

EFEITOS DA UMIDADE E DA TEMPERATURA DE EXTRUSÃO SOBRE PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E NUTRICIONAIS DE EXTRUSADOS EXPANDIDOS À BASE DE ARROZ

Nathan Levien Vanier¹, Miriã Miranda da Silveira², Daiane Pinheiro Krönjng², Bruno Artur Rockenbach³, Jose de J. Berrios⁴, Moacir Cardoso Elias⁵

Palavras-chave: Índice de expansão, dureza, composição centesimal.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é considerado um dos principais componentes na dieta da população brasileira. A extrusão é um processo de transformação de matérias-primas através do cozimento das mesmas, alterando positivamente suas características de cor e textura, através de alta temperatura e pressão num curto espaço de tempo. A extrusão torna o alimento mais estável ao armazenamento (ALTAN et al., 2009).

Por meio da técnica de extrusão é possível obter uma grande variedade de produtos. Em virtude da sua versatilidade operacional e das suas variáveis funções, o processo pode ser usado na área alimentar, seja para elaboração de produtos para consumo humano ou para consumo animal, ou na indústria de gêneros não-alimentícios (fabricação de embalagens plásticas, recheios de espumas, material para perfuração de poços petrolíferos, etc.).

De acordo com Ding et al. (2005), a farinha de arroz é um ingrediente atrativo para extrusão devido ao seu sabor brando, cor atrativa, hipoalergenicidade e facilidade de digestão. Durante a extrusão ocorrem fenômenos simultâneos, entre os quais estão compreendidos: (1) gelatinização de amidos; (2) desnaturação de proteínas; (3) modificação de lipídeos; (4) desenvolvimento da reação de Maillard; (5) destruição de microrganismos; (6) inativação de enzimas; (7) degradação de vitaminas e pigmentos (MULLA et al., 2011). Essas propriedades são altamente influenciadas pela origem do amido e pelas condições do processo de extrusão, como a umidade da formulação, a temperatura máxima utilizada no processo, a pressão de extrusão e a velocidade da rosca, entre outras.

Objetiva-se, com o presente trabalho, avaliar efeitos da umidade da formulação (18% e 22%) e da temperatura máxima de extrusão (100°C e 140°C) sobre propriedades tecnológicas e nutricionais de extrusados expandidos à base de arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os seguintes materiais vegetais: (1) farinha de arroz branco polido (*Oryza sativa* L.) do genótipo L-206, a qual foi fornecida pela *California Cooperative Rice Research Foundation, Inc.* (CCRRF); (2) grãos de feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.) considerados "hard-to-cook", acondicionados hermeticamente durante 4 anos no *Western Regional Research Center* (WRRC) do *United States Department of Agriculture* (USDA); (3) farelo de trigo fornecido por *ConAgra Mills*; e (4) resíduo sólido de indústria de suco de maçã, fornecido por *Tree Top*. Além destes materiais, foram utilizados sal e açúcar no preparo das formulações. O delineamento experimental utilizado para este estudo foi o completamente casualizado bifatorial (2x2), em duas repetições.

¹ Engenheiro Agrônomo, Dr., Pós-Doutorando no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS) da Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário S/N, 96160-000, Capão do Leão, RS. Email: nathanvanier@hotmail.com

² Acadêmica do Curso de Agronomia, Faculdade de Agronomia "Eliuseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas.

³ Acadêmico do Curso de Agronomia, Faculdade de Agronomia "Eliuseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas.

⁴ Pesquisador do Western Regional Research Center (WRRC) do United States Department of Agriculture (USDA).

⁵ Professor Titular do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, da Faculdade de Agronomia "Eliuseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas.

A farinha de arroz branco polido e a farinha de feijão apresentaram tamanho médio de partículas de 35 Mesh. O farelo de trigo e a farinha de resíduo sólido de indústria de suco de maçã apresentaram partículas com tamanho de 45 e 35 Mesh, respectivamente. As formulações (2,5 kg) foram preparadas utilizando 61,6% de farinha de arroz, 26,4% de farinha de feijão, 2,5% farelo de trigo, 2,5% de resíduo sólido de indústria de suco de maçã, 2,0% de sal e 5,0% de açúcar. A mistura arroz-feijão constituiu 88% da formulação, com uma razão arroz:feijão de 70:30, balanço considerado o ideal para a dieta de aminoácidos essenciais dos seres humanos.

