

Influência da relação superfície/volume em frituras de batata palito

Ratio surface/volume influence on french fries potato frying

Patrícia V. DEL RÉ¹
Ana Lúcia COLTRO¹
João C. P. P. MANENTE¹
Gemma E. MARTI²
Neuza JORGE^{3*}

RIALA6/961

Del Ré, P. V. et al. - Influência da relação superfície/volume em frituras de batata palito **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, 62(3): 213 - 219, 2003

RESUMO. Este estudo teve por objetivo conhecer o comportamento do óleo de soja refinado em frituras descontínuas, utilizando sucessivas frituras de batatas palito, submetido à temperatura de 180°C e relações superfície/volume (S/V) iguais a 0,2; 0,4 e 0,6 cm⁻¹. As frituras foram conduzidas em fritadeira doméstica, onde o óleo foi aquecido por 12,5 horas, em dois dias consecutivos, com temperatura controlada e reposição de óleo fresco. Nas amostras de batatas procederam-se as análises do teor lipídico e da umidade, e nos óleos obtidos durante o processo de fritura, foram analisados: ácidos graxos livres, índice de peróxidos, dienos conjugados e compostos polares totais. Observou-se que o aumento da relação S/V e o prolongamento do tempo de fritura influenciaram diretamente na alteração do óleo. As alterações físico-químicas no óleo foram maiores na relação S/V 0,6 cm⁻¹. Dentre os tempos de fritura estudados, os produtos fritos até 9,5 horas foram os mais recomendados, pois acima deste tempo de fritura, observou-se aumento do nível de alteração, principalmente na análise de compostos polares totais, atingindo valores de 25,23 e 26,57%, nas relações S/V 0,4 e 0,6 cm⁻¹, respectivamente, valores estes superiores aos recomendados pelas regulamentações de alguns países.

PALAVRAS-CHAVE. relação superfície/volume, óleo de soja, fritura descontínua, batata palito.

¹ Estudante de Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos – IBILCE – UNESP

² Estudante da Universidad Autónoma de Barcelona – Programa de Cooperação Interuniversitária – Brasil/Espanha

³ Prof^a. Dr^a. do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos (DETA) – UNESP*

* Endereço para correspondência: Rua Cristóvão Colombo, 2265 – Jardim Nazareth – São José do Rio Preto – SP njorge@eta.ibilce.unesp.br

INTRODUÇÃO

O consumo de óleos no mundo vem aumentando nas últimas décadas. Isso se deve, em grande parte, ao incremento dos *fast foods*, que se utilizam na grande maioria de frituras. O alimento frito tem se tornado muito popular, apesar de guias alimentares recomendarem a redução do nível de lipídios na dieta⁶.

No processo de fritura ocorre incorporação do óleo no alimento modificando suas propriedades nutricionais e sensoriais, além da transferência de calor reutilizável³. Esta forma de aquecimento é mais eficiente que o cozimento por ar quente em fornos e mais rápido que o cozimento em água, já que as temperaturas alcançadas pelo óleo no processo de fritura são superiores às alcançadas pela água em ebulição, levando a uma rápida elaboração dos alimentos¹⁹.

Fritar é uma maneira rápida e conveniente para elaboração de alimentos com propriedades sensoriais únicas como cor, sabor, *flavour*, textura e palatabilidade. No entanto, durante a fritura por imersão, ocorrem alterações indesejáveis como reações térmicas, oxidativas e hidrolíticas, além de mudanças físico-químicas devido à formação de novos componentes.

Considerando-se, ainda, que uma parte do óleo utilizado no processo de fritura é absorvida pelo alimento e torna-se parte da dieta, verifica-se a necessidade da utilização de um meio de fritura de boa qualidade e a manutenção desta qualidade por períodos mais longos¹⁹.

Os possíveis riscos à saúde envolvidos no consumo de óleos aquecidos ou oxidados como pré-disposição à arteriosclerose, ação mutagênica ou carcinogênica foram comentados e revisados⁹.

