

Avaliação da qualidade dos óleos de fritura usados em restaurantes, lanchonetes e similares¹

Vanise Gião ANS², Elisângela de Souza MATTOS²,
Neuza JORGE^{3,*}

RESUMO

A fritura é uma operação importante por ser um processo de preparação rápida de alimentos e por conferir aos produtos fritos características únicas de odor e sabor. Na temperatura de fritura o óleo interage com o ar, água e componentes dos alimentos que estão sendo fritos gerando compostos responsáveis por odores desagradáveis e degradações em óleos utilizados por longos períodos. Este trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar os níveis de alteração dos óleos e gorduras utilizadas nos processos de fritura de restaurantes, lanchonetes, bares e pastelarias da cidade de São José do Rio Preto-SP. Os métodos analíticos aplicados para a avaliação

da alteração em 60 amostras de óleos e gorduras incluíram a determinação de compostos polares totais (%), ácidos graxos livres (%), expressos em ácido oléico) e índice de peróxidos (meq/kg). Foram estabelecidos como limite de alteração 25% para compostos polares, 1% para ácidos graxos livres e 15meq/kg para índice de peróxidos. De acordo com os resultados obtidos, observou-se que das 60 amostras analisadas, 30% apresentaram valores de compostos polares superiores ao limite estabelecido para descartar os óleos e gorduras de fritura. Já, para ácidos graxos livres e índice de peróxidos, 18,3% e 8,3% das amostras, respectivamente, apresentaram valores acima do estabelecido para o descarte. Os elevados níveis de compostos polares totais encontrados (57,4%) em um número significativo de amostras demonstraram a necessidade de melhorar a qualidade dos óleos e gorduras de fritura neste setor de alimentação.

Palavras-chave: óleos de fritura, restaurantes e lanchonetes, compostos polares, ácidos graxos livres, índice de peróxidos.

SUMMARY

Quality evaluation of frying oils used in restaurants and fast food shops. Deep-frying is chosen for being a rapid food preparation process and for attributing to the fried products unique characteristics of flavor. At the frying

temperature oil interacts with air, water and components of the food which is being fried, producing compounds that are responsible for off-flavor development and deterioration in abused oils. The objective of this work was to determine the development of deterioration in fat and oils used in frying process in restaurants, bars and snack bars of São José do Rio Preto-SP. The analytical methods used to evaluate the alterations in 60 oil samples included determining the total polar compounds in frying oils (%), free fatty acids (% , expressed in terms of oleic acid) and value peroxide (meq/kg). The established limits for alteration in frying fats were 25% for polar compounds, 1% for free fatty acids and 15 meq/kg for value peroxide. According to the results obtained, it could be observed that, from the 60 analyzed samples, 30% showed higher values of polar compounds than the established limit for discarding frying oil and fat. For the free fatty acids and value peroxide, 18.3% and 8.3% of the samples respectively, showed higher values than the established limit for discarding. The high levels of total polar compounds found (57.4%) in a significant number of samples proved the necessity of making the quality of frying fat and oil better in this field of food.

Keywords: frying oils, restaurants, snack bars, polar compounds, free fatty acids, peroxide value.

1 – INTRODUÇÃO

O consumo de alimentos fritos e pré-fritos tem aumentado nos últimos anos, provocando uma maior ingestão de óleos e gorduras após terem sido submetidos a elevadas temperaturas em processo de fritura. Constata-se que este fato tem sido influenciado por razões sociais, econômicas e técnicas, pois as pessoas dispõem de menos tempo para preparação de seus alimentos e, assim, o processo de fritura fornece uma alternativa de sua preparação rápida ao mesmo tempo conferindo aos alimentos fritos características organolépticas agradáveis. O crescimento de indústrias que produzem alimentos fritos e pré-fritos levou ao desenvolvimento de novos equipamentos para fritura (fritadeiras), tanto industriais como domésticos, nos quais grandes quantidades de óleo são aquecidas por longos períodos [12, 27].

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. Durante o aquecimento do óleo no processo de fritura uma série complexa de reações produz numerosos compostos de degradação. Com o decorrer das reações, as qualidades funcionais, sensoriais e nutricionais se modificam e podem chegar a níveis em que não se consegue mais produzir alimentos de qualidade.

Vários pesquisadores têm demonstrado que o consumo excessivo de alimentos fritos representa riscos à saúde [5, 21, 33]. Óleos aquecidos por longos períodos, sob temperaturas

extremamente elevadas, demonstram que os produtos resultantes contêm mais de 50% de compostos polares, que são os produtos da degradação dos triglicerídios (polímeros, dímeros, ácidos graxos livres e ácidos graxos oxidados). Quando as amostras são administradas em animais, observam-se severas irritações do trato gastrointestinal, diarreia, redução no crescimento e, em alguns casos, os animais morrem [3]. As formas de se determinar quando um óleo chegou ao ponto de descarte não são simples. Muitos alimentos diferentes são fritos em diferentes tipos de óleo, em diversos tipos 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 avaliar em determinado sistema e não ser aplicável a outros [16, 36]. Portanto, é necessário dispor de métodos de controle para avaliar a alteração produzida, assim como, buscar critérios objetivos para definir quando os óleos devem ser descartados.