As misturas foram acondicionadas em embalagens herméticas. Imediatamente determinou-se o teor de água de cada formulação, conforme o método descrito pela ASAE (2000), podendo-se calcular o restante de água a ser adicionada na extrusora de forma a contemplar as umidades da farinha a serem testadas, 18% e 22%. A extrusão foi realizada na planta piloto do *Western Regional Research Center (WRRC)* do *United States Department of Agriculture (USDA)*, utilizando extrusora dupla-rosca de 18 mm (modelo MIC 18/GL 30D, American Leistritz Extruder Corp., NJ, Estados Unidos).

Após o conhecimento do grau de umidade do material já extrusado, foi realizado o cálculo para que cada amostra fosse secada até atingir 6% de umidade, ideal para acondicionamento e posterior comercialização de extrusados expandidos. Esta etapa foi conduzida a 70°C, em estufa equipada com circulação forçada de ar.

Para avaliar o índice de expansão, utilizou-se paquímetro digital, onde foram feitas 5 leituras tomadas ao acaso de 25 extrusados expandidos, contendo aproximadamente 4 cm de comprimento. A taxa de expansão foi calculada pela razão entre o diâmetro médio dos extrusados expandidos e o diâmetro do orifício de saída (3,0 mm) dos extrusados contido na zona de expansão da extrusora. A densidade foi determinada conforme descrito por Altan et al. (2009).

A dureza dos extrusados foi avaliada em texturômetro (TA-XT2). Os extrusados foram pressionados com um probe em formato de guilhotina (55 x 1 mm), o qual foi programado para pressionar o extrusado até 2,5 mm de profundidade, com suas velocidades pré, pós e de teste de 10, 10 e 0,5 mm.s⁻¹, respectivamente. A força trigger foi programada para 0,020 kg. O teor de proteína bruta, lipídeos e cinzas foram executados de acordo com métodos indicados (AOAC, 2006). Já o teor de carboidratos foi determinado por diferença dos demais componentes. O teor de compostos fenólicos livres foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu, conforme descrito por Zielinski e Kozłowska (2000).

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e, posteriormente, comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados o índice de expansão, a densidade e a dureza dos extrusados expandidos à base de farinha de arroz.

Tabela 1 - Efeitos das condições de extrusão sobre o índice de expansão, a densidade (g.cm⁻³) e a dureza dos extrusados à base de arroz.

Tratamento	Índice de expansão	Densidade (g.cm ⁻³)	Dureza (N)
100°C/18%	6,0789±0,5388 b	0,3949±0,00 a	25,79±2,19 b
100°C/22%	4,7205±0,3955 d	0,4182±0,00 a	49,56±5,59 a
140°C/18%	9,0577±1,3901 a	0,1861±0,00 c	8,79±0,82 d
140°C/22%	5,4786±0,4768 c	0,2913±0,01 b	14,61±0,82 c

Resultados expressam médias de três repetições ± desvio padrão. Valores acompanhados por letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem estatisticamente (p≤0,05).

O maior índice de expansão (p≤0,05) foi observado nos extrusados preparados com

18% de umidade e 140°C. Os extrusados preparados com 22% de umidade apresentaram os valores mais baixos de índice de expansão. Logo, ficou evidente que a menor umidade da farinha e a maior temperatura de extrusão proporcionaram a maior expansão dos extrusados. A densidade dos extrusados é, de forma geral, uma relação inversa ao índice de expansão. Dessa forma, a menor densidade foi apresentada pelo extrusado que apresentou o maior índice de expansão (140°C/18%).

A maior dureza foi observada no extrusado preparado com temperatura máxima de 140°C e umidade de 18%. Estudos anteriores (ALTAN et al., 2009; DING et al., 2005; ROBIN et al., 2012) também apontaram menor dureza em extrusados com maior taxa de expansão, menor densidade e maior porosidade. A dureza é um parâmetro de qualidade de grande importância na avaliação de aceitação dos produtos extrusados (CARVALHO et al., 2012).

Na Tabela 2 é apresentada a composição centesimal da farinha não extrusada e dos extrusados preparados em diferentes condições. Não houve diferença ($p \leq 0,05$) nos teores de proteína bruta e cinzas entre as amostras extrusadas e a farinha não extrusada. No entanto, houve redução ($p \leq 0,05$) no teor de lipídeos dos extrusados expandidos, comparados à FNE. De acordo com Singh et al. (2007), alguns lipídeos podem ser perdidos no momento de expansão do extrusado, na forma de óleo livre, e outros podem se complexar com amilose, formando complexos que dificultam sua extração. Isto explica a redução no teor de lipídeos após a extrusão.

