

# DESENVOLVIMENTO DE SALGADINHOS COM TEORES REDUZIDOS DE GORDURA SATURADA E DE ÁCIDOS GRAXOS TRANS<sup>1</sup>

Vanessa D. CAPRILES<sup>2,\*</sup>; José A.G. ARÊAS<sup>2</sup>

## RESUMO

A gordura vegetal hidrogenada, veículo convencional para aromatização de salgadinhos, foi substituída parcial ou totalmente por óleo de canola, gerando um novo salgadinho com 73,8% de redução da gordura saturada em relação aos salgadinhos disponíveis no mercado e eliminação dos ácidos graxos *trans*. Foi avaliado o impacto desta substituição sobre as características sensoriais do produto. Ao se substituir totalmente a gordura, a alteração de cor, medida pela variação da somatória dos atributos de cor  $\Delta E$ , foi de 2,04. A substituição da gordura em até 50% não alterou a textura significativamente ( $p < 0,05$ ); entretanto, quando esta substituição foi igual ou superior a 75% houve diferença em relação à amostra padrão. Foi percebida alteração de textura pelos provadores quando a amostra padrão (22% gordura) foi confrontada com a amostra aromatizada com 22% de óleo. A amostra padrão apresentou maior aceitabilidade sensorial. Pelos resultados, concluiu-se que as características sensoriais do produto são fracamente afetadas pela substituição da gordura vegetal hidrogenada pelo óleo de canola. Abordagens como esta podem ser utilizadas em escala industrial, gerando produtos diferenciados e contribuindo para diminuição da ingestão dos ácidos graxos saturados e ácidos graxos *trans*.

**Palavras-chave:** gordura saturada; ácidos graxos *trans*; salgadinhos; aceitabilidade sensorial; gordura vegetal hidrogenada.

## SUMMARY

DEVELOPMENT OF SNACKS WITH REDUCED SATURATED AND TRANSFATTY ACIDS CONTENTS. The hydrogenated vegetable fat normally used as a vehicle for flavoring snacks, has been partially or totally replaced by rapeseed oil, resulting in a new snack with 73,8% less saturated fat than regular snacks. This new product doesn't have any trans fatty acids in its composition. The impact of this replacement in sensorial characteristics of this product has been analyzed. In the sample where the fat had been totally replaced the color change was  $\Delta E=2.04$ . It has been also noticed that replacement up to 50% did not cause any significant changes on texture ( $p < 0.05$ ). However, when this replacement is over 75%, a texture difference was observed as compared to the standard sample. In the sensorial analysis, the standard sample (22% fat) was compared to the one flavored with 22% rapeseed oil, and the difference in texture was noticed, with the sample flavored with vegetable fat presenting better sensory acceptance. Based on our results, we concluded that the sensorial characteristics of this product were not affected practically after the replacement of regular fat by rapeseed oil, making approaches like this viable to be used on an industrial scale with the purpose to help reducing the intake of saturated and *trans* fatty acids by the population.

**Keywords:** saturated fat; *trans* fatty acids; snacks; sensorial acceptability; hydrogenated vegetable fat.

## 1 - INTRODUÇÃO

A extrusão termoplástica é um processo no qual a matéria-prima é forçada a passar através de um molde, em condições de mistura e aquecimento, pressão e fricção que levam à gelatinização do amido e à desnaturação de proteínas. Na saída do equipamento ocorre rápida evaporação da água superaquecida presente, que atravessa o material, reorganizando as moléculas desnaturadas, formando uma rede supramolecular e gerando uma série de produtos estruturados prontos para o consumo ou ingredientes com largo emprego na indústria de alimentos [4, 5, 14, 15, 16, 21].

Entre estes produtos encontram-se os salgadinhos que são obtidos a partir de milho ou trigo e que apresentam textura altamente apreciada. Para se tornarem mais palatáveis e aceitáveis para o consumo, estes produtos são aromatizados. O aroma e o sabor fixam-se no salga-

dinho através de um veículo lipídico, normalmente gordura vegetal hidrogenada. Apesar de ser quimicamente estável, sua utilização se caracteriza como uma desvantagem nutricional, devido aos elevados índices de gordura saturada e de ácidos graxos *trans* em sua composição [8, 24].

ENIG et al. [11] encontraram cerca de 23,4% de ácidos graxos *trans* e TAVELLA et al. [26] 34-39% de gordura saturada na fração lipídica deste tipo de produto. Sabe-se que a elevada ingestão de ácidos graxos saturados e *trans* contribui para a hipercolesterolemia. Além disso, os ácidos graxos *trans* possuem efeitos mais severos que os saturados, pois além de aumentarem os níveis de LDL-colesterol, diminuem simultaneamente os de HDL-colesterol e são compostos que aumentam o risco da ocorrência de câncer [1, 6, 9, 11, 18, 25, 26].

