

Avaliação da qualidade de gorduras de fritura contínua de empanado de frango

Quality evaluation of fats of deep frying continuous of nugget chicken

RESUMO

Eron Lucas Dorocz
dorocz@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

Ailey Aparecida Coelho Tanamati
aactanamati@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

Óleos vegetais comestíveis são amplamente utilizados em indústrias de alimentos para atribuir sabor, cor, textura, e aromas agradáveis através do processo de fritura. Os alimentos em condições de fritura incorporam simultaneamente massa e calor. Condições inadequadas de fritura promovem complexas reações químicas de oxidação que alteram parâmetros físico-químicos dos óleos, o que compromete a qualidade do alimento. Por isso, as indústrias alimentícias seguem requisitos regulamentares para garantir a segurança alimentar. Neste trabalho estudou-se o estado oxidativo de amostras de gordura vegetal hidrogenada (GVH) e oleína de palma (OP), utilizadas separadamente numa fritadeira industrial durante o ciclo fritura de empanado de frango, num tempo aproximadamente de 23h e temperatura de 195-205°C. A composição em ácidos graxos das amostras, determinada por cromatografia gasosa, foi abundante em ácido oleico, atingindo 35,966% na GVH e 45,085% na OP. Identificou-se o valor máximo de 21,230% de ácidos graxos trans na GVH. Os valores do índice de acidez e peróxidos ficaram de acordo com os requisitos regulamentares (RDC Nº 270). Exceto uma amostra, todas as demais apresentaram valor total de oxidação superior ao recomendado. Percebeu-se, através da análise de extinção específica na região do ultravioleta, aumento dos dienos conjugados no decorrer do processo de fritura.

PALAVRAS-CHAVE: Oleína de palma. Gordura vegetal hidrogenada. Oxidação lipídica.

ABSTRACT

Recebido: 09 ago. 2020.

Aprovado: 23 out. 2020.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



Edible vegetable oils are widely used in the food industry to assign taste, color, texture, and pleasant aromas through the frying process. Food in frying conditionally simultaneously incorporates mass and heat. Inadequate frying conditions promote complex chemical oxidation that alter the physicochemical parameters of the oils, which compromises the quality of the food. For this reason, the food industries feed regulatory requirements to ensure food security. In this work, the oxidative state of hydrogenated vegetable fat (GVH) and palm olein (OP) was studied, used in an industrial fryer during the chicken nugget frying cycle, in a time of approximately 23h at a temperature of 195-200°C. The fatty acid composition of the sources, determined by gas chromatography, was abundant in oleic acid, reaching 35,966% in GVH and 45,085% in OP. The maximum value of 21,230% of trans fatty acids was identified in GVH. The values of the known acidity and peroxides index according to regulatory requirements (RDC N° 270). Except for one sample, all other independent total oxidation values are higher than recommended. It was noticed, through the analysis of

specific extinction in the ultraviolet region, an increase in the conjugated dienes during the frying process was noticed.

KEYWORDS: Palm olein. Hydrogenated vegetable fat. Lipid oxidation.

INTRODUÇÃO

Óleos e gorduras são comumente utilizados para atribuir sabor, cor, textura e aromas através do processo de fritura, que é um método de preparar alimentos antigo e prevalente amplamente na indústria de alimentos. Em condições de fritura o óleo ou gordura tradicionalmente são usados na faixa de 160-200°C, envolvendo simultaneamente um mecanismo de transferência de massa e calor que se incorporam no alimento (KOH; SURH, 2015; WU *et al.*, 2019; ADHIKARI; ZHANG; ZHANG, 2020).

Ao serem expostos a agentes físico-químicos os óleos podem ser degradados através de oxidação. A oxidação implica na alteração da qualidade do alimento, dando origem ao ranço, afetando as propriedades organolépticas e qualidade do mesmo. Os agentes físico-químicos promovem complexas reações químicas que primeiramente alteram a composição dos ácidos graxos insaturados, e terminam com a formação de compostos de degradação que comprometem a validade do óleo. Por isso, os óleos de fritura devem ser submetidos a análises de qualidade (BRASIL, 2005; JACOBSEN, 2019; XU *et al.*, 2019).

