

Análise da degradação do óleo de fritura de restaurantes comerciais do centro de Chapecó-SC

Analysis of deterioration of frying oil in commercial restaurants in Chapeco city center, Brazil

Lúcia Chaise Borjes¹
Gisele Cecon¹
Ana Paula Bautitz da Silva¹

¹ Curso e Nutrição, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó-SC, Brasil.

Artigo elaborado a partir do Trabalho de Conclusão de Curso de Nutrição com o mesmo título – Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó-SC, 2009.

Correspondência /Correspondence
Lúcia Chaise Borjes
E-mail: lborjes@unochapeco.edu.br

Resumo

O estudo teve por objetivo analisar o grau de degradação do óleo de fritura em fritadeiras elétricas em restaurantes comerciais do município de Chapecó-SC. O estudo foi desenvolvido em todos os restaurantes comerciais que servem almoço no centro da cidade de Chapecó, cadastrados no site do Sindicato de Hotéis, Bares, Restaurantes e Similares, totalizando uma amostra de 15 estabelecimentos. Os instrumentos para coleta de dados foram um questionário semiestruturado; o monitor de óleos e gorduras da 3M®; o monitor de óleo alimentar FOM 310; e o termômetro infravermelho. Estes avaliaram o grau de ácidos graxos livres de compostos polares e temperatura. A medição foi realizada, durante a produção, em um dia em cada restaurante, totalizando três dias de coleta. Através dos resultados, observou-se que do total de amostras analisadas, 66,66% encontravam-se acima do limite para ácidos graxos livres e 13,3% apresentavam teores de compostos polares acima do preconizado para óleos e gorduras de fritura – portanto, em condições de descarte. Os métodos rápidos podem ser uma alternativa para se buscar o momento ideal para o descarte, evitando prejuízos à saúde da população que consome os produtos fritos e até mesmo através da vigilância sanitária, desenvolvendo trabalhos junto aos comerciantes através de cartilhas explicativas para que tenham conhecimento sobre a utilização correta dos óleos.

Palavras-chave: Óleos e Gorduras. Frituras. Ácidos Graxos Livres. Compostos Polares.

Abstract

This study aimed to analyze the degree of degradation of the electric frying pan's frying oil in commercial restaurants in Chapeco city, state of Santa Catarina, Brazil. This study was done in all commercial restaurants that serve lunch in the city center, registered on the website of the Hotel Bars, Restaurants and similar establishments Syndicate in Chapeco city, a total sample of 15 business. The instruments for data collection were semi-structured questionnaire; 3M® monitor of oils and fats; FOM 310 Food Oil monitor and the infrared thermometer. These tools evaluated the degree of free fatty acids, polar compounds and temperature. Measurement was performed during production, observing a day in each restaurant, total of three days of total collection. Through the results we could observe that of the total samples, 66.66% were above the limit for free fatty acids and 13.3% had levels of polar compounds above recommended for oils and fats for frying, therefore in disposal condition. The quick methods can be an alternative to seek the ideal moment for disposal, avoiding risks to the health of those who consume fried products and even through health surveillance, developing new methods together with the businessmen using explanatory flyers so that they can obtain information on the correct utilization of oils.

Key words: Oils and Fats. Fried Food. Fatty Acids. Polar Compounds.

Introdução

O processo de fritura, caracterizado pela imersão do produto alimentício em óleo quente, é um método rápido e prático de preparo de alimentos, muito utilizado de forma doméstica e largamente empregado por estabelecimentos comerciais.^{1,2}

Este processo desenvolve características de odor, sabor, cor e textura que tornam os alimentos mais atraentes para o consumo.^{3,4} Porém, durante o aquecimento do óleo no processo de fritura, uma complexa série de reações produz numerosos compostos de degradação.⁵ 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.^{6,7}

O consumo de alimentos fritos e pré-fritos tem aumentado nos últimos anos, provocando maior ingestão de óleos e gorduras após terem sido submetidos a elevadas temperaturas em processo de fritura.^{2,4} 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 preparação rápida, além de conferir aos alimentos fritos características sensoriais agradáveis. Há também a proliferação de indústrias que produzem produtos fritos e pré-fritos, e tal fato levou ao desenvolvimento de novos equipamentos para fritura (fritadeiras) tanto industriais quanto domésticos, em que grandes quantidades de óleo são aquecidas por longos períodos.⁸

