

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE OLEOS DE FRITURA UTILIZADOS NA CANTINA DO IBILCE/UNESP

Táisa Attuy Prieto
Tayane Lise Siqueira Machado
Tainara Costa-Singh
Débora Maria Moreno Luzia
Neuza Jorge

RESUMO

No presente trabalho foram avaliados óleos de fritura utilizados pela cantina localizada no IBILCE/UNESP em São José do Rio Preto-SP. Os objetivos foram determinar os níveis de alteração dos mesmos e conscientizar o estabelecimento quanto às boas práticas de fabricação, tendo em vista o fornecimento de alimentos de melhor qualidade à população. Para isso, as seguintes metodologias foram usadas: determinação de compostos polares totais, porcentagem de ácidos graxos livres, ensaio *Oil Test*, ácidos dienoicos conjugados, índice de peróxidos e perfil de ácidos graxos. Os limites de alteração considerados foram baseados na legislação adotada por alguns países: 25% para compostos polares totais, 1% para ácidos graxos livres e 10 meq/kg para índice de peróxidos. Os resultados obtidos indicaram que 53,2% das 47 amostras analisadas para compostos polares totais se encontraram acima do limite dos parâmetros analisados; 77,8% das 9 amostras cujo teor de ácidos graxos livres foi analisado excederam o limite de 1% e; 33,3% das 9 amostras avaliadas quanto ao índice de peróxidos obtiveram valor maior que 10 meq/kg, ultrapassando o limite estabelecido. Os teores de ácidos dienoicos conjugados oscilaram entre 0,36 e 2,43%, com valor médio de 1,57%. Quanto ao ensaio *Oil Test*, verificou-se que seria recomendada a troca do óleo para 66,7% das amostras analisadas, pois os resultados obtidos na escala colorimétrica indicaram o nível de alteração 'trocar'. Na avaliação do perfil de ácidos graxos dos óleos, foram predominantes os ácidos graxos poli-insaturados, que apresentaram diminuição na porcentagem ao longo de cada ciclo de fritura. Conseqüentemente, os ácidos graxos saturados e monoinsaturados apresentaram aumento. Os resultados das determinações analíticas reforçam a importância de se avaliar e controlar as alterações sofridas pelo óleo durante o processo de fritura, para que o estabelecimento possa oferecer alimentos fritos de qualidade ao consumidor.

Palavras-chave: Óleo de soja, Cromatografia gasosa, Análises físico-químicas.

* Docente do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", São José do Rio Preto, SP. Contato: njorge@ibilce.unesp.br.

EVALUATION OF THE QUALITY OF FRYING OILS USED AT THE UNESP IBILCE CAFETERIA

ABSTRACT

In this work, the frying oils used by the cafeteria located at IBILCE/UNESP in São José do Rio Preto-SP were evaluated. The goals were to determine the levels of alteration of the oils and to inform the establishment about good manufacturing practices, in order to provide higher quality food for the customers. The following methodologies were used: determination of total polar compounds, percentage of free fatty acids, Oil Test method, conjugated dienes, peroxide indices, and fatty acids profile. The limits adopted for the evaluation of the possible alterations were based on the legislation adopted by some countries: 25% for total polar compounds, 1% for the presence of free fatty acids, and 10 meq/kg for peroxide indices. The results obtained indicated that 53.2% of the 47 samples analyzed for total polar compounds were above the limit; 77.8% of the 9 samples whose contents of free fatty acids were analyzed exceeded the 1% limit; and 33.3% of the 9 samples evaluated for peroxide indices showed values higher than 10 meq/kg, exceeding the established limit. The contents of conjugated dienes varied between 0.36% and 2.43%, with an average value of 1.57%. Application of the Oil Test method showed that oil changes would be recommended for 66.7% of the samples analyzed, with the results obtained using the colorimetric scale indicating the alteration level "change". In the evaluation of the fatty acids profiles of the oils, the polyunsaturated fatty acids were predominant, with a percentage decrease after each cycle of frying. Consequently, the saturated fatty acids and monounsaturated fatty acids increased. The results of the analytical determinations reinforce the importance of evaluation and monitoring of the changes undergone by the oil during the time interval in which the same oil is used for differing frying processes, so that the establishment can offer a higher quality of fried foods to the customer.

