

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE PÃO DE SAL ENRIQUECIDO COM FARINHA INTEGRAL DE LINHAÇA

JOÃO TOMAZ DA SILVA BORGES*
MÔNICA RIBEIRO PIROZI**
CLÁUDIA DENISE DE PAULA***
DANÚBIA LEITE RAMOS****
JOSÉ BENÍCIO PAES CHAVES*****

O presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito da utilização de farinha mista de trigo e linhaça integral nas proporções de 100:0 (F0), 90:10 (F10) e 85:15 (F15) nas características físico-químicas e sensoriais de pão de sal. A utilização de 10% e 15% de farinha de linhaça alterou a composição química dos pães, com destaque para o aumento nos teores de fibra alimentar e lipídios. Para esses pães seria permitida a alegação de “alto teor de fibras”, segundo a legislação brasileira. Esses pães apresentaram coloração mais escura, bem como redução de volume geral e específico e maior firmeza, indicando enfraquecimento da estrutura proteica da massa, com prejuízo para a capacidade de retenção de gases provenientes da fermentação. No teste sensorial (atributos aroma, cor, aparência, textura e impressão global), os pães F10 e F15 obtiveram escores localizados entre os termos “gostei moderadamente” e “gostei muito”, indicando boa aceitação para ambas as formulações. Os avaliadores apresentaram atitude positiva quanto à intenção de compra, tanto para F10 quanto para F15. Apesar de promover diminuição da qualidade tecnológica dos pães de sal, a incorporação de até 15% de farinha integral de linhaça mostrou-se promissora para sua comercialização em razão da aceitação do produto e seu conteúdo em componentes nutricionais.

PALAVRAS-CHAVE: FARINHA DE TRIGO; FARINHA DE LINHAÇA; PÃO DE SAL - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS; ANÁLISE SENSORIAL.

-
- * Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Professor, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Venda Nova do Imigrante, ES (e-mail: jtsborges@ifes.edu.br).
** Ph.D. em Ciência de Grãos, Professora, Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG (e-mail: mpirozi@ufv.br).
*** Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Professora, Departamento de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba, Córdoba, CO (e-mail: cdenise@sinu.unicordoba.edu.co).
**** Engenheira de Alimentos, DTA, UFV, Viçosa, MG (e-mail: danubia_ali@yahoo.com.br).
***** Doutor em Ciência de Alimentos, Professor, DTA, UFV, Viçosa, MG (e-mail: jbachaves@ufv.br).

1 INTRODUÇÃO

Os pães são considerados boa fonte de energia e nutrientes para o ser humano. A farinha refinada, obtida a partir do endosperma amiláceo, é basicamente fonte de carboidratos (BODROŽA-SOLAROV *et al.*, 2008). No entanto, pão fabricado com grão integral ou farinhas com alta taxa de extração (INSEL, TURNER e ROSS, 2003; VASCONCELOS *et al.*, 2006) apresentam maior valor nutricional, considerando que grande parte dos minerais, vitaminas, fibras, lipídios e proteínas são eliminados junto com o farelo. Trata-se de produto de elevado consumo, geralmente como lanches ou junto às refeições, sendo apreciado pela sua aparência, aroma, sabor, preço e disponibilidade. Por essa razão, o pão tem sido muito estudado em relação a características tecnológicas como a elasticidade da massa, o aspecto de crosta, a crocância, o volume, o sabor (SOMMIER *et al.*, 2005; BATTOCHIO *et al.*, 2006) e seu valor nutricional.

Vários estudos têm sido realizados com a finalidade de melhorar o valor nutritivo de pães, principalmente quanto ao teor e qualidade proteica, além do conteúdo de minerais, vitaminas e fibras alimentares. Pães obtidos a partir de farinhas mistas e farinhas integrais ou com adição de micro ou macronutrientes tem despertado a atenção de consumidores por sua contribuição ao suprimento de necessidades nutricionais diárias ou por disponibilizar substâncias com alegações de propriedades funcionais que previnem ou auxiliam o tratamento de doenças, como fibras, ácidos graxos essenciais e outros (KAJICHIMA, PUMAR e GERMANI, 2003; SKRBIC e FILIPCEV, 2008; HU *et al.*, 2009).

Diversas pesquisas evidenciaram os efeitos positivos da alimentação com linhaça para o tratamento e prevenção de doenças cardiovasculares, câncer, sintomas indesejáveis da menopausa e constipação, entre outras. A linhaça pode ser encontrada comercialmente como grão e farinha integral ou desengordurada. Atribui-se ao grão o sabor e aroma de nozes, podendo ser facilmente incorporado a diversos produtos (pães, biscoitos, bolos tipo “muffins”, biscoitos tipo “cookies” e bolos) ou na forma de farinhas (BATTOCHIO, 2007; LIMA, 2007; MENTES, BAKKALBAS e ERCAN, 2008).

A nutrição e a alimentação estão relacionadas à qualidade de vida e prevenção de doenças. As características físico-químicas, tecnológicas e sensoriais das matérias-primas e produtos processados são fatores importantes no planejamento, processamento, comercialização e consumo de produtos alimentícios. Sob os pontos de vista da nutrição e de saúde, o conhecimento da composição e funcionalidade dos alimentos forma o pilar da educação nutricional, adequando a ingestão de nutrientes ou componentes funcionais pelos indivíduos ou populações, visando a promoção e manutenção da saúde (DANTAS *et al.*, 2005; NEPA, 2006).

O presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito da utilização de farinha mista de trigo e linhaça nas características físico-químicas e sensoriais de pão de sal.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas como matérias-primas farinha de trigo especial (FT) e farinha integral de linhaça (FIL), adquiridas no comércio de Viçosa, Minas Gerais. As farinhas mistas foram preparadas em Amassadeira, modelo AE 40, marca G. Paniz, substituindo-se parte da farinha de trigo pela farinha integral de linhaça nas proporções de 100:00 (Controle, F0), 90:10 (F10) e 85:15 (F15). As matérias-primas foram colocadas no tacho coletor do equipamento e mantidas sob agitação constante, segundo manual do fabricante, durante 10 minutos, para garantir melhor uniformidade da mistura (G. PANIZ, 2011).

2.1 PRODUÇÃO DOS PÃES

Para produção dos pães foram utilizados farinhas (FT, F10 e F15), glúten vital de trigo (doador pela Granotec do Brasil S.A), fermento biológico fresco, açúcar refinado União, sal refinado, margarina cremosa com sal e melhorador em pó, adquiridos no comércio de Viçosa (Minas Gerais).