Alguns fatores que influenciam a absorção e a qualidade do óleo são dependentes do próprio processo como o tipo de equipamento utilizado, a temperatura, o tempo e o método de fritura. Outros, extrínsecos ao mesmo, se relacionam com o tipo de óleo utilizado, sua composição, a presença de aditivos, o tipo de preparação do alimento, assim como a relação superfície/volume¹⁵.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento do óleo de soja refinado em frituras descontínuas, utilizando sucessivas frituras de batatas palito, submetido à temperatura de 180°C e relações superfície/volume iguais a 0,2; 0,4 e 0,6 cm⁻¹.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Amostras

Foi utilizado nos ensaios de fritura o óleo de soja refinado da marca Cargill, que apresenta em sua composição antioxidantes - Terc Butil Hidroquinona (TBHQ) e ácido cítrico, proveniente do comércio local.

As batatas do tipo Monalisa, também adquiridas no comércio local, foram descascadas, cortadas mecanicamente na forma palito (1 cm x 1 cm x 6 cm), lavadas e submersas em água até o momento da fritura. Em seguida, foram escorridas, secas e pesadas em balança semi-analítica.

2. Processo de fritura

Foi utilizada nos ensaios uma fritadeira doméstica marca NKS home, modelo DF-150/AL, com volumes de óleo de soja de 1600, 800 e 550 mL para manter as relações superfície/volume (S/V) em 0,2; 0,4 e 0,6 cm⁻¹, respectivamente. Os lotes de batatas continham aproximadamente 320 g para S/V 0,2 cm⁻¹; 160 g para S/V 0,4 cm⁻¹ e 110 g para S/V 0,6 cm⁻¹. A temperatura empregada foi de 180°C e monitorada durante todo o processo pelo termostato da fritadeira, juntamente com o auxílio de um termopar tipo T.

Antes de dar início aos ensaios de fritura, o óleo foi submetido ao aquecimento por período de 10 minutos para o estabelecimento do controle de temperatura na fritadeira.

Cada lote de batatas foi frito por 5 minutos, empregando um intervalo de 25 minutos entre cada fritura, sendo que 5 minutos foram utilizados para o reaquecimento do óleo antes de iniciar a fritura seguinte. Os óleos foram aquecidos por um período total de 12,5 horas em dois dias consecutivos, sendo 6,25 horas em cada dia. Nos intervalos das frituras foram feitas reposições com óleo fresco para manutenção das relações S/V estudadas.

As amostras de óleo e batata foram coletadas nos tempos 0,5; 3,5; 6,5; 9,5 e 12,5 horas de fritura. Foram também retiradas amostras de óleo original e batata *in natura* para análises posteriores.

Amostras com 25 mL de óleo foram colocadas em frascos de vidro âmbar e, em seguida, armazenadas em congelador à temperatura de -20°C para evitar posteriores alterações oxidativas. Amostras de 100 g de batatas fritas foram pesadas, embaladas em folha de alumínio e sacos de polietileno, e estocadas em congelador. Todas as amostras foram descongeladas apenas no momento das análises, as quais foram realizadas em duplicata.

3. Determinações analíticas

- **Teor lipídico** - método AOCS Bc 3-49 (1993)², expresso em porcentagem, determinado no equipamento de extração de gordura, modelo MA 490 da marca Marconi.
- **Teor de umidade** - método AOCS Bc 2-49 (1990)¹, expresso em porcentagem, obtido através da relação entre o peso de água eliminada do produto pelo peso da amostra total.
- **Ácidos graxos livres** - método AOCS Cd 3d-63 (1993)², onde denomina-se "grau de acidez" a porcentagem de ácidos graxos livres que contém um óleo, expressos como ácido oléico.
- **Índice de peróxidos** - método AOCS Cd 8-53 (1993)², onde denomina-se índice de peróxidos os milequivalentes de oxigênio ativo contidos em um kilograma de óleo, calculados a partir do iodo liberado do iodeto de potássio.
- **Compostos polares totais** - método cromatográfico proposto por Dobarganes et al.⁷, expressos em porcentagem.
- **Dienos conjugados** - método AOCS Ti 1a-64 (1993)², que determina dienos conjugados de ligações insaturadas, expressos como porcentagem de ácidos dienóicos conjugados. O espectrofotômetro usado foi da marca SHIMADZU, modelo UV Mini 1240.

Tabela 1. Análise de variância para teor lipídico e umidade.

