

Alterações físico-químicas em óleos de soja submetidos ao processo de fritura em unidades de produção de refeição no Distrito Federal

Physic-chemical alterations of soybean oils used in the frying process in food production units in the Brazilian Federal District

Marcio Antônio Mendonça¹
Luiz Antônio Borgo²
Wilma Maria Coelho Araújo¹
Maria Rita Carvalho Garbi Novaes³

RESUMO

Objetivo: Analisar as alterações físico-químicas de óleos de soja, utilizados em processos de fritura intermitente, em unidades de produção de refeições em Brasília – Distrito Federal.

Material e Métodos: O método utilizado foi descritivo com abordagem quantitativa. As análises foram coletadas de 02 em 02 dias, partindo-se da coleta do óleo após a frituras até seu descarte pelas unidades de produção de refeições. Incluiu o óleo virgem, com 03 repetições de cada amostra, totalizando 33 frações de amostras para análise de acidez titulável, índice de peróxido e índice de iodo. Os resultados foram analisados no programa Epi-info 2003.

Resultados: Observou-se que a acidez titulável elevou-se rapidamente, aumentando com o tempo de fritura: para a unidade de produção de refeição 1, a acidez variou de 0,14g a 0,91g em ácido oléico/100g de óleo e para a unidade de produção de refeição 2, de 0,19g a 1,20g de ácido oléico/100g de óleo. Observou-se uma elevada degradação do óleo, com relação ao índice de peróxido, no momento do descarte: unidade de produção de refeição 1 (11,03 meq/Kg de óleo) e unidade de produção de refeição 2 (13,54 meq/Kg de óleo), ambos distanciado do permitido pela legislação brasileira para óleo de soja comercial refinado, uma vez que não há legislação específica para óleo de fritura. A unidade de produção de refeição 1 apresentou 99,72% a 108,85% de iodo e unidade de produção de refeição 2 o valor de 108,85% a 123,96% de iodo.

Conclusão: Sugere-se a diminuição do tempo de uso do óleo para, no máximo, 06 dias (T3/UPR1) e 04 dias (T2/UPR2), além do monitoramento das condições de fritura, como: natureza do alimento frito e temperatura (em torno de 180°C), de forma a obter um melhor controle da qualidade da fritura usada nas unidades de produção de refeições.

¹Faculdade de Ciências da Saúde/
Departamento Nutrição Humana da UnB,
Brasília-DF, Brasil.

²Faculdade de Agronomia e Medicina
Veterinária da UnB, Brasília-DF, Brasil.

³Escola Superior de Ciências da Saúde
da Fundação de Ensino e Pesquisa em
Ciências da Saúde, Brasília-DF, Brasil.

Correspondência

Marcio Antônio Mendonça, Universidade
de Brasília, Faculdade de Agronomia
e Medicina Veterinária, Campus
Universitário Darcy Ribeiro, Asa
Norte. 70910-970, Brasília-DF, Brasil.
marcioamen@gmail.com

Recebido em 13/dezembro/2007
Aprovado em 18/abril/2008

Palavras-chave: Óleo de fritura; Oxidação lipídica; Unidades de produção de refeição.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the physic-chemical alteration of soybean oils used in the frying process in food production units (UPR), in Brasília, Federal District.

Methods: The method used was a descriptive one as well as quantitative boarding. The analyses were collected every two days, and consisted in the observation of the whole process, that is, the collection of the oil as well as its eventual discarding by the UPR. It included the virgin oil, with 03 repetitions of each sample, totalizing 33 fractions of samples for analysis of acidity, peroxide index and iodine index. The results were analyzed by the Epi-info 2003 program.

Results: It was observed that the acidity was raised quickly, increasing with the time of frying process, UPR1 (0,14 0,91g of acid acidity in oleic/100g of oil) and UPR2 (0,19 1,20g of acid acidity in oleic/100g of oil). One could observe a high degradation of the oil at the moment of discarding, UPR1 (11,03 meq/Kg of oil) and UPR2 (13,54 meq/Kg of oil). The UPR1 presented 99,72 108.85% of iodine and UPR2 the value of 108,85 123.96% of iodine.

