



LÍVIA MARIA BRAGA RESENDE

**EFEITOS DA ADIÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE LARANJA
SOBRE A QUALIDADE DO AZEITE DE ABACATE**

**LAVRAS – MG
2017**

LÍVIA MARIA BRAGA RESENDE

**EFEITOS DA ADIÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE LARANJA SOBRE A
QUALIDADE DO AZEITE DE ABACATE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, para a obtenção do título de Mestre.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Cleiton Antônio Nunes
CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. Vanessa Rios de Souza

**LAVRAS – MG
2017**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Resende, Lívia Maria Braga.

Efeitos da adição de óleo essencial de laranja sobre a qualidade
do azeite de abacate / Lívia Maria Braga Resende. - 2017.

47 p. : il.

Orientador(a): Cleiton Antônio Nunes.

Coorientador(a): Vanessa Rios de Souza.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. aromatização. 2. antioxidante. 3. lipídio. I. Nunes, Cleiton
Antônio. II. Souza, Vanessa Rios de. III. Título.

LÍVIA MARIA BRAGA RESENDE

**EFEITOS DA ADIÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE LARANJA SOBRE A
QUALIDADE DO AZEITE DE ABACATE**

**EFFECTS OF THE ADDITION OF ORANGE ESSENTIAL OIL ON THE QUALITY
OF AVOCADO OIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA EM 22 DE FEVEREIRO DE 2017.

Profa. Dra. Vanessa Rios de Souza - UFLA

Prof. Dr. Diego Alvarenga Botrel - UFLA

Prof. Dr. Luiz Roberto Marques Albuquerque – UFVJM

Prof. Dr. Cleiton Antônio Nunes
Orientador

**LAVRAS – MG
2017**

Aos meus pais, pelo apoio, carinho, amor incondicional e por serem exemplo de luta, batalha e vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro à Deus. Sem Ele eu não chegaria até aqui. Foi minha fé que muitas vezes me manteve de pé e forte durante os obstáculos desta etapa. Obrigada, meu Deus!

Agradeço ao meu orientador, Cleiton, que me acolheu de braços abertos em sua equipe de trabalho! Tenho muito orgulho de dizer que fui sua primeira orientanda de mestrado e tenho certeza que terei cada vez mais! Obrigada por todo o suporte, apoio, ajuda, compreensão nestes 1 ano e meio de trabalho. Obrigada por me motivar sempre e não me deixar desistir!

À minha co-orientadora, Vanessa, por toda a ajuda, dúvidas tiradas, sugestões dadas e todo o trabalho feito para acrescentar e fortificar nosso trabalho, além de ser para mim exemplo pessoal e profissional, obrigada!

Agradeço aos meus pais, que me deram educação, garra e força de vontade para chegar até aqui. Obrigada pelo amor, carinho e compreensão de vocês. Obrigada por entenderem minhas ausências nos momentos de necessidade. Amo vocês, incondicionalmente.

Às minhas irmãs e meu cunhado, Ítalo, que sempre estão ao meu lado, me ouvindo reclamar, lamentar, minhas dúvidas e indecisões... e que estão sempre me apoiando, lendo minhas coisas, me ouvindo, e participando deste momento tão importante. Amo vocês!

Ao meu noivo, Ranieri, e toda a sua família, principalmente por compreenderem os momentos de ausência, mesmo quando a presença física existia. Obrigada, meu amor, por me compreender e me incentivar a me dedicar cada vez mais a este trabalho. Obrigada por me ouvir, me apoiar, torcer por mim e estar sempre comigo.

Agradeço às amigas de laboratório: Danielle, Kassiana, Talita, Thaís e Gislene! Com certeza, sem vocês o fardo deste mestrado seria muito mais pesado!

À toda a equipe do Laboratório de Análise Sensorial do DCA, principalmente à professora Ana Carla e suas orientandas, que tanto ajudaram durante as análises sensoriais: a ajuda de vocês foi fundamental!

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, em especial ao professor Teodorico, pela ajuda nas fases iniciais do mestrado, como coordenador do Programa, e ao Departamento de Química da UFLA pela oportunidade! À CAPES e CNPq pelas bolsas de estudo e ao Adelson e Luiz Fernando, da Epamig, pela ajuda com os azeites!

