

# ELABORAÇÃO DE PÃO SEM GLÚTEN

Aldara da Silva César<sup>1</sup>  
José Carlos Gomes<sup>2</sup>  
Cristina Dinni Staliano<sup>1</sup>  
Marcela Loureiro Fanni<sup>1</sup>  
Moacir Chaves Borges<sup>1</sup>

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo desenvolver uma fórmula de pão que possa ser consumido por pacientes celíacos. A doença celíaca se caracteriza pela não digestibilidade, no intestino delgado, do glúten, fração protéica presente em trigo, cevada e centeio. O portador da síndrome, que se manifesta principalmente em crianças, fica impedido de consumir diversos produtos, destacando-se massas e pães. Por essa razão, buscou-se o desenvolvimento de um produto que atenda aos portadores da doença celíaca, estimados em 300.000 indivíduos no Brasil. O pão é um alimento altamente consumido e de excelentes propriedades funcionais, porém não é apropriado para celíacos. Formulou-se, então um pão utilizando, como base amilácea substituinte da farinha de trigo, creme de arroz e polvilhos doce e azedo. Observou-se, no pão, aparência e sabor característicos de pão de forma tradicional, apresentando, entretanto, crescimento de bolores após quatro dias de armazenamento, por não ter sido utilizado nenhum tipo de conservante. O trabalho serve como base para futuros desenvolvimentos.

Palavras-chave: pão sem glúten, doença celíaca, substituintes de farinha de trigo, arroz, polvilho, panificação, armazenamento.

## ABSTRACT

### ELABORATION OF BREAD WITHOUT GLUTEN

The objective of this project was to develop a formulation of bread which could be consumed by patients with celiac disease. Celiac disease is characterized by the inability to digest a protein fraction, classified as gluten, found in wheat, oat and rye. A person with this syndrome, which appears usually in early age, cannot consume a number of cereal products, particularly pasta and bread derivatives. In this context, this research was developed in order to obtain a product which could be consumed by this population, which is estimated at 300.000 individuals in Brazil. Bread is a highly consumed food in Brazil and has outstanding functional properties, however the conventional product made from wheat flour is not appropriated for those with celiac disease. A bread was formulated using as main ingredients sweet and fermented manioc powder (*Manioc esculenta* Crantz) and rice starch. A product with the taste and appearance of regular wheat flour bread was obtained. The shelf live of this product was short, with yeast growth in its surface after four days, because no food additives were added. These results will serve as a basis for future developments.

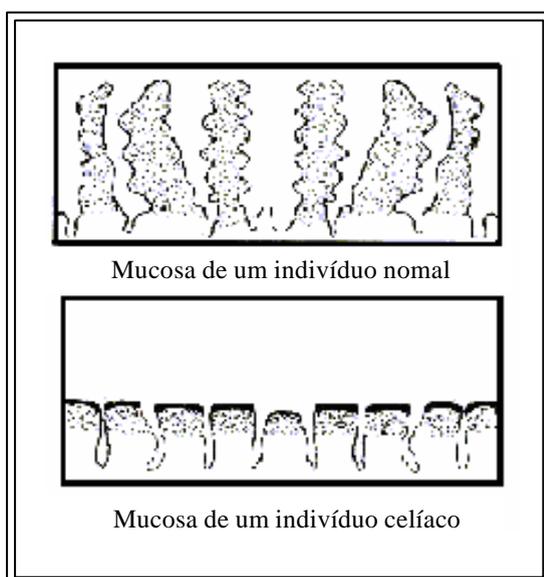
Key words: non-gluten bread, celiac disease, flour substitutes, rice, cassava starch, baking, storage.

