

Investigação da qualidade do óleo de soja refinado após o processo de fritura doméstica de curta duração de empanados do tipo nuggets

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.004-016>

Sarah Moura de Oliveira

Graduação em Nutrição
Universidade Estácio de Sá

Ketily Alves Lariú

Graduação em Nutrição
Universidade Estácio de Sá

Carla Gabrielle da Silva de Jesus

Graduação em Nutrição

Universidade Estácio de Sá

Taís Andreza Batista de Jesus

Graduação em Nutrição
Universidade Estácio de Sá

Emília Akil

Doutora em Ciência de Alimentos
Universidade Estácio de Sá

RESUMO

A fritura é uma das técnicas mais atrativas de elaboração de alimentos e tem estado em utilização há séculos. Refere-se uma prática gastronômica muito aceita em todo o mundo e utilizada tanto na área industrial como domesticamente. É cabível ressaltar que essa preferência dos consumidores pelos alimentos fritos se dá pelas propriedades sensoriais singular, como gosto, aroma e textura. Entretanto, com a temperatura elevada que é usada no método de cocção, a composição química do óleo de fritura pode ser modificada. Com as sequências reações que acontecem em óleos vegetais no decorrer da fritura (processos hidrolíticos) encontram-se associadas a vários mecanismos, como espécies reativas, formação química do lipídeo, meio e método, induzindo a velocidade e a natureza da fritura. Este trabalho possui como propósito averiguar as características do óleo vegetal mais utilizado pela população (óleos refinados de soja) usado no método doméstico de fritura de curta duração, usando a fritadeira elétrica de uso doméstico e método convencional. Os empanados tipo nuggets foram utilizados por serem um produto conveniente, muito consumido nos países industrializados. As frituras domésticas de curta duração foram feitas no decorrer de três dias, com um período de uma semana. Em seguida de cada fritura, o óleo refinado foi pesquisado. A metodologia se baseia em avaliações bromatológicas de pesquisa de qualidade utilizando análises de acidez, onde foram averiguados o teor de acidez livre, compostos formados pela rancidez hidrolítica. Conforme os resultados, as amostras do óleo de soja fresco estavam dentro dos limites regulamentares. Entretanto, logo depois do processo de fritura de curto prazo, houve um crescimento no teor de ácidos graxos livres houve em ambas as frituras domésticas de curto prazo utilizando o óleo de soja. Ademais, não obteve diferença considerável no aumento do valor de ácidos graxos em relação a ambas as técnicas de fritura doméstica. Todavia, em regra o óleo mostrou uma excelente qualidade térmica, análises bromatológicas evidenciaram que é necessário ter cautela ao reutilizar óleos de frituras de curta duração. Analisando-se que a fritadeira elétrica é eficiente na qualidade do óleo no que tange à preservação em contraste com o método convencional, possivelmente pelo motivo de controle de temperatura e melhor eficácia na vedação.

Palavras-chave: Qualidade do óleo de soja, Fritura doméstica, Bromatologia, Valor ácido.

1 INTRODUÇÃO

O processo de fritura é uma das formas mais atraentes de elaboração dos alimentos. Esta é uma das maneiras utilizadas na cocção, onde é bem conhecido e utilizado na indústria e domesticamente. Os alimentos fritos são alimentos aceitos pelos consumidores, pois apresentam características sensoriais diferenciadas, como textura, aspecto e sabor. O processo de fritura é a preferência do público no ambiente domiciliar, pois esse método de cocção tem um valor mais econômico, assim como é mais prático trazendo dessa forma o motivo do seu favoritismo (Nhatave, 2015; Wang, 2016; Ruixue, 2016; Jesus, 2019).

