

INFLUÊNCIA DA TROCA DA ÁGUA DE ENCHARCAMENTO NA PARBOILIZAÇÃO DO ARROZ SOBRE PARÂMETROS TECNOLÓGICOS DOS GRÃOS E EFLUENTE GERADO

ELIANE LEMKE FIGUEIREDO¹; PAULO ALBERTO AZEVEDO²; NATANIELE BARROS SCHAUN²; YA-JANE WANG³, ROSANA COLUSSI⁴, NATHAN LEVIEN VANIER⁴; MOACIR CARDOSO ELIAS⁴

¹UFPeL- elianelemkefigueiredo@gmail.com

²UFPeL- pauloalbertoazevedo@hotmail.com; natanielebs17@gmail.com

³UARK- yjwang@uark.edu

⁴UFPeL- rosana_colussi@yahoo.com.br; nathanvanier@hotmail.com; eliasmc@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A parboilização do arroz consiste em três etapas adicionais prévias ao processo de industrialização convencional: encharcamento, gelatinização e secagem antes do descascamento. O encharcamento, etapa mais importante do processo, objetiva promover adequada hidratação do arroz para que amido possa ser gelatinizado (FIGUEIREDO et al., 2022). Essa fase pode ser influenciada por vários fatores como a temperatura da água de maceração, a qual deve estar abaixo da temperatura de gelatinização do amido, que pode variar de 58 a 70 °C, conforme o genótipo. Ainda, a absorção de água pelo grão deve ser rápida e uniforme evitando a abertura da casca do arroz e deformação dos grãos, a perda de nutrientes por lixiviação, a atividade enzimática e contaminação microbiana, que podem afetar a cor, o sabor e o aroma do arroz e, conseqüentemente, podem intervir na aceitação do produto (DE OLIVEIRA et al., 2020).

Recentemente, a indústria brasileira de parboilização tem aplicado métodos de encharcamento não convencionais, como a simples troca da água de encharcamento do arroz. Porém, estudos mais aprofundados sobre a influência desse manejo na qualidade nutricional, tecnológica e sensorial dos grãos, e na qualidade do efluente gerado precisam ser avaliados, uma vez que a troca de água no processo representa, principalmente, mais desperdício energético para a indústria e maiores quantidades de efluentes finais para tratamento. O efluente do arroz parboilizado possui maior quantidade de matéria orgânica e inorgânica e, por isso, esse resíduo industrial parboilizado precisa ser tratado para evitar poluição ambiental (HASSAN et al., 2021). Portanto, o objetivo desse estudo foi avaliar a influência da troca da água do encharcamento no processo de parboilização do arroz na qualidade tecnológica dos grãos e do efluente gerado.

2. METODOLOGIA

O genótipo de arroz (*Oryza sativa L.*) IRGA 424 RI, cultivado sob sistema de irrigação na safra 2021/2022 e doado pela empresa Camil Alimentos, localizada no Capão do Leão/RS, foi utilizado. Após colheita, as amostras foram imediatamente transportadas para o Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS) da Universidade Federal de Pelotas, onde os experimentos foram conduzidos.

Foi realizada a troca da água de encharcamento, exatamente na metade do tempo de encharcamento (2h e 15 minutos), alterando uma única variável: 1) O volume da água de imersão (50% ou 100% da água). Como tratamento controle foi

feita a parboilização de arroz sem a troca da água de encharcamento. Antes de se realizar o encharcamento foram determinadas as melhores combinações de tempo e temperatura geralmente aplicadas pelas indústrias parboilizadoras de arroz, sendo selecionada a seguinte condição: 60 °C/4,5 h. Assim, os grãos em casca foram colocados em béqueres e água destilada foi adicionada às amostras (arroz: água de encharcamento, 1:1,5 m/v) que foram mantidas em banho-maria (Dubnoff Microprocessado -Q226M, Quimis, São Paulo, SP, Brasil).