1.Universidade Federal de Viçosa;Viçosa, MG. E-mail: aldara\_cesar@yahoo.com.br,  
2.Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFV. Viçosa, MG. E-mail: jcgomes@ufv.br

## INTRODUÇÃO

A doença celíaca (DC) é uma afecção progressiva causada em indivíduos geneticamente predispostos, por permanente intolerância à gliadina contida no glúten, que, em sua forma clássica, se exterioriza, principalmente através de severas lesões da mucosa intestinal, resultando em variáveis graus de má absorção de nutrientes. O celíaco produz anticorpos contra o glúten, que agem no intestino delgado, atrofiando-o. Na Figura 1 pode-se observar a diferença notável entre um intestino normal e o de um celíaco.

Os grãos de cereais contêm proteínas solúveis em água, as albuminas, proteínas solúveis em solução salina,



**Figura 1.** Mucosa intestinal de um indivíduo sadio e de um indivíduo celíaco. Fonte: Acelbra/2003

as globulinas, proteínas solúveis em álcool, as prolaminas, e proteínas solúveis em meio básico e ácido, as gluteninas (Pomeranz e Bechtel, 1978).

O termo glúten é utilizado para designar a fração protéica constituída das classes protéicas glutelina e prolamina após hidratação sendo encontrado no trigo, na aveia, no centeio, na cevada, no malte, e nos cereais, amplamente utilizados na composição de alimentos, medicamentos, bebidas industrializadas e cosméticos (Quaglia, 1991).

Alguns cereais, como aveia e arroz, possuem a fração prolamina com composição amino-acídica diferente da do trigo (Pomeranz e Bechtel, 1978). Talvez seja por esse motivo que celíacos não possuem a mesma

sensibilidade a esses cereais, como o caso do trigo e do centeio.

A ACELBRA é uma entidade governamental criada para cuidar dos interesses dos portadores de DC. Ainda hoje, as informações sobre a doença são pouco difundidas e os sintomas podem ser confundidos com os de outros distúrbios, como verminose e subnutrição. Os sinais de alerta em crianças, fase onde há maior registro de manifestação da doença, são emagrecimento excessivo, anemia, vômito, humor alterado, abdômen distendido e músculo glúteo achatado. Todavia, para diagnosticar se o indivíduo é sensível ao glúten, é necessário realizar biópsia do intestino delgado.

O espectro de manifestações da DC pode abranger alterações endocrinológicas, neurológicas e psiquiátricas importantes, e manifestar-se ainda através de quadros de anemia crônica, osteopenia e conseqüente osteoporose, defeitos do esmalte dentário, lesões de pele e, em longo prazo, incidência aumentada de neoplasias, principalmente de linfomas e carcinomas do trato gastroentérico (ACELBRA, 2001).

O assunto é de tal relevância que produtos contendo glúten devem ter advertência no rótulo conforme exigência das Leis nº. 8.543, (Brasil, 2006a) e nº. 10.674 (Brasil, 2006b).

Os portadores da doença têm que seguir uma dieta rigorosa por toda a vida, o que restringe muito o poder de escolha desses consumidores, que são obrigados a abolir de sua alimentação produtos comuns como macarrão, pães, bolos, bolachas, cervejas, entre outros. O glúten não é transformado quando os alimentos são assados ou cozidos, por isso deve ser substituído por outras opções como a farinha de arroz, amido de milho, farinha de milho, fubá, farinha de mandioca, polvilho doce, polvilho azedo e fécula de batata.

Por faltarem produtos industrializados especiais sem glúten no mercado brasileiro, a maior parte das preparações do cardápio do paciente celíaco é caseira, demandando tempo e dedicação para o preparo. O desenvolvimento de um pão sem glúten deve incentivar a fabricação de produtos desta natureza para o uso diário atendendo a essa parcela especial de consumidores.

O projeto de se fabricar um pão sem glúten foi motivado pelas pesquisas realizadas pela ACELBRA, que mostram a preferência dos celíacos pelos produtos

de glúten, conforme mostrado na Figura 2.

