

Janice Ribeiro Lima e Lireny Aparecida Guaraldo Gonçalves\*

Laboratório de Óleos e Gorduras - Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) - UNICAMP  
Cx. Postal 6091 - 13081-970 - Campinas - SP

Recebido em 29/3/94; cópia revisada em 6/6/94

**At frying temperatures, oil interacts with air, water and food components giving rise to off flavors and degradation products. Samples of soybean oil were collected from an industrial fryer (university restaurant) that had been intermittently used for 44 hours. It had processed almost 5500 Kg of food (meat, chicken, fish). The results of the analytical methods employed showed increases in viscosity, color, conjugated compounds and in the saturated fatty acids and decreases in iodine value and smoke point. Acid value and peroxide value increased at the beginning of the process and decreased at the end. Polymers, total polar compounds and oxidation stability were nearly constant.**

**Keywords: deep frying, soybean oil, quality analysis.**

## 1. INTRODUÇÃO

No processo de fritura o alimento é submerso em óleo quente que age como meio de transferência de calor. 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 em processo de fritura são superiores às alcançadas pela água em ebulição. Considerando-se ainda que uma parte do óleo utilizado para transferência de calor é absorvido pelo alimento e torna-se parte da dieta, exige-se a utilização de um meio de fritura de boa qualidade e a manutenção desta qualidade por períodos os mais longos possíveis<sup>1</sup>.

Durante o aquecimento do óleo no processo de fritura uma complexa série de reações produz numerosos compostos de degradação. Com o decorrer das reações, as qualidades funcionais, sensoriais e nutricionais se modificam e pode-se chegar a níveis em que não se consegue mais produzir alimentos de qualidade. As formas de se determinar quando um óleo chegou a este ponto não são simples. Muitos alimentos diferentes são fritos em diferentes tipos de óleo, em diversos desenhos de fritadeiras e condições de operação. A combinação de todas estas variáveis é que determina a taxa em que as reações de degradação ocorrem e, portanto, um método específico pode ser bom para se avaliar a qualidade de determinado sistema e apresentar deficiência em outro sistema<sup>2</sup>.

Foi a Alemanha, em 1973, o primeiro país a apresentar regras para o controle de óleos utilizados para fritura. Segundo a recomendação alemã (DGF)<sup>3</sup> um óleo de fritura está deteriorado se, sem qualquer dúvida, seu odor e sabor são inaceitáveis ou se, em caso de se ter dúvidas em sua qualidade sensorial, a concentração de ácidos graxos insolúveis em éter de petróleo é igual ou superior a 0,7% e o ponto de fumaça menor que 170°C; ou se o teor de ácidos graxos oxidados insolúveis em éter de petróleo é de 1% ou mais<sup>2</sup>. Após 1979 foi proposto o método de cromatografia em coluna de sílica para determinação de compostos polares totais como complemento à análise organoléptica, com limite máximo permitido para estes compostos de 27%, que foi recentemente alterado para 24%.

As legislações de vários países europeus seguem, com algumas alterações, os mesmos princípios propostos pela DGF. Os limites permitidos para compostos polares totais, determinados por cromatografia em coluna de sílica, oscilam

entre 24 e 27%. A Áustria, Bélgica, Japão e Finlândia adotam o valor máximo para o teor de ácidos graxos livres de 2,5%, na Holanda este valor é de 4,5% e nos Estados Unidos é de 1%. Na França e Bélgica não se permite a utilização de óleos com mais de 2% de ácido linolênico para frituras<sup>4</sup>. No Brasil, como em muitos outros países, não existem leis e regulamentos que estabeleçam limites para as alterações nestes óleos. Devido à esta situação, nos últimos anos muitos esforços têm sido feitos para se desenvolver métodos analíticos de quantificação dos compostos originados durante o processo, já que os índices clássicos parecem ser ineficientes.

O presente trabalho avalia através de diversas metodologias o estado de degradação de óleo de soja utilizado em um sistema de fritura de restaurante universitário onde 5000 refeições diárias são fornecidas. O delineamento realizado tem como objetivo avaliar a qualidade do óleo durante o processo e verificar se o óleo descartado ainda está em condições de uso. Após avaliação dos parâmetros individuais deste trabalho pretende-se verificar quais determinações podem, para este sistema específico, ser utilizadas como controle de qualidade.

