

## Inovação Tecnológica na Fortificação de Arroz: Estratégia Sustentável voltada à Indústria de Alimentos no Combate à Deficiência Nutricional

MIQUELE SODRE<sup>1</sup>; LÁZARO DA COSTA CORRÊA CAÑIZARES<sup>2</sup>; JIRCELENE BROMBILLA<sup>3</sup>; JULIANA PINO DE PAULA<sup>4</sup>; JANETE VALADÃO DA ROSA MONTEIRO<sup>5</sup>; MAURÍCIO DE OLIVEIRA<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [miquele\\_novak@hotmail.com](mailto:miquele_novak@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [lazarocosta@gmail.com](mailto:lazarocosta@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [ji.brombilla@gmail.com](mailto:ji.brombilla@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [jupino22@gmail.com](mailto:jupino22@gmail.com)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – [janete.monteiro.ppgcta@hotmail.com](mailto:janete.monteiro.ppgcta@hotmail.com)

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – [mauricio@labgraos.com](mailto:mauricio@labgraos.com)

### 1. DESCRIÇÃO DA INOVAÇÃO

A presente inovação consiste na aplicação da tecnologia de ultrassom para a fortificação de arroz com ferro. O processo envolve três etapas: (i) tratamento prévio com ultrassom, (ii) imersão dos grãos em solução nutritiva e (iii) secagem controlada (Figura 1). O ultrassom promove o fenômeno de cavitação acústica em meio aquoso, gerando microfissuras no endosperma do arroz, proporcionando o aumento da absorção, retenção e biodisponibilidade dos micronutrientes fortificados (LANG et al., 2022).

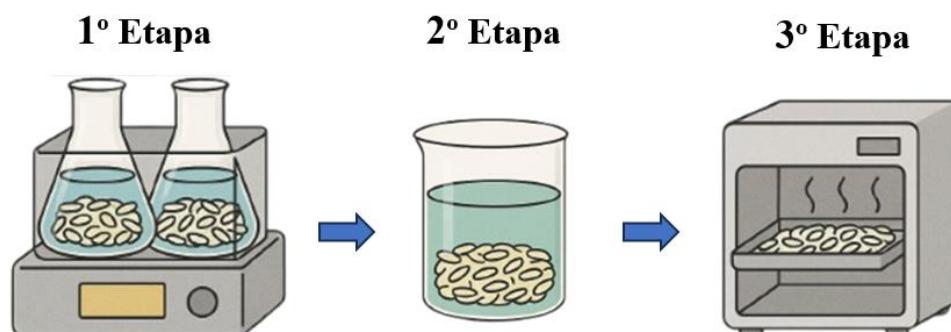


Figura 1. Fluxograma da obtenção de arroz de cocção rápida fortificado com ferro

Além de promover a incorporação de micronutrientes, a aplicação do ultrassom agrega vantagens funcionais e tecnológicas ao arroz. O processo reduz significativamente o tempo de cocção, devido a maior capacidade de absorção de água durante a cocção, resultando em um produto de preparo rápido, sem comprometer textura, sabor ou valor nutricional. A tecnologia de ultrassom propicia a liberação e biodisponibilidade de compostos bioativos, como fenólicos, ampliando os benefícios à saúde. Trata-se, portanto, de uma tecnologia multifuncional, que atua simultaneamente na fortificação, redução do tempo de cocção, melhora das características fitoquímicas, sem comprometer a qualidade sensorial (Figura 2), reforçando seu potencial no mercado de alimentos funcionais e fortificados.

A proposta de fortificação com ultrassom é inédita, com potencial de proteção intelectual, posicionando-se como alternativa competitiva e escalável frente às técnicas tradicionais de fortificação de alimentos (SHANKAR, 2020; SAVITIKADI et al., 2023). Diferente de processos convencionais de fortificação, a

tecnologia não utiliza insumos químicos, apresenta baixo custo de implementação e manutenção, é considerada limpa e sustentável e pode ser integrada facilmente às linhas industriais já existentes (ALDRIN et al., 2020).



Figura 2. Foto dos grãos de arroz não fortificado (controle) e fortificado.

## 2. ANÁLISE DE MERCADO

O público-alvo abrange indústrias de beneficiamento de arroz, empresas de alimentos funcionais e consumidores que buscam praticidade e saúde. No Brasil, o arroz é consumido diariamente por mais de 90% da população, sendo utilizado como base alimentar de mais da metade da população do mundo (GUNARATNE et al., 2013; OLIVEIRA, 2021). A inovação atende especialmente países em desenvolvimento e regiões carentes, onde a prevalência de anemia é elevada (HIDER et al., 2013; PALCHETTI et al., 2022).

O arroz possui elevada aceitação, disponibilidade e baixo custo de aquisição pela população. O consumo per-capita de arroz no Brasil é de 131,4 g/dia, sendo superior em regiões de vulnerabilidade econômica, onde a deficiência nutricional prevalece (IBGE 2020).

