\text{Abs padrão} - \text{Abs amostra}}{38 \times \text{peso da amostra}} \times 2500 \quad (1)$$

Onde: Abs padrão: absorbância padrão; Abs amostra: absorbância da amostra; mg; IT: Inibidor de Tripsina; g.

O índice de atividade ureática foi determinado de acordo com a AOAC (2005), onde adicionou-se 0,2 g de amostra um tubo de ensaio contendo 10 mL de ureia tamponada pH 7,0, seguido de homogeneização. O tubo de ensaio foi tampado e colocado em banho-maria (Marconi® modelo MA126) a 30 °C, por 30 min. Para o branco, ao invés da utilização da ureia tamponada pH 7,0, foi utilizado apenas solução tampão pH 7,0. Ambos os tubos (amostra e branco) foram retirados do banho-maria (Marconi® modelo MA126), e decantou-se o líquido sobrenadante em um recipiente (béquer) e medido os pH.

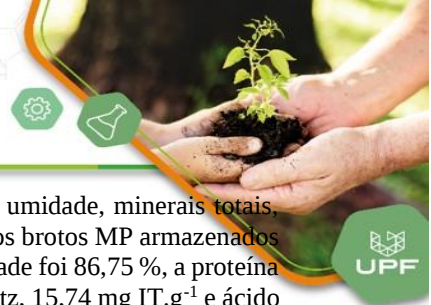
2.4 Análise Estatística

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a nível de 95% de confiança, utilizando o software Statistica 5.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão demonstrados os teores de umidade, proteína, minerais, lipídeos, atividade do inibidor de tripsina Kunitz, ácido fítico e componentes minerais dos brotos de soja *in natura* (0 dias de armazenamento) e MP armazenados por 12 dias em diferentes embalagens (E1; E2; E3).

Os valores de umidade dos brotos MP liofilizados após 12 dias armazenados foram padronizados em 5,97% (extrato seco de 94,03%), respectivamente, para as análises de proteínas, lipídeos, minerais, inibidor de tripsina Kunitz, ácido fítico e componentes minerais.



De acordo com a Tabela 1 não houve diferença significativa ($p>0,05$) nos teores de umidade, minerais totais, lipídeos, inibidor de tripsina Kunitz, atividade ureática, ácido fítico e componentes minerais dos brotos MP armazenados em diferentes embalagens (E1; E2; E3) por 12 dias. A média encontrada para os teores de umidade foi 86,75 %, a proteína foi de 47,90 g.100 g⁻¹, cinzas, 5,79 g.100 g⁻¹, lipídeos, 12,56 g.100 g⁻¹, inibidor de tripsina kunitz, 15,74 mg IT.g⁻¹ e ácido fítico, 1,24 g.100 g⁻¹.

Tabela 1 - Teores de umidade, proteína, minerais, lipídeos, inibidor de tripsina Kunitz, ácido fítico e minerais dos brotos *in natura* (0 dias de armazenamento) e MP e armazenados em diferentes embalagens (E1; E2; E3) por 12 dias.

Análises dos brotos MP		Brotos <i>in natura</i>	Brotos após 12 dias de armazenamento		
			E1	E2	E3
Umidade(g.100 g ⁻¹)		84,22 ^b (±0,39)	86,64 ^a (±0,24)	86,79 ^a (±0,29)	86,82 ^a (±0,35)
Proteína (g.100 g ⁻¹)		49,12 ^a (±0,29)	47,98 ^b (±0,18)	47,93 ^b (±0,20)	48,01 ^b (±0,38)
Minerais totais (g.100 g ⁻¹)		5,74 ^a (±0,12)	5,68 ^a (±0,16)	5,89 ^a (±0,32)	5,81 ^a (±0,17)
Lipídios (g.100 g ⁻¹)		12,64 ^a (±0,28)	12,28 ^a (±0,22)	12,66 ^a (±0,28)	12,75 ^a (±0,20)
Ácido Fítico (g.100g ⁻¹)		1,10 ^a (±0,31)	1,18 ^a (±0,21)	1,26 ^a (±0,15)	1,30 ^a (±0,20)
Inibidor de Tripsina Kunitz (mg IT.g ⁻¹)		15,23 ^a (±0,21)	15,66 ^a (±0,20)	15,85 ^a (±0,20)	15,71 ^a (±0,14)
Atividade Ureática (valores em pH)		1,70 ^a (±0,54)	1,62 ^a (±0,54)	1,68 ^a (±0,54)	1,59 ^a (±0,54)
Componentes Minerais	Ca (g.Kg ⁻¹)	167,07 ^a (±0,19)	166,81 ^a (±0,16)	166,92 ^a (±0,24)	167,03 ^a (±0,16)
	Mg (g.Kg ⁻¹)	197,82 ^a (±0,52)	197,45 ^a (±0,30)	197,56 ^a (±0,28)	197,75 ^a (±0,26)
	K (g.Kg ⁻¹)	1125,97 ^a (±0,11)	1125,34 ^a (±0,36)	1125,97 ^a (±0,81)	1125,37 ^a (±0,51)
	Zn (mg.Kg ⁻¹)	3,18 ^a (±0,23)	3,24 ^a (±0,29)	3,23 ^a (±0,33)	3,28 ^a (±0,36)
	Cu (mg.Kg ⁻¹)	0,94 ^a (±0,53)	1,01 ^a (±0,12)	1,13 ^a (±0,21)	1,15 ^a (±0,41)
	Fe (mg.Kg ⁻¹)	15,41 ^a (±0,16)	15,39 ^a (±0,11)	15,74 ^a (±0,36)	15,75 ^a (±0,27)
	Mn (mg.Kg ⁻¹)	2,91 ^a (±0,06)	2,96 ^a (±0,23)	2,72 ^a (±0,34)	2,71 ^a (±0,05)

