



REVISTA ELETRÔNICA  
CIENTÍFICA DA UERGS

# São os azeites de oliva mais instáveis que os óleos vegetais frente ao aquecimento? Um estudo comparativo

## **Aline Aparecida Ramos Sosso**

Universidade de Caxias do Sul (UCS).

E-mail: aarosso@ucs.br, <http://lattes.cnpq.br/9049117207325088>

## **Taís Júlia de Oliveira**

Universidade de Caxias do Sul (UCS).

E-mail: tjoliveira1@ucs.br, <http://lattes.cnpq.br/0688332687049402>

## **Bruna Bellincanta Nicoletto**

Universidade de Caxias do Sul (UCS).

E-mail: bbngehrke@ucs.br, <http://lattes.cnpq.br/9438748584215497>

## **Gabriela Chilanti**

Universidade de Caxias do Sul (UCS).

E-mail: gchilant@ucs.br, <http://lattes.cnpq.br/2955116502119869>

## **Cátia Santos Branco**

Universidade de Caxias do Sul (UCS).

E-mail: csbranci@ucs.br, <http://lattes.cnpq.br/7977210338838493>

## **Elizete Maria Pesamosca Facco**

Universidade de Caxias do Sul (UCS).

E-mail: empfacco@ucs.br, <http://lattes.cnpq.br/2156675389911111>

ISSN 2448-0479 Submetido em: 02 mar. 2020. Aceito: 11 jan. 2021.

DOI: <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.72.165-175>

## Resumo

A procura por alimentos saudáveis está crescendo e os azeites vêm ganhando atenção. Entretanto, ainda não há consenso no que se refere às melhores formas de sua utilização na culinária. O objetivo desse estudo foi avaliar as possíveis modificações físico-químicas decorrentes do aquecimento em azeites de oliva em comparação a outros óleos vegetais. Amostras de azeites de oliva extravirgem (AOE) ou refinado tipo único (AOU); óleo de canola (OC) e óleo de soja (OS) foram selecionadas considerando as marcas mais procuradas pela população. Essas foram aquecidas a 40, 70, 120 e 180°C e analisadas quanto à rancificação hidrolítica (índice de acidez) e oxidativa (níveis de malondialdeído - MDA). Os resultados mostraram que o aquecimento foi capaz de alterar a disponibilidade de ácidos graxos livres em AOE e AOU (redução de cerca de 30 % no índice de acidez em relação à temperatura ambiente) em comparação à OC e OS. Alterações nesse parâmetro não foram observadas para os óleos. Quanto aos níveis de MDA, observou-se que tanto o AOE quanto o AOU são menos suscetíveis à termoxidação quando aquecidos, em comparação às amostras OC/OS, que apresentaram índices estatisticamente superiores. Quando comparados em conjunto, observou-se o seguinte comportamento para os níveis de acidez (AOE = AOU > OC = OS) e MDA (OS > OC > AOU = AOE). Os dados obtidos no presente estudo indicam uma maior aplicabilidade dos azeites de oliva em preparações aquecidas, no entanto, futuros estudos são necessários para melhor compreender as reações químicas envolvidas nos processos de termoproteção desses.

**Palavras-chave:** ácidos graxos; estabilidade; rancificação; antioxidantes.



## Abstract

### Are olive oils more unstable than vegetable oils on heating? A comparative study

Demand for healthy foods is growing and olive oils are gaining attention. However, there is still no consensus regarding the best ways to use it in cooking. This study aimed to evaluate the possible physicochemical modifications resulting from heating olive oil compared to vegetable oils. Samples of extra virgin (AOE) or refined type (AOU) olive oils; canola oil (OC) and soybean oil (OS) were selected considering the most consumed brands by the population. Samples were heated at 40, 70, 120, and 180 ° C and analyzed for hydrolytic (acidity index) and oxidative (malondialdehyde - MDA) rancidity. The results showed that heating was able to alter the availability of free fatty acids in AOE and AOU (about 30 % reduction in acidity index compared to room temperature) in relation to OC and OS. Changes in this parameter were not observed for oils. Regarding MDA levels, it was observed that both of which olive oils were less susceptible to thermo-oxidation when heated compared to OC or OS, which showed statistically higher rates. When compared together, the following behavior was observed for acidity levels (AOE = AOU > OC = OS) and MDA (OS > OC > AOU = AOE). The data obtained in the present study indicate greater applicability of olive oils in heated preparations, however, further studies are needed to better understand the chemical reactions involved in their thermoprotection processes.

**Keywords:** fatty acids; stability; rancification; antioxidants.

## Resumen

### ¿Son los aceites de oliva más inestables que los aceites vegetales al calentarlos? Un estudio comparativo

La demanda de alimentos saludables es grande y los aceites de oliva están ganando atención. Todavía, no hay consenso sobre las mejores formas de utilizarlo en la cocina. El objetivo de este estudio fue evaluar los posibles cambios físicos y químicos derivados del calentamiento de los aceites de oliva en comparación con otros aceites vegetales. Muestras de aceite de oliva virgen extra (AOE) o refinado de tipo único (AOU); aceite de canola (OC) y aceite de soja (OS) fueron seleccionados considerando las marcas más buscadas por la población. Estos fueron calentados a 40, 70, 120 y 180 ° C y analizados para rancificación hidrolítica (índice de acidez) y oxidativa (malondialdehído - MDA). Los resultados mostraron que el calentamiento puede alterar la disponibilidad de ácidos grasos libres en AOE y AOU (reducción de aproximadamente 30% en el índice de acidez en relación a la temperatura ambiente) en comparación con OC y OS. No se observaron cambios en este parámetro para los aceites. Para los niveles de MDA, se observó que tanto AOE como AOU son menos susceptibles a la termoxidación cuando se calientan, en comparación con las muestras de OC / OS, que mostraron tasas estadísticamente más altas. Cuando se compararon juntos, se observó el siguiente comportamiento para los niveles de acidez (AOE = AOU > OC = OS) y MDA (OS > OC > AOU = AOE). Los datos obtenidos en el presente estudio indican una mayor aplicabilidad de los aceites de oliva en preparaciones calentadas, sin embargo, son necesarios futuros estudios para comprender mejor las reacciones químicas involucradas en sus procesos de termoprotección.

