



CAPACIDADE FERMENTATIVA DE MASSAS ÁCIDAS SEM GLÚTEN A BASE DE FARINHA DE ARROZ E FÉCULA DE MANDIOCA

Juliana Lima **Porto**¹; Karina M. Rigo **Thomaz**²; Carla Lea C. Vianna **Cruz**³;

Nº 22224

RESUMO – Os produtos isentos de glúten são destinados a portadores da doença celíaca e a consumidores adeptos de dietas restritivas que buscam alternativas de alimentação mais saudável. Atualmente, esse mercado vem se destacando e concomitantemente novas tecnologias são estudadas para que produtos sejam desenvolvidos e aprimorados correspondendo às expectativas sensoriais e reológicas dos consumidores. O presente projeto avaliou dois tipos de massa ácida sem glúten, sendo uma composta de farinha de arroz e outra de mistura de farinha de arroz e fécula de mandioca, analisando seu comportamento fermentativo em reofermentometro e seu desempenho em pães sem glúten de longa fermentação. Os resultados obtidos na reofermentografia evidenciaram que houve atividade fermentativa nas duas massas ácidas, com resultados superiores para a massa ácida de farinha de arroz. A utilização dessas massas ácidas em pães sem glúten de longa fermentação apresentou resultados similares para ambas, com bom desempenho e efeito positivo no volume e maciez dos pães obtidos.

Palavras-chaves: pão sem glúten, fermentação natural, reofermentografia, fécula de mandioca, farinha de arroz

1 Autora, Bolsista CNPq (PIBITI): Graduação em Engenharia de Alimentos, FEA - UNICAMP, Campinas-SP; portoljuliana@gmail.com

2 Colaborador, Agente de apoio à pesquisa científica e tecnológica do Instituto de Tecnologia de Alimentos

3 Orientadora, Pesquisadora Científica do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas – SP, carla.lea@ital.sp.gov.br.



ABSTRACT – *Gluten-free products are intended to people with celiac disease and for consumers on restrictive diets who are looking for healthier alternatives to eat. Currently, this market has been highlighted and, at the same time, new technologies are studied so that products are developed and improved corresponding to the sensorial and rheological expectations of consumers. The present project evaluated two types of gluten-free sourdough, one composed of rice flour and the other of a mixture of rice flour and cassava starch, analyzing its fermentative behavior in a rheofermentometer and its performance in long-fermenting gluten-free breads. The results obtained in the rheofermentography showed that there was fermentative activity in the two sourdoughs, with superior results for the rice flour sourdough. The use of these sourdoughs in long-fermented gluten-free breads showed similar results for both, with good performance and a positive effect on the volume and softness of the breads obtained.*

Keywords: gluten-free bread, sourdough, rheofermentography, cassava starch, rice flour

1. INTRODUÇÃO

O glúten é uma proteína de armazenamento insolúvel responsável por formar uma rede viscoelástica quando submetido a um trabalho mecânico em conjunto com a adição de água. Essa proteína atribui propriedades reológicas a alimentos, sendo composta por gliadinas, prolaminas que caracterizam a extensibilidade, e por gluteninas, lipoproteínas que conferem elasticidade e coesão das massas (FALLAVENA, 2015). O glúten é encontrado em cereais como o trigo, cevada e centeio, embora o trigo seja o cereal que apresenta a proporção mais adequada de gliadina e glutenina para sua formação (ARAÚJO et al., 2010; ARENDT, et al., 2008).

A dieta isenta de glúten é utilizada por portadores da doença celíaca, portadores de sensibilidade ao glúten, portadores de alergia ao glúten e outros distúrbios que requerem de restrição ao glúten. Embora alguns consumidores não possuam restrições alimentares, podem tender a essa dieta por acreditarem se tratar de uma alimentação mais saudável por ser vinculada ao emagrecimento, uma melhora no metabolismo, interesse nutricional e melhora do sono (OLIVEIRA, et al., 2022).

A partir disso, a necessidade de produtos isentos de glúten fez com que houvesse um movimento mercadológico significativo nos últimos anos. Segundo a organização Glúten Free Brasil, este mercado cresceu um percentual de 400% em 15 anos, demonstrando assim a importância da oferta de produtos a esse público.

O desafio da fabricação de produtos isentos de glúten, está na falta da extensibilidade e elasticidade da massa, além do alto teor de amido, necessário para promover coesão e viscosidade, possuindo uma maior tendência à retrogradação, acarretando no aumentando da taxa de envelhecimento e endurecimento do pão (DERNARDIN, et al, 2009). Como alternativa, o fermento natural, ou massa ácida tem sido estudado com forma de manter as propriedades reológicas e aumentar a vida de prateleira na panificação (BODSTEIN et al, 2015). Estudos indicam que através de diferentes ácidos orgânicos produzidos por bactérias lácticas, a massa ácida além de fornecer ao pão efeitos sensoriais e característicos, contribui para sua estabilidade (RODRIGUES, 2016).

