

Azeite de Oliva e suas propriedades em preparações quentes: revisão da literatura

Olive oil and its properties in hot preparations: literature review

¹ Carlos Alberto Nogueira-de-Almeida

² Durval Ribas Filho

³ Elza Daniel de Mello

⁴ Graziela Melz

⁵ Ane Cristina Fayão Almeida

¹ Mestre e Doutor em Pediatria pela USP, Professor na Universidade de Ribeirão Preto, Diretor do Departamento de Nutrologia Pediátrica da Associação Brasileira de Nutrologia.

² Mestre e Doutor em Medicina, Professor de Nutrologia da Faculdade de Medicina Fundação Padre Albino/FAMECA-SP, Presidente da Associação Brasileira de Nutrologia.

³ Médica Gastropediatra e Nutróloga. Professora Associada da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Membro do Departamento de Nutrologia da Sociedade Brasileira de Pediatria. Membro da Associação Brasileira de Nutrologia.

⁴ Acadêmica de Medicina na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

⁵ Nutricionista, doutoranda em saúde da criança e do adolescente pela FMRP-USP.

RESUMO

Introdução: O azeite de oliva é reconhecido devido a suas propriedades antioxidantes de forma a ser incorporado na culinária, contudo, a forma mais utilizada do azeite é na apresentação fria. O objetivo desse estudo foi verificar as modificações de propriedades do azeite de oliva após cozimento e fritura.

Métodos: Pesquisa ativa de artigos nas bases científicas nacionais e internacionais, cobrindo os anos de 1990 a 2015. **Resultados:** O azeite de oliva apresenta discretas perdas das propriedades antioxidantes e mudanças pequenas no perfil lipídico após o aquecimento em temperaturas elevadas, contudo apresenta grande estabilidade comparada a demais tipos de óleos, praticamente não levando à formação de compostos tóxicos. **Conclusão:** Pode-se utilizar azeite de oliva em preparações aquecidas, pois são preservadas boa parte de suas características benéficas e, após aquecimento, as mesmas mantêm-se superiores aos demais óleos.

Descritores: Óleos vegetais; Azeite de oliva; Gorduras.

ABSTRACT

Introduction: Olive oil is recognized due to its anti-oxidant properties in order to be incorporated in cooking, but the most used form of oil is in the cold presentation. The aim of this study was to investigate the changes in the olive oil properties after cooking and frying. **Methods:** Active Research articles in national and international scientific basis, covering the years 1990-2015. **Results:** Olive oil shows discrete loss of antioxidants and lipid changes in properties after heating at high temperatures, but had greater stability compared to other types of oils, hardly leading to the formation of toxic compounds. **Conclusion:** We could use olive oil in heated preparation because it preserves much of its beneficial characteristics and, after heating, its beneficial properties remains superior to other oils.

Key-words: Plant oils; Olive oil; Fats.

INTRODUÇÃO

O azeite de oliva (AO) tem sido utilizado na culinária desde pelo menos 3.000 a.C¹ devido às suas propriedades culinárias, como odor e sabor característicos. No Brasil, é definido como um produto obtido dos frutos da oliveira *Olea europaea* L., sendo excluídos os óleos obtidos através de processos de reesterificação ou solventes e qualquer mistura de outros óleos².

