



AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE ÓLEOS COM DIFERENTES GRAUS DE INSATURAÇÃO SUBMETIDOS À FRITURA DE MANDIOCA PALITO.

Andrielle Rodrigues de Azevedo¹; Katiane Arrais Jales²; Ana Josymara Lira Silva¹; Silmara Azevedo Lopes¹; Antonia Ariana Camelo Passos¹

¹Alunos de Graduação do Curso de Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará – IFCE – Campus Sobral. Av. Doutor Guarany, n.317, Derby, CEP: 62040-730, Sobral - Ceará, e-mail: andrielle47@hotmail.com; josy_lira@hotmail.com; sil.lobes13@hotmail.com; ariana.passos@hotmail.com.

²Docente do Curso de Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará – IFCE – Campus Sobral. Av. Doutor Guarany, n.317, Derby, CEP: 62040-730, Sobral - Ceará, e-mail: katiane@ifce.edu.br.

Resumo: O consumo de alimentos fritos e pré-fritos congelados, como batata e empanados, induz maior ingestão de óleos e gorduras através dos processos de fritura. O trabalho teve como objetivo avaliar as alterações físico-químicas sofridas em lipídios de diferentes graus de saturação, utilizados em processo de fritura de mandioca palito. Foram utilizadas 1400 gramas de mandioca, as quais foram divididas em quatorze porções de 100 gramas, sete porções de cem gramas para cada tipo de lipídio (soja e gordura vegetal). Cada porção de 100 gramas de mandioca foi submetida à fritura em 190 mL de óleo e/ou gordura durante 10 e 15 minutos a temperaturas de 130°C e 115°C respectivamente. As análises físico-químicas realizadas foram Índice de acidez (IA), Índice de peróxido (IP) e Índice de refração (IR). Nos resultados observou-se que o óleo de soja *in natura* não estava de acordo com a legislação em relação à acidez e que os valores reduziram do tempo T₀ a T₂ cujos valores foram de 0,41% a 0,27%. O mesmo comportamento pode ser observado para a gordura vegetal. O IP para o óleo de soja apresentou um aumento de T₀ a T₁ (4,19 a 5,39 meq/kg amostra), seguido de decréscimo no tempo T₂ (2,70 meq/kg amostra). O IR não apresentou diferença significativa entre os tempos de fritura, tanto para o óleo de soja como para a gordura vegetal.

Palavras-chave: fritura, gordura vegetal, macaxeira, óleo de soja.

1. INTRODUÇÃO

Óleos e gorduras têm um papel fundamental na alimentação humana. Além de fornecerem calorias, agem como veículo para as vitaminas lipossolúveis, como A, D, E e K. Também são fontes de ácidos graxos essenciais como o linoléico, linolênico e araquidônico e contribuem para a palatabilidade dos alimentos.

O consumo de alimentos fritos e pré-fritos congelados, como batata e empanados, induz maior ingestão de óleos e gorduras através dos processos de fritura (DOBARGANES e PÉREZ-CAMINO, 1991; VERGARA et al., 2006). Parte do óleo utilizado como meio de transferência de calor é absorvida pelo alimento, que pode variar de 5 a 40%, tornando-se um ingrediente do produto. Tal fato evidencia a necessidade de se utilizar meio de fritura de alta qualidade, a qual deve ser mantida por períodos prolongados (CELLA, REGITANO-D'ARCE e SPOTO, 2002; VERGARA et al., 2006).

No Brasil, é comum o emprego de óleo de soja (em termos nacionais) e óleo de arroz (principalmente no sul do país) para processos de frituras de alimentos em estabelecimentos comerciais. O óleo de soja contém cerca de 15% de ácidos graxos saturados, 22% de ácido oléico, 54% de ácido linoléico e 7,5% de ácido linolênico (VERGARA et al., 2006).

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 outras (MENDONÇA et al., 2008).

A complexidade no processo de fritura implica em inúmeras reações produzindo numerosos produtos de decomposição. Suas implicações sensoriais e nutricionais são as principais preocupações quanto aos alimentos fritos. A questão é como definir o ponto correto



para descartar um óleo ou gordura utilizada na fritura, ou seja, até quando podemos utilizar um óleo ou gordura sem que esse comprometa negativamente o desempenho do produto final e não traga prejuízos à saúde. Na verdade não há um único caminho para se obter essa resposta, pode ser adequado para uma condição, mas totalmente insatisfatório para outras, pois muitas são as variáveis, assim como: óleos ou gorduras utilizadas, tipos de alimentos fritos, muitas vezes no mesmo meio de fritura, tipo de equipamento e condições de operação. Vários são os métodos para monitorar a decomposição oxidativa e termal de óleos durante o processo de fritura, geralmente baseados na polaridade relativa de produtos da decomposição oxidativa (SANIBAL e MANCINI-FILHO, 2002).