Existem soluções já implementadas para fortificação de grãos de arroz, utilizando técnicas por extrusão ou recobrimento dos nutrientes na periferia dos grãos, mas essas técnicas apresentam maior custo, alteração nas características sensoriais e menor biodisponibilidade dos nutrientes, tornando o produto disponível para a população com elevado custo. O ultrassom se destaca por agregar valor sem alterar o produto final e por oferecer menor barreira tecnológica de adoção industrial, com equipamentos de baixo custo de aquisição e implementação, tornando o produto final de baixo custo de aquisição pela população.

O mercado de alimentos funcionais cresce acima de 8% ao ano. Estima-se que o TAM (mercado total endereçável) seja global, alcançando um grande número de consumidores, enquanto o SAM (mercado acessível para arroz fortificado) se concentra em regiões com políticas de combate à deficiência nutricional. O SOM (mercado capturável inicial) está nas indústrias brasileiras de beneficiamento, com potencial de expansão.

## 3. ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO

O modelo de negócios prevê o licenciamento da tecnologia do processo de fortificação por ultrassom a indústrias de beneficiamento, mediante pagamento de royalties, além da possibilidade de implantação futura de uma planta própria de beneficiamento. A distribuição ocorrerá por meio de parcerias estratégicas com indústrias e programas governamentais de combate à desnutrição.

A inovação possui viabilidade patentária confirmada por busca de anterioridade, e o depósito de patente está previsto para ocorrer no ano de 2025. Atualmente, a tecnologia encontra-se em TRL 3, com meta de alcançar a TRL 6 através da validação em escala piloto no ano de 2026.

Os principais desafios envolvem a otimização do processo em escala industrial e a garantia de bioacessibilidade dos nutrientes. Tais riscos serão mitigados por testes em escala relevante, parcerias com universidades e centros de pesquisa, e estratégias de adaptação regulatória em conformidade com normas nacionais e internacionais.

#### 4. RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTO

Os resultados esperados incluem: (i) o desenvolvimento de um processo inovador de fortificação por ultrassom, (ii) a obtenção de arroz integral e polido de cocção rápida fortificado com ferro, (iii) validação tecnológica em escala relevante (TRL 6) e (iv) depósito de patente.

O impacto social é significativo, pois o produto fornece irá oferecer entre 80 e 100% das necessidades diárias de ferro em 100 g de arroz, contribuindo para reduzir deficiências nutricionais em populações vulneráveis. Ambientalmente, trata-se de um processo limpo, sem geração de resíduos e com baixo consumo energético.

As projeções financeiras indicam receitas provenientes de licenciamento em curto prazo e potencial de expansão em médio prazo. No futuro, a tecnologia poderá ser adaptada para a fortificação de outros grãos e alimentos básicos, ampliando seu alcance e escalabilidade.

#### 5. CONCLUSÕES

A tecnologia de ultrassom aplicada à fortificação de arroz representa um avanço estratégico para a segurança alimentar, unindo inovação científica, impacto social e viabilidade econômica. Trata-se de uma solução diferenciada, escalável e sustentável, capaz de reduzir deficiências nutricionais em larga escala e agregar valor à cadeia produtiva do arroz.

Convidamos indústrias, investidores e formuladores de políticas públicas a se engajarem nesta iniciativa, apoiando os próximos passos de validação e transferência tecnológica, de forma a acelerar sua aplicação prática e impacto global.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDRIN, J. A.; SOUZA, F. S.; CASTRO, L. M. Application of ultrasound technology for cereal grain processing: advances and perspectives. *Journal of Cereal Science*, London, v.94, p.102–110, 2020.

LANG, R.; MURCIA, L.; PÉREZ, J. Advances in ultrasound-assisted food fortification: mechanisms and industrial feasibility. *Food Research International*, Amsterdam, v.162, p.112–120, 2022.

SHANKAR, A. Global strategies to reduce micronutrient deficiencies: challenges and opportunities. *Nutrition Reviews*, Oxford, v.78, n.5, p.347–356, 2020.

SAVITIKADI, P.; RODRIGUES, M.; HAN, Y. Zinc deficiency and biofortification strategies in staple foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, London, v.63, n.2, p.210–225, 2023.

HIDER, R. C.; KONG, X. Iron nutrition: an update on scientific advances and interventions. *Nutrients*, Basel, v.5, n.8, p.3562–3586, 2013.

PALCHETTI, A.; RODRIGUES, L. P.; FONSECA, C. Role of folic acid in public health and fortification policies. *Public Health Nutrition*, Cambridge, v.25, n.3, p.598–609, 2022.

GUNARATNE, A.; WU, K.; LI, D. The nutritional and health benefits of rice. *Food Chemistry*, London, v.141, n.6, p.777–783, 2013.

OLIVEIRA, F. S. Panorama da produção e consumo de arroz no Brasil. 2021. 115f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Programa de Pós-graduação em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.