



## **ESTRATÉGIA BIOTECNOLÓGICA PARA REDUZIR A PERDA DE FRUTANOS DURANTE O PROCESSO DE PANIFICAÇÃO: MELHORANDO A VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE PÃES SEM GLÚTEN COM POTENCIAL PREBIÓTICO**

Vitória A. ARAÚJO<sup>1</sup>; Natália S. VALENTE<sup>1</sup>; Etienne V. AGUIAR<sup>1</sup>; Vanessa D. CAPRILES<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Tecnologia de Alimentos e Nutrição, Departamento de Biociências, Instituto de Saúde e Sociedade, Campus Baixada Santista, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Rua Silva Jardim, 136, 11015-020, Santos, SP, Brasil.

\*E-mail do autor correspondente: [vanessa.capriles@unifesp.br](mailto:vanessa.capriles@unifesp.br)

**RESUMO:** Frutanos do tipo inulina (FTI) são fibras solúveis prebióticas e ingredientes com grande potencial para enriquecimento de pães sem glúten (PSG), contribuindo para a melhora das suas propriedades físicas, sensoriais e nutricionais. No entanto, pode ocorrer perda de até 40% dos FTI adicionados durante o processo de panificação. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar uma estratégia biotecnológica para reduzir a perda de FTI durante o processo de panificação, melhorando a viabilidade da produção de PSG com potencial prebiótico. Foi desenvolvido PSG enriquecido com 10% FTI, com base em cálculo teórico. Seis tipos de fermentos para panificação foram testados, sendo dois convencionais (F5 e F6) e quatro para massas doces (F1 – F4), em proporções equivalentes (1% de fermento seco ou 3% de fermento fresco em bf). Os resultados mostraram variação de 16,4 a 34,8% da perda de FTI, ao comparar os teores dosados nos pães, com os esperados com base em cálculo teórico. Ao comparar os teores de FTI dosados nas massas e nos pães, a perda variou de 0 a 14,7%. O uso de três fermentos para massa doce (F1 – F3) possibilitou zerar a perda de FTI durante o processo de panificação. O uso do fermento F3 possibilitou zerar a perda de FTI, bem como a melhoria das características de expansão e de textura dos PSG. Análises complementares relacionadas a aceitabilidade e ao potencial bioativo dos produtos estão em andamento.

**Palavras-chave:** Frutanos do tipo inulina; Pão sem glúten; Fermentos; *Saccharomyces cerevisiae*.

## **INTRODUÇÃO**

Frutanos do tipo inulina (FTI) são fibras solúveis prebióticas e ingredientes com grande potencial para enriquecimento de produtos sem glúten, podendo beneficiar a saúde dos consumidores, principalmente as pessoas com doenças relacionadas ao glúten (Drabińska et al., 2016). Estudos prévios sobre o enriquecimento de pães sem glúten (PSG) com FTI mostraram perdas de até 40% dos frutanos adicionados durante o processo de panificação, devido a hidrólise enzimática por ação da levedura *S. cerevisiae* durante a etapa de fermentação, e reações de escurecimento não enzimático durante a etapa de forneamento. Morreale et al. (2019) mostram o potencial de reduzir essas perdas ao testar diferentes tipos de FTI e fermento com baixa atividade de invertase. Capriles & Arêas (2013) desenvolveram PSG enriquecido com 8% FTI, contendo quantidade fisiologicamente relevante desses bioativos. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar uma estratégia biotecnológica para reduzir a perda de FTI durante o processo de panificação, melhorando a viabilidade da produção de PSG com potencial prebiótico.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foi desenvolvida uma receita de PSG enriquecida com 10% FTI, com base em cálculo teórico. Para tanto, foram adicionados 32% de oligofrutose enriquecida com inulina em base farinha (bf), e 110% água a partir de testes prévios, adaptando a formulação de Capriles e Arêas (2013). Seis tipos