A crescente utilização de óleos e gorduras comestíveis para a preparação de produtos fritos exige um controle cada vez mais rígido, visando manter a qualidade e a segurança dos alimentos fritos. Devido ao conhecimento de que o processo de fritura altera a natureza química do óleo aquecido e seu consumo representa riscos à saúde,^{9,10} estudos realizados sobre a avaliação da qualidade dos óleos de fritura e utilizados pelo setor de produtos fritos de consumo imediato mostraram a necessidade de estabelecer medidas para reduzir o grau de degradação dos óleos e gorduras.¹¹ Neste sentido, ao constatar que se trata de um problema de saúde pública, em muitos países têm-se adotado regulamentações, recomendações e normas legais, a fim de proteger o consumidor, limitando a utilização dos óleos e gorduras de frituras para o consumo humano.^{11,12}

Diversos autores, em seus estudos, procuraram identificar os compostos formados no óleo de fritura e a importância biológica. Existe, entre estas publicações, uma concordância no que se refere aos novos compostos que se formam. A importância dos compostos voláteis, parcialmente eliminados durante a fritura, está intimamente relacionada com as características sensoriais do óleo e do produto frito,¹⁰ ocasionando a deterioração do sabor, aroma e aspecto visual, além da formação de compostos poliméricos potencialmente tóxicos.^{13,14}

A formação dos compostos de degradação tais como monômeros, dímeros, polímeros e compostos cíclicos de diferentes polaridades, com ou sem oxigênio, é de grande interesse sob o ponto de vista fisiológico e nutricional, pois os compostos tornam-se parte da dieta ao permanecerem dissolvidos.¹

Além do aspecto nutricional, existe o interesse analítico, uma vez que o teor daqueles compostos acumulado no óleo desde o início da fritura está relacionado com sua alteração total. Entre os parâmetros que medem alteração dos óleos e gorduras empregados em frituras, está a porcentagem de compostos polares totais, formados a partir dos triacilglicerídios.¹⁵

Leis e regulamentações para controle da qualidade de óleos de fritura foram adotadas por alguns países, entre eles Bélgica, França, Alemanha, Suíça, Holanda, Estados Unidos e Chile. No Brasil, as frituras descontínuas são bastante utilizadas, tanto no preparo doméstico de alimentos quanto em restaurantes e lanchonetes. O óleo é utilizado em um número elevado de vezes com mínima reposição, o que pode originar elevados níveis de alteração. No entanto, o Brasil ainda não possui regulamentação para o monitoramento e descarte de óleos de fritura. Tais fatos demonstram a importância de estudos para que se conheçam o comportamento dos óleos em processos de frituras descontínuas e o grau de alteração desses.¹¹

Diante disso, este trabalho teve como objetivo principal analisar o grau de degradação do óleo de fritura em restaurantes comerciais do município de Chapecó-SC.

Metodologia

No *site* do Sindicato de Hotéis, Bares, Restaurantes e Similares da cidade de Chapecó, existem 28 restaurantes cadastrados. Como critérios de inclusão utilizaram-se: estar localizados no bairro centro, servir almoço e utilizar fritadeira elétrica. Do universo inicial de 28 restaurantes, foram incluídos no estudo 15 (53,57%) restaurantes, que atenderam aos pré-requisitos propostos.

Como instrumentos para coleta de dados, foram utilizados: questionário semiestruturado com perguntas abertas (número de refeições ao dia, número de fritadeiras, tipo de óleo utilizado, quantidade de óleo utilizada a cada troca, frequência do descarte do óleo e data da última troca); método qualitativo do monitor de óleos e gorduras da 3M®, que 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;¹⁴ monitor de óleo alimentar FOM 310 da marca Ebro, que determina o grau de compostos polares livres; e o termômetro infravermelho a laser da marca Brasiterm®. Este último possui uma faixa de temperatura de -50 a 400 °C e uma faixa de erro de 0,1 °C, sendo o tempo de resposta de um segundo. A medição foi realizada entre 10h30min e 13 horas, durante a produção de refeições, e feita um dia em cada restaurante, totalizando três dias de coleta.

O estudo foi de natureza descritiva, com abordagem quantitativa, baseada em estudo de campo. O trabalho foi fundamentado principalmente na análise dos processos de fritura e da degradação de óleos de fritura de fritadeiras elétricas de restaurantes comerciais em agosto de 2009.

As medições foram feitas em triplicata, registradas e tabuladas a cada etapa, de acordo com o resultado verificado no monitor de óleos e gorduras da 3M®, no monitor de óleo alimentar FOM 310 e no termômetro infravermelho a laser. Os dados foram analisados por estatística descritiva, usando o programa SPSS versão 16.0. Para análise estatística, foi utilizado o valor de significância para teste exato de Fisher de $p < 0,05$.