Os pães controle, F10 e F15, foram preparados pelo método de massa direta e processados nas condições usualmente utilizadas na panificadora da Central de Ensino e Desenvolvimento Agrário de Florestal (CEDAF), conforme formulação baseada em El-Dash, Mazzari e Germani (1994) (Tabela 1).

TABELA 1 - INGREDIENTES UTILIZADOS NAS FORMULAÇÕES DOS PÃES CONTROLE, F10 E F15

Ingredientes	Formulações (%) [*]		
	Controle	F10	F15
Farinha de trigo	100	90	85
Farinha integral de linhaça	0	10	15
Glúten vital de trigo	2,5	2,5	2,5
Fermento biológico fresco	5	5	5
Açúcar refinado	3	3	3
Sal refinado	2	2	2
Margarina	3	3	3
Melhorador em pó	0,5	0,5	0,5
Água	58	60	60

^{*} Ingredientes em relação a 100% do total de farinhas mistas (Baker's, %).

Os ingredientes secos foram misturados durante 2 minutos em Amassadeira G Paniz, modelo AE 40, com posterior adição de água. Após um minuto de agitação acrescentou-se a margarina, prosseguindo a mistura por mais sete minutos até obtenção de massa lisa e homogênea. A massa foi cilindrada em Laminador, modelo CSP 600, dividida e modelada em Divisora, modelo DV 30, e Modeladora, mod. MPS 350, respectivamente (G. PANIZ, 2011). As massas modeladas foram dispostas em formas assadeiras para pão de sal, com 5 tiras, 58 cm x 70 cm, fermentadas em Câmara Climática Venâncio, modelo AC20T, a 40 °C por 2 horas e posteriormente assadas em forno Tedesco, a gás, modelo FTT 240, a 160°C por 18 minutos.

2.2 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DOS PÃES

2.2.1 Composição centesimal

Analisou-se a composição centesimal das amostras segundo metodologia da AOAC, sendo umidade (Método 925-10, AOAC 1996); lipídios (Método 920-85, AOAC 1996), proteína (Método 960-52, AOAC 1996), cinzas (Método 923-03, AOAC 1996), fibra alimentar (Método 985.29, AOAC 1997) e carboidratos (por diferença).

2.3 COR DO MIOLO DOS PÃES

A quantificação objetiva de cor das amostras foi efetuada em colorímetro triestímulo, com leitura direta de reflectância das coordenadas de cromaticidade "L" (luminosidade), "a" (tonalidades de vermelho a verde) e "b" (tonalidades de amarelo a azul), empregando-se a escala Hunter-Lab. Nesse sistema de cor, corrigido pela CIELab, os valores L* (luminosidade) variam de zero (preto) a 100 (branco), os valores de a* variam de -a* (verde) até +a* (vermelho) e os de b* variam de -b* (azul) até +b* (amarelo) (HUNTERLAB, 1998). Os pães foram divididos em três partes iguais, sendo utilizado o terço médio em fatias de 25 mm de espessura. Os valores correspondentes às coordenadas de cromaticidade L*, a* e b* foram obtidos por meio de leitura direta das fatias de pão submetidas ao colorímetro.

2.4 VOLUME GERAL E ESPECÍFICO DOS PÃES

A massa dos pães foi determinada em balança de precisão e expressa em gramas, sendo o volume total (VT) obtido pelo método de deslocamento de sementes (Método 10-05, AACC, 2001) e o volume específico (VE) pela divisão do volume do pão (cm³) pela sua massa (g) (EL-DASH, 1978; EL-DASH, CAMARGO e DIAZ, 1982).

2.5 FIRMEZA DOS PÃES

A análise de firmeza foi realizada nos pães após 1 hora do assamento por teste de compressão do miolo (Método 74-09, AACC, 1999), utilizando-se máquina universal de ensaios mecânicos (INSTRON, modelo 3367, EUA, 2005), equipada com célula de carga de 50 N e probe cilíndrico de 55 mm de diâmetro, sendo o resultado expresso em Newton (N). Os parâmetros

utilizados foram 40% de taxa de compressão, velocidade de teste 0,6 mm/s e velocidade de retorno de 1 mm/s. Os pães foram divididos em três partes iguais, sendo utilizadas fatias de 25 mm de espessura obtidas do terço médio de cada unidade.

2.6 TESTE DE ACEITAÇÃO SENSORIAL E INTENÇÃO DE COMPRA DOS PÃES

Os atributos aroma, cor, aparência, sabor, textura e impressão global dos pães F10 e F15 foram avaliados quanto à aceitação sensorial, utilizando-se escala hedônica estruturada de nove pontos (ANZALDÚA-MORALES, 1994) e intenção de compra mediante escala de 5 pontos (Figura 1).

AVALIAÇÃO SENSORIAL E INTENÇÃO DE COMPRA		Data: ___/___/___
Nome: _____		
Sexo: M () F () Idade: _____ a. Escolaridade: _____		
1. TESTE SENSORIAL DE ACEITAÇÃO		
Por favor, prove a amostra e avalie as características à direita de acordo com a escala abaixo.		
9- Gostei extremamente	Atributos	Nota
8- Gostei muito	Aroma	_____
7- Gostei moderadamente	Cor:	_____
6- Gostei ligeiramente	Aparência:	_____
5- Indiferente	Sabor:	_____
4- Desgostei ligeiramente	Textura:	_____
3- Desgostei moderadamente	Impressão global:	_____
2- Desgostei muito		
1- Desgostei extremamente		
Comentários: _____ _____		
2. INTENÇÃO DE COMPRA		
Indique na escala abaixo sua atitude se encontrasse este produto a venda. Se eu encontrasse Pão de sal contendo farinha integral de linhaça a venda, eu:		
<input type="checkbox"/> Certamente compraria.		
<input type="checkbox"/> Provavelmente compraria.		
<input type="checkbox"/> Tenho dúvidas se compraria.		
<input type="checkbox"/> Provavelmente não compraria.		
<input type="checkbox"/> Certamente não compraria.		
Comentários: _____ _____		

FIGURA 1 - FICHA DE RESPOSTA PARA TESTE DE ACEITAÇÃO SENSORIAL E INTENÇÃO DE COMPRA DOS PÃES F10 E F15

As amostras dos pães F10 e F15 foram servidas monadicamente, de acordo com delineamento inteiramente casualizado, com 138 julgadores não treinados (consumidores), com idade entre 9 e 75 anos, de ambos os sexos, residentes na cidade de Florestal (MG).

