

## Desenvolvimento de pão de fôrma com a adição de farinha de “okara”

*Development of loaf bread with the addition of “okara” flour*

### Autores | Authors

**Leomar Hackbart da SILVA**  
**Luz Maria PAUCAR-MENACHO**  
**Claudia Aparecida VICENTE**  
**Antonio Sergio SALLES**  
**Caroline Joy STEEL**

Universidade Estadual de Campinas  
(UNICAMP)  
Faculdade de Engenharia de Alimentos  
e-mail: leomar@fea.unicamp.br  
lpaucar@fea.unicamp.br  
clauvicente@uol.com.br  
assalles@uol.com.br  
steel@fea.unicamp.br

### ✉ Yoon Kil CHANG

Universidade Estadual de Campinas  
(UNICAMP)  
Faculdade de Engenharia de Alimentos  
Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, s/n  
Caixa Postal: 6121  
CEP: 13083-862  
Campinas/SP - Brasil  
e-mail: yokic@fea.unicamp.br

✉ Autor Correspondente | Corresponding Author

Recebido | Received: 18/12/2008  
Aprovado | Approved: 02/12/2009

### ■ Resumo

Neste trabalho, estudou-se o efeito da adição de farinha de “okara” (resíduo da produção de leite de soja) sobre as características tecnológicas e o comportamento durante a estocagem de uma formulação de pão de fôrma. A “okara”, com 75% de umidade inicial, foi prensada e seca até 8% de umidade, em estufa a 65 °C por 4 h, moída e utilizada para substituir 0, 5, 10 e 15% da farinha de trigo na formulação de pão de fôrma. Avaliaram-se a composição química e a granulometria das farinhas de trigo e de “okara”, o volume específico dos pães e o teor de umidade, a textura e a cor dos pães nos dias 0, 4 e 7 de estocagem. Além disto, foi realizada análise sensorial nos dias 1 e 4 de estocagem. Os resultados indicam que o aumento da adição de farinha de “okara” reduziu o volume específico e a coesividade, aumentou a umidade, a dureza e a mastigabilidade, e intensificou a cor do miolo. Durante a estocagem, observaram-se a redução da umidade, o aumento da dureza e da mastigabilidade, e a diminuição da coesividade para todos os ensaios. As características sensoriais dos pães após quatro dias de estocagem foram alteradas, com a redução da aceitação do sabor e da textura, segundo a avaliação dos 35 julgadores. A adição de 10% de farinha de “okara” na formulação de pão de fôrma apresentou características tecnológicas e sensoriais aceitáveis, sendo esta a percentagem recomendada para a substituição da farinha de trigo utilizada neste estudo.

**Palavras-chave:** Pão de fôrma; “Okara”; Subproduto de soja.

### ■ Summary

The aim of this work was to study the effect of adding “okara” (soy milk production residue) flour to the wheat flour, on the technological properties and behaviour during storage of loaf bread. “Okara”, with an initial moisture content of 75%, was pressed and dried to 8% moisture content in an incubator at 65 °C for 4 h, milled and used to substitute 0, 5, 10 and 15 % of the wheat flour in a loaf bread formulation. The chemical composition and particle size of the wheat and “okara” flours were evaluated, and also the specific volume and moisture content of the loaves, and their texture and colour on days 0, 4 and 7 of storage. A sensory evaluation was also carried out on days 1 and 4 of storage. The results indicated that an increase in added “okara” flour reduced the specific volume, increased the moisture, increased hardness and chewiness, reduced cohesiveness and intensified the colour of the crumb. During storage, a decrease in moisture, an increase in hardness and in chewiness and a decrease in cohesiveness were observed in all trials. After 4 days storage, the sensory characteristics of the bread loaves were altered, with a reduction in acceptability for taste and texture according to the 35 judges. It was concluded that the addition of 10% “okara” flour to loaf bread yielded acceptable technological and sensory characteristics, this percentage being recommended for substitution of the wheat flour used in this study.

**Key words:** Loaf bread; “Okara”; Soybean residue.

## Desenvolvimento de Pão de Fôrma com a Adição de Farinha de “okara”

SILVA, L. H. et al.

### 1 Introdução

A soja, no Brasil, é um dos produtos agrícolas de maior importância econômica, tendo sua produção atingido volumes recordes nos últimos anos. Em 2007, o país foi o segundo maior produtor mundial de soja, com 58 milhões de toneladas, o que corresponde a 27% da safra mundial (FAO, 2008).

Na alimentação humana, devido ao elevado potencial de produção, baixo custo e alto valor nutricional, a soja tem sido destacada como importante fonte proteica vegetal, sendo seus principais produtos a farinha, o isolado e o concentrado proteico de soja, os quais têm sido utilizados principalmente como melhoradores tecnológicos de alimentos industrializados (LIU, 2000). Os inúmeros efeitos benéficos da soja e seus derivados não estão relacionados somente às suas proteínas, à fase oleosa e aos carboidratos, mas também à presença de outras substâncias, como as isoflavonas, as saponinas e as fibras (GENOVESE et al., 2005).

A produção de leite de soja e tofu resulta em uma grande quantidade de subproduto ou resíduo denominado “okara”. No processamento de 1 kg de grãos de soja, para a obtenção de extrato aquoso, se produz 1,1 kg de “okara” fresco, sendo que após a desidratação serão obtidos 250 g de farinha de “okara” (O'TOOLE, 1999). O “okara” contém elevada percentagem de fibras e proteínas com alto valor biológico, devido ao seu perfil de aminoácidos essenciais (MA et al., 1997; MATSUMOT et al., 2007).

