

EFEITOS DO PROCESSAMENTO TÉRMICO E DO ÁCIDO CÍTRICO NA ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DO FARELO DE ARROZ INTEGRAL DURANTE O ARMAZENAMENTO

ISABELLA ONGARATTO VIÉGAS, CALEBE DE HEBROM LIVISTOM DA SILVA², FÁBIO FERREIRA GONÇALVES³, MERITAINE DA ROCHA², MARCIA VICTÓRIA SILVEIRA³, LUCIANO TREVIZAN¹

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), ²Universidade Federal do Rio Grande (FURG), ³Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS)

Contato: isabellaongaratto@rede.ulbra.br / Apresentador: ISABELLA ONGARATTO VIEGAS

Resumo: O farelo de arroz é um subproduto do beneficiamento do arroz, rico em nutrientes, porém suscetível à deterioração oxidativa devido à rápida ativação de lipases endógenas. Este estudo avaliou os efeitos do processamento térmico e da adição de ácido cítrico sobre a estabilidade do farelo durante o armazenamento. Foram analisadas sete amostras provenientes de quatro indústrias (I1–I4), incluindo farelo de arroz integral FAI e parboilizado (FAI-P). A partir destas amostras, foram obtidos 4 amostras de farelo acidificado (FAI-A), 2 de extrusado (FAI-E) e 1 de extrusado acidificado (FAI-EA). As amostras foram acompanhadas ao longo de 90 dias em condições ambientais, pela análise de acidez, peróxido e *p*-anisidina, além das avaliações microbiológicas. Os tratamentos extrusados apresentaram maior estabilidade oxidativa. A acidificação isolada não foi eficaz, e o tratamento combinado da acidificação com extrusão não demonstrou vantagens. Maiores contagens de bolores e leveduras ocorreram no FAI, e menores no FAI-E. Todas as amostras foram negativas para *Escherichia coli* e *Salmonella* spp. A extrusão mostrou-se eficaz para aumentar a estabilidade do farelo, embora o custo do processamento deva ser considerado.

PalavrasChaves: oxidação lipídica; processamento por extrusão; vida de prateleira; inativação enzimática; subproduto

THERMAL PROCESSING AND CITRIC ACID STABILIZATION EFFECTS ON PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL STABILITY OF FULL-FAT RICE BRAN DURING STORAGE

Abstract: Rice bran is a by-product of rice processing, rich in nutrients but highly susceptible to oxidative deterioration due to the rapid activation of endogenous lipases. This study evaluated the effects of thermal processing and citric acid addition on rice bran stability during storage. Seven samples from four processing plants (I1–I4) were analyzed, including full-fat rice bran (FAI) and parboiled rice bran (FAI-P). From these, four acidified samples (FAI-A), two extruded samples (FAI-E), and one extruded and acidified sample (FAI-EA) were obtained. Samples were monitored over 90 days under ambient conditions through acidity, peroxide, and *p*-anisidine analyses, in addition to microbiological evaluations. Extruded treatments showed greater oxidative stability, whereas acidification alone was not effective, and the combined treatment did not provide additional benefits. Higher mold and yeast counts were observed in FAI, while lower counts were found in FAI-E. All samples were negative for *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. Extrusion proved to be an effective strategy to improve rice bran stability, although processing costs should be considered.