De acordo com El-Dash *et al.* (1982), os ingredientes mais utilizados na fabricação de um pão comum e suas respectivas funções são farinha de trigo, pois o glúten da farinha confere ao pão a elasticidade e a capacidade de se expandir com o gás formado durante



**Figura 2.** Gráfico da preferência dos celíacos em relação a produtos sem glúten. Fonte: ACELBRA/2003.

a fermentação; o sal, que, além de conferir sabor e aroma ao pão, modifica o glúten, deixando-o mais elástico; a água, responsável pela distribuição uniforme dos ingredientes na massa e pela hidratação da farinha, desempenhando funções importantes na fermentação, elasticidade do glúten, consistência da massa, textura e maciez do pão; e o fermento biológico composto por leveduras, responsável pela fermentação. O gás carbônico produzido, normalmente pela levedura de espécie *Saccharomyces cerevisiae*, durante este processo promove a expansão da massa, permitindo o seu crescimento. Nessa etapa, formam-se também compostos orgânicos responsáveis pelo aroma e sabor típicos dos pães, contudo, se colocado em excesso, o fermento pode prejudicar o sabor e alterar a textura da massa. O açúcar é responsável pela coloração dourada do pão, assim como pelo sabor; a gordura é utilizada para conferir maciez, sabor e coloração aos pães, além de aumentar o valor nutritivo e o período de conservação da qualidade sensorial.

O vinagre de maçã é utilizado para corrigir o pH da massa, até o ponto ótimo de atuação das leveduras.

O leite em pó tem poder emulsificante e auxilia na coloração da casca, na vida de prateleira do produto, no valor nutritivo e na qualidade de assamento do pão. A gordura vegetal hidrogenada em panificação tem função de, ao ser misturada na massa, proporcionar aeração, agir como agente de crescimento pela retenção do ar, melhorar

a mastigação e a expansão, funcionando ainda como amaciador, além de contribuir com o sabor do produto. Os ovos conferem melhor textura, sabor, cor e valor nutritivo ao produto (El-Dash *et al.*, 1982).

Na formulação do pão pode ser utilizado o creme de arroz, rico em carboidrato, proteína, gordura, vitaminas e sais minerais. O polvilho doce ou a fécula de mandioca e o polvilho azedo também podem ser utilizados. O polvilho azedo é o amido da mandioca que, submetido a um processo de fermentação natural, tem suas propriedades funcionais modificadas. A importância do polvilho azedo na panificação se deve ao fato de as bactérias lácticas, produtoras de exopolissacarídeos e responsáveis pela formação de uma estrutura viscoelástica, permitir a retenção de gás e expansão da massa de polvilho azedo. O polvilho doce ou fécula de mandioca constitui também a base farinácea, complementando a fonte de carboidratos (Maeda e Cereda, 2001). O creme de arroz constitui maior composição da base amilácea, além de proteína, gordura, vitaminas e sais minerais.

A substituição do glúten da farinha de trigo por outro ingrediente é desafiante, pois este representa a rede protéica que retém o gás carbônico, produzido no processo de fermentação e, conseqüentemente pela expansão da massa.

Este trabalho tem como finalidade obter uma formulação de pão de forma sem glúten, substituindo a farinha de trigo por polvilho doce e azedo e creme de arroz.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi conduzido no Laboratório de Amidos e Derivados e no Laboratório de Novos Produtos do Departamento de Tecnologia de Alimentos-DTA da Universidade Federal de Viçosa.

Para a definição da formulação do pão de forma, foram feitos pré-testes a partir de formulações retiradas de páginas de internet voltadas ao público celíaco. Não se encontrou nenhuma formulação que apresentasse sabor e aparência tradicional de pão de forma. Observando as bases farináceas e outros ingredientes comumente adicionados, estruturou-se formulação com base teórica diversificando as proporções dos ingredientes a fim de melhorar o sabor, a textura e a aparência global.

Neste trabalho, tentou-se desenvolver um pão sem

farinha de trigo, com características similares às do pão de forma tradicional, através de diferentes combinações na formulação da base amilácea constituída de 80% de creme de arroz, de 16% de polvilho azedo, e de 4% de polvilho doce.

