



# CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DE *DONUTS* PREPARADOS COM FARINHAS DE TRIGO E SOJA (80:20) EXTRUSADAS EM DIFERENTES PARÂMETROS DE EXTRUSÃO\*

Maria Rosa Figueiredo NASCIMENTO\*\*

Sin Huei WANG\*\*\*

José Luis Ramíres ASCHERI\*\*\*\*

■RESUMO: A mistura de trigo e soja representa uma importante fonte calórico-protéica com proteínas de boa qualidade e o processo de extrusão melhora as suas características sensoriais. Com o objetivo de melhorar o processo de extrusão para obtenção de uma farinha de trigo e soja (80:20) pré-cozida para massa semipronta de *donuts*, foram estudados os efeitos de umidade da mistura, temperatura do canhão (TC) nas 2ª e 3ª zonas e velocidade de rotação de parafuso (VRP) do extrusor nas características sensoriais dos *donuts* preparados. As misturas cruas de duas umidades (26 e 29%) foram extrusadas em extrusor Brabender de única rosca, usando-se cinco TC (110 a 150°C) e quatro VRP (120 a 210rpm), totalizando 40 tratamentos. Os resultados indicam que, os *donuts* mostraram melhores impressões globais com o aumento de VRP e TC até certo ponto, que, ao ser ultrapassado, as fez piorar. O *donut* preparado com a farinha mista com 29% de umidade e extrusada em 150 rpm a 120°C foi preferido sensorialmente quando comparado com os *donuts* preparados: com a farinha mista com 26% de umidade e extrusada em 180rpm a 120°C, com a farinha mista crua e com a farinha de trigo crua.

■PALAVRAS-CHAVE: *Donut*; farinha pré-cozida; extrusão; mistura de trigo e soja; características sensoriais.

## INTRODUÇÃO

Os *donuts* são caracterizados pela cor dourada amarronzada no exterior, uma crosta crocante, e o seu centro interno é mais parecido com o produto assado do que com aquele frito. Contudo, *donuts* são considerados como alimentos fritos, sendo que absorvem quantidades substanciais de óleo durante a sua fritura.<sup>12</sup>

A massa de *donut* é produzida, comumente, a partir da farinha de trigo, que possui alto valor calórico, mas apresenta baixa qualidade protéica em virtude da deficiência em lisina. A adição de soja à massa de *donut* pode reduzir ab-

sorção de gordura durante a sua fritura,<sup>9</sup> além de melhorar a qualidade e a quantidade de proteínas em virtude da complementação mútua de aminoácidos e do aumento no teor de proteínas totais.<sup>2</sup> Além disso, as propriedades funcionais desta mistura podem também contribuir para o êxito em sistemas alimentares.<sup>15, 17, 20, 21</sup>

A extrusão tem sido considerada como um dos processos mais populares desenvolvidos pelas indústrias de alimentos para a produção de alimentos prontos e semiprontos. Além de possuir os benefícios usuais de um processo térmico convencional, a extrusão oferece a possibilidade de modificar estruturas de amido e proteínas,<sup>3</sup> melhorando suas características tecnológicas<sup>16, 19, 20</sup> e sensoriais<sup>17, 18, 19</sup> além de diminuir a quantidade de materiais antinutricionais e aumentar o valor biológico.<sup>5</sup>

Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de parâmetros de extrusão como: a velocidade de rotação de parafuso, a temperatura do canhão e a umidade da mistura, nas características sensoriais de *donuts* preparados com diferentes farinhas de trigo e soja (80:20) extrusadas, visando a otimização deste processo para a obtenção de uma farinha pré-cozida destinada a produção de *donut*.

## MATERIAL E MÉTODOS

As matérias-primas usadas neste estudo foram: farinha de trigo, marca LiLi, adquirida do supermercado local, e grãos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivar BRS-155, safra de 2005/2006, fornecidos pela Embrapa-Soja, Londrina, PR.

A obtenção de farinhas extrusadas de trigo e soja e todas as análises químicas foram realizadas em duplicata.

### Obtenção da Farinha Mista Crua

Os grãos de soja foram decorticados e branqueados, usando-se a metodologia de Wang et al.<sup>18</sup> Em seguida,

\* Parte da Dissertação de Mestrado da 1ª autora.

\*\* Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos – Curso de Mestrado – 23890-000 – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ – 23890-000 – Seropédica – RJ – Brasil.

\*\*\* Departamento de Economia Doméstica – ICHS – UFRRJ – 23890-000 – Seropédica – RJ – Brasil. E-mail: sin-hueiwang@bol.com.br

\*\*\*\* EMBRAPA Agroindústria de Alimentos – Guaratiba – 23020-470 – Rio de Janeiro – RJ – Brasil.

foram misturados com a farinha de trigo na proporção de 20:80 (base seca), sendo acrescentada a água em diferentes quantidades. As misturas foram desintegradas em moinho granulador de facas e martelos da marca Treu (Rio de Janeiro, Brasil) 7,5CV modelo 112M989, com peneira de 2 mm, obtendo-se as farinhas mistas cruas de trigo e soja (80:20) com 26 e 29% de umidade, respectivamente.