Conclusion: It We suggest the oil be discarded after six days at the (T3/URP1) and 04 days (T2/UPR2), and the monitoring of the frying process, as: nature of the frying process, temperature (around 180°C), so as to do a better control of the quality of the used frying process in the units of meal production.

Key words: Soybean oils in the frying process; Acid greasy; Units of meal production.

INTRODUÇÃO

Os lipídios representam um dos grupos de compostos mais freqüentemente encontrados na natureza em células de origem animal, vegetal e microbiana e, dentre as suas mais variadas funções, destaca-se a alimentação humana, por seu valor energético e nutricional¹. Na nutrição humana, os óleos apresentam uma importância significativa, uma vez que são ricos em ácidos graxos insaturados (ácido oléico, ácido linoléico e alfa-linoléico) e, conseqüentemente, pobres em ácidos graxos saturados, além de ser veiculadores de vitaminas lipossolúveis^{2,3,4}.

Os óleos vegetais desempenham um papel importante na indústria alimentícia, melhorando as características sensoriais dos alimentos como sabor, odor e textura. Em contrapartida, estudos

relacionam várias doenças ocasionadas pelo seu consumo abusivo como: obesidade, hipertensão, diabetes, entre outras⁵. Para a obtenção de uma boa qualidade dos óleos vegetais comestíveis, na sua industrialização é necessária a remoção de vários componentes a fim de melhorar características como aparência, odor, sabor e estabilidade do produto. Este processo é realizado em várias etapas de refino: degomagem, neutralização, branqueamento e desodorização^{6,7}.

Atualmente, devido à praticidade e à rapidez, necessárias ao preparo dos alimentos, grande parte dos óleos vegetais comestíveis está sendo usada em processos de fritura, nos quais, além de transferirem calor, conferem aos alimentos características organolépticas desejáveis⁸.

A Unidade de Produção de Refeição (UPR) busca alimentar de forma correta a população, preocupando-se com a qualidade higiênico-sanitária e a nutrição, pois deve oferecer nutrientes essenciais para a sobrevivência e a manutenção do indivíduo que faz suas alimentações em estabelecimentos comerciais⁹.

A fritura tem contribuído para o aumento do consumo de óleos e gorduras, visto que é um processo de cocção de alimentos de grande palatabilidade em todas as idades e classes sociais, por gerar alimentos agradáveis sensorialmente e pela facilidade de manipulação e preparo desses alimentos¹⁰. Os processos de fritura contínuo (o óleo fica continuamente sob aquecimento) e intermitente (o óleo é aquecido para uma refeição, esfria e é reaquecido posteriormente para o preparo da refeição seguinte, como no processo caseiro) provocam alterações físico-químicas nos óleos, como a oxidação e a hidrólise, podendo levar à produção de compostos tóxicos como peróxidos, aldeídos, cetonas, radicais livres, ácidos graxos trans e outros, prejudiciais à saúde humana, bem como alterações de sabor, cor e odor. Tais compostos tóxicos podem desenvolver doenças de natureza cardiovascular, além de câncer, artrite e envelhecimento precoce^{7,11,12}.

As doenças cardiovasculares constituem importante causa de morte nos países desenvolvidos e também naqueles em desenvolvimento, como o Brasil, fazendo-se necessária a intervenção de caráter preventivo¹³.

Considerando o exposto, verifica-se que as pesquisas para o conhecimento das alterações e a quantificação dos compostos tóxicos formados nos óleos submetidos ao processo de fritura são necessárias, dada a sua repercussão sobre a saúde humana.

O objetivo deste trabalho é avaliar as alterações físico-químicas de óleos vegetais utilizados em processo de fritura intermitente, em Unidades de Produção de Refeição (UPR).

METODOLOGIA

Esta pesquisa é de natureza exploratória, descritiva e observacional, com abordagem quantitativa.

As amostras foram selecionadas por conveniência. Foram incluídas no estudo 02 UPRs de médio porte em Brasília, Distrito Federal.