A utilização da soja e seus derivados, como o resíduo do leite de soja (“okara”), na alimentação humana, na forma direta ou na incorporação destes em formulações de produtos de panificação, tem se mostrado uma excelente estratégia para incrementar o hábito de seu consumo, além de aumentar o valor nutricional e conferir características funcionais aos produtos.

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da substituição parcial da farinha de trigo em uma formulação de pão de fôrma pela farinha de “okara”, as características tecnológicas dessa substituição e o comportamento desse pão durante a estocagem.

### 2 Material e métodos

#### 2.1 Matérias-primas

Para a produção da farinha de “okara”, foi utilizado o resíduo de leite de soja “okara”, da variedade de soja BRS 259, procedente da planta de obtenção de leite de soja da Prefeitura de Nova Odessa-SP. Para a elaboração dos pães, foram utilizados: farinha de trigo especial, fornecida pela Cargill, com propriedades farinográficas (absorção de água 64%, tempo de desenvolvimento 9,0 min, estabilidade 13,7 min e índice de tolerância à mistura 10 UF), que a classificam entre forte

e muito forte, ideal para panificação; ácido ascórbico; propionato de cálcio; as enzimas Grindamyl™ A 4000 Bakery Enzyme, Grindamyl™ Power Bake 7200 Bakery Enzyme & Grindamyl™ Max-Life 25 Bakery Enzyme, e o emulsificante Panodan® 20 DATEM Dimodan® PH 200 Softener, fornecidos pela Danisco; leite em pó; açúcar refinado; sal comum; gordura hidrogenada e fermento biológico instantâneo foram adquiridos no mercado local de Campinas-SP, Brasil.

#### 2.1.2 Preparo da farinha de “okara”

O resíduo de leite de soja (“okara”) original possuía umidade inicial de 75%. Para transformá-lo em farinha de “okara”, foi necessário realizar uma prensagem em prensa manual, antes da secagem em estufa com circulação de ar, à temperatura de 65 °C, por 4 h, em camadas de 1 cm de espessura, até umidade final de 8%. Após a secagem, o produto foi triturado em multiprocessador modelo Mega Master, marca Walita, por 30 s, obtendo-se desta forma a farinha de “okara” para utilização nas formulações dos pães de fôrma.

#### 2.2 Caracterização físico-química das matérias-primas

A granulometria da farinha de trigo e da farinha de “okara” foi determinada pelo método 965-22 de CUNNIFF (1997), utilizando-se peneiras vibratórias. Colocaram-se 100 g de amostra no aparelho Produtest, equipado com seis peneiras, com aberturas de 14, 16, 35, 60, 80 e 100 *mesh*. O tempo de vibração foi de 30 min. As frações das farinhas retidas nas peneiras foram pesadas e os resultados obtidos expressos em percentagem.

A farinha de trigo e a farinha de “okara” foram caracterizadas quanto à composição química centesimal pela determinação dos teores de umidade, proteínas, lipídios, cinzas e fibras, utilizando-se, respectivamente, os métodos 44-15A, 46-13A, 30-10, 08-01 e 32-10 da AACC (2000). O teor de carboidratos foi calculado por diferença, sem considerar o teor de fibras, que faz parte dos carboidratos.

#### 2.3 Elaboração dos pães de fôrma com diferentes percentagens de farinha de “okara”

As formulações dos pães de fôrma com diferentes percentagens de farinha de “okara” (0, 5, 10 e 15%) encontram-se na Tabela 1.

A elaboração dos pães foi realizada pelo processo de panificação denominado “massa direta modificada”, sendo produzidos para cada formulação 4000 g de massa. O preparo dos pães consistiu na adição dos ingredientes na amassadeira HYPPOLITO automática espiral HAE10, homogeneização na velocidade lenta (40 rpm por 9,0 min) e adição de água gelada. Os ingredientes foram misturados na velocidade rápida (80 rpm por 5 min)

## Desenvolvimento de Pão de Fôrma com a Adição de Farinha de “okara”

SILVA, L. H. et al.

**Tabela 1.** Formulações dos pães de fôrma com farinha de “okara”.

Ingredientes	Formulações (%) <sup>1</sup>			
	1	2	3	4
Farinha de trigo	100	95	90	85
Farinha de “okara”	0	5	10	15
Açúcar refinado	6	6	6	6
Sal comum	2	2	2	2
Fermento biológico instantâneo	1,3	1,3	1,3	1,3
Acido ascórbico	0,01	0,01	0,01	0,01
Propionato de cálcio	0,3	0,3	0,3	0,3
Grindamyl™ A 4000 Bakery Enzyme	0,002	0,002	0,002	0,002
Grindamyl™ Power Bake 7200 Bakery Enzyme	0,02	0,02	0,02	0,02
Grindamyl™ Max-Life 25 Bakery Enzyme	0,03	0,03	0,03	0,03
Panodan® 20 DATEM	0,2	0,2	0,2	0,2
Dimodan® PH 200 Softener	0,3	0,3	0,3	0,3
Gordura hidrogenada	8	8	8	8
Leite em pó	4	4	4	4
Água	64,25	65,25	69,25	71,50

<sup>1</sup> A percentagem dos ingredientes das formulações é em relação ao total de farinha de trigo + farinha de “okara”.

para a formação da massa (até atingir o ponto de “véu”). Realizou-se o descanso da massa por 20 min e, posteriormente, fez-se a divisão em unidades de 420 g.

