

# POTENCIAL DE USO DO PINHÃO DA ARAUCÁRIA NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS DE CONVENIÊNCIA POR EXTRUSÃO TERMOPLÁSTICA

MANOELA ESTEFÂNEA BOFF ZORTÉA-GUIDOLIN<sup>1</sup>; CARLOS WANDERLEI PILER DE CARVALHO<sup>2</sup>;  
ROSSANA CATIE BUENO DE GODOY<sup>3</sup>

## RESUMO

Há uma necessidade crescente de uso sustentável de produtos derivados da *Araucaria angustifolia* e a cocção por extrusão surge como alternativa potencial para o desenvolvimento de novos produtos processados. Este trabalho teve como objetivo utilizar as sementes brasileiras de pinus (*Araucaria angustifolia*), conhecidas como pinhão, como matéria-prima para a cocção por extrusão. A farinha de pinhão foi processada em dois sistemas de extrusão para obtenção de produtos expandidos ou biscoito aerados. Em um dos trabalhos, que será descrito, foi seguindo o esquema rotativo central composto por três fatores, sendo considerados como parâmetros independentes: umidade (14-22 g / 100 g), velocidade do parafuso (100-250 rpm) e temperatura no 3º aquecimento zona (120-200 ° C). Os produtos obtidos foram caracterizados pelo índice de expansão (SEI), textura, cor, propriedades de hidratação e viscosidade aparente da pasta. O aumento da umidade afetou positivamente a força específica das rupturas estruturais (Fsr) e a luminosidade (L), enquanto negativamente

o índice de expansão (SEI) e os parâmetros de cor ( $a^*$ ,  $b^*$  e  $\Delta E$ ). As condições experimentais deste estudo permitiram a produção de produtos extrusados de sementes brasileiras de pinheiro expandido com boas propriedades de expansão e textura, mostrando potencial para aplicações comerciais sustentáveis.

Palavras-chave: Extrusão termoplástica, farinha de pinhão, produtos de conveniência

## INTRODUÇÃO

*Araucaria angustifolia* (Bertoloni) O Otto Kuntze é um pinheiro conhecido como “Pinheiro do Paraná”, que possui ampla distribuição no sul da América do Sul (Cordenunsi et al., 2004). Devido à extração excessiva para fins comerciais, esta espécie está em risco de extinção. Processos que agregam valor (renda) a produtos não-madeireiros, como sementes (pinhão), podem contribuir para a preservação dessa espécie (Pinto et al., 2012).

---

1 Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, UFPR.

2 Embrapa Food Technology, RJ.

3 Embrapa Floresta, PR.

Da difícil pós-colheita surge o interesse em processar o pinhão como uma perspectiva promissora quando submetido ao processamento por extrusão termoplástica. Este processo combina forças de cisalhamento, alta pressão e alta temperatura em um curto espaço de tempo (Berk, 2009)

Considerando-se a potencial relevância comercial do pinhão, e o potencial adicional de preservação da espécie, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso do processamento por extrusão termoplástica no desenvolvimento de novos produtos de pinhão da araucária.

## METODOLOGIA

Sementes de pinhão foram limpas, separadas, descascadas e secas em forno de estéril MA 035 (Marconi, Piracicaba, Brasil) a 40 ° C por 48 h, obtendo-se um teor de umidade de cerca de 10%. Após a secagem, as amostras foram moídas em uma moagem de disco (DM) LM3600 (Perten Instruments AB, Huddinge, Suíça) até um tamanho de partícula variando de 0,18 a 1,4 mm (farinha de pinhão). A composição química da matéria-prima (descascada) e da farinha de pinhão foi determinada utilizando os métodos padrão da AOAC (2000): método da cinza n. 942.05, método da proteína n. 990.03, método de gordura n. 920.39 e método do teor de fibra alimentar n. 985,29. O teor de umidade foi determinado em estufa a 105 ° C até o peso constante e os carboidratos calculados por diferença. Todas as análises foram feitas em triplicata e expressas como média  $\pm$  desvio padrão (DP).

