

## Área: Tecnologia de Alimentos

# DESENVOLVIMENTO DE PÃO SEM GLÚTEN UTILIZANDO DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

**Viviane Borges Vallejos\*, Myriam Salas Mellado.**

*Laboratório de Tecnologia de Alimentos, PPG em Engenharia e Ciência de Alimentos, Departamento de  
Química e Alimentos, Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, RS*

*\*E-mail: viviane\_vallejos@hotmail.com*

**RESUMO** – A doença celíaca é considerada uma patologia autoimune, produto de interação entre fatores ambientais, genéticos e imunológicos. O autoantígeno causa sensibilidade permanente ao glúten, causando lesão inflamatória em indivíduos geneticamente suscetíveis. O glúten é o responsável pelas propriedades de extensibilidade, elasticidade, viscosidade e retenção de gás da massa. Por isso, a obtenção de produtos isentos de glúten torna-se tecnologicamente difícil, sendo muitas vezes necessária a combinação de diversos ingredientes e alteração dos processos tradicionais. Este trabalho teve como finalidade a elaboração de um pão sem glúten com melhores características tecnológicas. Foi desenvolvido um planejamento fatorial completo do tipo delineamento composto central rotacional (DCCR)  $2^2$ , envolvendo 2 variáveis independentes (quantidade de  $\alpha$ -amilase e % de trealose). Os pães elaborados foram submetidos a análises de volume específico e dureza do miolo. Foi possível desenvolver modelos matemáticos preditivos para as análises de volume específico e dureza em função das variáveis  $\alpha$ -amilase e trealose. Pode-se concluir que baixas concentrações de  $\alpha$ -amilase proporcionaram melhores características tecnológicas nos pães sem glúten elaborados com farinha de arroz.

**Palavras-chave:**  $\alpha$ -amilase, doença celíaca, pão sem glúten.

## 1 INTRODUÇÃO

A doença celíaca (DC) é uma doença autoimune, desencadeada em indivíduos geneticamente predispostos, resultante de uma intolerância permanente ao glúten (RODRIGO, 2006). O único tratamento eficaz para a doença celíaca é a estrita adesão à dieta isenta de glúten durante toda a vida que resulta na recuperação clínica e das mucosas intestinais (KOTZE, 2006). Os únicos cereais considerados seguros para os celíacos são o arroz e o milho, sendo o arroz o mais adequado para a produção de produtos livres de glúten, devido a características como sabor suave, cor branca, e hipoalergenicidade de suas proteínas (NEUMANN e BRUEMER, 1997).

Os pães sem glúten são incapazes de desenvolver rede proteica similar ao glúten. Por isso, aditivos como hidrocoloides, emulsificantes, produtos lácteos, proteínas, amido gelatinizado e enzimas têm sido utilizados visando melhorar a qualidade reológica da massa, o volume final, as características estruturais e de textura, bem como a vida útil dos pães (GALLAGHER, GORMLEY e ARENDT, 2004; NUNES *et al.*, 2009; SCIARINI *et al.*, 2012).

Este trabalho tem como finalidade a elaboração de um pão sem glúten com boas características tecnológicas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A matéria prima utilizada na elaboração dos pães sem glúten foi a farinha de arroz fornecida pela Cerealle Indústria e Comércio de Cereais Ltda., localizada na cidade de Pelotas, RS. Os ingredientes como fermento biológico, açúcar, sal e óleo vegetal foram adquiridos no comércio local. Os agentes estruturais, hidrocolóidemetilcelulose (MC) Methocel A4M® e a enzima Transglutaminase (TGase) Activa WM®, foram fornecidos pelas Indústrias TovaniBenzaquen e Ajinomoto Co., respectivamente. O ácido (L+) ascórbico P.A. utilizado foi da marca Synth. Os aditivos testados nas formulações dos pães sem glúten foram a D(+) trealose da empresa Sigma-Aldrich e a  $\alpha$ -amilase (Termamyl 120L) da Novozymes.

A formulação básica dos pães sem glúten elaborados com farinha de arroz está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Formulação do pão sem glúten.

Ingredientes	Quantidade(g)
Farinha de arroz	100
Sal	2
Açúcar	5
Fermento seco	2
Óleo vegetal	6
Ácido ascórbico	0,009
Água	120mL
Metilcelulose*	2
Transglutaminase	0,5

Fonte: adaptado\* de FIGUEIRA (2010) e FAO (1989).