**Palabras clave:** ácidos grasos; estabilidad; rancificación; antioxidantes.

## Introdução

A crescente utilização de óleos vegetais na alimentação humana tem despertado uma atenção maior quanto a sua qualidade (FERREIRA et al., 2015). Entre estes produtos, o azeite de oliva, seja para finalizações de pratos ou para a cocção tem sido amplamente utilizado pela população.

O azeite de oliva se destaca como um dos mais importantes e antigos no mundo (BRASIL, 2005). É obtido através da extração da azeitona oriundo da oliveira (*Olea europaea* L.). No Brasil ela é produzida principalmente nos estados de RS, MG, SP e SC (BRASIL, 2010; OLIVEIRA et al., 2012). O azeite de oliva pode ser classificado como virgem com acidez de até 2 %, extravirgem com acidez de até 0,8 % ou tipo único com acidez máxima de 1 % (BRASIL, 2010). No presente trabalho será adotado o termo “tipo único” para se referir a azeites que apresentam acidez entre 2 - 3,3 % e que são normalmente misturados aos azeites refinados,



compondo um tipo genérico de azeite de oliva. Os micronutrientes mais importantes encontrados no azeite de oliva são ácidos graxos monoinsaturados (MUFA), além de esteróis, que dificultam a absorção de colesterol no intestino, e tocoferóis, tais como a vitamina E que atua como antioxidante capaz de neutralizar a ação dos radicais livres no organismo (SALES et al., 2005; MARTÍNEZ et al., 2018).

Além da oliva, a canola também se destaca como uma das oleaginosas mais importantes do agronegócio mundial (MILCIADES et al., 2014). Essa pode ser do gênero *Brassica napus* L ou *Brassica rapa* L, sendo o primeiro o mais produzido no Brasil (TOMM et al., 2009). Além de ser uma planta de fácil cultivo, possui também inúmeros benefícios à saúde humana. É caracterizada por níveis muito baixos de ácidos graxos saturados, e por altos níveis de ácido oleico responsável pela redução do colesterol LDL no sangue (FIB, 2012).

Embora o consumo do óleo de canola tenha aumentado o óleo mais consumido no mundo ainda é o proveniente da soja. Atualmente, o Brasil figura como um dos principais maiores produtores dessa oleaginosa no mundo (BOEREMA et al., 2016). Segundo Zakir e Freitas (2015), a soja (*Glycine max*) vem se destacando como um alimento funcional devido aos seus constituintes bioativos, como as isoflavonas, as quais desempenham um papel importante na prevenção e controle de doenças crônicas. As autoras também destacam o elevado conteúdo de poli-insaturados (PUFA) no grão de soja, cerca de 60 % da composição total de ácidos graxos.

Os lipídeos presentes nas dietas são importantes na modulação das lipoproteínas endógenas, sendo que baixas concentrações de HDL e alta concentração de LDL estão relacionados com o desenvolvimento de doença arterial coronariana (LIMA; COUTO, 2006; ZAKIR; FREITAS, 2015). Essas doenças também estão associadas ao alto consumo dietético lipídico, por isso a importância da escolha por lipídeos de boa qualidade na alimentação, como os MUFA, presentes em alguns óleos e azeites (LIMA; COUTO, 2006). Para preservar esses compostos bioativos, no entanto, são necessários cuidados em relação ao modo de preparo culinário.

Muito utilizadas pela população, as preparações aquecidas agregam mais textura e sabor, tornando os alimentos mais atraentes e palatáveis. No entanto, ao elevar a temperatura de óleos e expô-los ao oxigênio ocorre uma série de reações produzindo compostos que degradam os agentes funcionais desses óleos, além de levar à formação de isômeros *trans* (FREIRE et al., 2013). Os efeitos dessas reações geram mudanças no sabor, aroma e qualidade nutricional dos óleos e dos alimentos manipulados, causando impacto na saúde (RIOS et al., 2013). A rancidez hidrolítica é uma dessas reações, ocasionada pela ação de enzimas como a lipase ou agentes químicos que rompem a ligação éster dos lipídeos, modificando-se a quantidade de ácidos graxos livres, saturados e insaturados, alterando suas características organolépticas (FUENTES, 2011). Outro exemplo de degradação é a rancidez oxidativa, um processo que envolve a participação do oxigênio em reação com os ácidos graxos insaturados que compõem o óleo. Esse processo pode ser mais intenso quando o óleo fica exposto à luz e/ou altas temperaturas que atuam como catalisadores da reação (THODE et al., 2014). Nesse sentido, os ácidos graxos insaturados são mais sensíveis que os saturados à degradação, gerando como consequências o escurecimento do óleo, surgimento de espuma e aumento da viscosidade (CORSINI; JORGE, 2006), características visíveis da rancificação.

Até o momento, não há consenso em relação aos efeitos do aquecimento dos azeites para consumo. Em vista disso, o objetivo desse estudo foi comparar a estabilidade físico-química de amostras de azeite de oliva extravirgem e tipo único aos óleos de canola e de soja submetidos a processos térmicos, simulando o uso tradicional na culinária. Os resultados desse estudo poderão contribuir na melhoria das condições de preparo por parte da população, servindo de base para futuros estudos na área nutracêutica e alimentícia.

## Material e Métodos

### Amostras e desenho experimental

No presente estudo foram avaliadas 12 amostras de azeite de oliva e óleos vegetais comumente utilizados pela população. As amostras foram submetidas a crescentes condições de temperatura, definidas de acordo com a prática utilizada na culinária e estudos prévios (PENZ, 2010; NOGUEIRA-DE-ALMEIDA et al., 2015).