### Composição Centesimal Aproximada

Na farinha de trigo, nos grãos de soja integrais e decorticados, e na farinha mista crua de trigo e soja (80:20), foram realizadas as análises de umidade, extrato etéreo, proteína bruta e cinzas conforme métodos preconizados pela American Association of Cereal Chemists.<sup>1</sup> A determinação de fibra bruta foi realizada segundo a metodologia de Kamer & Ginkel.<sup>6</sup>

### Processo de Extrusão e Obtenção da Farinha Mista Extrusada

Cada farinha mista crua foi extrusada em extrusor de rosca única da marca Brabender (Duisburg, Alemanha), usando velocidade de alimentação constante de 2,4 kg.h<sup>-1</sup>, quatro velocidades de rotação de parafuso (VRP, parafuso N° 3 correspondente a taxa de cisalhamento intermediária; 120, 150, 180 e 210rpm) e uma matriz circular com diâmetro de 1 mm. Os perfis de temperatura do canhão (TC) do extrusor foram de 60°C constante na 1ª zona e de 110, 120, 130, 140 e 150°C nas 2ª e 3ª zonas. Em seguida, os produtos extrusados foram secos em estufa a 60°C, com circulação de ar até peso constante com, aproximadamente, 8-9% de umidade, sendo moídos em moinho Quadrumat Júnior de rolos da marca Brabender (Duisburg, Alemanha) 342, com peneira de 0,25 mm, para se obter as farinhas mistas extrusadas.

### Preparo da Massa de Donut

As farinhas de trigo e soja (80:20) extrusadas e as de controle (farinha mista crua da mesma proporção e farinha de trigo crua) foram usadas como bases para preparar as respectivas massas de *donuts*. Os ingredientes usados foram: farinha (100g), açúcar (18g), sal (1,6g), gordura vegetal hidrogenada (8g), fermento químico (1,4g) e leite (160-220 mL, conforme a farinha usada). Açúcar e gordura vegetal hidrogenada foram batidos na batedeira planetária durante 2min até a obtenção de um creme, no qual foram adicionados farinha, sal, fermento químico e leite, sendo misturados na batedeira durante 5min até que um bom aglomerado (massa) fosse obtido. A massa assim preparada foi modelada em forma de cilindro com 2cm de diâmetro e 10cm de comprimento. Logo após, o cilindro foi fechado em forma de rosca. Em seguida as massas de *donuts* foram fritos, em fritadeira elétrica com óleo aquecido a  $\pm 170^\circ\text{C}$ , até ficarem dourados nos dois lados de *donuts*. Os *donuts* fritos foram esfriados à temperatura ambiente e guardados para posterior avaliação sensorial.

### Avaliação Sensorial

Antes da avaliação sensorial, os provadores foram selecionados quanto à sua capacidade em detectar diferenças. A seleção foi feita com teste triangular, usando-se os *donuts* preparados com farinhas extrusadas em estudo. Mediante análise seqüencial, foram selecionados 10 provadores, que foram treinados durante 10 semanas, com as mesmas amostras, usando-se *donut* de farinha de trigo crua como controle. Sessões preliminares foram feitas para explicar o que constituía uma qualidade boa ou ruim. Uma qualidade boa de *donut* deveria ter cor dourada, sabor de trigo cozido sem conter qualquer outro sabor estranho, apresentando ligeira crocância na crosta mas macia na textura. Após o treinamento dos provadores, foi avaliada a impressão global para os *donuts* preparados com as farinhas mistas extrusadas com diferentes VRP a cada TC e para cada nível de umidade. Foram usadas a Escala Estruturada de 9 pontos (1 = extremamente ruim; 9 = excelente) e a equipe de 10 provadores treinados, anteriormente, de ambos os sexos. Para cada nível de umidade (26 e 29%) e para cada TC (110, 120, 130, 140 e 150°C), foi selecionada apenas uma VRP na qual a amostra apresentasse a melhor impressão global. Os *donuts* preparados com as farinhas mistas extrusadas selecionadas anteriormente, foram submetidos ao teste sensorial de qualidade (aparência, sabor e textura), usando-se a Escala Estruturada de 9 pontos (1 = extremamente ruim; 9 = excelente) pela mesma equipe de 10 provadores treinados. Foi assim selecionada a melhor TC para cada nível de umidade, que produzisse a melhor qualidade sensorial. Da mesma maneira, foi selecionado o melhor nível de umidade que propiciasse a melhor qualidade sensorial. Logo após, os mesmos *donuts* selecionados de dois níveis de umidades, bem como aqueles obtidos com a farinha mista crua (controle) e com a farinha de trigo crua (controle) foram submetidos à Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) para os atributos de aparência, sabor (incluindo sabor residual) e textura, conforme recomendações de Stone & Sidel.<sup>13</sup> Foi usada a Escala Não Estruturada, que variava de 0 a 10 pontos, e uma equipe de 8 provadores treinados anteriormente. Foi também aplicado o teste massal de preferência, usando-se a Escala Hedônica de 9 pontos (1 = desgostei muitíssimo; 9 = gostei muitíssimo) e uma equipe de 120 provadores não treinados.