Durante o processo de fritura, óleos e gorduras estão expostos à ação de três agentes que colaboram para reduzir sua qualidade e modificar sua estrutura: a umidade proveniente dos alimentos, que é a causa da alteração hidrolítica; o oxigênio do ar, que entra na massa de óleo através da superfície do recipiente possibilitando a alteração oxidativa e, finalmente, a elevada temperatura em que ocorre a operação, por volta de 180 °C, que provoca a alteração térmica (JORGE et al., 2005).

As alterações físico-químicas da degradação do óleo de fritura desencadeiam elevação da acidez do óleo, formação de fumaça, produção de aromas e odores desagradáveis e aumento da viscosidade do óleo, favorecendo de um lado a formação de espuma, e por outro lado, a diminuição da qualidade do alimento tornando-o “organolepticamente” inaceitável ao consumidor ou provador, os quais quando treinados são capazes de detectar, medir, analisar e interpretar reações às características dos alimentos (MATSUOKA, 2009).

Tais circunstâncias explicam a importância de se conduzir estudos para conhecer o comportamento de óleos vegetais, que são freqüentemente utilizados no preparo de alimentos de consumo imediato, em processos de frituras descontínuas e conhecer o grau de alteração dos óleos por meio de métodos analíticos e determinação de compostos polares (DAMY e JORGE, 2003).

O objetivo deste trabalho é avaliar as alterações físico-químicas sofridas em lipídios de diferentes graus de saturação, utilizados em processo de fritura de mandioca palito.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2. 1. Preparo da mandioca para o processo de fritura

As mandiocas foram adquiridas no comércio local de Ipueiras - CE e transportadas até a Planta Piloto de Panificação do IFCE - *Campus* Sobral. As mandiocas foram lavadas com água corrente, sabão e escovinha, para retirar as sujidades mais grosseiras, em seguida, foram submersas em água clorada (100ppm/15min) e descascadas. As mandiocas foram submetidas ao processo de cozimento em temperatura média de 120°C e, em seguida, cortadas manualmente em palitos com facas de aço inoxidável e armazenadas em porções de 100 gramas em sacos de polietileno que foram submetidas ao congelamento (Figura 1) para posterior fritura.

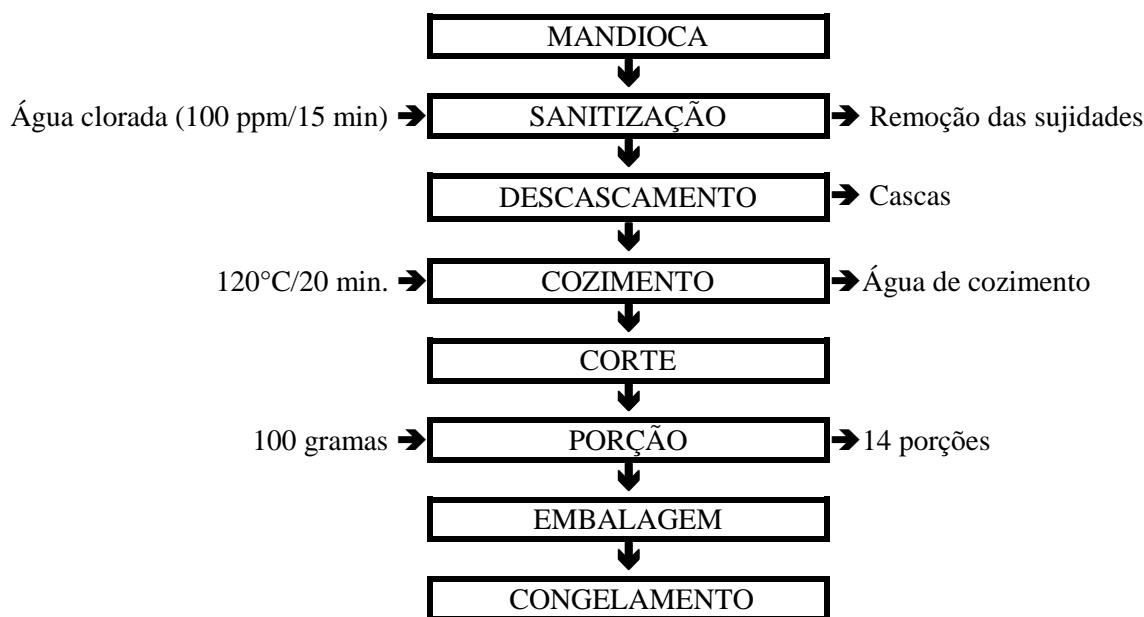


Figura 1 - Fluxograma de preparo da mandioca para o processo de fritura.