As UPRs foram escolhidas aleatoriamente e situam-se na zona central de Brasília. Produzem, em média, 1500 refeições/dia, possuem cerca de 50 funcionários registrados em seus quadros e contam com a supervisão de uma nutricionista. Sua clientela em sua maioria é de funcionários públicos, com renda representativa de classe média.

As amostras foram coletadas no período de novembro a dezembro de 2006. As coletas foram feitas de 02 em 02 dias até o descarte do óleo pelas UPRs. Para a composição da amostra foram utilizados 05 tratamentos na UPR(1) e 06 tratamentos na UPR(2), que se referem ao tempo zero (T0): óleo de soja virgem; T1, T2, T3, T4, T5, óleos após os tempos de 02, 04, 06, 08 e 10 dias de frituras intermitentes, respectivamente; 03 repetições para cada tratamento, totalizando 33 frações de amostras de óleo de soja, que incluem o óleo virgem e os submetidos ao processo de fritura em diferentes tempos, para cada UPR.

Foram realizadas 33 análises para determinação da acidez titulável, 33 para índice de peróxido e 33 para índice de iodo, conforme ANVISA – Ministério da Saúde, Brasil¹⁴. Os parâmetros usados para comparação dos resultados foram: 0,3g de acidez em ácido oléico/100g óleo, 10meq/kg de peróxido e 100% – 150% de iodo, conforme ANVISA – Ministério da Saúde, Brasil¹⁵.

As amostras coletadas foram filtradas em papel de filtro qualitativo para retirada de resíduos de alimentos, transferidas para vidros âmbar, fechados e imediatamente transportados para o Laboratório de Análise de Alimentos da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, onde foram realizadas as análises laboratoriais. Os resultados foram analisados no programa Epi-info 2003, utilizando-se a frequência relativa.

Análises físico-químicas

Acidez titulável

O índice de acidez é definido como o peso de hidróxido de potássio, em mg, necessário para neutralizar um grama de amostra e foi expresso neste estudo em % de ácido oléico.

A determinação da acidez de cada amostra foi realizada em triplicata, de acordo com ANVISA - Ministério da Saúde, BRASIL¹⁴.

As amostras no estado líquido foram homogeneizadas e pesadas 2 gramas em frasco Erlenmeyer

de 125 ml. Foram adicionados 25ml de solução éter-álcool (2:1) neutra. Foram acrescentadas duas gotas do indicador de fenolftaleína titulando com solução de hidróxido de sódio 0,1N até o aparecimento da coloração rósea.

A titulação foi realizada a partir da fórmula:

$$\frac{v \times f \times 100 \times 0,0282}{P} = \text{acidez em \% de ácido oléico, onde:}$$

v = n.º de ml de solução de hidróxido de sódio 0,1N gasto na titulação

f= fator de correção da solução de hidróxido de sódio 0,1N

P= número de g da amostra

Índice de peróxido

Devido a sua ação oxidante, os peróxidos orgânicos, formados no início da rancificação, atuam sobre o iodeto de potássio liberando iodo que será titulado com tiosulfato de sódio, em presença de amido como indicador. Este método determina todas as substâncias, em termos de miliequivalentes de peróxido por 1000 g de amostra, que oxidam o iodeto de potássio. Essas substâncias são geralmente consideradas como peróxidos ou outros produtos similares resultantes da oxidação de gorduras.

A determinação do índice de peróxido de cada amostra foi realizada em triplicata, de acordo com a ANVISA – Ministério da Saúde, Brasil¹⁴.

Foram pesadas $5 \pm 0,05$ g da amostra e transferida para o frasco Erlenmeyer de 250 ml. Em seguida foi adicionado 30 ml da solução ácido acético-clorofórmio 3:2 e agitou-se até a dissolução da amostra. Adicionou-se 0,5 ml da solução saturada de iodeto de potássio deixando em repouso ao abrigo da luz por 1 minuto.

