

Testes rápidos utilizados na avaliação da qualidade de óleos e gorduras de fritura

Rapid tests for evaluating the quality of fats and oils used in frying process

RIALA6/978

Maria do Rosário Vigeta LOPES¹, Neuza JORGE^{2*}

¹ Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos – Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

^{2*} Endereço para correspondência: Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, IBILCE – UNESP, Rua Cristóvão Colombo, 2265, Jardim Nazareth, CEP 15054-000, São José do Rio Preto-SP, Fax: 55 17 221 2299, e-mail: njorge@eta.ibilce.unesp.br

Recebido: 13/06/2003 – Aceito para publicação: 01/09/2004

RESUMO

Os objetivos foram determinar os níveis de alteração de 58 amostras de óleos e gorduras utilizadas em processos de fritura de estabelecimentos comerciais, e avaliar a confiabilidade dos seguintes testes rápidos: ensaio de Perevalov, Oil Test, Monitor de Gordura 3M e ensaio de Solubilidade em Acetona-Metanol. Para isto, foram empregados os métodos analíticos de determinação de compostos polares totais e de ácidos graxos livres, e em estudo comparativo com estes métodos, foram aplicados os testes rápidos acima mencionados. O conjunto de reagentes de Oil Test e o Monitor de Gordura 3M foram adquiridos comercialmente e os outros dois foram realizados com reagentes preparados no laboratório. Das 58 amostras analisadas, foram encontrados 20,7% e 15,5% com teores de compostos polares e ácidos graxos livres, respectivamente, superiores aos limites estabelecidos em legislações internacionais para óleos e gorduras de fritura. Já os testes rápidos apresentaram resultados corretos em 67,2% para o ensaio de Perevalov; 87,9% quando utilizado o kit Oil Test; 75,9% para o Monitor de Gordura 3M e 62,1% para o ensaio de Solubilidade, quando comparados com o limite estabelecido para compostos polares totais. O Oil Test foi o que apresentou melhor coeficiente de correlação com o teor de compostos polares totais (0,86) e menor ocorrência de resultados falsos (12,1%), quando comparado com os testes de Perevalov e Monitor de Gordura 3M.

Palavras-Chave. testes rápidos, óleos e gorduras, fritura, controle de qualidade.

ABSTRACT

The objectives were to determine the level of alteration of 58 fats and oils samples used from frying processes in commercial establishments, and to study the reliability of the following rapid tests: Perevalov assay, Oil Test, Fat Monitor 3M, and Solubility assay in Ketone-Methanol. To accomplish this study, some methodologies have been employed, such as: the determination of total polar compounds and the determination of free fatty acids. In a parallel comparative study, the rapid tests were carried out. Oil Test and Fat Monitor 3M assays purchased from the local market, and Perevalov assay and Solubility test in Ketone-Methanol were prepared in our laboratory. Among the 58 analyzed samples, 20.7% and 15.5% resulted in concentrations of total polar compounds and of free fatty-acids, respectively, above the limits established for fats and oils for frying purposes. The rapid tests have shown the following rate of accurate results: 67.2% on Perevalov assay; 87.9% on Oil Test kit; 75.9% on Fat Monitor 3M assay; and 62.1% on Solubility assay, when compared with the limit established for total polar compounds. Oil Test demonstrated the best correlation coefficient regarding the total polar compounds (0.86%), and it has also presented a minor occurrence of false results (12.1%) when compared with Perevalov assay and Fat Monitor 3M.

Key Words. rapid tests, fats and oils, frying process, quality control.

INTRODUÇÃO

Diversos tipos de alimentos são fritos em diferentes tipos de óleo, em variadas condições de operação e vários tipos de fritadeira. A junção de todas essas variáveis determina a taxa em que as reações de degradação ocorrem, impossibilitando encontrar um método analítico que seja eficiente em qualquer processo de fritura⁷.

