

# EXTRUSADOS EXPANDIDOS À BASE DE ARROZ: PARÂMETROS OPERACIONAIS E PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS EM FUNÇÃO DO TEOR DE AMILOSE E DA TEMPERATURA DE EXTRUSÃO

Nathan Levien Vanier<sup>1</sup>; Franciene Almeida Villanova<sup>2</sup>; Jean Paulo de Oliveira<sup>3</sup>; José de J. Berrios<sup>4</sup>; Maurício de Oliveira<sup>5</sup>; Moacir Cardoso Elias<sup>6</sup>

Palavras-chave: Torque, pressão de funcionamento, expansão, dureza.

## INTRODUÇÃO

O processo de extrusão visa transformar matérias-primas em produtos cozidos, prontos para o consumo e estáveis quando armazenados, utilizando elevada temperatura e elevada pressão por um curto período. As características dos produtos extrusados dependem de vários fatores como: temperatura máxima de extrusão, umidade de extrusão, composição da farinha ou da formulação, velocidade de rosca utilizada, taxa de alimentação, entre outros.

A farinha de arroz é um ingrediente atrativo para a extrusão devido ao seu sabor brando, sua coloração clara, hipoalergenicidade e boa digestibilidade, conforme relatado por Ding et al. (2005). Os principais constituintes do arroz são os carboidratos, e estes são representados predominantemente pelo amido (VANDEPUTTE; DELCOOR, 2004), que corresponde à aproximadamente 90% da matéria seca do grão polido e está presente principalmente no endosperma (BAO et al., 2004).

O amido de arroz é constituído de amilose e amilopectina. O teor de amilose constitui uma variável de grande interesse na tecnologia do arroz, sendo um dos determinantes da capacidade de aglutinação dos grãos (KENNEDY; BURLINGAME, 2003). A proporção de amilose e amilopectina no amido tem efeito significativo sobre a viscosidade do material gelatinizado durante a extrusão, influenciando, logo, no índice de expansão do extrusado (PITTS et al., 2014).

Objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar parâmetros operacionais e propriedades tecnológicas de extrusados expandidos à base de arroz em função do teor de amilose da farinha de arroz e da temperatura de extrusão (100 e 140°C).

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os seguintes materiais vegetais: (1) farinha de arroz branco polido (*Oryza sativa* L.) dos genótipos Calamylo-201 (6,3% de amilose), M-206 (17,7% de amilose) e L-206 (23,1% de amilose), as quais foram fornecidas 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* (WRRRC) 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

<sup>1</sup> Eng. 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

<sup>2</sup> Eng. Agrônoma, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - DCTA - FAEM-UFPEL.

<sup>3</sup> Tecnólogo em Alimentos, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - DCTA - FAEM- UFPEL.

<sup>4</sup> Pesquisador do Western Regional Research Center (WRRRC) do United States Department of Agriculture (USDA).

<sup>5</sup> Eng. Agrônomo, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas.

<sup>6</sup> Eng. Agrônomo, Dr., Professor Titular do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas.

preparo das formulações. O delineamento experimental utilizado para este estudo foi o completamente casualizado bifatorial (3x2), em duas repetições.

As farinhas 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 a umidade da farinha de 18%. 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). A extrusora apresentava 6 zonas de aquecimento-arrefecimento, sendo utilizada a seguinte programação para as zonas, considerando o início como a zona de alimentação e o término como a zona de expansão: 60, 80, 90, 90, 100 ou 140, e 100°C. A taxa de alimentação da extrusora foi de 50 g.min<sup>-1</sup> e a velocidade da rosca foi mantida constante a 500 rpm.

Após o conhecimento do grau de umidade do material já extrusado, foi realizado o cálculo para que cada amostra fosse seca 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.

A leitura do torque e da pressão de funcionamento da extrusora, durante o preparo dos extrusados, foi realizada no painel de comandos da extrusora. Os dados foram coletados a cada 60 segundos, totalizando 20 anotações. Uma imagem dos extrusados foi capturada com câmera digital (modelo D600, Nikon, Japão). 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. O índice de expansão foi calculado 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 dureza dos extrusados foi avaliada em texturômetro (TA-XT2). As amostras foram pressionadas 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<sup>-1</sup>, respectivamente. A força trigger foi programada para 0,020 kg.

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

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão apresentados os extrusados obtidos no presente estudo. Os extrusados preparados com temperatura máxima de extrusão de 140°C apresentaram coloração mais clara do que os demais, bem como maior diâmetro, independente do teor de amilose. A coloração mais clara pode ser resultante da melhor distribuição das antocianinas no produto extrusado em função do maior diâmetro obtido. Além disso, a alta temperatura de extrusão (140°C) implica em possíveis perdas de antocianinas, tendo em vista a sensibilidade destes pigmentos às altas temperaturas (BRENNAN et al., 2011). Quanto ao aumento do diâmetro, este pode ser justificado devido à alta temperatura diminuir a viscosidade da matriz, favorecendo a formação de bolhas, com consequente aumento da expansão do extrusado.



Figura 1 - Imagem dos extrusados expandidos obtidos no presente estudo.

Na Figura 2 estão apresentados o torque e a pressão de funcionamento registrados pela extrusora durante o preparo dos extrusados.