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

Retirou-se amostras de óleo de fritura em um restaurante universitário cuja fritadeira, com capacidade de 200L de óleo, é ligada intermitentemente. Juntamente com o óleo são adicionados 70L de água e 14 Kg de sal, sendo que esta solução salina fica em contato direto com o óleo, formando uma camada inferior onde se depositam resíduos dos alimentos fritos. Utilizou-se um mesmo óleo de soja para fritura durante duas semanas, sendo que ao término da primeira semana a fritadeira é esvaziada e limpa. O óleo é estocado em uma câmara frigorífica durante os dias do final de semana em que o restaurante não funciona. No início da segunda semana troca-se a solução salina e coloca-se o óleo usado na semana anterior na fritadeira para que se reinicie os trabalhos no restaurante. Como o restaurante funciona de segunda a sexta-feira de manhã e a tarde, mas a fritadeira só é ligada nos períodos em que serão servidos alimentos fritos, a fritadeira permanece com o óleo e a solução salina, a temperatura ambiente e coberta quando não está sendo utilizada. As amostras de óleo foram recolhidas a partir do início de seu uso, a intervalos de aproximadamente 6 horas, durante todo o período em que este permaneceu aquecido,

até o momento de descarte. Utilizou-se o óleo durante duas semanas mas, desconsiderando-se na contagem de tempo o período em que a fritadeira permaneceu desligada e o óleo resfriado, o tempo total de sua utilização foi de 44 horas. Processou-se aproximadamente 5500 Kg de diversos alimentos (frango, carne, quibe, peixe, etc.). A tabela 1 fornece os períodos de tempo em que o óleo foi utilizado e os alimentos processados durante a coleta de amostras.

A temperatura inicial do processo foi de 180°C mas, com o decorrer dos trabalhos, esta temperatura reduziu-se para 140-150°C, mantendo-se neste nível até o final do processo.

As amostras foram identificadas de acordo com seu tempo de aquecimento em 0, 6, 14, 20, 24, 32, 38 e 44 horas. Após 24 horas de aquecimento do óleo houve adição de óleo novo ao que estava sendo utilizado para se completar o volume da fritadeira (reposição de óleo de aproximadamente 30%) e, neste caso, identificamos as amostras antes e depois da reposição como sendo, respectivamente, as amostras 24A e 24B.

Realizou-se nas amostras as determinações de: índice de peróxidos (AOCS Cd 8-53)<sup>5</sup>; ácidos graxos livres (AOCS Ca 5a-40)<sup>5</sup>; ponto de fumaça (AOCS Cc 9a-48)<sup>5</sup>; cor Lovibond (AOCS Cc 13b-45)<sup>5</sup>, utilizando-se tintômetro Lovibond modelo E; viscosidade (DGF C-IV 7)<sup>3</sup>, utilizando-se viscosímetro de bola Haake B 8664; índice de iodo calculado (AOCS Tz 1c-85)<sup>5</sup>; dienos e trienos conjugados (DGF C-IV 6)<sup>3</sup> e índice de anisidina (DGF C-VI 6e)<sup>3</sup>, utilizando-se espectrofotômetro UV/Vis Perkin-Elmer, modelo Lambda 3 (190 a 900 nm); compostos polares totais em óleos (AOAC 28.074-28.081)<sup>6</sup>; estabilidade oxidativa através do aparelho Rancimat 617 Metrohm Herisau segundo Frank et al.<sup>7</sup>, temperatura: 98°C, fluxo de ar: 8,3 L/h, massa de amostra: 2,5 g; triglicérides polimerizados por cromatografia de permeação em gel utilizando-se CLAE com cromatógrafo líquido Knauer, modelo 52.00, com detector de índice de refração, modelo 51.78, coluna: Phenomenex Phenogel 5100 Å, 300 x 7,8 mm, fase