A eficiência do controle de qualidade dos óleos empregados em frituras reside na existência de métodos analíticos objetivos e compatíveis com as necessidades do analista ou do usuário. Vários são os métodos analíticos oficiais utilizados em laboratório que podem avaliar a qualidade dos óleos de fritura, sendo os dois mais recomendados internacionalmente por legislação: a determinação de compostos polares totais e a determinação de substâncias de polimerização⁴. Todavia, o setor de preparação de produtos fritos de consumo imediato e os restaurantes necessitam de provas rápidas que avaliam, eficazmente, a qualidade do óleo em uso, já que estes locais não dispõem de condições existentes em um laboratório de análise e também pela constante modificação da alteração do óleo em frituras.

Além disso, os critérios normalmente utilizados por tais estabelecimentos para descartar os óleos como cor, formação de espuma, tempo de uso e mau aspecto dos produtos fritos não são suficientes para caracterizar o óleo como inadequado para o uso¹⁰.

Nestes estabelecimentos, podem ocorrer abusos involuntários na reutilização do óleo devido à falta de correlação entre estes critérios e a porcentagem de compostos polares, que são substâncias provenientes da alteração que pode ocorrer em óleos e gorduras submetidos a processos de fritura⁴.

Um fator relevante que deve ser levado em consideração seria a introdução de testes rápidos de controle, que são realizados *in situ* tanto pelo usuário como pelos serviços de inspeção sanitária, que podem ser de grande utilidade para verificar e melhorar a qualidade dos óleos de fritura.

Em busca de soluções para estes problemas, vários testes rápidos foram desenvolvidos e estão sendo comercializados trazendo meios mais ágeis e menos subjetivos de controlar a reutilização do óleo de fritura.

Um último aspecto a ser considerado seria a capacidade destes testes em substituir os métodos oficiais onde não haja a infra-estrutura de um laboratório.

Este trabalho teve como objetivos determinar os níveis de alteração de óleos e gorduras em diversos estabelecimentos comerciais e verificar a confiabilidade de quatro testes rápidos: o kit Oil Test e o Monitor de Gordura 3M, adquiridos comercialmente, o ensaio de Perevalov e o teste de Solubilidade em Acetona-Metanol, realizados com reagentes preparados em laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras

Foram coletadas 58 amostras de óleos e gorduras de frituras em estabelecimentos comerciais como: barracas e feiras

livres, cadeias de *fast food*, lanchonetes e pastelarias, restaurantes e cozinhas industriais, de diferentes pontos da cidade de São José do Rio Preto-SP, sendo uma amostra de cada estabelecimento.

As amostras foram coletadas durante o processo, ou seja, se encontravam em uso. Depois de coletadas, as amostras foram conservadas em *freezer* em frascos de vidro de cor âmbar à temperatura aproximada de -20°C , sendo descongeladas imediatamente antes de serem analisadas.

Determinações analíticas

Ensaio de Perevalov. É a prova rápida clássica realizada nos laboratórios como método de discriminação entre amostras com alto e baixo nível de alteração³. O procedimento prático consiste em misturar 1,5 mL de óleo e/ou gordura em 3,5 mL de uma mistura a 2% de NaOH em álcool benzílico e n-propanol (1:3), agitando ligeiramente a mistura. A seguir, adiciona-se 0,11 mL de uma solução a 0,1% de azul de bromotimol em dioxano, que contém 1% de quantidades equimolares de trietanolamina e ácido acético glacial. Depois de agitar a mistura, observa-se a coloração que aparece nos primeiros 2 minutos. A evolução da cor está diretamente relacionada com o estado de oxidação do óleo e/ou gordura e permite ter uma impressão rápida do nível de alteração da amostra, ou seja, a base deste ensaio é a modificação da cor de um indicador redox quando a quantidade de compostos de oxidação é aumentada. As cores apresentadas, após a reação, correspondem à classificação dada ao estado em que o óleo se encontra, segundo uma escala de cores, conforme Tabela 1.