Resultados e discussão

o rápido crescimento de diversos setores de consumo de óleos nos últimos anos se deve à modificação dos hábitos alimentares, resultado de uma combinação de profundas mudanças sociais, econômicas e tecnológicas, associados ao grande desenvolvimento dos setores de restaurantes, sistemas de alimentação coletiva e alimentos de consumo imediato.^{13,16}

Tendo em vista que nosso país não possui legislações que determinem as regras para a reutilização de óleos de frituras, alguns proprietários utilizam o mesmo óleo por longos períodos.¹⁷

A aceitação de alimentos processados por fritura é universal e apreciada por diferentes grupos populacionais. Este método consiste simplesmente em introduzir o alimento em um banho de óleo ou gordura que se encontra em elevada temperatura. No entanto, esta técnica culinária, que parece tão simples, é um processo extraordinariamente complexo, em que se encontram vários fatores envolvidos.⁶

Alguns dos fatores que intervêm são dependentes do próprio processo, como o tipo de equipamento utilizado, a temperatura, o tempo e o método de fritura. Outros, extrínsecos a este, se relacionam com o tipo de óleo utilizado, sua composição, sua relação superfície/volume, suas características físico-químicas, presença de aditivos, contaminantes, etc., assim como a natureza do alimento, peso/volume, tipo de preparação: empanados, pré-fritos.^{18,19}

A tabela 1 resume as características no que se refere ao número de refeições dos restaurantes, número de fritadeiras, quantidade de óleo utilizada a cada troca e/ou substituição, frequência de descarte deste óleo e a realização da última troca do óleo.

Tabela 1. Caracterização da amostra de restaurantes comerciais do centro de Chapecó-SC, 2009.

	Nº amostras	Valor médio	Mediana	Valor mínimo	Valor máximo	Desvio Padrão
Nº refeições (dia)	15	91,13	90,00	12	160	41,092
Nº fritadeiras	15	1,07	1,00	1	2	0,258
Quantidade de óleo (litros) utilizado a cada troca	15	21,25	18,00	4	60	15,407
Frequência de descarte (dias)	15	11,47	10,00	7	20	4,406
Última troca (dias)	15	5,80	5,00	3	14	2,757

Conforme essa tabela observou-se, através do questionário semiestruturado, que a média do número de refeições dos restaurantes analisados foi de 91,13 refeições/dia, onde 93,3% (n=14) possuíam apenas uma fritadeira. Quanto ao tipo de óleo ou gordura utilizada para fritura, 93,3% (n=14) relataram ser o óleo de soja o mais utilizado, e 6,7% (n=1) a gordura vegetal hidrogenada especial para fritura. Em 73,3% (n=11) das fritadeiras, havia o acréscimo de água e sal por orientação do fabricante específico. Quando discutida a quantidade de óleo utilizada a cada troca e/ou substituição, verificou-se que a média utilizada foi de 21,2 litros. Observou-se também a frequência de descarte deste óleo, em que 40% (n=6) relataram descartar o óleo em 15 dias de uso; 40% (n=6) em sete dias; 13,3% (n=2) em dez dias; e 6,7% (n=1) em 20 dias de uso. A realização da última troca do óleo foi 53,3% (n=8) em cinco ou menos dias, e 46,7% (n=7) em mais que cinco dias.

As alterações nos óleos e gorduras (animais e vegetais) e dos produtos que os contêm devem-se, principalmente, a processos químicos e/ou enzimáticos, podendo essas alterações, serem detectadas ou percebidas sensorialmente ainda em estágios iniciais. Os processos bioquímicos dependem da umidade, da atividade enzimática e da presença de micro-organismos, enquanto os processos químicos, chamados de autoxidação e fotoxidação, ocorrem através de intervenção do oxigênio.²⁰

Avaliar a alteração e identificar os compostos formados durante a fritura de alimentos são de grande valor, não só para pesquisadores, mas também para consumidores, indústrias de alimentos e serviços de inspeção sanitária.^{10,21} As formas usadas para 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.⁷

A tabela 2 apresenta os diferentes resultados obtidos das medições realizadas com cada um dos instrumentos utilizados para análise da qualidade do óleo.

Tabela 2. Índice de compostos polares, ácidos graxos livres e temperaturas de óleos de frituras em restaurantes comerciais do centro de Chapecó-SC, 2009.

Restaurante	Monitor de óleo de frituras 3M®		Termômetro a laser	Monitor de óleo alimentar FOM 310	
	A.G.L* (%)	Nº de faixas****	Temperatura (°C)	CP** (%)	Temperatura (°C)
1	3,5	2	129,76	12	149,46
2	5,5	3	155,6	17	175,4
3	3,5	2	185,0	10,83	172,46
4	5,5	3	180,13	25,83	172,9
5	2,0	1	156,56	14,16	147,53
6	3,5	2	176,7	19	197,76
7	5,5	3	182,48	27,33	176,63
8	2,0	1	160,06	8,66	150,7
9	2,0	1	117,56	11	109,76
10	3,5	2	187,2	19,5	187,63
11	3,5	2	150,0	13	180,83
12	2,0	1	152,1	14,66	172,13
13	3,5	2	160,7	14	150,3
14	5,5	3	147,4	8,16	148,53
15***	0	0	165,13	0	156,13