Através de microrganismos presentes na massa ácida ocorre a produção de bacteriocinas responsáveis por inibir bactérias e bolores no pão, assim, os compostos provenientes dessa fermentação são estabilizantes de compostos bioativos corroborando para a retardação da retrogradação do amido, conservando e aumentando a vida de prateleira do alimento (APLEVICZ, 2014; RODRIGUES, 2016).

Com isso, no presente projeto foram estudadas duas formulações de pães sem glúten com fermentação natural, sendo uma com massa ácida de farinha de arroz e outra com massa ácida de mistura de farinha de arroz e fécula de mandioca a fim de determinar seu comportamento fermentativo. Também foi avaliado o desempenho dessas massas ácidas em processo de longa fermentação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Matérias-primas

Para realização do estudo foram utilizadas amostras de farinha de arroz (Gluten Free), fécula de mandioca (Pinduca), amido modificado de mandioca (National 75 Ingredion), açúcar (Mais Doce), gordura vegetal de palma (Agropalma 370 B), leite em pó (Piracanjuba), clara de ovo desidratada (Clarapan Maxxiovos), fermento biológico (Fleishman), sal iodado (Cisne), hidroxipropilmetilcelulose/HPMC (Rutocel Metachem), emulsificante monoglicerideo (Arcolor), enzima amilase maltogênica (Veron Amylofresh AB Enzymes) e enzima transglutaminase (Veron TG AB Enzymes).

2.2. Avaliação do potencial de fermentação das Massas Ácidas

Dois tipos de massas ácidas foram preparadas, sendo uma a base somente de farinha de arroz (MAFA) e outra de mistura de farinha de arroz e fécula de mandioca (MAFE) (60:40). As massas

ácidas foram preparadas com desenvolvimento de leveduras presentes naturalmente nas farinhas e amidos. Os fermentos foram armazenados em estufa incubadora B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) a uma temperatura de 28°C, com renovação diária.

O potencial de fermentação das massas ácidas foi avaliado através da análise da reofermentografia, no qual os ensaios foram realizados equipamento Chopin Rheo F4, de acordo com o manual do equipamento e com adaptações do método 89-01.01 da AACCI (2010). Foram utilizadas formulações selecionadas em projeto anterior, com fermento biológico (controle) e com as duas massas ácidas (MAFA e MAFE).

Para a determinação do comportamento da massa, foram realizados diferentes testes preliminares para que se encontrasse um padrão para a análise. Assim, como pré-estabelecido, os ensaios foram padronizados com duração de 3 horas utilizando 315 g de amostra, a temperatura de 30 °C, sem utilização de discos para constrangimento da massa. O ensaio no reofermentômetro foi conduzido de forma que durante a fermentação da massa ocorre produção de gás carbônico, promovendo o aumento da pressão interna no equipamento que pode ser mensurado através do sensor de pressão, capaz de aferir o volume total de gás produzido pelas leveduras e o volume de gás retido pela massa. Com a expansão da massa, o sensor ótico pode avaliar a altura da massa ao longo do tempo fornecendo assim a altura máxima na análise (ALTUNA, 2015).

2.3. Produção e caracterização de pães sem glúten com massa ácida

Foram produzidos pães sem glúten em planta piloto utilizando a seguinte formulação: farinha de arroz (33,3%), fécula de mandioca (33,3%), amido modificado de mandioca (33,3%), açúcar (7%), gordura (4,5%), leite em pó (20%), clara em pó reconstituída (25%), HPMC (2%), sal iodado (2%), emulsificante (3%), fermento biológico (1%), amilase maltogenica (0,05%), transglutaminase (0,05%), água (80%), sendo uma formulação com adição de massa ácida de farinha de arroz (MAFALF), e outra com a massa ácida de farinha de arroz e fécula de mandioca (MAFELF), na proporção de 30% em relação ao total de farinha e amidos.

Foi utilizado o método esponja para as duas formulações de pães sem glúten com as massas ácidas com tempo de fermentação da esponja de 16 horas em estufa tipo B.O.D à 28°C. Os demais ingredientes foram misturados em batedeira planetária (Stand Mixer Professional Kitchenaid) para formação da massa que foi depositada em formas em porções de 500g. A fermentação final foi realizada em câmara de fermentação (Climática Evolution Super Freezer) a 30°C e 80% UR por 70 minutos e o assamento foi realizado em forno elétrico (Vipinho Perfecta) à 160 °C.

Os pães obtidos foram avaliados quanto à:

Volume específico – calculado pela relação entre o volume aparente (segundo método de deslocamento de sementes de colza no equipamento Medidor Volumétrico para Pães, modelo MDMV03 marca Vondel) e o peso dos pães após o forneamento, conforme AACCI (2010). Avaliação realizada em triplicata para cada amostra.

