

DESENVOLVIMENTO DE PÃO DE FORMA LIVRE DE GLÚTEN

Barbara Pastore Mesquita¹; Elisena Aparecida Guastafarro Seravalli²

¹ Aluno de Iniciação Científica da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT);

² Professor da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT).

Resumo. *Este trabalho teve como objetivo desenvolver uma formulação para pão de forma livre de glúten e avaliar os parâmetros físico-químicos e sensoriais desse pão. Atualmente, estima-se que dois milhões de pessoas no Brasil sejam celíacas, considerando apenas as que obtiveram o diagnóstico. Devido ao “efeito iceberg” é possível que o número real de pessoas intolerantes ao glúten seja muito maior. Sendo assim, a formulação básica para pão de forma tradicional foi modificada substituindo a utilização de farinha de trigo por uma base farinácea composta por farinhas sem glúten. A partir de testes preliminares, obteve-se a formulação ideal para a fabricação do pão e, a partir dessa formulação – constituída de 30% farinha de arroz, 25% de fécula de mandioca, 24% de farinha de trigo sarraceno, 15% de fécula de batata, 6% de farinha de linhaça dourada, 14% de azeite, 3,5% de fermento biológico, 1,5% de açúcar, 1,5% de sal, 0,7% de goma xantana, 88% de água e 18,4% de ovos. Foram realizadas análises físico-químicas de textura, análise de cor ($\Delta E=3,20$), atividade de água (os resultados variaram de 0,983 a 0,990), umidade (45,7%), proteína (5,4%), gordura (8,5%) e cinzas (1,12%) do produto acabado.*

Introdução

A doença celíaca é uma doença do intestino delgado potencializada por uma fração das prolaminas (KOTZE, 2006). Essas proteínas são encontradas em alguns cereais, aveninas na aveia; hordeínas na cevada; secalinas no centeio; e gliadinas no trigo. Estas são proteínas importantes para formação e desenvolvimento do glúten, uma matriz viscoelástica formada por gluteninas e gliadinas, e responsável por toda estrutura dos produtos de panificação, principalmente àqueles de necessitam de fermentação prolongada. É uma doença autoimune e permanente, cujo único tratamento é uma dieta isenta de glúten por toda a vida (ACELBRA, 2015). A doença está tornando-se mais comum na população, não só brasileira, mas também mundial (BAPTISTA, 2006). Dados mostram que na Europa e nos EUA, a doença pode ocorrer em uma de cada 100 a 200 pessoas. No Brasil, acredita-se haver uma prevalência semelhante à das regiões referidas (WOLFF; SEGAL & WOLFF, 2012). Entretanto, estima-se que a quantidade de celíacos é muito maior, uma vez que em muitos casos os sintomas da doença são sutis e silenciosos e acabam sendo confundidos com outras enfermidades, causando o “efeito iceberg”. Dessa forma, a demanda por alimentos sem glúten é cada vez maior e, dentre os alimentos que os celíacos mais gostariam de encontrar com facilidade, o pão fica em primeiro lugar (Revista Ceres, 2006). Porém com a retirada total da farinha de trigo, a dificuldade é grande em manter os parâmetros organolépticos, de textura, sabor, cor, característicos de cada produto (MOREIRA, 2007). Foram utilizadas as farinhas de diversas fontes livres de prolaminas, amidos modificados, féculas e fibras, como a alternativa de substituição da farinha de trigo. Devido às dificuldades de substituir a rede de glúten, o desenvolvimento de pães com farinhas sem glúten é um dos desafios da indústria de alimentos.

Objetivo

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de uma formulação para pão de forma livre de glúten, substituindo a farinha de trigo por farinhas livres de prolaminas, para que

possa ser consumido por pessoas celíacas e intolerantes ao glúten, bem como a comparação do pão obtido com pães sem glúten disponíveis no mercado.

Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas as seguintes matérias primas: farinha de arroz Urbano, farinha de trigo sarraceno, fécula de mandioca, fécula de batata Yoki, farinha de linhaça dourada, água, azeite Andorinha, ovos, açúcar União, sal Cisne, fermento biológico Fleischmann e goma xantana. As farinhas de trigo sarraceno e linhaça dourada, bem como a fécula de mandioca e a goma xantana, foram compradas na Zona Cerealista. Os demais ingredientes foram obtidos no supermercado.

Os equipamentos utilizados para a fabricação do pão foram: Balança semi-analítica Marte modelo AS2000, forno Vipinho 0448 Perfecta Curitiba modelo 045002126, estufa Vipao Elétrico Perfecta Curitiba modelo 062000000 e utensílios de cozinha.