Em alguns países existem normas estabelecidas para o descarte de óleos utilizados para fritura, mas no Brasil não existem leis e regulamentações que estabeleçam limites para as alterações destes óleos [15]. Dada a inexistência de uma regulamentação prévia aliada à desinformação por parte das indústrias e dos estabelecimentos comerciais é de suma importância dispor de métodos analíticos rápidos e simples que permitam conhecer o estado dos óleos de fritura deste setor.

Este trabalho foi conduzido baseando-se, fundamentalmente, na norma adotada por alguns países da Europa, onde é contemplada como uma excelente possibilidade para conhecer a qualidade das gorduras incorporadas nos alimentos durante a fritura, o que sem dúvida contribui para uma melhor

compreensão do processo e para um aumento na qualidade dos produtos fritos.

A importância deste estudo está no caráter social que esta representa, pois trata-se de avaliar e controlar a qualidade dos óleos que fazem parte dos alimentos fritos e que são consumidos por uma grande parcela da população; além disso, de detectar o momento propício de descarte dos óleos de frituras, o que levará a um aproveitamento mais adequado dos mesmos.

2 – OBJETIVO

O objetivo fundamental deste estudo foi determinar o grau de alteração dos óleos e gorduras mais utilizados nos processos de fritura de estabelecimentos comerciais (restaurantes, bares, lanchonetes e pastelarias) da cidade de São José do Rio Preto-SP. Além disso, um intuito complementar foi conhecer as condições do processo de fritura realizado nestes estabelecimentos, visando minimizar as alterações dos óleos de fritura no sentido de controlar e/ou sugerir modificações mais adequadas para melhorar a qualidade dos óleos e gorduras que são incorporados aos produtos fritos.

3 – MATERIAL E MÉTODOS

3.1 – Amostras

Sessenta amostras de óleos de frituras foram procedentes de estabelecimentos comerciais, como: restaurantes, lanchonetes, bares e pastelarias da cidade de São José do Rio Preto-SP.

Antes da tomada das amostras foi feita uma entrevista, para se ter conhecimento do procedimento empregado no processo de fritura em cada estabelecimento. Para isso, foram levadas em consideração algumas variáveis do processo, como: tempo e temperatura do banho de fritura, tipos de óleo e de alimento,

tipo de fritadeira, reposição de óleo fresco, etc. A quantidade de amostras coletadas foi suficientemente representativa do ponto de vista estatístico, sendo obtidas no momento do descarte e depois de coletadas, foram conservadas em *freezer* até o momento das análises.

3.2 – Determinações analíticas

A acidez e índice de peróxidos foram determinados de acordo com a AOCS [1], utilizando os métodos Ca 5a-40 e Cd 8-53, respectivamente.

A determinação de compostos polares mediante cromatografia em coluna foi obtida conforme o método cromatográfico proposto pela IUPAC [37] com uma pequena modificação: o uso de hexano:éter etílico 90:10, ao invés de 87:13, para produzir uma melhor separação da fração não polar [13].

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação da alteração e a identificação dos compostos que são formados durante a fritura de alimentos é de grande importância e interesse, não só para pesquisadores, como também para consumidores, indústrias de alimentos e Serviços de Inspeção Sanitária [32].

Tendo em vista que a maioria dos estabelecimentos comerciais não dispõe de laboratórios e de pessoal especializados em análises de óleos de fritura, baseia-se em análises subjetivas, as quais consistem em observar a formação de espumas; o aumento da viscosidade e densidade, relacionado com a presença de compostos de polimerização e surfactantes; as mudanças nas propriedades organolépticas caracterizadas pelo desenvolvimento de odores e sabores típicos dos óleos aquecidos a altas temperaturas ou dos alimentos neles fritos e; finalmente, pelo escurecimento, atribuído à presença de compostos não polares dos alimentos solubilizados no óleo

[11].

Levando em consideração o exposto, alguns valores são recomendados como limites para o descarte dos óleos e gorduras de frituras quando são utilizados métodos analíticos simples. Para compostos polares totais, existem regulamentações que estipulam valores de descarte superiores ou iguais a 25%; para ácidos graxos livres, valores superiores a 1%; índice de peróxidos, valores acima de 15 meq/Kg de amostra; redução do ponto de fumaça de 50°C em relação ao ponto de fumaça do óleo fresco, presença constante de espuma na fritadeira, etc. [15, 25]. Diante destas recomendações, aconselha-se do ponto de vista prático, combinar pelo menos três provas simples para estabelecer o ponto de descarte dos óleos.