* Ácidos Graxos Livres; ** Compostos Polares; *** Único que utilizou gordura vegetal especial para fritura;

****Legenda: Monitor de óleo de fritura 3M®:

- 1 Faixa amarela (2%) – A gordura começou a quebrar;
- 2 Faixas amarelas (3,5%) – Descarta-se a gordura se a qualidade (cor/sabor/textura) do alimentos fritos não for aceitável;
- 3 Faixas amarelas (5,5%) - Descarta-se a gordura se a qualidade (cor/sabor/textura) do alimentos fritos não for aceitável;
- 4 Faixas amarelas (7%) – recomenda-se o descarte da gordura.

Dentre as formas de analisar a porcentagem de quebra de gorduras utilizadas na preparação de alimentos, encontra-se o monitor de óleos e gorduras da 3M®, que faz a análise de acordo com o número de faixas reagentes.¹⁴

Verificou-se, através desta ferramenta, a qual mede o nível de degradação da gordura de recipientes fundos de fritura, que dos restaurantes avaliados, 6,6% (n=1) encontravam-se sem nenhuma saturação, ou seja, não foi observada nenhuma faixa que indicasse algum nível de degradação. Em 26,7% (n=4), a gordura havia começado a se decompor, encontrando-se uma faixa amarela. No maior índice encontrado, com 40% (n=6), a gordura deveria ser descartada se a qualidade (cor/sabor/textura) dos alimentos fritos (frango, peixe, etc.) não fosse aceitável, o que corresponde a duas faixas amarelas. Foi verificado também que, em 26,7% (n=4), a gordura deveria ser descartada se a qualidade (cor/sabor/textura) dos alimentos fritos (frango, peixe, etc.) não fosse aceitável, correspondendo a três faixas amarelas. Em relação à recomendação de descarte da gordura de todos os produtos alimentícios, o que seria avaliado através de quatro faixas amarelas, não foi observado em nenhuma avaliação. Evidencia-se que esta recomendação é referente ao que o fabricante preconiza, de acordo com seu manual.

Diante disso, observa-se que em 33,33% (n=5) dos restaurantes encontrou-se até uma faixa amarela, correspondendo a 2% de saturação, e em 66,66% (n=10), até três faixas amarelas, indicando 5,5% de saturação.

É importante destacar que o Monitor de Gordura 3M associa a degradação da gordura com a concentração de ácidos graxos livres. Muitas vezes, concentrações baixas de ácidos graxos livres podem significar que o óleo está 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.²²

Sabe-se que, conforme se eleva o número de frituras, pode ocorrer maior hidrólise do óleo, devido à alta temperatura e troca de umidade do alimento para o meio de fritura, com consequente aumento no conteúdo de ácidos graxos livres.²²

Lopes et. al.¹ referem que alguns países estabelecem limites máximos de percentuais de ácidos graxos livres, sendo estes em torno de 1-2,5%, pois teores acima de 2,5% geralmente proporcionam produtos de baixa qualidade. Levando em consideração estes limites máximos, observa-se, através deste estudo, que dos 15 restaurantes avaliados, 66,66% (n=10) encontravam-se com níveis acima do recomendado para ácidos graxos livres, e 33,33% (n=5) não ultrapassaram os limites, confirmando o resultado obtido pela recomendação do fabricante.

Lopes & Jorge comparam testes rápidos utilizados na avaliação da qualidade de óleos e gorduras de fritadeiras e, das 58 amostras examinadas, 15,5% apresentavam teores de ácidos graxos livres superiores aos limites estabelecidos em legislações internacionais – valores menores que os encontrados no presente estudo. Também verificaram que 75,9% dos testes com a utilização do monitor de gordura 3M apresentaram resultados corretos.¹⁶

Em estudo realizado no Rio Grande do Sul com 62 restaurantes, apenas cinco utilizavam a fita indicadora para determinar o momento de descarte do óleo; a maioria determinava apenas baseados em características sensoriais.²³

No estudo de Masson *et al.*,²⁴ observou-se grande variação nos teores de compostos de degradação encontrados nas diferentes amostras, principalmente a heterogeneidade destas e a forma aleatória com que foram coletadas, diferenciando-se, portanto, em muitas variáveis do processo, mais especificamente pela variedade de produtos fritos e pelo tempo de utilização dos óleos. Em seus estudos, associaram a baixa degradação encontrada à quantidade de óleo incorporado pelo produto durante a fritura, o que originou maior velocidade de reposição de óleo fresco que, por sua vez, contribuiu para diminuir a degradação do óleo. Del Ré e colaboradores complementam que a qualidade do óleo só é melhorada momentaneamente.²⁵

Jorge & Soares² citam que os ácidos graxos livres, durante a sua degradação, podem formar compostos voláteis e serem perdidos via vaporização. Além disso, esta análise depende do tipo de óleo utilizado e da forma de fritura conduzida. No entanto, a avaliação dos ácidos graxos livres é muito importante para a compreensão da degradação de um óleo de fritura.