Formulação

Para verificar a melhor formulação para a fabricação do pão foram feitos testes preliminares com formulações obtidas por meio de artigos (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004) e de receitas caseiras compartilhadas entre celíacos. A quantidade de fermento, base farinácea e adição de outros ingredientes como gomas e emulsificantes foram avaliadas nos testes preliminares.

A formulação, cujos pães apresentaram características mais adequadas, está apresentada na Tabela 1

Tabela 1: Formulação do pão sem glúten (Pão A)

Ingredientes	%(*)
Farinha de Arroz	30,0
Fécula de Mandioca	25,0
Farinha de Trigo Sarraceno	24,0
Fécula de Batata	15,0
Farinha de Linhaça Dourada	6,0
Azeite	14
Fermento biológico	3,5
Açúcar	1,5
Sal	1,5
Goma Xantana	0,7
Água	88
Ovos	18,4

(*) % sobre as farinhas

Preparo dos pães

Os ingredientes secos foram pesados, misturados e homogeneizados num recipiente. O açúcar, o fermento e a água morna ($T = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$) foram homogeneizados e mantidos em repouso em outro recipiente por 15 minutos. Os ovos foram misturados com azeite até obtenção de mistura homogênea num terceiro recipiente. Em seguida, todos os ingredientes foram misturados manualmente até obtenção de uma massa homogênea. Em seguida, essa massa foi dividida em três formas, de tal maneira que cada uma contivesse 1100 gramas. O forneamento foi feito a $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 30 minutos. As análises de textura, volume específico e atividade de água foram feitas 24 horas após o resfriamento. As análises foram realizadas não só para o pão em

estudo (pão A), como também para o pão sem glúten da marca disponível no mercado (pão B), a fim de comparar os resultados.

Volume específico do pão

O volume específico do pão foi calculado a partir da razão entre volume e massa. Os pães A e B foram pesados em balança semi analítica e tiveram seus volumes obtidos a partir do deslocamento de sementes de painço utilizando o medidor de volume Vondel, modelo MVP130 (Figura 1)



Figura 1 - Medidor de volume Vondel MVP130

Textura do pão – Método TPA

O perfil de textura dos pães foi obtido pelo método TPA (*Texture Profile Analysis*), o qual se aplica a alimentos sólidos e semi-sólidos. O método utilizado consiste na dupla compressão da amostra, gerando os gráficos força-tempo (Figura 2) e força-distância, dos quais obtém-se valores necessários para o cálculo dos parâmetros de firmeza, elasticidade, gomosidade, mastigabilidade e coesividade. Estes parâmetros são utilizados devido à sua relação com parâmetros sensoriais.

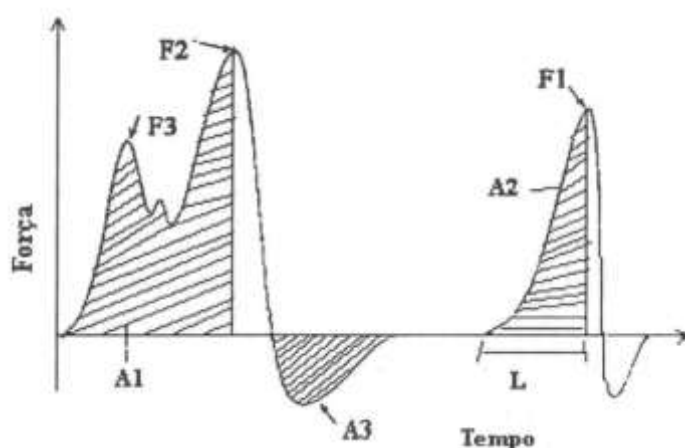


Figura 2 - Curva força versus tempo gerada pelo texturômetro, em análise de dupla compressão (TPA). Analisador de textura TA-XT2I

Os testes foram realizados utilizando um *probe* de acrílico cilíndrico, com 30 mm de diâmetro, através do método AACC 74-09 (AACC, 2000). Os valores do parâmetro de firmeza do miolo foram feitos através da medida que corresponde ao pico da curva força versus tempo (N/s). Os testes foram realizados simultaneamente às medidas do volume específico nas amostras, em fatias de 2,5 cm retiradas das extremidades e do centro de cada pão (Figura 3). Foram feitos 3 pães para a formulação considerada ideal.

