

Inhame na formulação de pão sem glúten

Yam starch in gluten - free bread

ABSTRACT

ATZINGEN, M.C.B.C. von; PINTO e SILVA, M.E.M. Yam starch in gluten - free bread. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.* = *J. Brazilian Soc. Food Nutr.*, São Paulo, SP, v.22, p. 33-48, dez., 2001.

Celiac disease is an abnormal reaction to gluten, a protein present in wheat, rye, barley, and oat. Symptoms are diarrhea, vomit, malnutrition, and anemia. Basically, the treatment is a gluten-free diet. The objective of this essay is to develop "French" bread to celiacs with yam starch. Starches were selected and their percentage were determined in the recipe. The product was evaluated using photograph and ink stamp (to identify number of cells, bread volume and color), instrumental measure with Texture Expert Analysis (TATX2i), and sensory analysis. The photograph and ink stamp were considered appropriate regarding to the pattern (traditional homemade French bread). Data of the objective test (texture expert analysis) were compatible with the pattern. The sensorial analysis shows the good acceptance of the product. It is possible to associate ingredients and preparation techniques to make a baking product, without gluten and with high levels of acceptance.

Keywords: celiac disease; gluten; starch; Liliaceae

**MARIA CAROLINA
BATISTA CAMPOS VON
ATZINGEN¹;**

**MARIA ELISABETH
MACHADO PINTO E SILVA²**

¹Aluna de Graduação
Faculdade de Saúde
Pública/USP – Bolsista
iniciação científica FAPESP
²Profa. Dra. Faculdade de
Saúde Pública/USP.

**Endereço para
correspondência:**

Departamento de Nutrição.
Av. Dr. Arnaldo, 715
CEP 01246-904
São Paulo, SP
e-mail: mmachado@usp.br,
mcacau@yahoo.com

Apresentado no
VI Congresso Nacional
da Sociedade Brasileira
de Alimentação
e Nutrição - SBAN,
16 a 19 de setembro de
2001. Florianópolis, SC.

Agradecimentos:
Fundação de Amparo a
Pesquisa do Estado de
São Paulo;
à Maria Emílgio Silvério,
Ana Carolina Conti.
Projeto financiado pela
FAPESP - Processo:
99/04272-6.

RESUMEN

En la enfermedad celíaca ocurre una reacción anormal al gluten de algunos cereales tales como trigo, centeno, cebada y avena. Los síntomas que la caracterizan son: diarrea, vómito, desnutrición y anemia. El tratamiento consiste básicamente en una dieta sin gluten. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un tipo de pan francés para pacientes celíacos, utilizando almidón de inhame. Fueron seleccionados los almidones y se determinó el porcentaje para su formulación. El producto obtenido fue evaluado a través de fotografía e impresión a tinta (para la observación del número de alvéolos, volumen y coloración del pan), fue realizada medida instrumental con un texturómetro (TATX2i) y análisis sensorial. La fotografía e impresión a tinta del producto final fueron consideradas adecuadas frente al patrón establecido (pan francés casero tradicional). La prueba objetiva (texturómetro) presentó resultados compatibles con la referencia. El análisis sensorial demostró que existía aceptación del producto. Se concluye que a través de la mezcla de los ingredientes y las técnicas de preparación, es posible elaborar un producto de panificación sin gluten con alta aceptabilidad.

Palabras clave: enfermedad celíaca; gluten; almidón; Liliaceae

RESUMO

A doença celíaca caracteriza-se por uma reação anômala ao glúten, presente no trigo, centeio, cevada e aveia. As manifestações incluem: diarreia, vômito, desnutrição, anemia. O tratamento consiste basicamente em dieta sem glúten. O objetivo do trabalho foi desenvolver um pão tipo francês para celíacos substituindo o trigo por amido de inhame e outros amidos. Foram selecionados diversos amidos e determinadas suas porcentagens na formulação. O produto obtido foi avaliado através de fotografia e impressão a tinta (para observação de número de alvéolos, volume do pão e coloração), medida instrumental com texturómetro (TAXT2i), e análise sensorial. A fotografia e a impressão à tinta do produto final foram consideradas adequadas frente ao padrão estabelecido (pão francês caseiro tradicional). O teste objetivo (texturómetro) apresentou resultados compatíveis com a referência. A análise sensorial mostrou haver aceitação do produto. Conclui-se que através da associação de ingredientes e técnicas de preparo, é possível elaborar produto panificável sem glúten, com altos níveis de aceitação.

Palavras-chave: Doença celíaca; glúten; amido; Liliaceae

INTRODUÇÃO

A doença celíaca é uma enfermidade genética caracterizada por uma reação anômala à fração gliadina do glúten presente no trigo, no centeio, na cevada e na aveia (FASANO e CATASSI, 2001). Essas proteínas promovem lesão na parede do intestino delgado prejudicando a absorção de todos os nutrientes nas partes intestinais afetadas (RYAN e KELLEHER, 2000, BISSET, 2001). É uma doença predominante em indivíduos brancos, embora haja um pequeno percentual em negros e mulatos (BARBIERI e KODA, 1996).