O consumo de ácidos graxos *trans* da população americana é de aproximadamente 2,6% do total energético e de 7 a 10% do total de energia proveniente de lipídios [14, 25]. Ainda não há estudos epidemiológicos deste tipo no Brasil. Porém, como os hábitos alimentares do brasileiro estão cada vez mais próximos do americano, o consumo de ácidos graxos *trans* também deve estar elevado, uma vez que se observa consumo excessivo de produtos industrializados que apresentam gordura vegetal hidrogenada.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 26/04/2004. Aceito para publicação em 18/05/2005(001329).

<sup>2</sup> Departamento de Nutrição, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. Av. Dr. Arnaldo, 715 - CEP: 01246-904. São Paulo-SP, Brasil.

<sup>\*</sup> A quem a correspondência deve ser enviada.

nada em sua formulação. [22]

Considerando estes fatores e o aumento da incidência e prevalência de obesidade e doenças cardiovasculares, torna-se uma importante medida de Saúde Pública melhorar a qualidade nutricional dos alimentos industrializados que fazem parte do hábito alimentar da população.

Os objetivos deste trabalho foram reduzir os teores de gordura saturada e de ácidos graxos *trans* em salgadinhos, através da substituição da gordura vegetal hidrogenada, utilizada para aromatização, por óleo de canola, e averiguar o potencial do novo produto através da avaliação de possíveis alterações sensoriais.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Seguindo a resolução específica do Conselho Nacional de Saúde (nº196/96), todos os participantes foram informados detalhadamente sobre os procedimentos utilizados e concordaram em participar de maneira voluntária do estudo, assinando um termo de consentimento informado e de proteção da privacidade.

### 2.1 - Produção dos salgadinhos

A matéria-prima utilizada foi o griz de milho (*Zea mays* L.), com umidade ajustada para 16%. Os salgadinhos foram produzidos em extrusora com capacidade industrial (180kg/hora) modelo Inbra 200 INBRAMAQ, Indústria de Máquinas Ltda. (Ribeirão Preto, São Paulo). Foram adotadas as seguintes condições de processamento: camisa cônica e helicoidal; rosca cônica, paralela com quatro entradas e de passo normal; taxa de compressão da rosca de 1:1; trafilagem com seis furos com 3,17mm de diâmetro interno; sub-trafilagem com cento e cinquenta e dois furos com 4mm de diâmetro interno; velocidade da rosca em 398rpm; Input de energia de 110A em 220V; temperaturas de cada zona do canhão: zona 1 - 25°C, zona 2 - 25°C e zona 3 - 90°C.

Foram obtidos extrusados com razão de expansão igual a 4,6 no formato cilíndrico. A razão de expansão é o resultado da divisão do diâmetro do salgadinho pelo diâmetro da matriz da extrusora. Para o cálculo, utilizou-se a média do diâmetro de 30 unidades aleatórias da amostra após a saída pela matriz.

A aromatização foi realizada a frio em drageadeira do aparelho Erweka modelo AR 400, aspergindo-se metade do veículo lipídico, posteriormente salpicando os ingredientes secos, já misturados, e uma nova aspersão do veículo lipídico. Todas as amostras foram aromatizadas com 1,5% de cloreto de sódio, glutamato monossódico em quantidade equivalente a 25% do sal, inosinato disódico em quantidade equivalente a 5% do glutamato monossódico, 4% de aroma de queijo; diferindo apenas na composição e quantidade de veículo lipídico.

Produtos similares disponíveis no mercado apresentam em média 22% de lipídios adicionados para a aromatização. A partir deste valor foram desenvolvidas as amostras.

Na Figura 1 observa-se que as primeiras cinco amostras foram elaboradas de modo que houvesse redução do teor de gordura hidrogenada no veículo lipídico em intervalos de 25% (100%, 75%, 50%, 25%, 0%) e fosse mantida a quantidade de lipídios totais usualmente utilizada (22%). As últimas quatro amostras foram aromatizadas apenas com óleo de canola, com gradativa redução do teor de lipídios adicionado, promovendo, desta forma, não só a melhoria nutricional da fração lipídica, mas também a redução calórica.

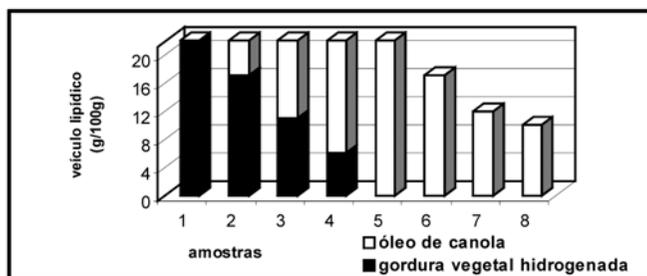


FIGURA 1 - Porcentagens de adição dos componentes do veículo de aromatização aos salgadinhos (considerando a base úmida)