A demanda de óleo vegetal comestível no mundo é impulsionada a cada safra, e a perspectiva é que só cresça. Junto da evolução das técnicas de cultivo e aumento da demanda, diversos países têm implementado legislações específicas para garantir a qualidade desse alimento. Órgãos fiscais responsáveis pela segurança alimentar empregam métodos de análises de alimentos para conhecer as características físicas e químicas da composição dos óleos, monitorando se a qualidade está de acordo com as normas. A maioria dos métodos de análise são clássicos e padronizados (CODEX ALIMENTARIUS, 2003; DAEU, 2020).

Tendo em vista que os óleos vegetais comestíveis são globalmente consumidos, sendo um setor impulsionador da economia mundial, e que, devido à instabilidade oxidativa, podem apresentar em processos de fritura, degradações físico-químicas nocivas à saúde, as quais são legisladas em diversos países, é muito importante que haja estudos de controle de qualidade que agreguem conhecimentos e que contribuam com a segurança alimentar. Neste trabalho, amostras de oleína de palma e gordura vegetal hidrogenada, oriundas do ciclo de fritura industrial de empanado de frango, foram submetidas às análises de controle de qualidade físico-químico, tendo como objetivo principal determinar o estado oxidativo das gorduras.

MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de gordura vegetal hidrogenada (GVH) e oleína de palma refinada (OP) foram coletadas diretamente de uma fritadeira industrial em 5 momentos diferentes ao longo do ciclo de fritura de empanado de frango. A coleta foi realizada numa cooperativa agroindustrial localizada na região oeste do Paraná em agosto

de 2018. Após coletadas as amostras ficaram armazenadas em frascos de vidro âmbar, condicionadas a -18°C até a realização das posteriores análises.

A fritadeira utilizada pela agroindústria foi abastecida por 2 tanques de armazenamento de gordura, sendo um deles de gordura sem utilização (tanque externo), e outro tanque de gordura residual de ciclos de frituras anteriores (tanque interno). Ao iniciar o ciclo de fritura (turno) a fritadeira foi abastecida com gordura sem utilização. Conforme o nível de gordura foi diminuindo, ao longo de todo ciclo de fritura, a fritadeira foi reabastecida recebendo simultaneamente gordura de ambos os tanques. O consumo de gordura foi de $185,4 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$, sendo que o ciclo dura 23h:48min e o processo de fritura ocorreu na temperatura de até 205°C .

As amostras foram identificadas por siglas seguidas de números, identificando o tipo de gordura e o ponto de coleta. Por exemplo: OP1 – Oleína de palma coletada no ponto 1; GVH1 – Gordura vegetal hidrogenada coletada no ponto 1. Utilizando os números sequenciais de 1 até 5, onde o ponto 5 identifica o último ponto da coleta das amostras de gordura.

As Análises dos índices de acidez e peróxidos foram realizadas conforme as metodologias descritas no manual de Normas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

O índice de acidez (IA) foi realizado por titulação com hidróxido de sódio $0,01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, sendo expresso o resultado como o número de miligrama de hidróxido de potássio necessário para neutralizar um grama da amostra.

O índice de peróxido (IP) foi determinado pela titulação com solução padrão de tiosulfato de sódio $0,01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, e a concentração expressa em $\text{meq de O}_2\cdot\text{kg}^{-1}$.

O índice de iodo (II), definido como a quantidade (g) de iodo que reage (nas ligações insaturadas C=C) em 100 g de ácidos graxos, foi determinado por cálculo a partir da composição em ácidos graxos insaturados obtidos por cromatografia gasosa utilizando a metodologia AOCS Cd 1c-85 (AOCS, 2012).