Embora o mecanismo pelo qual o glúten exerce sua ação tóxica ainda permaneça obscuro, a teoria de uma alteração imunitária é a que melhor permite explicar as mudanças que ocorrem em celíacos, principalmente devido ao fato de que, quando a mucosa intestinal é provocada com a fração gliadina do glúten, há o aparecimento de células do tipo T e anticorpos, as quais respondem pela destruição tecidual (SDEPANIAN et al. 1999, KUMAR et al. 2000, SCHUPPAN, 2000).

A coexistência de doença celíaca com diabetes é da ordem de 2% (BARBIERI e KODA, 1996). A ocorrência de outras doenças crônicas (doença de tireóide, reumatismo, hepatite crônica, colite ulcerativa) tem sido relatada por celíacos (SDEPANIAN et al. 2001). A associação com dermatite herpetiforme não é freqüente em crianças, embora apareça em adultos. Casos de síndrome de Down e autismo associados com doença celíaca tem sido freqüentes nos últimos anos (BARBIERI e KODA, 1996, PAVONE, 1997).

O único tratamento que existe é uma dieta isenta de glúten que possa evitar os sintomas da doença, reduzir o risco de mortalidade e melhorar a qualidade de vida mesmo em pacientes assintomáticos (MURRAY, 1999, FASANO e CATASSI, 2001, CORRAO et al. 2001).

A terapia dietética consiste na retirada de produtos de panificação, massas, etc. a base de cereais que contenham glúten. Para que a dieta seja seguida corretamente é necessário que a criança e os que a cercam estejam conscientizados de sua importância na saúde do celíaco, considerando-se que a introdução de dieta isenta de glúten promove aceleração do crescimento e maturação óssea (BARBIERI, 1996, SILVA, 1996, BARERA et al. 2000).

No Estudo Multicêntrico sobre Consumo Alimentar, foi detectado que, o pão tipo francês está entre os 10 alimentos mais consumidos por brasileiros constituindo hábito alimentar (GALEAZZI et al. 1997).

Geralmente, o pão é preparado com quatro ingredientes básicos: farinha de trigo, água, fermento e sal. Outros ingredientes podem ser acrescentados, como açúcar, leite, gordura, ovo e condicionadores de massa (ORNELLAS, 2001).

O glúten é um complexo protéico cuja estrutura química contém uma prolamina que representa a fração deletéria para celíacos. O glúten umedecido confere estrutura às massas, retém o amido embebido nele e o gás da fermentação. Outra característica conferida pelo glúten é a elasticidade da massa, esta, é devida à lipoproteína que se acredita estar

ligada às cadeias polipeptídicas por pontes de hidrogênio. Esta lipoproteína permite o deslizamento das cadeias umas sobre as outras e o retorno à sua posição original (GRISWOLD, 1972, ORNELLAS, 2001).

O desenvolvimento de pão sem farinha de trigo é um desafio tendo em vista que o glúten, em especial do trigo, é o responsável pelas características de forma e sabor.

OBJETIVO

O objetivo do trabalho foi desenvolver um pão tipo francês onde a farinha de trigo foi substituída por amido de inhame e de mandioca.

METODOLOGIA

Foram elaborados pães utilizando-se misturas de amidos: milho, batata, mandioca, inhame; gordura; leite; açúcar; fermento e sal como elementos básicos, adicionados de melhorador para suprir a falta do glúten encontrado na farinha de trigo. As porcentagens dos ingredientes tiveram como parâmetro a apresentada por MCWILLIAMS (1989), que tem como base a farinha de trigo – 100% e os ingredientes em porcentagens em relação à farinha: gordura – 2 a 6, líquido – 60 a 65, açúcar – 2 a 6, sal – 1.5 a 2 e fermento – 1 a 6. Utilizou-se o método de massa direta para o preparo do pão (GRISWOLD, 1972).

O método da massa direta consiste em misturar de uma só vez todos os ingredientes e deixá-los em repouso para crescimento, tomando-se o cuidado na dissolução do fermento. A manipulação e a técnica de sovar a massa podem ser feitos manualmente. Uma temperatura de aproximadamente 28°C é a conveniente para o crescimento da massa, suficiente para que dobre seu volume. Neste ponto, a massa é sovada para remoção do gás formado, e subdividida sendo então colocada para crescer novamente por tempo igual ou inferior ao procedimento anterior. Após esta etapa a massa é conduzida à câmara de forneamento pulverizada, permanecendo entre 25 e 30 minutos (GRISWOLD, 1972).

Uma receita de pão francês foi selecionada e substituições à farinha de trigo foram aplicadas (formulação na Tabela 1). Como padrão de referência foram estabelecidas as características:

1. coloração: cor ideal próxima ao dourado claro;
2. crosta: espessura fina, ligeiramente áspera e quebradiça, firme, crocante;
3. pestana: abertura longitudinal na parte superior com um dos lados mais abertos;
4. granulação: harmônica, sem furos grandes demais ou fechada e compactada, tamanho das células irregular, grandes;

5. cor do miolo: creme bem claro, quase branca; sabor: levemente salgado; odor: característico de pão francês de padaria, sem odor acentuado de fermento biológico (ARAÚJO, 1996).