Keywords: Used soybean oil. Gas chromatography. Physical-chemical analyses.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE ACEITES DE FRITURA UTILIZADOS EN LA CANTINA DEL IBILCE/UNESP

RESUMEN

En el presente trabajo fueron evaluados aceites de fritura utilizados por la cantina ubicada en el IBILCE/UNESP, en la ciudad de São José do Rio Preto-SP. Los objetivos fueron determinar sus niveles de alteración y concientizar el establecimiento sobre las buenas prácticas de fabricación, con vistas al fornecimiento de alimentos de mejor calidad a la población. Para ello, las siguientes metodologías fueron utilizadas: determinación de compuestos polares totales, porcentaje de ácidos grasos libres, Oil Test, ácidos dienoicos conjugados, índice de peróxidos y perfil de ácidos grasos. Los límites de alteración establecidos fueron basados en la legislación adoptada por algunos países: 25% para compuestos polares totales, 1% para ácidos grasos libres y 10 meq/kg para índice de peróxidos. Los resultados obtenidos indicaron que 53,2% de las 47 muestras analizadas para compuestos polares totales estaban encima del límite; 77,8% de las 9 muestras cuyo tenor de ácidos grasos libres fue analizado que excedió el límite de 1%; y 33,3% de

las 9 muestras evaluadas respecto al índice de peróxidos obtuvieron un valor mayor que 10 meq/kg, sobrepasando el límite establecido. Los tenores de ácidos dienoicos conjugados oscilaron entre 0,36 y 2,43%, con valor medio de 1,57%. Sobre el Oil Test, se verificó que sería recomendado el cambio del aceite para 66,7% de las muestras analizadas, pues los resultados obtenidos en la escala calorimétrica indicaron el nivel de alteración “cambiar”. En la evaluación del perfil de ácidos grasos de los aceites, los ácidos grasos poliinsaturados fueron los que, predominantemente, presentaron disminución en el porcentaje a lo largo de cada ciclo de fritura. Diferentemente, los ácidos grasos saturados y monoinsaturados presentaron aumento. Los resultados de las determinaciones analíticas reforzaron la importancia de evaluar y controlar las alteraciones sufridas por el aceite durante el proceso de fritura, para que el establecimiento pueda ofrecer al consumidor alimentos freídos de calidad.

Palabras clave: Aceite de soja. Cromatografía de gases. Análisis físico-químico.

INTRODUÇÃO

Alimentos fritos são largamente consumidos em todo o mundo, principalmente por sua preparação consistir em um processo rápido e prático, além de atribuir ao alimento sabor e textura agradáveis. Pessoas de todas as idades apreciam a fritura, sobretudo crianças e jovens, o que a torna parte significativa da dieta desta geração. Seu consumo é crescente, e, por consequência, há o surgimento e a expansão de indústrias especializadas nestes produtos, bem como o desenvolvimento de novos equipamentos e técnicas de fritura ([JORGE, 2010](#); [MASSON et al., 1999](#)).

Enquanto o alimento está sendo frito, é exposto a fatores que causam alterações químicas, físicas e sensoriais, formando produtos de degradação térmica, hidrolítica e oxidativa. O estudo dos compostos liberados durante este processo é importante para o consumidor e para a indústria alimentícia, sendo necessário um controle que garanta a segurança e a qualidade dos alimentos fritos. Vários países possuem legislações quanto ao tempo de uso e descarte do óleo de fritura, entretanto, no Brasil não há leis que imponham limites para a alteração destes óleos ([ANS; MATTOS; JORGE, 1999](#)).