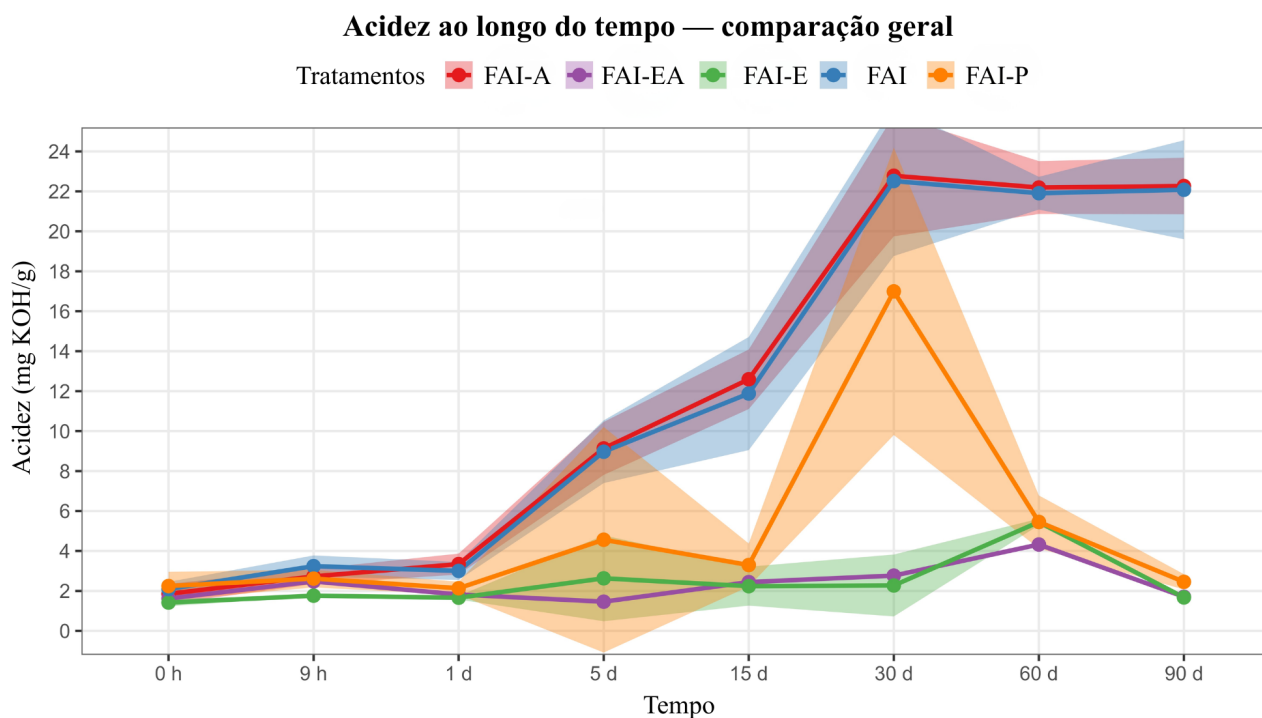
Keywords: lipid oxidation; extrusion processing; shelf life; enzyme inactivation; agro-industrial by-products

Introdução: O arroz é amplamente cultivado em regiões tropicais e subtropicais, sendo a Ásia responsável pela maior parte da produção mundial, enquanto o sul do Brasil se destaca na América do Sul. Durante o processamento são gerados subprodutos como o farelo de arroz integral (FAI), correspondente a 8–10% do grão, rico em compostos bioativos (Gul et al., 2015). Por ser um subproduto sazonal, torna-se um desafio industrial. Apesar do valor nutricional, o FAI apresenta rápida deterioração após a extração devido à ativação de lipases endógenas presentes nas camadas externas do grão, promovendo hidrólise lipídica rápida (Brunschwiler et al., 2013). Para minimizar esse efeito, aplicam-se estratégias como tratamentos térmicos e acidificação (Yilmaz Tuncel, 2023). A presença e o crescimento microbiológicos também pode representar uma limitação (Shahidi & Zhong, 2005; Pitt & Hocking, 2009). Assim, este estudo avaliou a estabilidade do farelo ao longo de 90 dias usando processo térmico e ácido cítrico.

Material e Métodos: As amostras de FAI e FAI -P foram coletadas em quatro indústrias de beneficiamento de arroz no Rio Grande do Sul, totalizando sete cargas de cada farelo. A partir do FAI foram obtidos os tratamentos com 4 amostras de FAI-A (FAI acidificado com 2% de ácido cítrico), 2 de FAI extrusado FAI-E e 1 de FAI-AE (acidificado e extrusado). Após processamento (dentro de 48h após descasque), amostras de todos os farelos foram coletadas, imediatamente após o processamento, acondicionadas e armazenadas a -18 °C até o tempo zero das análises, sendo posteriormente mantidas em condições ambientais por 90 dias. A extrusão foi realizada em extrusora monorroscas sob condições industriais, com temperaturas de até 120 °C, visando a inativação enzimática, enquanto o FAI-P foi obtido por processo de parboilização. Os tratamentos foram formados até 12 h após o descasque, utilizando FAI como controle. As análises físico-químicas, incluindo acidez, peróxido e *p*-anisidina, foram realizadas ao longo do armazenamento (0 h, 9 h, 1, 5, 15, 30, 60 e 90 dias), conforme descrito por Prates (2007) e AOCS (1998), sendo o índice Totox utilizado como indicador global de oxidação. As análises microbiológicas (*Salmonella* spp., *Escherichia coli*, bolores e leveduras) foram realizadas nos tempos 0, 60 e 90 dias, conforme Bird et al. (2014) e normas ISO. Os dados foram analisados por ANOVA, seguida do teste de Tukey ($p < 0,05$).