Tabela 1 Relação dos ingredientes com as respectivas quantidades utilizadas para o pão francês tradicional

Ingredientes	Proporções
Água fria	100 g
Fermento biológico seco	2 g
Açúcar	8 g
Sal	2 g
Farinha de trigo	190 g

Tabela 2 Relação dos ingredientes com as respectivas quantidades utilizadas para o pão francês sem glúten

Ingrediente	Quantidade
Fermento biológico seco	8 g
Sal	6 g
Açúcar	16 g
Água	17 g
Polvilho azedo	100 g
Inhame cozido	100 g
Farinha de mandioca crua	100 g
Ovo	2 unidades

Os testes foram realizados no Laboratório de Técnica Dietética da Faculdade de Saúde Pública - USP, em condições semelhantes às domésticas até a obtenção do produto semelhante ao de referência.

Para a obtenção do pão sem glúten, o fermento biológico foi dissolvido em água à temperatura ambiente, juntamente com o sal e o açúcar. Aos demais ingredientes secos (farinha de mandioca e polvilho azedo) foi acrescentado o ovo e, posteriormente o inhame ainda quente, favorecendo a gelatinização dos amidos. Esta mistura foi homogeneizada e adicionada ao fermento dissolvido, permanecendo em ambiente aquecido durante o crescimento da massa ($\cong 28^{\circ}\text{C}$) até que duplique seu volume.

ANÁLISE COM IMPRESSÃO À TINTA E FOTOGRÁFICA

Foi utilizada a técnica do carimbo para avaliar altura, largura, tamanho das células e aeração. Para realizar esta técnica corta-se o pão ao meio longitudinalmente e, retira-se uma fatia que é pressionada na tinta sendo registrada posteriormente a impressão em papel sulfite. Anotando-se suas medidas laterais, é possível a identificação das características do miolo (distribuição e tamanho das células), uniformidade da crosta e volume, sendo realizado o mesmo processo quando a análise é feita através de cópia xerográfica. As fotografias do pão também contribuíram para a análise das características acima (DEFLOOR et al. 1991, BAARDSETH et al. 2000).

ANÁLISE EM TEXTURÔMETRO

A maciez pode ser medida instrumentalmente com o texturômetro universal (REDLINGER et al. 1985). O texturômetro foi desenvolvido para imitar a ação da mastigação humana. Pode ser descrito como uma unidade composta por um prato inferior montado sobre um braço flexível unido a um indicador de deformação e por uma célula que atua sobre a amostra colocada em tal prato, a qual é comprimida duas vezes consecutivas, com movimentos de subida e de descida que tentam imitar a ação da mandíbula. O braço inferior detecta a força gerada em papel (FRANCISCHI et al. 1998).

O equipamento utilizado foi o TAXT2i, com software “Texture Expert” (Stable Systems, 1999) equipado com cela de teste Warner Bratzler. O “probe”, célula de medida responsável pelo tipo de força aplicado no alimento, utilizado para pão é o cilindro de alumínio de 36mm. As espessuras das fatias mais empregadas para este tipo de teste são 13, 25 e 50mm. Três medidas sucessivas foram realizadas para cada amostra de pão (REDLINGER et al. 1985; WANG e FLORES, 2000). Para a realização do teste foi cortada uma fatia do pão com espessura de 13mm, realizando-se as três medidas acima referidas.

ANÁLISE SENSORIAL

Foi aplicado o método afetivo da escala hedônica estruturada verbal de 9 pontos: 1- gostei muitíssimo a 9- gostei muitíssimo (MORAES, 1990; STONE e SIDEL, 1985). A análise foi realizada com 47 provadores não treinados, inclusive celíacos (4), em cabines individuais, no Laboratório de Técnica Dietética da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

A ficha do teste de aceitação consistiu de cinco atributos: aparência, sabor, cor, aroma e maciez (Anexo 1).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os valores atribuídos na escala hedônica foram utilizados para o delineamento estatístico através da análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para verificação das dife-

renças das médias, existentes entre os produtos. O nível de confiança adotado é 95% (MORAES, 1990). A preparação foi considerada como aceita quando a maior porcentagem (60%) dos provadores apresentou resultado de, pelo menos, gostei ligeiramente (≥ 6) na escala apresentada. A distribuição do grau de aceitação dos provadores será representada na forma de histograma para análise.

Anexo 1 Ficha de degustação utilizada na análise sensorial do pão

Nome: _____ Data: ___/___/___					
Você está recebendo uma amostra de pão. Por favor, prove a amostra e avalie o quanto você gostou utilizando a escala abaixo e indique o valor correspondente no quadro:					
9 – Gostei muitíssimo	Aparência	Sabor	Aroma	Cor	Maciez
8 – Gostei muito	nº ___	nº ___	nº ___	nº ___	nº ___
7 – Gostei regularmente					
6 – Gostei ligeiramente					
5 – Nem gostei / Nem desgostei					
4 – Desgostei ligeiramente					
3 – Desgostei regularmente					
2 – Desgostei muito					
1 – Desgostei muitíssimo					
Comentários: _____					

RESULTADOS

Foram realizadas diversas formulações combinando amidos de milho, batata, mandioca, inhame, outros ingredientes (fermento biológico, sal, açúcar, água e ovo) e técnicas totalizando 70 receitas testadas, até a obtenção do produto que atendeu aos parâmetros propostos. O elevado número de testes mostrou a necessidade de observação minuciosa de cada etapa. Os resultados apresentados referem-se aos fatores levados em conta para o sucesso de cada parâmetro estipulado e à formulação aceita como melhor.