O mecanismo das alterações termoxidativas e hidrolíticas de um óleo usado para fritura é complexo porque depende de uma série de parâmetros tais como: tipo de óleo, fritadeira, temperatura, relação superfície/volume do óleo, tipo de aquecimento e natureza do alimento a ser frito. Além disso, a compreensão das mudanças que o óleo pode sofrer, pode levar a otimização dos processos de fritura, bem como a melhoria da qualidade dos alimentos fritos.

As *Tabelas 1, 2, 3 e 4* resumem as características das amostras no que se referem aos tipos de estabelecimentos, de utensílios, de óleos e de alimentos utilizados durante o processo de fritura dos diferentes tipos de estabelecimentos comerciais da cidade de São José do Rio Preto-SP.

Conforme a *Tabela 1*, os estabelecimentos comerciais que apresentaram maior porcentagem de amostras de óleos com valores de compostos polares acima de 25% foram os restaurantes, ou seja, 11,7% de amostras que deveriam ser descartadas. Isso, possivelmente se deveu à grande variedade

de alimentos que foram preparados nestes estabelecimentos. Quanto às pastelarias, observou-se uma porcentagem de 10% de amostras com valores superiores ao estabelecido para o descarte. Era de se esperar que as pastelarias apresentassem um maior número de amostras com teores de compostos polares acima de 25%, por se tratar de um processo descontínuo que freqüentemente utiliza óleos ou gorduras por um longo período a elevadas temperaturas. Além disso, tais estabelecimentos geralmente utilizam recipientes (tachos e/ou panelas) que nem sempre são fabricados com material inoxidável e possuem uma maior relação superfície/volume, aumentando o contato do oxigênio atmosférico com o óleo; os quais aceleram o processo de degradação dos óleos e gorduras. Este resultado pode ser explicado, uma vez que a maioria das amostras provenientes destes estabelecimentos se trata de gorduras hidrogenadas, as quais apresentam maior estabilidade térmica e oxidativa.

TABELA 1. Distribuição das amostras em função dos tipos de estabelecimentos.

Estabelecimentos	Número de Amostra	C.P. > 25%
Restaurantes	33	7 (11,7)*
Bares/Lanchonetes	18	5 (8,3)
Pastelarias	9	6 (10,0)
Total	60	18 (30,0)

* Porcentagem em relação ao número total de amostras que deveriam ser descartadas.

A *Tabela 2* mostra que os resultados para as amostras com compostos polares acima de 25%, provenientes de utensílios tipo tachos/panelas e fritadeiras foram 8,3 e 21,7%, respectivamente. Observa-se que, para as fritadeiras este valor

foi mais de duas vezes maior do que para os tachos/panelas, o que não era de se esperar, uma vez que estes utensílios geralmente não são feitos de aço inoxidável, apresentam uma maior relação superfície/volume e as frituras são conduzidas em altas temperaturas e por longos períodos de tempo, embora estas variáveis não foram e nem são controladas durante o processo de fritura nestes estabelecimentos. O menor valor para os utensílios tachos/panelas pode ser possivelmente explicado pelo maior uso de gorduras hidrogenadas, cuja estabilidade termoxidativa é maior quando comparada com a dos óleos vegetais que têm alto teor de ácidos graxos insaturados. Por outro lado, o elevado número de amostras que deveriam ser descartadas, obtidas das fritadeiras foi, provavelmente, devido à falta de controle de tempo e temperatura do óleo no processo e à grande variedade de alimentos utilizados.

TABELA 2. Distribuição de amostras em função dos tipos de utensílios utilizados no processo de fritura.

Utensílios	Número de Amostras	C.P. > 25%
Tachos/panelas	17	5 (8,3)*
Fritadeiras	35	13 (21,7)
Não identificados	8	0
Total	60	18 (30,0)

* Porcentagem em relação ao número total de amostras que deveriam ser descartadas.

O aumento do tempo de aquecimento corresponde a um incremento no nível de alteração, porém sua principal consequência é a diferente composição quantitativa dos compostos de alteração. O tempo de permanência do produto na fritadeira para atingir o desenvolvimento de cor e textura

adequadas, a coagulação das proteínas, a desidratação parcial e geleificação do amido, depende da temperatura utilizada, visto que a temperatura e o tempo de aquecimento são variáveis dependentes entre si.

A influência da temperatura sobre a alteração foi demonstrada por muitos autores [14, 17], os quais constataram que a partir de aproximadamente 200°C o efeito é muito drástico. Dentre os critérios adotados por vários países, recomenda-se para o processo de fritura temperatura até 180°C [26].

Ainda que o aumento da temperatura diminua a capacidade de absorção de oxigênio pela gordura, a maior velocidade das reações oxidativas favorece a entrada contínua de ar. Além disso, nestas condições, aumentam as reações térmicas nas camadas mais baixas do recipiente onde é mais difícil o acesso do ar [16].

