REVISTA TÉCNICA
DA AGROINDÚSTRIA

Vol. 3, n. 2, Artigo 161
23 de novembro de 2026
ISSN 2965-8691

ARTIGO TÉCNICO

PROTEÍNAS LÁCTEAS POR FERMENTAÇÃO DE PRECISÃO: PRODUÇÃO E DESAFIOS

Autores: Helisa Mendes Leandro de Souza[1]; Mylena Caroline Barros de Paula[1]; André Narvaes da Rocha Campos[1]; Isabela Campelo de Queiroz[1]

[1]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais- Campus Rio Pomba.

Autor para correspondência (email): helisamendes13@gmail.com



DESTAQUE

A fermentação de precisão permite produzir proteínas lácteas sem a criação de animais, ampliando as possibilidades de aplicação em alimentos e oferecendo potencial para uma produção mais sustentável.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, existe uma crescente preocupação com os impactos ambientais da produção animal que tem impulsionado o desenvolvimento de alternativas para obtenção de proteínas alimentares. Nesse contexto, a fermentação de precisão utiliza microrganismos geneticamente modificados como plataformas para produzir proteínas específicas, diferenciando-se das fermentações convencionais empregadas na fabricação de alimentos como queijos e iogurtes. Essa tecnologia possibilita a obtenção de proteínas de origem animal por vias microbianas e apresenta potencial para diversificar a produção de ingredientes alimentícios, embora sua aplicação em escala

Vol. 3, n. 2, Artigo 161
23 de novembro de 2026
ISSN 2965-8691

industrial dependa da otimização dos processos, do aumento da produtividade e da redução dos custos (Nielsen; Meyer; Arnau, 2024).

No caso das proteínas lácteas, seu elevado valor nutricional e suas propriedades funcionais favorecem seu uso em alimentos e em formulações destinadas à nutrição clínica e infantil. Entre as principais proteínas de interesse estão as caseínas, a β-lactoglobulina e a α-lactalbumina. Entretanto, sua obtenção convencional depende da produção pecuária e do processamento do leite. Nesse contexto, a fermentação de precisão constitui uma alternativa tecnológica para produzir proteínas específicas do leite sem depender da criação de animais, preservando sua identidade molecular e seu potencial de aplicação (Pinon *et al.*, 2026).

A aplicação industrial dessas proteínas depende também da manutenção de suas propriedades funcionais. A eficiência das alterações no processo de produção e processamento das proteínas é avaliada principalmente com base na pureza e no rendimento molecular, e nem sempre em suas propriedades funcionais finais. Entretanto, alterações nessas propriedades podem influenciar a formulação dos alimentos, inclusive a quantidade de proteína necessária (Hoppenreijs *et al.*, 2024).

Diante do exposto, este trabalho aborda a produção de proteínas lácteas por fermentação de precisão, suas propriedades funcionais e sua aplicação na indústria de alimentos, com ênfase nos desafios técnicos e econômicos relacionados à sua implementação em escala industrial.

2. DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

2.1. Produção e funcionalidade

A fermentação de precisão consiste em uma tecnologia que utiliza microrganismos geneticamente modificados para produzir ingredientes alimentares específicos, como proteínas, gorduras e outras moléculas de pequeno tamanho (Iaria *et al.*, 2026).

Figura 1 - Etapas gerais da produção de proteínas por fermentação de precisão.



Fonte: elaborado pela autora com base em Nielsen, Meyer e Arnau (2024).

Para que as proteínas produzidas por fermentação de precisão sejam aplicadas na produção de alimentos, elas precisam apresentar propriedades funcionais adequadas à aplicação desejada. As

Vol. 3, n. 2, Artigo 161
23 de novembro de 2026
ISSN 2965-8691

propriedades físico-químicas determinam as características tecnofuncionais, de extrema importância na indústria alimentícia, relacionadas à formação de micelas, estabilização de emulsões e coagulação, influenciando os aspectos sensoriais e a percepção do consumidor (Iaria *et al*., 2026). Entre as proteínas lácteas, as caseínas destacam-se pela capacidade de formar micelas e participar da coagulação, sendo importantes na produção de queijos. Já as proteínas do soro, como a β-lactoglobulina, apresentam propriedades emulsificantes, espumantes e gelificantes, favorecendo sua aplicação em diferentes formulações alimentícias (Pinon *et al.,* 2026; Hoppenreijs *et al.,* 2024).