Em relação às técnicas foram observadas as temperaturas dos ingredientes que favorecem a gelatinização dos amidos e garantem a fermentação; seqüência dos ingredientes e sua forma de adição à mistura; equipamentos utilizados; tempo, temperatura e umidificação do forno. Em relação à ordem de adição à massa, a que obteve melhor resultado foi: ingredientes secos, ovo, inhame cozido. Estes, foram homogeneizados, obtendo-se uma massa

a qual foi submetida à descanso em ambiente aquecido e, posteriormente assada em câmara de forneamento pulverizada com água.

As observações das características analisadas estão descritas a seguir.

APARÊNCIA E COR

A obtenção de um pão com aparência próxima aos padrões de referência para análise deu-se através da associação de ingredientes (ovo, açúcar e farinha de mandioca) que contribuíram para o aspecto desejável. A granulação, sem furos grandes demais nem fechados e compactada, com tamanho das células irregular, foi obtida a partir do uso de fermento biológico, responsável pela produção de dióxido de carbono, garantindo uma estrutura leve e esponjosa (CALVEL, 1987; GRISWOLD, 1972). Empregou-se a técnica de diluição do fermento para garantir sua melhor incorporação na massa, conferindo um volume maior e, evitando irregularidades na superfície da crosta. Além disso, a gordura empregada (gema do ovo) contribui para a obtenção de volume desejável (CALVEL, 1987). Outra técnica empregada para a obtenção da granulação adequada foi a utilização de inhame espremido e ainda quente, obtido em cozimento por calor úmido, para garantir completa gelatinização dos amidos (GRISWOLD, 1972).

Para obtenção de espessura da crosta com pequena resistência ao corte e maior maciez, foi adequado o tempo de forneamento para 25 minutos.

A estrutura de células e a crosta fina estão relacionadas com a perda de água no forneamento, sendo que a perda de água no pão branco é de 10 a 20%, valores obtidos umidificando-se a câmara de forneamento (EL-DASH, 1986; CALVEL, 1987). O valor de perda de água obtido no pão francês sem glúten foi em média 14%. Além desta técnica, foi adequada a temperatura de forneamento em 210°C, promovendo maior perda de vapor.

A aeração obtida no pão pôde ser observada na cópia xerográfica (Figura 1) e na impressão a tinta (Figura 2), além das fotos, verificando-se presença de células numerosas e homogêneas, revelando também espessura da crosta fina, com aparência uniforme e presença de pestana.



Figura 1 Cópia xerográfica do pão francês sem glúten



Figura 2 Impressão à tinta do pão francês sem glúten

A aparência alcançou aceitação pela maioria dos provadores, 72,34% atribuíram valores entre “gostei ligeiramente”, valor 6 e “gostei muitíssimo”, valor 9, sendo que a maior concentração atribuiu o valor 7, “gostei regularmente” (32%). Observa-se na Figura 3 que as porcentagens nos valores abaixo do valor 5 são semelhantes e não houve nenhuma manifestação de rejeição total do produto. Dentre os celíacos presentes na degustação, 75% atribuíram valores entre “gostei ligeiramente” e “gostei muitíssimo” para a categoria aparência.

A Figura 3 mostra a distribuição dos provadores em função dos valores hedônicos para aparência e cor.

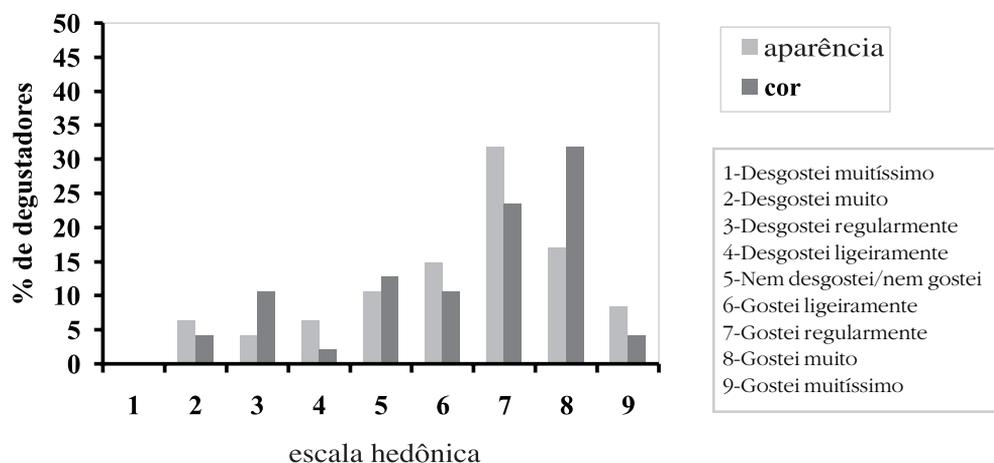


Figura 3 Distribuição dos provadores (%) em função dos valores hedônicos para aparência e cor