Nos estabelecimentos onde produtos fritos são preparados para consumo imediato, como lanchonetes, restaurantes, pastelarias e redes de *fast food*, não é possível a utilização de métodos analíticos para avaliar a qualidade dos óleos de fritura. Por isso, é necessário o uso de provas rápidas e eficazes, já que estes locais não possuem a estrutura, nem os recursos de um laboratório. Comumente, os estabelecimentos usam critérios de descarte como cor, espuma, tempo de uso e presença de fumaça, porém, esta avaliação subjetiva não é suficiente para classificar o óleo como próprio ou não para uso. Como solução para este problema, existem vários testes rápidos que oferecem praticidade e eficácia no controle da utilização do óleo ([DOBARGANES; MÁRQUEZ-RUIZ, 1998](#); [LOPES; JORGE, 2004](#)).

OBJETIVOS

O presente trabalho teve como principal objetivo avaliar, através de análises físico-químicas, a qualidade e os níveis de alteração dos óleos utilizados no processo de fritura de diversos alimentos servidos na Cantina do Gil, localizada no Instituto de Biociências,

Letras e Exatas (IBILCE/UNESP), em São José do Rio Preto-SP. Além de detectar o momento adequado de descarte dos óleos de frituras, visando um melhor aproveitamento dos mesmos.

METODOLOGIA

Amostras

A cantina está localizada no Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (IBILCE/UNESP), na cidade de São José do Rio Preto-SP. Para o processo de fritura foi utilizada uma fritadeira elétrica de aço inox, Marca Poli – Metalúrgica Siemens Ltda., com capacidade para 25 L de óleo, 15 L de água e 1 kg de sal. Juntamente com o óleo foi adicionada uma solução salina que fica em contato direto com o mesmo, formando uma camada inferior, na qual se depositam resíduos dos alimentos fritos. Alimentos fritos variados são oferecidos pela cantina, sendo eles: coxinha, rissoles, espeto de frango, batata palito e mandioca.

O óleo de soja foi utilizado diariamente a uma temperatura média de 160°C, controlada por termostato. As frituras foram realizadas de modo descontínuo, aproximadamente 5 vezes ao dia, durante um período médio de 20 minutos por vez. A cor e o aroma do óleo são analisados subjetivamente pelos funcionários do estabelecimento, de forma que, se considerado bom, o óleo é armazenado na própria fritadeira para ser posteriormente utilizado, e, se considerado sem condições de uso, é descartado.

O mesmo óleo foi utilizado durante períodos de 14 a 18 dias, após estes períodos de fritura, foi feito o descarte. Após cada descarte, a fritadeira foi devidamente lavada, de forma que óleo e solução salina novos foram adicionados, iniciando um novo ciclo.

As coletas foram feitas após cada dia de funcionamento da cantina, durante 3 ciclos de respectivamente 14, 15 e 18 dias, totalizando 47 amostras de óleo de fritura. O armazenamento das amostras foi feito em frascos plásticos, seguido de inertização com nitrogênio gasoso e acondicionamento em freezer à temperatura de aproximadamente -18°C para evitar posteriores alterações. As amostras foram descongeladas apenas no momento das análises.

Determinações analíticas

Compostos polares totais, expressos em percentagem, foi medida através do controlador de óleos alimentares Testo 270, instrumento de medição portátil para a rápida inspeção de óleos alimentares. O aparelho fornece informações sobre o envelhecimento dos óleos em consequência do efeito do aquecimento.

Ácidos graxos livres, através do Monitor de Gordura 3M, que consiste em uma fita de papel com quatro faixas azuis paralelas que mudam da cor azul para o amarelo conforme o aumento da concentração de ácidos graxos livres no óleo ([LOPES; JORGE, 2004](#)).

Ensaio Kit Oil Test, trata-se de um teste rápido colorimétrico utilizado na determinação da qualidade de óleos ou gorduras de fritura. Baseia-se na avaliação das alterações da acidez junto à formação de peróxidos ([LOPES; JORGE, 2004](#)).