### Análise Estatística

Para os resultados de composição centesimal aproximada, foi usado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), onde foram feitas análises de variância, com posterior comparação das diferenças entre as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi usado o Delineamento de Blocos Incompletos (DBI) em 3 repetições para os testes sensoriais de impressão global e de ADQ com 4 amostras, e em 4 repetições para os parâmetros de qualidade (aparência, sabor e textura) com 5 amostras. Por outro lado, foi usado o Delineamento de Blocos Casualizados (DBC) para os testes sensoriais de qualidade (aparência, sabor e

textura) com 2 amostras e para os de preferência com 4 amostras. As diferenças estatísticas entre as amostras foram verificadas pelas análises de variância e a comparação entre as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas, conforme os métodos descritos por Pimentel-Gomes<sup>11</sup> e Cochran & Cox.<sup>4</sup>

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição centesimal aproximada obtida da farinha de trigo (Tabela 1) foi semelhante à encontrada por Leitão et al.<sup>7</sup> O teor de cinzas dos grãos de soja decorticados foi semelhante e os teores de proteína bruta e extrato etéreo foram maiores do que aqueles dos grãos de soja integrais. O alto teor de fibra bruta da soja integral é devido a presença de casca de soja. A soja integral e a soja decorticada apresentaram maiores teores de proteína bruta, extrato etéreo, cinzas e fibra bruta, quando comparadas com a farinha de trigo. Uma vez que a soja não contém amido e por sua vez possui considerável teor de proteína e lipídio (extrato etéreo), a farinha mista crua de trigo e soja, na proporção de 80:20, apresentou menor teor de carboidratos em relação à farinha de trigo.

A Tabela 2 apresenta médias dos escores da avaliação sensorial de impressão global dos *donuts*, preparados com as farinhas de trigo e soja (80:20) extrusadas por diferentes velocidades de rotação de parafuso (VRP) em diferentes combinações de umidade e temperatura do canhão (TC) nas 2ª e 3ª zona. Pode-se verificar que, exceto para 29% de umidade e TC de 150°C, os *donuts* apresentaram melhores impressões globais com o aumento da VRP (120 a 210rpm) até certo ponto, o qual variou conforme a TC (110 a 150°C) do extrusor e a umidade (26 e 29%) utilizadas.

De acordo com Wang et al.,<sup>17</sup> no processamento por extrusão o aumento da VRP resulta em maior atrito entre as moléculas devido ao trabalho mecânico, gerando maior calor, o que favorece a gelatinização do amido e a desnaturação de proteínas, melhorando as características sensoriais do bolo esponja. Por outro lado, acredita-se também que, o excesso de atrito (210rpm) e o excesso de calor (150°C) tenham causado reação de Maillard durante a extrusão, o que por consequência, produziram massa de *donut* já escurecida antes de sua fritura. Deste modo, explicam-se provavelmente, os resultados encontrados na Tabela 2.

Tabela 1 – Composição centesimal aproximada (% base seca) da farinha de trigo, dos grãos de soja integrais e decorticados, e da farinha mista crua de trigo e soja (80:20).

Composição (%)	Farinha de trigo	Soja integral	Soja decorticada	Farinha mista crua de trigo e soja (80:20)
Proteína bruta	12,80	42,43	45,99	19,40
Extrato etéreo	1,52	18,11	20,23	5,28
Cinzas	0,66	4,78	4,35	1,54
Fibra bruta	0,34	7,26	4,52	1,18
Carboidratos <sup>(1)</sup>	84,68	27,42	24,91	72,60

<sup>(1)</sup> Calculado por diferença (100 – proteína – extrato etéreo – cinzas – fibra bruta).

Tabela 2 – Médias dos escores da avaliação sensorial de impressão global dos *donuts*, preparados com as farinhas de trigo e soja (80:20) extrusadas por diferentes velocidades de rotação de parafuso (VRP) em diferentes combinações de umidade e temperatura do canhão nas 2ª e 3ª zonas.<sup>(1)</sup>