A dieta do mediterrâneo tem sido reconhecida pela ciência, desde os anos 60, como fator protetor de doenças, como câncer, demência, asma, infarto agudo do miocárdio e acidente vascular cerebral³. As características principais dessa dieta são: razão elevada entre gordura monoinsaturada/saturada; uso moderado de vinho; alto consumo de legumes, cereais, grãos, frutas e verduras; baixo consumo de carne vermelha; elevada ingestão de peixe; e uso moderado de leite e derivados⁴. Nesse contexto, o AO tem sido reconhecido devido a seus efeitos antioxidantes, pois tem uma grande quantidade de ácidos graxos monoinsaturados (MUFAs), como o ácido oleico, o qual atua no controle do colesterol e auxilia na diminuição do low density lipoprotein cholesterol (LDL-C)^{5,6}. De acordo com a Segunda Conferência Internacional sobre azeite de oliva e saúde⁷, os principais benefícios cientificamente reconhecidos sobre esse alimento, são: redução do LDL-C, aumento da razão high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C)/LDL-C; redução da oxidabilidade do LDL-C; melhora do metabolismo da glicose, do controle da pressão arterial e da função endotelial; promoção de ambiente anti-trombótico (redução da agregação plaquetária, da produção de tromboxane B₂, do fator de Von Willebrand, do fator tissular, do inibidor da via do fator tissular, do PAI-1, do fator VII e do fator XII); efeitos favoráveis contra a obesidade; menor ativação do NF-KB tanto em jejum como no estado pós prandial; redução do declínio cognitivo relacionado à idade e à doença de Alzheimer.

Ainda, é sabido que a Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular faz uma recomendação dietética quanto à ingestão de ácido graxo monoinsaturado que deve ser até 20% do consumo energético diário da dieta⁸.

No Brasil, o consumo per capita de AO é baixo, cerca de 200 mililitros por ano. Para efeito de comparação, na Grécia ele passa de 20 litros, na Espanha e na Itália é de 12 litros e, em Portugal, 7 litros⁹. O Brasil está posicionado entre os 10 maiores consumidores mundiais¹⁰, mas, considerando-se a gama de benefícios com reconhecimento científico

e o baixo consumo per capita⁹, seria desejável o incremento da utilização do AO.

Uma das possíveis razões para esse baixo consumo refere-se à combinação do preço elevado, quando comparado a outros óleos vegetais, e à ideia de que seu uso deva se restringir à finalização de pratos culinários, ou seja, na forma fria. Muitos também desconhecem os benefícios do AO para a saúde, dando assim, pouca importância a este alimento. Ainda existe, de fato, a crença de que, uma vez aquecido, o AO perde suas propriedades benéficas à saúde e até mesmo formaria substâncias tóxicas⁶.

Assim, a presente revisão tem por objetivo rever os benefícios com reconhecimento técnico desse produto e levantar, na Literatura Científica, o que efetivamente ocorre quando é utilizado em preparações quentes, como fritura e cozimento.

Metodologia

O presente trabalho faz uma revisão de literatura. Os estudos foram selecionados por meio de uma busca eletrônica nas bases de dados Pubmed, Scielo, Lilacs e Scopus, utilizando os descritores “óleos vegetais” (plant oils), “azeite de oliva” (olive oil), “gorduras” (fats). A busca limitou-se aos artigos, dissertações e teses relevantes, escritos em português, inglês e espanhol, que versavam sobre os efeitos do aquecimento nas propriedades físico-químicas do azeite de oliva e sua relação com a saúde humana e que compreendiam o período de 1990 a 2015.

Não foram incluídos artigos que apresentavam dados referentes a modelos animais e não disponíveis na íntegra. Os artigos do presente estudo foram selecionados a partir de títulos e resumos completos.

Resultados

Um total de 189 artigos foram identificados nas bases de dados usando os descritores citados. Foram elegíveis 10, nos quais houve discussão sobre a temática e estiveram de acordo com os critérios de inclusão estabelecidos.

Sobre o AO:

- Perfil de ácidos graxos

Como comentado anteriormente, o AO é rico em ácidos graxos monoinsaturados, como o ácido oleico, e baixo em saturados. Essa propriedade ajuda a reduzir o “colesterol ruim” (LDL-C) no sangue, sem afetar o nível de “colesterol bom” (HDL-C), permitindo o equilíbrio entre os dois tipos no organismo⁶.

A composição química do produto apresenta a presença de hidrocarbonetos (esqualeno), o que favorece a excreção de toxinas e a saúde celular. Possui esteróis (β -sitosterol), que além de reduzir o colesterol ajudam a prevenir e combater o câncer (próstata, cólon, mama)⁶.