Todavia, as grandes temperaturas empregadas no óleo de soja no processo de fritura são capazes de prejudicar a estabilidade química desse óleo. O óleo utilizado no processo de fritura quando aquecido repetidas vezes, é chamado de fritura descontínua, esse processo de aquecimento e reaquecimento é habitualmente utilizado devido à forma de reduzir gastos. O processo acontece quando altas temperaturas causam a decomposição química, ocasionando perdas das qualidades sensoriais, como também nutricionais (Farhoosh, 2012; Millin, 2016; Multari, 2019; Jesus, 2019). No decorrer do processo de fritura, a temperatura favorece a perda de água dos alimentos, onde essa água é absorvida pelo óleo, dessa forma o óleo sofre uma decomposição química por meio das vias que acontecem no óleo, como a hidrólise que o óleo sofre por causa dessa absorção dessa água (Nhatave, 2015; Ruixue, 2016; Multari, 2019). Sendo assim, o óleo de soja usado nesse processo de fritura sofre mudanças, como a rancidez hidrolítica, ou seja, com o aumento dos ácidos graxos por causa da hidrólise dos triacilgliceróis dos óleos, os óleos tornam-se mais vulneráveis à perdas de ácidos graxos solúveis, vitaminas e ácidos graxos essenciais, ocasionando insegurança alimentar (Lee, 2012; Calixto, 2013; Coradi, 2017; Dodô, 2022).

O Brasil, um dos importantes produtores de soja, e com isso a população utiliza-se o óleo no processo de fritura (Nhatave, 2015; Jesus, 2019). Em 2022, as exportações no país brasileiro alcançaram mais de 2,16 milhões de óleos de soja (CONAB, 2022). Os empanados de frango tipo nuggets também são alimentos de amplo consumo pela população, por também apresentarem praticidade e agrado sensorial após o processo de fritura (Nazário, J., Fontana, M., 2014). Dessa forma, a indústria alimentícia tem investido em tecnologias e avançando em criações de produtos que respondam a necessidade dos consumidores, como por exemplo os empanados a base de frango (Lima, et al., 2022). Os empanados do tipo nuggets há a possibilidade de serem feitas por partes diferentes do frango, como por exemplo porção de carne com osso e pele, sem osso e pele, como também pedaço inteiro, ou processadas, porém geralmente os nuggets são produzidos com músculo moído (Araújo, 2021).

A fritura de curta duração é usada recorrentemente em lares por causa de sua funcionalidade e por meio do aceitação do paladar, principalmente os empanados de frango tipo nuggets.

Frequentemente, em domicílios, esse processo de cocção é costumeiramente feito em um pequeno espaço de tempo, onde esse óleo é guardado para ser reaproveitado em outra fritura posteriormente. Em contrapartida, essa prática de reaproveitamento pode acarretar um aceleração da deterioração do óleo (Farhoosh, 2012; Lee, 2012; Choe, 2007).

Até o momento, existem lacunas relevante de conhecimento sobre as mudanças químicas dos alimentos fritos por curtos períodos, além disso do armazenamento do óleo em situação doméstica, usando a forma tradicional de fritura (com panela e fogão) e fritadeira elétrica doméstica, em diferença das circunstâncias comerciais, sobre o que se obtêm muitos conhecimentos. Dessa forma, com este estudo o propósito é analisar as modificações na qualidade química do óleo de soja após serem utilizados na fritura doméstica de curta duração com os empanados de frango tipo nuggets, como também analisar a qualidade desse óleo depois do processo de armazenamento em nível doméstico e ser reutilizado. Vale ressaltar que também planeja averiguar e comparar a qualidade química de duas técnicas de fritura utilizadas na cozinha doméstica - método tradicional e fritadeira elétrica doméstica.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 AMOSTRAS