Com respeito ao material, sabe-se que o aço inoxidável tem pequenas contribuições nas alterações produzidas em óleos de fritura. Qualquer utensílio de cobre ou que contenha este metal deve ser evitado pois, possui alto poder pró-oxidativo. A facilidade de limpeza da fritadeira é outro fator importante, pois o óleo polimerizado que se deposita nas paredes tende a catalisar reações que aceleram as alterações no óleos [2].

Não se pode esquecer da relação superfície/volume que possui efeito drástico sobre a velocidade de alteração. Uma vez que o aumento significa uma maior superfície do óleo em contato com o ar, seu efeito é uma prova indireta do desenvolvimento prioritário das reações oxidativas [27].

Os resultados da *Tabela 3* mostram que o óleo de soja apresentou maior número de amostras que deveriam ser descartadas por possuírem mais de 25% de compostos polares totais, o que correspondeu a 23,3% do total das amostras. A maior utilização de óleo de soja em frituras ocorre não só neste

setor de restaurantes, lanchonetes, bares e cozinhas industriais, como também nos lares brasileiros pelas donas de casa, devido, essencialmente, ao seu menor preço de mercado. Os resultados indicam na tabela que, dos diferentes tipos de óleos empregados nas frituras, observa-se que 76,7% são óleo de soja. Porém, do ponto de vista tecnológico e nutricional, não é o mais adequado para ser usado em processos de fritura quando empregam elevadas temperaturas. Sabe-se que durante um tratamento termoxidativo, quanto maior o grau de insaturação, maior é sua degradação [36].

TABELA 3. Distribuição de amostras em função dos tipos de óleos coletados nos estabelecimentos comerciais.

Tipos de Óleos	Número de Amostras	C.P. > 25%
Óleo de soja	46	14 (23,3)*
Óleo de milho	1	0
Gordura hidrogenada	6	4 (6,7)
Não identificados	7	0
Total	60	18 (30,0)

* Porcentagem em relação ao número total de amostras que deveriam ser descartadas.

À medida que o óleo alcança o estágio de degradação, as reações de oxidação estão avançadas e há a produção de moléculas complexas e compostos voláteis que liberam odores desagradáveis. Assim, o alimento frito torna-se de baixa qualidade e com excessiva quantidade de óleo absorvido. A partir deste momento, o óleo enfumaça muito e pode até conter compostos tóxicos. O resultado dos alimentos fritos é que sua vida de prateleira é reduzida, seu *flavor*, desagradável, a superfície, dura e escura, além do excesso de óleo absorvido e o centro do alimento não totalmente cozido [26].

Em suma, as reações químicas que ocorrem rapidamente nos óleos de fritura, produzindo compostos de decomposição, são a oxidação, polimerização e a hidrólise. A extensão dessas reações depende das condições de fritura, principalmente temperatura, duração e aeração envolvida. Além destas variáveis, o tipo de alimento a ser frito também afeta a composição resultante dos óleos de fritura [7].

Pela *Tabela 4* pode-se observar que das 60 amostras de óleos e gorduras em questão, 37 (61,7%) foram provenientes de estabelecimentos que fritam diferentes tipos de alimentos, ou seja, salgados, batatas, pastéis, empanados e outros (alimentos fritos variados, conforme *Tabela 4*). Ainda, esta tabela indica que a maior porcentagem de amostras de óleos que deveriam ser descartados foram provenientes da preparação de alimentos variados, representando 18,3%. A influência do alimento sobre a alteração termoxidativa é difícil de ser analisada dada a complexidade das interações envolvidas no processo e as diferentes composições dos substratos que são submetidos à fritura [31]. Assim, alimentos com alto conteúdo em gorduras podem modificar a composição do óleo de fritura ao se solubilizarem no mesmo [12, 29]; compostos menores solubilizados podem ter efeitos duplos segundo seu caráter pró-oxidante [4] ou oxidante [30]. Por outro lado, a absorção preferencial de compostos polares pelo produto frito ou a capacidade de proteínas e produtos da reação de Maillard de formarem complexos com metais pró-oxidantes, teria uma influência positiva na qualidade do produto [19].

TABELA 4. Distribuição de amostras em função dos tipos de produtos fritos.

Alimentos Fritos	Número de Amostras	C.P. > 25%
Batatas	2	0
Pastéis	3	2 (3,3)*
Empanados	10	5 (8,3)
Variados	37	11 (18,3)
Não identificados	8	0
Total	60	18 (30,0)

* Porcentagem em relação ao número total de amostras que deveriam ser descartadas.

O tipo de preparo do alimento também contribui; se está empanado, partículas da superfície podem se desprender para o óleo e serem queimadas, carbonizando o óleo, originando o seu escurecimento e conferindo sabores e aromas desagradáveis ao alimento, ao mesmo tempo que aceleram a degradação do óleo. A fritura de alimentos, que contêm níveis elevados de sólidos de ovo, pode contribuir para a rápida formação de espuma pela solubilização da lecitina no banho de óleo na fritura [36].