- Presença de antioxidantes

Os compostos fenólicos do azeite têm mostrado propriedades antioxidantes mais elevadas do que a da vitamina E nos lipídeos e na oxidação do DNA in vitro e ex vivo. Eles também são capazes de prevenir a disfunção endotelial, diminuindo a expressão de moléculas de adesão celular e aumentando a produção de óxido nítrico. Além disso, os compostos fenólicos do AO inibem a agregação de plaquetas e melhoraram a transcrição do RNAm da enzima antioxidante glutationaperoxidase. Outras atividades potenciais incluem a atividade quimiopreventiva antiinflamatória e o retardo da progressão da aterosclerose¹¹.

Cerca de 80 % ou mais dos compostos fenólicos do AO são perdidos no processo de refino, assim, o seu teor é mais elevado em AO virgem. Os principais compostos fenólicos no AO são: fenóis simples (hidroxitirosol, tirosol) e polifenóis (oleuropeína glucósido)¹¹.

- Efeitos do aquecimento

O óleo pode ser aquecido de diversas formas, mas o processo mais comum é a fritura, a qual leva a múltiplas reações químicas, gerando compostos químicos, em sua grande maioria não-voláteis, ou seja, que permanecem no azeite, afetando apenas suas propriedades físicas¹². Estas alterações nas propriedades físicas dos óleos e gorduras são utilizadas como indicadores da deterioração química do meio de fritura. A qualidade dos alimentos cozinhados por este método é dependente das condições de fritura, assim como da temperatura do meio de fritura, do tempo de fritura, da dimensão e tipo de alimento, do volume e tipo de óleo utilizados¹². Vale ressaltar que a formação de aldeídos e compostos voláteis durante a fritura depende principalmente da temperatura do óleo. A tendência de formação de voláteis também depende da composição de ácidos graxos¹².

A composição química inicial do óleo e as suas propriedades físicas também têm influência no processo de fritura. Usualmente, podem ser utilizados vários óleos para fritar, como óleo de

palma, óleo de milho, óleo de soja e óleo de girassol. Uma vez que o meio de fritura deve ser pobre em ácidos graxos livres (AGL) e em compostos polares, o azeite virgem extra (AOE) é uma boa opção para o processo de fritura¹². Neste contexto, é importante lembrar as principais reações que ocorrem durante a fritura, as quais estão descritas abaixo:

- Degradação química

Durante a fritura, as altas temperaturas usadas, na presença de oxigênio e água - da atmosfera e do alimento), induzem importantes alterações químicas, sendo que esta degradação se torna maior quando o óleo é reutilizado¹². Isto se deve principalmente a três fatores: a mistura com o alimento, que pode causar hidrólise com a formação de AGL; o oxigênio que está na superfície do óleo durante a fritura - alteração oxidativa- e as altas temperaturas que são atingidas¹². Portanto, O reaquecimento do óleo não é recomendado pois poderá conter altas quantidades de ácidos graxos livres e conseqüentemente diminuirá drasticamente o ponto de fumaça original, o que resultará em mais altas emissões de voláteis em baixas temperaturas¹².

O tipo e a qualidade do óleo, as propriedades do alimento, e a razão alimento/óleo são fatores que influenciam estas reações de degradação dos óleos durante a fritura. Estas reações reduzem inevitavelmente o tempo de vida útil dos óleos e afetam diretamente a qualidade final do produto¹².

- Hidrólise

A umidade e a temperatura, que fazem parte da operação de fritura, levam à reação de hidrólise, produzindo diacilgliceróis (DAG) e AGL a partir dos triacilgliceróis (TAG). Os diacilgliceróis formados podem ainda ser hidrolisados em monoacilgliceróis (MAG) e estes em glicerol e AGL. A principal consequência desta reação é o aumento da acidez¹².

Os AGLs são muito reativos e com características de sabor e cheiro muito acentuadas quando são de cadeia curta. Contudo, grande parte deles são volatilizados e removidos do óleo pelo vapor gerado na fritura¹².