Foram utilizadas três diferentes marcas para cada amostra, sendo: azeite de oliva extravirgem (AOE), azeite de oliva tipo único (AOU), óleo de canola (OC) e óleo de soja (OS). As amostras foram adquiridas em supermercados da região de Caxias do Sul RS. Para a seleção, o critério utilizado foi o lote mais atual e disponível no mercado. Para obter esta informação, a gerência do supermercado disponibilizou um levantamento

com as marcas mais compradas pela população. Foram realizadas análises prévias visando verificar se as amostras atendiam aos parâmetros físico-químicos indicados na legislação para denominação AOE e AOU. Dessa forma, foram excluídas amostras fora dos critérios do INMETRO, ou seja, que possuíam índice de acidez maior que 1,0 % ou índice de peroxidação acima de 20 meq/kg.

As análises foram realizadas no laboratório de Bromatologia da Universidade de Caxias do Sul (UCS). As amostras foram submetidas a diferentes tratamentos térmicos, sendo: temperatura ambiente (TA) ( $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ), 40, 70, 120 e 180 °C, em uma panela sem tampa durante 10 minutos, e após resfriamento espontâneo, foram submetidas às análises.

### Análise da rancidez hidrolítica

O índice de acidez dos óleos foi determinado segundo metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Essa determinação quantifica o teor de ácidos graxos livres presentes nos óleos. O procedimento se deu pela pesagem de 2 g de cada amostra em frasco de Erlenmeyer, após adicionou-se 25 ml de solução éter-álcool, uma gota de fenolftaleína, posteriormente titulou-se a solução de hidróxido de sódio 0,1 M até o aparecimento da coloração rosa, a qual se manteve por 30 segundos. Os resultados foram expressos em Índice de acidez (mg KOH/g ou em % ácido oléico). Para comparação dos resultados encontrados referente à acidez de cada amostra, utilizou-se a RDC N° 270 (BRASIL, 2005), que estabelece os padrões mínimos de qualidade dos óleos e gorduras vegetais.

### Análise da rancidez oxidativa

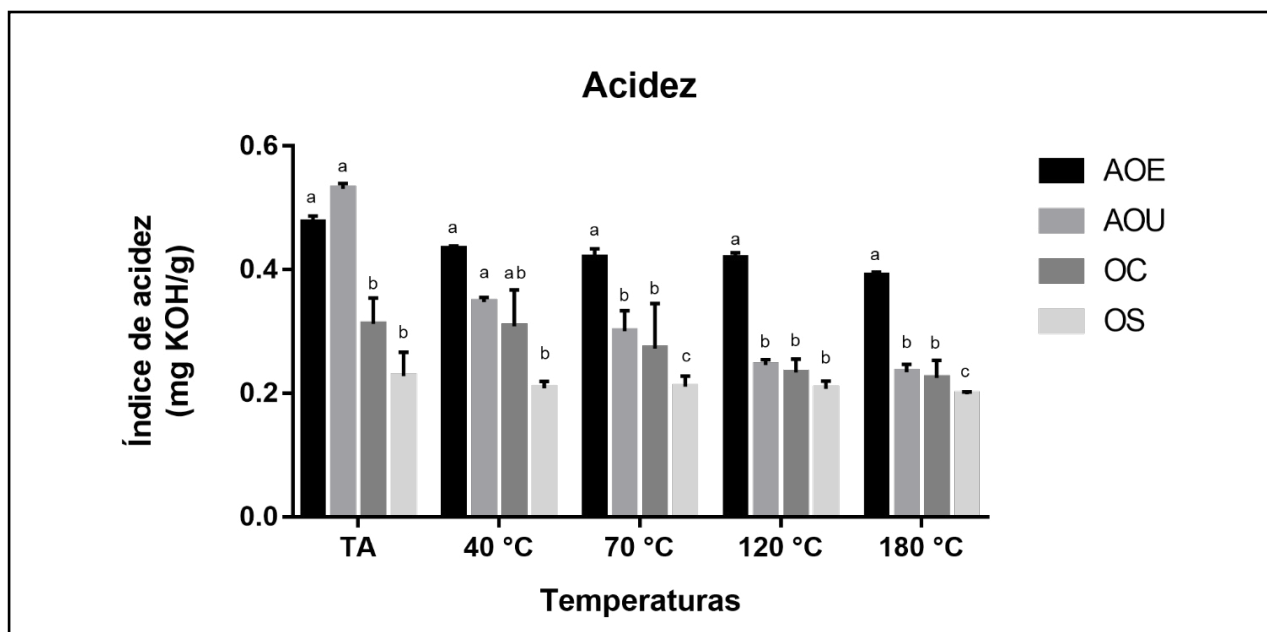
Para determinar o índice de oxidação foi realizada a metodologia de TBARS (PAPASTERGIADIS et al., 2012), que consiste na reação do ácido tiobarbitúrico (TBA), aonde o TBA reage com o MDA (malondialdeído) em alta temperatura formando complexos da cor vermelha. Primeiramente pesou-se 0,5 g de óleo em falcon com as amostras de cada óleo. Posteriormente acrescentou-se em todas as amostras um 1 ml de água destilada, em seguida e agitado no vórtex por 2 minutos, após foi coletado com uma pipeta a fase aquosa, e transferida para outro tubo. Esse processo foi repetido três vezes. Ao final dessa etapa coletou-se 2,5 ml do extrato aquoso e acrescentado 2,5 ml de solução TBA. Em seguida todos os tubos foram levados para o banho-maria na temperatura de 90 °C e mantidos por 30 minutos. Para expressão dos resultados, uma curva padrão foi preparada utilizando TEP ( $\geq 96\%$ ; Sigma Aldrich, Brasil) em TCA 7,5% nas concentrações de 0,6 a 6  $\mu\text{M}$ . O critério de aceitação da curva de calibração foi  $R^2 > 0.98$ . Passados os 30 minutos, esperaram-se as amostras esfriarem e foram realizadas leituras em espectrofotômetro a 532 nm, os resultados foram expressos em  $\mu\text{M}$  MDA/kg amostra.