Ensaio kit Oil Test. O kit Oil Test trata-se de um teste rápido colorimétrico que está sendo comercializado no mercado brasileiro pela Policontrol em parceria com o Núcleo de Aplicação e Tecnologia em Alimentação (NATA), para monitorar a qualidade de óleos ou gorduras de fritura em restaurantes, lanchonetes, pastelarias, etc. Seu princípio se baseia na avaliação das alterações da acidez e na formação de peróxidos, de modo conjunto¹¹. O *kit* consta de três reativos: os reativos 1 e 2 são misturados em um tubo, a seguir adiciona-se o óleo quente, agita-se e adiciona-se o reativo 3 e repete-se a agitação. Após três minutos de repouso, a cor obtida é comparada com a escala de cores que indica o nível de alteração da amostra de óleo (Tabela 1).

Monitor de Gordura 3M. O Monitor de Gordura 3M, produto distribuído por 3M do Brasil Ltda., é uma fita de papel com quatro faixas azuis numeradas, que mudam da cor azul para o amarelo à medida que a concentração de ácidos graxos livres aumenta no meio de fritura (Tabela 1). É usado mergulhando-se a fita de papel, não tóxico, dentro da gordura à temperatura do processo, até que todas as quatro faixas azuis estejam submersas.

A Tabela 1 indica as mudanças de cores características das três provas colorimétricas utilizadas, com indicação dos valores correspondentes ao descarte da amostra.

Ensaio de Solubilidade em Acetona-Metanol. Trata-se de um ensaio simples baseado na baixa solubilidade dos

Tabela 1. Escala para a avaliação da cor nos ensaios colorimétricos.

Perevalov	Oil Test	Monitor de Gordura 3M	
		Faixas Amarelas	A.GL. (%)
1. Azul	1. Azul	1	2
2. Azul-verde	2. Azul-verde	2	3,5*
3. Verde-azul	3. Verde*	3	5,5
4. Verde*	4. Verde-oliva	4	7
5. Verde-oliva			
6. Oliva			
7. Oliva-marrom			
8. Marrom-avermelhado			

A.GL.: Ácidos Graxos Livres

* Valor a partir do qual deve ser descartada a amostra.

compostos de polimerização na mistura acetona-metanol (90:10) à baixa temperatura¹⁵. O procedimento consiste em pesar 1 grama de amostra e dissolvê-la em 20 mL de solução acetona-metanol, agitar e deixar por 12 horas em baixa temperatura (4 - 6°C). O aparecimento de um precipitado amarelo corresponde a compostos de polimerização e indica a necessidade de descartar o óleo.

Determinação quantitativa dos compostos polares totais. A determinação de compostos polares totais, mediante cromatografia em coluna, foi obtida conforme o método proposto Dobarganes et al.⁵.

Determinação de ácidos graxos livres. A porcentagem de ácidos graxos livres foi expressa em ácido oléico. Foi utilizado o método AOCS Cd 3d-63 (1993)¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos para os quatro testes rápidos e para as porcentagens de compostos polares e de ácidos graxos livres.

Conforme revisão de leis e regulamentações adotadas por alguns países, realizada por Firestone et al.⁶, a maioria deles adota as seguintes limitações: 1 - 2,5% para ácidos graxos livres e 24 - 27% para compostos polares totais. Neste trabalho foram adotadas como limitações 1% e 25% para ácidos graxos livres e compostos polares totais, respectivamente.

Pela Tabela 2, observa-se que 12 (20,7%) amostras se encontraram acima do limite para compostos polares e 9 (15,5%) apresentaram teores de ácidos graxos livres acima de 1%, totalizando 16 (27,6%) amostras com pelo menos um parâmetro em desacordo com os limites adotados para o presente estudo. Por outro lado, os resultados indicam que 42 (72,4%) das amostras se encontravam em condições de serem reutilizadas.

A Tabela 3 apresenta valores para compostos polares totais, obtidos através do método da IUPAC (1982)⁹, em óleos de fritura de diversos países. Estes valores mostram porcentagens maiores de amostras com valores de compostos

polares acima de 25% comparadas à obtida neste trabalho (20,7%).