Tabela 2 - Efeitos das condições de extrusão sobre a composição proximal (% em base seca) dos extrusados a base de arroz.

Composição	FNE*	Condição de extrusão			
		100°C/18%	100°C/22%	140°C/18%	140°C/22%
Proteína	10,41±0,09 a	10,60±0,19 a	10,52±0,13 a	10,58±0,21 a	10,50±0,15 a
Cinzas	3,56±0,04 a	3,59±0,02 a	3,69±0,08 a	3,59±0,04 a	3,70±0,13 a
Lipídeos	2,35±0,08 a	1,47±0,04 b	1,22±0,05 c	1,24±0,08 c	1,15±0,05 c
Carboidratos totais**	83,68	84,34	84,57	87,07	84,65

Resultados expressam médias de três repetições \pm desvio padrão. Valores acompanhados por letras minúsculas diferentes, na mesma linha, diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$). * FNE = farinha não extrusada. ** Valores calculados por diferença dos demais constituintes.

O teor de compostos fenólicos solúveis em função do processo de extrusão e das condições de temperatura e umidade utilizadas está apresentado na Fig. 1. Houve redução ($p \leq 0,05$) no teor de compostos fenólicos livres (solúveis) nos extrusados expandidos, comparados à farinha não extrusada (FNE), com exceção aos extrusados preparados a 140°C e 18% de umidade da farinha, os quais apresentaram teor semelhante ($p \leq 0,05$) ao da FNE.

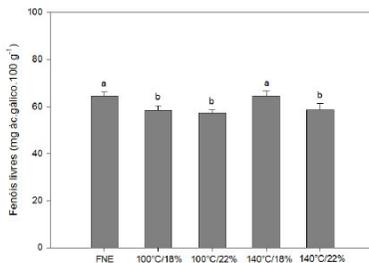


Figura 1 - Efeitos das condições de extrusão sobre o teor de compostos fenólicos livres (mg ac. gálico.100 g⁻¹) dos extrusados à base de arroz. Barras com letras diferentes diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$).

De acordo com Viscidi et al. (2004), perdas no teor de compostos fenólicos em função do processo de extrusão são esperadas. A alta temperatura do processo tende a quebrar ou transformar os compostos polifenólicos em outros compostos fenólicos ou não fenólicos. Além disso, Remy et al. (2000) sugeriram que a extrusão pode promover a polimerização de ácidos fenólicos e taninos, reduzindo sua solubilidade.

CONCLUSÃO

A extrusão com temperatura máxima de 140°C e umidade da formulação de 18% propiciou extrusados expandidos à base de arroz com alto índice de expansão, baixa densidade e baixa dureza. A composição centesimal e o teor de fenólicos solúveis foram preservados na extrusão a 140°C e 18% de umidade, exceto o teor de lipídeos, que reduziu.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), à Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul (SCT-RS) e ao Polo de Inovação Tecnológica em Alimentos da Região Sul (Polo de Alimentos).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTAN, A. et al. Effect of screw configuration and raw material on some properties of barley extrudates. **Journal of Food Engineering**, v.92, p. 377-382, 2009.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of Analysis**. 18 ed. Washington DC US, 2006.
- CARVALHO, A. V. et al. Processamento e caracterizacao de snack extrudado a partir de farinhas de quirera de arroz e de bandinha de feijao. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, p. 72-83, 2012.
- DING, Q-B. et al. The effect of extrusion conditions on the physicochemical properties and sensory characteristics of rice based expanded snacks. **Journal of Food Engineering**, v. 66, p. 283-289, 2005.
- MULLA, M. Z. et al. Effect of formulation and processing parameters on acrylamide formation: A case study on extrusion blends of potato flour and semolina. **LWT-Food Science and Technology**, v. 44, p. 1643-1648, 2011.
- REMY, S. et al. First confirmation in red wine of products resulting from direct anthocyanin-tannin reactions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 745-751, 2000.
- ROBIN, F. et al. Process, structure and texture of extruded whole wheat. **Journal of Cereal Science**, v. 56, p. 358-366, 2012.
- VISCIDI, K. A. et al. Complex phenolic compounds reduce lipid oxidation in extruded oat cereals. **LWT-Food Science and Technology**, v. 37, p. 789-796, 2004.
- ZIELINSKI, H.; KOZŁOWSKA, H. Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 2008-2016, 2000.