Identificação do <i>donut</i>	Média dos escores de impressão global <sup>(2)</sup> dos <i>donuts</i> obtidos com as farinhas mistas extrusadas em diferentes VRP (rpm)				D.M.S.	C.V. (%)
	120	150	180	210		
26% - 110°C	5,10 <sup>d</sup>	5,67 <sup>c</sup>	6,33 <sup>b</sup>	6,60 <sup>a</sup>	0,11	0,49
26% - 120°C	6,37 <sup>c</sup>	6,80 <sup>b</sup>	7,17 <sup>a</sup>	6,97 <sup>ab</sup>	0,23	0,84
26% - 130°C	6,67 <sup>b</sup>	7,13 <sup>a</sup>	6,53 <sup>b</sup>	6,67 <sup>b</sup>	0,16	0,60
26% - 140°C	6,40 <sup>b</sup>	6,43 <sup>b</sup>	6,63 <sup>a</sup>	6,00 <sup>c</sup>	0,20	0,78
26% - 150°C	5,67 <sup>b</sup>	6,00 <sup>a</sup>	5,17 <sup>c</sup>	5,00 <sup>d</sup>	0,11	0,53
29% - 110°C	5,37 <sup>d</sup>	5,97 <sup>c</sup>	6,43 <sup>b</sup>	6,73 <sup>a</sup>	0,25	1,05
29% - 120°C	6,63 <sup>b</sup>	7,50 <sup>a</sup>	6,50 <sup>c</sup>	6,53 <sup>bc</sup>	0,11	0,42
29% - 130°C	6,43 <sup>b</sup>	6,23 <sup>c</sup>	6,47 <sup>b</sup>	7,00 <sup>a</sup>	0,11	0,44
29% - 140°C	6,30 <sup>c</sup>	6,57 <sup>b</sup>	6,80 <sup>a</sup>	6,60 <sup>b</sup>	0,11	0,44
29% - 150°C	5,93 <sup>a</sup>	5,70 <sup>b</sup>	5,33 <sup>c</sup>	5,10 <sup>d</sup>	0,11	0,52

<sup>(1)</sup> Temperatura do extrusor na 1ª zona: 60°C (constante).

<sup>(2)</sup> As médias, na mesma linha, seguidas de letras diferentes, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (D.M.S. diferença mínima significativa; C.V. coeficiente de variação).

As médias dos escores da avaliação sensorial de aparência, sabor e textura para *donuts*, preparados com as farinhas de trigo e soja (80:20) extrusadas em melhores VRP e diferentes combinações de umidade e TC nas 2ª e 3ª zonas, estão mostradas na Tabela 3. Observa-se que o aumento da TC do extrusor causou uma melhoria na aparência e no sabor dos *donuts* até 120°C e acima desta temperatura ocorreu a redução de escores na avaliação sensorial. Já para a melhor textura do *donut*, a melhor TC foi de 130°C para 26% de umidade e de 120°C para 29% de umidade. Em dois níveis de umidade estudados, o *donut* preparado com a farinha mista extrusada em 29% de umidade, 150rpm e 120°C foi o que apresentou as melhores qualidades sensoriais, o que foi confirmado pelos resultados encontrados na Tabela 4, embora não tenha sido verificada a diferença significativa de textura nesta tabela.

O efeito da TC do extrusor nas características sensoriais dos *donuts* preparados com as farinhas mistas extrusadas foi semelhante aos encontrados por Wang et al.<sup>19</sup> e Wang et al.<sup>17</sup> em massa de pizza semipronta e bolo esponja, respectivamente. Entretanto, em relação ao efeito da umidade, os *donuts* produzidos com farinha processada na umidade de 29% foram os que apresentaram as melhores qualidades sensoriais, diferindo da melhor umidade (23%) encontrada para as pizzas e os bolos esponja. Acredita-se que a umidade mais alta (29%) usada no presente estudo tenha resultado em uma farinha mista extrusada menos escura e mais saborosa com textura boa, em virtude da menor taxa de cisalhamento no processo de extrusão em umidade mais elevada, dificultando a ocorrência da Reação de Maillard (escurecimento). E como é de conhecimento, os *donuts* são obtidos depois de uma fritura, o que implica a

Tabela 3 – Médias dos escores da avaliação sensorial de aparência, sabor e textura para *donuts*, preparados com as farinhas de trigo e soja (80:20) extrusadas em melhores velocidades de rotação de parafuso (MVRP) e diferentes combinações de umidade e temperatura do canhão nas 2ª e 3ª zonas. <sup>(1)</sup>

Identificação do <i>donut</i>	MVRP (rpm)	Médias dos escores de avaliação <sup>(2)</sup>		
		Aparência	Sabor	Textura
26%- 110°C	210	7,55 <sup>b</sup>	6,80 <sup>c</sup>	6,62 <sup>c</sup>
26%- 120°C	180	8,05 <sup>a</sup>	7,70 <sup>a</sup>	6,80 <sup>b</sup>
26%- 130°C	150	7,67 <sup>b</sup>	7,37 <sup>b</sup>	7,00 <sup>a</sup>
26%- 140°C	180	7,02 <sup>c</sup>	6,77 <sup>c</sup>	6,85 <sup>b</sup>
26%- 150°C	150	5,80 <sup>d</sup>	6,55 <sup>d</sup>	6,12 <sup>d</sup>
D.M.S.		0,14	0,12	0,10
C.V. (%)		0,71	0,63	0,55
29%- 110°C	210	7,60 <sup>c</sup>	6,95 <sup>d</sup>	6,15 <sup>c</sup>
29%- 120°C	150	8,20 <sup>a</sup>	7,90 <sup>a</sup>	7,02 <sup>a</sup>
29%- 130°C	210	7,70 <sup>b</sup>	7,52 <sup>b</sup>	6,67 <sup>b</sup>
29%- 140°C	180	7,27 <sup>d</sup>	7,15 <sup>c</sup>	6,62 <sup>b</sup>
29%- 150°C	120	6,20 <sup>e</sup>	6,62 <sup>e</sup>	6,05 <sup>c</sup>
D.M.S.		0,09	0,13	0,16
C.V. (%)		0,46	0,67	0,91

<sup>(1)</sup> Temperatura do extrusor na 1ª zona: 60°C (constante).