A modeladora Hyppolito modelo HM2 auxiliou na modelagem dos pães, que foram em seguida colocados em fôrmas de folha de ferro galvanizada (22 x 11 cm) e em câmara de fermentação Thermopão Maquip marca Klimaqueip, modelo 20B, por 2 h. O forneamento foi realizado em forno Hyppolito, modelo HF 4B, a 160 °C por 30 min e, após uma hora de resfriamento, os pães foram embalados e armazenados à temperatura ambiente até a realização das análises.

### 2.4 Avaliação dos pães de fôrma elaborados com diferentes percentagens de farinha de “okara”

Foram elaborados 16 pães de fôrma de cada tratamento, embalados em sacos de polietileno de baixa densidade, sendo distribuídos: três pães para a determinação de volume específico no dia 0 (dia da produção); três pães para as análises de cor, textura e umidade nos dias 1, 4 e 7, e dois pães para a avaliação sensorial nos dias 1 e 4, após o processamento.

#### 2.4.1 Volume específico

Foi determinado pelo método de deslocamento de sementes de painço, de acordo com o método 72-10 da AACC (2000). A análise foi realizada em triplicata.

#### 2.4.2 Avaliação dos pães de fôrma durante a estocagem

##### 2.4.2.1 Umidade, textura instrumental e cor instrumental

A umidade dos pães foi determinada, em triplicata, por dessecação das fatias, em temperatura ambiente por 24 h, seguida de trituração e dessecação em estufa a 130 °C, até peso constante, segundo o método 44-15A da AACC (2000), nos dias 1, 4 e 7 de estocagem.

A análise de textura instrumental foi realizada segundo o método 74-09 da AACC (2000), utilizando-se texturômetro modelo TA-XT2i (*Stable Micro Systems*, Haslemere, Surrey, Inglaterra) carga máxima de 50 kg, com *probe* SMSP de 75 mm de diâmetro, nos dias 1, 4 e 7 de estocagem, para avaliar a evolução da dureza, da mastigabilidade e da coesividade, durante o período de estocagem dos pães.

A cor do miolo dos pães foi determinada nos dias 1, 4 e 7 de estocagem, de acordo com o sistema CIELab. Avaliaram-se os parâmetros L\*, a\* e b\* da cor em espectrofotômetro, modelo Color Quest II, marca Hunter Lab, considerando os seguintes parâmetros de operação: ângulo 10°, iluminante D65 e modo de calibração RSIN (MINOLTA, 1994).

#### 2.4.3 Avaliação sensorial

As quatro formulações de pães de fôrma, com adição de 0, 5, 10 e 15% de farinha de “okara”, foram

## Desenvolvimento de Pão de Fôrma com a Adição de Farinha de “okara”

SILVA, L. H. et al.

submetidas ao teste de aceitação com 35 provadores não treinados, que avaliaram os seguintes atributos sensoriais: cor da crosta, cor do miolo, aparência da crosta, aparência do miolo, aroma, sabor e textura, utilizando uma escala hedônica estruturada de nove pontos (de 1 “desgostei extremamente” a 9 “gostei extremamente”). Os testes foram conduzidos em cabines individuais, apresentando-se as amostras de forma monádica. A ordem de apresentação foi balanceada, de forma que cada amostra aparecesse em cada posição igual número de vezes. Para isto, o número de provadores e a ordem de apresentação das amostras foram baseados em um desenho balanceado para quatro amostras e mínimo de 24 provadores, de acordo com os estudos realizados por Wakeling e McFie (1995). No entanto, como os próprios autores indicam, quanto maior o número de provadores, melhor será a representabilidade dos resultados.

### 2.5 Análise estatística

Foi feita a comparação entre as médias obtidas nas diversas análises realizadas nos pães de fôrma com diferentes percentuais de substituição por farinha de “okara”, por meio da análise de variância (ANOVA) e do teste de Tukey no nível de 5% de significância, utilizando-se o software Statistical Analysis System (SAS/STAT) for Windows, versão 8.2 (COUNCIL, 1985).

## 3 Resultados e discussão

### 3.1 Caracterização físico-química das matérias-primas

#### 3.1.1 Granulometria

Na Tabela 2, encontra-se a distribuição granulométrica das farinhas de trigo e de “okara”. Observa-se que 94,25% das partículas da farinha de trigo estão entre 0,250 e 1,000 mm, enquanto que na farinha de “okara”, 90,61% das partículas são maiores que 0,420 mm.

Para a farinha de trigo, esperava-se encontrar tamanhos de partículas menores (0,150 a 0,250 mm), o que indica que o método utilizado pode não ser o mais adequado para partículas finas, que tendem a aglomerar-se com a vibração das peneiras.

A distribuição do tamanho das partículas influencia a capacidade da farinha de absorver água, sendo que as partículas menores absorvem proporcionalmente mais água e mais rapidamente que as partículas maiores. A uniformidade na granulometria é mais importante que o próprio tamanho das partículas, pois favorece uma melhor distribuição da água pela massa (HOSENEY et al., 1990).

**Tabela 2.** Distribuição do tamanho de partículas das farinhas de trigo e de “okara”.

Peneiras (US nº)	Abertura (mm)	Farinha de trigo (%) <sup>1</sup>	Farinha de “okara” (%) <sup>1</sup>
14	1,190	0,0 ± 0,0	27,36 ± 0,29
16	1,000	0,0 ± 0,0	6,10 ± 0,17
35	0,420	56,69 ± 0,81	57,15 ± 0,36
60	0,250	37,56 ± 0,54	5,92 ± 0,49
80	0,177	4,83 ± 0,36	3,47 ± 0,42
100	0,149	0,42 ± 0,12	0,0 ± 0,0
<100	<0,149	0,50 ± 0,22	0,0 ± 0,0

<sup>1</sup> Médias aritméticas de três repetições do material retido sobre as peneiras ± desvio padrão.