A obtenção da cor desejável do miolo: creme bem claro, quase branco e, crosta: dourada, ocorreu através da utilização de adequadas porcentagens de açúcar que contribuiu para dar cor e aroma aos produtos assados. A cor da crosta do pão deveu-se à reação entre os açúcares e os aminoácidos (Reação de Maillard) e à caramelização dos açúcares pelo calor, além da ação do sal, importante para conferir ao pão francês a coloração apropriada, verificando-se boa aceitação na análise sensorial (CALVEL, 1987). Através das fotos e de observação visual, verificou-se que a cor do miolo é próxima da característica de pão francês.

Houve aceitação da categoria cor por 70,2% dos degustadores, sendo que 100% dos celíacos atribuíram valores entre “gostei ligeiramente” e “gostei muitíssimo”. Salienta-se o fato de que 32% dos provadores escolheram o valor “gostei muito” da escala hedônica apresentada. As maiores porcentagens de manifestação estão nos valores 7 e 8.

SABOR E AROMA

O sabor característico de pão francês, levemente salgado, foi obtido com a associação de amidos (mandioca e inhame) e do uso de sal. No quesito sabor, 68,08% dos

providores atribuíram valores entre “gostei ligeiramente” e “gostei muitíssimo”. A maior porcentagem encontrada foi de 36% no valor “gostei regularmente”. Dentre os celíacos presentes na degustação 100% atribuíram valores entre “gostei ligeiramente” e “gostei muitíssimo” para as categorias sabor e aroma. Parte dos degustadores (4,26%) relataram “falta de sal”, a mesma porcentagem relatou sabor de ovo. A maioria dos degustadores, inclusive os celíacos, relataram gostar do pão.

O aroma, semelhante ao de pão francês tradicional, sem acentuado odor de fermento biológico, foi objeto de constantes avaliações em decorrência da utilização de polvilho que apresenta forte aroma azedo, característico de pão de queijo. Graças a adequação da proporção empregada deste último ingrediente, foi possível atingir aroma compatível com pão francês. Para o quesito aroma, 76,59% dos provadores atribuíram valores ≥ 6 (entre “gostei ligeiramente” e “gostei muitíssimo”), salientando-se que 25% atribuíram o valor “gostei regularmente”. Nas expressões 6, 7 e 8 está a maior concentração de respostas, mostrando aceitação do aroma, tendo ainda certa restrição - 8,5% em desgostei regularmente.

A Figura 4 mostra a distribuição dos provadores em função dos valores hedônicos para o sabor e aroma.

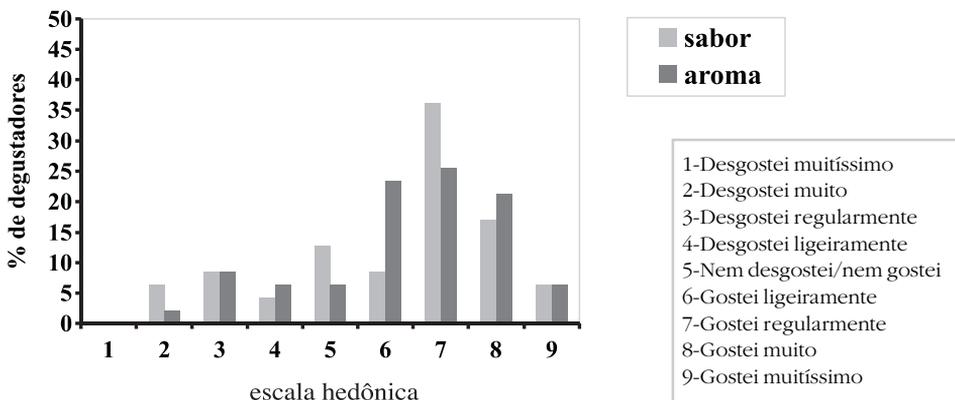


Figura 4 Distribuição dos provadores (%) em função dos valores hedônicos para o sabor e aroma

TEXTURA

A utilização de polvilho azedo e de inhame proporcionaram a elasticidade característica de pão francês. A técnica de batimento pré e pós-crescimento da massa, contribuiu para a elasticidade do produto final. Para garantir maciez, foi utilizada gema de ovo por suas propriedades emulsificantes (CALVEL, 1987). A característica textura não alcançou os valores esperados, tendo apenas 34% de aceitação, correspondendo na escala entre gostei

ligeiramente e gostei muitíssimo. Estima-se que o tamanho da amostra (fatia) tenha interferido na avaliação pelos provadores, e que esta característica possa ainda ser aperfeiçoada. Entre os celíacos a aceitação da textura foi de 50%.

As observações mais relatadas para textura foram em relação à “casca dura” (31,91%) e “massudo” (4,26%). O pão apresentado foi de tamanho pequeno, medindo 8,5 cm com peso de 50g, para que todos avaliassem todas as características, mas os provadores questionaram seu volume, não coincidente com o pão francês tradicional. Não houve referência, pelos consumidores, sobre a ausência da farinha de trigo ou presença de sabor e aroma de polvilho, relatada em testes anteriores.