Para a avaliação da deterioração através do monitor de óleo alimentar FOM 310, observa-se o percentual de compostos polares que indicam sua degradação. Porcentagens entre 0% e 18,5% não são perceptíveis ao aparelho, não indicando necessidade de troca de óleo; entre 19% a 24%, o óleo encontra-se na medida crítica de seu uso, e porcentagens acima de 24% requerem o descarte do óleo (dados sugeridos pelo fabricante).

A determinação dos compostos polares totais tem sido reportada por vários autores como um dos melhores métodos para classificação do estado de alteração do óleo de fritura. Este método, na maioria dos casos, é o que fornece a medida mais segura no processo de deterioração.²⁶ O teor de compostos polares constitui a determinação de maior significado em análises de óleos e gorduras de fritura, já que indica a quantidade total de produtos de alteração, originados como consequência do processo, representando a base das limitações legais existentes em muitos países, estabelecidas em torno de 25%.^{27,28}

A partir disso, observou-se que 73,33% (n=11) dos restaurantes utilizavam óleo sem alterações perceptíveis ao aparelho; 13,33% (n=2) o utilizaram na medida crítica de seu uso; e 13,33% (n=2) faziam uso de óleos que excediam 25% de compostos polares livres.

Cella *et al.*²⁹ estudaram o comportamento do óleo de soja refinado durante a fritura de vegetais sob temperaturas de 170 e 180°C com adição periódica de óleo fresco. Os valores máximos de compostos polares totais mantiveram-se entre 18 e 21% por mais de 30 horas. Já no estudo de Tavares *et al.*,³⁰ de um total de 50 amostras analisadas, 20 (40%) superaram o limite máximo de 25%.

Um fator que influencia estes resultados, segundo alguns autores, é a alta reposição de óleo fresco, isto é, a frequente rotatividade de óleo novo, adicionado devido à absorção de óleo dos alimentos fritos, evitando que o nível de 25% de compostos polares seja alcançado.^{2,17} Este aspecto foi observado em todos os restaurantes estudados.

Estudo realizado por Corsini *et al.*¹⁰ apresentou valor médio de 15,17% de compostos polares totais para o óleo de algodão. Resultados semelhantes foram encontrados por Del Ré & Jorge,³¹ ao estudarem o comportamento de óleos vegetais poliinsaturados em frituras descontínuas de produtos pré-fritos congelados, nos quais se observou aumento dos valores de compostos polares ao longo dos tempos de fritura.

Resultados similares também foram encontrados por Damy & Jorge,³² ao estudarem o comportamento do óleo de soja e gordura vegetal hidrogenada durante o processo de fritura descontínua de batata *chips*. Eles verificaram aumento dos valores de compostos polares ao longo dos tempos de fritura. Observaram também que o óleo de soja apresentou maiores alterações em relação à gordura vegetal hidrogenada. Esse resultado é semelhante ao presente estudo, no qual se verifica, através da tabela 2, que o restaurante nº 15 foi o único que utilizou a gordura vegetal hidrogenada especial para fritura e apresentou menor formação de compostos polares e ácidos graxos livres, por isso é uma gordura com maior estabilidade oxidativa, sendo a mais indicada para tal tipo de cocção. Cabe salientar que a incorporação frequente de óleo novo (15% a 25%) ao óleo de fritura diminui a formação de compostos polares totais e pode aumentar o tempo de sua utilização; entretanto a adição de óleo à gordura vegetal hidrogenada provoca maior degradação.¹⁷

Jorge *et al.*,³³ ao estudarem as alterações dos óleos de girassol, milho e soja em frituras, verificaram também um aumento dos valores de compostos polares totais ao longo dos tempos de fritura.

A tabela 3 expressa a análise descritiva para os valores de temperatura e degradação.

Tabela 3. Estudo descritivo para os valores de compostos polares, ácidos graxos livres e temperaturas de óleos de frituras em restaurantes comerciais do centro de Chapecó-SC, 2009.