O sal e o açúcar também têm um papel importante no processo de fritura, ligando água e diminuindo a alteração da gordura do banho, em comparação com a fritura de alimentos sem a adição de açúcar e sal [6].

Deve-se assegurar que o produto a fritar seja de tamanho uniforme, o mais livre possível de um excesso de água e de partículas provenientes do alimento para reduzir ao máximo a alteração da gordura [12, 36].

No Brasil e em outros países como Austrália, Israel, Malásia, etc, não existem leis ou regulamentações que estabeleçam limites para alterações dos óleos de fritura. Já, a legislação

alemã adota limite máximo de 24% para compostos polares totais, 2% para ácidos graxos livres, 170°C para ponto de fumaça e 0,7% para ácidos graxos oxidados; enquanto que os Estados Unidos adotam 1% como valor máximo para ácidos graxos livres [15, 25].

A *Tabela 5* apresenta a estatística descritiva para os valores de compostos polares totais, ácidos graxos livres e índice de peróxidos. De um modo geral pode-se dizer que, em média, a quantidade de compostos polares totais está abaixo do limite estabelecido por alguns países europeus, apesar da elevada disparidade dos valores de mínimo e máximo (2, 1-57, 4%). O mesmo acontece com os valores de ácidos graxos livres que, em média, encontram-se abaixo do limite permitido pelos EUA.

TABELA 5. Estatística descritiva para os valores de compostos polares totais, ácidos graxos livres e índice de peróxidos.

	Nº Amostr tras	Valor Médi o	Mediana	Valor Mínimo	Valor Máximo	Desvio Padrão	Erro Padrão
C.P.	60	19,5	16,1	2,1	57,4	11,83	1,53
A.G.L.	60	0,7	0,4	0,1	5,4	0,99	0,13
I.P.	60	7,7	6,3	1,3	24,3	5,14	0,66

C.P.: compostos polares (%).

A.G.L.: ácidos graxos livres (%).

I.P.: índice de peróxidos (meq/kg amostra).

A *Tabela 6* apresenta o número de amostras e, entre parênteses, as respectivas porcentagens em relação ao número total de amostras para valores abaixo e acima dos limites estabelecidos para compostos polares totais, ácidos graxos livres e índice de peróxidos, para o descarte dos óleos.

TABELA 6. Distribuição das amostras conforme os limites estabelecidos para o descarte.

C.P.	Nº Amos- tras	A.G.L.	Nº Amos- tras	I.P.	Nº Amos- tras
C.P. > 25%	18 (30,0) [†]	AGL > 1%	11 (18,3)	IP > 15 meq/kg	5 (8,3)
C.P. < 25%	42 (70,0)	AGL < 1%	49 (81,7)	IP < 15 meq/kg	55 (91,7)
Total	60 (100,0)		60 (100,0)		60 (100,0)

Os valores entre parênteses indicam a porcentagem de amostras que deveriam ser descartadas.

C.P.: compostos polares.

A.G.L.: ácidos graxos livres.

I.P.: índice de peróxidos.

Como pode observar na *Tabela 6*, 30% das amostras de óleos dos estabelecimentos comerciais, ou seja, um terço das amostras se encontram acima do limite estabelecido e, portanto, deveriam ser descartadas. A presença destes óleos na dieta possui considerável influência no valor nutricional; bem como polímeros de elevado peso molecular e de complexa estrutura, além de dificultar a sua hidrólise pela lipase pancreática durante a etapa de absorção [23] e, portanto, contribuem para a diminuição significativa da digestibilidade do óleo [22]. Por outro lado, menores números de amostras encontram-se acima dos valores estabelecidos para descarte no que diz respeito aos ácidos graxos livres e índice de peróxidos, 18,3 e 8,3%, respectivamente.

No caso do índice de peróxidos; adotou-se como parâmetro o óleo de girassol estabelecendo como ponto de descarte valores acima de 15meq/kg [25]. Assim sendo, observa-se que 91,7% das amostras de óleos dos estabelecimentos comerciais possuem valores abaixo de 15meq/kg, indicando que, aparentemente, estas amostras podem ser reutilizadas.

De acordo com alguns autores, o índice de peróxido é um método químico utilizado para avaliar a formação de hidroperóxidos, porém, não distingue entre os vários ácidos insaturados que sofreram oxidação nem fornece informações sobre os produtos de oxidação secundária [9, 20]. Segundo eles, 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 diminuir. 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. Portanto, a velocidade de degradação dos peróxidos e formação de compostos secundários é maior que a velocidade de formação de peróxidos [24].