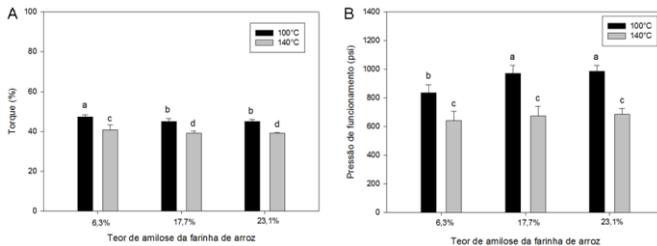


Figura 2 - Torque (%) (A) e pressão de funcionamento (psi) (B) registrados pela extrusora dupla-rosca de 18 mm. Barras de erros indicam o desvio padrão. Barras com letras diferentes são significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ).

Os maiores valores para torque ( $p \leq 0,05$ ) foram registrados nos extrusados preparados com farinha de arroz de baixa amilose (6,3%). De modo geral, a maior temperatura de extrusão foi responsável pelo menor torque. Comportamento semelhante ao torque foi verificado na pressão de funcionamento da extrusora (Figura 2B). Na Figura 3 estão apresentados o índice de expansão e a dureza dos extrusados expandidos em função do teor de amilose da farinha de arroz e da temperatura máxima utilizada na extrusão.

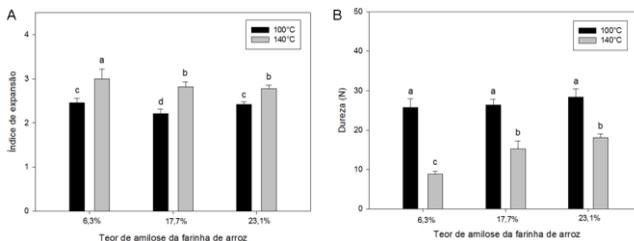


Figura 3. Efeitos da temperatura de extrusão e do teor de amilose sobre o índice de expansão (A) e a dureza (B) dos extrusados. Barras de erro indicam o desvio padrão. Barras com letras diferentes são significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ).

Os índices de expansão ( $p \leq 0,05$ ) foram maiores nos extrusados preparados na temperatura de 140°C, com destaque para o elaborado com farinha de arroz de baixa amilose (6,3%), o qual obteve a maior expansão (Figura 3A). De acordo com Bouvier e Campanella (2014), dois fatores controlam a capacidade de expansão da farinha gelatinizada: a viscosidade da matriz e a elasticidade da matriz. Sendo assim, a expansão

demasiada obtida nos extrusados elaborados a 140°C justifica-se pelo efeito da temperatura implicar na redução da viscosidade da matriz, e esta por sua vez confere menor resistência mecânica para formação de bolhas, ocasionando maior expansão. A dureza é um parâmetro que, segundo Ding et al. (2005), está associada à menor taxa de expansão e à maior densidade dos extrusados. Em relação à dureza (Figura 3B), observou-se comportamento inverso à expansão, cujo menor valor foi obtido pelo extrusado preparado a 140°C com baixo teor de amilose (6,3%). De acordo com Pitts et al. (2014), amidos ricos em amilopectina expandem mais do que amidos ricos em amilose, pois a presença de cadeias curtas e ramificadas de amilopectina dificulta a formação de interações moleculares, enquanto que a estrutura linear das moléculas de amilose permite a formação de interações fortes, aumentando a viscosidade do amido gelatinizado (matriz). Sendo assim, a redução da dureza justifica-se pela diminuição da densidade ocasionada pela maior taxa de expansão.

## CONCLUSÃO

O aumento da temperatura de extrusão acarreta na diminuição do torque e da pressão verificados durante o processo de extrusão, independente do teor de amilose. Temperaturas elevadas e baixos teores de amilose ocasionam o aumento da expansão dos extrusados, bem como diminuição de sua dureza.

## 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

- ASAE – American Society of Agricultural Engineers. Moisture measurement – unground grain and seeds. In: Standards, 2000. St. Joseph: ASAE, p. 563, 2000.
- BAO, J.; KONG, X.; XIE, J.; XU, L. Analysis of genotypic and environmental effects on rice starch. 1. Apparent Amylose content, pasting viscosity, and gel texture. **Journal of agriculture and food chemistry**, 52, pg 6010-6016, 2004.
- BOUVIER, J.-M.; CAMPANELLA, O. Extrusion processing technology: food and non-food biomaterials, John Wiley & Sons, pp. 507, 2014.
- BRENNAN, C.; BRENNAN, M.; DERBYSHIRE, E.; TIWARI, B. K. Effects of extrusion on the polyphenols, vitamins and antioxidant activity of foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, p. 570-575, 2011.
- DING, Q.-B.; AINSWORTH, P.; TUCKER, G.; MARSON, H. 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.
- KENNEDY, G.; BURLINGAME, B. Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. **Food Chemistry**, v. 80, n. 4, p. 589-596, 2003.
- PITTS, K. F.; FAVARO, J.; AUSTIN, P.; DAY, L. Co-effect of salt and sugar on extrusion processing, rheology, structure and fracture mechanical properties of wheat-corn blend. **Journal of Food Engineering**, v. 127, p. 58-66, 2014.
- VANDEPUTTE, G.E.; DELCOUR, J.A. From sucrose to starch granule to starch physical behavior: a focus on rice starch. **Carbohydrate Polymers**, v. 58, n. 3, p. 245-266, 2004.