Em trabalho similar, Dobarganes e Márquez-Ruiz³ estudaram a validade de métodos rápidos para substituição da determinação de compostos polares por métodos rápidos, também verificaram que estes métodos não estão isentos de erros. Segundo estes mesmos autores, os resultados falsos podem ser de dois tipos:

a - Resultados falsos negativos, representados pela letra *a*. O teste falso negativo indica que não é necessário descartar o óleo ou a gordura, mas a porcentagem de compostos polares é maior que 25%. Neste caso, o usuário estaria consumindo óleo em desacordo por estar acima do limite recomendado.

b - Resultados falsos positivos, representados pela letra *b*. A prova falsa positiva indica que é necessário descartar o óleo, mas a porcentagem de compostos polares se encontra abaixo de 25%. Na prática, o usuário estaria descartando o óleo que ainda poderia ser utilizado.

A Tabela 4 apresenta os valores obtidos de compostos polares em função dos testes rápidos, evidenciando o número e as porcentagens de amostras nas diferentes condições e níveis de alterações reveladas através das provas rápidas.

Os resultados mostraram que, em média, os valores obtidos mediante as provas rápidas aumentaram de forma direta com a quantidade de compostos polares. Das 58 amostras analisadas, deveriam ser descartadas: 53,4% pelo teste de Perevalov; 25,9% pelo kit Oil Test; 62,0% pelo Monitor de Gordura 3M. E das 40 amostras analisadas, 35,0% deveriam ser descartadas pelo teste de Solubilidade.

É importante destacar que o Monitor de Gordura 3M associa a degradação da gordura com a concentração de ácidos graxos livres. E, segundo Paul e Mittal¹², muitas vezes, concentrações baixas de ácidos graxos livres pode significar que o óleo esteja em estado avançado de degradação e que os ácidos graxos que porventura tenham se formado num estágio inicial de quebra da gordura, por hidrólise, já tenham sido oxidados em estágios posteriores, com a reutilização do óleo.

Tabela 2. Resultados obtidos de testes rápidos, de determinações de compostos polares e ácidos graxos livres para as 58 amostras de óleos e gorduras de fritura.

Amostras	Perevalov*	Oil Test*	3M**	Solubilidade	C.P.T. (%)	A.G.L. (%)
1	1	1	0	-	5,40	0,11
2	1	1	0	-	7,51	0,11
3	4	3	1a	+	35,83	0,38
4	5	3	1a	+	37,99	0,39
5	2	2	1	TG	6,40	0,22
6	5	3	1a	+	31,50	0,39
7	6b	3b	4b	+b	21,77	4,49
8	2	2	0	TG	11,55	0,33
9	2	1	1	-	6,00	0,19
10	4b	2	1	-	24,22	0,57
11	1	1	0	-	10,18	0,17
12	4b	2	1	-	22,47	0,49
13	6b	3b	1	-	20,95	0,43
14	6	4	2	+	45,69	1,40
15	4b	2	0	-	15,82	0,30
16	1	1	0	-	11,73	0,20
17	1	1	0	-	11,70	0,19
18	1	1	0	-	11,74	0,26
19	2	1	1	-	12,31	0,37
20	2	1	0	-	10,19	0,25
21	4b	2	0	-	10,68	0,32
22	2	1	0	TG	5,26	0,35
23	1	1	0	-	7,30	0,17
24	1	1	0	-	7,02	0,21
25	5b	3b	1	-	22,40	0,65
26	4b	2	1	-	14,10	0,47
27	5b	2	2b	TG	18,87	2,21
28	4b	2	2b	TG	15,14	1,48
29	4b	3b	3b	TG	20,98	3,39
30	4b	1	0	TG	6,44	0,20
31	1	1	0	TG	5,26	0,17
32	3	2	0	TG	12,34	0,35
33	4b	2	1	+b	13,10	0,59
34	4b	3b	1	TG	20,73	0,59
35	6	4	2	+	34,25	1,50
36	6	4	2	+	31,14	3,33
37	2	1	1	TG	6,90	0,34
38	4b	2	1	-	18,16	0,51
39	4	3	1a	+	25,82	0,55
40	4b	2	1	+b	22,78	0,46
41	1	1	0	-	8,26	0,17
42	2	2	1	TG	3,91	0,44
43	3	1	1	TG	9,40	0,34
44	1	1	1	-	6,56	0,38
45	2	1	2b	TG	11,05	0,22
46	4b	2	1	TG	19,75	0,34
47	4	3	1a	+	25,30	0,45
48	4	2a	1a	-a	31,83	0,42
49	2	1	0	TG	11,20	0,28
50	1	1	0	TG	6,85	0,20
51	1	1	0	-	8,77	0,17
52	4b	2	1	TG	17,26	0,30
53	4b	2	2b	-	20,98	0,59
54	1	1	0	-	5,00	0,17
55	2	1	0	-	12,37	0,37
56	4	2a	1a	+	27,36	0,55
57	5	3	1a	+	35,81	1,38
58	6	4	2	+	38,01	1,59