O índice de A p-anisidina foi determinado utilizando o espectrofotômetro USB-ISS-UV-VIS (Red Tide), e o valor total da oxidação total (Totox) conforme descrito no Manual de Normas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

A análise de extinção específica por absorção na região do ultravioleta foi realizada utilizando o espectrofotômetro USB-ISS-UV-VIS (Red Tide), e conforme o Manual de Normas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Os ésteres metílicos dos ácidos graxos (FAME) foram obtidos pela reação de transesterificação de Hartman e Lago (1973), com modificações por Maia e Rodrigues Amaya (1993). Os FAME foram analisados num cromatógrafo a gás Shimadzu GC-2010 Plus, com coluna capilar BPX-70. Os dados foram expressos como porcentagens de área normalizadas dos ácidos graxos. A identificação de ácidos graxos foi feita comparando os tempos de retenção relativo dos picos de éster metílico de ácidos graxos de padrões injetados nas mesmas condições das amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os ácidos graxos saturados (AGS), o ácido palmítico (C16:0) foi o de maior porcentual em ambas gorduras. Os somatórios dos AGS nas gorduras sem

utilização foram de 43,937% na OP1 e 19,160% na GVH1. O ácido oleico (18:1n-9c) foi o de maior percentual para os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), apresentando os somatórios na OP1 de 45,818% e na GVH1 de 37,878%. Já para os ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), o de maior percentual foi de ácido linoleico (18:2n-6), sendo os somatórios de 10,345% para OP1, e 21,732% para GVH1. Foram identificados ácidos graxos trans (AGT), na GVH, com destaque para o ácido elaídico (18:1n-9t), que teve o maior percentual (14,689%) na amostra GVH1.

Ao longo do ciclo de fritura verificou-se que os somatórios dos percentuais de ácidos graxos apresentaram estatisticamente poucas diferenças significativas na OP. Na GVH os somatórios dos percentuais de ácidos graxos não apresentaram diferença significativa. Os AGS na OP apresentaram valor máximo em OP4, atingindo 45,153%, diferente significativamente dos demais pontos de coleta (OP1, OP2, OP3, OP5). Já na GVH, o percentual máximo de AGS foi em GVH2 atingindo 20,219%, estatisticamente igual a todos os outros pontos (GVH1, GVH3, GVH4, GVH5). Para o somatório de AGMI, não houve diferença significativa entre os somatórios ao longo do ciclo de fritura tanto para GVH como para OP. O somatório dos AGPI na OP foi máximo em OP1 (10,345%), com diferença estatística de todos os outros pontos de coleta, enquanto que na GVH não houve diferença significativa ao longo do ciclo de fritura. A média do somatório de AGPI foi de 21,565% para GVH e 9,776 para OP.

Para o somatório dos AGT, a GVH apresentou o valor máximo na amostra GVH1 (21,230%), estatisticamente igual aos valores dos outros pontos de coleta (GVH2, GVH3, GVH4, GVH5), com média de 19,902%.

Gee (2007) obteve a composição em ácidos graxos da OP antes de ser utilizada na fritura e suas principais frações foram ácido palmítico (36,8 – 43,2%), ácido oleico (39,8 – 44,6%), e ácido linoleico (8,8 – 12,9%), valores semelhantes ao presente trabalho na amostra não utilizada no processo de fritura (OP1), sendo 38,748%, 45,085%, e 10,185%, respectivamente.

As poucas diferenças significativas verificadas na composição em ácidos graxos, ao longo do ciclo de fritura, podem ser justificadas pelos constantes reabastecimento de gordura na fritadeira, vindas dos tanques de armazenamento externo e interno. O reabastecimento faz-se necessário devido a perdas de gordura que ocorrem ao longo do processo, tanto por absorção de gordura por parte do alimento e por reações de hidrólise e auto-oxidação, as quais levam a degradação de óleos e gorduras (FREIRE *et al.*, 2013).