A *Tabela 7* apresenta os coeficientes de correlação entre os testes analíticos realizados nos óleos de fritura. Pelos resultados, observa-se baixos coeficientes entre os três métodos analíticos utilizados. Segundo PÉREZ-CAMINO *et al.* [28], a separação das amostras em grupos mais homogêneos é útil para explicar as diferenças que existem entre distintos autores. Assim, enquanto que para CROON *et al.* [8], o coeficiente de correlação linear entre compostos polares e acidez foi 0,33, para SMITH *et al.* [35] foi 0,93, ambos trabalharam com amostras procedentes de restaurantes. Diferenças tão distantes podem ser explicadas pelas características dos óleos e pelas diferentes condições em que se deram as frituras. Neste caso, como era de se esperar, devido à grande heterogeneidade das amostras e a falta de controle das variáveis envolvidas no processo de fritura, os coeficientes de correlação apresentaram baixos valores.

TABELA 7. Coeficientes de correlação entre os testes analíticos realizados nos óleos de fritura.

	C.P.T.	A.G.L.	I.P.
C.P.T.	1,00	0,40	- 0,01
A.G.L.	0,40	1,00	- 0,40
I.P.	- 0,01	- 0,40	1,00

C.P.T.: compostos polares totais (%).

A.G.L.: ácidos graxos livres (%).

I.P.: índice de peróxidos (meq/kg amostra)

A *Tabela 8* apresenta resultados comparativos com estudos similares realizados em outros países, sendo as amostras recolhidas por Serviços de Inspeção, onde também pôde-se comprovar que este problema existe em países europeus [10, 18, 34]. Ainda pode ser observada a proximidade tanto dos valores extremos encontrados, como na porcentagem de amostras que ultrapassam o limite de alteração permitido. É interessante salientar que dentre estes países, o Brasil, surpreendentemente, foi o que apresentou a menor porcentagem de amostras com valores de compostos polares acima de 25%.

TABELA 8. Resultados comparativos com estudos similares realizados em outros países.

País	Nº Amostras	C.P. (%) Mín. - Máx.	Nº Amostras C.P. > 25%	% Amostras C.P. > 25%
Alemanha	125	5,8 - 57,7	44	35,2
Brasil	60	2,1 - 57,4	18	30,0
Espanha	174	3,1 - 61,4	60	34,5
França	31	8,2 - 54,6	15	48,4

C.P.: compostos polares.

De modo geral, em fritadeiras descontínuas, devem ser seguidas algumas recomendações para minimizar as alterações no óleo de fritura [10]: não utilizar excesso de óleo na fritadeira, pois o nível de óleo deverá ser o mínimo requerido para fritar os alimentos convenientemente e otimizar a distribuição do calor através do óleo; não empregar sem necessidade temperaturas muito elevadas e no caso de fritadeiras de grande porte utilizar termostatos (usar temperatura em torno de 180°C); manter a taxa de produção ao máximo; fritar por períodos longos ao invés de utilizar a fritadeira por vários períodos curtos, tendo cuidado de evitar exposição ao ar quando o óleo não estiver em uso; evitar a adição de óleo novo ou usado; utilizar óleos com menor grau de insaturação, pois apresentam maior estabilidade térmica e oxidativa; realizar filtração do óleo quando quantidades apreciáveis de resíduos de alimentos fritos forem liberados para o meio de fritura (como é o caso dos alimentos empanados), evitar frituras de alimentos variados numa só fritadeira, pois se empanados, partículas da superfície podem se desprender para o óleo e serem queimadas, carbonizando o óleo, originando o seu escurecimento e conferindo sabores e aromas desagradáveis aos alimentos, ao mesmo tempo que aceleram a degradação do óleo; utilizar, de preferência, tachos, panelas ou fritadeiras construídos de aço inoxidável, uma vez que outros materiais podem apresentar alto poder pró-oxidante; manter sempre limpa a fritadeira, pois o óleo polimerizado e depositado nas paredes tende a catalisar reações que levam a alterações no óleo; etc.

Resumindo, a taxa de formação de compostos de decomposição modifica-se de acordo com o alimento que está sendo frito, o óleo, o tipo de fritadeira e as condições de operação. Estas variáveis fazem com que se torne difícil

determinar exatamente o que ocorre durante o processo de fritura, por isso todas estas recomendações devem ser seguidas para que se consiga obter um melhor controle do processo de fritura e, conseqüentemente, alimentos fritos de melhor qualidade.

5 – CONCLUSÕES

Com relação ao principal objetivo deste trabalho, conhecer o grau de alteração dos óleos e sugerir modificações nos processos de fritura de estabelecimentos comerciais (restaurantes, bares, lanchonetes e pastelarias) da cidade de São José do Rio Preto-SP, pode-se concluir que:

- Deve haver uma preocupação pela manutenção de um baixo nível de alteração em óleos e gorduras de fritura, o qual depende do controle das condições do processo de fritura, envolvendo as principais variáveis: tipos de óleo e de alimento, tempo, temperatura, tipos de utensílios utilizados nas frituras, etc.
- De um total de 60 amostras coletadas, 30% não se encontravam em condições de reutilização. Neste sentido, deve-se prestar mais atenção nos estabelecimentos comerciais (restaurantes) que preparam os mais variados tipos de alimentos empregando o óleo de soja, uma vez que a composição do alimento frito e o maior grau de insaturação do óleo alteram não só a qualidade do óleo de fritura, como também a do produto frito.
- Mesmo que o nível de qualidade dos óleos de fritura do Brasil, mais especificamente de São José do Rio Preto, se mostrou similar ao de países europeus, deve haver uma conduta no sentido de melhorar a qualidade dos

