

## **“COZIMENTO RÁPIDO, TECNOLOGIA LIMPA: UMA NOVA ALTERNATIVA PARA O ARROZ INTEGRAL PARBOILIZADO”**

**BETINA BUENO PERES<sup>1</sup>; LÁZARO DA COSTA CAÑIZARES<sup>2</sup>  
SILVIA NAIANE JAPPE<sup>3</sup>; BRENDA DANNENBERG KASTER<sup>4</sup>; RUAN  
BERNARDY<sup>5</sup>; MAURÍCIO DE OLIVEIRA<sup>6</sup>**

*<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – betinabuenop@gmail.com*

*<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas) - lazarocoosta@hotmail.com*

*<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas - jappesilvia@gmail.com*

*<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas - brendadannenbergkaster@gmail.com*

*<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – ruanbernardy@yahoo.com.br*

*<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas - mauricio@labgraos.com.br*

### **1. INTRODUÇÃO**

O arroz é um dos cereais mais consumidos no mundo e constitui uma importante fonte de energia para grande parte da população (GUNARATNE et al., 2013). Nos últimos anos, observa-se um crescente interesse pelos grãos integrais e parboilizado integral, em razão de seu maior valor nutricional. Contudo, o longo tempo de cocção desses subgrupos de arroz ainda representa um entrave para seu consumo.

Entre as estratégias adotadas para enriquecer alimentos com compostos bioativos, vitaminas e minerais, destaca-se a parboilização do arroz, um processo tradicional amplamente utilizado pela indústria que favorece a incorporação e retenção de nutrientes originalmente presentes nos grãos (SAHA; ROY, 2020). Esse processo envolve três etapas principais: hidratação, gelatinização do amido e secagem (OLIVEIRA, 2021).

Durante a hidratação, pode-se adicionar compostos funcionais, como enzimas alimentares, que interagem com a estrutura do grão. Essa fase é fundamental, pois permite a absorção de água e, simultaneamente, dos compostos incorporados, garantindo sua fixação durante o tratamento térmico subsequente (PERES et al., 2023). A aplicação de enzimas nesse estágio pode promover alterações estruturais relevantes, como a redução do tempo de cocção, sem comprometer a aparência dos grãos.

Entre os principais benefícios desse processo estão a conveniência para o preparo de refeições rápidas, a economia de energia e de água durante a cocção (LIN e LI, 2023). Essas modificações são especialmente vantajosas para estimular o consumo do arroz integral parboilizado, tornando-o mais prático e saudável para o consumidor (DANG; THERDTHAI; RATPHITAGSANTI, 2019). Além disso, o uso de enzimas configura uma alternativa tecnológica limpa e sustentável, em consonância com a demanda atual por alimentos funcionais e processos menos agressivos ao meio ambiente. Diante disso, o objetivo deste estudo é avaliar os efeitos de um método inovador de parboilização, empregando a enzima alimentar alfa-amilase termoestável na etapa de hidratação, sobre as propriedades tecnológicas dos grãos de arroz.

### **2. METODOLOGIA**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS). Foi utilizado grãos de arroz da cultivar BRS A705, pericarpo marrom. Os grãos com 12% de umidade foram armazenados, em

casca, a 16°C até o início do experimento. Para a realização do processo hidrotérmico, utilizaram-se grãos de arroz com teor de umidade inicial de  $12\% \pm 1$ .

## 2.1 TRATAMENTO ENZIMÁTICO E GELATINIZAÇÃO DO AMIDO

Na etapa de hidratação por imersão, 50 g de grãos foram acondicionados em sacos de filó e colocados em béqueres de 250 mL contendo 150 mL de água destilada e a enzima alimentar alfa-amilase termoestável nas dosagens de 0, 16 e 32  $\mu\text{L}$ . Os béqueres foram mantidos em banho-maria a  $65 \pm 2^\circ\text{C}$  até que os grãos atingissem 30% de umidade, valor considerado ideal, pois não provocou o rompimento da casca. Em seguida, os grãos hidratados foram submetidos à gelatinização do amido em autoclave, sob pressão 0,8 kgf/cm<sup>2</sup>. Após esse processo, os grãos foram secos a  $12 \pm 1^\circ\text{C}$  e armazenados a  $16 \pm 1^\circ\text{C}$  até a realização das análises subsequentes, que incluíram tempo de cocção e análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV).