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

O azeite de abacate é o óleo extraído da polpa do abacate. Ele é similar ao azeite de oliva quanto a propriedades físico-químicas e o fruto é cultivado em quase todos os estados do Brasil, podendo ser extraído na entressafra do azeite de oliva pelos mesmos equipamentos. O consumo de óleos como o azeite de oliva e o azeite de abacate é capaz de trazer diversos benefícios à saúde devido à composição química destes produtos. Porém, estes benefícios podem ser perdidos durante o uso e o armazenamento dos óleos e, por isso, alternativas de aromatização de óleos e azeites vem sendo estudadas a fim de melhorar suas características sensoriais e físico-químicas, já que muitos aromatizantes naturais existentes podem ser consumidos na alimentação sem qualquer prejuízo à saúde e têm características antioxidantes, permitindo um aumento da vida de prateleira do produto. O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações químicas de azeites de abacate aromatizados com diferentes concentrações de óleo essencial de laranja frente a três diferentes temperaturas, submetendo-os a testes físico-químicos e sensoriais. As análises realizadas permitiram verificar que o óleo essencial de laranja atua como antioxidante quando adicionado ao azeite de abacate, retardando a degradação do produto quando em condições ambiente, mesmo com alguma perda do óleo essencial a partir de 45 dias de armazenamento. A utilização do azeite de abacate aromatizado com óleo essencial de laranja sob aquecimento não se mostrou viável, já que a perda do óleo essencial foi acelerada sob tais condições, não mostrando resultados significativos quando comparados ao azeite não aromatizado. Dessa forma, a aromatização do azeite de abacate com óleo essencial de laranja foi considerada uma estratégia válida para melhoria da conservação do azeite.

Palavras-chave: Aromatização. Antioxidante. Lipídio.

ABSTRACT

Avocado oil is extracted from avocado pulp. It is similar to olive oil when comparing physicochemical properties and the fruit is cultivated in almost all Brazilian states, and can be extracted in the off-season of olive oil by the same equipments. The consumption of oils like olive and avocado oil is capable of bringing health benefits due to its chemical composition. However, these benefits can be lost during the use and storage of oils, and therefore, alternatives of oils aromatization are being studied in order to improve their sensorial and physicochemical characteristics, since many natural existing flavors can be consumed in food without any detriment to health and have antioxidants characteristics, allowing an increase in shelf life of products. The aim of this work was to evaluate the chemical alterations of avocado oil flavored with different concentrations of orange essential oil, under three different temperatures, performing them to physical-chemical and sensorial tests. The analyzes carried out showed that orange essential oil acts as an antioxidant when added to avocado oil, even with some loss of essential oil after 45 days of storage. The use of avocado oil flavored with orange essential oil under heating was not viable, since the loss of the essential oil was accelerated under these conditions, not showing significant results when compared to unflavored olive oil. Thus, the aromatization of avocado oil with orange essential oil was considered a valid strategy to improve avocado oil conservation.

Keywords: Flavoring. Antioxidant. Lipid.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Óleos Vegetais	12
2.1.1 Azeite de abacate	13
2.2 Alterações durante o uso e armazenamento dos óleos	14
2.3 Antioxidantes como aditivos alimentares	15
2.4 Efeito da adição de óleos essenciais e especiarias sobre óleos vegetais	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1 Matéria-prima	18
3.2 Obtenção do óleo essencial de laranja	18
3.3 Delineamento experimental	18
3.4 Análises físico-químicas	19
3.4.1 Grau de acidez	19
3.4.2 Índice de peróxidos	19
3.4.3 Determinação da extinção específica no UV	19
3.4.4 Esteróis	19
3.4.5 Pigmentos naturais	19
3.5 Análise sensorial	20
3.6 Análise estatística	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
4.1 Grau de acidez	21
4.2 Índice de peróxidos	24
4.3 Extinção específica no UV	27
4.4 Esteróis	29
4.5 Pigmentos	33
4.5.1 Clorofilas	33
4.5.2 Carotenoides	36
4.6 Análise sensorial	40
5. CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1 INTRODUÇÃO

O azeite de abacate é o óleo extraído da polpa do abacate. Ele é similar ao azeite de oliva quanto a propriedades físico-químicas, e o fruto é cultivado em quase todos os estados do Brasil (TANGO; CARVALHO; SOARES, 2004). Além disso, devido aos muitos cultivares de abacate existentes, o fruto pode ser produzido praticamente o ano todo, permitindo que o azeite de abacate seja extraído no período de entressafra do azeite de oliva, pelos mesmos equipamentos já instalados (SEAPA, 2016).