O processo de fritura envolve várias condições como composição do meio de fritura, composição inicial do alimento, relação superfície/volume, tempo e temperatura do processo. Essas condições são determinantes e estão relacionadas com a incorporação de óleo no produto final. A quantidade de gordura absorvida pelo alimento neste processo de cocção pode variar entre 10 a 60%, dependendo das condições empregadas (OSAWA *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2013).

O índice de iodo (II) foi determinado por cálculo a partir da composição em ácidos graxos insaturados obtidos por cromatografia gasosa. Os percentuais de AGPI foram 21,732% para GVH1, enquanto que em OP1 foi de 10,345%. O II foi maior na gordura com maior porcentagem de AGPI, sendo de 72,577 (I₂(g)/100g de óleo) para a GVH na amostra GVH1 e 59,385 (I₂(g)/100g de óleo) para a OP em OP1. Ao longo do ciclo de fritura não foram verificadas diferenças significativas nos

valores do II, em nenhuma das amostras, tanto na GVH como na OP, as quais tiveram valor médio de 73,123 e 58,336 (I₂(g)/100g de óleo), respectivamente.

Em comparação com o trabalho de Mahisanunt (2016), que também estudou o processo fritura com OP, os resultados para II foram semelhantes, atingindo depois de 24 horas de fritura valor de 58,10 (I₂(g)/100g de óleo).

Referente aos parâmetros físico-químicos IA, IP, Ip-An, e totox, há uma relação direta entre o aumento do número de frituras e aumento da rancificação, devido à alta temperatura e a troca de umidade do alimento no meio de fritura, com consequente aumento no conteúdo de ácidos graxos livres, que são os responsáveis pela elevação da acidez do óleo (CELLA et al., 2002).

Os resultados encontrados para o IA nas amostras sem utilização (OP1, GVH1) foram estatisticamente igual entre si, sendo 0,031 mg KOH.g⁻¹ para OP1 e 0,036 mg KOH.g⁻¹ para GVH1, abaixo valor máximo recomendado para óleos e gorduras refinados (RDC Nº 270, de 22 de setembro de 2005), que permite o máximo de 0,6 mg KOH.g⁻¹. Os resultados também estão de acordo com as Fichas Técnicas dos produtos (0,15 mg KOH.g⁻¹).

Verificou-se um aumento no IA em ambas gorduras coletadas nos pontos 1 e 2, passando de 0,031 para 0,095 mg KOH.g⁻¹ na OP e de 0,036 para 0,104 mg KOH.g⁻¹ na GVH. No entanto, esse aumento não foi constante, pois os resultados foram semelhantes entre OP2, OP3 e OP4, enquanto que nas amostras de GVH não foi encontrada diferença significativa no IA entre GVH3 e GVH1. As reposições de gordura na fritadeira podem justificar o fato de não ter aumento constante (FREIRE et al., 2013).

O maior valor para o IA foi encontrado em OP5 (0,150 mgKOH.g⁻¹), com diferença significativa dos demais resultados das amostras de OP e GVH. Nas amostras de GVH, o valor máximo para o IA foi atingido em GVH4 (0,126 mgKOH.g⁻¹), sendo maior do que GVH5 (0,110 mgKOH.g⁻¹). Mesmo com os aumentos nos valores de IA, todos resultados encontram-se abaixo do limite exigido pela RDC Nº 270 (de 0,6 mg KOH.g⁻¹).

Em um estudo da degradação de GVH e OP em diferentes tempos de fritura de batatas palito congeladas, os resultados também permaneceram dentro do limite exigido pela RDC Nº 270, com valores de IA que variaram de 0,13681 a 0,26453 mg KOH.g⁻¹ para GVH e 0,17480 a 0,29663 mg KOH.g⁻¹ para OP (ABREU; PEREIRA; RIOS, 2013).

Com relação ao IP, que indica o estado inicial de oxidação, as amostras antes do processo de fritura (OP1 e GVH1) apresentaram valores diferentes entre si, 3,897 meq O₂.kg⁻¹ para OP1 e 1,309 meq O₂.kg⁻¹ para GVH1, valores acima do descrito nas Fichas Técnicas dos Produtos (1 meq O₂.kg⁻¹), mas abaixo do indicado na Resolução (RDC Nº 270), que tem como limite 10 meq O₂.kg⁻¹.