### Análise estatística

Os dados foram analisados através do programa *Statistical Package for Social Sciences*, versão 22.0 (SPSS Inc, Chicago, IL). Os resultados estão expressos em média e desvio padrão de três testes independentes para cada análise. As variáveis foram testadas quanto à normalidade pelo teste de Shapiro Wilks. Comparações intra e entre os grupos foram calculadas pela análise de variância ANOVA e teste de Tukey (5%). Para verificar a associação entre as variáveis utilizou-se a análise de correlação de Pearson. Os resultados foram considerados estatisticamente significativos se  $p < 0,05$ .

### Resultados e Discussões

Os resultados da rancidez hidrolítica e oxidativa analisados em cada amostra estão apresentados nas Figuras 1 a 4. Em relação ao índice de acidez, que reflete a disponibilidade de ácidos graxos livres, observou-se diferença estatística significativa entre as amostras, entretanto todos se mantiveram de acordo com o preconizado pela legislação (Figura 1).

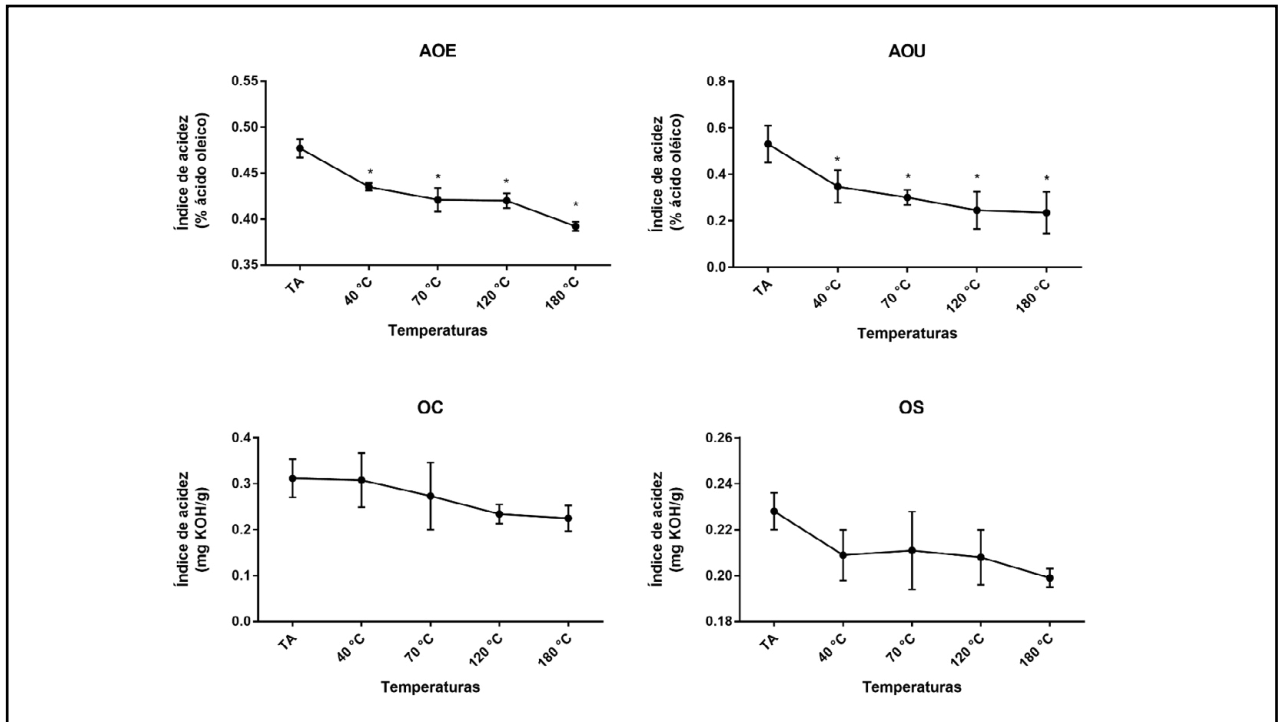
**Figura 1:** Rancidez hidrolítica de amostras de azeites e óleos vegetais submetidos a diferentes tratamentos térmicos.

Legenda: AOE (azeite de oliva extra virgem); AOU (azeite de oliva tipo único); OC (óleo de canola) e OS (óleo de soja). Diferentes letras indicam diferença estatística entre as amostras analisadas para cada condição de temperatura. Análise de variância ANOVA e pós-teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Fonte: Autor (2021).

Não foram observadas diferenças significativas entre os azeites de oliva extravirgem e tipo único à TA ( $0,477 \pm 0,010$  e  $0,531 \pm 0,080$  mg KOH/g, respectivamente), nem entre os óleos de canola ( $0,312 \pm 0,042$  mg KOH/g) e de soja ( $0,228 \pm 0,008$  mg KOH/g) à mesma temperatura. O índice de acidez dos azeites também foi estatisticamente igual às temperaturas de 40 °C. À 70 °C o AOU apresentou teores semelhantes ao OC ( $0,301 \pm 0,033$  e  $0,273 \pm 0,073$  mg KOH/g respectivamente). O AOU apresentou índice de acidez estatisticamente similar ao OS quando aquecido a 120 °C ( $0,246 \pm 0,080$  e  $0,208 \pm 0,012$  mg KOH/g, respectivamente). Nessa temperatura, as amostras AOU, OC e OS apresentaram um comportamento similar, tendo sido observada uma redução de cerca de 15 % da acidez em comparação ao AOE (Figura 1).

No AOE foi encontrada uma variação de 8,5 % no índice de acidez após processo térmico (40 até 180 °C), enquanto que para o AOU essa variação foi de 30 % nas mesmas temperaturas (Figura 2). Com relação aos óleos, não foi observada alteração significativa no índice de acidez quando estes foram submetidos ao tratamento térmico (40 até 180 °C; Figura 2). As diferenças no grau de acidez dos azeites sob tratamento térmico, encontradas no presente estudo, divergiram do estudo de CASAL et al. (2010), os quais encontraram níveis de acidez semelhantes para azeites de oliva, independentemente de sua categoria, em condições de fritura (170 °C).