- Oxidação

O aquecimento na presença de oxigênio causa a conversão parcial de óleos e gorduras em compostos voláteis, derivados da oxidação e substâncias diméricas, poliméricas e cíclicas. Cada óleo vegetal tem a sua estabilidade contra

a oxidação, dependendo da composição em AGL, particularmente do grau de insaturação, e dos conteúdos e composição dos componentes menores, tais como tocoferóis, certos esteróis, hidrocarbonetos, carotenóides e polifenóis¹².

O estado de oxidação é um indicador da qualidade e tempo de vida útil dos óleos; este pode ser avaliado utilizando várias técnicas analíticas, dependendo da complexidade das reações químicas envolvidas na oxidação e da diversidade de compostos produzidos¹².

As técnicas mais utilizadas incluem métodos analíticos, de análise instrumental, e testes indiretos. Os métodos analíticos estudam a quantidade e composição dos compostos primários (Hidroperóxidos e dienos conjugados) e secundários de oxidação (aldeídos, cetonas, álcoois e hidrocarbonetos), as outras técnicas avaliam a perda de ácidos graxos insaturados, vitaminas e antioxidantes normalmente presentes nos óleos¹².

O ranço causado pela oxidação ou auto oxidação não pode ser parado por diminuição da temperatura de armazenamento. A degradação térmica dos lipídeos conduz também à formação dos produtos de elevada massa molecular, tal como os compostos polares e os triacilgliceróis poliméricos¹².

A formação de compostos polares está relacionada fortemente com as etapas preliminares e secundárias da oxidação e o teor destes compostos nos óleos que foram utilizados no processo de fritura tem sido usado como parâmetro de avaliação de qualidade. O valor de 25% (m/m) tem sido o máximo legal permitido nos óleos utilizados para a fritura¹².

- Degradação física

A exposição a fatores como a luz, temperatura, presença de água e oxigênio leva também a alterações físicas: a cor escurece, a viscosidade aumenta e aparece algum fumo¹².

Daskalaki e cols.¹³ verificaram que à temperatura de 180° C (temperatura de fritura) havia 60% de redução nos derivados hidroxitrisol após 30 minutos. A 100° C por 2 horas, apenas perdas inferiores a 20% dos compostos fenólicos. Amati e cols.¹⁴ também observaram degradação parcial de compostos fenólicos, mas apenas a 180° C. Sánchez-Gimeno e cols.¹⁵, ao compararem o comportamento do AO com óleo de girassol, concluíram que, durante a fritura, o azeite apresentou maior estabilidade ao processo oxidativo e manteve rica sua composição de ácido oleico. Sánchez-Muniz¹⁶ consideram em

revisão feita para o livro "Olive oil and Health", que o AO é o mais adequado para fritura por ser mais resistente à oxidação térmica.

Sacchi e cols.⁵ observaram que o aquecimento do AO praticamente não leva à formação de produtos tóxicos, como a acrilamida e, mesmo sendo essa possibilidade considerada, as próprias substâncias antioxidantes presentes no AO inibem sua formação.

Santos e cols.¹⁷ afirmam que, mesmo reconhecendo-se eventuais perdas de propriedades antioxidantes, o AO ainda é o óleo de uso doméstico com maior estabilidade. Ressaltam que é importante que não seja exposto a temperaturas excessivas, acima de 180° C especialmente por longos períodos, o que poderia elevar a perda de suas propriedades.

Allouche e cols.¹⁸ comentam em seu estudo que os tocoferóis e polifenóis foram os mais afetados pelo tratamento de aquecimento e se mostraram com maior degradação. Já o ácido oleico, o mais abundante ácido graxo no azeite de oliva, não se mudou com o tempo de aquecimento.

Penz¹⁹, em 2010, fez importante revisão sobre os efeitos do aquecimento do AO, além de ensaios clínicos. Relatou que o perfil lipídico do AO pouco se altera após tratamento térmico (**Tabela 1**). Além disso, o aquecimento não levou a perda dos fitosteróis após seu aquecimento, ocorrendo inclusive elevação de seus níveis. Esse fato pode ser devido ao aumento da solubilidade desses compostos com a elevação da temperatura (**Tabela 2**). A **tabela 3** mostra os índices de redução de peróxidos no aquecimento, na manutenção e no final. A legislação brasileira estabelece, como critério de qualidade, um máximo de 20 meq/kg de índice de peróxidos para o AOE. Com relação ao índice de acidez, não foi observada modificação após o aquecimento (**Tabela 4**).