**Tabela 1.** Utilização da fritadeira durante o período em estudo.

Dia	Período	tf (horas)	TF (horas)	Alimentos Fritos
1	manhã	6	6	Frango (407 kg)
	tarde	-	6	-
2	manhã	4	10	Bife, peças de carne (520/500 kg)
	tarde	6	16	Frango (20 kg)
3	manhã	-	16	-
	tarde	4	20	Quibe (36 kg)
4	manhã	4	24	Peixe enfarinhado, quibe (150/50 kg)
	tarde	-	24	-
8	manhã	6	30	Quibe (666 kg)
	tarde	4	34	Quibe (120 kg)
9	manhã	4	38	Carne picada (700 kg)
	tarde	-	38	-
10	manhã	4	42	Frango (1350 kg)
	tarde	-	42	-
11	manhã	-	42	-
	tarde	2	44	Peças de carne (1000 kg)
tempo total de utilização do óleo = 44 horas				

onde: tf-tempo de utilização do óleo para fritura no período  
TF-tempo acumulado de utilização do óleo para fritura  
(-)-períodos em que a fritadeira não foi utilizada  
dias 5,6 e 7-fritadeira não foi utilizada.

móvel: diclorometano, 0,5 mL/min; composição em ácidos graxos por cromatografia gasosa dos seus ésteres metílicos, utilizando-se cromatógrafo gasoso Perkin-Elmer, modelo Sigma 3B, com detector de ionização de chama e integrador Perkin-Elmer, modelo LCI-100. Obtenção dos ésteres metílicos foi efetuada de acordo com Hartman & Lago<sup>8</sup>, coluna: 4m de comprimento, 1/8" de diâmetro, empacotada com Silar 10C (10% cianopropil siloxano em Chromosorb W), temperaturas: coluna 175°C, injetor 225°C e detector 225°C, fluxo de nitrogênio 25 mL/min. Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção, através de padrões de ésteres metílicos e quantificados por normalização das áreas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 apresenta os resultados da composição em ácidos graxos do óleo utilizado para fritura durante o processo estudado. Os dados indicam um aumento de ácidos graxos saturados e uma redução na quantidade de insaturações, com aumento de ácidos graxos monoinsaturados e redução de di e triinsaturados, resultado que é coerente com dados reportados na literatura<sup>9</sup>. Este comportamento demonstra incorporação de óleo proveniente do próprio alimento ao óleo de fritura juntamente com desenvolvimento de reações de oxidação.

A tabela 3 apresenta a composição em ácidos graxos de gordura de frango e permite a comparação com a composição de óleo de soja inicial e utilizado para fritura.

A incorporação de óleo proveniente dos alimentos fritos é um fato que observou-se na prática, principalmente quando processou-se frango, pois o volume do óleo na fritadeira por ocasião desta fritura aumentou de tal forma que foi necessário retirar-se óleo do sistema para que a fritadeira não transbordasse. Este fato pode ser confirmado pela observação da composição em ácidos graxos de gordura de frango. O aumento acentuado dos ácidos graxos C16:0, C16:1, C18:0 e C18:1 que aparecem em maior quantidade na gordura de frango do que no óleo de soja, assim como a redução de C18:2 e C18:3 que estão em menor porcentagem na gordura de frango que no óleo de soja durante o processo de fritura permitem dizer que alterações tão acentuadas na composição destes ácidos graxos devem-se à diluição do óleo de soja com gordura de frango.

A tabela 4 ilustra os resultados das demais determinações realizadas no óleo em estudo.

O índice de iodo relaciona-se com quantidade de duplas ligações presentes na amostra e a redução observada neste índice se deve à quebra de duplas ligações resultantes de reações de polimerização, ciclização e oxidação e, principalmente, à incorporação de gorduras saturadas ao óleo de fritura, provenientes dos próprios alimentos fritos.