## 2.2 TEMPO DE COZIMENTO

O tempo de cocção foi determinado de acordo com o método descrito por JULIANO; BECHTEL (1985). Cerca de 10 g de arroz foram pesados e colocados em um béquer de 250 mL contendo 100 mL de água destilada em ebulição ( $98 \pm 1^\circ\text{C}$ ). Após 10 minutos de cozimento, os grãos foram retirados e prensados entre duas placas de Petri previamente higienizadas. Esse procedimento de retirada e prensagem foi repetido até que 90% dos grãos apresentassem ausência do centro branco ao serem esmagados entre as placas.

## 2.3 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

Grãos de arroz cortados na seção transversal foram colocados diretamente na superfície do toco e revestidos com ouro (20 nm) usando um aplicador de pulverização catódica (Denton Vacuum, Inc., Moorestown, NJ, EUA). Os grãos foram examinados usando um microscópio eletrônico de varredura (Jeol JSM6610LV, Nova Jersey, EUA) a uma voltagem de aceleração de 15 kV. As imagens foram capturadas com ampliações de 45x (grão de arroz) e 1.000x (camada de aleurona).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do tempo de cozimento dos grãos de arroz integral parboilizado estão apresentados na Tabela 1. A análise de variância mostrou efeitos significativos ( $P < 0,05$ ) da concentração de enzima para o tempo de cozimento em minutos.

Tabela 1. Tempo de cozimento do arroz integral parboilizado em diferentes concentrações de enzima na etapa de encharcamento.

Volume ( $\mu\text{L/mL}$ )	Tempo de cozimento (min)
0	15:11 $\pm$ 0,01A
16	12:71 $\pm$ 0,34B
32	11:29 $\pm$ 0,08C

\*Letras maiúsculas comparam entre as concentrações de enzima

Com o aumento da concentração observou-se uma redução do tempo de cocção de aproximadamente 24,4%. A alfa-amilase atua no amido hidrolisando ligações  $\alpha$ 1,4-glicosídicas, quebrando as longas cadeias de amido em moléculas menores, aumentando a penetração de água e facilitando a gelatinização posterior, o que resulta em redução do tempo de cozimento sem comprometer a qualidade do arroz (XU et al., 2017).

Em um estudo feito por LANG et al. (2022), o tempo de cocção reduziu com o aumento da temperatura e do tempo de exposição à radiação, passando de 21,75 para 16,76 minutos no arroz integral submetido a 150 °C por 10 min. Embora Lang et al. não tenham empregado enzimas, a redução do tempo de cocção foi atribuída ao aumento da absorção de água devido às fissuras formadas. Porém, o presente estudo possui um avanço pois utiliza uma tecnologia consolidada e limpa para essa redução do tempo de cozimento.

Nas imagens da Microscopia Eletrônica de Varredura (Figura 1) pode-se observar a morfologia da camada de aleurona dos grãos. Na figura 1<sup>a</sup> (controle), o grão mantém uma estrutura interna íntegra, densa e compacta. A matriz amido-proteica está contínua, sem fissuras ou desagregações evidentes. Indicando que não houve alteração estrutural significativa, preservando a morfologia natural do arroz.

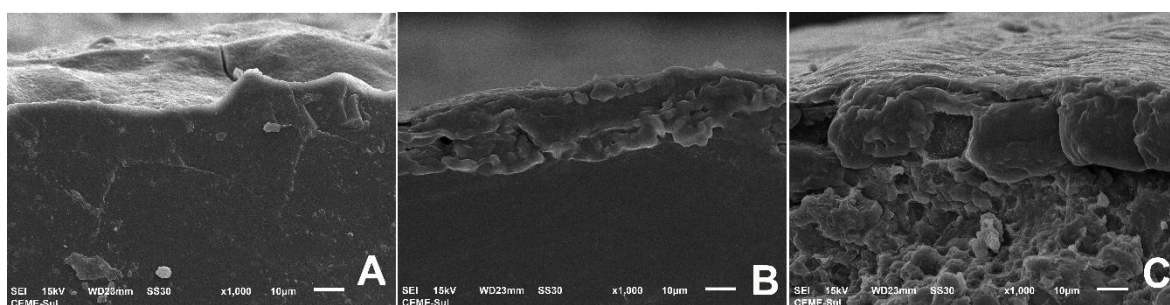


Figura 1. Microscopia eletrônica de varredura (MEV) de grãos de arroz submetidos a tratamento enzimático durante a etapa de hidratação do processo de parboilização. Dosagem 0 $\mu$ L (A), dosagem de 16 $\mu$ L (B) e dosagem 32 $\mu$ L (C).