Média (três repetições) ± Desvio Padrão seguidas de letras iguais minúsculas na linha indicam não haver diferença significativa a nível de 5% (teste de Tukey).

Com relação aos resultados obtidos das análises dos brotos *in natura* foi possível observar que houve aumento significativo no teor de umidade nos brotos MP nas diferentes embalagens E1, E2 e E3 (86,64; 86,79 e 86,82 %), respectivamente, quando comparado ao *in natura* (84,22 %). O processamento mínimo causa danos físicos no tecido vegetal, podendo provocar aceleração da taxa respiratória e da produção de etileno, o que contribui para o aumento de água no meio intracelular da hortaliça (VAROQUAUX; WILEY, 1997). Outros estudos observam comportamento semelhante nos teores de umidade. Batista et al. (2017) observaram que houve aumento significativo nos teores de umidade em repolhos brancos minimamente processados (94,9% ± 0,34%), quando comparado ao *in natura* (92,8% ± 0,85). Verzeletti et al. (2010) estudando o comportamento de cenouras em cubos, observaram que as cenouras acondicionadas em embalagens com ar atmosférico apresentaram valores de umidade de 91,95% e 96,85% (1º e 14º dia de armazenamento, respectivamente) e na embalagem a vácuo, 91,94% e 97,68% (1º e 14º dia de armazenamento, respectivamente).

Os teores de proteína reduziram para os brotos MP armazenados nas diferentes embalagens, os valores de proteína encontrados nos brotos *in natura* foi 49,12 g.100 g⁻¹ e para os brotos MP armazenados por 12 dias nas embalagens



E1, E2 e E3 (47,98; 47,93 e 48,01 12 g.100 g⁻¹). Os resultados comparativos das características físico-químicas (in natura x minimamente processado) demonstraram que as injúrias provocadas no tecido vegetal durante o processamento mínimo dos brotos podem provocar perdas distintas de algum componente.

No entanto, os teores de minerais totais, lipídios, ácido fítico, inibidor de tripsina Kunitz, atividade ureática e componentes minerais dos brotos in natura e dos brotos minimamente processado armazenados em diferentes embalagens por 12 dias não apresentaram diferenças significativas (p>0,05).

O ácido fítico é um dos fatores responsáveis pela redução da biodisponibilidade de minerais, é um composto antinutriente presente nos vegetais que pode impedir ou dificultar a absorção de nutrientes essenciais pelo sistema digestivo. Porém em valores inferiores a 2%, se torna um alimento com ação funcional (BRIGIDE; CANNIATTI-BRAZACA, 2006; BENEVIDES et al., 2011). Os teores encontrados no broto in natura e nos brotos MP armazenados nas diferentes embalagens por 12 dias foram inferiores a 2 %, sendo assim os brotos tem ação funcional.

