



## EFEITOS DA OZONIZAÇÃO NA QUALIDADE TECNOLÓGICA DA FARINHA DE TRIGO

Mariana L. D. ANJOS<sup>1</sup>; Andressa B. BARROSO<sup>1</sup>, Larissa R. DAMASCENO<sup>1</sup>, Pedro I. M. BARRETO<sup>1</sup>, Rafael A. ZAMBELLI<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia de Alimentos - Laboratório de Biomateriais Alimentícios

\*E-mail para correspondência: zambelli@ufc.br

**RESUMO:** A ozonização da farinha de trigo tem sido estudada como uma alternativa tecnológica para modificação de suas propriedades reológicas e melhoria da qualidade para aplicação em panificação. Este trabalho objetivou avaliar os efeitos do tratamento com ozônio sobre parâmetros tecnológicos da farinha de trigo. As amostras foram submetidas a diferentes condições de tempo e quantidade de material em reator, com base em delineamento experimental composto central, utilizando ozônio gerado por efeito corona, com carga de 22,35 mg de O<sub>3</sub>.min<sup>-1</sup>. Foram realizadas análises de glúten úmido e seco, *falling number* e propriedades farinográficas. Resultados mostraram que as farinhas ozonizadas apresentaram, de modo geral, aumento nos teores de glúten seco e úmido em relação à amostra controle, com destaque para uma amostra que atingiu valores superiores a 26% de glúten úmido. Houve redução nos valores de número de queda nas amostras tratadas, indicando aumento da atividade enzimática, o que pode ser tecnologicamente vantajoso para ajuste desse parâmetro em farinhas com valores elevados. Na farinografia, verificou-se aumento da absorção de água em parte das condições testadas, além de variações no tempo de desenvolvimento e estabilidade, caracterizando farinhas de força intermediária. De modo geral, os resultados indicam que a ozonização promove modificações estruturais nas proteínas do glúten, influenciando positivamente propriedades relevantes para a panificação. Assim, o uso do ozônio se mostra uma estratégia promissora para otimização tecnológica da farinha de trigo, especialmente no ajuste de parâmetros de qualidade industrial.

**Palavras-chave:** modificação; ozônio; qualidade tecnológica.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para melhoria da qualidade e segurança dos alimentos tem se intensificado (Queroz et al., 2020), destacando-se o ozônio pelo seu elevado poder oxidante, ausência de resíduos e aplicação no controle microbiológico e aumento da vida de prateleira. Mais recentemente, seu uso tem sido investigado na modificação de matérias-primas, como farinhas, com impacto em propriedades estruturais, reológicas e enzimáticas relevantes para a panificação (Li et al., 2023). Nesse contexto, este trabalho avaliou os efeitos da ozonização na qualidade da farinha de trigo, considerando diferentes tempos de tratamento e quantidades de amostra.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Materiais

As farinhas de trigo foram obtidas por doação de uma empresa localizada em Aquiraz-CE e transportadas para o Laboratório de Biotecnologia (LABIOTEC), do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará (UFC). Para o processo de ozonização, utilizou-se

um gerador de ozônio (Ozontechnik, modelo Ozonic Medic AA), operando pelo método de descarga por efeito corona, com oxigênio comercial (99,5% de pureza) como gás de alimentação.

Para a determinação do glúten úmido e seco, foi utilizado o Sistema Determinador de Glúten composto por Glutomatic, centrífuga e Glutork (Perten, Estados Unidos). Para a análise de *Falling Number*, utilizou-se o equipamento Falling Number (Perten, Estados Unidos). Já para a análise farinográfica, foi utilizado o farinógrafo (Brabender, Alemanha), com auxílio do software Brabender Farinograph versão 4.2.1. Os demais materiais necessários para as análises consistiram em farinha de trigo, solução de NaCl a 2% e água destilada.

### Procedimento experimental

As amostras foram distribuídas aleatoriamente em tratamentos, incluindo controle ( $T_0$ ) sem ozônio e condições com variação de tempo de exposição e quantidade de farinha, definidas por pré-testes. O reator operou em batelada, com estrutura que permitiu exposição homogênea ao gás. Foi aplicado um Delineamento Composto Central, com auxílio do software Statistica 10.0, para otimização das condições. O ozônio foi conduzido ao reator por mangueira de silicone, enquanto o gás residual foi direcionado a um lavador contendo solução de iodeto de potássio e, em seguida, a um destruidor de ozônio. A carga aplicada foi de 22,35 mg de  $O_3 \cdot min^{-1}$ .