Textura instrumental - o parâmetro firmeza foi medido em texturômetro Stable Micro Systems, modelo TA-XT2i (Godalming/Surrey, UK), segundo o método 74-09.01 (AACCI, 2010), utilizando-se o probe SMS P/36R e plataforma HDP/90. Foram realizadas 10 leituras para cada amostra.

Atividade de água (Aw) - medida direta em instrumento da marca AQUA LAB, modelo 4TEV, na temperatura de 25 °C. Análise realizada em triplicata para cada amostra.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de reofermentografia foi realizada com adaptações do método, diferentemente do protocolo padrão pra farinha de trigo, onde a massa é preparada em alveógrafo apenas com adição de farinha, água e fermento, para este estudo foram preparadas as massas dos pães com todos os ingredientes da formulação e pesado 315 g de cada massa, formatada por boleamento manual e colocada no equipamento reofermentômetro. Com o parâmetro tempo definido em 3h para todas as amostras e temperatura de 30 °C, os ensaios foram conduzidos em triplicata de forma que a partir dos resultados pode-se calcular uma média, como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da análise de reofermentografia das massas de pão sem glúten a 30 °C

	Desenvolvimento de massa			Produção e retenção de gás		
	Hm (mm)	h (mm)	Volume total (mL)	Volume de CO ₂ perdido (mL)	Volume retido (mL)	Coefficiente de retenção (%)
Controle	4,76 ± 2,22	4,33 ± 2,89	411 ± 63,17	10 ± 5,29	400,67 ± 58,05	97,6 ± 0,01
MAFA*	13,97 ± 1,15	13,97 ± 1,15	928,33 ± 53,67	79 ± 9,85	849,33 ± 43,82	91,5 ± 0,01
MAFE*	9,33 ± 2,66	9,33 ± 2,66	722,33 ± 90,61	40 ± 15,1	682,67 ± 75,08	94,57 ± 0,01

* MAFA = massa ácida de farinha de arroz. MAFE = massa ácida de farinha de arroz e fécula de mandioca

A partir desses valores, foi possível observar que houve atividade fermentativa e as amostras com massas ácidas apresentaram um valor de volume total superior em comparação à controle (sem massa ácida), embora por serem massas sem glúten o desenvolvimento será menor do que o esperado para uma massa com farinha de trigo, já que não ocorre a formação de rede de viscoelástica do glúten. Dias et al (2020) obtiveram resultados superiores a 35mm quando estudaram pães de farinha de trigo com e sem adição de massa ácida.

Também pode-se observar que as amostras com massa ácida apresentaram um maior volume de CO₂ demonstrando maior atividade fermentativa que a amostra controle. Todas as amostras apresentaram coeficiente de retenção acima de 90%, porém abaixo dos valores encontrados por Dias et al (2020), já que sua formulação apresenta uma maior formação de complexos entre os polímeros de amido, alterando propriedades físico-químicas na massa resultando em uma maior rigidez, impedindo assim a expansão da amostra em comparação aquelas com farinha de trigo. As amostras com massa ácida apresentaram maior atividade fermentativa, com maior volume total e maior volume retido de gás, sendo que a massa ácida de farinha de arroz apresentou os maiores valores de desenvolvimento de massa e produção de gás.

Os valores obtidos de volume específico estão apresentados na Tabela 2. A média das amostras revelou que os pães de massa ácida com fermentação longa apresentaram volume específico maior que 2 cm³/g, esses valores foram superiores em comparação aos pães obtidos em estudo anterior (Porto et al, 2021) utilizando as mesmas massas ácidas porém com método direto sem etapa da esponja com fermentação longa, os quais foram de 2,01 cm³/g para o pão sem glúten controle, 1,96 cm³/g para o pão sem glúten com adição de massa ácida de farinha de arroz e de 2,06 cm³/g para o pão sem glúten com adição de massa ácida de farinha de arroz e fécula de mandioca.

Tabela 2. Média e desvio dos valores de volume específico para os pães com fermentação longa

Amostra	Volume Específico (cm ³ /g)
MAFALF*	2,31 ± 0,15
MAFELF*	2,43 ± 0,11

* MAFA = massa ácida de farinha de arroz de longa fermentação. MAFE = massa ácida de farinha de arroz e fécula de mandioca de longa fermentação.

Em relação aos resultados de atividade de água obtidos no primeiro e no terceiro dia após a produção dos pães contendo as massas ácidas de fermentação longa, é possível observar na Tabela 3 que os valores foram muito próximos com comportamento similar entre as amostras. Os pães

analisados apresentaram alta atividade de água, de acordo com Fennema (2000), o desenvolvimento de bolores e leveduras são favorecidos quando a atividade de água se encontra acima de 0,80, indicando a necessidade de utilização de conservadores para em estudo com maior tempo de armazenamento. Neste estudo não foi observado visualmente crescimento de bolor.