2.7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Empregou-se delineamento inteiramente casualizado com 3 formulações (Controle, F10, F15) e 3 repetições, totalizando 9 unidades experimentais. Todas as análises foram feitas em triplicata. Para comparar as médias das análises físico-químicas, de cor e de firmeza do miolo em função do nível de substituição de FT pela FIL usou-se a análise de variância (ANOVA) e o teste de Dunnett, com nível de significância de 5%. Os resultados do teste de aceitação sensorial foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa Statistical Analysis System (SAS, 1996) versão 9.1, licenciado para a Universidade Federal de Viçosa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

A Tabela 2 apresenta os resultados da composição química dos pães Controle, F10 e F15. Pode-se verificar que a substituição parcial da FT pela FIL aumentou significativamente ($p < 0,05$) os teores de lipídios, cinzas e fibra alimentar total, sendo o teor de proteína maior em F15. Resultados semelhantes foram observados por Oliveira, Pirozi e Borges (2007) ao substituírem 10% da farinha de trigo por farinha de linhaça na formulação de pão de sal.

TABELA 2 - COMPOSIÇÃO EM UMIDADE, LIPÍDIOS, CINZAS, FIBRA ALIMENTAR TOTAL, SOLÚVEL E INSOLÚVEL, PROTEÍNA E CARBOIDRATOS DOS PÃES CONTROLE, F10 E F15 (DADOS EM BASE ÚMIDA)

Componentes (%)	Pães		
	Controle	F10	F15
Umidade	30,99 ± 0,66	32,32* ± 0,08	34,03* ± 0,20
Cinzas	2,02 ± 0,04	2,22* ± 0,01	2,30* ± 0,01
Lipídios	2,17 ± 0,05	5,66* ± 0,01	5,77* ± 0,02
Fibra Alimentar total	2,57 ± 0,04	5,85* ± 0,18	7,08* ± 0,01
Solúvel	1,03 ± 0,06	1,75* ± 0,03	2,12* ± 0,08
Insolúvel	1,54 ± 0,09	4,10* ± 0,10	4,96* ± 0,33
Proteína	13,57 ± 0,22	13,73 ^{ns} ± 0,16	14,19* ± 0,13
Carboidratos	48,67 ± 0,50	40,23* ± 0,27	36,63* ± 0,20

* Representa diferença significativa em relação ao controle pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo.

Os pães F10 e F15 apresentaram teores médios de umidade superiores ($p < 0,05$) ao pão Controle. Esse resultado demonstra que a incorporação de FIL na formulação favoreceu maior retenção de água no produto final. Isto pode estar relacionado diretamente ao aumento da absorção de água, principalmente devido ao grande número de grupos hidroxila presentes na estrutura das fibras alimentares, permitindo maior interação com a água por meio de ligações de hidrogênio. Resultados similares foram obtidos por Maciel (2006) e Lima (2007) em biscoito tipo “cracker” e pães de forma, respectivamente. Os valores registrados enquadraram-se no limite de até 38%, conforme recomendações da ANVISA (2000).

Com o aumento nos níveis de incorporação de farinha de linhaça, observou-se incremento no conteúdo de cinzas nos pães F10 e F15 em comparação com o Controle (Tabela 2). Hussain *et al.* (2006) e Maciel (2006) também observaram elevação no teor de cinzas quando adicionaram farinha de linhaça em “cookies” e biscoito tipo “cracker”, respectivamente. Tais diferenças são também atribuídas aos minerais presentes na farinha de linhaça.

Os teores lipídicos para F10 e F15 apresentaram-se, em média, 2,6 vezes superiores ao encontrado para o Controle em razão da composição lipídica da farinha integral de linhaça em relação à farinha de trigo. O aumento nos teores lipídicos pode ser favorável para a manutenção das características para consumo durante o armazenamento do pão. Zambrano *et al.* (2002) explicaram que esse componente atua nas paredes das bolhas de gás, aumentando sua impermeabilização e resistência à saída de umidade, retardando a retrogradação do amido e o envelhecimento do pão, que tornam o miolo mais firme, dando a sensação de produto seco ao ser ingerido.

A linhaça contém predominância de lipídios polares que formam complexos com as proteínas durante o processo de mistura, melhorando as características reológicas e propriedades funcionais do glúten e influenciando positivamente a capacidade de retenção de gás na massa e o volume do pão (OOMAH, MAZZA e PRZYBYLSKI, 1996; GÓMEZ *et al.*, 2003; LI, DOBRASZCZYK e WILDE, 2004; MCCANN *et al.*, 2009).

Produtos de panificação à base de farinhas integrais, geralmente apresentam elevado teor lipídico. A farinha de linhaça contém alta concentração de ácidos graxos poliinsaturados, que representa problema potencial para a sua estabilidade devido susceptibilidade à ocorrência de reações de rancificação durante o armazenamento. Entretanto, esses efeitos podem ser eliminados pela ação do calor empregado no assamento sobre as enzimas catalisadoras dessas reações (peroxidases e lípases) e também pela presença de substâncias antioxidantes como tocoferol, vitamina C, lignanos nessa matéria-prima (FREITAS e MORRETTI, 2006; MACIEL, PONTES e RODRIGUES, 2008; MOURA, 2008). Moraes *et al.* (2010) não verificaram alterações na estabilidade oxidativa de bolos contendo concentrações de 5 a 30% de farinha de linhaça. Tais resultados foram atribuídos ao efeito protetor de componentes antioxidantes naturalmente presente nessa farinha. Esses estudos permitem sugerir que pães de sal contendo concentrações de até 15% de farinha de linhaça podem manter suas características sensoriais e estabilidade oxidativa. Considera-se ainda que o pão de sal (ou “pão frances”) não é destinado ao armazenamento por longos períodos, sendo geralmente consumido no mesmo dia de sua produção.

A incorporação de farinha de linhaça aumentou os valores de fibra alimentar total de F10 e F15 em aproximadamente 128% e 124%, respectivamente, em relação ao Controle. Resultados semelhantes foram obtidos por Vasconcelos *et al.* (2006) em pães de forma contendo farinha de trigo especial e soja integral. Altos teores de fibra foram também verificados por Justo *et al.* (2007) em pães provenientes de farinhas mistas de trigo:linhaça:soja nas proporções de 85:10:05, cujo resultado foi atribuído ao conteúdo de fibra alimentar presente na linhaça.