Outros ingredientes como vinagre, leite em pó, ovos e gordura vegetal hidrogenada foram adicionados à massa a fim de proporcionar melhores características sensoriais, de acordo com as propriedades funcionais de cada ingrediente, ou seja, um pão com sabor e aparência global característicos. Os ingredientes e sua respectiva proporção em relação à base farinácea, ou seja, calculado a partir de 100% m/m das farinhas, são: água, 60%; clara de ovo, 25%; leite em pó, 20,6%; açúcar, 7%; gordura hidrogenada, 4,5%; sal, 3%; fermento biológico, 2,5%; e vinagre de maçã, 1,5% para ajuste de acidez.

O modo de preparar e as temperaturas do forno para o assamento do pão podem ser acompanhadas através do fluxograma da Figura 3. A mistura foi colocada em batedeira doméstica, em velocidade máxima, por 5 minutos. A homogeneização da massa ocorreu com água e fermento biológico. O fermento foi hidratado em um recipiente separado e adicionado à massa, que foi homogeneizada. Em seguida, a massa foi distribuída em formas retangulares de 150 g, sem tampas, para fermentação em temperatura ambiente; a temperatura no interior da massa chegou a 32° C. Após isso, as massas foram postas para assar em forno elétrico caseiro, a 180°C, por 20 minutos. Os pães foram retirados e colocados em

temperatura ambiente para devido resfriamento, e depois estocados em embalagem de polietileno translúcido.

Para as análises de atividade de água (Aw) e textura do pão, expresso em compressão máxima (g), foram utilizados os equipamentos Aqualab Model CX2T e Texturômetro marca Stable Microsystems modelo TA HDi, respectivamente, com medições diárias a partir do dia de fabricação do pão. As amostras de pão foram colocadas, inteiras, no seu sentido vertical para a compressão. As condições do equipamento para o teste de textura foram Modo: medir força em compressão; pré-teste: 2 min. seg-1; teste: 1.7 min. seg-1; distância: 25%; força: 10 g, *Probe*, mod. TA-11 cilíndrico, 1,5 polegada. Esses procedimentos estão descritos nos procedimentos padrão do American Institute of Baking (AIB, 2004). Já para a análise de Aw, utilizaram-se pedaços uniformes cortados de toda a amostra, compreendendo a crosta e o miolo, tentando mensurar a Aw real de todo o pão (Pühr e D'Appolonia, 1982).

Para análise da qualidade do pão de forma, utilizouse a ficha de avaliação de pães tradicionais, ainda conforme previsto por El-Dashet *et al.* (1982), que consiste na avaliação de cor da casca, aspecto da casca, cor do miolo, estrutura, sabor, aroma e aspecto visual. A soma destas pontuações classifica o pão como excelente, bom, razoável e ruim, comparado ao produto tradicional. O mesmo autor propõe uma pontuação para a classificação mencionada: somatório de 94 a 100, excelente; de 85 a 93, bom; de 80 a 84, razoável, e de 0 a 79, ruim, comparado