#### 3.1.2 Composição centesimal

Os valores da composição centesimal da farinha de trigo e da farinha de “okara” estão apresentados na Tabela 3. Observa-se que a farinha de “okara” apresenta maior conteúdo de proteínas, lipídeos, cinzas e fibras em relação à farinha de trigo. Assim, a adição desta farinha à formulação de pão de fôrma aumenta o valor nutricional do produto, além de conferir características funcionais pelo acréscimo de fibras (MATSUMOTO et al., 2007; REDONDO-CUENCA et al., 2008).

Os valores médios obtidos por Soares-Júnior et al. (2006) para a composição química da farinha de “okara” são 74,65% de umidade, 8,61% (33,96% b.s.) de proteínas, 3,65% (14,39% b.s.) de lipídeos, 0,58% (2,29% b.s.) de cinzas e 12,21% (48,16% b.s.) de carboidratos. Bowles e Demiate (2006) encontraram 37,0% de proteínas, 13,0% de lipídeos, 2,8% de cinzas, 47,2% de carboidratos totais e 42,5% de fibra alimentar, em base seca. A diferença encontrada na composição centesimal provavelmente está relacionada com o tipo de processo utilizado para a obtenção da farinha de “okara” e com a composição da soja utilizada como matéria-prima, além de as análises de fibras terem sido realizadas por métodos diferentes.

**Tabela 3.** Composição centesimal das farinhas de trigo e de “okara”.

Componentes	Farinha de trigo*		Farinha de “okara”	
	b.u.	b.s.	b.u.	b.s.
Umidade	13,50 ± 0,02	-	8,00 ± 0,30	-
Proteínas	11,70 ± 0,30	13,53	19,00 ± 0,28	20,65
Lipídios	1,40 ± 0,06	1,62	5,00 ± 0,16	5,43
Cinzas	0,60 ± 0,02	0,69	2,40 ± 0,01	2,61
Carboidratos	72,80 ± 0,03	84,16	65,60 ± 0,20	71,30
Fibra bruta**	0,21 ± 0,03	0,24	22,50 ± 0,51	24,46

Médias aritméticas de três repetições ± desvio padrão; \*farinha de trigo com 75% de extração, dado obtido do fornecedor (CARGILL, 2008) e \*\*a fibra bruta foi considerada como parte da fração de carboidratos.

## Desenvolvimento de Pão de Fôrma com a Adição de Farinha de “okara”

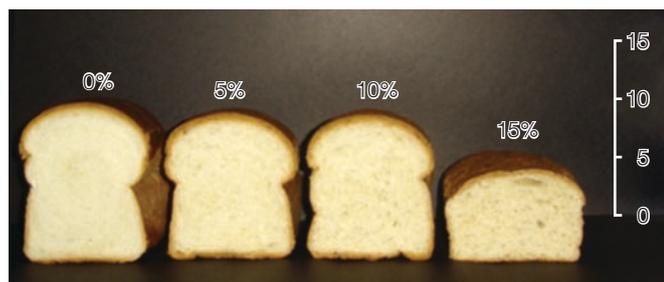
SILVA, L. H. et al.

### 3.2 Avaliação dos pães de fôrma elaborados com diferentes percentagens de farinha de “okara”

#### 3.2.1 Volume específico

A adição de farinha de “okara” reduziu o volume específico do pão de fôrma. Ferreira (2002) afirmou que, quanto maior o volume específico do pão de fôrma, melhor é a sua avaliação. Os pães, de aproximadamente 360 g de massa, após o forneamento, apresentaram valores médios de 5,41, 4,96, 4,76 e 2,97 cm<sup>3</sup>.g<sup>-1</sup> de volume específico, com 0, 5, 10 e 15% de adição de farinha de “okara”, respectivamente. Estes valores demonstram que houve uma redução mais intensa no volume específico com uma adição superior a 10% de farinha de “okara”, sendo então esta a percentagem máxima sugerida.

Na Figura 1, podem-se observar os pães de fôrma elaborados com diferentes percentagens de farinha de “okara”. Hassan et al. (2008) relataram que a adição superior a 10% de farelo de trigo a formulações de pães de fôrma promoveu uma redução significativa no volume do pão.



**Figura 1.** Pães de fôrma elaborados com diferentes percentagens de farinha de “okara”.

#### 3.2.2 Avaliação dos pães de fôrma durante a estocagem

##### 3.2.2.1 Variação do teor de umidade

A redução do conteúdo de umidade dos pães de fôrma pode ser atribuída à migração da umidade do miolo para a crosta, promovendo a secagem do produto (BAIK e CHINACHOTI, 2001).

Na Tabela 4, observa-se que, nos dias 1, 4 e 7, os pães de fôrma contendo farinha de “okara” apresentaram umidade superior ao pão sem adição de “okara”. O teor de umidade dos pães foi diretamente proporcional ao teor de farinha de “okara”. Isto está relacionado à quantidade de água adicionada na formulação, pois no caso de massas com “okara”, a absorção de água necessária para um adequado desenvolvimento da rede de glúten aumentou devido à presença das fibras e das proteínas.

A perda de umidade durante a estocagem de sete dias foi de 9,57, 6,84, 4,18 e 4,75%, para os pães com 0, 5, 10 e 15% de adição de farinha de “okara”, respectivamente, evidenciando a capacidade de retenção de água do “okara” devido à presença de proteínas e fibras (BOWLES e DEMIATE, 2006).