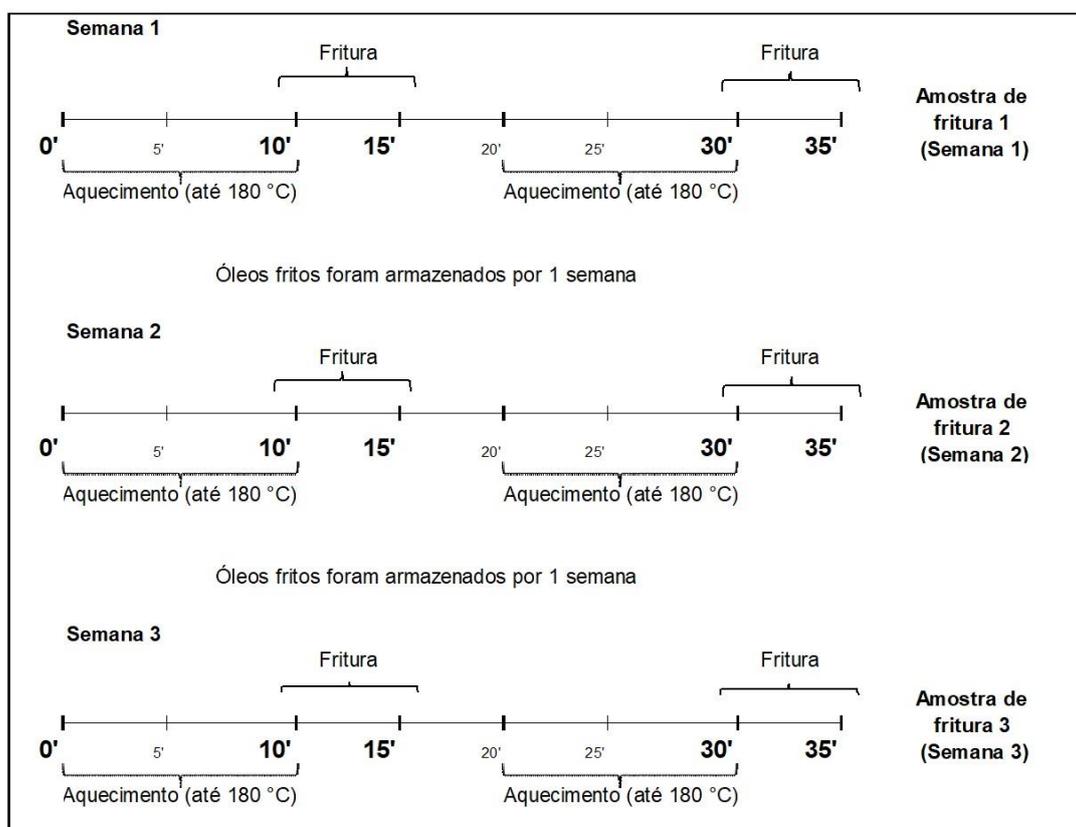
As amostras de óleos de soja refinados foram realizadas a compra no mercado da região na cidade do Rio de Janeiro, os óleos de soja pertenciam as mesmas marcas e foram obtidos no mesmo comércio. Dessa forma, foram realizadas compras de seis unidades do mesmo lote de fabricação de óleo de soja, onde foi usado modos de amostragem para obtenção de alíquotas confiáveis dessas amostras em cada lote para execução do teste de fritura. Depois dos testes de fritura, as amostras dos óleos de soja foram conservadas em frascos de vidro âmbar, onde foram protegidos da luz, em atmosfera de nitrogênio e em temperatura de -18°C até a realização das análises. Nuggets (Sadia®, Brasil) foram comprados em mercados locais no Rio de Janeiro, Brasil. Antes de começar as análises e experimentos, os nuggets comprados foram plenamente descongeladas e o restante da água foi seco com um pano limpo.

2.2 EXPERIMENTOS DE FRITURA A 180°C

Óleos de soja foram usados em experimentos de fritura de curto prazo a $180 \pm 1^{\circ}\text{C}$ com empanados de frango tipo nuggets. Dessa forma, foram feitos dois métodos de fritura: fritadeira elétrica doméstica com a capacitação de 1000 mL de óleos (Philco®, Brasil) e fritura em frigideira inox com capacidade de 1500 mL e 16 cm (Tramontina®, Brasil). Logo depois de nivelar 1000 mL do óleo de soja por 10 minutos a 180°C em métodos de fritura em cabine, os nuggets foram para o processo de fritura por um tempo de 5 minutos em porções de 200 g. É cabível ressaltar que cada porção de nuggets mostrou aspecto e textura plausíveis após o tempo estabelecido de 5 minutos. Após uma porção de

nuggets, o volume de óleo foi reabastecido para 1000 mL com 50 ± 1 mL e mais 10 minutos para reaquecer o óleo de volta a 180°C logo após foi colocado mais uma porção de nuggets para fritar por 5 minutos e após isso foram retiradas alíquotas de óleos (50 mL) (Fig. 1). Em seguida, todos os óleos foram guardados em potes de vidro em temperatura ambiente por um tempo de uma semana, reproduzindo um armazenamento doméstico. Vale ressaltar que essa sequência foi repetida por três vezes. Sendo assim, o processo de fritura com fritadeira elétrica doméstica teve controle de temperatura.

Figura 1. Desenho experimental dos testes de fritura por imersão usando técnica convencional com panela de inox e fritadeira elétrica.