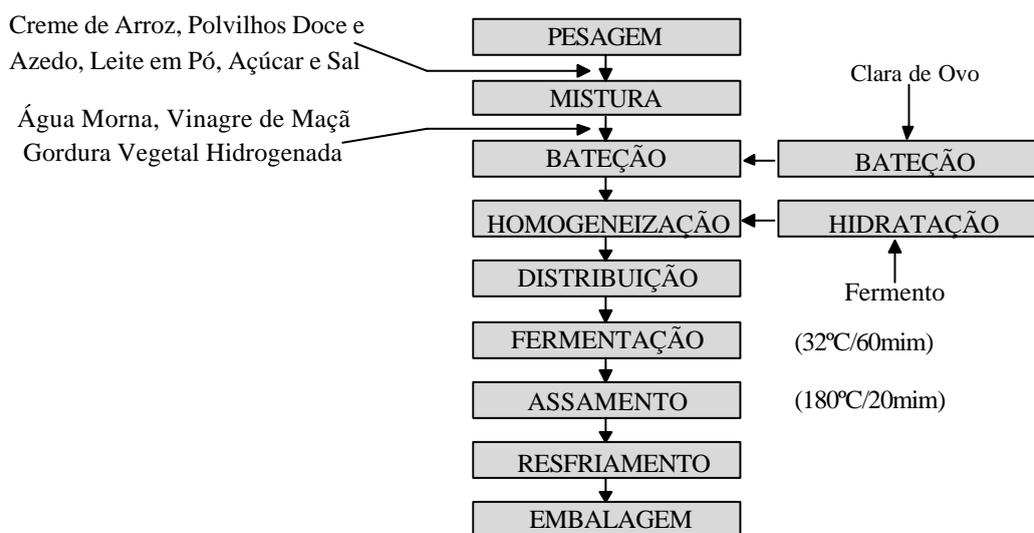


Figura 3. Fluxograma do processo de produção do pão

ao produto tradicional. A avaliação sensorial do pão foi conduzida por 10 pessoas entre estudantes de Engenharia de Alimentos e laboratoristas do DTA.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final das formulações testadas, o pão apresentou textura típica de pão de forma. A casca ficou crocante e dourada, e o sabor foi satisfatório. Por meio da observação da Figura 4 é possível analisar a aparência global do pão.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da avaliação das características externas, internas e a análise geral do pão sem glúten.

A Tabela 2 apresenta a ficha de pontuação de avaliação dos pães, totalizando 88 pontos, classificando-o como bom.

Na Figura 5, pode-se observar o aumento de força para a compressão do produto com o passar dos dias, significando um aumento de firmeza, ainda que na faixa característica do pão de forma tradicional.

A Aw está apresentada na Tabela 3. Percebeu que



**Figura 4.** Foto do pão sem glúten formulado

houve um aumento gradativo deste parâmetro no pão, que pode ser interpretado pela liberação de água durante a retrogradação do amido.

**Tabela 1.** Características do pão sem glúten

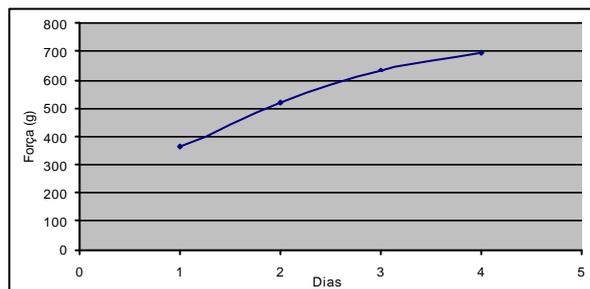
| CARACTERÍSTICA     | RESULTADO                                    |
|--------------------|--|
| Cor da Casca       | Dourada, homogênea                           |
| Aspecto da Casca   | Não dura, não crocante                       |
| Cor do Miolo       | Branca a levemente creme, homogênea          |
| Estrutura do Miolo | Uniforme, macio, células levemente alongadas |
| Sabor              | Típico de pão                                |
| Aroma              | Típico de pão                                |
| Volume             | Normal para o peso                           |
| Aspecto Visual     | Com simetria                                 |

Além disso, observa-se que a Aw do pão sem glúten, 0,852, se encontra na faixa do valor esperado em pães elaborados com farinha de trigo. Segundo Pühr e

**Tabela 2.** Ficha de avaliação de pães

| CARACTERÍSTICA     | VALOR MÁXIMO | VALOR ATRIBUÍDO |
|--------------------|--------------|-----------------|
| Cor da Casca       | 10           | 08              |
| Aspecto da Casca   | 05           | 04              |
| Cor do Miolo       | 10           | 10              |
| Estrutura do Miolo | 10           | 10              |
| Sabor              | 15           | 12              |
| Aroma              | 10           | 08              |
| Volume             | 20           | 18              |
| Aspecto Visual     | 20           | 18              |
| Total              | 100          | 88              |

D'Appolonia (1992), medições de Aw de miolos de pães testados com três tipos de farinhas de trigo duro variaram, nos quatro primeiros dias, entre 0,995 e 0,975. A diferença de valores pode ser atribuída ao fato dos referidos autores terem medido só o miolo do pão (parte interna), enquanto,



**Figura 5.** Média da força de compressão máxima (g) de amostras de pão sem glúten

neste trabalho, foram utilizadas as partes internas e externas.