##### 3.2.2.3 Variação da textura instrumental

A textura pode ser definida como um conjunto de características físicas que provém dos elementos estruturais dos alimentos. Estas características, ou parâmetros de textura, são quantificadas por meio das análises de textura, que podem ser sensoriais ou instrumentais. No caso do pão de fôrma, a textura apresenta-se como um

**Tabela 4.** Variação do teor de umidade e dos parâmetros de textura instrumental (dureza, mastigabilidade e coesividade) dos pães de fôrma elaborados com diferentes percentagens de farinha de “okara” durante a estocagem.

Parâmetros	Farinha de “okara” (%)	Período de estocagem (dias)		
		1	4	7
Umidade (%)	0	29,88 ± 0,11 <sup>Ac</sup>	26,71 ± 0,38 <sup>Bc</sup>	27,02 ± 0,15 <sup>Bc</sup>
	5	29,81 ± 0,03 <sup>Ac</sup>	27,33 ± 0,28 <sup>Bbc</sup>	27,77 ± 0,70 <sup>Bbc</sup>
	10	30,15 ± 0,02 <sup>Ab</sup>	28,01 ± 0,24 <sup>Bb</sup>	28,89 ± 0,30 <sup>Bb</sup>
	15	33,46 ± 0,16 <sup>Aa</sup>	30,57 ± 0,62 <sup>Ba</sup>	31,87 ± 0,69 <sup>Ba</sup>
Dureza (N)	0	26,78 ± 2,57 <sup>Cc</sup>	40,18 ± 1,61 <sup>Bc</sup>	45,28 ± 1,30 <sup>Ac</sup>
	5	35,65 ± 2,38 <sup>Cb</sup>	61,48 ± 1,39 <sup>Bb</sup>	68,70 ± 1,24 <sup>Ab</sup>
	10	41,77 ± 2,57 <sup>Cb</sup>	56,72 ± 1,49 <sup>Bb</sup>	66,23 ± 1,75 <sup>Ab</sup>
	15	68,31 ± 1,68 <sup>Ca</sup>	88,72 ± 1,67 <sup>Ba</sup>	99,49 ± 2,08 <sup>Aa</sup>
Mastigabilidade (N)	0	13,62 ± 1,16 <sup>Cc</sup>	17,94 ± 1,39 <sup>Bc</sup>	19,62 ± 1,30 <sup>Ac</sup>
	5	17,77 ± 0,85 <sup>Bb</sup>	26,22 ± 1,52 <sup>Ab</sup>	27,77 ± 1,43 <sup>Ab</sup>
	10	20,57 ± 1,66 <sup>Cb</sup>	24,86 ± 1,34 <sup>Bb</sup>	27,69 ± 1,50 <sup>Ab</sup>
	15	30,48 ± 1,71 <sup>Ca</sup>	35,30 ± 1,57 <sup>Ba</sup>	37,88 ± 1,37 <sup>Aa</sup>
Coesividade	0	0,562 ± 0,009 <sup>Aa</sup>	0,493 ± 0,007 <sup>Ba</sup>	0,480 ± 0,006 <sup>Ba</sup>
	5	0,558 ± 0,009 <sup>Aa</sup>	0,475 ± 0,008 <sup>Bb</sup>	0,461 ± 0,003 <sup>Bb</sup>
	10	0,545 ± 0,005 <sup>Ab</sup>	0,492 ± 0,006 <sup>Ba</sup>	0,475 ± 0,007 <sup>Ba</sup>
	15	0,518 ± 0,002 <sup>Ac</sup>	0,465 ± 0,005 <sup>Bb</sup>	0,450 ± 0,008 <sup>Bb</sup>

Médias aritméticas de quatro repetições ± desvio padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, referente a cada parâmetro, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## Desenvolvimento de Pão de Fôrma com a Adição de Farinha de “okara”

SILVA, L. H. et al.

importante indicador de frescor e qualidade para o consumidor, sendo um fator imprescindível para a aceitabilidade do produto no mercado (LASSOUED et al., 2008).

Os resultados das análises de textura (dureza, mastigabilidade e coesividade) estão apresentados na Tabela 4. Observa-se que o aumento da porcentagem de farinha de “okara” na formulação de pão de fôrma e do tempo de estocagem promoveram um aumento na dureza – que é a força necessária para produzir certa deformação – e na mastigabilidade, que é a energia requerida para mastigar um alimento até a deglutição. Normalmente, em pães, pode-se justificar o aumento da dureza durante a estocagem pela retrogradação do amido, pela desnaturação das proteínas e pela redução da água na massa após a cocção (ESTELLER et al., 2004). O aumento da dureza com o aumento da adição de farinha de “okara” provavelmente está relacionado com o aumento da densidade do miolo e à redução do volume dos pães. A coesividade, que é a extensão até onde um material pode ser deformado antes da ruptura, apresentou um comportamento inverso, diminuindo com a adição de farinha de “okara” na formulação e com o tempo de estocagem.

Esteller e Lannes (2008) relataram que a adição de farinha de centeio promoveu um aumento de 0,61 N para 14,48 N na dureza de pães de fôrma. Muitos fatores contribuem para as alterações na textura dos pães, como a quantidade de água na massa e diferenças na capacidade de retenção de umidade da farinha de trigo e, principalmente, a redução no conteúdo de proteínas do trigo na formulação do pão.

### 3.2.2.4 Variação da cor instrumental do miolo dos pães

A cor dos pães de fôrma constitui um fator muito importante para a sua comercialização, sendo direta-

mente influenciada pelas matérias-primas que compõem sua formulação e pelas condições de forneamento. No sistema CIELab, os valores para claro e escuro são representados pelo L, o vermelho é representado por +a, o verde por -a, o amarelo por +b e o azul por -b, em um plano cartesiano (GIESE, 2000).