2.3 DEFINIÇÃO DE ESTABILIDADE HIDROLÍTICA DURANTE FRITURA A 180°C

O índice de acidez de qualidade dos óleos foi definido em amostra fresca e no decorrer da fritura a 180°C nos métodos de fritura – fritadeira elétrica doméstica e método convencional com frigideira inox. Os padrões de qualidade foram determinados pelo índice de acidez. Os conhecimentos foram feitos seguindo os métodos AOCS (2004) representado a seguir. Para melhor apresentação dos efeitos foram feitas três análises no teste em branco e os resultados foram expostos com média e desvio padrão.

2.3.1 Índice de acidez

A definição do valor de acidez assegura na neutralização dos ácidos graxos livres até a hora de equivalência por uma solução alcalina, com a utilização de um indicador. Este conhecimento define a quantidade de ácidos graxos livres existentes nas amostras de óleos de soja refinados. Os estudos foram realizados por meio da titulação com solução alcalina fatorada de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1M com indicador fenolftaleína 1% e com amostras anteriormente dissolvidas em solução álcool-éter (1:2 v/v). É cabível ressaltar que a acidez corresponde ao número de mililitros de solução alcalina essencial para neutralizar os ácidos graxos livres existentes em 100g de óleo, expressa por uma porcentagem de ácido oleico, calculada de acordo equação abaixo (Método Ca 5-40, AOCS, 2004):

$$AV (\%) = (V_a - V_b) \times CF \times MW \text{ NaOH} / m$$

Onde:

V_a = valor do teste branco NaOH 0,01 M usado na titulação;

V_b = valor de teste das amostras de NaOH 0,01 M utilizadas na titulação;

CF = fator de correção NaOH 0,01 M;

PM = peso molecular do NaOH;

m = peso da quantidade da amostra em g.

2.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foi feito a estatística descritiva para as variáveis, com a finalidade de calcular médias, medianas, desvio padrão e estimar a regularidade dos dados. As conclusões foram expostas como média \pm desvio padrão levando em conta três repetições independentes. Análise de variância multifatorial (MANOVA) foi usada para fazer uma comparação entre médias; diversidade considerável entre pares de médias foram definidas pelo teste de Fisher. Resultados de P inferiores a 0,05 foram vistos estatisticamente significativos. As análises estatísticas foram feitas no software Statistica 8.0 (StatSoft®, Oklahoma, EUA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método de cocção, a fritura, é usado na culinária moderna, porém tem origens arcaicas que se remetem ao tempo de 1600 a.C. Por mais que a orientação seja permanecer com a temperatura por volta de 180°C no processo de fritura dos alimentos, é frequente que a temperatura exceda esse limite na fritura feita em casa, especialmente quando o meio utilizado é o convencional, no qual não há o controle de temperatura (Omer, 2015).

Durante o processo de fritura, o óleo vai sendo modificado e sofrendo deterioração, podendo acarretar mudanças nas características sensoriais e nutricionais dos alimentos usados na culinária, várias reações vão acontecendo mediante ao processo de fritura como por exemplo a hidrólise e outros processos, que podem criar compostos químicos que geram doenças crônicas, como doenças cardiovasculares e diversos tumores (Farhoosh, 2012; Jesus, 2019). Dessa forma, é necessário acompanhar as modificações na qualidade do óleo usado nesse processo de cozimento. As reações são influenciadas por várias situações, abrangendo a exposição ao oxigênio, a facilidade da água que é liberada dos alimentos para o óleo de soja, a temperatura (tempo, instrumento utilizado para fritar e etc.), como também a estrutura do alimento que foi utilizado no processo (Farhoosh, 2012; Zula, 2022).