2. 2. Processo de fritura

Foram utilizadas 1400 gramas de mandioca, as quais foram divididas em quatorze porções de 100 gramas, sete porções de cem gramas para cada tipo de lipídio (soja e gordura vegetal). Cada porção de 100 gramas de mandioca foi submetida à fritura em 190 mL de óleo e/ou gordura durante 10 e 15 minutos a temperaturas de 130°C e 115°C respectivamente. O binômio tempo/temperatura foi controlado com cronômetro e termômetro digital.

2. 3. Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas no laboratório de Bromatologia do IFCE-Campus Sobral. As análises realizadas nos óleos de fritura foram Índices de acidez (IA), Índice de peróxido (IP) e Índice de refração (IR) segundo as normas do Instituto Adolf Lutz (2004). As determinações foram realizadas em triplicata.

2.3.1. Índice de acidez

O índice de acidez foi determinado segundo a metodologia do Instituto Adolf Lutz (2004), expressos em porcentagem de ácido oléico.

2.3.2. Índice de peróxido

O índice de peróxido de cada amostra foi realizado de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (2004) e o resultado expresso em meq/100 kg óleo.

2.3.3. Índice de refração

O índice de refração foi realizado em refratômetro de ABBÉ de bancada modelo A. *Kriiss optronic*. A análise foi realizada de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (2004).

2. 4. Análise estatística

Os resultados das análises físico-químicas foram analisados no programa estatístico *Sisvar* versão 4.3 por análise de variância (ANOVA), tendo como fonte o tempo. Esta variável foi computada ao nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabelas 1 estão dispostos os lipídios utilizado no processo de fritura, o tempo de fritura, o índice de acidez, índice de peróxido e índice de refração de óleos de fritura.



Tabela 1 - Caracterização de óleo de soja e gordura vegetal in natura e utilizados em frituras de macaxeira, nos tempos de 10 minutos à 130°C e 15 minutos à 115°C.

Óleo	Tratamentos	Tempo (minutos)	Acidez (%ácido oléico)	Peróxido (meq/Kg da amostra)	Refração (25°C)
Soja	T ₀	0	0,41	4,19	1,474 ^a
	T ₁	10	0,41	5,39	1,474 ^a
	T ₂	15	0,27	2,70	1,474 ^a
Gordura vegetal	T ₀	0	0,39	4,81	1,479 ^a
	T ₁	10	0,23	5,99	1,469 ^a
	T ₂	15	0,18	5,39	1,469 ^a

T₀: Óleo de soja *in natura*/Gordura vegetal virgem; T₁: Óleo de soja/Gordura vegetal com 10 minutos de fritura; T₂: Óleo de soja/Gordura vegetal com 15 minutos de fritura;

De acordo com a RDC 428, a acidez (g de ácido oléico/100g) para o óleo de soja refinado deve ser no máximo de 0,3%. Segundo a Tabela 1, T₀ não está em acordo com a legislação, uma vez que, o óleo de soja em T₀ apresentou valor de 0,41%. Nos tratamentos T₁ e T₂, cujos valores foram de 0,41% e 0,27%, respectivamente, estes apresentam AGL menor que 1%, valor este utilizado como parâmetro para a presente pesquisa por não haver legislação específica para óleos de frituras no Brasil (BRASIL, 1999).

Segundo a Tabela 1 no óleo de soja o índice de acidez reduziu de T₀ a T₂ cujos valores foram de 0,41% a 0,27%. Verifica-se uma redução significativa de ácidos graxos livres no meio, isto se deve provavelmente as diferentes temperaturas de fritura aplicadas a cada tratamento. O mesmo comportamento pode ser observado para a gordura vegetal, na qual, verifica-se um decréscimo de T₀ a T₂, cujos valores também apresentaram diferença significativa entre os tratamentos.