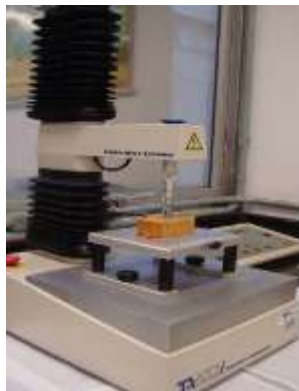


Figura 3: Texturômetro utilizado na análise

As condições para os testes foram:

- Velocidade pré-teste: $1,0 \text{ mm.s}^{-1}$
- Velocidade do teste: $1,7 \text{ mm.s}^{-1}$
- Velocidade do pós-teste: $10,0 \text{ mm.s}^{-1}$
- Distância em que *probe* é deslocado: 20 mm
- Tensão: 40%
- Gatilho: Auto – 5g (ponto inicial da análise, quando o acessório encontra uma resistência igual ou superior a 5g).

Na literatura, são encontradas correlações satisfatórias entre a análise de textura experimental e sensorial para o parâmetro firmeza (SZCZESNIAK, 2002). A Tabela 2 mostra a relação entre os parâmetros medidos instrumentalmente e os sensoriais.

Tabela 2- Relação entre parâmetros físicos e sensoriais na análise de textura

Parâmetro	Físico	Sensorial
Firmeza	Força necessária para atingir uma dada deformação	Força requerida para comprimir uma substância sólida entre os dentes incisivos
Coesividade	Extensão que o material pode ser deformado antes da ruptura	Grau de deformação da amostra antes da ruptura com os molares
Elasticidade	Taxa em que o material deformado volta para a condição inicial	Grau em que o produto retorna para sua forma original quando comprimido entre os dentes
Mastigabilidade	Energia requerida para desintegrar um alimento a um estado pronto para ser engolido	Número de mastigações necessárias, sob força constante, para reduzir a uma consistência adequada para ser engolida

Fonte: adaptado de Szczesniak (2002)

A curva força em função do tempo (Figura 2) da análise TPA, gerada por analisador de textura, por exemplo, TA-TX2i da Stable Micro Systems (SMS, 1995), é interpretada na Tabela 3.

Tabela 3- Interpretação da curva força-tempo gerada pelo texturômetro

Parâmetro	Unidade	Definição
Firmeza	N	Altura do pico do primeiro ciclo (F2)
Coesividade	Adimensional	Relação entre as áreas do segundo ciclo (A2) e do primeiro (A1), do contato inicial até o pico
Elasticidade	M	Distância medida do contato inicial da amostra no segundo ciclo até o pico F1 (L)
Mastigabilidade	N.m	Firmeza X coesividade X elasticidade
Gomosidade	N	Firmeza X coesividade X 100

Fonte: Adaptado de Szczesniak (2002)

Atividade de água do miolo do pão

O equipamento utilizado para a análise foi o Decagon modelo Aqua Lab 3TE (Figura 4). A atividade de água foi feita no miolo dos pães. Para cada pão foram realizadas três medidas.



Figura 4 - Analisador de atividade de água - Decagon

Análise de cor

Para a análise de cor foi utilizado o equipamento ColorQuest XE, da HunterLab, com os parâmetros de sistema de cor CIELAB, Iluminante D65 e ângulo 10°. Foram realizadas seis medidas para cada tipo de pão. O sistema “Hunter Lab” de cores utiliza eixos cartesianos com três coordenadas: “L”, que quantifica a luminosidade e varia de zero (preto) até 100 (branco); “a”, para indicar a intensidade de vermelho e “-a” para indicar a intensidade de verde; “b” para indicar a intensidade de amarelo e “-b” para indicar a intensidade de azul. Os valores das coordenadas “a” e “b” normalmente variam de -60 a 60 (HUNTER LAB, 2012). A diferença de cor total, ΔE^* , é calculada levando em conta as diferenças entre L^* , a^* e b^* da amostra com os valores padrões.

As expressões (1), (2), (3) e (4) são empregadas para esse cálculo:

$$\Delta L^* = L^* \text{ amostra} - L^* \text{ padrão} \quad (1)$$

$$\Delta a^* = a^* \text{ amostra} - a^* \text{ padrão} \quad (2)$$

$$\Delta b^* = b^* \text{ amostra} - b^* \text{ padrão} \quad (3)$$

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (4)$$

Nesse ensaio, os valores dos parâmetros L^* , a^* e b^* do pão (B) foram considerados como padrão.