Tabela 3. Médias e desvios padrões dos valores de atividade de água para os pães de longa fermentação

Dia	MAFALF*	MAFELF*
1	0,9468 ± 0,0052	0,9466 ± 0,0081
3	0,9504 ± 0,0029	0,9552 ± 0,0011

* MAFA = massa ácida de farinha de arroz de longa fermentação. MAFE = massa ácida de farinha de arroz e fécula de mandioca de longa fermentação.

Para os resultados de firmeza instrumental é possível observar na Tabela 4 que houve um aumento dos valores no terceiro dia de armazenamento, correspondente ao processo de envelhecimento dos pães. Ambas formulações apresentaram menores valores de firmeza dos pães em relação ao estudo anterior, no qual foram obtidos valores de 18,88 N para o pão controle, 24,59 N para o pão com massa ácida de farinha de arroz e 25,49 N para o pão com massa ácida de farinha de arroz e fécula de mandioca no primeiro dia após a produção (Porto et al, 2021) e de 27,34 N para o pão controle, 34,53 N para o pão com massa ácida de farinha de arroz e 34,43 N para o pão com massa ácida de farinha de arroz e fécula de mandioca, no terceiro dia após o processamento. Esses resultados indicam que a fermentação longa teve efeito positivo na maciez dos pães e consequentemente em sua vida de prateleira. Também foi possível observar maior desenvolvimento de aroma nos pães de longa fermentação, assim como desenvolvimento de miolo mais uniforme.

Tabela 4. Firmeza instrumental dos pães sem glúten

Dia	MAFAFL*	MAFEFL*
	Textura	
1	6,23 ± 1,88	14,04 ± 2,19
3	6,97 ± 2,27	19,65 ± 1,35

* MAFA = massa ácida de farinha de arroz de longa fermentação. MAFE = massa ácida de farinha de arroz e fécula de mandioca de longa fermentação.



4. CONCLUSÃO

Foi possível avaliar a capacidade fermentativa das massas ácidas de farinha de arroz e de mistura de farinha de arroz com fécula de mandioca, ambas apresentaram atividade fermentativa observada na análise de reofermentografia com desenvolvimento de massa e produção de gás superiores ao controle. As duas massas ácidas tiveram bom desempenho na produção de pães sem glúten com longa fermentação, tendo positivo no volume e maciez dos pães.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação concedida ao primeiro autor.

6. REFERÊNCIAS

- AACCI. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS INTERNATIONAL. **Approved Methods**, 11th ed., St. Paul: 2010.
- ALTUNA, L.; **Efeito da adição de amido resistente de milho e enzimas sobre as propriedades da massa de pão e as propriedades físicas do pão de forma**. Trabalho de Conclusão de Curso, 2015. Universidade de São Paulo, Curso Engenharia Química.
- APLEVICZ, K. **Fermentação natural em pães: ciência ou modismo**. v. 105, p. 36-38, 2014
- BODSTEIN, M. A. X. P.; *et al.* Qualidade microbiológica e caracterização físico-química de fermento natural produzido a partir de fruta-pão (*Artocarpus altilis*). [s.d.]: 2015.
- CHOPIN TECHNOLOGIES, **Rheo F4 User's Manual**, 2016
- DENARDIN, C.C.; PICOLLI DA SILVA, L. Estrutura dos granulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. V. 39Ciência Rural. [s.l.]: 2009.
- DIAS, T. A; VINCENZI, C. B; WERLANG, S; DURANTE, V. V. O; SILVA, A. P. A; BIDUSKI, B; GUTKOSKI, L. C; BERTOLIN, T. E. Aplicação tecnológica de fermentação natural adicionada de kombucha em pães como modelo experimental. **Brazilian Journal of Development**. Vol. 6, no4, pág. 18576 18593. Curitiba, 2020.
- FALLAVENA, L. P. **O perfil do consumidor de produtos sem glúten: necessidade ou modismo?** Ufrgs.br, 2015.
- OLIVEIRA, D. C. L. de; SILVA, V. M. B. da; SILVA, L. M. C. da. Challenges in adhering the gluten-free diet. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. e34411226008, 2022.



PORTO, J.L.; NABESHIMA, E.N; MONTENEGRO, F.M.; CRUZ, C.L.C.V. Comportamento fermentativo e influência de massas ácidas em pães sem glúten. In: 15º CIIC – Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica 2021. Campinas, RE: 21214.

RODRIGUES, L. **Desenvolvimento de pão com fermentação natural “sourdough” adicionado de farinha de painço.** Trabalho de Conclusão de Curso, 2016. Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Medianeira. Curso Engenharia de Alimentos.