Os resultados da análise de permeação em gel mostram que o óleo não sofreu polimerização significativa durante o processo e que este teste não pode ser utilizado para controle da qualidade neste sistema. A reduzida formação de compostos poliméricos, apesar da alta insaturação do óleo, pode ser explicada pelas baixas temperaturas utilizadas no processo que não favorecem o desenvolvimento de reações de polimerização. A quantidade de polímeros existentes deve-se provavelmente às condições de refino do óleo, o que condiz com resultados reportados em literatura que indicam que óleos vegetais não aquecidos contém dímeros de triglicérides na faixa de 0,2 a 0,6%<sup>10</sup>.

O aumento de viscosidade apresentado durante o processo de fritura deve-se, aqui, exclusivamente à incorporação de gorduras saturadas, de maior ponto de fusão, provenientes dos próprios alimentos utilizados para fritura.

A porcentagem de compostos polares totais apresentou-se constante durante praticamente todo o processo e tendo-se em conta que para óleos refinados não aquecidos o valor de

**Tabela 2.** Composição em ácidos graxos de óleo de soja utilizado para fritura.

TF (horas)	ÁCIDOS GRAXOS (%)										
	C14:0	C15:0	C16:0	C16:1	C17:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	*
0	0,08	-	11,02	0,12		3,19	24,25	54,17	6,15	0,36	0,66
6	0,16	0,04	12,72	1,32	0,06	3,66	27,51	48,34	5,16	0,39	0,64
14	0,26	0,09	14,45	1,95	0,07	4,16	29,03	44,12	4,69	0,51	0,67
20	0,33	0,09	14,43	1,94	0,08	4,19	28,21	44,98	4,88	0,32	0,55
24A	0,34	0,10	14,17	2,05	0,08	4,55	28,32	44,64	4,86	0,32	0,57
24B	0,15	-	12,49	0,63	0,05	4,12	25,17	49,65	6,37	0,46	0,91
32	0,26	0,06	13,08	0,97	0,06	4,18	25,24	49,50	5,55	0,38	0,72
38	0,32	0,11	14,24	1,42	0,08	4,59	27,80	45,32	4,98	0,37	0,77
44	0,47	0,21	15,85	2,57	0,12	4,99	29,86	40,68	4,38	0,30	0,57

TF- tempo de utilização do óleo para fritura, em horas; 24A- amostra de óleo utilizado 24 horas; 24B - amostra de óleo utilizado 24 horas após reposição de óleo novo; C14:0- ácido mirístico; C15:0- ácido pentadecanóico; C16:0- ácido palmítico; C16:1- ácido palmitoleico; C17:0- ácido margárico; C18:0- ácido esteárico; C18:1- ácido oleico; C18:2- ácido linoleico; C18:3- ácido linolênico; C20:0- ácido araquídico; (\*)- compostos não identificados.

**Tabela 3.** Composição em ácidos graxos de gordura de frango, óleo de soja inicial e utilizado para fritura.

Ácido Graxo	Gordura de Frango	Óleo de Soja	Óleo de Soja (utilizado 44 horas)
C16:0	22,37	11,02	15,85
C16:1	6,06	0,12	2,57
C18:0	6,36	3,19	4,99
C18:1	40,19	24,25	29,86
C18:2	23,17	54,17	40,68
C18:3	1,85	6,15	4,38

Fonte: Determinações realizadas no próprio laboratório. (Observação: para simplificação apresenta-se apenas os ácidos graxos que aparecem em maior porcentagem).

cinco para porcentagem de compostos polares totais é normal<sup>11</sup>, os valores encontrados devem originar-se apenas do processo de refino.

Deve-se avaliar melhor a indicação, para controle do momento de descarte de óleos de fritura, de testes rápidos cujo princípio se baseia na concentração na amostra de compostos polares<sup>12</sup>, produtos oxidados<sup>13</sup> e viscosidade<sup>14</sup>, já que em alguns sistemas, como por exemplo o estudado, estes testes

não são indicados devido às reduzidas temperaturas utilizadas que não favorecem a formação destes compostos.

Os resultados de compostos polares totais juntamente com os de polímeros permitem dizer que o óleo em estudo não atingiu os estágios finais do processo de oxidação devido à utilização de temperaturas mais baixas (aproximadamente 140°C) durante o processo, em oposição à temperaturas que habitualmente são encontradas em sistemas de fritura (aproximadamente 180°C).