Acrescentou-se 30 ml de água e titulou-se com solução de tiosulfato de sódio 0,1N. Continuou-se a titulação até que a coloração amarela tenha quase desaparecido. Adicionou-se 0,5 ml de solução indicadora de amido e continuou-se a titulação até o completo desaparecimento da coloração azul. Preparou-se uma prova em branco, nas mesmas condições e titulou-se.

A titulação foi realizada a partir da fórmula:

$$\frac{(A - B) \times N \times f \times 1000}{P} = \text{índice de peróxido em meq por 1000 g da amostra, onde:}$$

A= n.º de ml da solução de tiosulfato de sódio 0,1N gasto na titulação da amostra.

B= n.º de ml da solução de tiosulfato de sódio 0,1N gasto na titulação do branco.

N= normalidade da solução de tiosulfato de sódio.

f= fator da solução de tiosulfato de sódio.

P= n.º de g da amostra

Índice de iodo

O índice de iodo é uma medida do grau de insaturação dos ácidos graxos presentes na gordura e é expresso em termos do número de centigramas de iodo absorvido por grama da amostra (% de iodo absorvido). Sob determinadas condições, o iodo pode ser quantitativamente introduzido nas duplas ligações dos ácidos graxos insaturados e triglicerídeos. O índice de iodo portanto, proporciona uma medida do grau de insaturação das gorduras extraídas por éter. Por essa razão, quanto maior a insaturação de um ácido graxo, maior será a sua capacidade de absorção de iodo e, conseqüentemente, maior será o índice de iodo.

A determinação do índice de iodo de cada amostra foi feita em triplicata, seguindo-se o método de Wijs, de acordo com a ANVISA – Ministério da Saúde, Brasil¹⁴.

A amostra (0,25g) foi transferida para um Erlenmeyer de 250 ml adicionando-se 10 ml de tetracloreto de carbono e 25 ml de solução de Wijs.

O frasco foi tampado, agitado e, posteriormente, deixando em repouso numa estufa desligada ao abrigo da luz por 30 minutos. Adicionou-se 10 ml da solução de iodeto de potássio a 15% e 100 ml de água recentemente fervida e fria.

Titulou-se com solução tiosulfato de sódio 0,1N até o aparecimento de uma fraca coloração amarela. Adicionou-se 1 ml de solução indicadora de amido 1% e continuou-se a titulação até o completo desaparecimento da cor azul. Preparou-se uma determinação em branco e procedeu-se da mesma maneira que a amostra.

A titulação foi realizada a partir da fórmula:

$$\frac{(Vb - Va) \times N \times 12,69}{P} = \text{índice de iodo, onde:}$$

N= normalidade da solução do tiosulfato de sódio

Vb= ml gasto na titulação do branco

Va= ml gasto na titulação da amostra

P= n.º de g da amostra

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela n.º 1 são apresentados os valores encontrados nas análises físico-químicas (acidez titulável, índice de peróxido e índice de iodo) no óleo submetido ao processo de fritura, em unidades de produção de refeições (UPR), em Brasília - DF.

Tabela 1

Resultados, em média, para acidez titulável, índice de peróxido e índice de iodo das análises físico-químicas realizadas em amostras de óleo de 2 UPRs de Brasília - DF.

Análises	Acidez (% ácido oléico)		Índice de Peróxido (meq/Kg da amostra)		Índice de Iodo (% de iodo)	
	UPR1	UPR2	UPR1	UPR2	UPR1	UPR2
To	0,14	0,19	3,34	2,67	99,72	108,85
T1	0,62	0,30	8,02	4,34	108,25	104,60
T2	0,64	0,39	9,69	6,34	104,60	100,49
T3	0,69	0,81	5,01	9,01	119,23	123,31
T4	0,91	1,03	11,03	7,52	108,85	112,76
T5	-	1,20	-	13,54	-	123,96

Acidez

O índice de acidez é uma importante avaliação do estado de conservação do óleo. Um processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons hidrogênio.

A decomposição dos glicerídios é acelerada por aquecimento e pela luz, sendo a rancidez quase sempre acompanhada pela formação de ácidos graxos livres. Por isso, a acidez está relacionada com a natureza e a qualidade da matéria prima, com a qualidade e o grau de pureza da gordura, com o processamento e, principalmente, com as condições de conservação da gordura.