Ácidos dienoicos conjugados, expressos como porcentagem de ácidos dienoicos conjugados, obtidos pelo método da [AOCS Ti 1a-64 \(2009\)](#). O espectrofotômetro empregado foi da marca Shimadzu, modelo UV mini 1.240.

Índice de peróxidos, expressos em miliequivalentes de oxigênio ativo contidos em um quilograma de óleo, calculado a partir do iodo produzido em decorrência da decomposição do iodeto de potássio pelos peróxidos e determinado pelo método [AOCS Cd 8-53 \(2009\)](#).

Perfil de ácidos graxos, expressos em porcentagem, determinado através de cromatografia em fase gasosa com esterificação prévia das amostras. Os ésteres metílicos dos ácidos graxos presentes nos óleos foram obtidos segundo procedimento descrito pela Ce 2-66 [AOCS \(2009\)](#) e os ácidos graxos foram determinados segundo método Ce 1-62 [AOCS \(2009\)](#), com adaptações. As análises foram realizadas em cromatógrafo a gás marca Varian (Walnut Creek, USA), modelo CG 3900, equipado com detector de ionização de chama, injetor *split* e amostrador automático.

Análise estatística

As análises de compostos polares totais, ácidos graxos livres e ácidos dienoicos conjugados foram realizadas em triplicata, enquanto ensaio *Oil Test*, índices de peróxidos e perfil de ácidos graxos, em duplicata. Os resultados obtidos das determinações analíticas foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias foram testadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ([BANZATTO; KRONKA, 2006](#)), através do programa ESTAT, versão 2.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os resultados obtidos das determinações de ácidos graxos livres, ensaio *Oil Test*, ácidos dienoicos conjugados e índice de peróxidos para as 9 amostras de óleos de fritura. As amostras foram divididas em três ciclos, sendo o primeiro ciclo composto pelas amostras 01 a 14; o segundo, pelas amostras 15 a 29; e o terceiro, pelas amostras 30 a 47. O tempo, como identificado na Tabela 1, está classificado em tempo zero (T_0), indicando a primeira amostra do ciclo; tempo intermediário (T_i), referente à amostra intermediária do ciclo; e tempo final (T_f), correspondente à última amostra do ciclo, seguida de descarte.

Verifica-se que a porcentagem de compostos polares totais aumentou ao longo de cada ciclo de utilização dos óleos de fritura. Para cada ciclo os valores de compostos polares totais diferiram entre si.

Para os ácidos dienoicos conjugados pode-se observar que os valores são crescentes do tempo zero (T_0) ao tempo final (T_f), para cada ciclo. Nos ciclos 1 e 3 os valores médios encontrados diferiram entre si, porém, no ciclo 2, os valores referentes ao tempo intermediário (T_i) e ao tempo final (T_f) não diferiram entre si.

Com relação às médias obtidas para índice de peróxidos, é possível notar que, para cada ciclo, os valores se diferenciaram entre si. Além disso, observa-se que, nos ciclos 1 e 2, os valores aumentam conforme o tempo. Sendo significativa a diferença entre o tempo zero (T_0) e o tempo intermediário (T_i) do ciclo 2. Diferentemente, no ciclo 3 os valores diminuem conforme o tempo aumenta.

Tabela 1. Resultados obtidos de determinações de ácidos graxos livres, ensaio *Oil Test*, ácidos dienoicos conjugados e índice de peróxidos para amostras de óleos de fritura.