* Número correspondente à cor observada; ** Número de faixas amarelas; C.P.T.: Compostos Polares Totais; A.G.L.: Ácidos Grassos Livres; TG: Precipitado contendo triglicerídios saturados; +: Resultado positivo; -: Resultado negativo; a: Falso negativo; b: Falso positivo.

A fim de analisar a confiabilidade deste teste foi estabelecido valor máximo de 1% para ácidos graxos livres, por ser o limite mais rigoroso adotado pela legislação de alguns países para óleos de fritura^{4,6}.

A Tabela 5 apresenta uma avaliação da confiabilidade das provas rápidas utilizadas onde se encontram os números de resultados corretos, de falsos positivos e de falsos negativos com suas respectivas porcentagens. Como se pode observar, foram obtidas as seguintes porcentagens de resultados corretos: 67,2% para o ensaio de Perevalov; 87,9% utilizando o kit Oil Test; 75,9% para o Monitor de Gordura 3M e 62,1% para o ensaio de Solubilidade.

Os resultados obtidos indicaram que, com relação aos erros, os falsos positivos foram os mais encontrados. O ensaio de Perevalov apresentou 32,8% de resultados falsos positivos e foi o que apresentou a maior porcentagem de resultados falsos (32,8%). Os ensaios com o kit Oil Test, Monitor de Gordura 3M e Solubilidade apresentaram 8,6%; 10,3% e 5,2% de resultados falsos positivos, respectivamente.

Com relação à aplicação dos testes utilizados, o teste de Solubilidade está limitado aos óleos que contenham triglicerídios insolúveis na mistura de solventes (acetona-metanol) e que se precipitam à temperatura de 4 - 6°C.

Tabela 3. Resultados comparativos de compostos polares totais com estudos similares realizados por vários autores.

Autores	Nº de Amostras	C.P.T. (%) Mín. – Máx.	Amostras C.P.T. > 25%
Croon <i>et al.</i> ³	100	1 – 55	38 (38,0)
Gertz ¹⁰	125	5,8 - 57,7	44 (35,2)
Sebédio <i>et al.</i> ¹⁸	31	8,2 - 54,6	15 (48,4)
Dobarganes e Márquez-Ruiz ⁴	174	3,1 - 61,4	60 (34,5)
Skrökkeri ¹⁹	20	7,7 - 55,8	12 (60,0)

C.P.T.: Compostos Polares Totais.

Os valores entre parênteses são porcentagens sobre o total de amostras analisadas.

Tabela 4. Valores, em porcentagem, de compostos polares correlacionados com os testes rápidos utilizados.