O cultivo de oliveiras no Brasil se restringe aos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e na Serra da Mantiqueira, em Minas Gerais, devido às condições climáticas necessárias para tal. A maior parte do abastecimento interno deste produto se dá, portanto, por importação de países produtores, como a União Européia, Tunísia, Turquia, Marrocos e Síria (BERTONCINI; TERAMOTO; PRELA-PANTANO, 2010; CONSELHO INTERNACIONAL OLEÍCOLA, 2014). Assim, vem crescendo a busca por fontes alternativas de óleos vegetais, como o óleo de baru ou cumaru, o óleo de coco, o óleo de pequi e o azeite de abacate, que tenham propriedades benéficas à saúde, assim como o azeite de oliva.

O azeite de abacate é rico em ácidos graxos monoinsaturados, principalmente o ácido oleico – ômega nove (ω -9), os quais são mais estáveis que os poli-insaturados, e apresentam benefícios à saúde: reduzem os níveis de LDL, não diminuem os níveis de HDL (lipoproteína de alta densidade), não aumentam as triglicérides e diminuem o risco cardiovascular (LOTTENBERG, 2009). Os ácidos graxos monoinsaturados ω -9 presentes em grande quantidade no azeite de oliva, por exemplo, reduzem a incidência de doenças coronarianas em indivíduos que o consomem habitualmente, quando comparados com aqueles que consomem gorduras saturadas.

Os benefícios provenientes do consumo de óleos como o azeite de oliva e o azeite de abacate podem ser comprometidos durante o uso e armazenamento dos óleos, quando ocorrem reações químicas e bioquímicas, como a hidrólise, oxidação, isomerização e polimerização, que afetam seus atributos sensoriais (cor, odor, sabor, textura), valor nutricional e segurança alimentar. O grau de instauração dos ácidos graxos é o que mais afeta a estabilidade dos óleos e gorduras; quanto maior o número de insaturações, menor a estabilidade do óleo frente à oxidação (BORDIN et al., 2013; HSIEH; KINSELLA, 1989), caracterizando mais um benefício dos óleos ricos em ácidos graxos monoinsaturados e com quantidades balanceadas de ácidos graxos saturados e poli-insaturados.

Nos últimos anos, vem sendo estudadas alternativas de aromatização de óleos e azeites a fim de melhorar suas características sensoriais e físico-químicas, já que muitos aromatizantes têm características antioxidantes, permitindo um aumento na vida de prateleira do produto. Estudos mostram que muitas frutas, especiarias e óleos essenciais são poderosos antioxidantes naturais, que podem ser adicionados a produtos alimentícios, agregando sabor, aroma e com atuação relevante na vida de prateleira do produto (SINGH ET AL., 2010; SKOTTI ET AL., 2014; PARK; LEE E PARK, 2014).

As frutas cítricas, conhecidas por conterem antioxidantes naturais em seu óleo, polpa, semente e casca são as mais cultivadas no mundo, sendo a laranja a principal delas. O óleo essencial extraído da casca de laranja é um subproduto da indústria de suco (cerca de 4kg de óleo para cada tonelada de fruta processada), sendo conhecido por suas características de grande atividade antioxidante, atribuída ao seu componente majoritário, o limoneno (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009; GOMES et al., 2010).

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações químicas de azeites de abacate aromatizados com diferentes concentrações de óleo essencial de laranja, frente a três diferentes temperaturas, submetendo-os a testes de comparação dos índices de acidez e peróxidos, extinção específica no ultravioleta, esteróis e pigmentos naturais, bem como avaliar o aroma do produto durante o armazenamento em condições ambiente e fomentar subsídios para o desenvolvimento de um novo produto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Óleos Vegetais

Óleos e gorduras são matérias-primas com ampla faixa de aplicação, estando entre os principais componentes nos alimentos. São compostos que têm grande importância para a dieta humana, pois constituem a maior fonte de energia calórica para o organismo, além de apresentarem alguns elementos que desempenham funções importantes como, por exemplo, as vitaminas lipossolúveis e os ácidos graxos essenciais (JORGE, 2009).

Os óleos vegetais se apresentam na forma líquida à temperatura de 25°C e as gorduras vegetais se apresentam na forma sólida ou pastosa à mesma temperatura. A legislação brasileira (BRASIL, 2015) define os óleos e gorduras vegetais como produtos constituídos principalmente de acilgliceróis de ácidos graxos (monoacilgliceróis, diacilgliceróis e triacilgliceróis).