Conforme aumenta o número de frituras, pode ocorrer maior hidrólise do óleo, devido à alta temperatura e à troca de umidade do alimento para o meio de fritura, com conseqüente aumento no conteúdo de ácidos graxos livres¹⁶.

Apesar de expressivo aumento da acidez nos tratamentos da UPR1, deve-se ainda considerar que houve uma diluição dessa acidez, devido à grande quantidade de gordura de origem animal acrescida ao óleo, oriunda da fritura de carne de porco, bacon e toucinho.

A grande quantidade de frituras preparadas diariamente na UPR1 fez com que a acidez aumentasse significativamente desde o primeiro tratamento (T1), ou seja, 02 dias de reaproveitamento do óleo de fritura. No intervalo do tratamento T3 (6 dias de fritura) para o tratamento T4 (08 dias de fritura) na UPR1 houve uma elevação brusca na acidez, quando foi feito o descarte do óleo, provavelmente por sua alta degradação química e coloração escura.

Na UPR2 houve um drástico aumento na acidez do tratamento T2 (04 dias de fritura) para T3 (06 dias de fritura). Isso ocorreu após a adição de óleo novo na fritadeira e fritura de alimentos com alto teor de água, podendo ter acelerado o processo de degradação do óleo. Com isso, a acidez se encontrava bastante elevada no momento de descarte do óleo (10º dia de fritura).

A legislação vigente para óleos de soja refinados tolera, no máximo, 0,3g de ácido oléico/100g, valor utilizado como parâmetro para esta pesquisa por não haver legislação específica para fritura no Brasil¹⁵.

Em pesquisa com ensaios de frituras domésticas de batatas inglesas em óleo de soja, girasol e milho, foi observado que a acidez do óleo de soja aumentava gradativamente com o aumento do tempo de fritura, atingindo 0,42% de ácido oléico com 7,5 horas de fritura, tempo máximo usado, ficando bem próximo do óleo virgem¹⁷.

Comparando o comportamento dos óleos de soja e de arroz reutilizados em frituras sucessivas de batatas, observou-se que, no oitavo período de fritura (40 minutos), o óleo de soja sofreu acréscimo brusco na acidez (0,33g de ácido oléico/100g), significamente superior ao valor de acidez do óleo de arroz (0,14 gr de ácido oléico/100g)¹⁸.

Em uma pesquisa para avaliar o efeito da relação superfície/volume e tempo de fritura, utilizando fritura intermitente de batatas chips com óleo de soja, foi constatado que com 7,25 horas de fritura a acidez atingiu 0,45% de ácido oléico e que a interação superfície/volume com o tempo de fritura não foi significativa em relação a acidez¹⁹.

Índice de peróxido

Devido a sua ação oxidante, os peróxidos orgânicos formados no início da rancificação atuam sobre o iodeto de potássio liberando iodo que será titulado com tiosulfato de sódio, em presença de amido como indicador. Esse método determina todas as substâncias, em termos de miliequivalentes de peróxido por 1000 g de amostra, que oxidam o iodeto de potássio. Essas substâncias são geralmente consideradas como peróxidos ou outros produtos similares resultantes da oxidação de gorduras.

O óleo de soja, por conter maior quantidade de ácidos graxos insaturados do que saturados, é mais suscetível aos processos oxidativos²⁰.

Na UPR1, o índice de peróxido teve um aumento brusco nos 02 primeiros dias de fritura (T1) devido ao grande volume de alimento frito. Já na UPR2, o aumento do índice foi gradativo até os 04 primeiros dias de fritura (T2), isso por quantidade inferior de fritura em relação a UPR1.

A redução do índice de peróxido deu-se com 06 dias de fritura (T3) na UPR1 enquanto na UPR2 isso ocorreu com 08 dias de fritura (T4), devido também ao menor volume de alimentos fritos nessa última UPR. Essa redução do índice de peróxido ocorre, pois, a partir de um determinado ponto, a taxa de degradação dos peróxidos torna-se superior à sua taxa de formação, originando compostos secundários no meio. A extensão e o tipo de reação definem a perda de qualidade e até o aumento de toxicidade desse óleo^{21,22}.