Tabela 1 – Delineamento Composto Central das farinhas de trigo.

| Ensaio | Massa (g) | Tempo (min) |
|--------|-----------|-------------|
| 1      | 300,00    | 20,00       |
| 2      | 600,00    | 20,00       |
| 3      | 300,00    | 40,00       |
| 4      | 600,00    | 40,00       |
| 5      | 450,00    | 20,00       |
| 6      | 450,00    | 40,00       |
| 7      | 300,00    | 30,00       |
| 8      | 600,00    | 30,00       |
| 9      | 450,00    | 30,00       |
| 10     | 450,00    | 30,00       |
| 11     | 450,00    | 30,00       |

Após o tratamento, as análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Cereais da UFC, realizando avaliações de propriedades tecnológicas da farinha, como teor de glúten seco e úmido, número de queda e parâmetros farinográficos.

A determinação do glúten úmido e seco foi realizada a partir de 10 g de farinha de trigo, em duplicata, com adição de 4,8 mL de solução de NaCl a 2%, seguida de lavagem no Glutomatic. Após centrifugação por 1 minuto, o glúten foi pesado para obtenção do glúten úmido (GU) e, posteriormente, seco no Glutork por 4 minutos para determinação do glúten seco (GS). Os resultados foram corrigidos para base de 14% de umidade conforme equações específicas, segundo Lins (2021).

O *falling number* foi determinado utilizando 7 g de farinha de trigo e 25 mL de água destilada em tubos viscosimétricos, em duplicata. Após homogeneização, os tubos foram inseridos no equipamento Falling Number, sendo registrado o tempo de descida da haste, expresso em segundos, conforme Lins (2021).

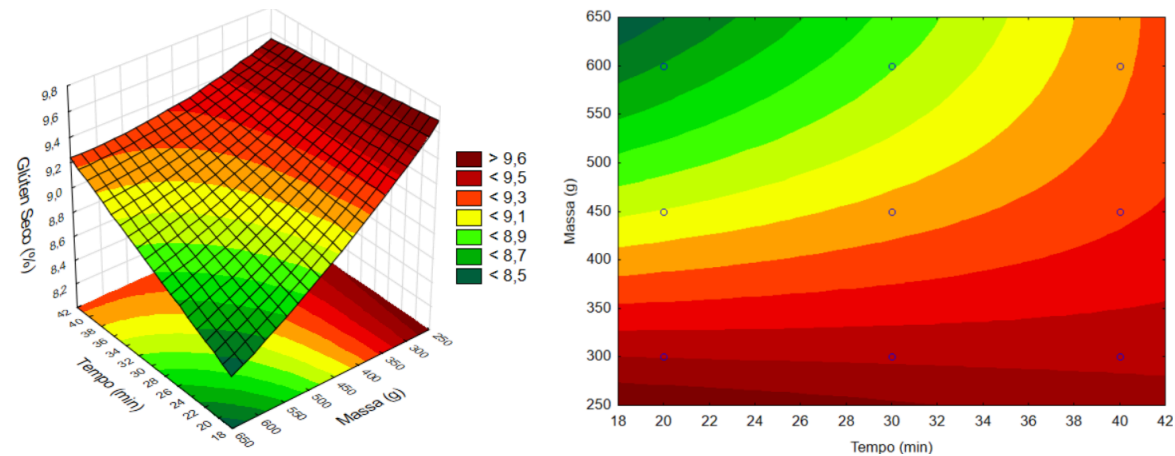
A análise farinográfica foi conduzida em farinógrafo, com definição prévia dos parâmetros da amostra no software. As quantidades de farinha e água (a 30 °C) foram ajustadas automaticamente com base na umidade da amostra, e a mistura foi analisada por 20 minutos. Os

resultados foram obtidos por meio de farinograma, permitindo a determinação da absorção de água, tempo de desenvolvimento, estabilidade e índice de tolerância à mistura, conforme Lins (2021).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