Causas de Variação	G.L.	Quadrados Médios	
		Teor Lipídico	Teor de Umidade
S/V	2	44,9210 ^{**}	1314,5028 ^{**}
Tempo de Fritura	4	5,4884 ^{**}	4,8041 ^{**}
S/V x Tempo de Fritura	8	10,8886 ^{**}	11,4953 ^{**}
Resíduo	15	0,8880	0,9113
Desvio Padrão		0,9423	0,9546
Coef. de Variação (%)		3,31	1,91

** - teste significativo ($P < 0,01$).

4. Análise estatística

O experimento foi realizado em esquema fatorial 3x5 com três relações S/V (0,2; 0,4 e 0,6 cm⁻¹) e cinco tempos de fritura (0,5; 3,5; 6,5; 9,5 e 12,5 horas), no delineamento inteiramente casualizado. Os resultados obtidos das determinações analíticas, em duplicata, foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias foram testadas a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, através do programa ESTAT. Os coeficientes de correlação linear entre os tempos de fritura e as determinações físico-químicas também foram obtidos pelo programa ESTAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Análise da batata

As batatas *in natura* utilizadas neste trabalho continham 86,83% de umidade e 0,41 % de teor lipídico. Rani e Chauhan¹⁶ encontraram valores próximos, 80,1% e 0,8%, respectivamente, para diferentes variedades de batatas.

Para avaliar os efeitos dos fatores relação S/V e Tempo de Fritura sobre o teor de lipídico e umidade foram realizados os cálculos da análise de variância (Tabela 1). Como observado, os efeitos principais e a interação foram significativos ($P < 0,01$). Então, foi necessário proceder o desdobramento da interação relação S/V x Tempo de Fritura, cujos resultados encontram-se na Tabela 2.

De acordo com a Tabela 2, o produto final apresentou, após as frituras, características diferentes em relação ao produto

inicial, pois modificou rapidamente suas características, destacando o aumento de seu conteúdo lipídico, variando de 22,41 a 33,71% (valor médio = 28,48%), e a diminuição do teor de umidade, oscilando de 35,35 a 61,80% (valor médio = 48,58%), independentemente da relação S/V e tempo de fritura.

Os resultados do teor lipídico apresentados na Tabela 2 mostram que, no tempo de fritura 0,5 hora as diferentes relações S/V não diferiram estatisticamente entre si. Já, nos tempos 3,5 e 9,5 horas houve maior absorção de lipídio na relação S/V 0,2 cm⁻¹.

A absorção de óleo pelo alimento é influenciada por uma série de fatores que atuam sobre as velocidades de transferência de calor e massa, entre óleo e alimento e, são dependentes do próprio alimento, do óleo e das condições de fritura¹⁸.

Quanto ao teor de umidade, observa-se na Tabela 2 que as batatas apresentaram um comportamento instável, oscilando entre aumento e diminuição, independente da relação S/V. Essas variações podem ser devidas às variáveis incontrolláveis dentro do processo de fritura como as oscilações de temperatura do termostato da fritadeira, cuja variação faz com que durante a fritura haja maior perda de água e maior absorção de óleo ou vice-versa.

Observa-se também, que há aumento gradativo do teor de umidade conforme aumenta a relação S/V, em todos os tempos de fritura. Na relação S/V 0,2 cm⁻¹, o produto apresentou menor teor de umidade e, portanto, teve maior perda de água, o que pode explicar, em parte, o elevado teor lipídico em relação às demais S/V estudadas.

A diminuição de peso das batatas é devida à eliminação

Tabela 2. Desdobramento da interação relação S/V x Tempo de Fritura para os dados de teor lipídico e umidade.

S/V (cm ⁻¹)	Tempo de Fritura (horas)				
	0,5	3,5	6,5	9,5	12,5
Teor Lipídico					
0,2	27,02 ^{bA}	29,98 ^{aA}	29,72 ^{abB}	31,89 ^{aA}	29,90 ^{abA}
0,4	28,91 ^{aA}	26,53 ^{abB}	25,65 ^{bC}	26,67 ^{abB}	22,41 ^{cB}
0,6	28,75 ^{bA}	28,55 ^{bAB}	33,71 ^{aA}	28,47 ^{bB}	29,08 ^{bA}
Teor de Umidade					
0,2	38,07 ^{abcC}	35,35 ^{cC}	36,01 ^{bcC}	38,65 ^{abC}	39,06 ^{aC}
0,4	50,06 ^{bB}	55,70 ^{aB}	54,40 ^{aB}	53,16 ^{aB}	48,34 ^{bB}
0,6	59,45 ^{abA}	60,99 ^{abA}	61,80 ^{aA}	58,77 ^{bA}	58,86 ^{abA}

a,b,c (linha) - em cada S/V, médias de tempo de fritura seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$);

A,B,C (coluna) - em cada tempo de fritura, médias das relações S/V seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Tabela 3. Análise de variância para ácidos graxos livres, índice de peróxidos, dienos conjugados e compostos polares totais.