A Figura 5 mostra a distribuição dos provadores em função dos valores hedônicos para a textura.

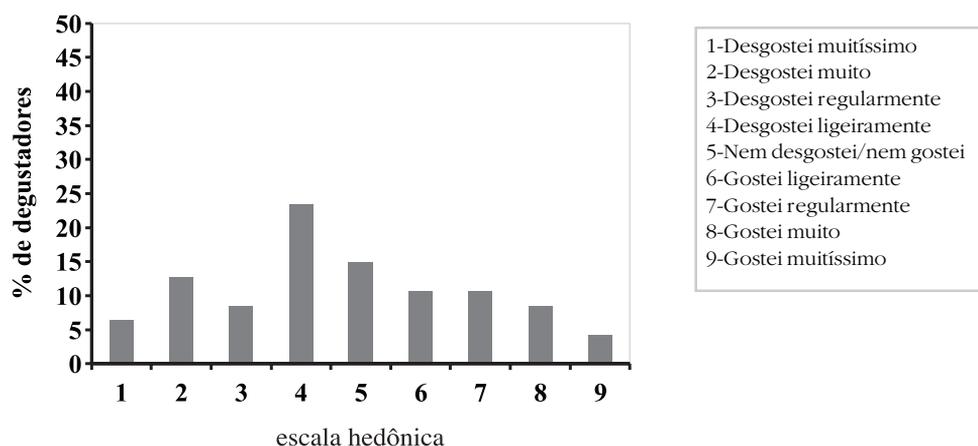


Figura 5 Distribuição dos provadores (%) em função dos valores hedônicos para textura

A amostra obtida foi submetida à análise em texturômetro: a força requerida para imprimir uma compressão de 25% no pão sem glúten foi de 7 N, 16 vezes maior do que a necessária para o pão tradicional (0,43 N) e, semelhante à força requerida no pão tradicional caseiro (6 N). A Figura 6 mostra as forças obtidas nas medições consecutivas realizadas na amostra. As forças realizadas nas duas primeiras medições apresentam valores próximos, no entanto a força requerida na última compressão é em média 3 vezes menor que as forças iniciais. Este fato deve-se ao miolo da amostra estar rompido na última medição, sendo necessária portanto uma força menor para se realizar a compressão.

A média dos valores obtidos por característica sensorial, as porcentagens ≥ 6 (valores referentes à escala hedônica - 6,7, 8 e 9) da distribuição dos provadores e a porcentagem de aceitação avaliadas do pão sem glúten estão apresentadas na Tabela 3.

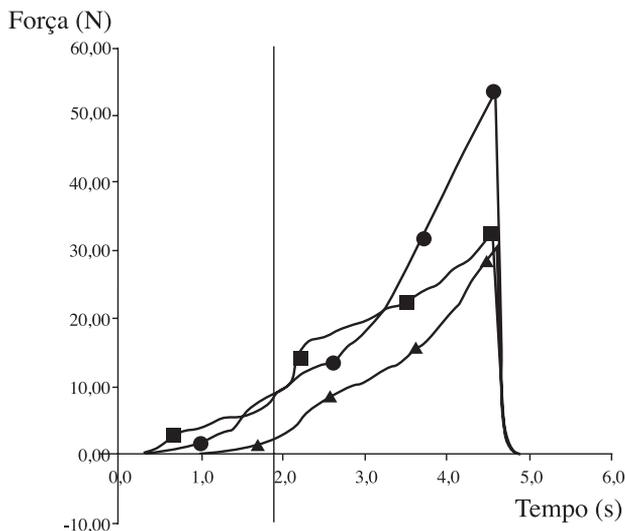


Figura 6 Forças obtidas a partir de três medições sucessivas realizadas para a amostra do pão

Tabela 3 Média dos valores obtidos, porcentagem ≥ 6 e aceitação segundo as características avaliadas do pão sem glúten

Características	Média*	%valores ≥ 6	Aceitação**
Aparência	6,30 ^a	72,34 %	Aceito
Aroma	6,34 ^a	76,59%	Aceito
Cor	6,34 ^a	70,2%	Aceito
Sabor	6,17 ^a	68,08%	Aceito
Textura	4,70 ^b	34,05%	Não aceito

n=47 provadores

*letras iguais não tem diferença estatisticamente significante($p < 0,05$).

**aceito quando $> 50\%$

Os resultados obtidos pela ANOVA referentes a avaliação das características do pão podem ser observados na Tabela 4, onde F é tabelado para 5% = 2,52. Assim, verificou-se existir diferença estatisticamente significativa entre as médias com relação à aceitação entre pelo menos duas das características ao nível de 5% de significância e entre os provadores. Através do teste de Tukey (comparação de médias), verificou-se que as características de aparência, aroma, cor e sabor diferiram estatisticamente ao nível de 5% de significância da textura (Tabela 3), fato que pode ser observado na distribuição dos provadores em função da escala hedônica (Figura 5).