**Figura 2:** Curva de acidez de amostras de azeites e óleos vegetais submetidos a diferentes tratamentos térmicos.

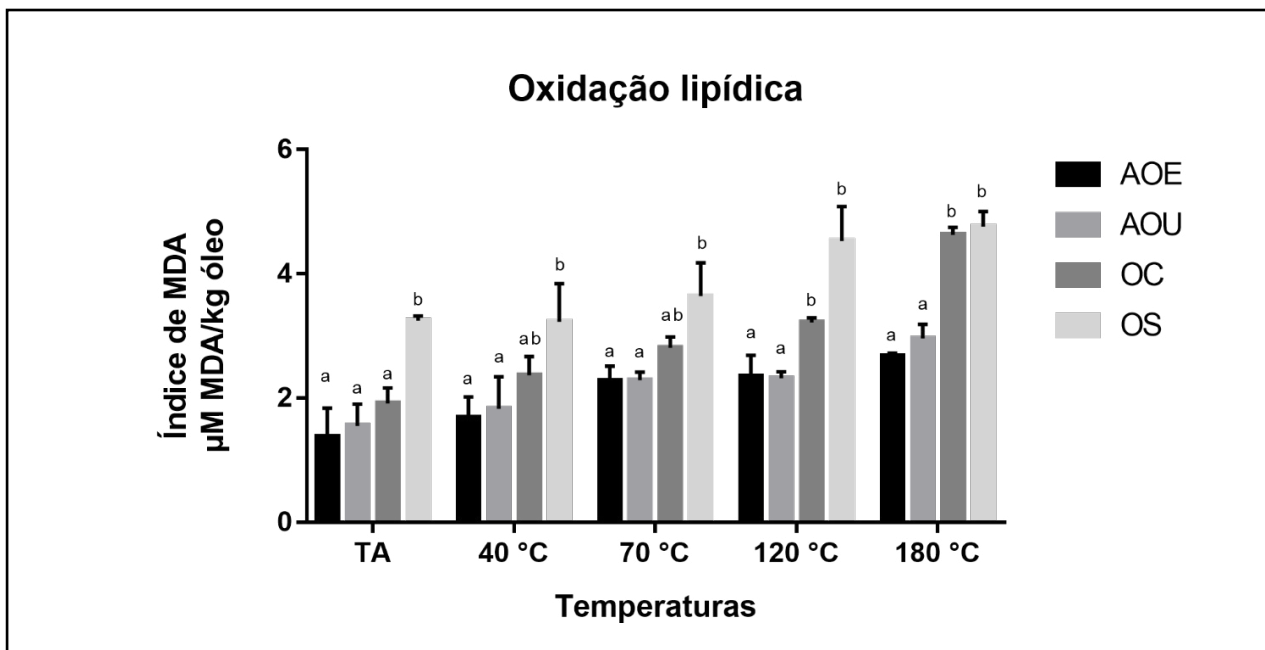


Legenda: AOE (azeite de oliva extra virgem); AOU (azeite de oliva tipo único); OC (óleo de canola) e OS (óleo de soja). \* indicam diferença estatística em relação à temperatura ambiente (basal). Análise de variância ANOVA e pós-teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).  
 Fonte: Autor (2021).

Os azeites avaliados nesse estudo, tanto extravirgem como tipo único, apresentaram maiores índices de acidez quando comparados aos óleos. Isso é atribuído ao seu processo de obtenção, no que se refere à forma como a azeitona foi extraída, a qualidade e maturação desta além da existência do processo de refino nesse último. Esses fatores são relatados pela sua capacidade de influenciar a disponibilidade dos ácidos graxos no azeite (FERREIRA, 2015). A redução no índice de acidez observada em todas as amostras pode ser explicada pela redução no conteúdo de ácidos graxos, principalmente os de cadeia curta e polares, que podem ser volatilizados durante o tratamento térmico, como observado em outros trabalhos (ZHANG et al., 2012; NO-GUEIRA-DE-ALMEIDA et al., 2015).