Os óleos e gorduras vegetais também contêm, em menores quantidades, outros constituintes, denominados componentes minoritários (JORGE, 2009), como por exemplo, os fosfolipídios, que atuam como antioxidantes naturais e emulsificantes; os cerídeos, resistentes à hidrólise e que conferem característica turva aos óleos em temperaturas baixas devido à sua insolubilidade nos mesmos; as clorofilas, que são pigmentos que possuem efeito antioxidante e atuam como foto-sensores nos óleos comestíveis e catalisam reações fotoquímicas, além de seus derivados possuírem efeitos preventivos ao câncer (ÍNANÇ, 2011); e os insaponificáveis, que servem para identificar, caracterizar e verificar adulteração em óleos e gorduras, já que são insolúveis em água e não susceptíveis a modificações por reações de saponificação, como os esteróis, os hidrocarbonetos e os alcoóis (TANGO E TURATTI, 1992).

As principais fontes de óleos vegetais são: soja, palma, colza (canola), girassol, milho, amendoim, algodão, farelo de arroz, babaçu, gergelim, linhaça e oliva (JORGE, 2009). O azeite de oliva, obtido principalmente por centrifugação da polpa das oliveiras, é característico da alimentação nas regiões mediterrâneas e conhecido por seu sabor, aroma e propriedades benéficas à saúde, atribuídas à alta concentração de ácidos graxos monoinsaturados, especialmente o ácido oleico, e também à concentração balanceada de ácidos graxos saturados e poli-insaturados, contribuindo para a prevenção da oxidação do colesterol LDL, que causa a arteriosclerose (AYADI; GRATI-KAMOUN; ATTIA, 2009).

Conforme a Tabela 1 abaixo, o azeite de abacate tem propriedades semelhantes às encontradas no azeite de oliva, devido à sua composição química; porém, o abacate é um fruto de fácil cultivo no Brasil, o que torna a sua produção no país mais fácil. Assim, obtêm-se um

produto alternativo ao azeite de oliva, permitindo a diminuição da importação do produto, além do aproveitamento do maquinário existente para a sua extração no período de entressafra, na extração do azeite de abacate.

Tabela 1 – Composição de ácidos graxos presentes no azeite de abacate e de oliva

Nomenclatura	Ácidos Graxos	Azeite de Abacate g/100g	Azeite de Oliva g/100g
Ácido oleico	C18:1	44,0-69,0	55,0-83,0
Ácido palmítico	C16:0	15,0-32,0	7,5-20,0
Ácido linoleico	C18:2	6,0-15,0	3,5-21,0
Ácido esteárico	C18:0	0,1-1,0	0,5-5,0
Ácido palmitoleico	C16:1	3,0-9,5	0,3-3,5
Ácido linolênico	C18:3	0,0-1,5	0,0-0,9
Ácido mirístico	C14:0	0,0-0,3	0,0-0,05

Fonte: Do Autor (2017), elaborado conforme Tango e Turatti (1992) e ANVISA (1999).

2.1.1 Azeite de abacate

O abacate é um dos frutos de origem tropical com maior valor agregado. Ele é cultivado em quase todas as regiões tropicais e subtropicais, principalmente no México, América Central, partes da América do Sul, nas Índias Ocidentais, África do Sul, Israel e Haváí (TEIXEIRA, 1992). O abacate pode ser consumido como um legume, sendo ingerido em saladas, sopas, em conserva ou em natura, como consumido no Brasil; e de sua polpa podem ser obtidos óleos comerciais que substituem o óleo de oliva na alimentação e óleos para a hidratação dos cabelos.

O óleo obtido através da polpa de abacate contém quantidade apreciável de vitaminas A, D e E e, como principais ácidos graxos, os ácidos oleico e palmítico, variando suas proporções de acordo com as variedades. Ele pode ser extraído por solventes, prensagem e centrifugação (TANGO E TURATTI, 1992), utilizando-se, nesta última, os mesmos equipamentos já instalados e utilizados na extração do azeite de oliva.