Dobarganes²⁰ verificou que, quando comparado aos outros óleos habitualmente utilizados (girassol, soja e palma), o AO se destaca como aquele que mantém maior estabilidade, com menor formação de compostos polares totais após cinco horas de termoxidação e após 15 frituras (**Tabela 5**). Após esta revisão, o autor²⁰ considera que na versão crua, o azeite é a melhor escolha, especialmente por suas características organolépticas. E na versão fritura, também é a melhor opção, devido à sua estabilidade.

Carapinha, em 2012²¹, comparou dois tipos de AO, o AOE e o "azeite" (mistura de azeite refinado com azeite virgem), quando submetidos ao aquecimento e a ciclos de fritura durante alguns dias. Os testes de fritura e aquecimento foram realizados

por período bastante superior ao realizado no dia-dia da dona de casa, mesmo assim, foi possível observar alguns aspectos relevantes. Foram conduzidas análises químicas para determinar a evolução da degradação do AO e AOE: a acidez, o teor de Compostos Polares, o índice de Peróxidos, o índice de p- anisidina, a absorvência no ultravioleta e a composição em ácidos gordos, assim como a determinação da viscosidade.

Em relação à viscosidade, esta aumentou com o tempo de aquecimento, de forma não linear em ambos os azeites, sendo este aumento mais marcado no AOE após cerca de 27h de aquecimento. No ensaio de fritura foi também evidente o aumento da viscosidade com o tempo de aquecimento. Contudo, este aumento é menos acentuado do que o observado nos ensaios só de aquecimento²¹.

Tal como esperado, houve aumento da acidez (expressa em percentagem de ácido oleico livre) para ambos os azeites, tanto ao longo dos ensaios de aquecimento como dos de aquecimento com ciclos de fritura²¹.

A oxidação dos lipídeos consiste numa série de reações autocatalíticas que produzem inúmeros compostos²². Os primeiros compostos a formarem-se são os hidroperóxidos conjugados estando a sua formação relacionada com a susceptibilidade à oxidação dos ácidos graxos e com os níveis de antioxidantes presentes na gordura.

Segundo o Conselho Oleícola Internacional¹⁰, os valores máximos de absorvência para o AOE são 2,5 (k232) e 0,22 (k270), sendo 232nm relacionada com a formação de ácidos graxos poli-insaturados e 270nm indicativo de presença de produtos primários e secundários de oxidação. Em um estudo²¹ verificou-se um aumento de K232 E k270 ao longo do tempo de aquecimento dos azeites avaliados. Este aumento foi mais acentuado no “azeite” do que no AOE. Este fato pode dever-se à presença de uma quantidade maior de antioxidantes no AOE.

A presença de antioxidantes naturais no AOE pode explicar a sua maior estabilidade à termoxidação. Nos ensaios apenas de aquecimento a temperatura constante, cerca de 180°C, pode ter levado a uma destruição de compostos de oxidação secundária, diminuindo o poder antioxidante²¹.

Estudo²³ demonstrou que o consumo excessivo de alimentos fritos representa riscos à saúde. Óleos aquecidos por longos períodos, sob temperaturas extremamente elevadas, podem apresentar uma composição resultante de até 50%

de compostos polares. Estes são produtos da degradação dos triglicerídeos (polímeros, dímeros, ácidos graxos livres e ácidos graxos oxidados)²³. Para um AO ser colocado neste critério, do ponto de vista legislativo, deve ter um teor de compostos polares que não ultrapasse 25%. Este método é reconhecido mundialmente como o método mais fidedigno para avaliar a deterioração dos óleos durante o aquecimento e a fritura, sendo considerado que o aumento do teor de compostos polares é proporcional à perda de qualidade do AO e de óleos.