óleos de frituras industriais, de estabelecimentos comerciais e de frituras domésticas para se adequarem aos menores níveis de alteração.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AOCS - **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. 3. ed. Champaign, 1988.
- [2] BERGER, K. G. The practice of frying. **Porim Technology**, v. 9, n. 5, p. 1-34, 1984.
- [3] BILLEK, G. Heated fats in the diet. In: PADLEY, F. B. & PODMORE, J. (Ed). **The role of fats in human nutrition**. Chichester, Ellis Horwood ,1985. p. 163-71.
- [4] CASTANG, J. -Study of frying oils: analytical characteristics and control project. **J. Ann. Fals. Exp. Chim.**, v. 74, n. 803, p. 701-718, 1981.
- [5] CHRISTOPOULOU, C. N.; PERKINS, E. G. Isolation and characterization of dimers formed in used soybean oil. **J. Am. Oil Chemists' Soc.**, v. 66, n. 9, p. 1360-1370, 1989.
- [6] CHU, Y.; LUO, S. Effects of sugar, salt and water on soybean oil quality during deep-frying. **J. Am. Oil Chemists' Soc.**, v. 71, p. 897-900, 1994.
- [7] CLARK, W. L.; SERBIA, G. W. Safety aspects of frying fats and oil. **Food Technol**, v. 45, n. 2, p. 84-90, 1991.
- [8] CROON, L. B.; ROGSTAD, A.; LETH, T.; KIUTAMO, T. A comparative study of analytical methods for quality evaluation of frying fat. **Fette Seifen Anstrichm.**, v. 88, n. 3, p. 87-91, 1986.
- [9] CUESTA, C.; SÁNCHEZ-MUNIZ, F. J.; HERNANDEZ, I.; VARELA, L. S. Modificaciones de un 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.**, v. 31, n. 4, p. 523-531, 1991.

[10] DOBARGANES, M. C.; MÁRQUEZ-RUIZ, G. Calidad de las grasas de fritura en el sector de restauración de Andalucía. **Grasas y Aceites**, v. 46, n. 2, p. 115-120, 1995a.

[11] DOBARGANES, M. C.; MÁRQUEZ-RUIZ, G. Control de calidad de las grasas de fritura. Validez de los métodos de ensayos rápidos en sustitución de la determinación de compuestos polares. **Grasa y Aceites**, v. 46, n. 3, p. 196-201, 1995b.

[12] DOBARGANES, M. C.; PÉREZ-CAMINO, M. C. Frying process: selection of fats and quality control. **International Meeting on Fats & Oils Technology Symposium and Exhibition**, p. 58-66, 1991.

[13] DOBARGANES, M. C.; PÉREZ-CAMINO, M. C.; GUTIÉRREZ GONZÁLEZ-QUIJANO, R. Métodos analíticos de aplicación en grasas calentadas. I. Determinación de ésteres metílicos no alterados. **Grasas y aceites**, v. 35, n. 3, p. 172-177, 1984.

[14] FEDELI, E. The behaviour of olive oil during cooking and frying. In: VARELA G.; BENDER, A. E.; MORTON, I. A. (Ed.) **Frying of food: principles, changes, new approaches**. Chichester, Ellis Horwood, 1988. p. 52-81.

[15] FIRESTONE, D.; STIER, R. F.; BLUMENTHAL, M. M. Regulation of frying fats and oils. **Food Technol.**, v. 45, n. 2, p. 90-94, 1991.

[16] FRITSCH, C. W. Measurements of frying fat deterioration: a brief review. **J. Am. Oil Chemists' Soc.**, v. 58, n. 3, p. 272-274, 1981.

[17] GERE, A. Study of some factors affecting frying fat deterioration. **Fette Seifen Anstrichm.**, v. 85, n. 1, p.18-23, 1983.