<sup>(2)</sup> As médias, na mesma coluna, seguidas de letras diferentes, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (D.M.S. diferença mínima significativa; C.V. coeficiente de variação).

Tabela 4 – Médias dos escores da avaliação sensorial de aparência, sabor e textura para *donuts*, preparados com as farinhas de trigo e soja (80:20) extrusadas, em dois níveis de umidade e suas respectivas melhores temperaturas do canhão (MTC) nas 2ª e 3ª zonas <sup>(1)</sup> e melhores velocidades de rotação de parafuso (MVRP).

Identificação do <i>donut</i>	MTC (°C)	MVRP (rpm)	Médias dos escores de avaliação <sup>(2)</sup>		
			Aparência	Sabor	Textura
26%- 120°C	120	180	7,90 <sup>b</sup>	7,50 <sup>b</sup>	6,65 <sup>a</sup>
29%- 120°C	120	150	8,40 <sup>a</sup>	8,10 <sup>a</sup>	7,25 <sup>a</sup>
D.M.S.			0,01	0,01	1,27
C.V. (%)			0,001	0,01	1,44

<sup>(1)</sup> Temperatura do extrusor na 1ª zona: 60°C (constante).

<sup>(2)</sup> As médias, na mesma coluna, seguidas de letras diferentes, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (D.M.S. diferença mínima significativa; C.V. coeficiente de variação).

Tabela 5 – Médias<sup>(2)</sup> dos escores da análise descritiva quantitativa (ADQ) de atributos sensoriais para “donuts” preparados com as farinhas de trigo e soja (80:20) extrusadas<sup>(1)</sup> em melhores condições do processo, com a farinha mista crua de trigo e soja (80:20, controle), e com a farinha de trigo crua (controle).

Atributo sensorial	Donut				D.M.S.	C.V. (%)
	26% 120°C 180rpm	29% 120°C 150rpm	F. mista crua	F. trigo crua		
<b>Aparência</b>						
Cor esbranquiçada	0,55 <sup>c</sup>	0,58 <sup>c</sup>	2,09 <sup>b</sup>	2,42 <sup>a</sup>	0,12	2,16
Cor dourada	7,04 <sup>b</sup>	7,47 <sup>a</sup>	6,19 <sup>c</sup>	5,71 <sup>d</sup>	0,17	0,65
Cor amarronzada	1,95 <sup>a</sup>	1,35 <sup>b</sup>	1,02 <sup>c</sup>	0,51 <sup>d</sup>	0,12	2,53
<b>Sabor</b>						
Trigo cozido	7,09 <sup>b</sup>	7,53 <sup>a</sup>	6,00 <sup>d</sup>	6,74 <sup>c</sup>	0,08	0,29
Soja cozida	0,87 <sup>b</sup>	0,82 <sup>b</sup>	2,03 <sup>a</sup>	0,06 <sup>c</sup>	0,06	1,73
Adocicado	3,74 <sup>bc</sup>	3,80 <sup>ab</sup>	3,86 <sup>a</sup>	3,63 <sup>c</sup>	0,11	0,77
Salgado	0,57 <sup>a</sup>	0,54 <sup>ab</sup>	0,51 <sup>b</sup>	0,57 <sup>a</sup>	0,04	2,04
Adstringente	0,65 <sup>b</sup>	0,47 <sup>c</sup>	1,93 <sup>a</sup>	0,73 <sup>b</sup>	0,08	2,24
Cru	0,12 <sup>c</sup>	0,11 <sup>c</sup>	1,80 <sup>a</sup>	1,04 <sup>b</sup>	0,07	2,32
<b>Residual</b>						
Adstringente	0,30 <sup>bc</sup>	0,18 <sup>c</sup>	1,01 <sup>a</sup>	0,37 <sup>b</sup>	0,16	8,53
Cru	0,03 <sup>c</sup>	0,01 <sup>c</sup>	0,55 <sup>a</sup>	0,33 <sup>b</sup>	0,09	9,67
<b>Textura</b>						
Crocância na crosta	3,02 <sup>a</sup>	2,87 <sup>b</sup>	2,03 <sup>c</sup>	1,65 <sup>d</sup>	0,06	0,67
Dureza	1,73 <sup>c</sup>	1,62 <sup>d</sup>	2,51 <sup>a</sup>	2,23 <sup>b</sup>	0,06	0,71
Fraturabilidade	1,94 <sup>c</sup>	1,93 <sup>c</sup>	2,44 <sup>b</sup>	2,69 <sup>a</sup>	0,04	0,46
Mastigabilidade	2,74 <sup>b</sup>	2,05 <sup>c</sup>	3,14 <sup>a</sup>	3,13 <sup>a</sup>	0,10	0,90
Gomosidade	2,85 <sup>b</sup>	1,84 <sup>c</sup>	4,42 <sup>a</sup>	4,46 <sup>a</sup>	0,13	1,00
Adesividade	1,75 <sup>b</sup>	1,02 <sup>c</sup>	2,74 <sup>a</sup>	2,77 <sup>a</sup>	0,03	0,42
Recobrimento na boca	0,99 <sup>c</sup>	0,77 <sup>d</sup>	2,08 <sup>a</sup>	1,94 <sup>b</sup>	0,03	0,53