Para a OP, o valor máximo de IP apresentou-se na amostra OP4 (4,226 meq O₂.kg⁻¹) enquanto o valor mínimo foi de 2,613 meq O₂.kg⁻¹, na amostra OP3. Para a GVH, o valor mínimo de IP foi em GVH1 (1,309 meq O₂.kg⁻¹), e máximo em GVH4 (1,690 meq O₂.kg⁻¹). Tanto na OP quanto na GVH não houve diferença significativa entre o ponto de coleta 1 e 5, o que pode ser justificado pelas constantes reposições de gordura na fritadeira (FREIRE et al., 2013).

Resultados apresentados por Curvelo *et al.* (2011), que estudo da qualidade de óleo de palma utilizados para fritura de acarajés, na Bahia, também apresentaram IP de acordo com a legislação, e sem muita variação entre as amostras coletadas no decorrer da fritura. Em contrapartida, o trabalho de Rios *et al.* (2013) apresentou resultados que variam de 4,97038 a 9,65927 meq O₂.kg⁻¹ para a GVH, acima dos resultados do presente trabalho, enquanto para a OP o estudo apresentou valores de 0,86784 a 3,45414 meq O₂.kg⁻¹.

Os AGPI são mais susceptíveis a oxidação. A OP apresentou menor percentual de AGPI (10,345%) do que a GVH (21,732%). No entanto, o valor dos IP nas gorduras sem utilização (OP1 e GVH1) foi maior na OP, mas sem atingir o limite mencionado (RDC Nº 270), de 10 meq O₂.kg⁻¹. Cabe citar que a gordura oriunda do tanque externo, sem utilização, é composta por antioxidantes, conforme descrito nas Fichas Técnicas dos Produtos. O composto TBHQ (terc butil hidroquinona) é considerado o melhor antioxidante para gorduras de fritura, pois é resistente ao calor (FINLAYS TEA SOLUTIONS, 2009).

O parâmetro IpAn indica o valor de produtos secundários da oxidação de compostos lipídicos que são formados devido à decomposição de peróxidos e hidroperóxidos (indicados pelo IP). Normalizado pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC- International Union of Pure and Applied Chemistry), um bom óleo deve apresentar um IpA inferior a 10 (TALBOT, 2006).

No presente trabalho, apenas duas amostras indicaram IpAn de acordo com a recomendação da IUPAC, GVH1 (5,120) e GVH3 (5,610), sem diferença significativa uma da outra. Para a OP os valores variaram de 13,600 (OP1) a 50,765 (OP4), mínimo e máximo, respectivamente. Para a GVH o valor mínimo apresentado foi de 5,120 (GVH1), e o máximo foi de 38,055 (GVH5).

O IP indica a presença de peróxidos, apresenta um possível potencial de oxidação, enquanto *p*-anisidina indica compostos secundários, que são formados devido à decomposição de peróxidos e hidroperóxidos. Por isso os valores de peróxido e *p*-anisidina devem ser interpretados em conjunto, definindo o chamado Totox (Valor Total de Oxidação), devendo apresentar valor inferior a 30, segundo a IUPAC (MULTARI *et al.*, 2019).

Os valores Totox para as amostras coletadas antes do processo de fritura (GVH1 e OP1) apresentaram valores menores que 30: 7,737 para GVH1 e 21,394 para OP1. O maior valor foi encontrado em OP4 (59,218), diferente significativamente de todos os outros valores. Com exceção da amostra GVH3, todas as demais gorduras submetidas ao ciclo de fritura apresentaram Totox superior ao recomendado.

A análise espectrofotométrica na região do ultravioleta fornece informações sobre valores do parâmetro físico-químico extinção específica. A absorção em 232 nm (K232) e 270 nm (K270), comprimentos de onda especificados no método, é devida à presença de dienos e trienos conjugados na amostra, respectivamente.