Amostras	Ciclos	Tempos	C.P.T.	A.G.L.	<i>Oil Test</i>	A.D.C	I.P.
01		T ₀	17,2 ± 0,3	2 ± 0,0	Regular	0,89 ± 0,01	4,66 ± 0,00
07	1	T _i	25,0 ± 0,0	2 ± 0,0	Trocar	1,84 ± 0,02	9,41 ± 0,22
14		T _f	33,0 ± 0,0	3,5 ± 0,0	Trocar	2,43 ± 0,11	9,93 ± 0,07
15		T ₀	10,0 ± 0,0	0 ± 0,0	Bom	0,36 ± 0,02	1,70 ± 0,09
22	2	T _i	25,2 ± 0,3	3,5 ± 0,0	Trocar	1,81 ± 0,04	9,95 ± 0,33
29		T _f	28,5 ± 0,0	3,5 ± 0,0	Trocar	1,86 ± 0,05	10,78 ± 0,16
30		T ₀	13,0 ± 0,0	0 ± 0,0	Bom	0,67 ± 0,01	20,35 ± 0,33
39	3	T _i	26,8 ± 0,3	3,5 ± 0,0	Trocar	1,87 ± 0,01	17,25 ± 0,40
47		T _f	34,5 ± 0,0	3,5 ± 0,0	Trocar	2,39 ± 0,15	8,95 ± 0,06

C.P.T.: Compostos Polares Totais (%); A.G.L.: Ácidos Graxos Livres (%); A.D.C.: Ácidos Dienoicos Conjugados (%); I.P.: Índice de Peróxidos (meq/kg).

T₀: Tempo zero; T_i: Tempo Intermediário; T_f: Tempo final.

A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva das determinações físico-químicas das amostras de óleo de fritura.

De acordo com [Lopes e Jorge \(2004\)](#), as leis e regulamentações adotadas por alguns países seguem as seguintes limitações: 24-27% para compostos polares totais e 1-2,5% para ácidos graxos livres. Neste trabalho adotaram-se os limites de 25% e 1% para compostos polares totais e ácidos graxos livres, respectivamente.

Através da Tabela 2 pode-se observar que, em média, a porcentagem de compostos polares totais esteve abaixo, porém, muito próxima do limite estabelecido.

É importante destacar que o óleo utilizado no tempo zero (T₀) do primeiro ciclo, referente à amostra 01, não se trata de óleo totalmente novo, mas sim de uma mistura 6 L de óleo já utilizado durante 14 dias e posteriormente filtrado, com 19 L de óleo novo. Isto explica o valor relativamente alto de 17,2% obtido para compostos polares totais para a amostra 01, se comparado aos tempos zeros (10,0 e 13,0%) dos outros ciclos, onde foi utilizado óleo totalmente novo.

Tabela 2. Estatística descritiva dos valores de compostos polares totais, ácidos graxos livres, ácidos dienoicos conjugados e índice de peróxidos.

	Nº de Amostras	Valor Médio	Valor Mínimo	Valor Máximo	Desvio Padrão
C.P.T.	47	24,56	10,00	34,50	6,00
A.G.L.	9	2,39	0,00	3,50	1,50
A.D.C.	9	1,57	0,36	2,43	0,75
I.P.	9	10,33	1,70	20,35	5,68

C.P.T.: Compostos Polares Totais (%); A.G.L.: Ácidos Graxos Livres (%); A.D.C.: Ácidos Dienoicos Conjugados (%); I.P.: Índice de Peróxidos (meq/kg).

A porcentagem de ácidos graxos livres foi medida através do Monitor de Gordura 3M. Segundo [Lopes e Jorge \(2004\)](#), este teste rápido estabelece relação entre o nível de degradação da gordura e a concentração de ácidos graxos livres, e, ao avaliar a confiabilidade de testes rápidos, encontraram bons coeficientes de correlação do Monitor de Gordura 3M com a porcentagem de ácidos graxos livres (0,72) e com a porcentagem de compostos polares (0,74).

A partir da Tabela 2 percebe-se que a média dos valores de ácidos graxos livres (2,39%) encontra-se acima do limite de 1%, e ao analisar a Tabela 1 é possível concluir que, dentre as amostras analisadas, somente duas amostras (22,2%) respeitavam o limite estabelecido.