Posteriormente, os grãos hidratados foram autoclavados a 116 °C e $0,6 \pm 0,05$ kgf. cm⁻² por 15 min e após overnight à temperatura ambiente foram secos em estufa (Modelo 400-2ND, Nova Ética, São Paulo, SP, Brasil) a 37 °C até atingir 13% (b.u.) de umidade. O arroz foi acondicionado em balde hermético e armazenado em temperatura controlada (16 ± 1 °C) por 4 dias antes de ser descascado e polido em máquina de arroz Zaccaria (Tipo PAZ-1-DTA, Zaccaria, Limeira, SP, Brasil) até a obtenção da intensidade de polimento de (IP) de 6,0-7,0%. O IP foi determinado utilizando a seguinte equação: $IP = [1 - (\text{peso do arroz polido}/\text{peso do arroz integral})] \times 100$. Os grãos com e sem troca da água de encharcamento foram moídos em farinha através de um moinho de amostras ciclone (UDY Corporation, Fort Collins, CO) equipado com tela de 0,5 mm.

Na determinação dos sólidos lixiviados a água de encharcamento foi coletada ao final do processo e transferida para uma cápsula previamente tarada juntamente com o resíduo da lavagem das paredes do béquer com água destilada por 3 vezes, no mínimo. As cápsulas foram levadas à estufa durante 24 h a 105°C e os resultados expressos em mg.L⁻¹. A brancura dos grãos foi determinada utilizando-se um moinho Zaccaria (MBZ-1, Zaccaria, Limeira, SP, Brasil), e os resultados foram calculados utilizando a escala fornecida pelo medidor em unidades GBZ. As propriedades térmicas foram determinadas de acordo com Pinkaew, Wang e Naivikul (2017). As propriedades de pasta de arroz parboilizado foram determinadas utilizando um Rapid ViscoAnalyser (RVA, Newport Scientific Pty. Ltd.). Uma pasta de 3,0 g de farinha de arroz ($\approx 12\%$ de umidade) e 25 g de água destilada foi preparada em uma cápsula de alumínio. A pasta foi inicialmente mantida a 50°C durante 1 min, aquecida de 50°C a 95°C a 10°C/min, mantida a 95°C durante 2,5 min, arrefecida de 95°C a 50°C a 10°C/min e finalmente mantida a 50°C por 1 min.

Os tratamentos de parboilização foram realizados em triplicata e analisadas com software SAS (SAS Software Institute, Cary, NC, EUA) utilizando análise de variância (teste de Tukey) com nível de significância de $P < 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A brancura (Fig. 1, a) e temperaturas de início (T_0), de pico (T_p) e de conclusão (T_c) do arroz parboilizado (Fig. 1, b) não diferiram significativamente entre os tratamentos de troca de água. O escurecimento do arroz na parboilização é causado, principalmente, pela reação de Maillard (LAMBERST et al., 2008). Entretanto, no presente estudo, a cor dos grãos é principalmente influenciada pela difusão de compostos coloridos presentes na casca e farelo do grão para a água de encharcamento e, possivelmente devido à menor ação enzimática nos grãos ocasionada pela troca da água (LAMBERST et al., 2006; LAMBERST et al., 2008). Entretanto, o volume de água trocada não foi suficiente para alterar a cor dos grãos.

O ΔH (Fig. 1, b) diminuiu à medida que maiores volumes de água foram trocados no processo, entretanto, o grau de gelatinização do amido (GGA) dos

diferentes tratamentos é tecnologicamente equivalente, sendo todos muito próximos de 99% de gelatinização. O ΔH representa a energia necessária para romper as estruturas helicoidais duplas que formam os cristais de amilopectina (WANG et al., 2017) e a quantidade de amido gelatinizado é um indicador da severidade do processo de parboilização e está diretamente relacionada com o rendimento de grãos inteiros (PATINDOL et al., 2008).

O teor de sólidos lixiviados (Fig. 1, c) diminuiu significativamente com o aumento do volume de água trocada. Estudos reportaram sólidos totais variando de 565–1450 mg/L, cujos valores são maiores aos relatados no presente estudo. Isso pode ter sido ocasionado pelas características físicas e químicas do efluente do processamento do arroz diferir de um estudo para outro com base na quantidade de água utilizada, tecnologia adotada na indústria e agrotóxicos utilizados no cultivo do cereal (KANDAGATLA et al., 2023). A gelatinização provoca o colapso físico da estrutura granular do amido devido à ação do calor na presença de água e, por consequência, moléculas menores são lixiviadas (DE OLIVEIRA et al, 2020).