A acidez apresentou-se alta durante o processo indicando desenvolvimento de reações hidrolíticas, acentuadas pelo fato de que na temperatura do processo se observa em menos intensidade a volatilização e decomposição dos ácidos graxos livres. Deve-se ressaltar que a acidez encontrada no óleo não reflete apenas os ácidos graxos formados durante o processo de fritura como também aqueles inicialmente presentes no óleo antes do aquecimento e os extraídos dos alimentos que estão sendo fritos. Assim o uso isolado deste índice para determinar a qualidade do óleo de fritura pode levar a erros de julgamento.

As temperaturas observadas no ponto de fumaça relacionam-se com a concentração de componentes voláteis inicialmente presentes no óleo e com os que são formados por decomposição da amostra. A redução observada neste índice é justificável pois acompanha o desenvolvimento de compostos

**Tabela 4.** Determinações em óleo de soja utilizado para fritura.

análise	tempo de utilização do óleo para fritura (horas)								
	0	6	14	20	24A	24B	32	38	44
II	131	122	115	117	116	125	123	117	110
V	42	42	47	46	46	42	46	51	64
Pol.	1,8	1,2	1,6	1,4	1,6	1,6	2,1	2,1	1,8
CP	5	5	6	6	6	5	7	7	6
Ac.	0,16	0,27	0,48	0,59	0,36	0,77	0,53	0,63	0,72
PF	222	198	190	182	168	206	194	192	178
IP	1,3	2,6	2,6	2,9	1,6	1,8	4,0	3,9	2,3
In	6,3	6,3	18,6	17,4	16,1	6,4	25,4	25,8	19,6
EO	10,0	10,0	11,5	10,0	11,0	8,5	8,0	9,0	10,5
cor Y	3	9	20	32	55	10	24	40	40
cor R	0,3	0,9	2,2	3,0	5,0	1,9	4,0	4,8	5,9
DC	0,020	0,020	0,025	0,029	0,045	0,030	0,031	0,033	0,033
TC	0,046	0,046	0,063	0,065	0,079	0,043	0,071	0,080	0,074

II- índice de iodo calculado; V- viscosidade (30°C/mPas); Pol.- polímeros (%); CP- compostos polares (%); Ac.- acidez (mg KOH/g óleo); PF- ponto de fumaça (°C); IP- índice de peróxidos (meq/Kg de óleo); In- índice de anisidina; EO- estabilidade oxidativa em horas (98°C, 8,3 L/h ar, 2,5g óleo); Cor Lovibond (cubeta 1", Y-amarelo, R-vermelho); DC- dienos conjugados (%); TC- trienos conjugados (%).

de decomposição no óleo e relaciona-se inversamente com o aumento de acidez. Apesar deste método depender da habilidade do analista em determinar o ponto em que o óleo realmente começa a esfumaçar, ele é rápido, fácil de ser realizado e não depende de alta qualificação técnica.

O índice de peróxidos é um método químico utilizado para avaliar a formação de hidroperóxidos. Este índice aumenta no início do processo de fritura até que se chegue próximo a 20 horas de utilização do óleo e a partir deste momento começa a diminuir. Quando ocorre reposição com óleo novo, a 24 horas de utilização do óleo, o comportamento anterior se repete, com o índice de peróxidos alcançando valor máximo, diminuindo ao final. Pode-se observar também que a diluição do óleo usado com óleo novo não melhora a qualidade do sistema, pois os compostos de alteração presentes no óleo usado atuam como catalisadores das reações no óleo novo, fazendo com que este se deteriore mais rapidamente. Nas temperaturas utilizadas no processo de fritura os hidroperóxidos se decompõem rapidamente dando origem a produtos secundários de oxidação fazendo com que este índice não seja um bom indicador do estado de alteração do óleo. Entre os produtos secundários formados pela decomposição dos hidroperóxidos estão os aldeídos. Estes compostos são quantificados através do índice de anisidina. Observa-se que este índice tem um aumento pronunciado durante o processo de fritura indicando presença de produtos secundários e, conseqüentemente, estágios um pouco mais adiantados do processo de oxidação.