<sup>(1)</sup> Temperatura do extrusor na 1ª zona: 60°C (constante).

<sup>(2)</sup> As médias, na mesma linha, seguidas de letras diferentes, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (D.M.S. diferença mínima significativa; C.V. coeficiente de variação).

possível ocorrência de novas reações químicas durante a fritura, escurecendo, conseqüentemente, os *donuts* fritos.

A Tabela 5 apresenta as médias dos escores da análise descritiva quantitativa (ADQ) de atributos sensoriais para *donuts* preparados com as farinhas de trigo e soja (80:20) extrusadas em melhores condições do processo, com a farinha mista crua de trigo e soja (80:20, controle), e com a farinha de trigo crua (controle).

Verifica-se que, os *donuts* preparados com as farinhas mistas extrusadas mostraram uma cor menos esbranquiçada, mais dourada e mais amarronzada, ao compararem

com aqueles preparados com a farinha mista crua de trigo e soja e com a farinha de trigo crua (Tabela 5). O *donut* preparado com a farinha mista extrusada em 29% de umidade apresentou uma cor mais dourada e uma cor amarronzada menos acentuada do que aquele preparado com a farinha mista extrusada em 26% de umidade, justificando os resultados de aparência encontrados na Tabela 4. Por outro lado, não houve diferença significativa entre estas duas amostras quanto a cor esbranquiçada.

Em relação ao sabor, nota-se que o processo de extrusão aumentou o sabor de trigo cozido e diminuiu os sa-

bores adstringente e cru do *donut* (Tabela 5). O sabor de soja cozida foi menos percebido nos *donuts* preparados com as duas farinhas mistas extrusadas do que com a farinha mista crua, indicando que o processo de extrusão pode melhorar o sabor de soja. Quanto ao sabor adocicado, o *donut* preparado com a farinha mista extrusada em 26% de umidade apresentou uma doçura menor do que aquele preparado com a farinha mista crua, mas igual àquele preparado com a farinha de trigo crua. Entretanto, o *donut* preparado em 29% de umidade apresentou sabor adocicado igual ao da farinha mista crua, porém mais intenso do que àquele preparado com a farinha de trigo crua. Não houve diferença significativa de sabor salgado entre todas as amostras estudadas, exceto aquela feita com a farinha mista crua. Por outro lado, as duas umidades (26 e 29%) estudadas não mostraram diferenças significativas entre si nos sabores de soja cozida, adocicado, salgado e cru, exceto para os sabores de trigo cozido e adstringente. O *donut* preparado com a farinha mista extrusada em 29% de umidade obteve uma média maior de escores para o sabor de trigo cozido, mas uma média menor de escores para o sabor adstringente, explicando a melhoria encontrada no sabor na Tabela 4. Quanto ao sabor residual (Tabela 5), verifica-se que houve também uma diminuição nos sabores adstringente e cru com o processo de extrusão.

Observa-se ainda pela Tabela 5 que, os *donuts* preparados com as farinhas mistas extrusadas apresentaram maior crocância na crosta, porém tiveram diminuição em dureza, fraturabilidade, mastigabilidade, gomosidade, adesividade e recobrimento na boca, ao serem comparados com aqueles obtidos com as farinhas cruas da mistura e do trigo, indicando que o processo de extrusão melhorou a textura de *donuts*. E dentre as duas umidades (26 e 29%) estudadas, o *donut* preparado com a farinha mista com 26% de umidade e extrusada em 180rpm a 120°C mostrou uma intensidade maior de crocância na crosta, dureza, mastigabilidade, gomosidade, adesividade e recobrimento na boca, porém teve a mesma fraturabilidade, quando comparado com aquele preparado com 29% de umidade. Estes resultados foram

semelhantes aos encontrados por Lin et al.,<sup>8</sup> os quais verificaram que, o conteúdo de umidade foi mais importante do que a TC no processo de extrusão para definir as características sensoriais dos análogos de carne. A extrusão em menor conteúdo de umidade causou uma temperatura maior e uma pressão maior para os produtos finais, deixando-os mais duros, mais mastigáveis e mais coesivos.