Contudo, ter entendimento a respeito do óleo para selecionar os procedimentos adequados é fundamental para relacionar os produtos decorrentes dessa deterioração do óleo e o aparecimento de diversas doenças, como aterosclerose, doença de Alzheimer e inflamações de modo geral (Broncano, 2009; Farhoosh, 2012; Zula, 2022). Ao longo do processo de fritura propicia a entrada de água para o óleo por conta do alimento, ocasionando a hidrólise dos ácidos graxos do óleo e estes são representados através do valor da acidez. Conforme a legislação brasileira (ANVISA, 2005), mas também a diretriz internacional Codex Alimentarius para Óleos Vegetais (OMS, 2015), os limites aceitáveis de acidez em óleos de sementes refinados são de 0,6%. Todavia, quando o óleo é exposto ao processo de fritura, os limites do valor de acidez são elevados para 0,9% (ANVISA, 2004). No momento que excede o 0,9% dos ácidos graxos livres sinalizam que o óleo precisa ser descartado por motivos de segurança, visto que a produção de compostos químicos contrários à saúde, podem causar danos para as pessoas que estão consumindo o alimento exposto a esse óleo (Broncano, 2009; Frankel, 2010; Jesus, 2019). É cabível ressaltar que, de acordo com a ANVISA (2004), o óleo aquecido é recomendado seu descarte quando for avistado a criação de espuma e fumaça, como também alteração de cor (Coradi, 2017; Millin, 2016).

Além disso, o empanado de frango tipo nuggets tem trazido interesse para os consumidores e para os frigoríficos, isso porque os empanados têm mais tempo de prateleira, a diminuição da perda de água e sua forma de precaver estragos causados pelo congelamento do alimento por meio do empanamento e a forma do alimento trazer atrativos depois de ter ido para a cocção. O nuggets é uma fonte de lipídeos e possuem muitas calorias, e a forma de cocção pode modificar as características nutricionais e o seu valor energético (Nazário, J., Fontana, M., 2014). É necessário dizer que a composição química dos nuggets, é: água, ácido cítrico, caldo de galinha, amido de milho modificada, sal, glicose, fosfato de sódio, dimetilpolisiloxano e óleo (Fernandes, et al., 2020). Nazário e Fontana (2014) sugerem que o consumo do nuggets seja de maneira moderada, pois esse alimento pode auxiliar no aumento de peso e na evolução de doenças cardiovasculares.

3.1 NÍVEL DE ACIDEZ

O índice de acidez corresponde aos ácidos graxos livres nas amostras que foram tiradas da oxidação dos triglicérides. Os óleos de semente refinado são mais sujeitos a degradação, isso ocorre pois eles estão mais propensos ao ranço, visto que em sua composição irá prevalecer os ácidos graxos insaturados. Desta maneira, os óleos de soja com os valores considerados altos de acidez revelam teores altos de ácidos graxos livres. A decomposição altera a concentração de íons de hidrogênio, tanto por hidrólise quanto por fermentação. Apesar de o processamento e a estocagem aconteçam reações químicas e enzimáticas (rancidez hidrolítica), por causa da água que entra em contato com o óleo e irá interagir com o triacilglicerol, ocorre a hidrólise e ocasiona a acidificação do ambiente. Portanto, essa acidificação modifica as qualidades sensoriais dos óleos, como sabor e odor, além da mudança nutricional que ocorre uma perda (Lee, 2012; Akil, 2015; Ramalho, 2006; Clemente, 2019).

Vale ressaltar que o óleo de soja é indicado ter a sua acidez apresentada em ácido oleico menor ou igual a 0,6% (ANVISA, 2015; OMS, 2015), caso não forem expostos ao aquecimento. Contudo, quando o óleo de soja é exposto ao calor, é aceito valores até 0,9% (ANVISA, 2004). As amostras frescas do óleo de soja e os mesmos estavam coerentes com o limite superior do valor de acidez, e que apontaram menos de 0,01% (TABELA 1). De acordo com o Gunstone (2008), o mesmo indicou que o teor de ácidos graxos livres dos óleos de sementes refinados precisaria ser menor a 0,1% pois a maioria dos ácidos graxos livres dos óleos brutos são retirados durante o processo de refino. O óleo de soja fresco, seu grau de ácidos graxos livres são de 0,028%, o que são similares ao valor de ácidos graxos livres para o óleo fresco mencionado por Gunstone (2008). O resultado de acidez cresceu consideravelmente da amostra fresca até o final dos experimentos do processo de fritura de curto prazo (semana 3) no total das amostras do óleo de soja. Dessa forma, isso mostra que os componentes do triacilglicerol estavam passando por degradação hidrolítica (Gupta, 2005; Liu, 2018).