As características da farinha de trigo – como o tamanho das partículas e o teor de cinzas, que está diretamente relacionado com o grau de extração e o rendimento da farinha de trigo durante a moagem, interferem na cor da farinha obtida e, por consequência, na cor do miolo dos pães (RAMIREZ-WONG et al., 2007). Além disto, a farinha de “okara” adicionada à formulação de pão de fôrma apresenta uma cor amarelo-castanho, característica de subprodutos provenientes da obtenção de extrato de soja e secos na faixa de 50 a 60 °C (WACHIRAPHANSKUL e DEVAHASTIN, 2007).

Na Tabela 5, observa-se que o aumento da porcentagem de farinha de “okara” na formulação do pão de fôrma conferiu uma tonalidade amarelo-castanho ao miolo dos pães, devido principalmente à coloração desta farinha. Não houve variações significativas na cor do miolo dos pães durante a estocagem.

No miolo dos pães, os parâmetros a\* e b\* da cor apresentaram diferenças em função da adição da farinha de “okara”, enquanto a luminosidade (L\*) não apresentou variações significativas para os produtos elaborados com 0, 5, 10 e 15% de adição desta farinha. O aumento da porcentagem de farinha de “okara”, principalmente na formulação com 15% de adição, promoveu um aumento significativo nos parâmetros a\* e b\* da cor, proporcionando um produto de coloração amarelo-castanho mais intenso que o obtido na formulação sem adição de farinha de “okara” e as demais formulações com menor porcentagem de adição desta farinha.

**Tabela 5.** Parâmetros da cor do miolo de pães de fôrma elaborados com diferentes porcentagens de farinha de “okara” e armazenados por 7 dias.

Estocagem (dias)	Farinha de “okara” (%)	L*	a*	b*
1	0	73,41 ± 0,62 <sup>a</sup>	-0,57 ± 0,02 <sup>b</sup>	14,0 ± 0,20 <sup>c</sup>
	5	71,76 ± 0,97 <sup>a</sup>	-0,53 ± 0,07 <sup>b</sup>	16,02 ± 0,57 <sup>b</sup>
	10	71,62 ± 1,64 <sup>a</sup>	0,29 ± 0,13 <sup>b</sup>	16,62 ± 0,31 <sup>b</sup>
	15	72,51 ± 1,08 <sup>a</sup>	1,80 ± 0,03 <sup>a</sup>	20,55 ± 0,43 <sup>a</sup>
4	0	72,14 ± 0,58 <sup>a</sup>	-0,33 ± 0,04 <sup>b</sup>	15,23 ± 0,38 <sup>c</sup>
	5	71,05 ± 2,00 <sup>a</sup>	0,27 ± 0,09 <sup>b</sup>	16,97 ± 0,22 <sup>b</sup>
	10	71,53 ± 0,41 <sup>a</sup>	0,10 ± 0,13 <sup>b</sup>	16,73 ± 0,59 <sup>b</sup>
	15	72,49 ± 0,50 <sup>a</sup>	1,69 ± 0,21 <sup>a</sup>	20,45 ± 0,16 <sup>a</sup>
7	0	72,98 ± 3,75 <sup>a</sup>	-0,40 ± 0,14 <sup>b</sup>	14,76 ± 0,60 <sup>c</sup>
	5	72,00 ± 0,72 <sup>a</sup>	0,12 ± 0,05 <sup>b</sup>	16,65 ± 0,12 <sup>b</sup>
	10	71,83 ± 0,94 <sup>a</sup>	0,31 ± 0,39 <sup>ab</sup>	16,47 ± 1,47 <sup>b</sup>
	15	73,86 ± 0,50 <sup>a</sup>	1,39 ± 1,11 <sup>a</sup>	19,92 ± 0,78 <sup>a</sup>

Médias aritméticas de três repetições ± desvio padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna, referente ao dia de estocagem, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p < 0,05).

## Desenvolvimento de Pão de Fôrma com a Adição de Farinha de “okara”

SILVA, L. H. et al.

**Tabela 6.** Resultados dos testes de aceitação sensorial dos pães de fôrma elaborados com diferentes percentagens de farinha de “okara” nos dias 1 e 4 de estocagem.