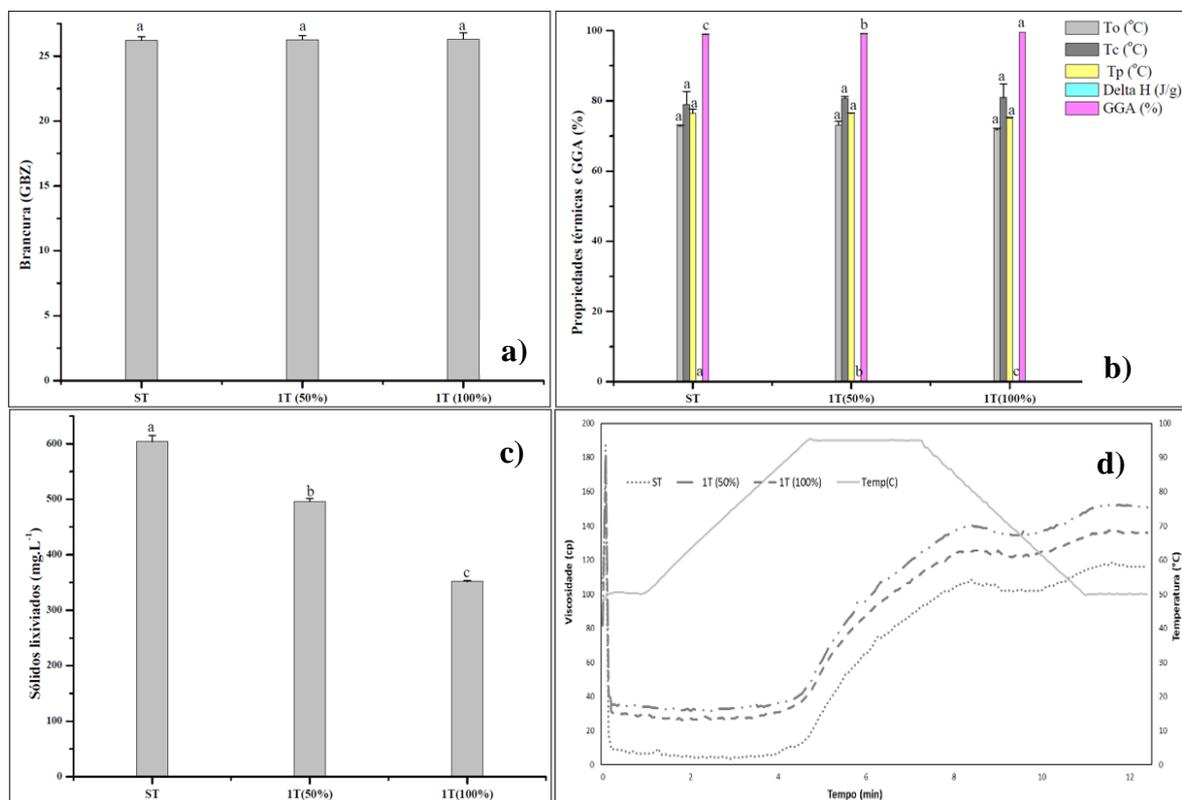


Figura 1. Brancura, propriedades térmicas e GGA, sólidos lixiviados e propriedades de pasta de arroz parboilizado submetido a tratamentos de troca da água de encharcamento no processo de parboilização. ST- sem troca; 1T (50%)- uma troca de 50% da água de encharcamento; 1T (100%)- uma troca de 100% da água de encharcamento.

O perfil de RVA (Fig. 1, d) mostrou que os tratamentos com troca de água apresentaram viscosidades gerais de pasta mais elevadas do que o tratamento controle, sugerindo que esse último pode desenvolver uma textura mais macia pós cocção. Esses resultados confirmam que o arroz com troca de água foi mais efetivamente gelatinizado durante a parboilização, uma vez que todas as propriedades de pasta aumentaram, corroborando com os resultados das propriedades térmicas (Fig. 1, b).