O aparelho Rancimat é uma versão automática do teste AOM, que determina a estabilidade oxidativa em óleos. A determinação baseia-se no fato de que em óleos oxidados se formam ácidos voláteis. Induz-se a oxidação de uma amostra de óleo, que é mantida sob temperatura constante, através da passagem nesta de um fluxo de ar constante. Os produtos voláteis gerados são recolhidos em água destilada cujo aumento de condutividade elétrica detectada por eletrodos de platina, gera um gráfico onde se visualiza o período de indução.

Durante o processo de fritura estudado a estabilidade oxidativa do óleo manteve-se praticamente constante. Para explicar este comportamento, a princípio estranho, deve-se considerar que quando se fritam alimentos muito distintos a estabilidade depois da fritura é uma medida muito complexa pois normalmente se solubilizam compostos do alimento que podem ter ao mesmo tempo ação pró e anti oxidante, além de se originar compostos mais saturados, que afetam diretamente a estabilidade oxidativa do óleo. Em resumo, este método não se mostra adequado para controle de processos de fritura.

Durante o processo de fritura o óleo tende a escurecer. Várias razões determinam o escurecimento do óleo, dentre elas a absorção ou passagem de pigmentos escuros dos alimentos para o óleo, o escurecimento do alimento devido às reações de Maillard e ainda, quando óleos muito insaturados como óleo de soja são aquecidos ocorrem isomerização e migração de duplas ligações levando à conjugação das mesmas. A conjugação de duplas ligações leva à absorção de quantidades maiores de luz azul provocando um aumento de cores laranja e marrom no óleo. Fica claro, portanto, que a cor do óleo irá depender do teor inicial de duplas ligações e dos alimentos que se fritam, fazendo com que a utilidade deste tipo de análise seja limitada. No entanto, o método é bastante utilizado por ser barato e de fácil determinação até por pessoas destreinadas.

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 UV. A análise de dienos conjugados (absorção a 232 nm) e trienos conjugados (absorção a 268 nm) mostrou um aumento destes compostos com o decorrer do processo de fritura.

A tabela 5 apresenta os coeficientes de correlação linear

**Tabela 5.** Coeficientes de correlação linear entre várias determinações realizadas em óleo de soja utilizado para fritura e o tempo de uso do óleo.

	Antes da Reposição	Depois da Reposição
TF x Acidez	0,74	-0,13
TF x Ponto de Fumaça	-0,97	-0,97
TF x Índice de Peróxidos	0,27	0,23
TF x Índice de Anisidina	0,85	0,63
TF x Estabilidade Oxidativa	0,47	0,79
TF x Dienos Conjugados	0,86	0,95
TF x Trienos Conjugados	0,95	0,85
TF x Cor Lovibond (amarelo)	0,95	0,96
(vermelho)	0,96	0,99
TF x Índice de Iodo Calc.	-0,87	-0,96
TF x Viscosidade	0,84	0,94
TF x Polímeros	-0,14	0,38
TF x Compostos Polares	0,91	0,47

TF- tempo de utilização do óleo para fritura, em horas; estabilidade oxidativa, em horas (98°C, 8,3 L/h ar, 2,5 g amostra); Cor Lovibond- cubeta 1"; viscosidade a 30°C em mPas; índice de peróxidos em meq/Kg de óleo; compostos polares e polímeros em %; acidez em mg KOH/g de óleo; dienos e trienos em %; ponto de fumaça em °C.

entre as análises realizadas e o tempo de fritura para o óleo estudado. Os dados indicam que ponto de fumaça, dienos conjugados, trienos conjugados, cor lovibond, índice de iodo calculado e viscosidade são determinações que apresentam variação constante em função do tempo de fritura no sistema estudado. Com menor intensidade pode-se considerar que o índice de anisidina também apresenta este comportamento. As demais determinações não apresentam correlação com o tempo de fritura.