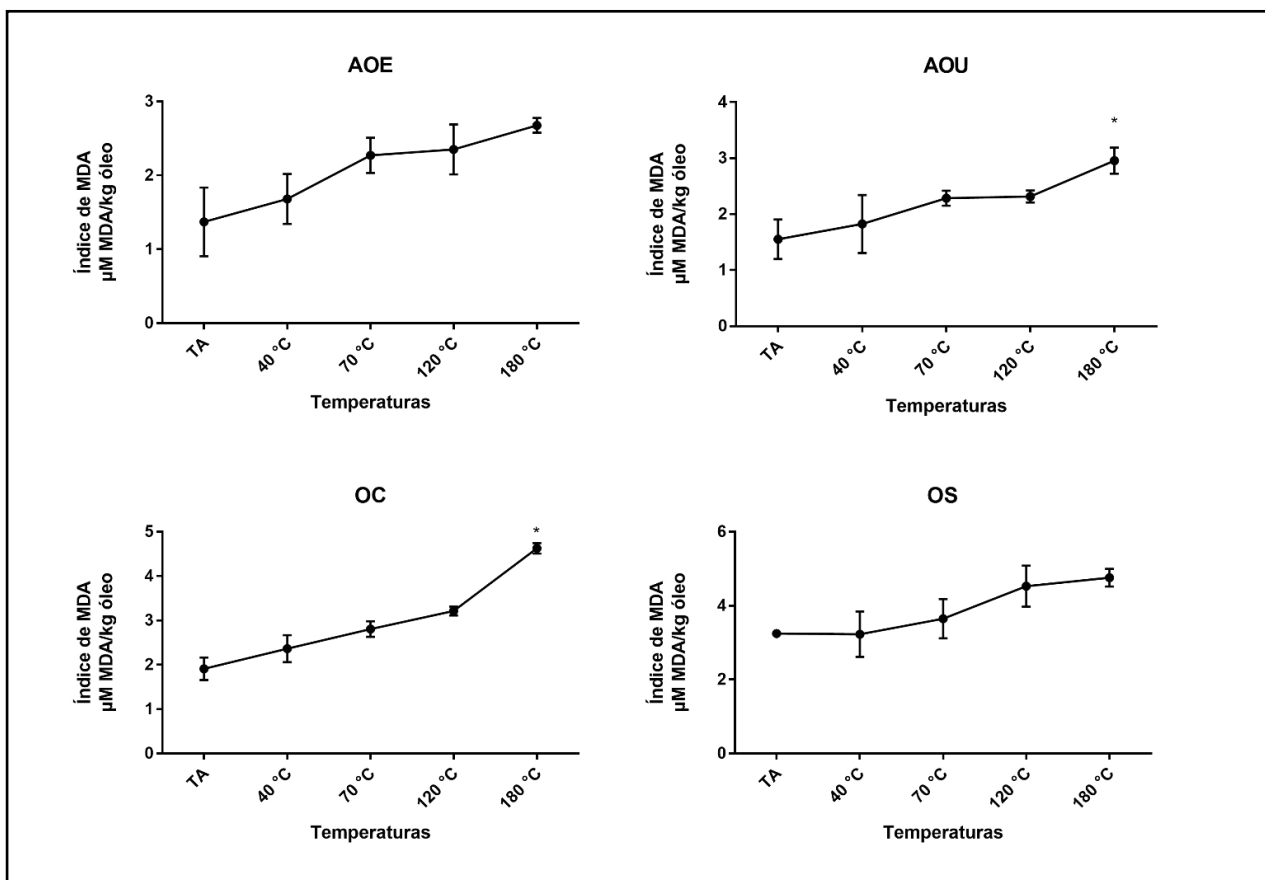
Como a rancificação hidrolítica pode influenciar a rancificação oxidativa, posteriormente quantificou-se esse parâmetro nas amostras (Figuras 3 e 4). Observou-se que à TA o OS apresentou quase o dobro dos níveis de MDA ( $3,245 \pm 0,100 \mu\text{M MDA/kg}$ ) com relação ao encontrado nas demais amostras como o OC ( $1,910 \pm 0,255 \mu\text{M MDA/kg}$ ), o AOU ( $1,550 \pm 0,354 \mu\text{M MDA/kg}$ ) e o AOE ( $1,370 \pm 0,467 \mu\text{M MDA/kg}$ ). Nas temperaturas de 40 e 70 °C o aumento médio foi de 65 e 50 %, respectivamente, em comparação ao AOE ( $1,975 \pm 0,459 \mu\text{M MDA/kg}$ ) e AOU ( $2,585 \pm 0,240 \mu\text{M MDA/kg}$ ). Nas temperaturas mais altas (120 e 180 °C) esse aumento foi em torno de 100 e 70 %, respectivamente, quando comparado aos azeites (média de  $2,512 \pm 0,219 \mu\text{M MDA/kg}$  para o extravirgem e de  $2,635 \pm 0,169 \mu\text{M MDA/kg}$  para o tipo único). Com relação ao OC, este apresentou um comportamento semelhante ao OS na temperatura mais alta testada ( $4,625 \pm 0,120$  e  $4,760 \pm 0,240 \mu\text{M MDA/kg}$ , respectivamente), não tendo sido observada diferença estatística significativa nessa condição ( $p=0,184$ ). Ainda em relação ao OC, este apresentou comportamento similar aos azeites de oliva à TA ( $p=0,065$ ), à 40 ( $p=0,077$ ) e à 70 °C ( $p=0,054$ ) (Figura 3). Com relação às curvas de peroxidação lipídica, observou-se diferença estatística decorrente do aquecimento para as amostras de OC e no AOU, os quais apresentaram uma variação de 140 e 270 % nos níveis de MDA entre a temperatura basal (inicial) até 180 °C (final), respectivamente (Figura 4). Resultados semelhantes aos do presente estudo foram descritos por CASAL et al. (2010), os quais reportaram que os óleos vegetais, apesar de conterem quantidades significativas de vitamina E, foram mais suscetíveis à oxidação sob condições de fritura quando comparado aos azeites de oliva, independentemente do tipo.

**Figura 3:** Rancidez oxidativa de amostras de azeites e óleos vegetais submetidos a diferentes tratamentos térmicos.



Legenda: AOE (azeite de oliva extra virgem); AOU (azeite de oliva tipo único); OC (óleo de canola) e OS (óleo de soja). Diferentes letras indicam diferença estatística entre as amostras analisadas para cada condição de temperatura. Análise de variância ANOVA e pós-teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Fonte: Autor (2021).

**Figura 4:** Curva de peroxidação lipídica de amostras de azeites e óleos vegetais submetidos a diferentes tratamentos térmicos.



Legenda: AOE (azeite de oliva extra virgem); AOU (azeite de oliva tipo único); OC (óleo de canola) e OS (óleo de soja). \* indicam diferença estatística em relação à temperatura ambiente (basal). Análise de variância ANOVA e pós-teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Fonte: Autor (2021).

É consenso na literatura que os óleos e azeites são ricos em ácidos graxos insaturados (AGI) como PU-FAS e MUFAS, alguns considerados essenciais para o organismo humano. O perfil de ácidos graxos dos óleos vegetais é o principal responsável pela sua suscetibilidade à oxidação, sendo que aqueles com maior grau de insaturação são os mais suscetíveis (LIU et al., 2002). A oxidação lipídica iniciada pelo oxigênio e acelerada pela exposição luminosa e/ou altas temperaturas (FIB, 2014), consiste em uma série de reações auto-catalíticas que resultam na produção de diversos compostos, tais como hidroperóxidos conjugados e aldeídos (CHOE; MIN, 2009). A geração de produtos termo-oxidados e polimerizados durante essas reações são capazes de alterar as características organolépticas do produto, uma vez que contribuem para a geração de *off flavours* que se desenvolvem durante a peroxidação lipídica (NOGUEIRA-DE-ALMEIDA et al., 2015). Dentre as amostras analisadas, o OS apresentou os maiores níveis de oxidação quando comparado aos azeites (AOE e AOU) em todas as temperaturas avaliadas, inclusive à temperatura ambiente. Esse resultado pode ser explicado pelo fato da composição deste óleo apresentar maior quantidade de PUFA (média de 7 g por porção) quando comparados aos azeites de oliva (média de 0,8 g por porção), tornando-o mais suscetível à oxidação acelerada pelo aquecimento, ou seja, possui mais substratos para o ataque das espécies reativas de oxigênio e consequente formação de radicais peróxil.