Testes Rápidos	Nº. de Amostras**	Valor Médio	Valor Mínimo	Valor Máximo	Desvio Padrão
Perevalov					
1. Azul	14 (24,1)	8,1	5,0	11,7	2,4
2. Azul-verde	11 (19,0)	8,8	3,9	12,4	3,1
3. Verde-azul	2 (3,5)	10,9	9,4	12,3	2,1
4. Verde ^(Trocar)	20 (34,5)	18,1	6,4	35,8	8,0
5. Verde-oliva	5 (8,6)	29,3	18,9	38,0	8,35
6. Oliva	6 (10,3)	32,0	21,8	45,7	9,6
Oil Test					
1. Azul	24 (41,4)	5,5	5,0	12,4	2,5
2. Azul-verde	19 (32,7)	17,2	3,9	31,8	7,0
3. Verde ^(Trocar)	11 (19,0)	27,2	20,7	38,0	6,8
4. Verde-oliva	4 (6,9)	37,3	31,1	45,7	6,3
Monitor 3M⁽¹⁾					
0	22 (37,9)	9,2	5,0	15,8	3,0
1. (2,0)	26 (44,8)	20,0	3,9	38,0	10,0
2. (3,5) ^(Trocar)	8 (13,8)	26,9	11,0	45,7	12,2
3. (5,5)	1 (1,7)	-	-	-	-
4. (7,0)	1 (1,7)	-	-	-	-
Solubilidade*					
- (negativo)	26 (65,0)	12,5	5,0	24,2	5,9
+ (positivo)	14 (35,0)	31,1	13,1	45,7	8,1

** Valores entre parênteses representam a porcentagem em relação ao total de amostras analisadas.

* 18 amostras não puderam ser analisadas por conter triglicerídios que precipitaram à temperatura do teste.

⁽¹⁾ Número de faixas amarelas observadas e entre parênteses o valor obtido, em porcentagem, de ácidos graxos livres.

Tabela 5. Avaliação da confiabilidade dos testes rápidos utilizados.

Total	Perevalov	Oil Test	Monitor 3M	Solubilidade*
	58 (100)	58 (100)	58 (100)	58 (100)
Resultados Corretos	39 (67,2)	51 (87,9)	44 (75,9)	36 (62,1)
C.P. > 25%	12 (20,7)	10 (17,2)	4 (6,9)	11 (19,0)
C.P. < 25%	27 (46,5)	41 (70,7)	40 (69,0)	25 (43,1)
Resultados Falsos	19 (32,8)	7 (12,1)	14 (24,1)	4 (6,9)
C.P. > 25% (falso -)	0 (0,0)	2 (3,5)	8 (13,8)	1 (1,7)
C.P. < 25% (falso +)	19 (32,8)	5 (8,6)	6 (10,3)	3 (5,2)

Os valores entre parênteses são porcentagens sobre o total de amostras analisadas.

* 18 amostras não puderam ser avaliadas por conter triglicerídios que se precipitaram à temperatura do ensaio.

C.P.: Compostos Polares.

Tabela 6. Resultados falsos obtidos para diferentes faixas de valores, em porcentagem, de compostos polares.

Resultados Falsos	Perevalov	Oil Test	Monitor 3M	Solubilidade
Totais	19 (32,8)	7 (12,1)	14 (24,1)	4 (6,9)
C.P. < 20%	10 (17,3)	0	3 (5,2)	1 (1,7)
20% < C.P. < 25%	9 (15,5)	5 (8,7)	3 (5,2)	2 (3,5)
25% < C.P. < 30%	0	1 (1,7)	3 (5,2)	0
C.P. > 30%	0	1 (1,7)	5 (8,6)	1 (1,7)

Os valores entre parênteses são porcentagens sobre o total de amostras analisadas.

C.P.: Compostos Polares.

Do total de 58 amostras analisadas observa-se, na Tabela 2, que 18 (31,0%) amostras continham triglicerídios saturados que precipitaram com os polímeros, não tendo sido possível deduzir nenhuma conclusão. Isto significa que o teste não seria indicado para aplicação em estabelecimentos que utilizem gorduras para fritar ou que introduzam no banho de fritura produtos pré-fritos em gorduras saturadas que, durante o processo de fritura, são diluídas no banho. Em estudos anteriores^{3,10,13} foram encontrados resultados semelhantes.

