

AVALIAÇÃO DO ÓLEO DE SOJA SUBMETIDO AO PROCESSO DE FRITURA DE BATATAS FRITAS CONGELADAS

Marina Carli de Moraes¹; Antonia Miwa Iguti²

¹ Aluna de Iniciação Científica da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT);

² Professor da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT).

Resumo. *O processo de fritura é um meio simples e eficiente para o preparo de diversos alimentos. Além de proporcionar características desejáveis para o consumo como odor, sabor, cor e textura, a qualidade do óleo é uma variável de grande importância neste processo, já que se utilizado de maneira incorreta resultará em características indesejáveis, provenientes dos processos de degradação do óleo. O presente trabalho tem como objetivo avaliar parâmetros de qualidade decorrentes da degradação do óleo de soja após o processo de fritura, em diferentes temperaturas, a fim de obter melhor aproveitamento e descarte ideal do óleo, ou seja, em condições que não causem prejuízos à saúde pública, nem prejuízos econômicos. O processo de fritura foi realizado por meio da imersão das batatas no óleo aquecido nas temperaturas preestabelecidas de 140, 160 e 180. Após o término de cada processo, que durou trinta e quatro minutos, uma amostra de óleo foi recolhida para realização das análises (índice de acidez, índice de peróxido e índice de iodo). De acordo com os resultados obtidos, o aumento da temperatura não afetou significativamente o índice de iodo. Já o índice de acidez aumentou com o aumento da temperatura, indicando que o aquecimento a 180 °C para a fritura de batatas por 34 minutos torna necessária a substituição do óleo. Quanto ao índice de peróxidos, diminuiu com o aumento da temperatura, indicando que após 34 minutos em temperaturas mais altas, a fase inicial da rancificação oxidativa já estava ultrapassada.*

Introdução

A soja é originária da China e do Japão e conhecida há mais de cinco mil anos. Foi introduzida na Europa no século XVIII. No Brasil sua introdução data do final do século XIX, no estado da Bahia. A soja e seus subprodutos também têm enorme importância para a balança comercial brasileira.

O óleo de soja é o mais consumido mundialmente sendo que o refinado apresenta-se como um óleo de cor levemente amarelado, límpido com odor e sabor suave característico.

A fritura por imersão é um método amplamente utilizado em processos alimentícios, por diferentes razões, tais como a sua eficiência devido ao fato do óleo ser um ótimo meio de transferência de calor, além de proporcionar características sensoriais atraentes e desejáveis para o consumo.

Óleos e gorduras, quando submetidos a elevadas temperaturas, sofrem alterações, algumas desejáveis como cor, sabor, aroma e textura e outras indesejáveis, que envolvem uma série de reações complexas de deterioração lipídica; as principais são as reações de hidrólise, oxidação e polimerização.

O processo de fritura é influenciado simultaneamente por diferentes fatores, tais como a natureza do óleo e do alimento a ser frito, tempo, temperatura, aquecimento contínuo ou descontínuo, modelo da fritadeira, condições de operação, dentre outros. A combinação de todos esses fatores é determinante para estabelecer a taxa com que as reações de degradação ocorrem. A qualidade do óleo é alterada com o decorrer das reações; sendo assim, a identificação e avaliação dos compostos formados durante o processo de fritura é de suma importância, já que o óleo será incorporado ao alimento frito. O momento de descarte do óleo

é também de extrema relevância, já que enquanto não descartado fará parte da dieta dos consumidores.

Há uma variedade de métodos analíticos que são utilizados para avaliação dos compostos formados através das reações citadas acima. Esta ampla diversidade de testes se deve à complexidade das reações que ocorrem durante a fritura, sendo assim, um método específico pode ser bom para avaliar determinado parâmetro e não ser aplicável a outros. (ANS et al., 1999). O ideal para avaliação da qualidade do óleo é a utilização de diferentes métodos de controle. As principais análises físico-químicas realizadas são determinação da acidez, índice de peróxido, índice de iodo, índice de TBA e índice de refração.

Segundo Ferreira et al. (2013), durante o processo de fritura, a água contida no alimento, é liberada por meio da evaporação, sendo assim quanto mais tempo o alimento é submetido a fritura, maior a possibilidade de ocorrer hidrólise. O oxigênio e a luz também devem ser controlados durante o processo, pois estão dentre outros fatores que catalisam a reação de oxidação. A adição de novo óleo, ou reposição, durante a fritura é uma prática comum e é utilizada para diminuir a concentração de ácidos graxos livres, devido à diluição. Essa prática, entretanto, não é recomendada.