Os pães sem glúten foram elaborados conforme é mostrado na Figura 2, primeiramente a farinha de arroz, o sal, o açúcar, o fermento seco e o óleo foram pesados em balança de precisão (Marte, modelo AS200), o ácido ascórbico, a metilcelulose, e a enzima transglutaminase foram pesados em balança analítica (Bioprecisa, modelo FA2104N).

Os ingredientes secos foram colocados em batedeira planetária (“Stand Mixer” 300W) durante 1 min à velocidade média, a seguir foram adicionados o óleo vegetal e a água e misturados por 9 min sendo mantida a mesma velocidade. A massa resultante foi colocada em um recipiente e levada para uma primeira fermentação

por 60 min em estufa (Biopar, modelo S150BA) a 30°C. Posteriormente foram colocados 175g de massa em formas próprias para pão, sendo levada a fermentação por mais 55 min a 30°C e em seguida foi assada a 200°C por 20 minutos em forno elétrico (Fischer, modelo Diplomata). Os pães foram retirados do forno logo após assados e resfriados a temperatura ambiente por uma hora, sendo então encaminhados para análises específicas.

Foram realizados onze ensaios correspondentes ao planejamento fatorial do tipo delineamento composto central rotacional (DCCR) 2<sup>2</sup>, envolvendo 2 variáveis independentes. As variáveis independentes (quantidade de  $\alpha$ -amilase e % de trealose) foram selecionadas a partir de testes preliminares. A Tabela 3 apresenta os níveis das variáveis independentes, compreendendo os pontos inferior (-1), superior (+1), central (0) e axiais ( $+\alpha$  e  $-\alpha$ ). A matriz do delineamento experimental aplicado é apresentada na Tabela 4.

**Tabela 2.** Variáveis e níveis do delineamento experimental fatorial completo 2<sup>2</sup> para os pães sem glúten.

Variável Independente	Nível de variação				
	$-\alpha$	-1	0	+1	$+\alpha$
Trealose (%) *	0	0,3	1	1,7	2
$\alpha$ -amilase (ppm) *	0	1,5	5	8,5	10

\*Porcentagem e concentração em base de farinha.

**Tabela 3.** Matriz do delineamento experimental fatorial completo 2<sup>2</sup>.

Ensaio	Trealose		$\alpha$ -amilase	
	Codificado	Real (%) *	Codificado	Real (ppm) *
1	-1	0,3	-1	1,5
2	+1	1,7	-1	1,5
3	-1	0,3	+1	8,5
4	+1	1,7	+1	8,5
5	$-\alpha$	0	0	5
6	$+\alpha$	2	0	5
7	0	1	$-\alpha$	0
8	0	1	$+\alpha$	10
9	0	1	0	5
10	0	1	0	5
11	0	1	0	5

\* Porcentagem e concentração em base de farinha de arroz.

Os pães elaborados neste planejamento fatorial foram avaliados através das seguintes análises: volume específico (VE) e dureza (1h). O volume específico (VE) dos pães foi determinado pelo método 10-05 (AACC, 2000). O volume específico foi calculado segundo a razão entre o volume e o peso do pão assado (mL/g). Para verificar o grau de dureza do miolo dos pães foram realizadas análises de dureza do miolo no analisador de textura TAXT2 (Stable Micro System, Surrey, Reino Unido). O teste foi realizado segundo metodologia da AACC (74-09.01) que consiste em colocar uma fatia de 25mm de espessura no centro da plataforma do

Analisador de Textura TAXT2, e comprimi-la com um probe cilíndrico de 36mm de diâmetro nas seguintes condições de trabalho: velocidade de pré-teste: 1,0 mm/s; velocidade de teste: 1,7 mm/s ; velocidade de pós-teste: 10,0 mm/s ; compressão: 40% ; força de disparo: 5g.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de volume específico dos pães ficaram entre 2,62 e 3,25 mL/g , relativo aos ensaios 11 e 1, respectivamente, e os valores de dureza inicial ficaram entre 157,73 e 386,70 g dos ensaios 1 e 8 respectivamente. As variáveis independentes (adição de trealose e adição de  $\alpha$ -amilase) apresentaram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) sobre os valores de volume específico e dureza registrados, possibilitando estabelecer modelos matemáticos dentro das condições estudadas, que estão apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Modelos matemáticos da curva de contorno para as variáveis dependentes significativas como uma função das quantidades de trealose e  $\alpha$ -amilase.