	N° amostras	Valor médio	Mediana	Valor mínimo	Valor máximo	Desvio Padrão
Temperatura (termômetro a laser)	15	160,36°C	159,90	117,56°C	187,2°C	2,001
Temperatura (FOM 310)	15	163,21°C	171,50	109,76°C	197,76°C	2,166
Degradação (fita 3M)	15	3,4	3,50	0	5,5	1,792
Degradação (FOM 310)	15	14,34	13,00	0	27,33	6,883

Através das análises da temperatura coletada nos restaurantes com o termômetro infravermelho a laser, percebeu-se que o valor mínimo encontrado foi 117,56°C, e o valor máximo 187,2°C. A média foi de 160,36°C. Analisando tais valores com o que prevê a Resolução RDC-216 da ANVISA, que cita em seu anexo, no item 4.8.11, que os óleos e gorduras utilizados devem ser aquecidos a temperaturas não superiores a 180°C, sendo substituídos imediatamente sempre que houver alteração evidente das características físico-químicas ou sensoriais, tais como aroma e sabor, e formação intensa de espuma e fumaça.³⁴ Observa-se que 73,33% dos restaurantes (n=11) não ultrapassaram os limites, enquanto 26,66% (n=4) obtiveram valores acima do recomendado.

Por intermédio da avaliação realizada através do monitor de óleo alimentar FOM 310, aparelho utilizado para avaliação de dois quesitos deste estudo, observou-se que em 20% (n=3) das amostras, o óleo estava com temperatura superior a 180°, ultrapassando os limites indicados para este processo de cocção. Nas demais amostras, 80% (n=12) demonstraram temperatura inferior a 180°. Os resultados revelaram um média de temperatura de 163,21°C, sendo a mínima 109,76°C, e máxima, 197,76°C.

Quando os óleos e gorduras ultrapassam a temperatura de 180°C, ocorre a emissão de fumaça e o início dos processos oxidativos. É necessário ressaltar que a qualidade do alimento no processo de fritura está na dependência não somente da temperatura, mas também da quantidade de alimento, seu tamanho, forma e conteúdo inicial do óleo.¹⁷

Ao comparar o óleo de soja em relação a gordura vegetal hidrogenada, esta apresentou menor alteração e menor tendência à polimerização, independentemente das temperaturas e dos tempos de fritura.³⁵

Em estudo realizado por Tavares *et. al.*,³⁰ pode-se observar que a temperatura no momento da fritura foi o ensaio com o maior número de resultados insatisfatórios, ou seja, 82% das amostras (n=41) apresentavam valores acima de 180°C. Tal fato não foi observado neste estudo, onde apenas 26,66% das amostras demonstraram temperaturas acima do recomendado pela legislação.

O repetido aquecimento dos óleos e gorduras, principalmente os poli-insaturados, como o de soja, resulta em acúmulo de produtos de decomposição, que não só afetam a qualidade dos alimentos submetidos à fritura, mas também os atributos sensoriais (aparência, odor e sabor).³⁰

Quando se relacionam os parâmetros de temperatura (termômetro infravermelho a laser) *versus* degradação (monitor de óleos e gorduras da 3M), pode-se observar que dos 15 restaurantes avaliados, 26,66% (n=4) evidenciavam-se alterações quanto à temperatura e ácidos graxos livres, não atendendo às conformidades estabelecidas; apesar disso, não foi observada significância através da aplicação do teste exato de Fisher (p=0,231).

Ainda no quesito temperatura *versus* degradação, relacionando a temperatura verificada através do monitor de óleo alimentar FOM 310 com o monitor de óleos e gorduras da 3M, observou-se que da amostra total (n=15), 20% (n=3) demonstravam alterações de temperatura e degradação do óleo, respectivamente. Ao aplicar o teste exato de Fisher (p= 0,505), não foi verificada diferença estatística.

Verifica-se, desta forma, através do cruzamento realizado, que todos os estabelecimentos que apresentavam alterações de temperatura evidenciavam também degradação do óleo. No entanto, não foi observada significância ao teste aplicado.

Ao cruzar os valores de temperatura do termômetro infravermelho a laser com a degradação observada através do monitor de óleo alimentar FOM 310, observou-se que 26,66% (n=4) dos restaurantes apresentavam alterações na temperatura; destes, 50% (n=2) evidenciam também alterações quanto aos compostos polares. Nestes parâmetros, a análise estatística aplicada através do teste exato de Fisher (p=0,476) não demonstrou diferença estatística.

Na relação da temperatura x degradação, verificada através do monitor de óleo alimentar FOM 310, percebe-se que 20% (n=3) da amostragem total apresentavam alterações de temperatura, porém nenhum destes demonstrava degradação quanto aos compostos polares. Ao aplicar o teste exato de Fisher (p=0,629), não se evidenciou significância.

Quando comparados os resultados obtidos através dos dois métodos analíticos, percebeu-se que no monitor de óleos e gorduras da 3M, 66,66% (n=10) dos restaurantes encontravam-se com

o óleo degradado, enquanto que no monitor de óleo alimentar FOM 310, apenas 13,33% (n=2) ultrapassavam os valores recomendados. Este fato pode ser justificado devido à tolerância diminuída do monitor da 3M, se comparado ao monitor FOM 310, visto que os compostos sensíveis a este são formados quanto maior for o tempo de fritura.