O azeite de abacate é composto também por cerca de 1 a 6% de matéria insaponificável, que são:

a) Esteróis: segundo Jorge (2010), os esteróis constituem a principal fração da matéria insaponificável de óleos vegetais (35-70%). O colesterol é o esteroide mais abundante no reino animal, disseminado amplamente pelo organismo humano e que atua como intermediário na biossíntese de todos os esteróis do corpo. A literatura mostra que os

fitosteróis são esteróis vegetais, que atuam na diminuição da absorção de colesterol no intestino delgado humano, com conseqüente aumento na excreção fecal do colesterol. Os fitosteróis mais abundantes são o β -sitosterol, campesterol e stigmasterol (RODRIGUES et al., 2004).

b) Alcoóis: principalmente os terpênicos, que tem característica de proteção contra algumas doenças, pigmentos naturais e aromatizantes, e os alifáticos, com propriedades de solventes e precursores para síntese orgânica (TANGO; TURATTI, 1992).

c) Hidrocarbonetos: principalmente saturados C_{22} e, dentre os insaturados, o esqualeno, poderoso antioxidante (TANGO; TURATTI, 1992).

d) Tocoferóis: apresentam atividade antioxidante *in vivo* e *in vitro*. Protegem os ácidos graxos insaturados, como o ácido oleico, da oxidação lipídica e, no organismo humano, apresentam atividade biológica de vitamina E. Sabe-se que a vitamina E atua na prevenção de mais de 80 enfermidades, como doenças cardiovasculares e câncer (AZZI; STOCKER, 2000; CHING; MOHAMED, 2001).

e) Carotenoides: têm função de corante, podem ser precursores de vitamina A (essencial para a visão noturna, o crescimento, desenvolvimento e manutenção do tecido epitelial, da função imunológica e da reprodução) e desempenham papel importante na proteção celular contra a peroxidação lipídica, prevenindo o risco de doenças degenerativas, cardiopatias e degeneração macular (BASU et al., 2001; EL BEITUNE, 2003).

Berasategi e colaboradores (2012) realizaram um estudo comparativo da estabilidade do azeite de oliva com o azeite de abacate durante o aquecimento e obtiveram resultados similares para os dois azeites, comprovando a semelhança entre os dois produtos. Além disso, Oliveira e colaboradores (2010), concluíram, através de análises sensoriais, índices de controle de qualidade (acidez, peróxido, iodo, refração absoluta e absorbância em UV a 270nm) e composição de ácidos graxos, que o azeite de abacate pode ser utilizado na alimentação humana em substituição ao azeite de oliva, com iguais benefícios à saúde.

Porém, todas essas propriedades benéficas à saúde encontradas no azeite de abacate podem ser perdidas com a degradação do azeite, que ocorre devido à incidência de luz, absorção de oxigênio e contato com altas temperaturas, por exemplo.

2.2 Alterações durante o uso e armazenamento dos óleos

Durante o uso e armazenamento, os óleos vegetais são expostos a condições diversas como: a luz, o oxigênio, a água e altas temperaturas. Essas condições são os principais agentes de deterioração dos óleos, que resulta em alterações da cor, odor e sabor.

A interação entre o óleo e a água leva a alterações hidrolíticas. Os triacilgliceróis são decompostos em diacilgliceróis e monoacilgliceróis, liberando cadeias de ácidos graxos, aumentando o índice de acidez do óleo e, em menor quantidade, formando metilcetonas e lactonas, que podem produzir aromas desagradáveis. Esse tipo de alteração ocorre principalmente durante o aquecimento do óleo (< 100°C) e durante o armazenamento do mesmo (MONFERRER, VILLALTA, 1993).

As alterações oxidativas se dão quando o oxigênio atmosférico ou o oxigênio dissolvido no óleo reage com os ácidos graxos insaturados presentes no óleo. Monferrer e Villalta (1993) lembram que essas alterações podem ser favorecidas e intensificadas pela incidência de luz. De acordo com Gordon (2003), na fase inicial da oxidação são formados os radicais livres pela perda de hidrogênio, favorecido pela alta temperatura e luz. Esses radicais livres formados podem reagir com o oxigênio atmosférico ou com outros ácidos graxos, produzindo peróxidos e hidroperóxidos, compostos primários da oxidação; ou podem reagir entre si, formando compostos estáveis como aldeídos e cetonas.

As alterações térmicas ocorrem devido ao aquecimento do óleo a altas temperaturas, formando compostos voláteis e não voláteis. Os voláteis são parcialmente eliminados durante o aquecimento, porém, os não voláteis, formados devido à oxidação e polimerização dos ácidos graxos, são incorporados ao óleo. Esses polímeros têm maiores tamanhos e pesos moleculares, tendendo a aumentar a viscosidade do óleo, favorecendo a formação de espuma e, portanto, a oxidação. O tratamento térmico também pode conduzir a formação de compostos cíclicos, que podem ser absorvidos pelo organismo (BOSKOU, 2002; MONFERRER; VILLALTA, 1993; O'BRIEN, 2003).