Tabela 1. Evolução do valor da acidez (%) no óleo refinado de soja após frituras de curta duração (180 °C) por 35 minutos (após duas frituras de 5 minutos cada uma com 10 minutos de equilíbrio de aquecimento no início da fritura e entre cada um, Fig. 1) após uma, duas e três semanas, utilizando fritadeira elétrica convencional e doméstica.

Óleo de Soja Refinado				
Técnicas de fritura	Amostra fresca	Amostra de fritura 1 (Semana 1)	Amostra de fritura 2 (Semana 2)	Amostra de fritura 3 (Semana 3)
Convencional	0,028 ^{aA} ± 0,00	0,043 ^{bA} ± 0,02	0,057 ^{cA} ± 0,00	0,057 ^{cA} ± 0,00
Fritadeira elétrica doméstica	0,028 ^{aA} ± 0,00	0,028 ^{aB} ± 0,00	0,042 ^{bB} ± 0,02	0,042 ^{bB} ± 0,02

Os resultados são expressos como média ± derivação padrão de triplicados.

Letras sobrescritas indicam diferença significativa entre a semana de fritura e entre as técnicas de fritura (medidas repetidas MANOVA): ^{ab} Diferenças na mesma linha (efeito de semana); ^{AB} Diferenças na mesma coluna (entre técnicas).

O resultado da acidez do óleo de soja usado no procedimento de fritura na fritadeira convencional foram os mesmos até a primeira semana de fritura, a partir da segunda semana de fritura houve um aumento, permanecendo constantes até o fim da experiência de aquecimento. Em contrapartida, os valores de acidez nos métodos de fritura convencional foram de 0,057 na terceira semana de experimento, ou seja, muito inferior ao limite máximo orientado pela legislação para o óleo fresco refinado, como também para o óleo refinado aquecido (ANVISA,2004). No processo convencional, averiguou-se que ocorreu a quebra dos triacilgliceróis de forma mais rápida, isso devido ao não controle de temperatura, o qual é existente na fritadeira elétrica. Akil (2015) averigua os valores de acidez dos óleos após a fritura de curto prazo de tempo utilizando a fritadeira elétrica doméstica. Com os resultados certificam que o óleo de soja usado em ambas as técnicas é mais resistente à fritura de curto prazo. Sebastian (2014) investigou as amostras de óleo de soja utilizado na fritura em vinte restaurantes comerciais, coletou 500 mL do óleo de cada um dos restaurantes para analisar. É necessário ressaltar que quinze amostras coletadas apresentaram resultados não satisfatórios, pois seus valores foram os maiores para descarte (4,3% é o valor mais alto). O estudo sucedeu as frituras de curta duração em nível doméstico, mostrando valores com resultados satisfatórios do índice de avidez, podendo mostrar aos consumidores que para sua segurança sanitária o ideal era produzir suas frituras no ambiente doméstico.

Em termos gerais, a fritura utilizando a fritadeira elétrica teve seu aquecimento contido, pois além de o instrumento está de forma mais vedada, a sua temperatura permanece mais estável e não oscilava diferentemente da técnica convencional, que por não ser bem vedado e a temperatura oscila, ocasiona o aumento de ácidos graxos do óleo triacilglicerol. De maneira geral, isso é capaz de esclarecer o comportamento dos óleos na fritadeira elétrica. O estudo feito por Nazarbakhsh (2014), observou que o valor de acidez é menor para para as amostras da fritadeira elétrica do que em comparação com a técnica convencional, utilizando óleo de canola. Esses estudos colaboram e mostram o êxito da fritadeira elétrica, pois ocorre menor a estabilidade do óleo de soja durante a fritura,



realçando sua eficiência de preservar a característica do óleo de soja em comparação ao método convencional.

4 CONCLUSÃO

O óleo de soja, são para os consumidores mais atrativos para a fritura de curto prazo. Sendo assim, com os resultados obtidos foram analisados que o óleo de soja no ambiente doméstico houve um aumento até o fim do experimento (semana 3) mas não passou do limite permitido, porém a fritadeira elétrica teve um maior controle na temperatura. Dessa forma, pode-se afirmar que o óleo de soja evidenciou a criação de poucos ácidos graxos livres e conservando os ácidos graxos insaturados. Conseqüentemente, o estudo realizado indica o uso da fritadeira elétrica para o processo de fritura, desde que o consumidor se atente a indícios de descarte desse óleo, como fumaça e espuma.