Devido à adição de óleo novo nas fritadeiras, tanto na UPR1 como na UPR2, o índice de peróxido voltou a subir, devido à aceleração da degradação, sendo descartado na UPR1 após 08 dias de fritura e na UPR2 com 10 dias de fritura, ambos com taxas de peróxido bem elevadas.

Pela legislação brasileira, o índice de peróxido não pode ser superior a 10 meq/kg para óleo de soja comercial. Esse valor foi utilizado como parâme-

tro para esta pesquisa, por não haver no Brasil legislação específica para óleos de fritura¹⁴.

O ensaio de fritura doméstica de batatas inglesas com óleos de soja, girassol e milho feito por Jorge e colaboradores, constatou que o óleo de soja apresentou um comportamento instável durante a fritura para o índice de peróxido, atingindo 33,44 meq/kg, valor elevado se comparado com o de óleo virgem (10 meq/kg)¹⁷.

Ao comparar o comportamento dos óleos de soja e de arroz reutilizados em frituras sucessivas de batatas, observou-se que o índice de peróxido ultrapassou o permitido para óleo virgem (10 meq/kg) já no quarto período de fritura (20 minutos) e, no décimo segundo período (1 hora), houve redução do índice de peróxido (taxa de degradação maior que a taxa de formação de compostos secundários no meio)¹⁸.

A pesquisa de Malacrida & Jorge avaliou o efeito da relação superfície/volume e tempo de fritura, utilizando fritura intermitente de batatas chips com óleo de soja. Os pesquisadores observaram que o índice de peróxido apresentou comportamento instável ao longo do processo de fritura, atingindo 33,44 meq/kg em 7,25 horas de fritura. Esse óleo apresentava alto índice de degradação e formação de compostos secundários. Esse valor apresentou-se elevado em relação ao padrão de óleo de soja virgem (10 meq/kg)¹⁹.

Índice de iodo

Tanto na UPR1 como na UPR2, esperava-se que o índice de iodo reduzisse a cada tempo de fritura, devido à quebra da dupla ligação dos ácidos graxos insaturados. Isso não ocorreu. Na UPR1, com 02 dias de fritura (T1) o índice de iodo superou o do óleo inicial (T0), possivelmente devido à fritura de grande quantidade de filé de peixe, que possui ácidos graxos insaturados em sua composição. Depois ficou oscilando, diminuindo e aumentando, até o descarte do óleo. Já na UPR2, o índice de iodo diminuiu até 04 dias de fritura (T2). Depois, também ficou aumentando e diminuindo até o descarte do óleo.

Essa oscilação do índice de iodo, tanto na UPR1 quanto na UPR2, pode ser devido à heterogeneidade das amostras, resultado de uma fritura com alimentos de origem muito diversificada e também pela adição de óleo novo ao óleo já utilizado na fritadeira.

CONCLUSÃO

Constatou-se, neste estudo, que nas Unidades de Produção de Refeições analisadas, a natureza do alimento frito é muito diversificada e o acréscimo de óleo novo ao usado se faz necessário devido ao grande volume de fritura. Esses dois fatores foram cruciais para a aceleração da degradação dos óleos, observados nos índices de acidez e de peróxido.

Com base nos dados encontrados nesta pesquisa, sugere-se a diminuição do uso do óleo para um máximo de 06 dias (T3) para a UPR1 e 04 dias (T2) para a UPR2 uma vez que os valores para os índices de peróxido estão abaixo da média global de cada UPR. Sugere-se, também, o monitoramento das condições de fritura tais como: natureza do alimento frito, temperatura (em torno de 180°C) e não acréscimo de óleo novo sobre o usado. Com relação à acidez, a UPR2 atingiu o limite máximo permitido para óleo virgem após 02 dias de fritura (T1), enquanto a UPR1 apresentou o dobro do valor permitido também em T1. Tendo em vista a adição de óleo novo ao usado, o índice de iodo não pôde ser usado como parâmetro para a escolha do momento de descarte do óleo.