Estocagem (dias)	Farinha de “okara” (%)	Cor da crosta	Cor do miolo	Aparência da crosta	Aparência do miolo	Aroma	Sabor	Textura
1	0	7,06 ± 1,43 <sup>Aa</sup>	7,77 ± 1,33 <sup>Aa</sup>	7,20 ± 1,60 <sup>Aa</sup>	7,89 ± 1,13 <sup>Aa</sup>	7,26 ± 1,37 <sup>Aa</sup>	7,60 ± 1,21 <sup>Aa</sup>	7,91 ± 1,31 <sup>Aa</sup>
	5	7,20 ± 1,05 <sup>Aa</sup>	7,57 ± 0,97 <sup>Aa</sup>	7,29 ± 1,52 <sup>Aa</sup>	7,46 ± 1,50 <sup>Aab</sup>	7,26 ± 1,50 <sup>Aa</sup>	7,60 ± 1,11 <sup>Aa</sup>	7,69 ± 1,27 <sup>Aa</sup>
	10	7,46 ± 1,46 <sup>Aa</sup>	7,51 ± 0,98 <sup>Aa</sup>	7,46 ± 1,50 <sup>Aa</sup>	7,14 ± 1,33 <sup>Aab</sup>	7,20 ± 1,32 <sup>Aa</sup>	7,83 ± 1,12 <sup>Aa</sup>	7,77 ± 1,21 <sup>Aa</sup>
	15	7,34 ± 1,53 <sup>Aa</sup>	7,34 ± 1,21 <sup>Aa</sup>	6,74 ± 1,66 <sup>Aa</sup>	6,83 ± 1,48 <sup>Ab</sup>	7,11 ± 1,54 <sup>Aa</sup>	7,26 ± 1,46 <sup>Aa</sup>	7,26 ± 1,50 <sup>Aa</sup>
4	0	6,20 ± 1,85 <sup>Ba</sup>	7,29 ± 1,17 <sup>Aa</sup>	6,86 ± 1,41 <sup>Aa</sup>	7,51 ± 1,09 <sup>Aa</sup>	6,69 ± 1,38 <sup>Aa</sup>	6,97 ± 1,36 <sup>Ba</sup>	6,91 ± 2,00 <sup>Ba</sup>
	5	6,83 ± 1,40 <sup>Aa</sup>	7,49 ± 1,03 <sup>Aa</sup>	6,80 ± 1,41 <sup>Aa</sup>	6,97 ± 1,17 <sup>Aab</sup>	6,86 ± 1,21 <sup>Aa</sup>	6,86 ± 1,39 <sup>Ba</sup>	6,74 ± 1,73 <sup>Bab</sup>
	10	7,06 ± 1,53 <sup>Aa</sup>	7,29 ± 1,34 <sup>Aa</sup>	6,69 ± 1,60 <sup>Ba</sup>	6,66 ± 1,32 <sup>Abc</sup>	6,60 ± 1,45 <sup>Aa</sup>	6,60 ± 1,43 <sup>Ba</sup>	6,23 ± 1,68 <sup>Bab</sup>
	15	6,63 ± 1,69 <sup>Aa</sup>	6,71 ± 1,48 <sup>Aa</sup>	6,11 ± 1,77 <sup>Aa</sup>	5,89 ± 1,74 <sup>Bc</sup>	6,63 ± 1,76 <sup>Aa</sup>	6,31 ± 1,76 <sup>Ba</sup>	5,69 ± 1,79 <sup>Bb</sup>

Médias aritméticas de trinta e cinco repetições ± desvio padrão seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, referente ao dia de estocagem e minúscula na coluna, referente à variação na percentagem de farinha de “Okara”, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### 3.2.2.5 Avaliação sensorial dos pães de fôrma

As características sensoriais dos pães de fôrma são de fundamental importância para a sua aceitação pelos consumidores e, conseqüentemente, para a sua comercialização (HEENAN et al., 2008).

Na Tabela 6, encontram-se as médias de aceitação dos pães de fôrma com diferentes percentagens de farinha de “okara” em relação aos atributos sensoriais: cor da crosta, cor do miolo, aparência da crosta, aparência do miolo, aroma, sabor e textura, avaliados nos dias 1 e 4, após o processamento. Os resultados demonstraram que houve diferença significativa entre os pães com diferentes percentagens de adição de “okara” quanto à aceitação da aparência do miolo.

No período de estocagem, entre os dias 1 e 4, houve redução significativa na aceitação do sabor e da textura em todas as formulações. Isto está relacionado, provavelmente, com o menor volume inicial, com a maior dureza instrumental dos pães devidos ao aumento da percentagem de “okara”, além da perda de umidade e da retrogradação do amido durante a estocagem (STAUFFER, 2000). No entanto, a adição de até 10% de okara não alterou significativamente os atributos sensoriais do pão, sendo esta a percentagem recomendada para substituição da farinha de trigo utilizada neste estudo.

## 4 Conclusões

Os resultados do presente trabalho permitem concluir que:

- O aumento da percentagem de farinha de “okara” de 0 a 15% na formulação de pão de fôrma reduziu o volume específico de 5,41 para 2,97  $\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$  e aumentou o teor de umidade dos pães de 29,88 para 33,46% (dia 1), de 26,71 para 30,57% (dia 4) e de 27,02 para 31,87% (dia 7),

além de intensificar a cor amarelo-castanho da crosta e do miolo;

- O aumento da percentagem de farinha de “okara” na formulação de pão de fôrma e o tempo de estocagem promoveram um aumento na dureza e na mastigabilidade dos pães. O aumento da dureza foi de 26,78 para 68,31 N (dia 1), de 40,18 para 88,72 N (dia 4) e 45,28 para 99,49 N (dia 7) e, da mastigabilidade, de 13,62 para 30,48 N (dia 1), de 17,94 para 35,30 N (dia 4) e de 19,62 para 37,88 N (dia 7), quando comparados os pães de 0 e 15% de adição de farinha de “okara”;
- A coesividade (extensão até onde um material pode ser deformado antes da ruptura) apresentou um comportamento inverso, diminuindo com a adição de farinha de “okara” e com o tempo de estocagem;
- No armazenamento dos pães de fôrma durante 7 dias não houve variação significativa na cor do miolo nas respectivas formulações;
- A adição de até 10% de farinha de “okara” não interferiu nas características sensoriais do produto, sendo esta a percentagem recomendada para substituição da farinha de trigo utilizada neste estudo.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e à CAPES pelas bolsas de Doutorado e ProDoc, à Prefeitura de Nova Odessa pela doação do “okara” e às empresas Cargill e Danisco, pelo fornecimento de ingredientes utilizados nos experimentos.

## Desenvolvimento de Pão de Fôrma com a Adição de Farinha de “okara”

SILVA, L. H. et al.