REFERÊNCIAS

Akil, E., Castelo-Branco, V. N., Costa, A. M. M., Vendramini, A. L. A., Calado, V., & Torres, A. G. (2015). Oxidative stability and changes in chemical composition of extra virgin olive oils after short-term deep-frying of French fries. *Journal of American Oil Chemists Society*, 92, 409-421.

Gunstone, F. D. (2008). *Oils and fats in the food industry* (1st ed.). Wiley-Blackwell (Chapter 8).
FAO/WHO Alimentarius Codex (2015) Alimentarius, C. (1999). Codex standard for named vegetable oils. Codex stan 210-1999. Available in: www.fao.org/download/standas.

Brasil (2005). Technical regulations for vegetable oils, fats and fats [Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras e creme vegetal]. ANVISA (Brazil), RDC n° 270.

Brasil (2004). Oils and fats used in frying [Óleos e gorduras utilizados em frituras]. ANVISA, Informativo técnico, n. 11.

Izar, M. C. D. O., Lottenberg, A. M., Giraldez, V. Z. R., Santos Filho, R. D. D., Machado, R. M., Bertolami, A., & Machado, V. A. (2021). Posicionamento sobre o Consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular. *Arquivos brasileiros de cardiologia*, 116, 160-212.

Omer, N. M. A., Ali, E. A., Mariod, A. A., & Mokhtar, M. (2015). Chemical reactions taken place during deep-fat frying and their products: a review. *Journal of Natural and Medical Sciences*, 16 (1), 1-16.

Zula, A., & Fikre, T. (2022). Effect of frying oil stability over repeated reuse cycles on the quality and safety of deep-fried Nile tilapia fish (*Oreochromis niloticus*): a response surface modeling approach. *International Journal of Food Properties*, 25 (1), 315-325.

Broncano, J. M., Petrón, M. J., Parra, V., & Timón, M. L. (2009). Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of free cholesterol oxidation products (COPs) in *Latissimus dorsi* muscle of Iberian pigs. *Meat science*, 83 (3), 431-437.

Nazarbakhsh, V., Ezzatpanah, H., Tarzi, B. G., & Givianrad, M. H. (2014). Chemical changes of canola oil during frying under atmospheric condition and combination of nitrogen and carbon dioxide gases in the presence of air. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91, 1903-1909.

Liu, Y., Wang, Y., Cao, P., & Liu, Y. (2018). Combination of gas chromatography-mass spectrometry and electron spin resonance spectroscopy for analysis of oxidative stability in soybean oil during deep-frying process. *Food analytical methods*, 11, 1485-1492.

Wang, S. N., Sui, X. N., Wang, Z. J., Qi, B. K., Jiang, L. Z., Li, Y., Wang, & R. Wei, X. (2016). Improvement in thermal stability of soybean oil by blending with camellia oil during deep fat frying. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 118, 524-531.

Multari, S., Marsol-Vall, A., Heponiemi, P., Suomela, J. P., & Yang, B. (2019). 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*, 122, 318-329.

Dodoo, D., Adjei, F., Tulashie, S. K., Adukpoh, K. E., Agbolegbe, R. K., Gawou, K., & Manu, G. P. (2022). Quality evaluation of different repeatedly heated vegetable oils for deep-frying of yam fries. *Measurement: Food*, 7, 100-135.