A temperatura de fritura é outro parâmetro de extrema relevância e é recomendado o aquecimento do óleo na faixa de 160 °C a 180 °C, pois em temperaturas mais altas a deterioração do óleo ocorre mais rapidamente e em temperaturas menores, o alimento absorve maior quantidade de óleo.

Goldoni (2008) cita que a degradação de óleos depende também da proporção de ácidos graxos saturados/instaurados e em menor grau da presença de componentes naturais como tocoferóis, clorofilas e esteróis. O óleo de soja contém cerca de 15% de ácidos graxos saturados, 22% de ácido oleico, 54% de ácido linoleico e 7,5% de ácido linolênico.

De acordo com estudos realizados por Tsuzuki (2012), há relação entre a formação de ácidos graxos *trans* e o aquecimento do óleo, pois o mecanismo de aquecimento induz a reação de isomerização *cis/trans*. Observou-se que óleos submetidos a temperaturas inferiores a 200 °C não produziam quantidades significativas de insaturações na forma *trans*.

Observa-se, portanto a importância do conhecimento do estado de degradação de óleos submetidos ao processo de fritura para preservar as características desejáveis para consumo e determinar o momento mais adequado para o seu descarte.

Em vista ao exposto acima, o presente trabalho visa estudar características do óleo de soja submetido à fritura de batatas congeladas, avaliando seu estado de degradação por meio das análises de índice de acidez, índice de peróxido e índice de iodo.

Material e Métodos

Processo de fritura. A fritura foi realizada de acordo com os passos citados a seguir. Primeiro preencheu-se a cuba da fritadeira elétrica industrial com o óleo de soja (marca comercial) até a sua capacidade máxima. Depois, cerca de 75,0 g batatas congeladas (marca comercial – corte tradicional) foram inseridas na cuba da fritadeira, com o óleo já na temperatura preestabelecida. Para assegurar que as batatas ficassem submersas no óleo durante toda a operação de fritura, uma grade foi colocada na cuba da fritadeira. As temperaturas utilizadas no estudo foram de 140 °C, 160 °C e 180 °C. Esse processo, em duplicata, foi executado em 15 intervalos de tempo para cada temperatura: 5, 7, 10, 14, 20, 28, 39, 55, 77, 108, 151, 211, 295, 413, 578 segundos. As batatas foram retiradas após o término do tempo preestabelecido, sendo que essa operação foi repetida para os quinze intervalos de tempo. Sendo assim, o óleo permaneceu sob aquecimento e fritura no tempo total de trinta e quatro minutos. Recolheu-se uma amostra de cada óleo utilizado na fritura, que em seguida foi colocada em recipiente de vidro, escuro e bem vedado para análises posteriores.

Análises Químicas. As análises de índices de acidez, peróxido e iodo foram realizadas em todas as amostras de óleo. A determinação do índice de acidez foi realizada em duplicata

segundo a metodologia do Instituto Adolf Lutz (2004). Em balança analítica pesaram-se 5,0 g de amostra em um Erlenmeyer. Adicionou-se um volume de 50 mL de solvente misto neutralizado (éter dietílico/etanol) para solubilizar a amostra e em seguida realizar a titulação com solução NaOH 0,1 mol/L fatorado, utilizando-se fenolftaleína como indicador. O índice de iodo foi determinado pelo método de Wijs, de acordo com a metodologia descrita pela American Oil Chemists' Society (1993). Em duplicata pesou-se analiticamente uma massa entre 0,21 a 0,26 gramas de amostra em um Enlermeyer de 500 mL com tampa esmerilhada. Adicionou-se um volume de 20 mL de ciclohexano e agitou-se até completa dissolução da amostra. Adicionou-se um volume de 25 mL de reagente de Wijs (ICl). O frasco foi tampado, agitado e deixado em repouso, no escuro, por 30 minutos. Após esse tempo, foram adicionados 20 mL de solução de KI 15% e 100 mL de água destilada. Titulou-se com solução tiosulfato de sódio 0,1 mol/L fatorado, usando solução aquosa de amido a 1% como indicador. Paralelamente foi conduzido um controle, usando as mesmas quantidades de reagentes sem a amostra. O índice de peróxido de cada amostra foi determinado de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (2004). Em duplicata pesou-se uma massa de 5,0 g de amostra em um Erlenmeyer de 250 mL com tampa de vidro. Adicionaram-se 30 mL de solução ácido acético-clorofórmio e 0,5 mL da solução saturada de KI. Após agitação, manteve-se o conjunto em repouso durante 1 minuto no escuro. Em seguida, adicionaram-se 30 mL de água e 0,5 mL de solução de amido solúvel 1%. Titulou-se lentamente com solução fatorada de tiosulfato de sódio 0,01 mol/L até o desaparecimento da cor azul da solução.