### 2.2 - Metodologias analíticas

#### 2.2.1 - Perfil de ácidos graxos

A extração da fração lipídica foi realizada a frio em coluna seca, conforme a metodologia descrita por MARMER & MAXWELL [19, 20], uma alíquota de extrato que continha 50mg de lipídios foi coletada e a derivatização dos ácidos graxos foi realizada conforme o método proposto por HARTMAN & LAGO [17], sendo que a etapa de saponificação foi realizada através do refluxo dos lipídios em condensador com 2mL de solução de NaOH 0,5mol.L<sup>-1</sup> em metanol por 5 minutos. A esterificação foi realizada através da adição de 6mL de solução de cloreto de amônio 0,62 mol.L<sup>-1</sup> em metanol anidro e ácido sulfúrico (19:1) por 3 minutos. Após a separação da fração de metil ésteres, esta foi lavada com 5mL de solução de bicarbonato de sódio saturada para retirar traços do ácido sulfúrico. Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram suspensos em hexano e analisados por cromatografia gasosa em coluna capilar (coluna CP-Sil 88 de 50m x 0,25mm e 0,2µm de espessura). As condições cromatográficas foram: temperaturas da coluna: inicial 100°C por 2 minutos, rampa 5°C por minuto (por 28 minutos), final 240°C; temperatura do detector de ionização de chama 300°C; temperatura do injetor 270°C; gás de arraste: hidrogênio com fluxo de 1,5mL/ minuto, razão de divisão 1: 67. Padrões utilizados: Sigma Aldrich - USA: 189-19 Fatty acid methyl esters mixture, L8404 Linoleic acid methyl ester *cis/trans* isomers e L6034 Linolenic acid methyl ester, isomer mix.

### 2.2.2 - Cor

A cor é um atributo tridimensional, constituída pelos parâmetros luminosidade, croma e tom. A luminosidade é a qualidade pela qual se distingue uma cor clara de outra escura; o croma define a "força" ou "pureza" da cor, através deste parâmetro pode-se distinguir uma cor fraca de uma forte e o tom é associado ao nome da cor.

A cor foi verificada através do sistema CIE L\*a\*b\* em aparelho Color Quest XE (Hunter Lab USA). Os valores determinados instrumentalmente são L\*, a\* e b\*. A partir desses valores calculam-se: croma =  $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$  e tom (ângulo  $\theta$ ) =  $\text{tg}^{-1} b^*/a^*$ . Os valores L\* luminosidade vão de zero (preto) até cem (branco), a\* (oposição vermelho - verde): +a (até +100) corresponde ao vermelho, -a (até -80) corresponde ao verde; b\* (oposição amarelo - azul): +b (até +70) corresponde ao amarelo e -b (até -100) corresponde ao azul [7, 13]. A diferença de cor entre duas amostras foi calculada por  $\Delta E$ .

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

sendo:  $\Delta L^* = (L_1 - L_2)$ ,  $\Delta a^* = (a_1 - a_2)$ ,  $\Delta b^* = (b_1 - b_2)$ ; segundo FRANCIS & CLYDESDALE [13].

### 2.2.3 - Textura

Como parâmetro de textura foi determinada a força necessária para o cisalhamento completo do produto em uma cela do tipo "Warner Bratzler", em aparelho TAXT2i (TA Instruments Inglaterra). O corte foi perpendicular ao comprimento dos salgadinhos e foram utilizados os seguintes parâmetros para análise: velocidade no pré-teste: 2mm/s, velocidade durante o teste: 1mm/s, velocidade pós-teste: 5mm/s e distância percorrida: 30mm (até o cisalhamento completo).

### 2.2.4 - Análise sensorial

Foi aplicado, através de um painel não treinado constituído por cinquenta pessoas consumidoras de salgadinhos, um teste afetivo, com escala hedônica de nove pontos (1 - desgostei muitíssimo, 5 - indiferente, 9 - gostei muitíssimo) [22] sob luz branca e luz vermelha, ocasião em que há mascaramento da cor. Na análise sensorial a amostra aromatizada com 22% de óleo foi confrontada com a amostra padrão (salgadinho aromatizado com 22% de gordura). Cada amostra a ser apresentada para os provadores foi codificada com três dígitos ao acaso e a ordem de apresentação foi aleatória. A análise foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial, da Faculdade de Saúde Pública que está equipado com cabines individuais. Inicialmente os salgadinhos foram provados sob luz branca, e em seguida sob luz vermelha.

## 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 - Perfil de ácidos graxos

Através da Tabela 1 percebe-se que o objetivo de melhoria nutricional do perfil de ácidos graxos dos lípides

dos salgadinhos foi alcançado, tanto pela substituição total como parcial da gordura vegetal hidrogenada. A substituição progressiva ocasionou redução gradual dos teores de gordura saturada e de ácidos graxos *trans*, e com a substituição total ocorre a exclusão de ácidos graxos *trans* no produto.