Shih et al.<sup>12</sup> constataram que, a substituição parcial (20 a 50%) da farinha de trigo pela farinha de arroz pré-cozida ou pré-gelatinizada na massa de *donuts* diminuiu absorção de óleo destes na fritura, pois as farinhas e amidos modificados pela gelatinização mostraram-se uma melhoria no intumescimento a frio e nas propriedades de pasta, sendo esperados, quando usados em *donuts*, que aumentem a capacidade de retenção de água (CRA) assim como o conteúdo de água. E o aumento do conteúdo de água diminuiu normalmente a absorção de óleo nos *donuts* fritos. Também Traynham et al.<sup>14</sup> verificaram que a farinha mista de trigo e soja apresentou CRA maior de que a farinha de trigo, sendo que a CRA aumentou com o aumento da proporção de soja (4 a 12%). Deste modo, explica-se a maior crocância na crosta encontrada no presente estudo nos *donuts* preparados com as farinhas de trigo e soja (80:20) pré-cozidas por extrusão, uma vez que, quanto menor for a absorção de óleo na fritura, maior terá a crocância na crosta de *donut*.

Por outro lado, segundo Wang et al.,<sup>21</sup> os valores muito altos de absorção de água (AA) e absorção de gordura (AG) das farinhas não foram indicativos de melhores qualidades sensoriais dos croquetes de cenoura fritos, embora os mesmos tenham correlacionado com AA e AG. Valores excessivamente altos de AA e AG fizeram com que os produtos fossem úmidos e gordurosos. Valores elevados de AA tornaram os produtos sem crocância apesar de terem sido macios. Enquanto valores elevados de AG deixaram os produtos secos e duros.

A Tabela 6 apresenta a preferência pelos *donuts* preparados com as farinhas de trigo e soja (80:20) extrusadas em melhores condições do processo, com a farinha mista crua de trigo e soja (80:20, controle), e com a farinha de

Tabela 6 – Preferência pelos “donuts” preparados com as farinhas de trigo e soja (80:20) extrusadas<sup>(1)</sup> em melhores condições do processo, com a farinha mista crua de trigo e soja (80:20, controle), e com a farinha de trigo crua (controle).

Identificação do <i>donut</i>	Preferência <sup>(2)</sup>
26%- 120°C - 180 rpm	7,20 <sup>b</sup>
29%- 120°C - 150 rpm	7,80 <sup>a</sup>
Farinha mista crua	6,42 <sup>c</sup>
Farinha de trigo crua	7,00 <sup>b</sup>
D.M.S.	0,20
C.V. (%)	8,62

<sup>(1)</sup> Temperatura do extrusor na 1ª zona: 60°C (constante)

<sup>(2)</sup> As médias, na mesma coluna, seguidas de letras diferentes, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (D.M.S. diferença mínima significativa; C.V. coeficiente de variação).

trigo crua (controle). Verifica-se pela tabela que, o *donut* preparado com a farinha mista crua foi menos preferido do que aquele preparado com a farinha de trigo crua. Entretanto, os *donuts* preparados com as farinhas mistas extrusadas foram mais preferidos do que aquele preparado com a farinha mista crua, sendo que o *donut* preparado com a farinha mista com 29% de umidade e extrusada em 150rpm a 120°C foi o mais preferido dentre estes, além daquele preparado com a farinha de trigo crua. Estes resultados confirmaram os resultados das Tabelas 4 e 5, indicando que não bastou substituir parcialmente a farinha de trigo pela soja, é necessário o processamento das farinhas por extrusão, uma vez que o processo melhorou as características sensoriais do *donut*, melhorando a sua preferência. Portanto, a substituição parcial da farinha de trigo pela soja (20%) com posterior aplicação adequada de extrusão contribuiu bastante para essa preferência.

Mohamed et al.<sup>10</sup> observaram que o uso do isolado protéico de soja na massa resultou em *donuts* fritos em teor reduzido de óleo. Os mesmos autores sugeriram que a diminuição da absorção de óleo tenham sido relacionada com a rapidez da desnaturação desta proteína, inibindo provavelmente, a entrada de óleo na massa durante a sua fritura. Sendo assim, justificam-se os resultados encontrados no presente estudo.

## CONCLUSÃO

O *donut* preparado com a farinha de trigo e soja (80:20) com 29% de umidade e extrusada em 150rpm a 120°C foi preferido sensorialmente quando comparado com os *donuts* preparados: com a mesma farinha mista com 26% de umidade e extrusada em 180rpm a 120°C, com a farinha mista crua e com a farinha de trigo crua.

NASCIMENTO, M. R. F.; WANG, S. H.; ASCHERI, J. L. R. Sensory characteristics of donuts prepared with wheat-soybean (80:20) flours, extruded with different extrusion parameters. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v.20, n.2, p. 247-256, abr./jun. 2009.