Sabe-se que, além da produção de sabores indesejados, a presença de lipídios oxidados reduz o valor nutricional de alimentos e tem efeitos indesejáveis para a saúde, o que faz necessário a utilização de antioxidantes. Estudos presentes na literatura nos mostram que a estabilidade oxidativa pode se tornar maior em óleos aromatizados do que nos óleos não aromatizados (BAIANO et al., 2009).

2.3 Antioxidantes como aditivos alimentares

De acordo com a Portaria n° 540, de 27 de outubro de 1997, do Ministério da Saúde:

Aditivo Alimentar é qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento.

Os principais aditivos utilizados são os acidulantes, antioxidantes, conservantes, corantes, edulcorantes, estabilizantes, espessantes, umectantes, clarificantes e aromatizantes e flavorizantes.

Os antioxidantes podem ser definidos como um conjunto heterogêneo de substâncias formadas por vitaminas, minerais, pigmentos naturais, outros compostos vegetais e enzimas que, em pequena concentração, inibem significativamente a oxidação de um produto. Eles são divididos em antioxidantes primários e secundários.

Os antioxidantes primários são compostos que atuam diretamente sobre os radicais livres formados nos períodos iniciais de oxidação, e os principais são o butil-hidroxi-anisól (BHA), butil-hidroxitolueno (BHT) e tocoferóis. Os secundários atuam na retardação da auto-oxidação, e os principais são os agentes quelantes (ácido cítrico e seus sais, fosfatos e EDTA), removedores de oxigênio (ácido ascórbico e palmitato de ascorbila) e os composto que regeneram os antioxidantes primários (ácido ascórbico que regenera o α -tocoferol) (JORGE, 2010).

Existem indícios de problemas que podem ser provocados pelo consumo de antioxidantes sintéticos e, por isso, vêm crescendo o número de pesquisas que buscam a obtenção e a utilização de antioxidantes provenientes de fontes naturais, a fim de substituir e/ou associar aos sintéticos, diminuindo sua quantidade nos alimentos (SOARES, 2002).

Os antioxidantes naturais podem ser encontrados e isolados de uma grande variedade de plantas, grãos de oleaginosas, cereais, frutas, legumes e especiarias. Geralmente, as substâncias presentes nessas fontes que atuam como antioxidantes são as vitaminas e os compostos fenólicos, principalmente os tocoferóis, carotenoides, ácidos orgânicos e ácidos fenólicos (JORGE, 2010).

Óleos essenciais ricos em monoterpenos, como o limoneno, são conhecidos como conservantes de alimentos por serem antioxidantes naturais que possuem atividade inclusive contra certos tipos de câncer, prevenindo a formação ou progresso do câncer e causando a regressão de tumores (JUNIOR, 2009).

2.4 Efeitos da adição de óleos essenciais e especiarias sobre óleos vegetais.

Segundo Baiano e colaboradores (2009), um óleo flavorizado ou aromatizado pode ser definido como um óleo processado com vegetais, ervas, especiarias ou frutos, a fim de melhorar as suas características sensoriais. A adição de aromatizantes nos óleos pode ser feita após a sua extração ou pode se realizar a extração simultânea (SOUSA et al., 2015).

É possível escolher entre óleos aromatizados com hortaliças como alho, cebola, pimenta, pimentão e tomate seco; com ervas como o alecrim, orégano, manjerição, sálvia, tomilho e funcho; com especiarias como o cravo, a noz-moscada e o gengibre; com cogumelos; com frutas como o limão, a laranja, a tangerina, maçã e banana; com amêndoas como as de avelãs e pinhões; e com aromas, como os óleos essenciais (BAIANO et al., 2009; SOUSA et al., 2015).

As plantas aromáticas e frutos vêm sendo utilizadas por muitos anos nas indústrias farmacêuticas e de cosméticos devido à composição de seus óleos essenciais com propriedades antimicrobianas e antioxidantes (BAIANO et al., 2009). A aplicação de antioxidantes em termos técnicos é um dos caminhos mais simples para reduzir a oxidação de gorduras, pois retardam a oxidação, protegem os carotenoides, as vitaminas A e D e outros compostos insaturados (JORGE, 2010).