**TABELA 1** - Proporção relativa (%) dos ácidos graxos dos salgadinhos segundo nível de insaturação e posição geométrica

	Amostra								Mercado
	22% G	17% G + 5% O	11% G + 11% O	5% G + 17% O	22% O	17% O	12% O	10% O	
Saturados	27,5	24,4	20,0	21,8	9,2	9,1	9,1	9,4	34,0
<i>Trans</i>	5,0	4,1	2,9	1,5	0	0	0	0	2,0
Monoinsaturados	17,8	26,0	35,0	41,0	57,2	58,4	59,0	58,2	36,0
Polinsaturados	49,7	45,5	42,1	35,7	33,6	32,5	31,9	32,4	28,0

G = gordura vegetal hidrogenada O = óleo de canola

Também foi determinado o perfil de ácidos graxos de 14 produtos similares disponíveis no mercado, de diferentes marcas, e constatou-se que, a fração lipídica que varia de 19 a 27%, apresenta em média 34% de saturados, 2% de *trans*, 36% de monoinsaturados e 28% de polinsaturados; sendo que o teor de ácidos graxos saturados variou de 13,17 a 49,75% e o de ácidos graxos *trans* de 0 a 7,15%.

Ao comparar o perfil de ácidos graxos, observa-se no salgadinho que foi aromatizado com 22% de óleo de canola uma redução de 66,5% do conteúdo de ácidos graxos saturados em relação ao produto aromatizado com 22% de gordura; em relação aos salgadinhos disponíveis no mercado, essa redução é de 73%.

Para determinação dos isômeros *cis/trans* dos ácidos graxos linoléico e alfa-linolênico foram seguidas as ordens de eluição dos componentes na mesma coluna segundo a descrição da prática recomendada Ch 2a-94 e do método oficial Ce 1f-96 da AOCS para análise de óleos e gorduras comerciais. Os protocolos destas técnicas, assim como o da utilizada neste trabalho não permitiram a separação dos isômeros C18:3 *ctc/tcc* devido à sobreposição dos picos [2, 3].

A Tabela 2 apresenta a porcentagem de cada ácido graxo com isomeria *trans* encontrado nos salgadinhos convencionais e nas amostras que apresentam gordura vegetal hidrogenada em sua composição. Observa-se que o ácido graxo *trans* encontrado em maior quantidade tanto nos produtos desenvolvidos como nos salgadinhos convencionais foi o eláidico (C18:1t); este resultado está de acordo com o observado por CHIARA, SICHIERI & CARVALHO [10] que avaliaram a composição em ácidos graxos de alguns produtos que possuem gordura vegetal hidrogenada em sua formulação e encontraram este isômero com maior frequência e em maior quantidade que os demais isômeros *trans*.

Possivelmente, as gorduras utilizadas na aromatização dos salgadinhos comerciais apresentam maior grau de hidrogenação; processo que consiste na adição de átomos de hidrogênio às duplas ligações dos ácidos graxos insaturados, formando além dos ácidos graxos satura-

**TABELA 2** - Participação percentual de cada ácido graxo com isômeria *trans* na composição da fração lipídica dos salgadinhos

	Amostra					Mercado
	22% G	17% G + 5% O	11% G + 11% O	6% G + 18% O		
C18:1 9t	3,68	2,95	1,99	1,15	1,15	
C18:2 9t12t	0,21	0	0,09	0	0,03	
C18:2 9c12t	0,49	0,40	0,35	0,23	0,35	
C18:2 9t12c	0,40	0,40	0,28	0	0,31	
C18:2 t						
(Somatório dos isômeros)	1,10	0,80	0,72	0,23	0,69	
C18:3 9t12c15t	0,25	0,29	0,21	0,13	0,41	
C18:3 9c12c15t	0	0	0	0	0,56	
C18:3 9c12t15c9t12c15c	0	0	0	0	0,34	
C18:3 t						
(Somatório dos isômeros)	0,25	0,29	0,21	0,13	1,31	

Desvio Padrão (DP), número de ensaios (n).  
G = gordura vegetal hidrogenada O = óleo de canola

dos correspondentes, vários isômeros *trans* [9, 11]. Este fato pode ser constatado através da comparação dos resultados expressos nas Tabelas 1 e 2 que demonstram que os produtos disponíveis no mercado apresentam, em média, maiores teores de ácidos graxos saturados e maior variedade de isômeros *trans*.

Nos produtos desenvolvidos observa-se maiores teores de isômeros *trans* do ácido linoléico, que é o ácido graxo presente em maiores concentrações na gordura utilizada.

Para a aromatização dos salgadinhos desenvolvidos neste trabalho foi utilizada uma gordura hidrogenada que possui altos teores de ácidos graxos insaturados. Com a utilização desta gordura que não necessita aquecimento para sua fusão, foram evitadas possíveis alterações na composição em ácidos graxos em função do aquecimento.