A presença de fibra alimentar nos alimentos é de grande interesse para a saúde, já que têm sido relatados numerosos estudos que indicam seu papel na redução do risco de enfermidades como diverticulite, câncer de cólon, obesidade, problemas cardiovasculares e diabetes (DERIVI e MENDEZ, 2001; PARK e ARAYA, 2001).

Embora os efeitos fisiológicos decorrentes do consumo da fibra alimentar sejam amplamente reconhecidos é importante determinar o tipo de fibra presente em cada alimento pelo menos quanto a sua solubilidade em água. Isto porque alguns benefícios como a redução da colesterolemia e da glicemia têm sido relacionados com a fração solúvel (CHERBUT *et al.*, 1997; ANDERSON *et al.*, 2000; DERIVI e MENDEZ, 2001). No presente trabalho verificou-se aumento de aproximadamente 70% e 105% de fibra solúvel e de 166% e 222% de fibra insolúvel nos pães F10 e F15, respectivamente.

Para se declarar que o alimento é fonte de fibras alimentares, de acordo com a ANVISA (1998), o mesmo deve conter no mínimo 3% de fibras e o alimento com alto teor de fibras, no mínimo 6%. Com base nesses valores e nos teores de fibra alimentar das formulações contendo farinha integral de linhaça (F10 e F15), conforme demonstrado na Tabela 2, pode-se dizer que ambos os produtos são alimentos com alto teor de fibras.

A substituição de 15% de FT pela FIL aumentou ($p < 0,05$) o teor de proteína total dos pães, o que é interessante sob o aspecto nutricional (POSSAMAI, 2005; MORRIS, 2007). Por outro lado, considerando aspectos tecnológicos, pode ser indesejável, pois essas proteínas não são formadoras de glúten. Podem, portanto, enfraquecer a estrutura proteica da massa, reduzindo sua elasticidade e viscosidade. Resultado semelhante foi observado por Doxastakis *et al.* (2002), Ribotta *et al.* (2005), Maforimbo *et al.* (2006) e Roccia *et al.* (2009) ao avaliarem a influência da adição de outras fontes proteicas (lupin, soja e cacau) em mistura à farinha de trigo nas propriedades reológicas da massa. Segundo esses autores, tais proteínas promovem a interrupção na estrutura tridimensional do glúten, prejudicando sua capacidade de retenção de gases, o que, juntamente com outros componentes da farinha de linhaça, ajudam a elucidar as alterações observadas no presente estudo.

A diminuição significativa nos carboidratos dos pães F10 e F15 pode ser interpretada como redução no teor de amido. Conforme afirmam Queji, Schemin e Trindade (2006), esse componente desempenha importante função no processo de panificação por contribuir na formação da estrutura, consistência e textura do miolo, no aumento de volume e também no envelhecimento

de pães. Os resultados, no entanto, encontram-se em acordo com aqueles verificados por Lima (2007) e Oliveira, Pirozi e Borges (2007) ao utilizarem farinha integral de linhaça na elaboração de pães de forma e pão de sal, respectivamente. Škrbic *et al.* (2009) também obtiveram redução no teor de carboidratos ao produzirem pães a partir de farinhas mistas de trigo integral e refinado. Para tais autores, as farinhas integrais e seus derivados geralmente apresentam menor quantidade desse componente.

Conforme afirmam Carvalho e Alfenas (2008), o elevado consumo de carboidratos tem sido associado ao aumento da obesidade, às dislipidemias, à intolerância à glicose/*diabetes mellitus* e à resistência insulínica, estando entre os fatores de risco das doenças cardiovasculares. Alimentos com alto índice glicêmico, como é o caso daqueles derivados de matérias-primas refinadas, como pães brancos por exemplo, proporcionam maior aumento da glicemia pós-prandial por serem digeridos e absorvidos mais rapidamente pelo organismo (POWELL, HOLT e MILLER, 2002; JIMÉNEZ-CRUZ *et al.*, 2004).

3.2 COR DO MIOLO DOS PÃES

Os resultados para luminosidade (L*) e coordenadas de cromaticidade a* e b* são mostrados na Tabela 3.

TABELA 3 - LUMINOSIDADE (L*) E COORDENADAS DE CROMATICIDADE a* E b* NO MIOLO DOS PÃES DE SAL F10, F15 EM COMPARAÇÃO COM O CONTROLE

Coordenadas de cromaticidade	Pães		
	Controle	F10	F15
L*	82,57 ± 0,44	68,40* ± 0,07	66,73* ± 0,10
a*	0,06 ± 0,01	1,37* ± 0,04	1,09* ± 0,01
b*	13,78 ± 0,17	15,06* ± 0,23	14,54* ± 0,05

* Representa diferença significativa em relação ao Controle pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade.

Os pães F10 e F15 apresentaram-se mais escuros quando comparados ao Controle, demonstrado pela redução nos valores de luminosidade e maior tendência ao vermelho, indicando que a pigmentação marrom escura da farinha de linhaça interferiu na cor dos pães. Resultados semelhantes foram observados por Alpaslan e Hayta (2006) e Conforti e Davis (2006) ao utilizarem farinha de linhaça no processamento de pães. Koca e Anil (2007) verificaram que a crosta e o miolo de pães contendo farinha de linhaça apresentaram tonalidade mais escura quando comparada ao pão controle à base de farinha de trigo.

A farinha de linhaça é mais escura do que a farinha de trigo, sendo esperado miolo mais escuro conforme se aumenta o teor dessa farinha na formulação dos pães. Apesar da preferência do consumidor por pães de miolo branco, a cor obtida é característica de produtos integrais e os consumidores costumam associá-la com produtos mais saudáveis.

3.3 VOLUME GERAL E ESPECÍFICO DOS PÃES

Os volumes, geral e específico, dos pães produzidos são apresentados na Tabela 4, podendo-se notar sua redução em comparação ao Controle. Embora a FIL tenha favorecido a diminuição do volume, os valores encontrados ficaram próximos àqueles citados por Esteller e Lannes (2005) para pão francês (4,63 mL/g).