Os dienos conjugados estão presentes na fase inicial da oxidação, enquanto os trienos conjugados são compostos mais estáveis e formam-se depois, na fase secundária. Os produtos de oxidação presentes em um óleo vegetal comestível variam o espectro de absorção de UV e aumentam os valores lidos no

espectrofotômetro. Quanto menor for esse valor, melhor será a qualidade do óleo (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Ao analisar os resultados de dienos conjugados (K232) obtidos no presente estudo, observou-se que, tanto para a OP quanto para a GVH, a porcentagem K232 aumentou após o aquecimento no processo de fritura. O valor de K232 da amostra de OP mais processada na fritura (OP5) teve diferença de 0,488 da OP sem processo de fritura (OP1), sendo 2,903 o valor de OP5 e 2,415 o valor de OP1.

Para a GVH, a diferença entre GVH5 (2,526) e GVH1 (2,018) foi de 0,518. Giuffrè *et al.* (2018) constata, em suas análises do efeito do aquecimento em OP e GVH, diferenças de 0,925 entre as amostras final (3,212) e inicial (2,287) de OP, enquanto para GVH diferiu uma quantia de 0,176 entre a final (3,143) e inicial (2,967). Observa-se que os resultados de K232 de Giuffrè *et al.* (2018) possuem relação semelhante com os do presente trabalho.

Com relação aos trienos conjugados (K270), antes do aquecimento a OP apresentou valor de 1,243, semelhante com o de Giuffrè *et al.* (2018) que obteve 0,971. O valor máximo nas amostras de OP apresentou-se em OP4 (2,277). Na GVH, a amostra sem processo de fritura (GVH1) ficou semelhante à de Tavares (2014), que inicialmente encontrou K270 de 1,34, sendo a do presente estudo obtido 1,243. Na amostra coletada por último no processo de fritura (GVH5), obteve-se 1,804 em K270, abaixo do que relata Giuffrè *et al.* (2018), que obteve 3,672.

CONCLUSÃO

Percebeu-se alterações nos parâmetros físico-químicos das amostras dos 5 pontos do processo de fritura, indicando diminuição da qualidade. Mas todas as amostras apresentaram índices de acidez e índices de peróxidos de acordo com os requisitos regulamentares durante todo o processo de fritura (RDC N°270).

Através da cromatografia gasosa foi determinado o perfil em ácidos graxos, onde verificou-se diferença entre as composições dos óleos, sendo apresentado na OP abundância em AGMI e AGS. Constatou-se a ocorrência de AGT na GVH, a qual teve composição abundante de AGPI e AGMI. A composição em ácidos graxos das gorduras influenciou nos valores do índice de iodo, o qual teve maior valor na GVH, que apresentou maior percentual em AGPI.

Na maioria das amostras o valor total da oxidação ultrapassou o valor recomendado pela literatura. Observou-se, através da análise de extinção específica na região do ultravioleta, que a porcentagem de dienos conjugados aumentou no decorrer do processo de fritura.

É muito importante que haja análises de controle de qualidade em processos industriais de fritura, pois garante a segurança alimentar.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com suporte financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) e Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

REFERÊNCIAS

ABREU, S; PEREIRA, R. O. A.; RIOS, C. S. Avaliação da oxidação de óleos, gorduras e azeites comestíveis em processo de fritura. **Revista ciência e saúde**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 118-126, 2013.

ADHIKARI, B.; ZHANG, X.; ZHANG, M. Recent developments in frying technologies applied to fresh foods. **Tendências em ciência e tecnologia de alimentos**, Melbourne, v. 98, p. 68-81, 2020.

AOCS. Iodine Value (calculated from GLC). In: FIRESTONE, D. (Ed.). **Official methods and recommended practices of the AOCS**. 6 ed. United States of America: AOCS Press, 2012b. p. 1200.

BRASIL. Resolução-RDC nº. 270, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 de setembro de 2005. Seção 1.