Causas de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		Ácidos Graxos Livres	Índice de Peróxidos	Dienos Conjugados	Compostos Polares Totais
S/V	2	0,0459**	100,7727**	1,0279**	119,1054**
Tempo	4	0,0251**	15,2056**	1,0807**	286,5503**
S/V x Tempo	8	0,0031**	10,6140**	0,0497**	9,4577*
Resíduo	15	0,0005	0,5315	0,0003	3,4575
Desvio Padrão		0,0235	0,7290	0,0163	1,8594
Coef. de Variação (%)		9,57	6,77	1,33	13,55

* - teste significativo (P < 0,05);

** - teste significativo (P < 0,01).

de água, perdida durante a fritura. A água eliminada por evaporação é substituída parcialmente pelo óleo absorvido pela batata durante o processo de fritura. Segundo Makinson et al.¹¹, alimentos com alto conteúdo de água e baixo teor de gordura estimulam a absorção de óleo, enquanto estudos com alimentos de elevado conteúdo inicial de gordura têm demonstrado que estes não absorvem muito óleo durante a fritura. Por outro lado, a gordura do alimento é transferida para o óleo do banho.

2. Análise do óleo de fritura

O óleo de soja original utilizado neste trabalho apresentou os seguintes dados: 0,11% de ácidos graxos livres; 0,28 meq/kg de índice de peróxidos; 0,26% de dienos conjugados e 2,04% de compostos polares totais. Os valores encontrados estão de acordo com a legislação adotada por alguns países, para a utilização como óleo de fritura⁸.

A Tabela 3 apresenta a análise de variância para as

determinações de ácidos graxos livres, índice de peróxidos, dienos conjugados e compostos polares totais do óleo utilizado nas frituras. Observa-se que ocorreu interação significativa entre os fatores relação S/V x Tempo de Fritura e, desta forma, procedeu-se o desdobramento dessa interação, cujos resultados encontram-se na Tabela 4.

Observa-se na Tabela 4, os ácidos graxos livres aumentaram durante o processo de fritura indicando o desenvolvimento de reações hidrolíticas. De acordo com Mogharbel e Freitas¹³, os ácidos graxos livres se elevam conforme o aumento do tempo de fritura, e após longo período de fritura (40 horas) diminuem, devido principalmente a sua volatilização e decomposição em outros compostos que alteram o pH do meio. Verifica-se que na relação S/V 0,2 cm⁻¹ os tempos de fritura 0,5; 3,5; 9,5 e 12,5 horas não diferiram da relação S/V 0,4 cm⁻¹. A relação S/V 0,6 cm⁻¹ apresentou valores maiores em relação às demais, indicando tendência a desenvolver mais alterações

Tabela 4. Desdobramento da interação da relação S/V x Tempo de Fritura para ácidos graxos livres, índice de peróxidos, dienos conjugados e compostos polares totais.

S/V (cm ⁻¹)	Tempo de Fritura (horas)				
	0,5	3,5	6,5	9,5	12,5
Ácidos Graxos Livres					
0,2	0,16 ^{cA}	0,19 ^{bcB}	0,24 ^{abB}	0,26 ^{abB}	0,28 ^{aB}
0,4	0,15 ^{bA}	0,18 ^{bB}	0,15 ^{bC}	0,22 ^{abB}	0,26 ^{aB}
0,6	0,18 ^{dA}	0,27 ^{cA}	0,34 ^{bcA}	0,36 ^{bA}	0,46 ^{aA}
Índice de Peróxidos					
0,2	7,17 ^{abB}	7,98 ^{abC}	6,08 ^{bC}	7,09 ^{abC}	8,87 ^{aB}
0,4	7,35 ^{dB}	14,88 ^{aA}	12,72 ^{abB}	10,57 ^{bcB}	9,94 ^{cB}
0,6	9,25 ^{cA}	12,14 ^{bB}	15,52 ^{aA}	16,34 ^{aA}	15,54 ^{aA}
Dienos Conjugados					
0,2	0,53 ^{eB}	0,67 ^{dC}	0,92 ^{cC}	1,08 ^{bC}	1,22 ^{aC}
0,4	0,68 ^{dA}	1,07 ^{cB}	1,39 ^{bB}	1,63 ^{aB}	1,65 ^{aB}
0,6	0,67 ^{eA}	1,21 ^{dA}	1,64 ^{cA}	1,98 ^{bA}	2,08 ^{aA}
Compostos Polares Totais					
0,2	4,52 ^{cA}	7,33 ^{bcA}	9,25 ^{bcB}	12,33 ^{abB}	16,96 ^{aB}
0,4	5,35 ^{bA}	9,34 ^{cdA}	12,83 ^{bcB}	18,10 ^{bA}	25,23 ^{aA}
0,6	6,26 ^{cA}	10,98 ^{cA}	18,00 ^{bA}	22,88 ^{abA}	26,57 ^{aA}