### 3.2 - Cor

A Tabela 3 apresenta as médias e os intervalos de variação das amostras em cada parâmetro de cor. Também foi calculado o ΔE, que é um indicador da diferença de cor entre duas amostras [13] (Tabela 4).

**TABELA 3** - Parâmetros de cor dos salgadinhos em função da composição do veículo lipídico utilizado na aromatização

	n	Amostra				
		Cor (média ± DP)				
		L*	a*	b*	Croma	Tom
22% G	3	76,8 ± 0,38	4,72 ± 0,11	38,2 ± 0,20	38,0 ± 0,21	82,9 ± 0,13
17% G + 5% O	3	77,5 ± 0,4	3,71 ± 0,09	36,4 ± 0,05	37,4 ± 1,8	83,4 ± 0,85
11% G + 11% O	3	77,9 ± 0,21	5,01 ± 0,49	38,4 ± 1,2	36,7 ± 0,26	83,9 ± 0,86
6% G + 18% O	3	76,6 ± 0,52	5,45 ± 0,16	39,1 ± 0,12	36,6 ± 0,18	84,3 ± 0,09
22% O	3	77,3 ± 0,50	3,64 ± 0,07	36,5 ± 0,26	38,1 ± 0,96	83,4 ± 0,84
17% O	3	77,5 ± 0,58	4,37 ± 0,49	38,5 ± 1,28	36,7 ± 0,13	84,2 ± 0,11
12% O	3	77,1 ± 0,04	4,28 ± 0,75	37,6 ± 1,85	36,6 ± 0,06	84,2 ± 0,13
10% O	3	76,6 ± 0,87	3,86 ± 0,65	36,5 ± 2,01	36,8 ± 0,38	83,8 ± 0,55

Desvio Padrão (DP), número de ensaios (n).  
G = gordura vegetal hidrogenada O = óleo de canola

Os resultados obtidos para cada parâmetro de cor foram interpretados em dois blocos, de acordo com a representação das amostras na Figura 1, considerando-se a redução da gordura vegetal hidrogenada na mistura lipídica (amostras 1,2,3,4,5) e considerando-se a redução da

quantidade total de lípidos utilizados na aromatização (amostras 5,6,7,8).

#### 3.2.1 - Redução da gordura vegetal hidrogenada no veículo lipídico

Os resultados expressos nas Tabelas 3 e 4 demonstram não haver dependência nos parâmetros de cor dos salgadinhos em função da redução gradual da gordura vegetal hidrogenada na mistura lipídica utilizada para aromatizar o produto.

**TABELA 4** - Variação dos parâmetros de cor dos salgadinhos em função da substituição gradual da gordura vegetal hidrogenada utilizada na aromatização (em relação a amostra 22%G)

Amostra	Variação dos parâmetros de cor			
	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE
17% G + 5% O	-0,76	1,01	1,8	2,2
11% G + 11% O	-1,11	-0,29	-0,2	1,16
6% G + 18% O	0,15	-0,73	-0,9	1,17
22% O	-0,49	1,08	1,66	2,04

G = gordura vegetal hidrogenada O = óleo de canola

#### 3.2.2 - Redução da quantidade de óleo utilizada na aromatização

Através dos resultados expressos nas Tabelas 3 e 5 nota-se que não houve diferença de luminosidade e tom entre as amostras aromatizadas com 17, 12 e 10% de óleo de canola em relação a amostra que foi aromatizada com 22% deste óleo. As amostras que foram aromatizadas com 17,12 e 10% de óleo de canola não apresentaram diferenças entre si em nenhum parâmetro de cor.

A regressão linear (Figura 2) desses resultados demonstra que a redução da quantidade de óleo de canola utilizado para aromatizar ocasiona uma alteração direta

**TABELA 5** - Variação dos parâmetros de cor dos salgadinhos em função da redução do teor de óleo de canola utilizado na aromatização (em relação a amostra 22%O)

Amostra	Variação dos parâmetros de cor			
	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE
17% O	-0,18	-0,73	-1,95	2,09
12% O	0,15	-0,64	-1,08	1,26
10% O	0,64	-0,22	0,06	0,68



**FIGURA 2** - Alteração de cor dos salgadinhos em função da diminuição do teor de óleo de canola utilizado na aromatização

mente proporcional ( $R^2=0,98$ ) no valor de  $\Delta E$ . Quanto menor a quantidade de óleo maior a redução do  $\Delta E$  em relação a cor do salgadinho aromatizado com 22% de óleo de canola.

Com base nestas observações é possível afirmar que foram identificadas instrumentalmente pequenas variações nos parâmetros de cor das amostras, entretanto, visualmente estas alterações não foram perceptíveis.

### 3.3 - Textura

Os resultados obtidos para a avaliação de textura foram interpretados através de análise de variância (ANOVA). Foi feita análise estatística comparativa de médias através do teste de Tukey, duas a duas na ordem em que foram apresentadas na *Figura 1*, adotando-se um nível de confiança de 95% [12,23].