Modelos	R <sup>2</sup>	F <sub>cal</sub> /F <sub>tab</sub>	Nível de confiança
Volume específico = $2,68 + 0,18(X_1)^2 - 0,19(X_2) + 0,11(X_2)^2$	0,82	3,47	90%
Dureza (1h) = $310,02 - 55,31(X_1)^2 + 54,01(X_2)$	0,78	3,20	95%

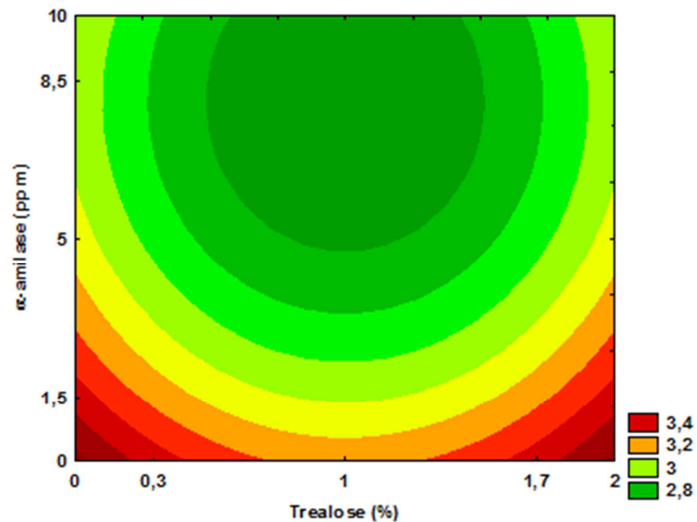
X<sub>1</sub>: trealose; X<sub>2</sub>:  $\alpha$ -amilase; R<sup>2</sup>: coeficientes de regressão; F<sub>cal</sub>: F calculado; F<sub>tab</sub>: F tabelado.

Na Figura 1 está apresentada a superfície de resposta da variação do volume específico dos pães sem glúten em função das concentrações de trealose e  $\alpha$ -amilase.

A partir da superfície de resposta, foi possível observar que pães sem glúten com baixas concentrações de  $\alpha$ -amilase apresentaram maiores valores de volume específico. Possuindo duas regiões de volume específico máximo, com concentração de  $\alpha$ -amilase sendo de 0,5 ppm, e concentração de trealose entre 0 e 0,3%, ou entre 1,7 e 2%. O estudo realizado por Sciarini et al (2012) também relatou que uma dose mais baixa de  $\alpha$ -amilase (0,0006%) produziu um aumento no VE, este efeito foi atribuído principalmente à hidrólise da fração de amido lixiviada como um resultado da gelatinização durante o cozimento, reduzindo a resistência da massa com um efeito positivo sobre o VE, e, além disso, para a produção de açúcares fermentáveis. Por outro lado, a dose mais elevada de  $\alpha$ -amilase não aumentou o VE, porque provocou uma maior redução na resistência da massa em comparação com a dose mais baixa, o que pode levar a uma diminuição na capacidade de retenção de gás.

Gujral, Haros e Rosell (2003) estudaram o efeito de duas diferentes enzimas que hidrolizam o amido, a  $\alpha$ -amilase, e a ciclodextrina glicosil transferase, e verificaram que estas enzimas apresentam um efeito positivo no volume específico de pães sem glúten elaborados com farinha de arroz. Porém os valores de VE relatados são inferiores aos encontrados neste trabalho, pois com adição de  $\alpha$ -amilase ficaram entre 1,3 – 1,4 mL/g aproximadamente, e o pão controle sem adição de enzimas apresentou um VE de 1mL/g.

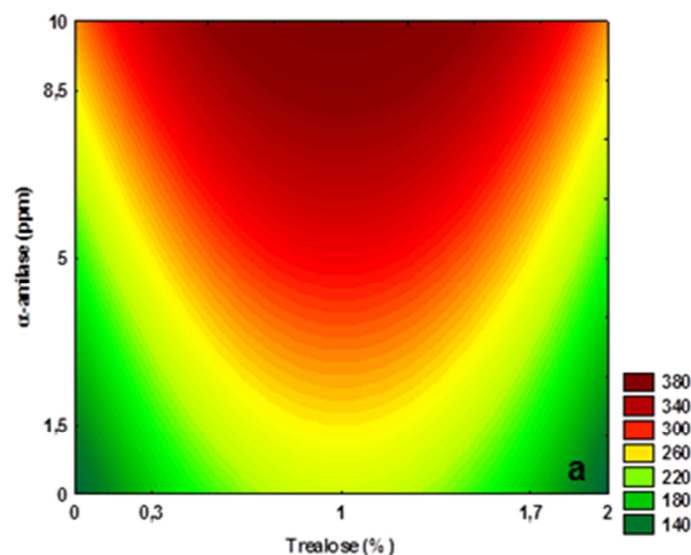
Figura 1 - Superfície de resposta para a variável dependente volume específico.