[Jorge e Lopes \(2003\)](#) na avaliação de óleos e gorduras de frituras coletados no comércio de São José do Rio Preto-SP encontraram variações no teor de ácidos graxos livres em óleos e gorduras de fritura, de 0,11%, a 4,49%, com valor médio de 0,61%.

[Ans, Mattos e Jorge \(1999\)](#), ao utilizarem o ensaio *Oil Test* para avaliar a qualidade de óleos de fritura utilizadas nos processos de fritura de restaurantes, lanchonetes, bares e pastelarias da cidade de São José do Rio Preto-SP, obtiveram o elevado índice de 83,3% de resultados correto. Pela Tabela 1 é possível verificar que seria recomendada a troca do óleo para a maioria das amostras (66,7%) analisadas através do ensaio *Oil Test*, pois os resultados obtidos na escala colorimétrica indicaram a cor 'verde', a qual corresponde ao nível de alteração 'trocar'.

Constata-se, pela da Tabela 2, uma variação nos teores de ácidos dienoicos conjugados de 0,36 a 2,43%, com valor médio de 1,57%. O valor médio obtido neste trabalho foi maior que 1,24%, valor médio para ácidos dienoicos conjugados encontrado por [Jorge e Lopes \(2003\)](#).

Com relação ao índice de peróxidos, [Ans, Mattos e Jorge \(1999\)](#) explicam que se trata de um método químico incapaz de diferenciar os vários ácidos que sofreram oxidação nem caracterizar os produtos de oxidação secundária, embora seja utilizado para avaliar a formação de hidroperóxidos. Este índice aumenta no início do processo de fritura, e, a partir de aproximadamente 20 horas de utilização do óleo, começa a diminuir. Isto explica os índices apresentados na Tabela 1, sobretudo no terceiro ciclo, onde os valores sofreram decréscimo.

A legislação brasileira estabelece o valor máximo de 10 meq/kg para índice de peróxidos em óleo de soja comercial. Neste trabalho utilizou-se o mesmo valor, por não haver legislação específica para óleos de fritura no Brasil ([BRASIL, 2005](#)).

A Tabela 2 exhibe o valor médio de 10,33 meq/kg, valor próximo, porém, maior que o limite estabelecido. O valor máximo encontrado foi de 20,35 meq/kg, o que representa

aproximadamente o dobro deste limite. Através da Tabela 1 observa-se que 3 (33,3%) das amostras analisadas, excederam o valor máximo estabelecido.

A Tabela 3 apresenta as amostras que excedem os limites estabelecidos para compostos polares totais, ácidos graxos livres e índice de peróxidos.

Tabela 3. Relação de amostras que excedem os limites estabelecidos para compostos polares totais, ácidos graxos livres e índice de peróxidos.

Nº de Amostras Analisadas	Limite Estabelecido	Amostras Condenadas
47	C.P.T. > 25%	25 (53,2%)
9	A.G.L. > 1%	7 (77,8%)
9	I.P. > 10 meq/kg	3 (33,3%)

C.P.T.: Compostos Polares Totais; A.G.L.: Ácidos Graxos Livres e I.P.: Índice de Peróxidos.

Através da Tabela 3 é possível concluir que 25 (53,2%) das 47 amostras analisadas se encontraram acima do limite para compostos polares totais, 7 (77,8%) das 9 amostras cujo teor de ácidos graxos livres foi analisado excederam o limite de 1% e 3 (33,3%) das 9 amostras avaliadas quanto ao índice de peróxidos obtiveram valor maior que 10 meq/kg, ultrapassando o limite estabelecido.

A partir da Tabela 5 observa-se que as médias das concentrações do total de ácidos graxos saturados no tempo zero para os ciclos 1, 2 e 3 foram respectivamente: 16,91; 24,89 e 25,64% e para o tempo final foram: 17,53; 25,19 e 26,44%.