**TABELA 6** - Médias descritivas da textura dos salgadinhos em função da composição do veículo lipídico utilizado na aromatização

	Amostra							
	22% G	17% G + 5% O	11% G + 11% O	6% G + 18% O	22% O	17% O	12% O	10% O
Força de cisalhamento (N)	53,7 <sup>a</sup>	53,5 <sup>a</sup>	45,9 <sup>ab</sup>	39 <sup>b</sup>	62,8 <sup>c</sup>	42,3 <sup>b</sup>	41,8 <sup>b</sup>	41,9 <sup>b</sup>
N	15	15	15	15	15	15	15	15

Desvio Padrão (DP), número de ensaios (n). mesmas letras significam médias estatisticamente iguais (Teste de Tukey = 8,92 a um nível de significância de 95%).  
G = gordura vegetal hidrogenada O = óleo de canola)

Os resultados de textura também foram analisados em dois blocos.

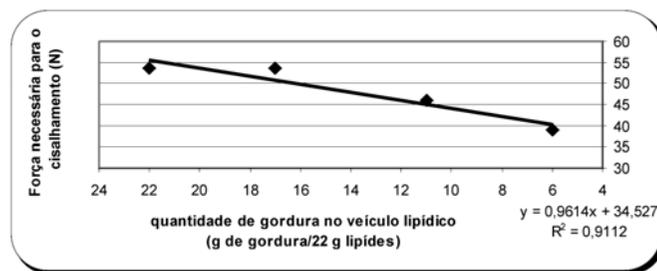
#### 3.3.1- Redução da gordura vegetal hidrogenada no veículo lipídico

Observa-se na *Tabela 6* que, a substituição da gordura vegetal hidrogenada em até 50% (11% G + 11% O) não altera significativamente a textura. Entretanto, quando esta substituição é igual a 75% (6% G + 18% O) há diferença de textura em relação às amostras aromatizadas com 100% (22% G) e 75% (17% G + 5% O) de gordura na mistura lipídica.

A regressão linear (*Figura 3*) desses resultados demonstra que a redução progressiva em 25% do teor de gordura na mistura lipídica utilizada para a aromatização dos snacks ocasiona proporcional redução da força de cisalhamento ( $R^2=0,91$ ). Este comportamento se deve à diminuição proporcional dos teores de ácidos saturados e *trans*, que são sólidos à temperatura ambiente e, por isso, podem ocasionar maior força necessária para o cisalhamento.

#### 3.3.2 - Redução da quantidade de óleo utilizada na aromatização

O salgadinho aromatizado com 22% de óleo destacou-se dos demais em relação à textura. Salgadinhos aromatizados com as quantidades 17, 12 e 10% de óleo de canola não apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação à textura ( $p<0,05$ ).



**FIGURA 3** - Influência da redução progressiva da quantidade de gordura vegetal hidrogenada no veículo lipídico sobre a força necessária para o cisalhamento dos salgadinhos

Através dos resultados de textura observa-se que não houve alteração de textura dependente da redução do teor de óleo. Nota-se uma queda brusca na força de cisalhamento quando houve redução de 22% para 17% de óleo na aromatização do produto, porém, este valor praticamente se mantém quando é utilizado 17,12 e 10% de óleo.

### 3.4 - Análise sensorial

Os resultados obtidos na análise sensorial foram avaliados através de análise de variância (ANOVA). Foi feita análise estatística comparativa das notas médias obtidas pelas amostras através do teste de Tukey, adotando-se um nível de confiança de 95% [12, 23].

Através dos resultados expressos na *Tabela 7* nota-se que, os dois produtos foram aceitos tanto sob luz branca como sob luz vermelha, já que as notas médias encontram-se acima de 6 (gostei ligeiramente) e mais da metade dos provadores atribuíram notas acima do ponto de corte, notas  $\geq 7$ . Os valores de moda demonstraram que a maior proporção de provadores atribuíram nota igual a 7 para o salgadinho com óleo analisado sob luz vermelha e nota 8 quando analisado sob luz branca. Foi atribuída nota 8 para o salgadinho aromatizado com gordura nas duas circunstâncias.

**TABELA 7** - Aceitabilidade sensorial dos salgadinhos aromatizados com 22% de gordura vegetal hidrogenada e 22% de óleo de canola

Amostra	n	Média das notas	Aceitação (%)	Moda
Luz branca				
22% de óleo	50	6,88 <sup>ab</sup>	68	8
22% de gordura	50	7,5 <sup>c</sup>	86	8
Luz vermelha				
22% de óleo	50	6,52 <sup>a</sup>	56	7
22% de gordura	50	7,32 <sup>bc</sup>	84	8

Desvio padrão (DP), número de provadores (n), aceitação refere-se à porcentagem de notas  $\geq 7$ , mesmas letras significam médias estatisticamente iguais (Teste de Tukey = 0,56 a um nível de significância de 95%).