Já na imagem B (16 $\mu$ L), nota-se o início de degradação da matriz interna. Pequenas fissuras e espaços vazios surgem nas regiões periféricas, além de canais que começam a se formar. Isso sugere que a ação enzimática iniciou a quebra de componentes estruturais (amido e proteínas), facilitando a entrada de água durante o cozimento. Enquanto que na imagem C (32  $\mu$ L), a estrutura está bastante desorganizada, com cavidades profundas, ruptura da matriz amido-proteica e perda de coesão interna. Esses resultados estão de acordo com os achados por Deng et al. (2025), os autores sugerem que o tratamento enzimático pode resultar em uma estrutura fibrosa afrouxada e amolecida do arroz integral, formando rachaduras que servem como canais de água, facilitando a absorção de água durante o cozimento e acelerando a gelatinização do amido.

#### 4. CONCLUSÕES

A aplicação da enzima alimentar alfa-amilase termoestável na etapa de hidratação do processo de parboilização mostrou-se uma estratégia eficaz para reduzir significativamente o tempo de cocção do arroz integral. Os resultados evidenciaram que o aumento da concentração enzimática promoveu modificações

estruturais na matriz amido-proteína dos grãos, favorecendo maior absorção de água e facilitando a gelatinização. Assim, o uso controlado de enzimas no processo de parboilização apresenta-se como uma alternativa tecnológica limpa, sustentável e alinhada às demandas do consumidor por alimentos funcionais e de preparo rápido.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALASUBRAMANIAM, V. Geetha et al. Effect of enzyme pretreatment in the ultrasound assisted extraction of finger millet polyphenols. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, p. 1583-1594, 2019.
- DANG, Lien Thi Kim; THERDTHAI, Nantawan; RATPHITAGSANTI, Wannasawat. Effects of ultrasonic and enzymatic treatment on physical and chemical properties of brown rice. **Journal of Food Process Engineering**, v. 42, n. 3, p. e13016, 2019.
- DENG, Y., ZHOU, P., LI, Y., LI, P., ZHAO, Z., WANG, J., ... & ZENG, J. Cyclic trace enzymatic hydrolysis pretreatment enhances brown rice: Cooking and taste. **Food Chemistry**, v. 479, p. 143853, 2025.
- GUNARATNE, A.; WU, K.; LI, D.; BENTOTA, A.; CORKE, H.; CAI, Y. Antioxidant activity and nutritional quality of traditional red-grained rice varieties containing proanthocyanidins. **Food Chemistry**, v. 138, p. 1153-1161, 2013.
- JULIANO, B. O.; BECHTEL, D. B. **The rice grain and its gross composition in book: Rice. 1985. DOI: 10.1016. B978-0-12-811508-4.00002-2.**
- LANG, G. H. et al. Infrared radiation heating: A novel technique for developing quick-cooking rice. **LWT**, v. 154, p. 112758, 2022.
- LIN, J.; LI, Cheng. Influence of instant rice characteristics and processing conditions on starch digestibility—A review. **Journal of Food Science**, v. 88, n. 8, p. 3143-3154, 2023.
- OLIVEIRA, M. de. **Arroz: Um alimento de verdade: fonte de nutrientes, aliado da saúde.** Porto Alegre, 2021.
- PERES, Betina Bueno et al. Parboiling process improves phytochemical, chemical, and technological properties of wild rice (*Zizania* sp.). **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 50, p. 102718, 2023.
- SAHA, S. ROY, A. Whole grain rice fortification as a solution to micronutrient deficiency: Technologies and need for more viable alternatives. **Food Chemistry**, v. 326, p. 127049, 2020.
- XU, Enbo et al. Dynamics of rapid starch gelatinization and total phenolic thermomechanical destruction moderated via rice bio-extrusion with alpha-amylase activation. **RSC Advances**, v. 7, n. 32, p. 19464-19478, 2017.