de fermentos para panificação foram testados, sendo dois fermentos convencionais e quatro fermentos para massas doces, classificadas como formulações com mais de 3 ou de 7,5% de açúcares adicionados em bf, de acordo com os fabricantes. Todos os fermentos foram utilizados em proporções equivalentes (1% de fermento seco ou 3% de fermento fresco em bf). O desempenho dos fermentos foi avaliado quanto a taxa de perda de FTI e as propriedades físicas dos PSG resultantes. A perda de FTI foi avaliada por cálculo teórico, ou seja, pela diferença da quantidade calculada na formulação, e os níveis de frutanos totais quantificados nos pães. A perda também foi avaliada analiticamente pela diferença dos teores de frutanos totais dosados na massa após a etapa de mistura e no pão pronto para o consumo. A análise foi realizada utilizando o kit Fructan HK Assay (Megazyme®, Wicklow, Dublin, Irlanda), seguindo o método descrito por McCleary e Rossiter (2004). Os pães foram avaliados quanto a perda de peso, volume específico (Volscan Profiler, Stable Micro Systems, Reino Unido), umidade do miolo, firmeza do miolo (TA.XTplus texture analyser, Stable Micro Systems, Reino Unido) de acordo com os métodos 32-32.01, 10-16.01, 44.15.02 e 74.09 da AACC (AACC, 2010), respectivamente. A porosidade do miolo foi realizada por análise de imagens no software ImageJ (National Institutes of Health, EUA), seguindo as instruções de Santos et al., (2020). Os resultados foram apresentados como média e desvio padrão utilizando o software Statistica® 14.10.8. Para comparar médias, foram aplicados a análise de variância (ANOVA) e o teste post-hoc de Tukey, adotando-se o nível de significância de  $P < 0,05$ .

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra o efeito dos seis fermentos na perda de FTI durante o processo de panificação, e os níveis de frutanos totais dos pães resultantes.

Tabela 1 – Efeito de diferentes leveduras comerciais na taxa de perda de frutanos durante o processo de panificação.

| Tipo de fermento | Perda por cálculo teórico<br>(diferença do teor estimado na formulação e o dosado no pão) | Perda por análise química<br>(diferença dos níveis da massa* e no pão em base seca) | Teor de frutanos totais (g/ 100g pão) |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| F1               | 20,8 %                                                                                    | -                                                                                   | 8,65 <sup>a</sup> ± 0,50              |
| F2               | 22,3 %                                                                                    | -                                                                                   | 8,48 <sup>a</sup> ± 0,09              |
| F3               | 16,4 %                                                                                    | -                                                                                   | 9,06 <sup>a</sup> ± 0,26              |
| F4               | 32,1%                                                                                     | 10,2%                                                                               | 7,36 <sup>b</sup> ± 0,18              |
| F5               | 34,6%                                                                                     | 11,5%                                                                               | 7,14 <sup>b</sup> ± 0,25              |
| F6               | 34,8%                                                                                     | 14,7%                                                                               | 7,12 <sup>b</sup> ± 0,28              |

Média do teor de frutanos totais na massa após a etapa de mistura: 14,9% base seca.

Ao utilizar os dois fermentos convencionais (F5 e F6) observou-se 35% de perda de FTI por cálculo teórico, resultados próximos aos 33% reportados anteriormente (Capriles & Arêas, 2013). No entanto, ao comparar os teores de frutanos totais dosados na massa e no pão enriquecido com a mistura de oligofrutose e inulina, as perdas foram de 14,7% e 11,5%. Esses valores são inferiores às perdas reportadas por Morreale et al. (2019), que foram de 31% e de 23% para os pães enriquecidos com oligofrutose e inulina, respectivamente. Com o uso de três tipos de fermentos para massa doce (F1, F2 e F3) foi possível reduzir para 0% a perda de FTI durante a panificação, sem diferença significativa no teor de frutanos totais entre essas formulações. Um dos fermentos para massa doce (F4) ocasionou perda de 10% de frutanos durante o processo de panificação. Assim, o teor de frutanos totais no pão, foi o mesmo obtido com os fermentos convencionais (amostras F4, F5 e F6).

Os 6 pães adicionados de FTI apresentaram boas características em termos de aparência, estrutura e textura instrumental (Tabela 2).

Tabela 2. Propriedades físicas de pães sem glúten enriquecidos com frutanos do tipo inulina (FTI) produzidos com diferentes tipos de fermentos.