Não houve diferença estatisticamente significativa entre as notas atribuídas ao mesmo produto sob luz branca ou vermelha. Entretanto, houve diferença significativa entre os produtos demonstrando que a diferença entre estes salgadinhos é percebida pelos provadores, e que o salgadinho padrão (22% G) apresenta maior aceitabilidade, o que é comprovado pela maior média das notas e pe-

la quantidade superior de notas acima do ponto de corte, tanto sob luz branca como sob luz vermelha.

Os salgadinhos confrontados na análise sensorial apresentaram diferenças de cor e de textura. Acredita-se que a diferença de aceitabilidade deva-se à textura, pois além da mensuração instrumental, no formulário para avaliação sensorial havia um campo opcional para que o provador se manifestasse. Dentre as manifestações espontâneas relacionadas à textura, 53% eram de reprovação do salgadinho aromatizado com óleo, tanto sob luz branca, como vermelha. Quando a análise sensorial é realizada com mascaramento da cor, o degustador se atem a outras características, pois a diferença de cor é neutralizada. Nesta situação, a única diferença entre os produtos foi a textura. Na luz vermelha, a influência negativa da textura na aceitabilidade intensificou-se. A aprovação da textura deste produto caiu de 12% para 0%, justificando, desta forma, as pequenas reduções no valor da moda, da nota média e da porcentagem de notas acima do ponto de corte atribuídas a amostra aromatizada com óleo, enquanto que a aromatizada com gordura manteve a aceitabilidade.

Neste trabalho, pôde-se observar a viabilidade nutricional e comercial da substituição da gordura vegetal hidrogenada por óleo de canola para a aromatização de salgadinhos. Com isso, pôde-se produzir um novo produto com alta aceitabilidade sensorial e com reduzidos teores de gordura saturada e isento de ácidos graxos *trans*.

Observa-se uma tendência mundial em relação à obrigatoriedade da declaração do conteúdo de ácidos graxos *trans* na rotulagem nutricional. Desta forma, as indústrias de alimentos deverão se esforçar para diminuir os níveis ou excluir esta substância de seus produtos. Neste sentido, abordagens como a utilizada neste trabalho deverão ser empregadas em escala industrial, promovendo a diferenciação do produto no mercado e também contribuindo para a diminuição da ingestão destes ácidos graxos. Os dados sugerem que uma melhoria tecnológica em relação à textura pode aumentar a aceitabilidade sensorial deste novo salgadinho.

#### 4 - CONCLUSÕES

Através da substituição parcial ou total da gordura vegetal hidrogenada pelo óleo de canola, para compor o veículo de aromatização de salgadinhos, foi possível reduzir os teores de gordura saturada e de ácidos graxos *trans*. E com a substituição total ocorreu a exclusão de ácidos graxos *trans* do produto.

A cor, textura e aceitabilidade sensorial foram fracamente afetadas pela substituição da gordura vegetal hidrogenada pelo óleo de canola, demonstrando assim, a viabilidade comercial deste novo produto.