Considerando-se que os peróxidos são tóxicos, deve-se atentar para sua concentração, a fim de escolher o momento de descarte dos óleos de fritura. Com isso, espera-se obter um melhor controle do processo de fritura e, conseqüentemente, o fornecimento de alimentos com melhor qualidade à sociedade.

REFERÊNCIAS

- Ribeiro EP, Seravalli EAG. Química de alimentos. Edgard Blücher, 2004. p.111-143.
- Kratz M. Dietary mono and polyunsaturated fat acids similarly affect LDL size in healthy men and women. *Journal of Nutrition*, 132(04), 715-718, 2002. 132(04), 715-718, 2002.
- Ornellas L. Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos. 7ª ed., São Paulo, Atheneu, 323p, 2001.
- Gregório BM, Andrade ECB. Influência do aquecimento sobre as propriedades físico-químicas de óleos comestíveis. *Higiene Alimentar*. 2004; 18(124), 78-84.
- Fox EL, Keteyian SJ. Bases fisiológicas do exercício e do esporte. 6ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- Moretto E, Fet R. Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos. Varela. São Paulo, 1998, 150p.
- Araújo JMA. Química de alimentos: teoria e prática. UFV, 3ª ed., 2004, 478p.
- Cella RCF, Regitano-D'Arce MAB, Spoto MHF. Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, SBCTA*. 2002; 22 (2), 111-116.
- Ribeiro CSG. Análise de perdas em unidades de alimentação e nutrição industriais: Estudo de caso em restaurantes industriais. Dissertação – Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis, 2002.
- Del Ré PV, Jorge N. Comportamento de óleos vegetais em frituras descontínuas de produtos pré-fritos congelados. *Ciências e Tecnologia de Alimentos, Campinas*. 2006; 26(1): 56-63.
- Pereda JAO, Rodriguez MIC, Alvarez LF, Sanz MLG, Miguillon GDGF, Perales, LLH, Cortecero MDS. Tecnologia de Alimentos. Componentes dos alimentos e processos. *Artmed*, 2005, volume 01. p.33-49.
- Borgo LA, Araújo WMC. Mecanismos dos processos de oxidação lipídica. *Higiene Alimentar*. 2005, 19(130):50-58.
- Rique ABR, Soares EA, Meirelles, CM. Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares. *Revista Brasileira Medicina Esportiva*. 2002; 8(6), 244-254.
- Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4ª ed. Brasília, ANVISA/MS. 2005, 1018p.
- Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n.º 482, de 23 de setembro de 1999. Regulamento técnico para fixação de Identidade e Qualidade de Óleos e Gorduras vegetais.

16. Masson L, Robert P, Romero N, Izaurieta M, Valenzuela S, Ortiz J, Dobarganes, M.C. Comportamiento de aceites poliinsaturados en preparación de batatas fritas para consumo inmediato: formación de nuevos compuestos y comparación de métodos analíticos. *Grasas y aceites*, Sevilla, España, 1997; 48(5):273-281.
 17. 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.
 18. Vergara P, Wally AP, Pestana VR, Bastos C, Zambiasi RC. Estudo do comportamento de óleo de soja e de arroz reutilizados em frituras sucessivas de batata. B. CEPPA, Curitiba, 2006; 24(1):207-220.
 19. Malacrida CR, Jorge N. Alterações do óleo de soja em frituras: efeitos da relação superfície/volume e do tempo de fritura. *Higiene Alimentar*. 2005; 19(129):25-31.
 20. Zambiasi RZ. Oxidation reactions of vegetable oils and fats. *Revista da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 1999; 33(1):1-7.
 21. Christopoulou CN, Perkins EG. Isolation and characterization of dimers formed in used soybean oil. *Journal American Oil Chemists' Society*. 1989; 66(9):1360-1370.
 22. Dobarganes MC, Perez-Camino MC. Frying process: selection of fats and quality control. In: *International Meeting of Fats & Oils Technology Symposium and Exhibition*. Campinas. São Paulo, 1991.
-