Diversos estudos têm empregado a relação superfície/volume (S/V) como fator de alteração do óleo, já que a taxa de oxidação depende da área superficial do óleo exposto ao contato com o oxigênio do ar. No entanto, neste estudo não se levou em consideração esse aspecto.

Conclusão

Considerando o limite de descarte para óleos de fritura de até 25% de compostos polares, os valores médios deste indicador químico nos óleos avaliados estavam dentro do preconizado pela literatura. No entanto, 13,33% dos estabelecimentos apresentavam valores acima do recomendado.

Quanto ao nível de ácidos graxos livres, 66,66% das amostras analisadas encontravam-se acima do limite estipulado pela legislação – portanto, em condições de descarte.

Os métodos rápidos podem ser uma alternativa para se buscar o momento ideal para o descarte, evitando prejuízos à saúde da população que consome os produtos fritos e até mesmo através da vigilância sanitária, desenvolvendo trabalhos junto aos comerciantes através de cartilhas explicativas, para que eles tenham conhecimento sobre a utilização correta dos óleos.

Falta também uma legislação específica para o assunto, a fim de dar subsídios para que a vigilância sanitária possa atuar com mais rigor, tanto no nível de fiscalização como orientação.

Desta forma, recomenda-se o monitoramento das condições de fritura, como: natureza do alimento frito (tipo de alimento, quantidade de água) temperatura (abaixo de 180°C), evitando a adição de óleo novo ao usado. Espera-se, com isso, conseguir melhor controle da fritura e, conseqüentemente, alimentos fritos de melhor qualidade com a manutenção da saúde da coletividade.

Diante disso, percebe-se que conhecer os procedimentos utilizados nos processos de fritura e estabelecer o momento em que estes devem ser descartados são questões que têm impacto econômico e podem implicar redução final dos custos e controle da qualidade do alimento. Salienta-se assim, a importância deste estudo para conhecer a qualidade dos óleos, de acordo com seu grau de degradação, uma vez que estes fazem parte da dieta diária da população.

Referências

1. Lopes MRV, Aued-Pimentel S, Caruso MSF, Jorge N, Ruvier V. Composição de ácidos graxos em óleos e gorduras de fritura. *Rev. Inst. Adolfo Lutz* 2004; 63(2):168-76.
2. Jorge N, Soares BBP. Comportamento do óleo de milho em frituras. *Rev. Inst. Adolfo Lutz* 2004; 63(1):63-69.
3. Jorge N, Janieri C. Avaliação do óleo de soja submetido ao processo de fritura de alimentos diversos. *Ciênc. Agrotec* 2005; 29(5):1001-1007.
4. Sanibal EAA, Rodas MAB, Della Torre JCM, Mancini Filho J. Avaliação da qualidade sensorial de batata frita, óleo de soja e gordura parcialmente hidrogenada de soja em tempos de fritura variáveis. *Rev. Inst. Adolfo Lutz* 2004; 63(1):80-86.
5. Vergara P, Wally AP, Pestana VR, Bastos C, Zambiazzi RC. Estudo do comportamento de óleo de soja e de arroz reutilizados em frituras sucessivas de batata. *B.CEPPA* 2006; 24(1):207-220.
6. Freire PCM, Mancini-Filho J, Ferreira TAPC. Principais alterações físico-químicas em óleos e gorduras submetidos ao processo de fritura por imersão: regulamentação e efeitos na saúde. *Rev. Nutr.* 2013; 26(3):353-358.
7. Osawa CC, Gonçalves LAG. Changes in breaded chicken and oil degradation during discontinuous frying with cottonseed oil. *Food Science and Technology.* 2012; 32(4):692-700.
8. Jorge N, Janieri C. Avaliação do óleo de soja utilizado no restaurante universitário do IBILCE/UNESP. *Alim. Nutr* 2004; 15(1):11-16.
9. Yen PL, Chen BH, Yang FL, Lu YE. Effects of deep-fryingboil on blood pressure and oxidative stress in spontaneously hypertensive and normotensive rats. *Nutrition* 2010; 26(3):331-6.
10. Corsini MS, Jorge N, Miguel AMRO, Vicente E. Perfil de ácidos graxos e avaliação da alteração em óleos de fritura. *Quím. Nova* 2008; 31(5):956-961.
11. Jorge N, Lopes MRV. Avaliação de óleos e gorduras de frituras coletados no comércio de São José do Rio Preto - SP. *Alim. Nutr* 2003; 14(2):149-156.
12. Lima FEL, Menezes TN, Tavares MP, Szarfarc SC, Fisberg RM. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. *Rev. Nutr* 2000; 13(2):73-80.
13. Del-Ré PV, Jorge N. Comportamento dos óleos de girassol, soja e milho em frituras de produto carne empanado pré-frito congelado. *Ciênc. Agrotec* 2007; 31(6):1774-1779.
14. Marques AC, Valente TB, Rosa CS. Formação de toxinas durante o processamento de alimentos e as possíveis conseqüências para o organismo humano. *Rev. Nutr* 2009; 22(2):283-293.
15. Sanibal EAA, Mancini-Filho J. Alterações físicas, químicas e nutricionais de óleos submetidos ao processo de fritura. *Food Ingredients South America* 2002; 1(3):64-71.