Com relação ao conteúdo de MUFAS descritos nos rótulos das amostras analisadas, observou-se que a média no OC é de 7,5 g por porção enquanto que nos azeites de oliva é de 9,3 g, mostrando uma certa similaridade na quantidade de monoinsaturados. Esse fato ajuda a explicar a ausência de diferença estatística nos níveis de oxidação em temperaturas intermediárias (TA até 70 °C) observados para AOE, AOU e OC, ou seja, é possível levantar a hipótese de que os MUFAS sejam uma alternativa secundária de oxidação a ser mobilizada tanto para o OC quanto para os azeites de oliva. Sendo assim, é possível que essa proteção esteja associada ao ácido oleico ( $\Delta^9$  18:1), principal representante do grupo MUFA nas amostras de OC, AOE e AOU (FIB, 2014; TOLENTINO et al., 2014). De fato, o ácido oleico tem sido apontado como o MUFA mais estável em reações de polimerização, observadas como consequência do aquecimento de óleos (BASTIDA; SÁNCHEZ-MUNIZ, 2001). Como a oxidação é considerada uma adição de um oxigênio ou a remoção de um hidrogênio ou elétrons, esse processo é ainda mais acelerado na presença de luz (FIB, 2014; REDA; CARNEIRO, 2007). Nesse sentido, o uso de embalagem transparente em óleos pode favorecer sua oxidação. De fato, observou-se que o processo de oxidação tende a ser mais acentuado nos óleos de canola e de soja, especialmente acima de 120 °C.

A preservação da estabilidade química do azeite de oliva frente à termoxidação foi avaliada no estudo de NOGUEIRA-DE-ALMEIDA et al., 2015. Os autores encontraram nesse estudo que não houve alteração significativa no índice de peróxidos, marcador de oxidação lipídica utilizado, em amostras aquecidas até 180 °C. Em outro estudo, PENZ (2010) descreveu que o perfil lipídico do azeite de oliva se mantém após tratamento térmico com relação ao seu conteúdo de PUFA, MUFA e gordura saturada. Adicionalmente a autora observou que o aquecimento não reduz os fitoesteróis, antioxidantes naturalmente presentes na oliva. Além dos fitoesteróis, os tocoferóis também são substâncias capazes de estabilizar a ação dos radicais livres (RODRIGUES et al., 2012). O azeite de oliva apresenta ainda altos teores de tirosol, hidroxitirosol e catecóis, moléculas antioxidantes com alto potencial redox, sendo o composto mais efetivo o hidroxitirosol (MARTINEZ et al., 2018). A preservação dessas moléculas nos azeites de oliva é favorecida pelo emprego de embalagens de vidro escuras, que minimiza os efeitos da oxidação.

O azeite de oliva, com seu alto teor de compostos fenólicos se torna um grande aliado no controle da geração das espécies reativas e do consequente estresse oxidativo (CASTELO-BRANCO; TORRES, 2011). Minimizar o estresse oxidativo é importante, em função da sua estabelecida relação com o desenvolvimento de doenças como o câncer, aterosclerose, diabetes, doenças cardiovasculares, síndromes metabólicas e obesidade (TAN et al., 2018). De fato, já foi mostrado que a presença do azeite de oliva na dieta contribui para a manutenção da saúde e consequente redução do risco de desenvolvimento de doenças com alta morbi/mortalidade (GRAÇA et al., 2013; BONACCIO et al., 2018). Embora os azeites de oliva tenham apresentado os melhores resultados com relação à rancidez oxidativa frente ao tratamento térmico, é importante levar em consideração outros aspectos, como por exemplo o teor de gorduras saturadas em sua composição. Diante disso é importante ressaltar o controle da sua ingestão dietética respeitando as recomendações diárias (DRI, 2005).



## Conclusões

Os dados aqui apresentados demonstram que os azeites de oliva (AOE e AOU) foram mais suscetíveis à rancificação hidrolítica (alteração na disponibilidade de ácidos graxos) quando submetidos aos tratamentos térmicos avaliados, em comparação aos óleos de canola e soja. No entanto, com relação à rancificação oxidativa, esses azeites apresentaram menor índice de peroxidação lipídica, demonstrando maior estabilidade durante o tratamento térmico avaliado, indicando que os mesmos podem ser usados em preparações aquecidas. A hipótese química para esse achado é de que, devido ao alto teor de ácidos graxos monoinsaturados e a presença de alfa-tocoferóis nos azeites, haja maior proteção antioxidante contra a formação de radicais peroxil, causadores da lipoperoxidação. Embora mais estudos sejam necessários, esses resultados poderão contribuir no conhecimento acerca dos processos culinários que modificam a estabilidade dos óleos comestíveis, gerando informações valiosas para profissionais da área de alimentos e para a população em geral.