Análise estatística dos dados. A análise de variância (ANOVA – fator único) permitiu verificar se houve diferença estatisticamente significativa ($p<0,05$) entre as médias dos índices de peróxido, iodo e acidez das amostras. As comparações entre médias realizadas pelo teste de Tukey.

Resultados e Discussão

Os resultados dos índices de acidez, peróxido e iodo dos óleos utilizados na fritura de batatas congeladas em diferentes temperaturas estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Índices de acidez, peróxido e iodo de óleos de soja utilizados na fritura de batatas congeladas em diferentes temperaturas, em comparação com óleo não aquecido (25 °C)

	25 °C	140 °C	160 °C	180 °C	ANVISA
IA - Índice de acidez (%)	0,218 ^a ± 0,004	0,239 ^b ± 0,004	0,257 ^c ± 0,002	0,3070 ^d ± 0,0002	0,3 (Máximo)
IP - Índice de peróxido (meq·kg ⁻¹)	4,9 ± 0,3 ^a	38 ± 8 ^b	24,8 ± 0,3 ^c	16,0 ± 0,6 ^d	10 (Máximo)
II - Índice de iodo (%)	135 ± 2 ^a	113 ± 4 ^a	119 ± 13 ^a	121 ± 12 ^a	120-143

*letras minúsculas diferentes na mesma linha significam diferenças significativas nas médias ($p<0,05$)

Os resultados de índice de acidez mostram que o óleo não aquecido (25 °C) apresenta valor que obedece ao limite máximo estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para óleos refinados comerciais. O aquecimento promoveu o aumento significativo dos ácidos graxos livres, sendo que, enquanto a 140 e 160 °C os valores ainda permaneceram abaixo do máximo estabelecido pela ANVISA, o óleo aquecido a 180 °C apresentou IA de 0,3070%, portanto superior ao máximo (0,3%) estabelecido pela agência.

O índice de acidez revela o estado de conservação dos óleos, uma vez que, com o tempo, a hidrólise resulta em ácidos graxos livres. Óleos submetidos a processos de frituras são suscetíveis à hidrólise pela ação da temperatura elevada na presença de água (Ferreira et al., 2013), que é o caso desse trabalho.

Os resultados de índice de peróxido também mostram que, enquanto o óleo não aquecido apresenta índice de peróxido inferior ao máximo determinado pela ANVISA, o aquecimento promoveu um aumento significativo desse índice, sendo que em todas as temperaturas os valores ultrapassaram o máximo estabelecido pela agência reguladora, para óleos comerciais. O índice de peróxido mais elevado foi observado no óleo aquecido a 140 °C, apresentando-se menor com o aumento da temperatura. Esse comportamento pode ser explicado da seguinte forma: os peróxidos orgânicos são formados no inicio do complexo processo de reações de rancidez oxidativa. A formação dessas espécies químicas promove uma fase de propagação (reação em cadeia) com grande aumento no consumo de oxigênio e na concentração dos peróxidos, que pode ser quantificada por meio de análise laboratorial. Na fase seguinte, também denominada fase de terminação, há diminuição na concentração dos peróxidos com concomitante geração de produtos sensorialmente desagradáveis. É provável que em temperaturas de 160 e 180 °C os índices de peróxido apresentaram-se menores pelo fato de o processo ocorrer mais rapidamente e, portanto já estar nessa fase.