Os testes colorimétricos apresentam a desvantagem de sofrer interferência da cor, principalmente quando produtos pigmentados são fritos nos óleos e ou gorduras, ocorrendo a solubilização de pigmentos dos alimentos para o óleo durante o processo de fritura. Frequentemente, tais compostos não estão relacionados com a alteração do óleo, podendo interferir nos resultados obtidos com estes testes².

Na Tabela 6, encontra-se a distribuição dos erros em diferentes intervalos de concentração de compostos polares. Os resultados indicam o número total de resultados falsos obtidos para os quatro testes rápidos e, entre parênteses suas porcentagens sobre o total de amostras analisadas.

O ensaio de Perevalov apresentou maior ocorrência de resultados falsos para amostras que continham teor de compostos polares totais abaixo de 20% e nenhuma ocorrência

de resultados falsos para amostras com teores de compostos polares acima de 25%.

O kit Oil Test mostrou maior ocorrência de resultados falsos no intervalo de 20 a 25%.

Já, o Monitor de Gordura 3M, apresentou porcentagem de erros distribuída em todas as faixas, mas a incidência maior foi para a faixa acima de 30% de compostos polares. Isto se deveu, provavelmente, ao fato de que acima de 25% de compostos polares os ácidos graxos livres poderiam ter se oxidado.

Quanto à distribuição dos erros para o teste de Solubilidade, observou-se uma maior concentração de resultados falsos para o intervalo de 20 a 25% de compostos polares.

Os coeficientes de correlação entre os métodos analíticos tradicionais utilizados e os testes rápidos podem ser observados na Tabela 7.

Em geral, foram encontradas boas correlações entre os testes rápidos e a determinação de compostos polares. Os melhores coeficientes de correlação foram obtidos entre os testes de Perevalov e kit Oil Test com compostos polares, cujos valores encontrados foram 0,81 e 0,86, respectivamente.

Com relação ao Monitor de Gordura 3M, observou-se bons coeficientes de correlação com a porcentagem de compostos polares (0,74) e com a porcentagem de ácidos graxos livres (0,72).

Tabela 7. Coeficientes de correlação entre os métodos analíticos e os testes rápidos.

	Compostos Polares	Ácidos Graxos
	Totais	Livres
Perevalov	0,81	0,59
Oil Test	0,86	0,58
Monitor 3M	0,74	0,72
Solubilidade	0,75	0,53

Valor similar de coeficiente de correlação foi encontrado entre o teste de Solubilidade e compostos polares (0,75).

A literatura consultada^{4,10,14} e este trabalho mostram boas correlações entre os ensaios rápidos e o método padrão de compostos polares demonstrando ser os métodos rápidos muito adequados para o controle de qualidade de alimentos fritos no setor de restaurantes e de produção de alimentos para consumo imediato.

Pérez-Camino et al.¹⁴ encontraram um bom coeficiente de correlação entre a porcentagem de compostos polares e prova de Perevalov (0,89) ressaltando sua importância como medida de utilidade para controlar a qualidade do óleo ou gordura durante o uso.

Em resumo, pode-se concluir que ainda é inevitável um número mínimo de erros nestes testes rápidos. Porém, com a utilização conjunta de dois ou mais testes rápidos como ensaio de Perevalov, kit Oil Test, ensaio de Solubilidade e Monitor 3M, se conseguiria uma melhoria na qualidade dos óleos ou gorduras de frituras.

Segundo González-Quijano e Dobarganes⁸, o emprego de provas rápidas na avaliação de óleos e gorduras de fritura é útil, pois permite conclusões mais rápidas com relação ao momento em que é necessário descartar o óleo, além de tornar possível o seu uso por pessoal não especializado (donas de casa, usuários de fritadeiras de restaurantes, lanchonetes, pastelarias, etc).

Visto não existir uma legislação no Brasil, em nível federal, que estabeleça os níveis máximos de alterações em óleos e gorduras de fritura, a aplicação de testes colorimétricos rápidos, como o kit Oil Test ou o Monitor de Gordura 3M, seria um bom começo para que as autoridades competentes se conscientizem da necessidade de estabelecer Normas e Padrões de Qualidade para óleos e gorduras de fritura.