### Referências

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods American Association of Cereal Chemists**. 10<sup>a</sup> ed. Saint Paul: AACC, 2000. v. 2.
- BAIK, M. Y.; CHINACHOTI, P. Effects of glycerol and moisture gradient on thermomechanical properties of white bread. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.49, n. 8, p. 4031-4038, 2001.
- BOWLES, S.; DEMIATE, I. M. Caracterização físico-química de okara e aplicação em pães do tipo francês. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 652-659, 2006.
- COUNCIL, K. A. Analyses of variance. In: HELWIG, J. T. (Ed.) **SAS Introductory Guide**. Cary: Ed. Cargill, SAS Institute, 1985. p. 55-60.
- CUNNIFF, P. **Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists**, 16. ed. Washington: AOAC, 1997.
- ESTELLER, M. S.; AMARAL, R. L.; LANNES, S. C. S. Effect of sugar and fat replacers and the texture of braked goods. **Journal of Texture Studies**, USA, v. 35, n. 4, p. 383-393, 2004.
- ESTELLER, M. S.; LANNES, S. C. S. Production and characterization bread using scalded rye. **Journal of Texture Studies**, USA, v. 39, n. 1, p. 56-67. 2008.
- FERREIRA, S. M. R. **Controle de qualidade em sistemas de alimentação coletiva I**. São Paulo: Varela, 2002. 173 p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Economics and International Year of Soybean**. Roma: FAO Commodities and Trade Division. Basic Foodstuffs Service, 2007. Disponível em: <<http://www.fao.org/soybean2007/>>. Acesso em: 10 set. 2008.
- GENOVESE, M. I.; HASSIMOTTO, N. M. A.; LAJOLO, F. M. Isoflavone profile and antioxidant activity of Brazilian soybean varieties. **Food Science and Technology International**, London, v. 11, n. 3, p. 205-211, 2005.
- GIESE, J. Color measurement in foods as a quality parameter. **Food Technology**, Chicago, v. 54, n. 2, p. 62-63, 2000.
- HASSAN, E. G.; ALKAREEM, A. M. A.; MUSTAFA, A. M. I. Effect of fermentation and particle size of wheat bran on the antinutritional factors and bread quality. **Pakistan Journal of Nutrition**, Faisalabad, v. 7, n. 4, p. 521-526, 2008.
- HEENAN, S. P.; DUFOUR, J. P.; HAMID, N.; HARVEY, W.; DELAHUNTY, C. M. The sensory quality of fresh bread: descriptive attributes and consumer perceptions. **Food Research International**, Oxford, v. 41, n. 10, p. 989-997, 2008.
- HOSENEY, R. C.; ROGERS, D. E. The formation and properties of wheat flour doughs. **Food Science and Nutrition**, Saint Paul, v. 26, n. 2, p. 73-93, 1990.
- LASSOUED, N.; DELARUE, J.; LAUNAY, B.; MICHON, C. Baked product texture: correlations between instrumental and sensory characterization using Flash Profile. **Journal of Cereal Science**, London, v. 48, n. 1, p. 133-143, 2008.
- LIU, K. Expanding soybean food utilization. **Food Technology**, Chicago, v. 54, n. 7, p. 46-58, 2000.
- MA, C. Y.; LIU, W. S.; KWORK, K. C.; KWOR, F. Isolation and characterization of proteins from soybeans residue (okara). **Food Research International**, Oxford, v. 29, n. 8, p. 799-805, 1997.
- MATSUMOTO, K.; WATANABE, Y.; YOKOYAMA, S. Okara, soybean residue, prevents obesity in a diet-induced murine obesity model. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, Tokyo, v. 71, n. 3, p. 720-727, 2007.
- MINOLTA. **Precise color communication: color control from feeling to instrumentation**. Osaka: MINOLTA Co. Ltd., 1994. 49 p.
- O'TOOLE, D. K. Characteristics and use of okara, the soybean residue from soy milk production -A review. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 47, n. 2, p. 363-371, 1999.
- RAMIREZ-WONG, B.; WALKER, C. E.; LEDESMA-OSUNA, A. I.; TORRES, P. I.; MEDINA-RODRIGUES, C. L.; LOPEZ-AHUMADA, G. A.; SALAZAR-GARCIA, M. G.; ORTEGA-RAMIREZ, R.; JOHNSON, A. M.; FLORES, R. A. Effect of flour extraction rate on white and red winter wheat flour compositions and tortilla texture. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 84, n. 3, p. 207-213, 2007.
- REDONDO-CUENCA, A.; VILLANUEVA-SUAREZ, M. J.; MATEOS-APARICIO, I. Soybean seeds and its by-product okara as sources of dietary fibre. Measurement by AOAC and Englyst methods. **Food Chemistry**, Oxford, v. 108, n. 3, p. 1099-1105, 2008.
- SOARES-JUNIOR, M. S.; OLIVEIRA, W. M.; CALIARI, M.; VERA, R. Otimização da formulação de pães de forma preparados com diferentes proporções de farinha de trigo, mandioca e okara. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 221-248, 2006.
- STAUFFER, C. E. Emulsifiers as antistaling agents. **Cereal Foods World**, Saint Paul, v. 45, n. 3, p. 106-110, 2000.
- WACHIRAPHANSKUL, S.; DEVAHASTIN, S. Drying kinetics and quality of okara dried in a jet spouted bed of sorbent particles. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, v. 40, n. 2, p. 207-219, 2007.
- WAKELING, I. N.; McFIE, J. H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 6, n. 4, p. 299-308, 1995.