a,b,c (linha) - em cada S/V, médias de tempo de fritura seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05);

A,B,C (coluna) - em cada tempo de fritura, médias das relações S/V seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

hidrolíticas. Nenhuma amostra apresentou valores de ácidos graxos livres superiores a 1%, valor este adotado por alguns países como máximo para a utilização de óleos de fritura¹².

Para os índices de peróxidos apresentados na Tabela 4, em relação aos tempos de fritura, verificou-se um comportamento instável, oscilando entre aumento e diminuição. A relação S/V 0,6 cm⁻¹, a partir de 6,5 horas, apresentou valores superiores aos recomendados pelas regulamentações, que estipulam valores de descarte acima de 15 meq/kg¹⁴. Verificou-se que quanto maior a relação S/V, isto é, maior exposição ao ar, maior a formação de hidroperóxidos, visto que os peróxidos são originados pelas reações oxidativas devido à presença do oxigênio do ar e catalisadas pelo aumento de temperatura.

De acordo com alguns autores o índice de peróxidos é um método químico utilizado para avaliar a formação de hidroperóxidos, porém não distingue entre os vários ácidos insaturados que sofreram oxidação, nem fornece informação sobre os produtos de oxidação secundária^{4,10}. Segundo estes autores, há uma limitação na metodologia para determinação de peróxidos; essas substâncias que são formadas durante o processo de fritura aumentam seu peso molecular até que a estrutura se fraciona em moléculas menores, que mesmo presentes no óleo, nem sempre são detectadas pela análise. Este fator ocorre principalmente em tempos de fritura mais elevados.

Mudanças na posição e geometria das duplas ligações provocadas pelas altas temperaturas do processo podem, em muitos casos, ser acompanhadas por medidas de absorção na região ultravioleta. A formação de dienos conjugados de ácidos graxos polinsaturados prevê formação de compostos primários de oxidação, os hidroperóxidos, o que pode predizer uma boa relação entre este índice e a quantidade de compostos de oxidação das amostras¹².

Observando a Tabela 4, a análise de dienos conjugados (absorção a 233 nm) mostrou aumento destes compostos com o decorrer do tempo de fritura. Na relação S/V 0,6 cm⁻¹ observa-se valores maiores do que nas demais relações S/V. Cella et al.³, em estudo do comportamento do óleo de soja refinado em fritura por imersão com diferentes alimentos de origem vegetal (mandioca, couve-flor, abobrinha e batata), constataram que o acréscimo do tempo de aquecimento promoveu um aumento nos

valores de dienos conjugados. Os autores reforçaram, ainda, que nos tempos de fritura onde houve reposição com óleo novo, os níveis de dienos conjugados foram reduzidos.

Quanto às análises de compostos polares totais (Tabela 4), observou-se aumento significativo dos compostos com o aumento do tempo de fritura. Considerando que o limite de descarte para óleos de fritura exigido pela legislação de alguns países é de 25-27% para compostos polares totais, o tempo de fritura 12,5 horas nas relações S/V 0,4 e 0,6 cm⁻¹, apresentou valores próximos ao limite estabelecido. Masson et al.¹², estudando o comportamento dos óleos polinsaturados obtidos de estabelecimentos comerciais, obtiveram baixos resultados para os compostos polares totais. Segundo estes autores, é possível que a quantidade de óleo que incorpora na batata durante a fritura seja superior a de outros produtos fritos e isso provoque maior velocidade de reposição de óleo novo que, por sua vez, contribui para diminuir a degradação de óleo.