A distribuição do tamanho de partícula da farinha de pinhão foi determinada seguindo o método descrito Processamento de extrusão

O processamento por extrusão ocorreu em uma extrusora de parafuso simples 19 / 20DN (Brabender, Duisburg, Alemanha) com matriz de 3 mm, taxa de compressão de 4: 1, L / D (comprimento / diâmetro) de 20, velocidade de parafuso de 25 rpm e no perfil de temperatura na 1ª e 2ª zo-

nas de 50 e 100 ° C, respectivamente. Para avaliar os efeitos da umidade da farinha de pinhão (X1), velocidade do parafuso (X2) e temperatura na 3ª zona (X3), foi realizado um desenho rotativo composto central (CCRD) de segunda ordem (tipo 23), resultando em 17 tratamentos baseados nas três réplicas do ponto médio. Os extrusados expandidos foram secos próximo a 6,0% de umidade e moídos em moinho martelos (HM) LM3100 (Perten Instruments AB, Huddinge, Suécia) para obter uma farinha fina que foi analisada quanto a viscosidade de pasta, propriedades de hidratação e cor. Os extrudados/biscoitos foram analisados quanto a expansão e textura.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de composição mostrou alto teor de carboidrato (83,62%) na farinha de pinhão, sendo superior ao milho e ao arroz, que possuem 77,9% (Nascimento et al., 2012) e 80,16% (Carvalho et al., 2012), respectivamente. Este resultado evidencia que o uso da farinha integral de pinhão tem alta aplicabilidade para seu uso por extrusão termoplástica. Quanto a expansão radial (ER), esta variou de 3,74 a 9,75. Os tratamentos com menor teor de umidade (15,5 e 14,0 g / 100g) apresentaram maior expansão (tratamentos 01, 03, 05, 07 e 12). O modelo previsto (com  $R^2 = 0,94$ ) foi descrito como efeito linear negativo da umidade, como mostrado na Eq. (7):  $SEI = 4,99 - 1,59 \cdot X1$ , onde X1 é a umidade da farinha de pinhão. A umidade influenciou significativamente os valores de ER, provavelmente porque a água age como um plastificante durante o cozimento por extrusão. No produto mais denso há maior compressão das bolhas de ar e diminui a expansão (Ding, Ainsworth, Tucker & Marson, 2005).

Quanto aos resultados de textura, a frequência de rupturas (Nsr) ou crispidade variou de 8,14 a 12,01 mm<sup>-1</sup> (Tabela 3) e, de acordo com a análise estatística, nenhum dos fatores analisados foi significativo ( $p > 0,05$ ). A frescura mínima foi registrada para as amostras 13 e 17 obtidas sob maiores teores de umidade ou temperaturas mais

altas que outros tratamentos. A força específica média dos valores de rupturas ( $F_{sr}$ ) corresponde a dureza ou a força máxima para romper a extrusão e variou de 2,16 a 10,05 N (Tabela 3) com efeito significativo da umidade (Eq. 8) e  $R^2 = 0,98$ :  $F_{sr} = 4,50 - 2,32 \times X_1$  (8) onde  $X_1$  é a umidade da farinha de pinhão. As propriedades de quebra e a friabilidade desses produtos dependem da espessura das paredes celulares, tamanho e distribuição das células (Bouvier et al., 1997). Tratamentos com menor teor de umidade produziram maior quantidade de células, mas tamanhos menores, causando maior fraqueza da parede celular, o que levou a extrusados mais quebradiços, porém com menor dureza. Resultados semelhantes também foram relatados na literatura (Saeleaw, Dürschmid, Schleining, 2012). Dentre todos os extrusados expandidos de pinhão, aqueles preparados com menor teor de umidade (15,5 g.100 g<sup>-1</sup>) apresentaram maior  $N_{sr}$  e menor  $F_{sr}$ . Em outras palavras, a diminuição no teor de umidade tem uma tendência a aumentar a nitidez e, inversamente, reduzir a dureza.

A análise dos componentes de cor da farinha antes e após a extrusão evidenciou que os valores do componente  $L^*$  dos extrusados variaram de 15,71 a 19,52, indicando uma diminuição na luminosidade, quando comparado com a luminosidade inicial de 22,95. Além disso, menor escurecimento (isto é, maior  $L^*$ ) ocorreu com o aumento do teor de umidade da alimentação, de acordo com o modelo de predição. Resultados semelhantes também foram relatados por Ilo e Berghofer (1999), que mostraram um efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da umidade da alimentação no valor  $L^*$  (luminosidade). Em relação aos componentes de cor, o croma  $a^*$  variou de 1,57 a 4,16. A análise de croma  $b^*$  mostrou uma variação entre 7,70 e 12,56, o que indica presença distinta do componente amarelo (+ b). Os coeficientes de regressão mostraram efeito linear negativo da umidade em ambos. O  $\Delta E$  tem tendência a aumentar com menor umidade e temperatura.