| Amostra | Perda de peso (%)           | Volume específico (mL/g)     | Umidade do miolo (%)         | Firmeza do miolo (N)         | Nº de alvéolos                  | Tamanho médio dos alvéolos      | Fração de área (%)           |
|---------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| F1      | 7,06 <sup>a</sup><br>± 0,47 | 1,63 <sup>c</sup><br>±0,02   | 49,23 <sup>a</sup><br>±0,26  | 14,08 <sup>b</sup><br>±0,72  | 890,33 <sup>b</sup><br>±23,12   | 0,0008 <sup>b</sup><br>±0,00    | 24,04 <sup>c</sup><br>±0,40  |
| F 2     | 6,72 <sup>a</sup><br>± 0,37 | 1,59 <sup>d</sup><br>±0,01   | 49,22 <sup>a</sup><br>±0,56  | 14,71 <sup>b</sup><br>±0,68  | 909 <sup>b</sup><br>±39,36      | 0,00083 <sup>b</sup><br>±0,00   | 25,84 <sup>c</sup><br>±0,37  |
| F 3     | 7,69 <sup>a</sup><br>± 0,17 | 1,84 <sup>b</sup><br>±0,02   | 49,10 <sup>a</sup><br>±0,24  | 7,57 <sup>c</sup><br>±0,5    | 612 <sup>c</sup><br>±29,61      | 0,0018 <sup>a</sup><br>±0,00    | 33,65 <sup>ab</sup><br>±2,12 |
| F 4     | 7,26 <sup>a</sup><br>± 0,06 | 1,95 <sup>a</sup><br>±0,04   | 49,93 <sup>a</sup><br>±0,62  | 7,88 <sup>c</sup><br>±0,55   | 887 <sup>b</sup><br>±37,32      | 0,00096 <sup>b</sup><br>±0,00   | 34,29 <sup>a</sup><br>±2,57  |
| F 5     | 6,65 <sup>a</sup><br>± 0,80 | 1,71 <sup>cd</sup><br>±0,05  | 49,71 <sup>a</sup><br>±0,18  | 10,69 <sup>a</sup><br>±0,89  | 974,67 <sup>b</sup><br>±43,32   | 0,00093 <sup>b</sup><br>±0,00   | 30,02 <sup>b</sup><br>±0,26  |
| F 6     | 7,02 <sup>a</sup><br>± 0,33 | 1,72 <sup>cd</sup><br>± 0,04 | 47,75 <sup>b</sup><br>± 0,37 | 10,56 <sup>a</sup><br>± 1,05 | 1236,33 <sup>a</sup><br>± 59,48 | 0,0006 <sup>c</sup><br>± 0,0001 | 23,87 <sup>c</sup><br>± 0,66 |

Valores apresentados como média ± desvio padrão. Valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si (p < 0,05).

Os pães elaborados com F3 e F4 apresentaram maior volume específico e menor firmeza do miolo, características que estão relacionadas a maior aceitabilidade de PSG (Capriles et al., 2023). Não foram observadas diferenças significativas de perda de peso e nem de umidade do miolo entre as amostras. Em relação a porosidade, observa-se que os pães F3 e F4 apresentaram maior fração de área, o que está relacionado ao maior volume dessas amostras.

### CONCLUSÃO

A utilização do fermento F3 possibilitou reduzir para 0% a perda de FTI durante o processo de panificação, e a melhoria simultânea das propriedades de expansão e de textura de PSG, resultando em produto com potencial nutricional e tecnológico aprimorado. Novos ensaios relacionados ao potencial bioativo dos produtos estão em andamento.

### FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil. Processos nº 2021/06643-7, 2022/10806-1 e 2023/09345-2.

## REFERÊNCIAS

- AACC. Approved Methods of Analysis, 11th ed. American Association of Cereal Chemists. 2010.
- CAPRILES, V. D.; ARÊAS, J. A. G. Effects of prebiotic inulin-type fructans on structure, quality, sensory acceptance and glycemic response of gluten-free breads. *Food & function*, v. 4, n. 1, p. 104-110, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1039/c2fo10283h>.
- DRABIŃSKA, N.; ZIELIŃSKI, H.; KRUPA-KOZAK, U. Technological benefits of inulin-type fructans application in gluten-free products—A review. *Trends in Food Science & Technology*, v. 56, p. 149-157, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.08.015>.
- MCCLEARY, B. V.; ROSSITER, P. Measurement of novel dietary fibers. *Journal of AOAC International*, v. 87, n. 3, p. 707-717, 2004. PMID: 15287670
- MONTEIRO, J. S.; FARAGE, P.; ZANDONADI, R. P.; BOTELHO, R. B. A.; OLIVEIRA, L. L.; RAPOSO, A.; SHAKEEL, F.; ALSHEHRI, S.; MAHDI, W. A.; ARAÚJO W. M. A systematic review on gluten-free bread formulations using specific volume as a quality indicator. *Foods*, v. 10, n. 3, p. 614, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10030614>
- MORREALE, F.; BENAVENT-GIL, Y.; ROSELL, C. M. Inulin enrichment of gluten free breads: Interaction between inulin and yeast. *Food Chemistry*, v. 278, p. 545-551, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.7101>
- SANTOS, F. G.; AGUIAR, E. V.; CENTENO, A. C. L. S.; ROSELL, C. M. Effect of added psyllium and food enzymes on quality attributes and shelf life of chickpea-based gluten-free bread. *Lwt*, v. 134, p. 110025, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110025>