CELLA *et al.* Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, vol.22 n.2, p. 111-116, 2002.

CODEX ALIMENTARIUS (FAO/WHO). **Codex standart for named vegetable oils, codex stan 210 (Amended 2003 – 2005)**. Roma, 2003.

CURVELO, F. M. *et al.* Qualidade do óleo de palma bruto (*Elaeis guineensis*): matéria-prima para fritura de acarajés. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 70, n. 5, p. 12-1212, dez. 2011.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS (DAEU). **Oilseeds: world markets and trade**. 2020. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2020.

FINLAYS TEA SOLUTIONS. Dossiê: Antioxidantes. **Revista Food Ingredientes Brasil**, Florianópolis, v. 23, n. 6, p. 16-30, 2009. Disponível em: https://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060979450001465584876.pdf. Acesso em: 20 ago. 2020.

FREIRE, P. C. M. *et al.* Principais alterações físico-químicas em óleos e gorduras submetidos ao processo de fritura por imersão: regulamentação e efeitos na saúde. **Revista Nutrição**, Campinas, v. 3, p. 353-368, 2013.

GIUFFRÈ, A.M. *et al.* Effect of heating on chemical parameters of extra virgin olive oil, pomace olive oil, soybean oil and palm oil. **Italian Journal of Food Science**, Reggio Calabria, v. 30, n. 4, p. 715-739, 28 jun. 2018.

HARTMAN, L.; LAGO, R.C.A. Rapid preparation of fatty acids methyl esters. **Laboratory Practice**, London, v.22, p.475-476, 1973.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo v.1, 4. ed., p. 589-625, 2008.

JACOBSEN, C. Oxidative Rancidity. **Encyclopedia of Food Chemistry**, Kongens Lyngby, v. 2, p. 261-269, 2019.

JORGE, N.; LUNARDI, V. M. Influência dos tipos de óleos e tempos de fritura na perda de umidade e absorção de óleo em batatas fritas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 635-641, jun. 2005.

KOH, E.; SURH, J. Food types and frying frequency affect the lipid oxidation of deep frying oil for the preparation of school meals in Korea. **Química de Alimentos**, Samcheok, v. 174, p. 467-47, 2015.

MAHISANUNT *et al.* Solvent fractionation of rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) kernel fat for production of non-hydrogenated solid fat: Influence of time and solvent type. **Journal of King Saud University – Science**, Bangkok v. 29, p 32-46, 2016.

MAIA, E. L.; RODRIGUES-AMAYA, D. Avaliação de um método simples e econômico para metilação de ácidos graxos com lipídios de diversas espécies de peixes. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, vol. 53, p.27-35, 1993.

MULTARI, S. *et al.* Changes in the volatile profile, fatty acid composition and other markers of lipid oxidation of six different vegetable oils during short-term deep-frying. **Food Research International**, Turku, v. 122, p. 318-329, 2019.

OSAWA, S. D. *et al.* Avaliação dos óleos e gorduras de fritura de estabelecimentos comerciais da cidade de Campinas/ SP. As boas práticas de fritura estão sendo atendidas? **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 01, p. 47-55, 2010.

SANTOS, R. D. *et al.* Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Sociedade Brasileira de Cardiologia**, São Paulo, v. 100, n. 01, jan. 2013.

TALBOT, G. The stability and shelf life of fats and oils. **The stability and shelf life of food**, Bedford, p. 461-503, 2016.

TAVARES, I. C. **Avaliação de gorduras vegetais utilizadas em fritura de mandioca palito congelada**. 2014. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

WU, G. *et al.* Phenolic compounds as stabilizers of oils and antioxidative mechanisms under frying conditions: A comprehensive review. **Tendências em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Wuxi, v. 92, p. 33-45, 2019.

XU, L. *et al.* Kinetics of forming polar compounds in frying oils under frying practice of fast food restaurants: Wuxi. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Wuxi, v. 115, p. 108-307, 2019.