De acordo com o perfil de ácidos graxos insaturados, no tempo zero do ciclo 1, continha alta concentração em ácido graxo linoleico (C18:2n6), 49,08%, concentração intermediária em ácido graxo oleico (C18:1n9), 24,31% e baixa concentração em ácido linolênico (C18:3n3), 5,03%. No ciclo 2 observou-se redução nas concentrações de ácido linoleico (44,09%), oleico (23,08%) e linolênico (3,97%). O ciclo 3 apresentou 42,24; 23,11 e 4,96% para ácido graxo linoleico, oleico e linolênico, respectivamente.

[Sanibal e Mancini-Filho \(2004\)](#), ao avaliarem as alterações dos ácidos graxos durante o aquecimento de óleo de soja no processo de fritura de batata, encontraram valores similares aos do presente trabalho. Sendo eles: 55,11; 21,25 e 4,79%, para ácido graxo linoleico, ácido graxo oleico e ácido graxo linolênico no tempo zero, respectivamente.

Tabela 4. Médias da composição em ácidos graxos (%) das amostras de óleo de fritura.

Ácidos Graxos	Tempos de Fritura					
	Ciclo 1		Ciclo 2		Ciclo 3	
	T ₀	T _f	T ₀	T _f	T ₀	T _f
C16:0	12,62 ± 0,05	12,71 ± 0,02	18,13 ± 0,01	18,26 ± 0,06	18,59 ± 0,02	19,02 ± 0,04
C18:0	3,60 ± 0,04	3,98 ± 0,01	5,99 ± 0,01	6,04 ± 0,02	6,02 ± 0,06	6,26 ± 0,01
C18:1n9c	24,31 ± 0,01	24,96 ± 0,03	23,08 ± 0,04	23,14 ± 0,01	23,11 ± 0,01	23,91 ± 0,02
C18:2n6c	49,08 ± 0,04	48,28 ± 0,04	44,09 ± 0,04	42,54 ± 0,04	42,24 ± 0,03	40,41 ± 0,02
C18:3n3	5,03 ± 0,01	4,26 ± 0,04	3,97 ± 0,02	4,03 ± 0,01	4,96 ± 0,01	4,56 ± 0,04
Outros	5,36 ± 0,03	5,81 ± 0,18	4,74 ± 0,09	5,99 ± 0,19	5,08 ± 0,04	5,84 ± 0,18

T₀: Tempo zero e T_f: Tempo final.

[Sanibal e Mancini-Filho \(2004\)](#), após 20 horas de fritura, obtiveram os valores de 43,65; 21,98 e 2,96% para, respectivamente, ácido graxo linoleico, oleico e linolênico, ao avaliarem as alterações dos ácidos graxos e a formação de isômeros *trans* durante o aquecimento de óleo de soja, em processo de fritura de batatas.

Através da Tabela 5, observa-se que no tempo final, a avaliação do perfil de ácidos graxos indicou aumento da porcentagem de ácidos graxos saturados e monoinsaturados e diminuição da quantidade de poli-insaturados. Desta maneira, observa-se que no final do processo de aquecimento as porcentagens de ácidos graxos saturados aumentaram em 3,8; 1,2; 3,0% para os ciclos 1, 2 e 3, respectivamente. O mesmo comportamento foi observado para os ácidos graxos monoinsaturados, obtendo aumento de 2,02% para o ciclo 1; 0,87% para o ciclo 2; e, 4,55% para o ciclo 3. Já para os ácidos graxos poli-insaturados houve uma diminuição de 2,3;2,3 e 4,2% para os ciclos 1, 2 e 3, respectivamente.

Tabela 5. Médias da composição em ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados dos óleos de fritura.