Os antioxidantes constituintes do AOE são praticamente eliminados quando o “azeite lampante” é submetido à operação de refinação para depois poder ser misturado com azeite virgem na preparação do lote comercial designado por “azeite”. Se os valores de compostos polares forem comparados, principal critério de avaliação de qualidade dos azeites, com a viscosidade dos resultados obtidos no ensaio de aquecimento no estudo de Carapinha²¹, pode-se afirmar que a viscosidade é um bom indicador do nível de deterioração dos azeites sujeitos a aquecimento e fritura.

Conclusão

Com base na revisão realizada, pode-se concluir que o azeite de AOE é o óleo mais adequado para uso na forma crua, devido ao melhor perfil de ácidos graxos e à presença de antioxidantes. Mesmo após aquecimento em condições de uso doméstico, ele não sofre mudanças significativas em seu perfil de ácidos graxos. Em especial, cabe salientar que praticamente não ocorre formação de ácidos graxos trans ou de ácidos graxos saturados.

Após aquecimento em condições de uso doméstico, não se observa a formação de substâncias tóxicas e o AOE mantém cerca de 80% das substâncias antioxidantes. Observa-se que AOE tem maior estabilidade oxidativa do que o AO, tanto em ensaios de aquecimento como de fritura, sendo que esse fato pode ser explicado pela maior quantidade de antioxidantes naturais no AOE, uma vez que esses compostos são parcialmente eliminados no processo de refino para desodorização.

REFERENCES

1. Wikipédia. Azeite Portugal 2012 [cited 2015 Jun 26].
2. Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal, Resolução RDC nº 270 (2005).