Para melhorar a qualidade nutricional da soja e utilizá-la como alimento, há necessidade de reduzir ou inativar alguns constituintes indesejáveis, como por exemplo os fatores antinutricionais. Os valores encontrados para atividade do inibidor de tripsina tanto no broto in natura (15,23 mg IT.g⁻¹) quanto para os brotos MP armazenados nas embalagens E1, E2 e E3 (15,66; 15,85 e 15,71 mg IT.g⁻¹) mostram que através da germinação os fatores antinutricionais são reduzidos. Nas sementes de soja da cultivar BRS 216 o valor do inibidor de tripsina kunitz encontrado foi de aproximadamente 21,68 mg IT.g⁻¹ (CANTELLI et al., 2017).

Os valores da atividade ureática também se mantiveram constantes durante o armazenamento. Porém os valores encontrados nos brotos in natura e nos brotos MP armazenados por 12 dias são valores reduzidos, não afetando na qualidade do alimento (LIMA et al., 2011).

Os componentes minerais, de modo geral, apresentaram um conteúdo mineral de acordo com os valores encontrados na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011).

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram um aumento significativo no teor de umidade nos brotos MP nas diferentes embalagens E1, E2 e E3 quando comparado ao in natura e redução nos teores de proteína. Contudo, os teores de ácido fítico, atividade ureática e inibidor de tripsina Kunitz se mantiveram ao longo do armazenamento.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq (Projeto Universal -471593/2012-5), FAPERGS, CAPES (Fonte de financiamento 001), URI Erechim pela infraestrutura e suporte financeiro.

6 REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists** (method 900.02, 994.12, 996.06, 996.01), 18th ed. Gaithersburg, Maryland, 2005.
- A.O.A.C (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists** 18. ed. Washington: AOAC, 3000 p, 2007.
- BATISTA, C. F. T.; DA SILVA, C. O.; MELO, C. M. T.; TASSI, E. M. M.; PASCOAL, G. B. Alterações nutricionais e físico-químicas em repolho branco (Brassica oleracea) após o processamento mínimo e durante o armazenamento. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v.12, n.1, p.305-318, 2017.
- BENEVIDES, C. M. J.; SOUZA, M. V.; SOUZA, R. D. B.; LOPES, M. V. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v.18, n.2, p. 67-79, 2011.
- CANTELLI, K. C.; SCHMITD, J. T.; DE OLIVEIRA, M. A.; STEFFENS, J.; STEFFENS, C., LEITE, R. S.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. Brotos de linhagens genéticas de soja: avaliação das propriedades físico-químicas. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 20, e2016074, 2017.
- CANTELLI, K. C.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MOREIRA, F. K. V.; STEFFENS, J.; ZENI, J.; STEFFENS, C. - Evaluation of packaging systems with O₂-absorbers on quality of minimally processed soybean sprouts. Disponível em: <https://www.uricer.edu.br/cursos/arq_trabalhos_usuario/3939.pdf>. Acesso em: 01 de março de 2021.
- IAL. (Instituto Adolfo Lutz). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, p. 21-22, 2008.
- LIMA, M. R.; MORAIS, S. A. N.; COSTA, F. G. P.; PINHEIRO, S. G.; DANTAS, L. S.; CAVALCANTE, L. E. Atividade ureática. **Revista Nutritime**, v.8, n. 05, p. 1606-1611, 2011.
- NITZKE, J.A., THYS, R., MARTINELLI, S., OLIVEIRAS, L. Y., AUGUSTO-RUIZ, W., PENNA, N. G., & NOLL, I. B. (2012). Segurança alimentar: retorno às origens?. **Brazilian Journal of Food Technology**, 15(spe), 02-10.
- DA SILVA, I. C. P. e VIEIRA, S. L. V. Alimentos Minimamente Processados: Práticas De Produção E Riscos De Contaminação. Arquivos do MUDI, v 21, n 01, p. 26-38, 2017.
- TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – 4ª edição revisada e ampliada, Campinas – São Paulo, 2011.



11º SIAL
Simpósio de Alimentos 2021

ISSN 2236-0409
v. 11 (2021)

*Produção de alimentos, saudabilidade
e sustentabilidade ambiental*

24, 25 e 26
de março de 2021



VAROQUAUX, P.; WILEY, R.C. Cambios biológicos y bioquímicos en frutas y hortalizas refrigeradas minimamente procesadas. In: WILEY, R.C. Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas. p. 221-262, 1997.
VERZELETTI, A.; FONTANA, R. C.; SANDRI, I.G. Avaliação da vida de prateleira de cenouras minimamente processadas. **Alimentos e Nutrição**, v.21, n.1, p.87-92, 2010.