Warner et al.²⁰, analisando o efeito da composição dos ácidos graxos dos óleos de algodão e girassol com alto oléico na fritura de batatas *chips* e palito, observaram maior deterioração dos óleos usados na fritura de batatas palito, o que pode estar relacionado com a menor quantidade de reposição de óleo em relação à batata *chips*. Segundo Sanibal e Mancini-Filho¹⁷, a adição de óleo fresco dilui os compostos produzidos durante a fritura e repõe os antioxidantes que ajudam a manter a composição dos óleos de fritura.

A Tabela 5 apresenta os coeficientes de correlação linear entre o tempo de fritura e as determinações físico-químicas realizadas no óleo de soja, nas diferentes S/V estudadas. Para os ácidos graxos livres com os tempos de fritura, observa-se que ocorreram altas correlações na relação S/V 0,2 e 0,6 cm⁻¹, ou seja, 0,98. Já, para a relação S/V 0,4 cm⁻¹ as correlações não foram significativas. Quanto ao índice de peróxidos, observa-se que as correlações só foram significativas para a relação S/V 0,6 cm⁻¹ apresentando a menor correlação (0,89) dentre as determinações físico-químicas. Em relação aos dienos conjugados, as correlações também foram elevadas para todas as relações S/V, o mesmo ocorrendo para os compostos polares os quais apresentaram os maiores valores, ou seja, 0,99, em todas as relações S/V estudadas.

Tabela 5. Coeficientes de correlação linear (r) entre o tempo de fritura (x) e as determinações físico-químicas (y) para as relações S/V e as correspondentes equações lineares.

Determinações Físico-químicas	S/V (cm ⁻¹)					
	0,2		0,4		0,6	
	r	Equação	r	Equação	r	Equação
AGL	0,98**	y=0,16+0,01x	0,86 ^{ns}		0,98**	y=0,18+0,02x
IP	0,38 ^{ns}		0,05 ^{ns}		0,89*	y=10,12+0,56x
DC	0,99**	y=0,50+0,06x	0,96**	y=0,74+0,08x	0,97**	y=0,74+0,12x
CPT	0,99**	y=3,60+1,00x	0,99**	y=3,66+1,62x	0,99**	y=5,56+1,75x

AGL: Ácidos Graxos Livres; IP: Índice de Peróxidos; DC: Dienos Conjugados; CPT: Compostos Polares Totais;

^{ns} - não significativo (P > 0,05);

* - teste significativo (P < 0,05);

** - teste significativo (P < 0,01).

Damy⁵, analisando as alterações do óleo de soja e gordura vegetal hidrogenada utilizados em frituras descontínuas de batatas *chips* à temperatura de 170°C, encontrou elevadas correlações entre os ácidos graxos livres e o tempo de fritura (0,97); o mesmo ocorrendo para o índice de peróxidos nas frituras com gordura vegetal hidrogenada (0,99).

CONCLUSÕES

O aumento da relação S/V teve efeito marcante sobre a velocidade de alteração do óleo de soja, uma vez que o aumento

significa maior superfície específica do óleo em contato com o ar. As alterações físico-químicas no óleo foram mais evidentes quando a relação S/V foi 0,6 cm⁻¹.

Diante das condições do processo, pode-se recomendar o consumo de batatas fritas até 9,5 horas de aquecimento, pois acima deste tempo de fritura, observou-se aumento do nível de alteração de alguns compostos, em destaque os compostos polares, que apresentaram valores acima dos recomendados pelas regulamentações de alguns países.

RIALA6/961

Del Ré, P. V. et al. - Ratio surface/volume influence on french fries potato frying. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, 62(3): 213 - 219, 2003.

ABSTRACT. The aim of this study was to evaluate the refined soybean oil behavior on the discontinued frying process using successive french fries potato frying, submitted to a temperature of 180 °C, and surface/volume (S/V) ratios equal to 0.2; 0.4 and 0.6 cm⁻¹. Frying were carried out on household frying pan, where the oil was heated up for 12.5 hours on two days in a row, at controlled temperature, and fresh oil replacement. The potatoes samples underwent lipid and humidity analyses, and the oils obtained during the frying process were assessed for free fatty acids, peroxide value, conjugated dienes, and total polar compounds. It was observed that the increasing on the surface/volume ratio and on the frying time had a direct influence on the oil alteration. The oil physicochemical alterations were higher on S/V 0.6 cm⁻¹ ratio. Among the frying times studied, the fried products up to 9.5 hours were the most recommended, because over this frying time, an increasing on the alteration level was observed, mainly, on the total polar compounds analysis, reaching values of 25.23 and 26.57%, on the relations S/V 0.4 and 0.6 cm⁻¹, respectively; such values higher than the ones recommended by some countries' ruling.