3. Rees K, Hartley L, Flowers N, Clarke A, Hooper L, Thoroughgood M. et al. Mediterranean dietary pattern for the primary prevention of cardiovascular disease. The Cochrane database of systematic reviews. 2013;8:CD009825.
4. Escrich E, Moral R, Solanas M. Olive oil, an essential component of the Mediterranean diet, and breast cancer. *Public Health Nutrition*. 2011;14 (Special Issue 12A):2323-32.
5. Sacchi R, Paduano A, Savarese M, Vitaglione P, Fogliano V. Extra Virgin Olive Oil: From Composition to "Molecular Gastronomy". In: Zappia V, Panico S, Russo GL, Budillon A, Della Ragione F, editors. *Advances in Nutrition and Cancer. Cancer Treatment and Research*. 159: Springer Berlin Heidelberg; 2014; 325-38.
6. Dutra LB, Duarte MS, Souza EC. Tendency of the olive oil consumers profile. *Rev Inst Adolfo Lutz*. 2013; 72(4):322-6.
7. López-Miranda J, Pérez-Jiménez F, Ros E, De Caterina R, Badimón L, Covas MI, et al. Olive oil and health: Summary of the II international conference on olive oil and health consensus report, Jaén and Córdoba (Spain) 2008. *Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases: NMCD*. 2010;20(4):284-94.
8. Santos RD, Gagliardi ACM, Xavier HT, Magnoni CD, Cassani R, Lottenberg AMP, et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz sobre o consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular. *Arq Bras Cardiol*. 2013;100 (1Supl.3):1-40.
9. EMBRAPA. Embrapa Clima Temperado. Cultivo de oliveira (*Olea europaea* L.). [cited 2015 Jun 25]. Available from: [http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/sistemas/sistema16_novo/11_mercados_e_comercializacao.htm].
10. Oliva.Org. Conhecendo melhor o azeite de oliva: Associação Brasileira de Produtores, Importadores e Comerciantes de Azeite de Oliveira; 2011 [cited 2014 Mar 07].
11. Fito M, de la Torre R, Farre-Albaladejo M, Khymenetz O, Marrugat J, Covas MI. Bioavailability and antioxidant effects of olive oil phenolic compounds in humans: a review. *Annali dell'Istituto superiore di sanita*. 2007;43(4):375-81.
12. Katragadda HR, Fullana A, Sidhu S, Carnonell-Barrachina A. Emissions of volatile aldehydes from heated cooking oils. *Food chemistry*. 2010; 120: 59-65.
13. Daskalaki D. Evaluation of phenolic compounds degradation in virgin olive oil during storage and heating. *Journal of Food and Nutrition Research*. 2009;48(1):11.
14. Amati L, Campanella L, Dragone R, Nuccilli A, Tomassetti M, Vecchio S. New Investigation of the Isothermal Oxidation of Extra Virgin Olive Oil: Determination of Free Radicals, Total Polyphenols, Total Antioxidant Capacity, and Kinetic Data. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2008;56(18):8287-95.
15. Sánchez-Gimeno AC, Negueruela AI, Benito M, Vercet A, Oria R. Some physical changes in Bajo Aragón extra virgin olive oil during the frying process. *Food chemistry*. 2008;110(3):654-8.
16. Sánchez-Muniz S. Effect of frying and thermal oxidation on olive oil and food quality. In: Quiles JLR-T, Yaqqo P. *Olive oil and health*. Madri, Spain 2006; 74-108.
17. Santos CSP, Cruz R, Cunha SC, Casal S. Effect of cooking on olive oil quality attributes. *Food Research International*. 2013;54(2):2016-24.
18. Allouche Y, Jimenez A, Gaforio J, Uceda M, Beltran G. How Heating Affects Extra Virgin Olive Oil Quality Indices and Chemical Composition. *J. Agric. Food Chem*. 2007; 55:23.
19. Penz RL. Estudo das alterações físico-químicas do azeite de oliva após tratamento térmico. Lajeado.Univates, 2010.
20. Dobarganes MC. Comportamiento del aceite de oliva en la fritura de alimentos. *CICC 10*. 1992:10.
21. Carapinha PG. Utilização do azeite na fritura de alimentos. Lisboa, PT: Universidade Superior de Agronomia - Universidade Técnica de Lisboa; 2012.
22. Nunes CA, Souza VR, Corrêa SC, Silva MC, Bastos SC, Pinheiro AC. Heating on the volatile composition and sensory aspects of extra-virgin olive oil. *Ciênc. agrotec*. 2013; 37(6):566-72.
23. Orozco-Solano MI, Priego-Capote F, Luque de Castro MD. Analysis of esterified and nonesterified fatty acids in serum from obese individuals after intake of breakfasts prepared with oils heated at frying temperature. *Analytical and bioanalytical chemistry*. 2013;405(18):6117-29.

Recebido em 07/07/2015

Revisado em 10/07/2015

Aceito em 15/07/2015

Autor correspondente:

*Prof. Dr. Carlos Alberto Nogueira de Almeida
dr.nogueira@me.com*

Tabela 1 - Perfil lipídico do azeite de oliva antes e após o tratamento térmico (60°C, 100°C, 180°C e 180°C durante 30 min).

Amostra	MUFA's	PUFA's	Trans	Saturada
Bruta	71,15% ($\pm 1,9545$)	5,83% ($\pm 0,0200$)	0%	14,31% ($\pm 0,2830$)
Após tratamento térmico (60°C)	72,29% ($\pm 0,1050$)	5,84% ($\pm 0,0088$)	0%	14,23% ($\pm 0,1126$)
Após tratamento térmico (100°C)	72,70% ($\pm 0,2694$)	5,78% ($\pm 0,0123$)	0%	13,89% ($\pm 0,2534$)
Após tratamento térmico (180°C)	74,10% ($\pm 1,8537$)	5,73% ($\pm 0,0123$)	0%	12,54% ($\pm 1,6398$)
Após tratamento térmico (180°C) 30 min	72,27% ($\pm 0,1146$)	5,51% ($\pm 0,0070$)	0%	14,58% ($\pm 0,1117$)

MUFA's= ácidos graxos monoinsaturados; PUFA's= ácidos graxos polinsaturados; Trans= ácidos graxos trans.

Fonte: Penz RL. Estudo das alterações físico-químicas do azeite de oliva após tratamento térmico. Lajeado. Univates, 2010.