■**ABSTRACT:** The mixture of wheat with soybean represents an important calorie-protein source with good protein quality and extrusion process improves their sensory characteristics. The objective of this work was to improve extrusion process for obtaining pre-cooked wheat-soybean (80:20) flour for semiready donut dough. Effects of mixture moisture content, extruder barrel temperature (BT) at 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> zones and screw-speed (SS) on the sensory characteristics of prepared donuts were studied. Raw mixtures in two levels of moisture (26 and 29%) were extruded in Brabender single screw extruder, using five of BT (110 to 150°C) and four of SS (120 to 210 rpm), totaling forty treatments. The results indicate that, donuts showed better overall impressions with an increase of SS and BT up

to certain point, beyond that, it became worse. The donut prepared with the mixed flour containing 29% of moisture and extruded at 150rpm and 120°C was sensorily preferred when compared to those donuts prepared with the mixed flour containing 26% of moisture and extruded at 180 rpm and 120°C, with raw mixed flour and with raw wheat flour.

■**KEYWORDS:** *Donut*; pre-cooked flour; extrusion; wheat-soybean mixture; sensory characteristics.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods**. 9<sup>th</sup> ed. St. Paul, 1995. 2v.
2. CABALLERO-CÓRDOBA, G. M.; WANG, S. H.; SGARBIERI, V. C. Características nutricionais e sensoriais de sopa cremosa semi-instantânea à base de farinhas de trigo e soja desengordurada. *Pesqu. Agropec. Bras.*, v. 29, n. 7, p. 1137-1143, 1994.
3. CHEFTEL, J. C.; CUQ, J. L.; LORIENT, D. **Proteínas alimentarias**. Zaragoza: Acribia, 1989. 346 p.
4. COCHRAN, W. G.; COX, G. M. **Experimental designs**. 2<sup>nd</sup> ed. New York: John Wiley, 1957. 611 p.
5. HORVÁTH, E. et al. Effect of extrusion temperature on physico-chemical properties and biological value of soybean-protein. *Acta Alim.*, v. 18, n. 1, p. 199-211, 1989.
6. KAMER, J. H. ; GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. *Cereal Chem.*, v. 29, n. 4, p. 239-251, 1952.
7. LEITÃO, R. F. F.; GONÇALVES, J. R.; VITTI, P. Utilização da alta temperatura na secagem de macarrão. *Col. ITAL*, v. 19, n. 2, p. 186-195, 1989.
8. LIN, S.; HUFF, H. E.; HSIEH, F. Extrusion process parameters, sensory characteristics, and structural properties of a high moisture soy protein meat analog. *J. Food Sci.*, v. 67, n. 3, p. 1066-1072, 2002.
9. MARTIN, M. L.; DAVIS, A. B. Effect of soy flour on fat absorption by cake donuts. *Cereal Chem.*, v. 63, n. 3, p. 252-255, 1986.
10. MOHAMED, S.; LAJIS, S. M. M.; HAMID, N. A. Effects of protein from different sources on the characteristics of sponge cakes, rice cakes (apam), doughnuts and frying batters. *J. Sci. Food Agric.*, v. 68, n. 2, p. 271-277, 1995.
11. PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. São Paulo: Nobel, 1991. 468p.
12. SHIH, F. F.; DAIGLE, K. W.; CLAWSO, E. L. Development of low oil-uptake donuts. *J. Food Sci.*, v. 66, n. 1, p. 141-144, 2001.
13. STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Academic, 1993. 338 p.

14. TRAYNHAM, T. L. et al. Evaluation of water-holding capacity for wheat-soy flour blends. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, v. 84, n. 1, p. 151-155, 2007.
15. WANG, S. H.; CABALLERO-CÓRDOBA, G. M.; SGARBIERI, V. C. Propriedades funcionais de misturas de farinhas de trigo e soja desengordurada, pré-tratada por microondas. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, v. 12, n. 1, p. 14-25, 1992.
16. WANG, S.H. et al. Absorção de água e propriedades espumantes de farinhas extrusadas de trigo e soja. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, v. 26, n. 2, p. 475-481, 2006.
17. WANG, S. H. et al. Características sensoriais de bolos esponja preparados com farinhas de trigo e soja extrusadas em diferentes parâmetros de extrusão. **Alim. Nutr.**, v. 16, n. 4, p. 369-376, 2005.
18. WANG, S. H. et al. Características tecnológicas y sensoriales de harinas de arroz-soya (70:30) extruídas para uso como papilla instantánea. **Alimentaria**, v. 38, n. 324, p. 77-84, 2001.
19. WANG, S. H. et al. Farinhas de trigo e soja pré-cozidas por extrusão para massas de pizza. **Pesqu. Agropec. Bras.**, v. 40, n. 4, p. 389-395, 2005.
20. WANG, S. H. et al. Farinha de trigo e soja pré-cozidas por extrusão para uso em croquete de carne. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, v. 27, n. 3, p. 572-578, 2007.
21. WANG, S. H. et al. Massa semipronta de croquete de cenoura obtida a partir de farinha de trigo e soja extrusada. **Alim. Nutr.**, v. 18, n. 2, p. 167-176, 2007.