Tabela 4 ANOVA das características do pão

	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Soma dos médios quadrados	F
Características	4	95,3872	23,8468	10,5931*
Provador	46	449,1914	9,76503	4,3378*
Resíduo	184	414,2127	2,2512	
Total	234	958,7913		

F(0,05)=2,52

* significativo

DISCUSSÃO

Depois da farinha de trigo o amido mais utilizado em preparações é o de milho nas diversas formas de comercialização: farinha, fubá e amido. Para a sua aplicação no pão, levou-se em consideração seu teor de amilose responsável pela rigidez das massas, tendo a amilopectina pouca ou nenhuma contribuição para esta característica, (BOBBIO e BOBBIO, 1989; CASE et al. 1998) e sua diversidade em granulação, importante no processo de gelatinização.

Outra fonte é a batata que confere sabor e maciez podendo ser utilizada no preparo de pães (GONSALVES, 1992), no entanto o pão produzido com o tubérculo não apresentava elasticidade adequada, dificultando a modelagem, optando-se portanto por sua retirada do produto final.

A mandioca (polvilho e farinha torrada ou crua) foi utilizada no preparo dos pães devido às propriedades de elasticidade que possui (CEREDA, 1996), conferindo também relativa gomosidade, necessária ao pão francês. A quantidade de polvilho utilizada foi controlada, considerando-se que seu excesso produz sabor e aroma azedo forte, não característicos de pão.

A granulometria da farinha utilizada deve ser considerada, já que o tamanho das partículas influencia na superfície total exposta, conseqüentemente determina a capacidade de absorção, quanto menor a partícula maior a área de contato, com conseqüente maior absorção (EL-DASH et al. 1986). Desta forma, foram conduzidos testes com farinha de milho (flocos), fubá, observando-se a gelatinização do amido e, a elasticidade do produto final, em decorrência da granulometria do ingrediente utilizado. Como o produto obtido ficou gomoso e com gelatinização incompleta, comprometendo o pão, ambos foram retirados da preparação final.

Outra fonte de amido avaliada foi o de inhame. Destaca-se, entretanto que o inhame não é comumente utilizado para esse tipo de preparação mas estudo de CERAT (2000) mostrou ser este formador de gel de considerável firmeza, contribuindo principalmente com as características de estrutura e sabor. Na Tabela 2 encontra-se a formulação do produto.

O ovo incluído na formulação vem complementar a fonte de proteína, garantindo a estrutura (CALVEL, 1987), frágil pela ausência do glúten.

A seqüência dos ingredientes e as técnicas empregadas, além da utilização de amidos e outros ingredientes, foram importantes na obtenção de um produto final aceitável. A utilização de inhame quente, adicionado aos ingredientes secos, garantiu volume e gelatinização dos amidos. Outro fator que contribuiu com o volume foi o crescimento em ambiente aquecido e a técnica de sovar para a remoção do excesso de gás formado. A crosta característica de pão francês foi obtida através da pulverização da câmara de forneamento. O controle da temperatura do forno e do tempo de permanência da massa no mesmo garantiram adequado cozimento da massa, maciez e coloração do produto final.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos nas análises objetiva e sensorial, conclui-se que através da associação de ingredientes e de técnicas de preparo, é possível elaborar produto panificável sem glúten, com bons níveis de aceitação. Diversos tipos de amido podem ser utilizados, desde que respeitadas suas propriedades funcionais.

A associação das características de viscosidade, granulometria, elasticidade, consistência e sabor dos amidos utilizados, para obtenção de um produto aceitável, funções inerentes em grande parte da presença do glúten no produto tradicional, continua sendo um desafio para a realização de projetos nesta área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS/REFERENCE

- ARAUJO, M.S. *Falando de Panificação II*. São Paulo: W. Corgráfica Editora Limitada, 1996. 229p.
- BAARDSETH, P.; KVAAL, K.; LEA, P.; ELLEKJAER, M.R.; FAERGESTAD, E.M. The effects of bread making process and wheat quality on french baguettes. *J. Cereal Sci.* v. 32, p.73-87, 2000.
- BARBIERI, D. Doença celíaca. In: BARBIERI, D.; KODA, Y.K.L. *Doenças gastroenterológicas em pediatria*. São Paulo: Atheneu, 1996. p.176-188.
- BARERA, G.; MORA, S.; BRAMBILLA, P.; RICOTTI, A.; MENNI, L.; BECCIO, S.; BIANCHI, C. Body composition in children with celiac disease and the effects of a gluten-free diet: a prospective case-control study. *Am. J. Clin. Nutr.* v.72, p. 71-75, 2000.
- BISSET, W.M. Understanding diarrhoea. *Current paediatrics*. v. 11, n. 4, p. 291-295, 2001.
- BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. *Introdução à química de alimentos*. 2.ed. São Paulo: Varela, 1989. 223p.