Os aspectos de hidratação das farinhas cozidas por extrusão, índices de absorção (IAA) e solubilidade em água (ISA) variou de 4,92 a 6,10

g / g e de 1,97 a 12,65%, respectivamente. Os resultados sugerem que menor velocidade de rosca permitiu maior tempo de permanência do material na extrusora, podendo levar a um menor taxa de cisalhamento, assim o maior tempo de residência causa cadeias poliméricas menos danificadas e uma maior disponibilidade de grupos hidrofílicos, resultando em melhor capacidade de absorção de água (Guha, Ali, & Bhattacharya, 1997).

O pico máximo de viscosidade da farinha de pinhão crua ocorreu a 91,5 ° C e apresentou viscosidade em torno de 1190 cP. Em contraste com a matéria-prima, as farinhas extrusadas de todos os tratamentos formaram uma pasta ou gel a temperatura de 25 ° C. Os extrudados de pinhão obtidos nos tratamentos 05, 06 e 15 apresentaram maior pico de viscosidade do que os de outros tratamentos. Esse aumento de viscosidade foi influenciado por temperaturas mais altas e menores velocidades de rosca, como nos tratamentos 05 e 06, com 130 rpm e 184 ° C, ou inversamente, pela alta velocidade de rosca e baixa temperatura como no tratamento 15, com 250 rpm e 160 ° C. Como esperado, a rápida redução na viscosidade com aquecimento e agitação de todos os extrusados, caracterizou-se pela completa ruptura da estrutura do amido como resultado de alto cisalhamento e temperatura no cozimento por extrusão (Fiorda et al., 2015). Sob baixa velocidade de parafuso (100 rpm) e temperatura (120 ° C) o tratamento mecânico e térmico foi menos severo, proporcionando maiores viscosidades a 95 ° C como mostrado nos tratamentos 14 e 16, que apresentaram 94,5 e 100 cP de viscosidade, respectivamente. A viscosidade final de extrusão variou de 229,0 a 633,0 cP.

## CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que o aumento umidade do processamento (de 14 para 22 g / 100g) afetou positivamente a textura (força específica das rupturas estruturais ( $F_{sr}$ )) e a luminosidade ( $L$ ) e afetou negativamente tanto o índice de expansão (ER) quanto os parâmetros de cor. O cozimento por extrusão pode ser uma alternativa interessante para

o desenvolvimento de novos produtos alimentícios a partir de sementes de pinhão, como extrusados expandidos (barras alimentícias) e cereais matinais, pois apresentam ótima expansão e textura, simultaneamente agregando valor e apoiando a preservação das florestas de *Araucaria angustifolia*.

## REFERÊNCIAS

CORDENUNSI, B.R.; WENZEL DE MENEZES, E.; GENOVESE, M.I.; COLLI, C.; GONÇALVES DE SOUZA, A.; LAJOLO, F.M. Chemical Composition and Glycemic Index of Brazilian Pine (*Araucaria angustifolia*) Seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 52, n. 11, p. 3412-3416, 2004.

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, n. 3, p. 283-289, 2005.

FIORDA, F.A.; SOARES, M.S.; DA SILVA, F.A.; DE MOURA, C.M.A.; GROSSMANN, M.V.E. Physical quality of snacks and technological properties

of pre-gelatinized flours formulated with cassava starch and dehydrated cassava bagasse as a function of extrusion variables. *LWT - Food Science and Technology*, v. 62, n. 2, p. 1112-1119, 2015.

GUHA, M.; ALI, S.Z.; BHATTACHARYA, S. Twin-screw extrusion of rice flour without a die: Effect of barrel temperature and screw speed on extrusion and extrudate characteristics. *Journal of Food Engineering*, v. 32, n. 3, p. 251-267, 1997.

ILO, S.; BERGHOFER, E. Kinetics of colour changes during extrusion cooking of maize grits. *JOURNAL OF FOOD ENGINEERING*, v. 39, n. p. 73-80, 1999.

PINTO, V.Z.; VANIER, N.L.; KLEIN, B.; ZAVAREZE, E.D.R.; ELIAS, M.C.; GUTKOSKI, L.C.; HELBIG, E.; DIAS, A.R.G. Physicochemical, crystallinity, pasting and thermal properties of heat-moisture-treated pinhão starch. *Starch - Stärke*, v. 64, n. 11, p. 855-863, 2012.

SAELEAW, M.; DÜRRSCHMID, K.; SCHLEINING, G. The effect of extrusion conditions on mechanical-sound and sensory evaluation of rye expanded snack. *Journal of Food Engineering*, v. 110, n. 4, p. 532-540, 2012.