O índice de acidez é um importante parâmetro de avaliação do estado de conservação de óleos. O processo de decomposição de tais matérias-primas ocorre por reações de hidrólise, oxidação e polimerização e a extensão dessas alterações dependerá das condições da fritura, principalmente temperatura, período de aquecimento e exposição do óleo ao ar. Além destas, o tipo de alimento a ser frito é um fator de grande importância na alteração das características do óleo.

Fedeli (1988) em pesquisa sobre o comportamento do azeite durante cozimento e fritura e Gere (1983) em estudo de alguns fatores que afetam a deterioração de gordura de fritura, relataram que a temperatura é um dos principais fatores que provocam a degradação dos óleos de fritura. Tais alterações tornam-se mais acentuadas a temperaturas acima de 200°C, proporcionando um efeito muito drástico a matéria-prima. Os autores ainda citam que segundo critérios adotados por vários países, a temperatura ideal para o processo de fritura deve ser até 180°C (ANS et al., 1999).

Damy e Jorge (2003) obtiveram resultados significativamente inferiores 0,06 e 0,06% de ácido oléico para o óleo de soja e gordura vegetal, respectivamente. Cella *et. al.*, (2002) e Jorge *et. al.*, (2005) encontraram valores para o óleo de soja *in natura* também inferiores, pois obtiveram valor de 0,0570% e 0,09% de ácido oléico, respectivamente.

O índice de peróxido para o óleo de soja apresentou um aumento de T₀ a T₁ (4,19 a 5,39 meq/kg amostra), seguido de decréscimo em T₂ (2,70 meq/kg amostra) (Tabela 1). O comportamento de formação de peróxidos ao longo do processo de fritura consiste de uma quantidade reduzida de peróxidos no início da reação, seguida de um aumento de peróxidos com posterior decréscimo dos mesmos no final da reação. Este comportamento é verificado porque a partir de determinado ponto, a taxa de degradação dos peróxidos torna-se superior a sua taxa de



formação, originando compostos secundários no meio, promovendo assim o seu decréscimo (Figura 2).

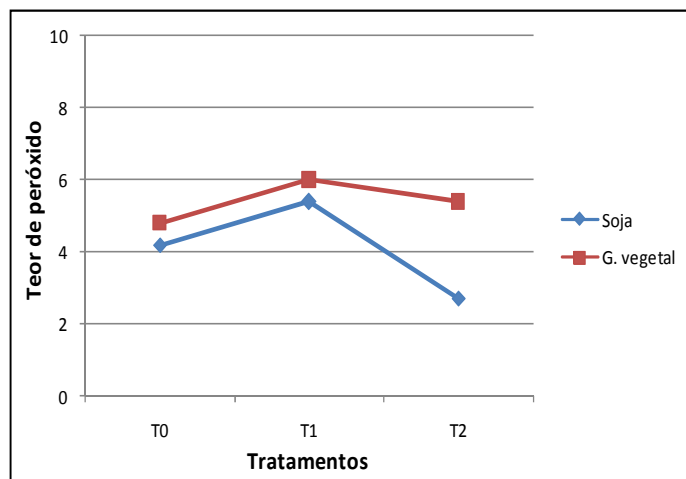


Figura 2 - Gráfico do comportamento do teor de peróxido durante o processo de fritura (T₀: *in natura*; T₁: 10 min./130°C; T₂: 15 min./115°C).

Tendo em vista a ausência de regulamentações de descartes de óleos e gorduras no Brasil, foi utilizado como valor de referência máxima de 10 meq/kg da amostra para índice de peróxido, sendo este o limite máximo estabelecido pela ANVISA para óleos comerciais (BRASIL, 1999). Portanto o óleo de soja e gordura vegetal utilizada na fritura de macaxeiras nesse estudo encontram-se em acordo com a RDC 482 da ANVISA.

Comparado os resultados do teor de peróxidos do óleo de soja em T₁ com o da gordura vegetal no mesmo tratamento, verifica-se, que o óleo de soja apresentou menor formação de peróxidos (5,39 meq/kg da amostra) em relação à gordura vegetal (5,99 meq/kg da amostra). Segundo Damy e Jorge (2003), quanto maior o grau de insaturação de um lipídio maior será a alteração do mesmo durante o processo de fritura, o que não foi verificado nesse estudo. Este fato pode não ter ocorrido no presente estudo devido à variabilidade de temperatura ocorrida durante a execução do experimento.