TABELA 4 - EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DA FARINHA DE TRIGO PELA FARINHA DE LINHAÇA NO VOLUME TOTAL (VT) E VOLUME ESPECÍFICO (VE) DOS PÃES F10 E F15 EM COMPARAÇÃO COM O PÃO CONTROLE

Variáveis	Pães		
	Controle	F10	F15
VT (mL)	434,00 ± 3,61	301,67* ± 2,08	310,00* ± 1,00
VE (mL/g)	7,79 ± 0,12	4,46* ± 0,03	4,12* ± 0,05

* Representa diferença significativa em relação ao controle pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade.

A diluição do glúten em formulações contendo farinhas mistas de trigo e outras farinhas isentas dessa proteína é responsável pela baixa retenção de CO₂ oriundo da fermentação, tendo como principal consequência a redução de volume e aumento da densidade no produto (SHARMA e CHAUHAN, 2000). Essa redução no volume dos pães pode estar relacionada também à presença de fibras na mistura. Resultados semelhantes foram obtidos por Conforti e Davis (2006) ao produzirem pão de sal contendo farinha integral de linhaça. Segundo Katina *et al.* (2006), as fibras causam problemas de qualidade por enfraquecerem a estrutura dos pães, diminuindo o volume e a elasticidade do miolo. Essa interferência foi também constatada por Dhingra e Jood (2004), Couto (2007) e Soares Júnior *et al.* (2008) ao utilizarem farinha de cevada, farinha de casca de pequi e farelo de arroz, respectivamente, em substituição parcial à farinha de trigo na formulação de pães.

3.4 FIRMEZA DOS PÃES

A análise de firmeza demonstrou valor significativamente menor para o pão Controle (1,40 N) em relação aos pães com linhaça F10 (7,32 N) e F15 (6,12 N) pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. Assim como o sabor, a textura constitui importante indicador de qualidade dos alimentos. A firmeza e crocância de pães de sal são as mais evidentes características de textura observadas pelos consumidores, influenciando grandemente a aceitabilidade do produto (KOWASLKI, CARR e TADINI, 2002).

A firmeza de pães está relacionada com a força aplicada para ocasionar deformação ou rompimento da amostra e pode ser correlacionada com a mastigação humana. A força máxima avaliada para produtos panificados depende da formulação (qualidade da farinha, quantidade de açúcares, gorduras, emulsificantes, enzimas, adição de glúten e melhoradores de farinha), umidade da massa e conservação (tempo de fabricação do produto e embalagem) (ROUDAUT *et al.*, 2002; LUYTEN, PLIJTER e VAN VLIET, 2004; ESTELLER e LANNES, 2005).

Os resultados obtidos neste estudo estão de acordo com aqueles registrados por Alpaslan e Hayta (2006) e Oliveira, Pirozi e Borges (2007) ao avaliarem a firmeza em pães de sal, tipo francês, contendo farinha integral de linhaça. Moura (2008) também verificou que a adição de sementes de linhaça nas concentrações de 3%, 6% e 9% interferiu na dureza de pães de forma, apresentando aumento de 42,39%, 23% e 49,45% em relação ao controle, respectivamente.

3.5 TESTE DE ACEITAÇÃO SENSORIAL DOS PÃES

A aceitação sensorial dos atributos textura, aparência, aroma, cor e impressão global mostrou-se similar entre as formulações F10 e F15, sendo observada diferença significativa ($p < 0,05$) apenas para o atributo sabor (Tabela 5). Ambas as formulações obtiveram notas médias localizadas entre os termos “gostei moderadamente” e “gostei muito”. Resultados semelhantes foram também verificados por Lima (2007).

As principais observações feitas pelos julgadores envolveram pouca ou nenhuma alteração entre as formulações avaliadas. Muitos definiram o pão contendo FIL como saboroso, de massa leve, crocante e saudável. Apesar do pão com linhaça ter apresentado maior firmeza na análise instrumental, essa diferença não foi constatada na avaliação do atributo textura pelos julgadores.

TABELA 5 - ESCORES SENSORIAIS DOS ATRIBUTOS TEXTURA, APARÊNCIA, AROMA, COR, SABOR E IMPRESSÃO GLOBAL DOS PÃES F10 E F15¹

Atributos sensoriais	Pães	
	F10	F15
Textura	8,17a ± 0,99	7,97a ± 1,05
Aparência	7,94a ± 1,29	7,88a ± 1,13
Aroma	8,06a ± 0,96	8,14a ± 0,98
Cor	7,83a ± 1,21	7,90a ± 1,15
Sabor	8,25a ± 1,00	8,00b ± 1,05
Impressão Global	8,19a ± 0,96	8,05a ± 1,03

¹ Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de F.

As médias para sabor mostradas na Tabela 6 indicam a boa aceitação de ambas as formulações, sugerindo que a FIL contribui positivamente para o sabor dos pães, embora tenha ocorrido diferença ($p < 0,05$) entre as amostras. A formulação com 10% de farinha de linhaça obteve o maior escore (8,25). Mathias *et al.* (2008) avaliaram pães industriais obtidos a partir de farinha de trigo e linhaça nas proporções de 83:17, 66:34 e 49:51 em relação à aceitação global e verificaram que menores níveis de linhaça promoveram melhor aceitabilidade do produto pelos consumidores.

3.6 INTENÇÃO DE COMPRA DOS PÃES

Pode-se verificar pela Figura 2 que os consumidores apresentaram atitude positiva quanto à intenção de compra para ambos os pães.

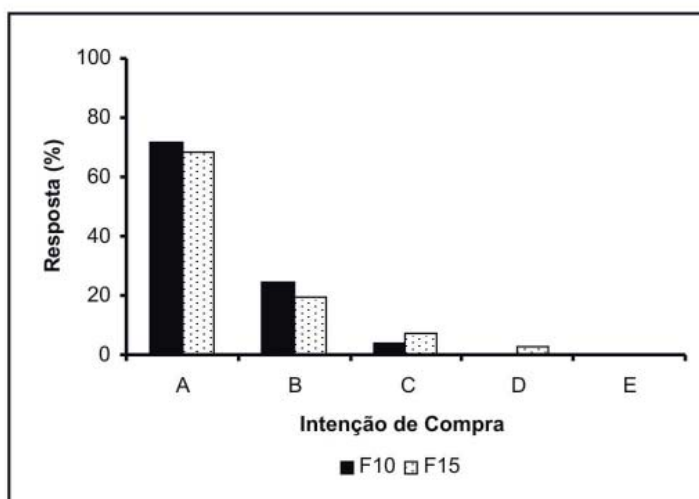


FIGURA 2 - INTENÇÃO DE COMPRA DOS PÃES F10 E F15

A: Certamente compraria. B: Provavelmente compraria. C: Tenho dúvidas se compraria. D: Provavelmente não compraria. E: Certamente não compraria.