Resultado e Discussão: A composição química das amostras manteve-se dentro dos valores de referência, com maior teor de lipídios no FAI-P, atribuído à migração de lipídios durante a parboilização para as camadas mais externas do grão (Dors et al., 2009). O FAI e FAI-A apresentaram rápido aumento da acidez durante o armazenamento, atingindo cerca de 22 mg KOH

g²¹ aos 30 dias, refletindo a intensa atividade lipolítica após o processamento (Figura 1) (Brunschwiler et al., 2013; Chen et al., 2019). Em contraste, FAI-E e FAI-AE mantiveram baixos valores de acidez ao longo do período, evidenciando maior estabilidade e confirmando a extrusão como principal fator de inativação enzimática (Yilmaz Tuncel, 2023). O FAI-P apresentou comportamento intermediário, sugerindo inativação parcial das enzimas (Sharif et al., 2014). Os valores de peróxido apresentaram pico inicial, seguido de redução após 24 h, indicando formação e decomposição de hidroperóxidos, típica da oxidação lipídica (Choe & Min, 2006). Os valores de p-anisidina permaneceram baixos, com aumento aos 30 dias, principalmente no FAI-P. O índice Totox confirmou maior oxidação inicial em FAI-A e FAI-P e maior estabilidade nos tratamentos extrusados. Do ponto de vista microbiológico, *Escherichia coli* permaneceu abaixo do limite de detecção e *Salmonella* spp. não foi detectada (Bird et al., 2014). Maiores contagens de bolores e leveduras ocorreram nos tratamentos sem estabilização, enquanto os menores valores foram observados nos extrusados, evidenciando o efeito da extrusão na redução microbiana (Pitt & Hocking, 2009).



Nota: Valores expressos como média $\pm$ desvio padrão (DP) entre indústrias. FAI: arroz integral; FAI-A: acidificado; FAI-E: extrusado; FAI-EA: extrusado acidificado; FAI-P: parboilizado.
Fonte: Elaborado pela autora.

Conclusão: O processamento térmico foi decisivo na estabilização do farelo. Com base na acidez, FAI e FAI-A deterioraram rapidamente até 5 dias, sendo o ácido cítrico ineficiente, enquanto FAI-P foi estável até 15 dias e a extrusão garantiu estabilidade até 90 dias. A oxidação foi transitória, e a microbiologia indicou maior carga nos farelos não estabilizados. A extrusão foi a estratégia mais eficaz.

Agradecimentos: À Nutribarrasul Alimentos Pet Ltda. pelo suporte na extrusão, às indústrias parceiras pelo fornecimento das amostras e aos demais colaboradores do projeto.

Referências Bibliográficas: AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY (AOCS). *Official Method Cd 18-90: p-Anisidine Value*. Champaign, 1998. BRUNSCHWILER, C. et al. Direct measurement of rice bran lipase activity for inactivation kinetics and storage stability prediction. *Journal of Cereal Science*, v. 58, n. 2, p. 272–277, 2013. CHEN, M.-H. et al. Hydrolytic rancidity and its association with phenolics in rice bran. *Food Chemistry*, v. 285, p. 485–491, 2019. CHOE, E.; MIN, D. B. Mechanisms and factors for edible oil oxidation. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 5, n. 4, p. 169–186, 2006. DORS, G. C.; PINTO, R. H.; BADIALE-FURLONG, E. Influência das condições de parboilização na composição química do arroz. *Food Science and Technology*, v. 29, p. 219–224, 2009. GUL, K. et al. Rice bran: nutritional values and its emerging potential for development of functional food. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, v. 6, n. 1, p. 24–30, 2015. PITT, J. I.; HOCKING, A. D. *Fungi and food spoilage*. New York: Springer, 2009. PRATES, Ê. R. *Técnicas de pesquisa em nutrição animal*. Porto Alegre: UFRGS, 2007. SHAHIDI, F.; ZHONG, Y. Lipid oxidation: measurement methods. In: *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. 2005. SHARIF, M. K. et al. Rice bran: a novel functional ingredient. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 54, n. 6, p. 807–816, 2014.