É importante mencionar que a oxidação consiste no processo degradativo que ocorre quando o oxigênio atmosférico, ou o oxigênio dissolvido no óleo, reage com ácidos graxos insaturados. As reações químicas envolvidas no processo de oxidação dos óleos são extremamente complexas e geram em seus estados intermediários produtos sensorialmente inaceitáveis, com odores e sabores desagradáveis para o consumo humano. O processo pode ser catalisado por resíduos de metais ou alta temperatura (VERGARA et al., 2006; RAMALHO & JORGE, 2005). Além disso, os peróxidos contribuem com a destruição das vitaminas lipossolúveis e dos ácidos graxos essenciais.

Os resultados obtidos indicam, portanto, alteração no óleo, com processo de rancificação oxidativa em curso, promovido pelas condições de fritura. Como a proporção entre ácidos graxos saturados e insaturados é um fator importante à rancificação oxidativa (Goldini, 2008), o óleo de soja apresenta suscetibilidade a esse processo de degradação pois apresenta somente cerca de 15% de ácidos graxos saturados.

O índice de iodo indica o grau de insaturação dos ácidos graxos que constituem o óleo. Sendo assim, quanto maior a quantidade de insaturações maior será o índice de iodo. Os resultados dessa análise indicam que o índice de iodo do óleo não aquecido apresenta valor dentro da faixa que a ANVISA estabelece nos padrões de identidade de óleo de soja. Os resultados de índice de iodo não revelaram diferença significativa entre as amostras analisadas. Esse resultado está de acordo com o encontrado por Mendonça et al (2008), que estudaram óleos utilizados em frituras de alimentos diversos, em unidades produtoras de refeições e indicam que esse parâmetro não é adequado para a avaliação de óleos de fritura.

Conclusões

Os resultados indicam que mesmo em condições relativamente amenas de temperatura (140 °C) no processo de fritura de batatas congeladas promovem processos oxidativos importantes no óleo que o tornam impróprio para o consumo.

O índice de acidez, que é o parâmetro químico escolhido pela norma brasileira para avaliação da qualidade do óleo, indica que todas as temperaturas utilizadas nesse trabalho promovem aumento nesse parâmetro, sendo que a 180 °C a alteração torna necessária a substituição do óleo.

O índice de iodo não se alterou com as temperaturas utilizadas.

Referências Bibliográficas

- Aboissa – Produto – óleo de soja Refinado. Disponível em: <<http://www.aboissa.com.br/produtos/view/544/oleo-de-soja-refinado.html>>. Acesso em: 27/05/2015.
- AOCS (American Oil Chemists' Society) (1993) Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society. 4^a ed. Champaign: AOCS.
- Chen, et al. (1993) Chemical alterations taken place during deep-fat frying based on certain reaction products: a review. *Chemistry and Physics of Lipids*, **165**, 662-681.
- Ferreira, T.A.P.C et al. (2013) Quality of deep frying oils and fats used in street-fairs in Goiânia, Brazil. *Food Science and Technology*, **33**, 569-576.
- Freire, P.C.M.; Mancini-Filho, J.; Ferreira, T.A.P.C. (2013) Principais alterações físico-químicas em óleos e gorduras submetidos ao processo de fritura por imersão: regulamentação e efeitos na saúde. *Revista de Nutrição*, **26**, 353-358.
- Goldoni, P.C.P. (2008) A Qualidade do óleo de fritura e seus métodos de avaliação: uma revisão. Monografia – Curso de Especialização. Universidade Castelo Branco. Campinas - SP.
- Instituto Adolfo Lutz (2004) Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 4. ed. São Paulo: ANVISA.
- Janieri, C.; Jorge, N. (2005) Avaliação do óleo de soja submetido ao processo de fritura de alimentos diversos. *Ciênc. Agrotec.* **29**, 1001-1007.
- Martin, C.A. et al. (2007) Trans fatty acid-forming process in foods: a review. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **79**, 1-8.
- Mendonça, M.A. et. al (2008) Alterações físico-químicas em óleos de soja submetidos ao processo de fritura em unidades de produção de refeição no Distrito Federal, Com. Ciências Saúde, **19**, 115-122.
- Sanibal, E.A.A.; Mancini Filho, J. (2002) Alterações Químicas, Físicas e Nutricionais de óleos Submetidos ao processo de fritura. *Food Ingredients South American*, **18**, 64-71.
- Tsuzuki, W. (2012) Study of the formation of trans fatty acids in model oils (triacylglycerols) and edible oils during heating process. *Japan Agricultural Research Quarterly (JARQ)*, **46**, 215-220.