KEY WORDS. surface/volume ratio, soybean oil, discontinued frying, french fried potato.

REFERÊNCIAS

1. American Oil Chemists'Society. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists'Society**. 1990.
2. American Oil Chemists'Society. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists'Society**. 1993.
3. Cella, R. C. F.; Regitano-D'arce, M. A. B.; Spoto, M. H. F. Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 22: 111-116, 2002.
4. Cuesta, C. et al. Modificaciones de um aceite de oliva durante las frituras sucesivas de patatas. Correlaciones entre distintos índices analíticos y de evaluación global de la degradación. **Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment.**, 31: 523-531, 1991.
5. Damy, P. C. **Alterações físico-químicas de óleo de soja e da gordura hidrogenada durante o processo de fritura descontínua de batatas**. São José do Rio Preto, 2001. [Dissertação de Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas - Universidade Estadual Paulista].
6. Dobarganes, M. C.; Márquez-Ruiz, G.; Velasco, J. Interactions between fat and food during deep-frying. **Eur. J. Lipid Sci. Technol.**, 102: 521-528, 2000.
7. Dobarganes, M. C.; Velasco, J.; Dieffenbacher, A. Determination of polar compounds, polymerized and

- oxidized triacylglycerols, and diacylglycerols in oils and fats. **Pure Appl. Chem.**, 72: 1563-1575, 2000.
8. Firestone, D.; Stier, R. F.; Blumenthal, M. M. Regulation of frying fats and oils. **Food Technology**, 45: 90-94, 1991.
 9. Kubow, S. Toxicity of dietary lipid peroxidation products. **Trends in Food Sci. and Technol**, September: 67-71, 1990.
 10. Lima, J. R. **Avaliação da qualidade de óleo de soja utilizado para fritura**. Campinas, 1994. [Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas].
 11. Makinson, J. H. et al. Fat uptake during deep-fat frying of coated and incoated foods. **J. Food Comp.**, 1: 93-101, 1997.
 12. Masson, L. et al. Comportamiento de aceite poliinsaturados en la preparación de patatas fritas para consumo inmediato: Formación de nuevos compuestos y comparación de métodos analíticos. **Grasas y Aceites**, 48: 273-281, 1997.
 13. Mogharbel, A. D.; Freitas, R. J. S. Influência do aquecimento nos meios de fritura sobre o grau de acidez e índice de iodo. **Brasil Alimentos**, 20: 35-37, 2003.
 14. Monferrer, A.; Villalta, J. La fritura desde un punto de vista práctico (II). **Aliment. Equipos Tecnol.**, 21: 85-90, 1993.
 15. Pozo-Díez, R. M. **Estudio del proceso de fritura de alimentos frescos y congelados prefritos. Comportamiento del aceite de semilla de girasol de alto contenido en ácido oleico**. Alcalá de Henares, 1995. [Tesis Doctoral en Farmacia - Facultad de Farmacia, Universidad de Alcalá de Henares].
 16. Rani, M.; Chauhan, G. S. Effect of intermittent frying and frying medium on the quality of potato chips. **Food Chemistry**, 54: 365-368, 1995.
 17. Sanibal, E. A. A.; Mancini-Filho, J. Alterações físicas, químicas e nutricionais de óleos submetidos ao processo de fritura. **Food Ingred. South Am.**, 18: 64-71, 2002.
 18. Smith, L. M. et al. Lipid content and fatty acid profiles of various deep-fat fried foods. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, 62: 996-999, 1985.
 19. Stevenson, S. G.; Vaisey-Genser, M.; Eskin, N. A. M. Quality control in the use of deep frying oils. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, 61: 1102-1108, 1984.
 20. Warner, K.; Orr, P.; Glynn, M. Effect of fatty acid composition of oils on flavor and stability of fried foods. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, 74: 347-356, 1997.

Recebido em 13/06/2003 ; Aprovado em 12/11/2003