#### 4. CONCLUSÕES

Durante o processo de fritura no restaurante universitário observou-se aumento na viscosidade, cor, compostos conjugados e ácidos graxos saturados e redução no índice de iodo e ponto de fumaça; acidez e índice de peróxidos apresentaram aumento no início e redução no final do processo; polímeros, compostos polares totais e estabilidade oxidativa permaneceram praticamente constantes. Estes efeitos devem-se basicamente a incorporação de gorduras saturadas dos próprios alimentos fritos ao meio de fritura, ao desenvolvimento de reações de oxidação, hidrolíticas e conjugação de duplas ligações.

Considerando-se os limites para óleos de frituras, permitidos nas legislações de vários países, o óleo descartado ainda apresentava condições de uso, mas avaliações subjetivas (odores e sabores estranhos e presença de espuma na fritadeira) levaram à conclusão de que o óleo não poderia mais ser utilizado. Produtos secundários de oxidação podem ser os responsáveis por odores desagradáveis.

A diluição do óleo usado com óleo novo não melhora a qualidade do sistema pois os compostos de alteração presentes no óleo usado atuam como catalisadores das reações no óleo novo fazendo com que este se deteriore rapidamente.

Os dados de correlação indicam que ponto de fumaça, dienos conjugados, trienos conjugados, conjugados totais, cor Lovibond e índice de iodo são determinações que apresentam variação constante em função do tempo de fritura no sistema estudado indicando que estas determinações podem ser usadas para controle de qualidade do sistema. No entanto, devido ao fato do óleo descartado estar dentro dos limites exigidos por recomendações internacionais, seria interessante estabelecer um paralelo entre avaliações sensoriais e determinações

analíticas. Como não existe um método químico que se correlaciona bem com as propriedades organolépticas durante todo o curso das alterações, pois os métodos fornecem informações sobre estágios particulares do processo de degradação, o método a se utilizar dependerá do tipo de informação que se deseja, do tempo disponível e das condições de que se dispõe para realizar os testes.

Os dados obtidos permitem concluir que para este caso específico nenhum teste rápido disponível no mercado seria indicado para controle de qualidade do óleo para fins de descarte.

A ocorrência de baixas temperaturas durante a fritura levou a resultados inesperados, conservando a qualidade do óleo, mesmo sendo este de qualidade inicial inferior à desejada.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro recebido durante o desenvolvimento deste projeto.

#### REFERÊNCIAS

1. Stevenson, S. G.; Vaisey-Genser, M.; Eskin, N. A. M.; *J. Am. Oil Chem. Soc.* (1984) **61**, 1102.
2. Fritsch, C. W.; *J. Am. Oil Chem. Soc.* (1981) **68**, 272.
3. DGF; *Deutsche Einheitsmethoden zur Untersuchung von Fetten, Fettprodukten und verwandten Stoffen*; Münster, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart (1984).
4. Firestone, D.; Stier, R. F.; Blumenthal, M. M.; *Food Technol.* (1982) **45**, 90.
5. AOCS; *Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society*; Champaign (1988).
6. AOAC; *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Arlington, Virginia (1984).
7. Frank, J.; Geil, J. V.; Freaso, R.; *Food Technol.* (1982) **36**, 71.
8. Hartman, L.; Lago, R. C.; *Lab. Practice* (1973) **22**, 475.
9. Miller, L.A.; White, P. J.; *J. Am. Oil Chem. Soc.* (1988) **65**, 1324.
10. Kupranycs, D. B.; Amer, M.A.; Baker, B.E.; *J. Am. Oil Chem. Soc.* (1986) **63**, 332.
11. Dobarganes, M.C.; Péres-Camino, M.C.; Márquez-Ruiz, G.; *Grasas Aceit.* (1989) **40**, 35.
12. Blumenthal, M. M.; relatório técnico, Libra Laboratories, New Jersey (1988).
13. Croon, L. B.; Rogstad, A.; Leth, T.; Kiutamo, T.; *Fette Seifen Anstrich.* (1986) **88**, 87.
14. Kress-Rogers, E.; Gillat, P.N.; Rossel, J. B. *Food Control* (1990) **1**, 163.

Publicação financiada pela FAPESP