- CALVEL, R. *O pão francês e os produtos correlatos: tecnologia e prática da panificação*. Fortaleza: J. Macedo S.A., – Comércio, Administração e Participações, 1987. 287p.
- CASE, S.E.; CAPITANI, T.; WHALEY, J.K.; SHI, Y.C.; TRZASKO, P.; JEFFCOAT, R.; GOLDFARB, H.B. Physical properties and gelation behavior of a low-amylopectin maize starch and other high-amylose maize starches. *J. Cereal Sci.* v. 27, p. 301-314, 1998.
- CERAT CENTRO DE RAÍZES E AMIDOS TROPICAIS. *Cará e Inhome*. Botucatu: Cerat, 2000. (CERAT/UNESP- Boletim Técnico).
- CEREDA, M.P. Amidos modificados. *Bol. SBCTA*, v.30, n.1, p.31-36, 1996.
- CORRAO, G.; CORAZZA, G.R.; BAGNARDI, V.; BRUSCO, G.; CIACCI, C.; COTTONE, M.; GUIDETTI, C.S.; USAI, P.; CESARI, P.I.; PELL, M.A.; LOPERFIDO, S.; VOLTA, U.; CALABRÓ, A.; CERTO, A. Mortality in patients with coeliac disease and their relatives: a cohort study. *Lancet*. v. 358, p.356-361. 2001.
- DEFLOOR, I.; DE GEEST, C.; SCHELLEKENS, M.; MARTENS, A.; DELCOUR, J.Á. Emulsifiers and/or extruded starch in the production of breads from cassava. *Cereal Chem.* v.68, n.4, p.323-327, 1991.
- EL-DASH, A.A.; CAMARGO, C.E.; DIAZ, N.M. *Fundamentos da Tecnologia de Panificação*. São Paulo. Coordenadoria da Indústria e Comércio, 1986. 349p. (Série tecnologia agroindustrial).
- FASANO, A.; CATASSI, C. Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum. *Gastroenterology*. v. 120, n. 3, p. 636-651, 2001.
- FRANCISCHI, M.L.P.; ORMENESE, R.C.S.; SPERANZA, S.M. *Textura aplicada a pães, biscoitos e massas alimentícias*. Campinas, Instituto de Tecnologia de Alimentos. 1998. 30p.
- GALEAZZI, M.A.M.; DOMEN, S.M.A.; SICHIERI, R. Estudo multicêntrico sobre consumo alimentar. *Rev. Núcl. Est. Pesq. Alim.* volume especial, 1997. 62p.
- GONSALVES, P.E. *Livro dos alimentos*. São Paulo: Martins Fontes, 1992. 265p.
- GRISWOLD, R.M. *Estudo experimental dos alimentos*. São Paulo: Edgar d Blücher, 1972. 469p.
- KUMAR, R.; LUMSDEN, A.; CICLITIRA, P.J.; ELLIS, H.J.; LAURIE, G.W. Human genome search in celiac disease using gliadin c-DNA as probe. *J. Mol. Biol.* v.300, n. 5, p. 1155-1167, 2000.
- MCWILLIAMS, M. *Foods experimental perspectives*. New York: Macmillan Publ. Com, 1989. p.455-77.
- MORAES, M.A.C. *Métodos para avaliação sensorial dos alimentos*. 6.ed. Campinas: UNICAMP, 1990. 85p.
- MURRAY, J.A. The widening spectrum of celiac disease. *Am. J. Clin. Nutr.* v.69, n.3, p.354-65, 1999.
- ORNELLAS LH. *Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos*. 7.ed. São Paulo: Atheneu Editora, 2001. 330p.
- PAVONE, L.; FIUMARA, A.; BOTTARO, G.; MAZZONE, D.; COLEMAN, M. Autism and celiac disease: failure to validate the hypothesis that a link might exist. *Biol. Psych.* v.42, n.1, p.72-75, 1997.
- REDLINGER, P.A.; SETSER, C.S.; DAYTON, A.D. Measurements of bread firmness using the instron universal testing instrument: differences resulting from test conditions. *Cereal Chem.* v.62, n.3, p.223-226, 1985.
- RYAN, B.M.; KELLEHER, D. Refractory celiac disease. *Gastroenterology*. v.119, n.1, p.243-251, 2000.
- SCHUPPAN, D. Current concepts of celiac disease pathogenesis. *Gastroenterology*. v.119, n.1, p.234-242, 2000.
- SDEPANIAN, V.L.; MORAIS, M.B.; FAGUNDESNETO, U. Doença celíaca: a evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição original até os dias atuais. *Arq. Gastroent.* v. 36, n. 4, p. 244-57, 1999.
- _____. Doença celíaca: características clínicas e métodos utilizados no diagnóstico de pacientes cadastrados na Associação de Celíacos do Brasil. *J. Ped.* v.77, n.2, p.131-138, 2001.
- SILVA, M.E.M.P. Tratamento dietético da doença celíaca. In: BARBIERI D., KODA, Y.K.L. *Gastroenterologia pediátrica*. São Paulo: Atheneu, 1996. p.189-91.

STONE, H.; SIDEL, J.L. Affective testing. In: STONE H.; SIDEL J.L. *Sensory evaluation on practices*. Orlando: Academic Press, 1985. p. 227-52.

WANG, L; FLORES, R.A. Effects of flour particle size on the textural properties of flour tortillas. *J. Cereal Sci.* v. 31, p.263-272, 2000.

Recebido para publicação 30/10/01.