- [18] GERTZ, Ch. Chromatographische methoden bei der untersuchung von fritierfetten. **Fette Seifen Anstrichm.**, v. 12, p. 475-480, 1986.
- [19] KAWASHIMA, K.; ITOH, H.; CHIBATA, I. Antioxidant activity of browning products prepared from low molecular carbonyl compounds and amino acids. **J. Agric. Food Chem.**, v. 25, n. 1, p. 202-204, 1977.
- [20] LIMA, J. R. **Avaliação da qualidade de óleo de soja utilizado para fritura**. Campinas, 1994. 54p. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).
- [21] MÁRQUEZ-RUIZ, G.; PÉREZ-CAMINO, M. C.; DOBARGANES, M. C. Evaluación nutricional de grasas termoxidadas y de fritura. **Aceites y Grasas**, v. 41, p. 432-439, 1990.
- [22] MÁRQUEZ-RUIZ, G.; PÉREZ-CAMINO, M. C.; DOBARGANES, M. C. In vitro action of pancreatic lipase on complex glycerides from thermally oxidized oils. **Fat Sci. Technol.**, v. 94, p. 307-312, 1992.
- [23] MÁRQUEZ-RUIZ, G.; PÉREZ-CAMINO, M. C.; DOBARGANES, M. C. Evaluation of hydrolysis and absorption of thermally oxidized olive oil in non absorbed lipids in the rat. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 37, p. 121-128, 1993.
- [Medline]
- [24] MASSON, L.; ROBERT, P.; ROMERO, N.; IZAURIETA, M.; VALENZUELA, S.; ORTIZ, J.; DOBARGANES, M. C. Comportamiento de aceites poliinsaturados en preparación de patatas fritas para consumo inmediato: formación de nuevos compuestos y comparación de métodos analíticos. **Grasas y Aceites**, v. 48, n. 5, p. 273-

281, 1997.

[25] MONFERRER, A.; VILLATA, J. La fritura desde un punto de vista practico I. **Aliment. Equipos Tecnol.**, v. 21, n. 3, p. 85-90, 1993.

[26] 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**, v. 37, n. 7, p. 635-662, 1997.

[Medline]

[27] PÉREZ-CAMINO, M. C. **Alteración termoxidativa en aceites y grasas comestibles: formación de nuevos compuestos y métodos para su evaluación**. Sevilla, 1986. 207 p. Tesis (Doctoral en Ciencias Químicas) - Facultad de Química, Universidad de Sevilla.

[28] PÉREZ-CAMINO, M. C.; GUINDA, A.; MÁRQUEZ-RUIZ, G.; DOBARGANES, M. C. Alteración de grasas usadas en fritura. II. Variables que influyen en el proceso en continuo y análisis real en freidoras industriales. **Grasas y Aceites**, v. 39, n. 1, p. 39-43, 1988.

[29] PÉREZ-CAMINO, M. C.; MÁRQUEZ-RUIZ, G.; RUIZ-MENDEZ, M. V.; DOBARGANES, M. C. Lipids changes during frying of frozen prefried foods. **J. Food Sci.**, v. 56, n. 6, p. 1644-1650, 1991.

[30] POKORNY, J. Effect of substrates on changes of fats and oils during frying. **Riv. Ital. Sostanze Grasse**, v. 57, n. 5, p. 222-225, 1980.

[31] POKORNY, J. Influence des substances non lipidiques sur l'oxydation des corps gras. **Rev. Franç. Corps Gras**, v. 28, n. 4, p. 151-160, 1981.

[32] 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 acido oleico**. Alcalá de Henares, 1995. 338 p. Tesis (Doctoral en

Farmacia) - Facultad de Farmacia, Universidad de Alcalá de Henares.

[33] ROJO, J. A.; PERKINS, E. G. Cyclic fatty acid monomer formation in frying fats. I. Determination and structural study. **J. Am. Oil Chemists' Soc.**, v. 64, n. 3, p. 414-421, 1987.

[34] SEBEDIO, J. L.; GRANDGIRARD, A.; SEPTIER, Ch; PREVOST, J. Etat d'altération de quelques huiles de friture prélevées en restauration. **Rev. Fr. Corps Gras.**, v. 1, p. 15-18, 1987.

[35] SMITH, L. M.; CLIFFORD, A. J.; HAMBLIN, C. L.; CREVELING, R. K. Changes properties of shortenings used for commercial deep-fat frying. **J. Am. Oil Chemists' Soc.**, v. 63, n. 8, p. 1017-1023, 1986.

[36] STEVENSON, S. G.; VAISEY-GENSER, M.; ESKIN, N. A. M. Quality control in the use of deep frying oils. **J. Am. Oil Chemists' Soc.**, v. 61, n. 6, p. 1102-1108, 1984.

[37] WALKING, A. E.; WESSELS, H. Chromatographic separation of polar and non-polar components of frying fats. **J. Assoc. Offic. Anal. Chemists'**, v. 64, n. 6, p. 1329-1330, 1981.

7 – AGRADECIMENTOS

À Fundunesp pelo auxílio financeiro concedido e ao CNPq, pela concessão de bolsas PIBIC/UNESP para as alunas de Iniciação Científica.

¹ Recebido para publicação em 25/05/99. Aceito para publicação em 20/09/99.

² Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq/UNESP

³ UNESP - Depto. de Engenharia e Tecnologia de Alimentos. Caixa Postal 136, CEP 15054-000, São José do Rio Preto -

SP. E-mail: njorge@eta.ibilce.unesp.br

** A quem a correspondência deve ser enviada.*