Análises físico-químicas

O teor de umidade dos pães foi determinado pelo método de secagem em estufa a 105 °C, sob pressão atmosférica. O teor de cinzas foi determinado pelo método de incineração em mufla a 550 °C. O teor de gordura pelo método de Bligh-Dyer. O teor de proteína pelo método de Kjeldahl. O teor de carboidratos foi obtido por diferença. Todas as análises descritas acima foram realizadas de acordo com a metodologia AOAC (2011).

Análise estatística

O teste de Duncan foi aplicado na comparação entre as médias.

Resultados e Discussão

A formulação final foi estabelecida após vários testes preliminares. Muitos ingredientes, em diferentes formulações e várias formas de processamento foram testados.

A figura 5 mostra imagens de pães obtidos nesses testes.

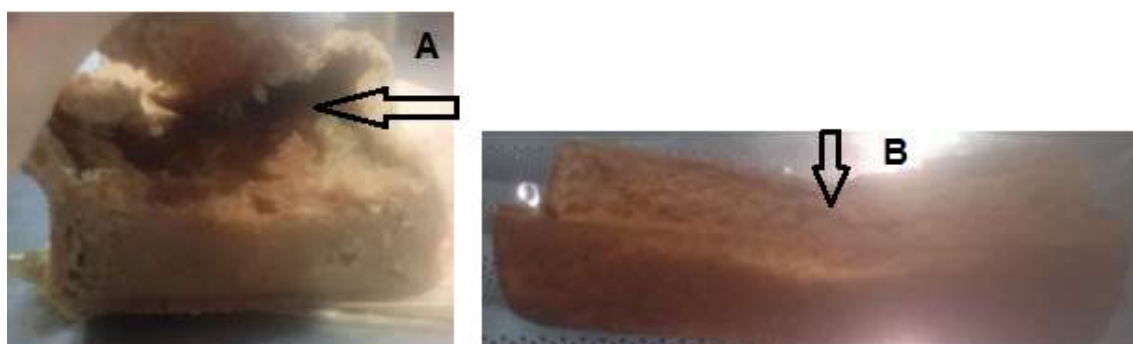


Figura 5: Pães obtidos em testes preliminares

A figura 5A mostra um pão obtido de uma formulação com uma quantidade de amido elevada (70 a 80%), o que resultou num pão com miolo extremamente pesado, compacto e oco. Enquanto que a falta de emulsificantes, de estabilizantes e da rede de glúten, permite a perda de gases formados durante a fermentação, com consequente, prejuízo no crescimento do pão (Figura 5B)

A formulação considerada ideal para esse trabalho está descrita na Tabela 1. Os pães obtidos a partir desta formulação foram analisados (pão A) e comparados com o produto disponível no mercado (pão B). A tabela 4 apresenta os resultados das análises de volume específico realizadas para o pão A, e para o pão B. As análises foram realizadas em triplicatas.

Tabela 4: Volumes específicos dos pães A e B

Volume específico			
	Massa (g)	Volume (cm ³)	Volume Específico (cm ³ /g)
Pão A	1100	2350	2,14
Pão B	465	1750	3,76

Os valores para volume específico dos pães A e B, diferem estatisticamente ($p < 0,05$). A massa é preparada e homogeneizada. Colocada em formas (Figura 6), e então forneadas a 180 °C. Como não há o processo de fermentação, o crescimento do pão se dá durante o assamento.



Figura 6: Massa dos pães nas formas e o forno utilizado para o assamento.

E quando comparado aos pães tradicionais, que levam farinha de trigo com estrutura de glúten bem definido, esse crescimento é bastante comprometido (Figura 7), pois como não há formação da rede viscoelástica, a estrutura se colapsa apresentando miolo compactado e borrachudo.



Figura 7: Pão sem glúten (pão A) e pães tradicionais com farinha de trigo

A figura 8 apresenta as fatias do pão desenvolvido no experimento (pão A) e do pão disponível no mercado (B). Comparação entre os pães sem glúten.



Figura 8: Comparação entre o pão (A) e o pão da disponível para compra (B)

A tabela 5 apresenta os resultados das análises de atividade de água realizadas para o pão A e pão B. As análises foram realizadas em triplicatas

Tabela 5: Atividade de água (A_w) do pão A e do pão B

Pães	A_w	T (°C)
Pão B	0,977	25,3
	0,978	25,4
	0,978	25,6
Pão A	0,989	24,4
	0,990	25,0
	0,990	25,3

Os valores de atividade de água obtidos para o pão A são ligeiramente superiores aos do pão B. A discrepância pode ser justificada pela diferença de tempo de fabricação entre os dois, visto que o pão A tinha apenas um dia de fabricação, enquanto o pão tinha quatro. Além disso, a utilização de outros ingredientes, como o ovo, na formulação do pão A também podem interferir no valor da atividade de água.