2.2. Desafios para aplicação industrial

Aplicar esse processo em escala industrial envolve grandes desafios econômicos, técnicos e de sustentabilidade. Em grandes biorreatores, podem ocorrer variações na distribuição de substratos e oxigênio, bem como no pH e na temperatura, ao longo do espaço e do tempo. Por isso, a fermentação de precisão em escala industrial pode apresentar rendimentos inferiores aos obtidos em laboratório (Iaria *et al*., 2026).

Entre os desafios econômicos, a aplicação em larga escala das proteínas produzidas por fermentação de precisão depende de custos competitivos ou justificados pelas vantagens oferecidas em relação às proteínas convencionais. Esse aspecto é especialmente relevante em produtos para nutrição esportiva, bebidas lácteas e formulações para serviços de alimentação, nos quais o custo dos ingredientes influencia diretamente a viabilidade comercial (Pinon *et al*., 2026). O avanço tecnológico pode reduzir os custos e aumentar a eficiência produtiva, mas exige melhorias no rendimento de carbono, no título e na produtividade. Esses parâmetros correspondem, respectivamente, à eficiência de conversão do substrato em produto, à concentração de proteína obtida durante a fermentação e à quantidade produzida por unidade de volume e tempo (Nielsen; Meyer; Arnau, 2024).

A fermentação de precisão possui potencial para reduzir os impactos ambientais associados à produção convencional de alimentos, especialmente em relação às emissões de gases de efeito estufa, ao consumo de água e ao uso do solo (Nielsen; Meyer; Arnau, 2024). Entretanto, esses benefícios dependem das condições de produção e da eficiência dos processos empregados. Além dos aspectos ambientais e tecnológicos, a viabilidade comercial desses produtos também depende da aceitação dos consumidores, que pode ser influenciada pela percepção de segurança, pela familiaridade com a tecnologia e pela confiança nos ingredientes obtidos. Nesse contexto, Antuma, Boom e Keppler (2026) defendem que a comunicação transparente e o marketing dos produtos devem esclarecer os benefícios da tecnologia e abordar as preocupações dos consumidores, contribuindo para esse processo.

Vol. 3, n. 2, Artigo 161
23 de novembro de 2026
ISSN 2965-8691

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de proteínas lácteas por fermentação de precisão apresenta avanços crescentes, mas sua implementação em escala industrial exige estudos voltados à redução dos custos, ao escalonamento e à manutenção das propriedades funcionais necessárias à aplicação em alimentos. O aperfeiçoamento dessas etapas pode ampliar a viabilidade da tecnologia e favorecer sua utilização na indústria alimentícia.

Embora a tecnologia possa oferecer vantagens relacionadas ao bem-estar animal e apresentar potencial para reduzir determinados impactos ambientais, esses benefícios dependem das condições e da eficiência do processo produtivo. Assim, o avanço de sua aplicação comercial exige melhorias tecnológicas e econômicas, além de comunicação transparente sobre suas características e benefícios, contribuindo para a confiança e a aceitação dos consumidores.

REFERÊNCIAS

ANTUMA, L. J.; BOOM, R. M.; KEPPLER, J. K. The role of micelle assembly in producing cheese from recombinant caseins. **Science of Food**, 2026. DOI: https://doi.org/10.1038/s41538-026-01136-4.

HOPPENREIJS, L. J. G.; BRUNE, S. E.; BIEDENDIECK, R.; KRULL, R.; BOOM, R. M.; KEPPLER, J. K. Exploring functionality gain for (recombinant) β-lactoglobulin through production and processing interventions. **Food and Bioprocess Technology**, v. 17, p. 4897–4914, 2024. DOI: https://doi.org/10.1007/s11947-024-03414-z.

IARIA, L.; BIJL, E.; HETTINGA, K.; WERTEN, M. W. T. Animal-free caseins by precision fermentation: technical challenges and perspectives. **Trends in Food Science & Technology**, v. 175, art. 105878, 2026. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2026.105878.

NIELSEN, M. B.; MEYER, A. S.; ARNAU, J. The next food revolution is here: recombinant microbial production of milk and egg proteins by precision fermentation. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 15, p. 173–187, 2024. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev-food-072023-034256.

PINON, M.; FALHOLT, P.; SCHMIDT, T. G.; ARNAU, J. Precision-fermented milk proteins as a model for industrial food biotechnology. **Trends in Biotechnology**, 2026. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2026.07.026.

REVISTA TÉCNICA
DA AGROINDÚSTRIA

Vol. 3, n. 2, Artigo 161
23 de novembro de 2026
ISSN 2965-8691