Maleki, Hosoney e Matter(1980) observaram que pães de trigo com maiores volumes ficaram inicialmente mais macios e permaneceram com maior maciez durante o armazenamento quando comparados a pães com volumes menores. Portanto o VE não é um parâmetro importante apenas para avaliar a qualidade dos pães, mas também para manter esta qualidade ao longo da sua vida útil.

Na Figura 2 está apresentada a superfície de resposta da variação da dureza dos pães sem glútenem função das concentrações de trealose e  $\alpha$ -amilase.

Figura 2 - Superfície de resposta para a variável dependente dureza.



Observando a Figura 2 foi possível verificar que pães sem glúten com baixas concentrações de  $\alpha$ -amilase apresentaram menor dureza. Possuindo uma região de dureza (1h) que apresenta os melhores resultados, onde a concentração de  $\alpha$ -amilase é próxima de 1,5 ppm, e concentração de trealose entre 1,7 e 2%.

A  $\alpha$ -amilase é usualmente adicionada em produtos de panificação para aumentar o volume específico e retardar o envelhecimento dos pães de trigo. Neste estudo verificou-se que uma baixa concentração desta enzima produz o mesmo efeito em pães sem glúten, pois nos ensaios com menor teor de  $\alpha$ -amilase foram obtidos pães macios e com maior volume específico.

## 4 CONCLUSÃO

Foi possível desenvolver modelos matemáticos preditivos para as análises de volume específico e dureza em função das variáveis  $\alpha$ -amilase e trealose.

Pode-se concluir que baixas concentrações de  $\alpha$ -amilase proporcionaram melhores características tecnológicas nos pães sem glúten elaborados com farinha de arroz.

A  $\alpha$ -amilase apresentou atuação semelhante à utilizada em pães de trigo, pois é usualmente adicionada em produtos de panificação para aumentar o volume específico e retardar o envelhecimento.

## 5 REFERÊNCIAS

AACC (American Association Of Cereal Chemists). **Approved Methods of the AACC**. 10th edition. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, 2000.

FIGUEIRA, F. S.; **Produção de pão sem glúten enriquecido com *Spirulina platensis***. 2010. 108p Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos). Rio Grande – Universidade Federal do Rio Grande.

GALLAGHER, E.; GORMLEY, T. R.; ARENDT, E. K.; Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. **Food Science and Technology**, v.15, p.143-152, 2004.

GUJRAL, H. S.; HAROS, M.; ROSELL, C. M.; Starch hydrolyzing enzymes for retarding the staling of rice bread. **Cereal Chemistry**, v.80, n.6, p.750-754, 2003.

KOTZE, S. L. M.; Doença celíaca. **Jornal Brasileiro de Gastroenterologia**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 23-34, 2006.

MALEKI, M.; HOSENEY, R. C.; MATTER, P. J.; Effects of loaf Volume, moisture content, and protein quality on the softness and staling rate of bread. **Cereal Chemistry**, v.57, n.2, p.138-140, 1980.

NEUMANN, H.; BRUEMMER, J.M.. Investigations with the production of gluten free bread and roll specialties. **GetreideMehlundBrot**, v.51, p.50-55, 1997.

NUNES, M. H. B.; MOORE, M. M.; RYAN, L. A. M.; ARENDT, E. K.; Impact of emulsifiers on the quality and rheological properties of gluten-free breads and batters. **European Food Research and Technology**, v.228, p.633-642, 2009.

RODRIGO, L. Celiac disease. **World Journal of Gastroenterology**, v. 12, p. 6585-6593, 2006.

SCIARINI, L. S.; RIBOTTA, P. D.; LÉON, A. E.; PÉREZ, G. T.; Incorporation of several additives into gluten free breads: effect on dough properties and bread quality. **Journal of Food Engineering**, v.111, p.590-597, 2012.