A tabela 6 apresenta os resultados das análises de cor realizadas para o pão A com a formulação desenvolvida e para o pão B sem glúten do mercado.

Tabela 6: Parâmetros de cor dos pães A e B

ID	L^*	a^*	b^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE
Pão B	63,11	4,1	14,71	2,95	0,43	1,16	3,20
Pão A	60,16	3,67	13,55				

É possível observar que a diferença entre os parâmetros L^* (luminosidade) a^* (intensidade de vermelho) e b^* (intensidade de amarelo) é pequena, bem como o valor da diferença de cor total (ΔE). Do ponto de vista de cor, os dois pães apresentam grande semelhança.

A tabela 7 apresenta os resultados da composição centesimal para o pão A e para o pão B. As análises foram realizadas em triplicatas.

Tabela 7: Composição centesimal dos pães A e B

Teores (%)*	Pão B	Pão A
Umidade	41,1	45,7
Cinzas	1,46	1,12
Gordura	3,6	8,5
Proteína	4,76	5,4
Carboidratos**	49,1	39,3

*Os teores (em base úmida) foram obtidos a partir da média das análises realizadas em triplicatas. **Resultado obtido por diferença.

A diferença no valor da umidade deve-se ao fato de que os pães tinham datas de fabricação diferentes. Enquanto que as análises para o pão A foram realizadas após 24 horas de

fabricação; para o pão B essas foram realizadas após quatro dias da fabricação. Consequentemente, durante esses quatro dias, o pão B perdeu umidade, apesar da embalagem.

As diferenças nos valores de cinzas e proteínas entre os pães provavelmente estão relacionadas com os diferentes ingredientes utilizados nas formulações, enquanto que a diferença dos teores de gordura entre os pães é bastante significativa e pode ser explicada pela utilização de ovos na formulação em questão e na quantidade de azeite que foi utilizada em relação a quantidade de óleo de girassol utilizada para a fabricação do pão B.

A tabela 8 apresenta os resultados de firmeza para o pão A e para o pão B.

Tabela 8: Valores de firmeza para o pão A e para o pão B.

Pães	Firmeza (N)*
Pão A	(5 ± 1)
Pão B	(5,2 ± 0,3)

*Os resultados são médias de 12 repetições.

Os valores de firmeza entre o pão A e o pão B não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$). Podendo afirmar que para os dois pães, os miolos apresentaram maciez equilibrada.

Conclusão

Foi possível desenvolver formulação para pão de forma livre de glúten. A partir da comparação dos resultados das análises realizadas para o pão A e para o pão B, concluiu-se que o pão desenvolvido pode ser consumido como forma alternativa, visto que o mesmo possui características muito semelhantes ao pão disponível para compra.

Referências bibliográficas

- AACC, *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*, 10ª edição. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 2000.
- ACELBRA. *Associação dos Celíacos do Brasil*. Disponível em <http://www.ancelbra.org.br>. Acesso 05/07/2015.
- AOAC, *Association of Official Analytical Chemists*. Official Methods of Analysis of AOAC International. Arlington: AOAC, 1995.
- Baptista, M.L.(2006). Doença celíaca: uma visão contemporânea, São Paulo.
- Gallagher, E.; Gormley, T.R.; Arendt, E.K. (2004). *Trends in food science & Technology*. Recent advances in the formulation of glúten-free cereal-based products, p.143-152.
- Kotze, L.M.S. Doença celíaca, Rio de Janeiro, 2006.
- Moreira, M. R. (2007). Elaboração de pré-mistura para pão sem glúten para celíacos, 2007. Dissertação de Mestrado, Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria
- Revista Ceres.(2006). Elaboração de pão sem glúten, p. 150-155.
- SMS, STABLE MICRO SYSTEMS.(1995). Extensibility of dough and measure of gluten quality (TA-XT2 application study REF: DOU/KIE).
- Szczesniak, A. S. (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, v.13, n.4, p. 215-225.
- Wolff, H.C; Segal, F.; Wolff, F. (2012). Abc da Saúde, Doença Celíaca. Disponível em: www.abcdasaude.com.br/artigo.php. Acesso 10/08/2015.