#### 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALLISON, D.B.; EGAN, K.S.; BARRAY, L.M.; CAUGHMAN, C.; INFANTE, M.; HEIMBACK, J.T. Estimated intakes of trans fatty and other fatty acids in the US population. **J. Am. Diet. Assoc.** v. 99, p.166-174, 1999.
- [2] AOCS. Trans unsaturated fatty acids by capillary column gas chromatography. **AOCS Recommended Practice Ch 2a** -94.
- [3] AOCS. Determination of cis and trans fatty acids in hydrogenated and refined oils and fats by capillary GLC. **AOCS Official Method Ce 1f-96**.
- [4] ARÊAS, J.A.G. Extrusion of food proteins. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.** v.32, p.365-392, 1992.
- [5] ARÊAS, J.A.G. Interações moleculares do amido durante o processo de extrusão. **Bol. SBCTA.** v.30, n.1, p28-30, 1996.
- [6] ASCHERIO, A.; WILLET, W. Health effects of trans fatty acids. **Am. J. Clin. Nutr.** v.66: 1006-1010, 1997.
- [7] BEERING, M. Techniques for Measuring Color. **Metal Finishing.** v.97, n.5, p. 552-557, 1999.
- [8] BLOCK J.M.; BARRERA ARELLANO, D. Produtos hidrogenados no Brasil: isômeros trans, características físico-químicas e composição em ácidos graxos. **Arch. Latinoam. Nutr.** v.44, n.4, p. 281-285, 1994.
- [9] CHAIR, E.B.F.; KRIS ETHELTON, P.M.; KRITCHEVSKY, D.; LICHTENSTEIN, A.H. Position paper on trans fatty acids. **Am. J. Clin. Nutr.** v.63, n.5, p.663- 670, 1996.
- [10] CHIARA, V.L.; SICHIERI, R.; CARVALHO, T.D.S.F.D. Teores de ácidos graxos trans de alguns alimentos consumidos no Rio de Janeiro. **Rev. Nutr.** v.16, n.2, p.227-233,2003.
- [11] ENIG, M.G.; PALLANSCH, L.A.; SAMPUGNA, J.; KEENEY, M. Fatty Acid Composition of the Fat in Select Food Items with Emphasis on trans Components. **JAACS.** v.60, n.10, p. 1788-1795,1983.
- [12] FISHER, L.D.; BELLE, G.V. **Biostatistics: A methodology for the Health Sciences.** 8ª ed. Estados Unidos da América: John Wiley & Sons, Inc; 1993.
- [13] FRANCIS, F.J.; CLYDESDALE, F.M. Food Colorimetry: Theory and Applications. The AVI Publishing Co., Inc., 1975 In: FERREIRA, V.L.P., **Princípios e aplicações da colorimetria em alimentos.** Campinas: ITAL, 1981.
- [14] GOMEZ, M.H.; AGUILERA, J.M. Changes in the starch fraction during extrusion cooking of corn. **J. Food Sci.** v.48, n.2, p.378-381. 1983.
- [15] HARPER, J.M. Extrusion texturization of foods. **Food Technol.** v.40, n.3, p.70-82, 1986.
- [16] HARPER, J.M. Food Extruders and Their Applications. In: MERCIER, C.; LINKO, P.; HARPER, J.M. **Extrusion Cooking.** St.Paul, Minnesota E.U.A.: American Association of Cereal Chemists; 1989.
- [17] HARTMAN, L.; LAGO, R.C.A. Rapid Preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Lab. Pract.** v.22, p. 475-476, 1973.
- [18] JUDD, J.T.; CKEVIDENCE, B.A.; MUESING, R.A.; WITES, J.; SUNKIN, M.E.; PODCZASY JJ. Dietary trans fatty acids: effects on plasma lipids and lipoproteins of healthy men and women. **Am. J. Clin. Nutr.** v.59, p. 861-868,1994.
- [19] MARMER, W.N.; MAXWELL, R.J. Dry Column Method for

- the Quantitative Extraction and Simultaneous Class Separation of Lipids from Muscle Tissue. **Lipids**. v.5, p.365-71, 1981.
- [20] MAXWELL, R.J.; MARMER, W.N.; ZUBILLAGA, M.P.; DALICKAS, G.A. Determination of Total Fat in Meat Products by a Rapid, Dry Column Method. **J. Assoc. off. Anal. Chem.** v.3, p. 600- 603, 1980;.
- [21] MITCHELL, J.R.; AREAS, J.A.G. Structural in biopolymers during extrusion. In: KOKINI, J.L.; HO, C.T.; KARWE, M.V. **Food Extrusion Science and Technology**. New York: Marcel Dekker; 1992. p.345-360.
- [22] MONDINI, L.; MONTEIRO, C.A. Mudanças no padrão da alimentação. In: Monteiro CA. **Velhos e novos males da saúde no Brasil: a evolução do país e de suas doenças**. São Paulo: Hucitec; 1995. p.79-89.
- [23] MORAES, M.A.C. **Métodos de avaliação sensorial de alimentos**. 8ª ed. Campinas: Editora da Universidade Estadual de Campinas; 1993.
- [24] SOARES, L.M.V.; FRANCO, M.R.B. Níveis de *trans* isômeros e composição de ácidos graxos em margarinas nacionais e produtos hidrogenados semelhantes. **Ciênt. Tecnol. Aliment.** v.10, n.1, p.57-71, 1990.
- [25] SUBBAIAH, P.V.; SUBRAMANIAN, V.S.; LIU, M. Trans unsaturated fatty acids inhibit lecithin: cholesterol acyltransferase and alter its positional specificity. **Journal of Lipid Research**. v.39, p.1438-1447, 1998.
- [26] TAVELLA, M.; PETERSON, G.; ESPECHE, M.; CAVALLERO, E.; CIPOLLA, L.; PEREGO, L.; CABALLERO, B. Trans fatty acid content of a selection of foods in Argentina. **Food Chemistry**. v.69, p.209-213, 2000.

## 6 - AGRADECIMENTOS

À Geni Sampaio, Rosana Aparecida Manólio Soares, Rosa Nilda Chávez - Jauregui, José Perreira, Eric Cassidori Coli, Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Pinto Machado e Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth E.A.F.S. Torres, aos estudantes de estatística Alonso Massao Yamaguchi e Adriana Silva e Moura e aos voluntários que participaram da sessão de análise sensorial. Às indústrias: INBRAMAQ, NORSAL, AJINOMOTO, RAI INGREDIENTS, CARGIL, MAEDA. À FAPESP pelo auxílio financeiro e bolsa concedidos.