Tabela 2 - Porcentagem de fitoesteróis antes e após o tratamento térmico (60°C, 100°C, 180°C e 180°C durante 30 min).

AMOSTRA	Fitoesteróis
Bruta	0,28% ($\pm 0,0440$)
Após tratamento térmico (60°C)	0,55% ($\pm 0,0127$)
Após tratamento térmico (100°C)	0,57% ($\pm 0,0264$)
Após tratamento térmico (180°C)	0,56% ($\pm 0,0410$)
Após tratamento térmico (180°C) 30 min	0,40% ($\pm 0,0110$)

Fonte: Penz RL. Estudo das alterações físico-químicas do azeite de oliva após tratamento térmico. Lajeado. Univates, 2010.

Tabela 3 - Índice de Peróxidos (mEq/Kg) do azeite de oliva antes e após o tratamento térmico 60°C, 100°C, 180°C e 180°C durante 30 min.

Amostra	Índice de Peróxidos (mEq/Kg)
Bruta	15,560 ($\pm 0,5133$)
Após tratamento térmico (60°C)	15,370 ($\pm 0,2641$)
Após tratamento térmico (100°C)	15,720 ($\pm 0,9721$)
Após tratamento térmico (180°C)	15,910 ($\pm 0,5239$)
Após tratamento térmico (180°C) 30 min	6,470 ($\pm 0,2100$)

Fonte: Penz RL. Estudo das alterações físico-químicas do azeite de oliva após tratamento térmico. Lajeado. Univates, 2010.

Tabela 4 - Índice de acidez do azeite de oliva (como ácido oleico, em %) antes e após o tratamento térmico (60°C, 100°C, 180°C e 180°C durante 30 min).

Amostra	Índice de Acidez (como ácido oléico)
Bruta	0,44% ($\pm 0,034$)
Após tratamento térmico (60°C)	0,50% ($\pm 0,005$)
Após tratamento térmico (100°C)	0,50% ($\pm 0,028$)
Após tratamento térmico (180°C)	0,50% ($\pm 0,030$)
Após tratamento térmico (180°C) 30 min	0,49% ($\pm 0,032$)

Fonte: Penz RL. Estudo das alterações físico-químicas do azeite de oliva após tratamento térmico. Lajeado. Univates, 2010.

Tabela 5 - Compostos polares (% sobre gordura) e compostos glicerídicos menores (mg/g de gordura) nos azeites originais.

Azeites	Total	Compostos Glicerídicos Menores			
		Compostos Polares	Polímeros	TG oxidados	Diglicerídeos
Oliva	4,0	4,7	6,0	24,4	4,9
Girassol	5,8	14,8	22,0	14,8	6,9
Soja	4,0	3,4	19,2	13,3	4,1
Palma	8,4	12,5	7,1	63,2	1,2

Compostos polares (% sobre gordura) e compostos glicerídicos menores (mg/g de gordura) nos azeites termoxidados em 5 horas.

Azeites	Total	Compostos Glicerídicos Menores			
		Compostos Polares	Polímeros	TG oxidados	Diglicerídeos
Oliva	12,2	45,3	45,9	27,6	3,2
Girassol	24,4	139,4	86,0	14,5	4,1
Soja	17,4	87,9	69,7	12,7	3,6
Palma	16,9	58,2	47,0	62,2	1,2

Compostos polares (% sobre gordura) e compostos glicerídicos menores (mg/g de gordura) nos azeites depois de 15 frituras.

Azeites	Total	Compostos Glicerídicos Menores			
		Compostos Polares	Polímeros	TG oxidados	Diglicerídeos
Oliva	18,3	78,9	72,8	26,0	5,3
Girassol	25,7	143,4	92,8	16,2	4,4
Soja	21,7	112,2	86,6	14,4	3,7
Palma	21,8	82,4	63,9	66,5	5,0

TG = triglicerídeos

Fonte: Dobarganes MC. Comportamiento del aceite de oliva en la fritura de alimentos. CICC 10. 1992:10.