Ciclos	Tempos de fritura	
	T ₀	T _f
Saturados		
1	16,88 ^b	17,52 ^a
2	24,87 ^a	25,16 ^a
3	25,63 ^b	26,41 ^a
Monoinsaturados		
1	25,24 ^b	25,75 ^a
2	23,93 ^b	24,14 ^a
3	23,94 ^b	25,03 ^a
Poli-insaturados		
1	54,70 ^a	53,45 ^b
2	49,06 ^a	47,95 ^b
3	48,54 ^a	46,49 ^b

a,b... para cada ciclo, médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). T₀: Tempo zero e T_f: Tempo final.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Das determinações analíticas utilizadas na avaliação dos óleos, verificou-se que 53,2% das 47 amostras analisadas se encontraram acima do limite para compostos polares totais e 77,8% das 9 amostras cujo teor de ácidos graxos livres foi analisado excederam o limite de 1%. Segundo o ensaio *Oil Test*, seria recomendada a troca do óleo para 66,7% de 9 amostras analisadas e 33,3% das 9 amostras avaliadas quanto ao índice de peróxidos obtiveram valor maior que o limite estabelecido de 10 meq/kg. A avaliação do perfil de ácidos graxos mostrou a presença, em maior quantidade, dos ácidos graxos poli-insaturados nos óleos de fritura, e sua redução ao final de cada ciclo. Já os ácidos graxos saturados e monoinsaturados apresentaram aumento. Em geral, de acordo com os resultados obtidos, observou-se um aumento significativo nas alterações do óleo entre o tempo inicial e final de cada ciclo de fritura.

Através deste estudo, constatou-se que, no estabelecimento comercial analisado, vários fatores contribuíram para as condições ruins em que se encontravam os óleos após cada ciclo de fritura. Tais como o uso prolongado do mesmo óleo durante dias, o emprego da fritura descontínua e a fritura de diversos tipos de alimentos no mesmo óleo.

As alterações químicas consequentes do processo de fritura resultam em compostos que podem prejudicar a qualidade nutricional do alimento. Diante disto, é importante o conhecimento e estudo destes compostos, para que se possa monitorá-los e controlar a qualidade dos óleos de fritura. Com base nos resultados deste trabalho, sugere-se o contínuo monitoramento da temperatura, a diminuição de dias de uso do óleo, a filtragem do óleo antes do reuso, armazenamento adequado e vedado, e busca de métodos rápidos e não subjetivos para avaliar o melhor momento para se descartar o óleo. A partir da implementação destas medidas espera-se alcançar melhor controle do processo de fritura e fornecimento de alimentos com melhor qualidade à população.

SUBMETIDO EM 16 jan. 2014

ACEITO EM 8 jan. 2015

REFERÊNCIAS

[ANS, V. G.; MATTOS, E. S.; JORGE, N.](#) Avaliação da qualidade dos óleos de fritura usados em restaurantes, lanchonetes e similares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 413-419, 1999.

[AOCS.](#) **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society**. 6th ed. Champaign, 2009.

[BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N.](#) **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2006. v. 1, 237 p.

[BRASIL.](#) Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 270, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 2134, 23 set. 2005.

[DOBARGANES, M. C.; MÁRQUEZ-RUIZ, G.](#) Regulation of used frying fats and validity of quick tests for discarding the fats. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v. 49, n. 3/4, p. 331-335, 1998.

[JORGE, N.](#) **Matérias graxas alimentícias**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. v. 1. 139 p.

[JORGE, N.; LOPES, M. R. V.](#) Avaliação de óleos e gorduras de frituras coletados no comércio de São José do Rio Preto-SP. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 14, n. 2, p. 149-156, 2003.

[LOPES, M. R. V.; JORGE, N.](#) Testes rápidos utilizados na avaliação da qualidade de óleos e gorduras de fritura. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 63, n. 1, p. 73-79, 2004.

[MASSON, L. et al.](#) Fat deterioration in deep fat frying «french fries» potatoes at restaurant and food shop sector. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v. 50, n. 6, p. 460-468, 1999.

[SANIBAL, E. A. A.; MANCINI-FILHO, J.](#) Perfil de ácidos graxos *trans* de óleo e gordura hidrogenada de soja no processo de fritura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 27-31, 2004.