Conforme relatado por Fennema (1976), alimento com Aw superior a 0,7 é um ambiente propício ao desenvolvimento de leveduras. Observou-se o aparecimento de bolores no pão a partir do quarto dia de

**Tabela 3.** Atividade de água X dias de armazenamento do pão

| Dia    | 1°    | 2°    | 3°    | 4°    |
|--------|-------|-------|-------|-------|
|        | 0,852 | 0,857 | 0,943 | 0,921 |
| T (°C) | 25,7  | 25,2  | 23,4  | 25,9  |

fabricação, devido a Aw elevada e ao armazenamento em temperatura ambiente. Segundo Tortora (2000), entende-se por bolores os fungos mais visíveis que formam uma massa de longos filamentos (hifas)

denominada micélio, que se ramificam e se expandem.

## CONCLUSÕES

Dentre os resultados obtidos, o pão apresentou características satisfatórias de textura, sabor e aparência global.

Observou-se que a pequena adição de polvilho (16 e 4% de polvilho azedo e doce, respectivamente) à formulação do pão foi fundamental para a expansão da massa, devendo, portanto, ser mantida na fabricação deste produto.

A proporção de açúcar e sal utilizada na massa também contribuiu para o sabor desejável do pão.

Esse trabalho serve como base para os próximos estudos para a fabricação de um pão sem glúten, com durabilidade similar a de um pão tradicional e de sabor convencional, testando-o com proporções de farinha de arroz adicionada de conservante, ou mesmo na formulação de uma massa pré-congelada ou pré-mistura, seguida de uma pesquisa de mercado potencial do produto e pesquisa de análise sensorial com portadores da doença celíaca.

## REFERÊNCIAS

- ABI – American Institute of Baking. Testing instructions for Texturometer Stable Microsystems Mod. TA HdI. <http://techserv.ainbonline.org>. Acesso em 5 de maio de 2004.
- ACELBRA – Associação dos Celíacos do Brasil. Disponível em <<http://www.aceibra.org.br>>. Acesso em Agosto/2003.
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2000. Resolução RDC nº 90. Disponível em <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em Outubro/2003.
- BRASIL - Lei nº 8543 de 23 de dezembro de 1992. Determina a impressão e advertência de alimentos que contenham glúten. [www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br).
- Consultado em 2 de março de 2006a.
- BRASIL - Lei nº 10674 de 16 de maio de 2003. Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten. [www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br). Consultado em 2 de março de 2006b.
- El-Dash AA, Camargo CO, Diaz MM (1982) Fundamentos da Tecnologia de Panificação. Secretaria da Indústria e Comércio do Estado de São Paulo, 349p World.
- Fennenta O (1976) Water and Ice, Cap 2. In: Principles of Food Science. Part I. Food Chemistry, Fermenta O. R., ed. Marcel Decker, Inc. New York, 792p.
- Quaglia G (1991) Ciencia y tecnologia de la panificacion. Zaragoza. Editorial Acribia, 485p.
- Maeda K & Cereda MP (2001) Avaliação de duas metodologias de expansão ao forno do polvilho azedo. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 21 n.2.
- Pomeranz Y & Bechtel DB (1978) Structure of Cereal Grains as related to end use proprieties. In: Cereal'78: Better Nutrition for the World's Millions. Sixth International Cereal and Bread Congress. AACC 272 American Association of Cereal Chemist, p.85-137.
- Puhr DP & D' Appolonia (1992). Effect of Baking Absorption on Bread Yield, Crumb Moisture, and Crumb Water Activity, Cereal Chemistry 69:582-586. .
- Tortora GJ, Berdell RFE, Christine LC (2000) Microbiologia, 6 ed, Porto Alegre. 830p

*Aceito para publicação em 28/03/2006*