16. Lopes MRV, Jorge N. Testes rápidos utilizados na avaliação da qualidade de óleos e gorduras de fritadeira. *Rev. Inst. Adolfo Lutz* 2004; 63(1):73-79.
17. Almeida DT, Araújo MPN, Furtunato DMN, Souza JC, Moraes TM. Revisão de literatura: aspectos gerais do processo de fritura de imersão. *Hig. Alimentar* 2006; 20(138):42-7.
18. Corsini MS, Jorge N. Estabilidade oxidativa de óleos vegetais utilizados em frituras de mandioca palito congelada. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2006; 26(1):27-32.
19. Freitas LR, Rocha HG, Souza AS, Alvez SB. Caracterização físico-química e toxicológica do óleo de soja, do óleo composto (soja + algodão). *Cientec* 2009; 1(1):25-37.
20. Antoniassi R. Métodos de avaliação de estabilidade oxidativa de óleos e gorduras. B. CEPPA 2001; 19(2):353-380.
21. Mendonça MA, Borgo LA, Araújo WMC, Novaes MRCG. Avaliações físico-químicas em óleos de soja submetidos ao processo de fritura em unidades de produção de refeição no Distrito Federal. *Comun. Ciências Saúde* 2008; 19(2):115-122.
22. Reda SY, Carneiro PIB. Óleos e gorduras: aplicações e implicações. *Revista Analytica* 2007; 8(27):60-66.
23. Martins DMS, Broilo MC, Zani VT. Óleos e gorduras utilizados em restaurantes. *Rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.* 2014; 39(1):25-39.
24. Masson L, Robert P, Romero N, Izaurieta M, Valenzuela S, Ortiz J et al. Comportamiento de aceites poliinsaturados en la preparación de patatas fritas para consumo inmediato: formación de nuevos compuestos y comparación de métodos analíticos. *Grasas y Aceites* 1997; 48(5):273-381.
25. Del Ré PV, Coltro AL, Manente JCPP, Marti GE, Jorge N. Influência da relação superfície/volume em frituras de batata palito. *Rev. Inst. Adolfo Lutz* 2003; 62(3):213-9.
26. Costa-Singh T, Sanches PMA. Avaliação da qualidade de óleos vegetais submetidos ao aquecimento. *Nutrição Brasil* 2014; 13(3):110-117.
27. Jorge N, Lopes MRV. Determinação de compostos polares em óleos e gorduras de frituras. *Hig. Aliment.* 2005; 19(134):46-50.
28. Malacrida CR, Jorge N. Influência da relação superfície/volume e do tempo de fritura sobre as alterações da mistura azeite de dendê-óleo de soja. *Ciênc. Agrotec* 2006; 30(4):724-730.
29. Cella RCF, Regitano-D'arce MAB, Spoto MHF. Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2002; 22(2):111-116.
30. Tavares M, Gonzalez E, Silva MLP, Barsotti RCF, Kumagai EE, Caruso MSF et al. Avaliação da qualidade de óleos e gorduras utilizados para fritura no comércio da região metropolitana da Baixada Santista, estado de São Paulo. *Rev. Inst. Adolfo Lutz* 2007; 66(1):40-44.
31. Del-Ré PV, Jorge N. Comportamento de óleos vegetais em frituras descontínuas de produtos pré-fritos congelados. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2006; 26(1):56-63.

32. Damy PC, Jorge N. Determinações físico-químicas do óleo de soja e da gordura vegetal hidrogenada durante o processo de fritura descontínua. *Braz. J. Food Technol.* 2003; 6(2):251-257.
33. Jorge N, Soares BBP, Lunardi VM, Malacrida CR. Alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras. *Quim. Nova* 2005; 28(6):947-951.
34. Brasil. Resolução nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. *Diário Oficial da União* 16 set. 2004.
35. Uriarte PS, Guillén MD. Formation of toxic alkylbenzenes in edible oils submitted to frying: temperature influence of oil composition in main components and heating time. *Food Res. Inter.* 2010; 43(8):2161-70.

Recebido: 10/12/2013

Revisado: 14/4/2014

Aprovado: 29/5/2014