4. CONCLUSÕES

Grãos parboilizados com troca da água de encharcamento não alteraram suas propriedades de gelatinização e mostraram tendência ao aumento da firmeza pós cocção. Efluentes gerados com troca de água de encharcamento apresentam maior facilidade de tratamento devido a redução dos teores de matéria orgânica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DE OLIVEIRA, M.; FERREIRA, C.D.; LANG, G.H.; ROMBALDI, C.V. Brown, White and Parboiled Rice. In: COSTA DE OLIVEIRA, A.; PEGORARO, C.; EBELING VIANA, V. (eds) **The Future of Rice Demand: Quality Beyond Productivity**. Springer, Cham., 2020. Cap. 2, p. 25-45.
- FIGUEIREDO, E. L.; DA SILVA LINDEMANN, I.; EL HALAL, S. L. M.; BIDUSKI, B.; COLUSSI, R.; ELIAS, M. C.; VANIER, N. L. The use of amino acids as anti-browning agents in rice parboiling: Effects on quality attributes of three South American genotypes. **Journal of Cereal Science**, v. 108, p. 103567, 2022.
- HASSAN, G.; SHABBIR, M. A.; AHMAD, F.; PASHA, I.; ASLAM, N.; AHMAD, T.; REHMAN, A.; Manzoor, M.F.; Inam-Ur-Raheem, M.; AADIL, R. M. Cereal processing waste, an environmental impact and value addition perspectives: A comprehensive treatise. **Food Chemistry**, v. 363, p. 130352, 2021.
- HORIGANE, A. K.; TAKAHASHI, H.; MARUYAMA, S.; OHTSUBO, K. I.; YOSHIDA, M. Water penetration into rice grains during soaking observed by gradient echo magnetic resonance imaging. **Journal of Cereal Science**, v. 44, n. 3, p. 307–316, 2006.
- KANDAGATLA, N.; KONNOTH, B.; SRIDHAR, P.; TVAGI, V.; RAO, P.V.; TVAGI, R.D. Rice mill wastewater management in the era of circular economy. **Journal of Environmental Management**, v. 348, p. 119248, 2023.
- LAMBERTS, L.; BRIJS, K.; MOHAMED, R.; VERHELST, N.; DELCOUR, J. A. Impact of browning reactions and bran pigments on color of parboiled rice. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 54, n. 26, p. 9924-9929, 2006.
- LAMBERTS, L.; ROMBOUTS, I.; BRIJS, K.; GEBRUERS, K.; DELCOUR, J. A. Impact of parboiling conditions on Maillard precursors and indicators in long-grain rice cultivars. **Food chemistry**, v. 110, n. 4, p. 916-922, 2008.
- MUHLISYIYAH, J.; SHAMSUDIN, R.; KADIR BASHA, R.; SHUKRI, R.; HOW, S.; NIRANJAN, K.; ONWUDE, D. Parboiled Rice Processing Method, Rice Quality, Health Benefits, Environment, and Future Perspectives: A Review. **Agriculture**, v. 13, n. 7, p. 1390, 2023.
- PANDA, B. K.; SHRIVASTAVA, S. L. Microwave assisted rapid hydration in starch matrix of paddy (*Oryza sativa* L.): Process development, characterization, and comparison with conventional practice. **Food Hydrocolloids**, v. 92, p. 240–249, 2019.
- PATINDOL J.; NEWTON J.; WANG, Y. J. (2008) Functional properties as affected by laboratory-scale parboiling of rough rice and brown rice. **Journal of food science**, v. 73, n. 8, p. E370-E377, 2008.
- PINKAEW, H.; WANG, Y. J.; NAIVIKUL, O. Impact of pre-germination on amylopectin molecular structures, crystallinity, and thermal properties of pre-germinated brown rice starches. **Journal of Cereal Science**, v. 73, p. 151–157, 2017.
- WANG, P.; FU, Y.; WANG, L.; SALEH, A. S.; CAO, H.; XIAO, Z. Effect of enrichment with stabilized rice bran and extrusion process on gelatinization and retrogradation properties of rice starch. **Starch-Stärke**, v. 69, n. 7-8, p. 1600201, 2017.