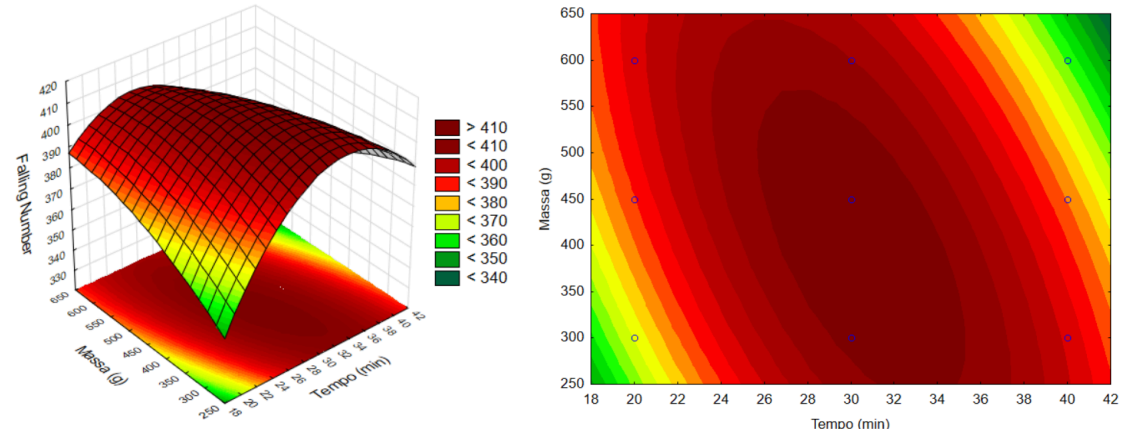
Os valores recomendados são  $\geq 26\%$  (glúten úmido) e  $\geq 8,5\%$  (glúten seco). Apenas a amostra 3 atingiu o valor de glúten úmido, enquanto o controle apresentou glúten seco abaixo do mínimo. No geral, a ozonização aumentou ambos os teores em relação ao controle, com diferenças significativas ( $p < 0,05$ ). Diferentemente de Paes (2011), o aumento ocorreu em menores tempos, possivelmente devido à maior concentração de ozônio, sendo associado à oxidação proteica e fortalecimento do glúten (Sandhu et al., 2011). O maior efeito foi observado a partir de 30 min, especialmente com 300 g de amostra. Podemos avaliar visualmente os resultados na Figura 1 abaixo:

Figura 1 – Influência da ozonização no teor de glúten seco das farinhas de trigo



Os valores de *falling number* variaram de 361 a 455 s, sendo o controle significativamente maior ( $p < 0,05$ ). A ozonização reduziu esse parâmetro, indicando aumento da atividade da  $\alpha$ -amilase, comportamento oposto ao observado por Paes (2011). Apesar de permanecerem acima da faixa ideal para panificação (200–350 s) (Paixão, 2022), as amostras tratadas apresentaram melhora, com maior efeito em condições extremas (20 min/300 g e 40 min/600 g). A visualização dos resultados encontra-se na Figura 2.

Figura 2 – Influência da ozonização no *falling number* das farinhas de trigo





A ozonização aumentou a absorção de água na maioria das amostras (>55%), favorecendo rendimento e vida de prateleira, devido à oxidação do glúten e possíveis alterações no amido (Hruskova et al., 2006). O tempo de desenvolvimento foi baixo (<2,2 min) para todas as amostras, com pouca influência do tratamento (Sandhu et al., 2011). A estabilidade indicou farinhas de força média, com valores próximos ao controle, porém menores para 300 g, indicando enfraquecimento nessas condições. Resultados da literatura mostram que a ozonização pode aumentar, reduzir ou não alterar esses parâmetros (Paes, 2011).

## CONCLUSÃO

A ozonização promoveu modificações nas propriedades tecnológicas da farinha de trigo, com aumento dos teores de glúten e da absorção de água, indicando fortalecimento da rede proteica. Os efeitos foram dependentes das condições de processamento, evidenciando o potencial do ozônio como agente oxidante para aplicação controlada na panificação.

## REFERÊNCIAS

HRUSKOVA, M.; SVEC, I.; JIRSA, O. Correlation between milling and baking parameters of wheat varieties. **Journal of Food Engineering**, v. 77, p. 439-444, 2006.

LI, Jing et al. Multi-scale structure characterization of ozone oxidized waxy rice starch. *Carbohydrate Polymers*, v. 307, p. 120624, 2023.

LINS, Érica Gabrielle Capistrano. **Influência da etapa de purificação das sêmolos nas características físico-químicas e reológicas de farinhas de trigo**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza- CE, 2021.

PAES, Juliana Lobo. Ozonização da farinha de trigo: cinética de reação e efeito nas características tecnológicas. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2011.

PAIXÃO, Bárbara Louise Abreu. Controle de qualidade aplicado em farinhas de trigo produzidas no Estado do Maranhão: ênfase nas análises físico-químicas e reológicas. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química). Universidade Federal do Maranhão, São Luís-MA. 2022.

QUEROZ, Rafaella Souza de et al. Plasma frio e ozônio na indústria de alimentos como prevenção de doenças infecciosas. *Fórum Rondoniense de Pesquisa*, v. 1, n. 6, 2020.

SANDHU, H.P.S. et al. Comparison between potassium bromate and ozone as flour oxidants in breadmaking. *Cereal Chemistry*, v. 88, n. 1, p. 103-108, 2011.