Dentre os 138 julgadores que avaliaram os pães, 71,74% e 68,12% revelaram que certamente comprariam (escore 5) os pães F10 e F15, respectivamente. Esses resultados demonstram o interesse dos consumidores pelos produtos, não tendo sido observada rejeição de nenhuma das duas formulações.

4 CONCLUSÃO

A utilização de farinha de linhaça alterou a composição química dos pães F10 e F15, com destaque para o aumento nos teores de fibra alimentar e lipídios de aproximadamente 2,6 vezes ao do Controle. Para esses pães seria permitida a alegação de “alto teor de fibras”, segundo a legislação brasileira.

A presença de farinha de linhaça interferiu nas coordenadas cromáticas L*, a* e b* de modo que os pães F10 e F15 ficaram mais escuros. Houve redução significativa de volume (geral e específico) e maior firmeza, indicando enfraquecimento da estrutura proteica da massa, com prejuízo na capacidade de retenção de gases provenientes da fermentação.

No teste de avaliação sensorial dos atributos aroma, cor, aparência, textura e impressão global, os pães F10 e F15 alcançaram boa aceitação para ambas as formulações. Os avaliadores apresentaram atitude positiva quanto à intenção de compra (certamente compraria) tanto para F10, quanto para F15. Apesar de promover diminuição na qualidade tecnológica dos pães de sal, a incorporação de até 15% de farinha integral de linhaça foi promissora para comercialização do produto pela sua aceitação e conteúdo em componentes nutricionais.

ABSTRACT

PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY EVALUATION OF FRENCH-TYPE BREAD CONTAINING FLAXSEED FLOUR

The present work aimed to determine the effect of mixing flaxseed flour and wheat flour in the proportions of 100:0 (F0), 90:10 (F10) and 85:15 (F15) on the physicochemical and sensory characteristics of a French-type bread. The utilization of 10% and 15% of flaxseed flour mixtures altered the bread's chemical composition increasing the dietary fiber and lipids levels. According to the Brazilian regulations, these breads could be allowed to be sold under a “high fiber product” claim. These breads showed darker crumb and crust color, as well as a decrease in the total and specific volume, and an increase in firmness, which indicated a weakening of the gluten protein structure, and lower bread dough ability to retain the fermentation gases. The sensory analysis of F10 and F15 breads indicated good acceptance, and medium to high purchase intention, which were considered satisfactory results. Even implying a decrease in the breads technological characteristics, the use of 85:15 wheat:flaxseed composite flour stills shows potential for its production and marketing, due to its nutritional improvement and acceptance.

KEY-WORDS: WHEAT FLOUR; FLAXSEED FLOUR; FRENCH-TYPE BREAD – PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS; SENSORY ANALYSIS.

REFERÊNCIAS

- 1 ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 90, de 18 de outubro de 2000. Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de pão. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, out. 2000. Disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br>. Acesso em: 08 de junho de 2011.
- 2 ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n. 27, de 13 de janeiro de 1998. **Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 10 de junho de 2011.
- 3 ALPASLAN, M.; HAYTA, M. The effects of flaxseed, soy and corn flours on the textural and sensory properties of a bakery product. **Journal of Food Quality**, v.29, n.6, p.617-627, Dec. 2006.
- 4 AACC. American Association of Cereal Chemists. **Approved methods of AACC**. 8th ed. Saint Paul, 1999.
- 5 AACC. American Association of Cereal Chemists. **Guidelines for measurement of volume by rapeseed displacement**. Saint Paul, 2001.
- 6 ANDERSON, J.W.; ALLGOOD, L.D.; LAWRENCE, A.; ALTRINGER, L.A.; JERDACK, G.R.; HENGHOLD, D.A.; MOREL, J.G. Cholesterol-lowering effects of psyllium intake adjunctive to diet therapy in men and women with hypercholesterolemia: meta-analysis of controlled trials. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.71, n.2, p.472-479, Feb. 2000.

- 7 ANZALDÚA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. Zaragoza (España): Editorial Acribia, 1994. 198 p.
- 8 AOAC. Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis of AOAC International**. Virginia, 1996.
- 9 AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16th ed. Washington, 1997.
- 10 BATOCHIO, J.R.; CARDOSO, J.M.P.; KIKUCHI, M.; MACCHIONE, M.; MODOLO, J.S.; PAIXÃO, A.L.; PINCHELLI, A.M.; SILVA, A.R.; SOUSA, V.C.; WADA, J.K.A.; WADA, J.K.A.; BOLINI, H.M.A. Perfil sensorial de pão de forma integral. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.6, n.2, p.428-433, abr.-jun. 2006.
- 11 BATTOCHIO, J.R. **Bolo de linhaça diet**: desenvolvimento da formulação, determinação do perfil sensorial e estudos de consumidor. 2007. 128 p. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição)- Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.
- 12 BODROŽA-SOLAROV, M.; FILIPCEV, B.; KEVREŠAN, Z.; MANDIC, A.; ŠIMURINA, O. Quality of bread supplemented with popped *amaranthus cruentus* grain. **Journal of Food Process Engineering**, v.31, n.5, p.602-618, Oct. 2008.
- 13 CARVALHO, G.Q.; ALFENAS, R.C.G. Índice glicêmico: uma abordagem crítica acerca de sua utilização na prevenção e no tratamento de fatores de risco cardiovasculares. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.21, n.5, p. 577-587, set.-out. 2008.
- 14 CHERBUT, C.; AUBE, A.-C.; MEKKI, N.; DUBOIS, C.; LAIRON, D.; BARRY, J.-L. Digestive and metabolic effects of potato and maize fibres in human subjects. **British Journal of Nutrition**, v.77, n.1, p.33-46, Jan. 1997.
- 15 CONFORTI, F.D.; DAVIS, S.F. The effect of soya flour and flaxseed as a partial replacement for bread flour in yeast bread. **International Journal of Food Science and Technology**, v.41, Suppl.2, p.95-101, Dec. 2006.
- 16 COUTO, M.E. **Utilização da farinha de casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na elaboração de pão de forma**. 2007. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- 17 DANTAS, M.I.S.; DELIZA, R.; MINIM, V.P.R.; HEDDERLEY, D. Avaliação da intenção de compra de couve minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p.762-767, dez. 2005.
- 18 DERIVI, S.C.N.; MENDEZ, M.H.M. Uma visão retrospectiva da fibra e doenças cardiovasculares. In: LAJOLO, F.M.; SAURA-CALIXTO, F.; PENNA, E.W.; MENEZES, E.W. (Ed.). **Fibra dietética en iberoamérica: tecnología y salud**. São Paulo: Livraria Varela, 2001. Cap. 30. p. 411-430.
- 19 DHINGRA, S.; JOOD, S. Effect of flour blending on functional, baking and organoleptic characteristics of bread. **International Journal of Food Science and Technology**, v.39, n.2, p.213-222, Feb. 2004.
- 20 DOXASTAKIS, G.; ZAFIRIADIS, I.; IRAKLI, M.; MARLANI, H.; TANANAKI, C. Lupin, soya and triticale addition to wheat flour doughs and their effect on rheological properties. **Food Chemistry**, v.77, n.2, p.219-227, May 2002.
- 21 EL-DASH, A.A.; CAMARGO, C.O.; DIAZ, N.M. **Fundamentos da tecnologia de panificação**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio e Tecnologia, 1982. p.1-243.
- 22 EL-DASH, A.A. Standardized mixing and fermentation procedure for experimental baking test. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.55, n.4, p.436-446, Jul.-Aug. 1978.
- 23 EL-DASH, A.A.; MAZZARI, M.R.; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinha mista de trigo e milho na produção de pães**. Brasília: EMBRAPA-CTAA, 1994. v.1. p.42-88.
- 24 ESTELLER, M.S.; LANNES, S.C.S. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p.802-806, out.-dez. 2005.
- 25 FREITAS, D.G.C; MORETTI, R.H. Barra de cereias de elevado teor protéico e vitamínico: estabilidade enzimática e das vitaminas C e E durante o armazenamento. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.56, n.3, 269-274, set. 2006.
- 26 G.PANIZ INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS PARA ALIMENTAÇÃO. **Manual técnico**. Disponível em: <http://www.gpaniz.com.br>. Acesso em: 10 de junho de 2011.