- Choe, E., & Min, D.B. (2007). Chemistry of Deep-Fat Frying Oils. *Journal of Food Science*, 72 (5), 77-86.
- Millin, T. M., Medina-Meza, I. G., Walters, B. C., Huber, K. C., Rasco, B. A., & Ganjyal, G. M. (2016). Frying Oil Temperature: Impact on Physical and Structural Properties of French Fries During the Par and Finish Frying Processes. *Food and Bioprocess Technology*, 9, 2080-2091.
- Lee, S., Kang, S. H., Kim, M. K., Song, S. R., Yoon, H. J., Lee, M. W., & Hwang, I. K. (2012). Degree of Rancidity and Sensory Characteristics of Frying Oils with Reuse and Storage at Home. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 28 (3), 265-273.
- Ramalho, V. C., & Jorge, N. (2006). Antioxidants used in oils, fats and fatty foods. *Química Nova*, 29 (4), 755–760.
- Ruixue, M. A., Tian G. A. O., Song, L., Zhang, L., Jiang, Y., Jiaolong, L., Zhang, X., Gao, F., & Zhou, G., (2016). Effects of oil-water mixed frying and pure-oil frying on the quality characteristics of soybean oil and chicken chop. *Food Science and Technology*, 36 (2), 329–336.
- Sebastian, A., Ghazani, S.M. & Marangoni, A (2014). Quality and safety of frying oil used in restaurants. *Food Research International*, 64, 420-423.
- Gupta, M. K. (2005). Frying oils. In F. Shahidi (Ed.), *Bailey's industrial oil and fat products* (pp. 1–31). John Wiley & Sons.
- Clements, D. J, Decker, E.A. (2019). Lipídeos. In Damodaran, S., & Parkin, K.L (Eds.) *Química de Alimentos de Fennema* (pp. 209-210).
- Frankel, E. (2010) Chemistry of extra virgin olive oil: adulteration, oxidative stability, and antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 5991–6006.
- Sulieman, A. E. R. M., Makhzangy, A. E., & Ramadan, M. F. (2006). Antiradical performance and physicochemical characteristics of vegetable oils upon frying of french fries: A preliminary comparative. *Journal of Food Lipids*, 13, 259–276.
- Coradi, P. C., Souza, A. E. M., & Borges, M. C. R. Z. (2017). Yield and acidity indices of sunflower and soybean oils in function of grain drying and storage. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 39 (2), 255-266.
- Jesus, D. J. F., & Gomes, D. C. (2019). Comparative analysis of rancidity development in vegetable oils during frying process. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 6, 65-74.
- Calixto, C.F.S., Azevedo, J.F.M., Monteiro, M.A.M., & Schaefer, M.A. (2013). Assessing the amount of soybean oil in meals offered in a university restaurant/Avaliação da quantidade de óleo de soja em refeições oferecidas em um restaurante universitário'. *Demetra: Food, Nutrition & Health*, 8 (1), 53-72.
- Nhatave, A. M. (2015). Estudo da estabilidade oxidativa e hidrolítica de vários tipos de óleos vegetais produzidos na fase de frittura. Retrieve from https://bdm.ufpa.br:8443/jspui/bitstream/prefix/4835/6/TCC_EstudoAplicacaoOleos.pdf. Accessed January 16, 2024.



CONAB. (2022). Exportações de óleo e farelo de soja registram recorde entre janeiro e outubro. Retrieve from <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4838-exportacoes-de-oleo-e-farelo-de-soja-registram-recorde-entre-janeiro-e-outubro>. Accessed January 16, 2024.

Standard USA. 2004. AOCS - American Oil Chemists Society. Official methods and recommended practices (Ca 5-40 - 2004), 4th ed. Retrieved from <https://www.aocs.org>

Standard USA. 2004. AOCS - American Oil Chemists Society. Official methods and recommended practices (Cd 8-53 - 2004), 4th ed. Retrieved from <https://www.aocs.org>

Farhoosh, R., Khodaparast, M. H. H, Sharif, A., & Rafiee, S. A (2012). Olive oil oxidation: rejection points in terms of polar, conjugated diene, and carbonyl values. *Food Chemistry*, 131, 1385–1390

Nazario, J. A., Fontana, M. O. (2014). Interferência do tratamento térmico sobre as características físico-químicas de nuggets de frango. Retrieve from [FB_COALM_2013_2_06.pdf](#) (utfpr.edu.br). Accessed January 16, 2024.

Fernandes, A. L., et al. (2020). Composição química dos alimentos tipo fast food. Retrieve from [Composição química dos alimentos tipo fast food](#) (unifeob.edu.br). Accessed January 16, 2024

Lima, et al. (2022). Desenvolvimento de Nuggets de Frango em Formato de Coxinhas das Asas com Três Sistemas de Cobertura para Empanamento. *Revista Pleiade*, 16(35), 30-42.

ARAÚJO (2021). Desenvolvimento e avaliação físico-química de nuggets de frango adicionado do extrato da folha da aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). Retrieve from [Desenvolvimento e avaliação físico-química de nuggets de frango adicionado do extrato da folha da aroeira \(Schinus terebinthifolius Raddi\)](#). (ufcg.edu.br). Accessed January 16, 2024.