Pinto et al., (2003) em pesquisa de caracterização de batata frita processada com óleos de diferente grau de saturação e análise físico-química do óleo empregado no processo de fritura, verificaram que o índice de peróxido para o óleo de girassol, óleo de milho e gordura hidrogenada foram 9,90 meq/kg amostra, 9,22 meq/kg amostra e 7,27 meq/kg amostra, respectivamente. O teor de peróxido foi maior para o óleo com maior grau de insaturação (girassol) o que não foi observado no presente estudo, devido o óleo de soja (maior insaturação) ter apresentado menor teor de peróxido tanto para o tratamento T₁ como T₂.

De acordo com Cuesta et al. (1991), o índice de peróxido é utilizado para avaliar a formação de hidroperóxidos, porém não distingue os vários ácidos graxos insaturados que sofreram oxidação, nem fornece informações sobre produtos da oxidação secundária. Segundo estes autores, esse índice aumenta no início do processo de fritura até próximo a 20 horas de utilização do óleo, e a partir desse momento começa a reduzir. Nas temperaturas utilizadas no processo de fritura, os hidroperóxidos decompõem-se rapidamente dando origem a produtos secundários de oxidação. Tal fato torna esse índice inadequado para indicar o estado de alteração do óleo utilizado em frituras por períodos muito longos. Geralmente, a velocidade de degradação dos peróxidos e a formação de compostos secundários é maior que a velocidade de formação de



peróxidos. Assim, não se pode, apenas pelo índice de peróxido, afirmar algo sobre o estado oxidativo de determinado óleo ou gordura (MASSON et al., 1997).

O índice de refração é característico para cada tipo de óleo, dentro de certos limites. Esse parâmetro está relacionado com o grau de saturação das ligações dos triglicerídeos, temperatura ao qual o óleo foi submetido, tamanho da cadeia carbônica e reações de oxidação (DOBARGANES et al., 2000).

O índice de refração obtido tanto para o óleo de soja *in natura* como para o óleo submetido à fritura foi 1,474, não apresentando variação no decorrer do processo (Tabela 1). Porém esses valores são superiores ao estabelecido para óleo de soja refinado virgem, que deve apresentar IR entre 1,466 a 1,470 (BRASIL, 2006).

Jorge e Janiere (2004) em pesquisas com óleo de soja utilizado em restaurante universitário do IBILCE/UNESP verificaram que o índice de refração variou de 1,467 a 1,468 durante nove dias de aquecimento (22,5 horas), demonstrando um aumento do IR durante o processo de fritura. Tais valores estão em desacordo com a legislação vigente, cujo intervalo de IR estabelecido é 1,458-1,460 (Brasil, 2006), bem como com o presente trabalho.

Martins et al., (2010), analisou a qualidade físico-química de óleo de soja de restaurantes da cidade de Sobral-Ce e verificou que o IR variou de 1,472 a 1,473 durante a fritura das amostras em tempos distintos, porém tais resultados não apresentaram diferença significativa entre as amostras.

A gordura vegetal no decorrer do processo de fritura comportou-se de forma diferenciada quanto ao índice de refração, uma vez que, no tratamento T_0 no qual o óleo era *in natura* foi obtido IR de 1,479, enquanto que, nos tratamentos T_1 e T_2 , com fritura de 10 min./130°C e 15 min./115°C, respectivamente, observou-se IR de 1,469 para os dois tratamentos. Esse resultado pode ser relacionado à diferença de temperatura aplicada nos dois lotes. Porém, tais valores não apresentaram diferença significativa.

4. CONCLUSÕES

- O teor de AGL para o óleo de soja *in natura* não estava em acordo com ANVISA, encontrando-se em processo oxidativo mesmo em embalagem comercial. Enquanto que, o óleo de soja dos tratamentos T_1 e T_2 (óleo de fritura), bem como, da gordura vegetal (*in natura* e de fritura) apresentaram-se dentro dos limites de 1%.
- O índice de peróxido do óleo de soja como da gordura vegetal apresentaram-se em acordo com os parâmetros estabelecidos para este estudo;
- O índice de refração não apresentou diferença significativa entre os tempos de fritura, tanto para o óleo de soja como para a gordura vegetal.

5. REFERÊNCIAS

ANS, V. S.; MATTOS, E. S.; JORGE, N. **Avaliação da qualidade dos óleos de frituras usados em restaurantes, lanchonetes e similares**. Ciência Tecnologia de Alimentos. Campinas, v.19,n.3, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Agropecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º49, de 22 de dezembro de 2006. Regulamento técnico de identidade e qualidade de óleos vegetais refinados. **Diário oficial da União**, Brasília-DF, de 26/12/2006, Seção 1, Página 140.