CONCLUSÕES

O kit Oil Test foi o que apresentou melhor coeficiente de correlação com o teor de compostos polares totais (0,86) e menor ocorrência de resultados falsos (12,1%), quando comparado com os testes de Perevalov e Monitor de Gordura 3M, sendo, portanto, o mais recomendado.

A aplicação dos testes rápidos poderia ser recomendada não só por usuários de processos de frituras descontínuos, como também pelos Serviços de Inspeção Sanitária o que contribuiria para decidir o momento mais adequado para se descartar o óleo.

Mesmo que um certo número de resultados falsos não possa ainda ser evitado, o uso das, pelo menos, duas provas rápidas comerciais poderia proporcionar uma melhoria na qualidade dos óleos de fritura de pequenos estabelecimentos como barracas e feiras livres, lanchonetes, pastelarias, restaurantes e cozinhas industriais, que não dispõem de uma estrutura laboratorial.

Do total de amostras analisadas, 20,7% encontraram-se acima do limite para compostos polares totais e 15,5% apresentaram teores de ácidos graxos livres acima de 1%.

REFERÊNCIAS

1. American Oil Chemist's Society. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. 3 ed. Champaign, 1993.
2. Blumenthal, M. M. Frying research provides new perspectives. **Hornblower**, p. 78-82, Apr/May, 1988.
3. Dobarganes, M. C.; Márquez-Ruiz, G. Control de calidad de las grasas de fritura. Validez de los métodos de ensayos rápidos en substitución de la determinación de compuestos polares. **Grasas y Aceites**, 46 (3): 196-201, 1995.
4. Dobarganes, M. C.; Márquez-Ruiz, G. Regulation of used frying fats and validity of quick tests for discarding the fats. **Grasas y Aceites**, 49 (3-4): 331-5, 1998.
5. 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 (8): 1563-75, 2000.
6. Firestone, D.; Stier, R. F.; Blumenthal, M. M. Regulation of frying fats and oils. **Food Technology**, 45 (2): 90-4, 1991.
7. Fritsch, C. W. Measurement of frying fat deterioration. A brief review. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, 58 (3): 272-4, 1981.
8. González-Quijano, R. G.; Dobarganes, M. C. Analytical procedures for the evaluation of used frying fats. In: Varela, G.; Bender, A. E.; Morton, I. A. editor **Frying foods: principles, changes, new approaches**. Chichester: Ellis Horwood; 1988. p. 141-54.
9. IUPAC-AOAC. Polar compounds in frying fats. In: **International Union of Pure and Applied Chemistry. Standard method of oils, fats and derivatives**. Oxford: Blackwell Scientific Publications; method 2507; 1982.
10. Mattos, E. S.; Ans, V. G.; Jorge, N. Utilização do kit Oil Test para avaliação da alteração dos óleos de fritura. **Higiene Alimentar**, 11 (75): 40-7, 2000.
11. Oil Test: **Avaliação de óleos e gorduras. Policontrol Instrumentos de Controle Ambiental**, 1993. p. 1-38.
12. Paul, S.; Mittal, G. S. Regulating the use of degraded oil/fat in deep-fat/oil food frying. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 37 (7): 635-62, 1997.
13. Pérez-Camino, M. C. et al. Lipid changes during frying of frozen prefried foods. **J. Food Sci.**, 56: 1644-7, 1991.
14. Pérez-Camino, M. C. et al. Alteración de grasas usadas en fritura. III. Correlación entre índices analíticos y métodos de evaluación directa de compuestos de degradación. **Grasas y Aceites**, 39 (2): 72-6, 1988.
15. Tasioula-Margari, M.; Komaitis, M.; Kontominas, M. G. Investigation by fractional crystallization of classes of compounds formed during frying of vegetable oils. **Food Chem.**, 36: 295-304, 1990.