## Referências

- BASTIDA S, SÁNCHEZ-MUNIZ FJ. Thermal oxidation of olive oil, sunflower oil and a mix of both oils during forty discontinuous domestic fryings of different foods. **Food Science and Technology**, 7(1):15-21, 2001.
- BOEREMA A *et al.* Soybean trade: balancing environmental and socio-economic impacts of an intercontinental market. **PLoS ONE**, 11(5): e0155222, 2016.
- BONACCIO M *et al.* Mediterranean diet and mortality in the elderly: a prospective cohort study and a meta-analysis. **British Journal of Nutrition**, 120(8):841-854, 2018.
- BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**: Resolução RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. Diário Oficial da União, Brasília. 23 de setembro de 2005.
- BRASIL. **Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior**: Relatório sobre análise de gordura e colesterol azeites de oliva e de dendê. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Inmetro [Internet]. 2010. Disponível em: URL: [http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/relatorio\\_azeite\\_final.pdf](http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/relatorio_azeite_final.pdf). Acesso em: 15 Nov 2018
- CASAL S *et al.* Olive oil stability under deep-frying conditions. **Food and Chemical Toxicology**, 48: 2972-2979, 2010.
- CASTELO-BRANCO VN, TORRES AG. Capacidade antioxidante total de óleos vegetais comestíveis: determinantes químicos e sua relação com a qualidade dos óleos. **Revista Nutrição**, 24(1):173-187, 2011.
- CHOE E, MIN DB. Mechanisms of antioxidants in the oxidation of foods. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 8(4):345-358, 2009.
- CORSINI MS, JORGE N. Estabilidade oxidativa de óleos vegetais utilizados em frituras de mandioca palito congelada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 26(1):27-32, 2006.
- DIETARY REFERENCE INTAKES. **Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids**. Washington, DC: The National Academies Press, 2005.
- FERREIRA MCM. **Aplicação de técnicas analíticas instrumentais e físico-químicas com quimioterapia para avaliação da qualidade e discriminação de óleos vegetais e azeites de oliva extra virgem**. 2015. Dissertação (Mestrado). Campo Mourão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.
- FOOD INGREDIENTS BRASIL. Canola: uma variação genética mundialmente apreciada. **Food Ingredients Brasil**. [internet]. 2012. Disponível em URL: <https://revista-fi.com.br/artigos/artigos-editoriais/canola-uma-variacao-genetica-mundialmente-apreciada>. Acesso em: 19 Nov 2018.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Os tipos e os efeitos da rancidez oxidativa em alimentos. **Food Ingredients Brasil** [Internet]. 2014 [citado em 19 Nov 2018]; 29:38-45. Disponível em URL: [http://revista-fi.com.br/upload\\_arquivos/201606/2016060396904001464897555.pdf](http://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060396904001464897555.pdf).

FREIRE MCM, MANCINI-FILHO J, FERREIRA TAPC. Principais alterações físico-químicas em óleos e gorduras submetidos ao processo de fritura por imersão: regulamentação e efeitos na saúde. **Revista Nutrição**, 26(3): 353-358, 2013.

FUENTES PHA. **Avaliação da qualidade de óleos de soja, canola, milho e girassol durante o armazenamento**. 2011. Dissertação (Mestrado). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina 2011.

GRAÇA P, MATEUS MP, LIMA RM. O conceito de dieta mediterrânea e a promoção da alimentação saudável nas escolas portuguesas. **Nutricias**, 19:06-09, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. São Paulo, 2008.

LIMA ES, COUTO, RD. Estrutura, metabolismo e funções fisiológicas da lipoproteína de alta densidade. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, 42(3): 69-178, 2006.

LIU Q, SINGH S, GREEN A. High-oleic and high-stearic cottonseed oils: nutritionally improved cooking oils developed using gene silencing. **Journal of the American College of Nutrition**, 21(sup3):205S-211S, 2002.

MARTÍNEZ L, ROS G, NIETO G. Hydroxytyrosol: health benefits and use as functional ingredient in meat. **Medicines (basel)**, 5(1). Pii:e13, 2018.

MILCIADES A *et al.* Características agronômicas e teor de óleo da canola em função da época de semeadura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 18(9):934-938, 2014.

NOGUEIRA-DE-ALMEIDA CA *et al.* Azeite de oliva e suas propriedades em preparações quentes: revisão da literatura. **International Journal of Nutrology**, 8(2):13-20, 2015.

OLIVEIRA MC *et al.* Características fenológicas e físicas e perfil de ácidos graxos em oliveiras no sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 47(1): 30-35, 2012.

PAPASTERGIADIS A *et al.* Malondialdehyde Measurement in oxidized foods: evaluation of the spectrophotometric thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) test in various foods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 60(38):9589-9594, 2012.

PENZ LR. **Estudo das alterações físico-químicas do azeite de oliva após tratamento térmico**. 2010 Dissertação (Mestrado). Lajeado: Centro Universitário Univates, 2010.

REDA SY, CARNEIRO PIB. Óleos e gorduras: aplicações e implicações. **Revista Analytica**, 27:60-67, 2007.

RIOS HCS, PEREIRA IRO, ABREU ES. Avaliação da oxidação de óleos, gorduras e azeites comestíveis em processo de fritura. **Revista Ciência & Saúde**, 6(2):118-126, 2013.

RODRIGUES M *et al.* Azeite e Saúde. **Nutricias**, 15:14-18, 2012.

SALES RL *et al.* Efeitos dos óleos de amendoim, açafrão e oliva na composição corporal, metabolismo energético, perfil lipídico e ingestão alimentar de indivíduos eutróficos normolipidêmicos. **Revista Nutrição**, 18(4): 499-511, 2005.

TAN BL *et al.* Antioxidant and oxidative stress: a mutual interplay in age-related diseases. **Frontiers in Pharmacology**, 9: 1162 2018.

THODE FS *et al.* Deterioração de óleos vegetais expostos a diferentes condições de armazenamento. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, 18:07-13, 2014.

TOLENTINO MC *et al.* Avaliação da estabilidade foto-oxidativa dos óleos de canola e de milho em presença de antioxidantes sintéticos. **Ciência Rural**, 44(4):728-733, 2014.



TOMM GO *et al.* Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul. Embrapa [Internet]. 2009 Disponível em: URL: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/852550/tecnologia-para-producao-de-canola-no-rio-grande-do-sul>. Acesso em: 14 Nov 2018.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE [Internet]. Agricultural Research Service. Beltsville: Nutrient Data Laboratory. 2002-2005. Disponível em: <https://www.ars.usda.gov/northeast-area/beltsville-md-bhnrc/beltsville-human-nutrition-research-center/nutrient-data-laboratory>. Acesso em: 19 Nov 2018.

ZAKIR MM, FREITAS IR. Benefícios à saúde humana do consumo de isoflavonas presentes em produtos derivados da soja. **Journal of Bioenergy and Food Science**, 02 (3): 107-116, 2015.

ZHANG Q *et al.* Chemical alterations taken place during deep-fat frying based on certain reaction products: A review. **Chemistry and Physics of Lipids**, 165: 662-681, 2012.