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. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, v.196. 13 de out de 1999. Seção I, p.82-87.



CELLA, R. C. F.; REGITANO-D'ARC, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 22(2): 111-116, maio-ago. 2002.

CUESTA, C.; SÁNNCHEZ-MUNIZ, F. J.; HERNÁNDEZ, 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.** R. Agroquím. Tecnol. Aliment., Valencia, España, v.31, n. 4, p.523-531, 1991.

DAMY, P. C.; JORGE, N. **Determinações Físico-Químicas do Óleo de Soja e da Gordura Vegetal Hidrogenada Durante o Processo de Fritura Descontínua.** Braz. J. Food Technol., v.6, n.2, p. 251-257, jul./dez., 2003.

DOBARGANES, M. C.; MÁRQUEZ-RUIZ, G.; VELASCO, J. **Interactions between fat and food during deep-frying.** European Journal Lipid Science Technology, Weinheim, v. 102, p. 521-528, 2000.

DOBARGANES, M. C.; PÉREZ-CAMINO, M. C. **Frying process: selection of fats and quality control.** In: INTERNATIONAL MEETING ON FATS & OILS TECHNOLOGY SYMPOSIUM AND EXHIBITION, 1991, Campinas. Anais... Campinas: SBOG, 1991, p. 58-66.

FEDELLI, E. **The behaviour of olive oil during cooking and frying.** In: VARELA, G.; BRENDER, A. E.; MORTON, I. A. (ed). Frying of foog: principles, changes, new approaches. Chichester: Ellis Horwood, p.52-81, 1988.

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

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 4. ed. São Paulo: ANVISA, 2004.

JORGE, N.; SOARES, B. B. P.; LUNARDI, V. M.; MALACRIDA, C. R. **alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras.** Quim. Nova, Vol. 28, No. 6, 947-951. São José do Rio Preto-SP. 2005.

JORGE Neuza & JANIERI Camila. Avaliação do óleo de soja utilizado no restaurante universitário do ibilce/unesp. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.15, n.1, p.11-16, 2004

MARTINS F. F. F., MACEDO S. F. L., CARVALHO L. DE S., FARIAS K. C., CAVALCANTE C. E. B., JALES K. A. Avaliação da qualidade físico- química de óleos de fritura utilizados em restaurantes da cidade de Sobral - Ce. **II Simpósio em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Aracajú-SE, 2010.

MASSON, L.; ROBERT, P.; ROMERO, N.; IZAURIETA, M.; VALENZUELA, S.; ORTIZ, J.; DOBARGANES, M. C. **Comportamiento de aceites poliinsaturados em preparación de patatas fritas para consumo inmediato: formación de nuevos compuestos y comparación de métodos analíticos.** Grasas y Aceites, Sevilla, España, v.48, n. 5, p. 273-281, 1997.



MATSUOKA, C. R. **Qualidade do óleo de fritura de mandioca: correlação entre dados analíticos e sensoriais para a determinação do ponto de descarte.** Universidade de São Paulo, Dissertação de mestrado, 157 p. Piracicaba, São Paulo, 2009.

MENDONÇA, M. A; BORGIO, L. A; ARAÚJO, W. M. C & NOVAES, M. R. C. G. **Alterações físico-químicas em óleos de soja submetidos ao processo de fritura em unidades de produção de refeição no Distrito Federal.** Ciências Saúde. Brasília-DF. 2008.

PINTO, E.P.; BORGES, C. de D; TEIXEIRA, A.M.; ZAMBIAZI, R.C. **Características da batata frita em óleo com diferentes graus de insaturação.** B.CEPPA, v.21, n.2, p.293-302, junho-dez, 2003.

SANIBAL, E. A. A.; MANCINI-FILHO, J. **Alterações físicas, químicas e nutricionais de óleos submetidos ao processo de fritura.** Food Ingredients South American, São Paulo, v. 18, p. 64-71, 2002.

VERGARA, P.; WALLY, A. P.; PESTANA, V. R.; BASTOS, C.; ZAMBIAZI, R. C. **Estudo do comportamento de óleo de soja e de arroz reutilizados em frituras sucessivas de batata.** B. CEPPA, Curitiba, v.24, n.1, p.207-220, 2006.