- 27 GOMEZ, M.; RONDA, F.; BLANCO, C.A.; CABALLERO, P.A.; APESTEGUIA, A. Effects of dietary fibre on dough rheology and bread quality. **European Food Research and Technology**, v.216, n.1, p.51-56, Jan. 2003.
- 28 HU, G.; HUANG, S.; CAO, S.; MA, Z. Effect of enrichment with hemicellulose from rice bran on chemical and functional properties of bread. **Food Chemistry**, v.115, n.3, p.839-842, Aug. 2009.
- 29 HUNTERLAB INC. **User's manual with universal software**. Version 3.5. Reston, 1998.
- 30 HUSSAIN, S.; ANJUM, F.M.; BUTT, M.S.; KHAN, M.I.; ASGHAR, A. Physical and sensory attributes of flaxseed flour supplemented cookies. **Turkish Journal of Biology**, v.30, n.2, p.87-92, May 2006.
- 31 INSEL, P.; TURNER, R.E.; ROSS, D. **Discovering nutrition**. Sudbury, Massachusetts: American Dietetic Association, 2003. 612 p.
- 32 JIMÉNEZ-CRUZ, A.; TURNBULL, W.H.; BACARDI-GASCÓN, M.; ROSALES-GARAY, P. A high-fiber, moderate-glycemic-index, Mexican style diet improves dyslipidemia in individuals with type 2 diabetes. **Nutrition Research**, v.24, n.1, p.19-27, Jan. 2004.
- 33 JUSTO, M.B.; ALFARO, A.D.C.; AGUILAR, E.C.; WROBEL, K.; WROBEL, K.; GUZMÁN, G.A.; SIERRA, Z.G.; ZANELLA, V.M. Desarrollo de pan integral con soya, chía, linaza y ácido fólico como alimento funcional para la mujer. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.57, n.1, p.78-84, mar. 2007.
- 34 KAJISHIMA, S.; PUMAR, M.; GERMANI, R. Efeito da adição de diferentes sais de cálcio nas características da massa e na elaboração de pão francês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.2, p.222-225, maio/ago. 2003.
- 35 KATINA, K.; SALMENKALLIO-MARTTILA, M.; PARTANEN, R.; FORSSELL, P.; AUTIO, K. Effects of sourdough and enzymes on staling of high-fibre wheat bread. **LWT-Food Science and Technology**, v.39, n.5, p.479-491, Jun. 2006.
- 36 KOCA, A.F.; ANIL, M. Effect of flaxseed and wheat flour blends on dough rheology and bread quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.87, n.6, p.1172-1175, Apr. 2007.
- 37 KOWASLKI, M.B.; CARR, L.G.; TADINI, C.C. Parâmetros físicos e de textura de pão francês produzido na cidade de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2002, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: SBCTA, 2002. p.3133-3136.
- 38 LI, W.; DOBRASZCZYK, B.J.; WILDE, P.J. Surface properties and locations of gluten proteins and lipids revealed using confocal scanning laser microscopy in bread dough. **Journal of Cereal Science**, v.39, n.3, p.403-411, May 2004.
- 39 LIMA, C.C. **Aplicação das farinhas de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) no processamento de pães com propriedades funcionais**. 2007. 148 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal Ceará, Fortaleza, 2007.
- 40 LUYTEN, A.; PLIJTER, J.J.; VAN VLIET, T. Crispy/crunchy crusts of cellular solid foods: a literature review with discussion. **Journal of Texture Studies**, v.35, n.5, p.445-492, Oct. 2004.
- 41 MACIEL, L.M.B. **Utilização de farinha de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) no processamento de biscoito tipo "cracker"**: características físico-químicas, nutricionais e sensoriais. 2006. 114 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.
- 42 MACIEL, L.M.B.; PONTES, D.F.; RODRIGUES, M.C.P. Efeito da adição de farinha de linhaça no processamento de biscoito tipo *cracker*. **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.4, p.385-392, out.-dez. 2008.
- 43 MAFORIMBO, E.; SKURRAY, G.; UTHAYAKUMARAN, S.; WRIGLEY, C.W. Improved functional properties for soywheat doughs due to modification of the size distribution of polymeric proteins. **Journal of Cereal Science**, v.43, n.2, p.223-229, Mar. 2006.
- 44 MATHIAS, E.; MARQUES, C.; NOGUEIRA, D.; COSTA, I.; BRITO, L.; OLIVEIRA, M.R.; MACEDO, Y. Aceitabilidade de pães industrializados com diferentes teores de farinha de linhaça em substituição parcial de farinha de trigo. In: FÓRUM DE NUTRIÇÃO, 4., 2008, Salvador (BA). Disponível em: <http://nutricaoempauta.com.br>. Acesso em: 09 de junho de 2011.
- 45 MCCANN, T.H.; SMALL, D.M.; BATEY, I.L.; WRIGLEY, C.W.; DAY, L. Protein-lipid interactions in gluten elucidated using acetic-acid fractionation. **Food Chemistry**, v.115, n.1, p.105-112, Jul. 2009.

- 46 MENTES, O.; BAKKALBASSI, E.; ERCAN, R. Effect of the use of ground flaxseed on quality and chemical composition of bread. **Food Science and Technology International**, v. 14, n.4, p.299–306, Aug. 2008.
- 47 MORAES, E.A.; DANTAS, M.I.S.; MORAIS, D.C.; SILVA, C.O.; CASTRO, F.A.F.; MARTINO, H.S.D.; RIBEIRO, S.M.R. Sensory evaluation and nutritional value of cakes prepared with whole flaxseed flour. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.4, p.974-979, out.-dez 2010.
- 48 MORRIS, D.H. **Linaza - una recopilación sobre sus efectos en la salud y nutrición**. 4. ed. 2007. Disponible en: <http://www.flaxcouncil.ca>. Acceso en: 10 de jun. de 2011.
- 49 MOURA, N.C. **Características físico-químicas, nutricionais e sensoriais de pão de forma com adição de grãos de linhaça (*Linum usitatissimum*)**. 2008. 94 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- 50 NEPA. Núcleo de Estudos e Pesquisa em Alimentos. **Tabela brasileira de composição de alimento-TACO**. Versão 2. Campinas: UNICAMP, 2006. 114 p.
- 51 OLIVEIRA, T.M.; PIROZI, M.R.; BORGES, J.T.S. Elaboração de pão de sal utilizando farinha mista de trigo e linhaça. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.18, n.2, p.141-150, abr.-jun. 2007.
- 52 OOMAH, B.D.; MAZZA, G.; PRZYBYLSKI, R. Comparison of flaxseed meal lipids extracted with different solvents. **LWT-Food Science and Technology**, v.29, n.7, p.654-658, Nov. 1996.
- 53 PARK, D.N.; ARAYA, L.H. Fibra dietética y obesidad. In: LAJOLO, F.M.; SAURA-CALIXTO, F.; PENNA, E.W.; MENEZES, E.W. (Ed.) **Fibra dietética en iberoamérica: tecnología y salud**. São Paulo: Varela, 2001. Cap.27, p.371-384.
- 54 POSSAMAI, T.N. **Elaboração do pão de mel com fibra alimentar proveniente de diferentes grãos, sua caracterização físico-química, microbiológica e sensorial**. 2005. 82 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- 55 POWELL, K.F.; HOLT, S.H.; MILLER, J.C.B. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.76, n.1, p.5-56, Jul. 2002.
- 56 QUEJI, M.F.D.; SCHEMIN, M.H.; TRINDADE, J.L.F. Propriedades reológicas da massa de farinha de trigo adicionada de alfa-amilase. UEPG. **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v.12, p.21-29, ago. 2006.
- 57 RIBOTTA, P.D.; ARNULPHI, S.; LEON, A.E.; ANON, M.C. Effect of soybean addition on the rheological properties and breadmaking quality of wheat flour. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.85, n.11, p.1889-1896, Aug. 2005.
- 58 ROCCIA, P.; RIBOTTA, P.D.; PEREZ, G.T.; LEON, A.E. Influence of soy protein on rheological properties and water retention capacity of wheat gluten. **LWT-Food Science and Technology**, v.42, n.1, p.358-362, 2009.
- 59 ROUDAUT, G.; DACREMONT, B.; VALLES PAMIES, B.; COLAS, B.; LE MESTE, M. Crispness: a critical review on sensory and material science approaches. **Trends in Food Science and Technology**, v.13, n.6-7, p.217-227, jun.-jul. 2002.
- 60 SAS INSTITUTE. **The SAS system for windows (Statistical Analysis System), release 6.12 software**. Cary, 1996.
- 61 SHARMA, H.R.; CHAUHAN, G.S. Physicochemical and rheological quality characteristics of fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.) supplemented wheat flour. **Journal of Food Science and Technology**, v.37, n.1, p.87-90, 2000.
- 62 ŠKRBIĆ, B.; MILOVAC, S.; CODIG, D.; FILIPČEV, B. Effects of hull-less barley flour and flakes on bread nutritional composition and sensory properties. **Food Chemistry**, v.115, n.3, p.982-988, Aug. 2009.
- 63 ŠKRBIĆ, B.; FILIPČEV, B. Nutritional and sensory evaluation of wheat breads supplemented with oleic-rich sunflower seed. **Food Chemistry**, v.108, n.1, p.119-129, May 2008
- 64 SOARES JUNIOR, M.S.; BASSINELLO, P.Z.; LACERDA, D.B.C.L.; KOAKUZU, S.N.; GEBIN, P.F.C.; JUNQUEIRA, T.L.; GOMES, V.A. Características físicas e tecnológicas de pães elaborados com farelo de arroz torrado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.29, n.4, p.815-828, out.-dez. 2008.
- 65 SOMMIER, A.; CHIRON, H.; COLONNA, P.; VALLE, G.D.; ROUILLÉ, J. An instrumented pilot scale oven for the study of French bread baking. **Journal of Food Engineering**, v.69, n.1, p.97-106, Jul. 2005.

- 66 VASCONCELOS, A.C.; PONTES, D.F.; GARRUTI, D.S.; SILVA, A.P.V. Processamento e aceitabilidade de pães de forma a partir de ingredientes funcionais: farinha de soja e fibra alimentar. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.17, n.1, p.43-49, jan./mar. 2006.
- 67 ZAMBRANO, F.; ORMENESES, R.C.; PIZZINATTO, A.; ANJOS, V.D.A.; BRAGAGNOLO, N. Cookies com substituição parcial de gordura: composição centesimal, valor calórico, características físicas e sensoriais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.5, p.43-52, 2002.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida, aos Departamentos de Nutrição e Saúde e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa pela realização do experimento e à Granotec do Brasil S.A.