Asensio, Nepote e Grosso (2013) aromatizaram azeite de oliva com 0,05% de óleo essencial de duas diferentes variedades de orégano, que foram submetidos à temperatura ambiente no escuro e sob exposição de luz por 126 dias. Eles observaram que os azeites aromatizados obtiveram uma maior proteção contra a deterioração dos parâmetros de qualidade do azeite e concluíram que os óleos essenciais das duas variedades de orégano testadas são bons antioxidantes para uso em azeite de oliva.

Zia-ur-Rehman (2006) avaliou o efeito antioxidante do extrato da casca de citrinos em óleo de milho refinado a 25 e 45°C durante seis meses de armazenamento e verificou que o extrato metanólico exibiu atividade antioxidante quase igual à registrada para os antioxidantes sintéticos (BHA e BHT), exibindo valores menores de índices de peróxidos e grau de acidez que o óleo de milho controle.

Khemakhem e colaboradores (2015) estudaram o efeito da adição de cascas de limão e laranja em azeite de oliva nas concentrações de 1, 3 e 5%. Os azeites permaneceram a 60°C por 40 dias. Eles observaram, ao final, que o azeite aromatizado com cascas de laranja foi mais estável ao aquecimento e teve maior atividade antioxidante que o controle (medido pelo sequestro do radical livre DPPH).

Também foi estudado o efeito da adição de óleo essencial de limão em azeite de oliva por Arcoleo e colaboradores (2009). Eles aromatizaram os azeites com 0,4 e 0,8% de óleo essencial e avaliaram o armazenamento por 10 meses. Os azeites aromatizados nas duas concentrações obtiveram estabilidade oxidativa melhor que o controle, além de sabor agradável durante todo o período.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Matéria-prima

Os azeites de abacate cultivar Hass utilizados no trabalho foram fornecidos pela Epamig de Lavras – Minas Gerais e ficaram armazenados sob refrigeração (~5°C) até o momento da sua utilização. As cascas de laranja pera utilizadas foram doadas por um restaurante da cidade de Lavras.

As cascas foram higienizadas em água clorada a 2,5% conforme as normas gerais de higiene e desinfecção para alimentos - RDC 216/2004. Para evitar resíduos dos produtos químicos as cascas foram lavadas em abundância com água potável para completa remoção de qualquer resíduo da higienização. Foi utilizado hipoclorito de sódio devidamente registrado pelo Ministério da Saúde. Em seguida, as cascas foram picadas em pedaços pequenos e uniformes e mantidas sob refrigeração até o momento da extração do óleo essencial.

Os procedimentos de higiene adotados nos produtos *in natura* e processados desde o recebimento até o preparo, análises e distribuição aos voluntários da pesquisa seguiram rigorosamente as boas práticas de fabricação dispostas na Cartilha de Boas Práticas para Serviços de Alimentação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) – Resolução RDC no 216-2004 e no Codex Alimentarius: Higiene dos Alimentos – Termo Cooperação nº 37 – Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Organização Mundial de Saúde, 2006.

3.2 Obtenção do óleo essencial de laranja

O óleo essencial de laranja pera (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) foi obtido através de extração por hidrodestilação das cascas com auxílio de um Aparelho de Clevenger, acoplado a um balão de fundo redondo por um período de 2 horas.

3.3 Delineamento experimental

Os azeites foram aromatizados por adição de óleo essencial de laranja nas concentrações de 0,05 e 0,2% m/m. Os azeites aromatizados e o azeite não aromatizado (controle) foram submetidos a três temperaturas diferentes, simulando o armazenamento, uso para cocção e uso para fritura:

- 100°C por 16 horas, sendo realizadas análises a cada 4 horas;
- 180°C por 8 horas, sendo realizadas análises a cada 2 horas;
- condições ambiente por 180 dias, sendo realizadas análises a cada 45 dias.

3.4 Análises físico-químicas

3.4.1 Grau de acidez

O grau de acidez de cada amostra, expresso como a porcentagem de ácido oleico, foi determinado através de titulação ácido/base das amostras, usando uma base (KOH) como titulante e fenolftaleína como indicador, conforme descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.4.2 Índice de peróxidos

O índice de peróxidos foi determinado de acordo com o método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) baseado capacidade de oxidação do iodeto de potássio pelos peróxidos presentes na amostra, seguido de titulação iodométrica do iodo formado usando tiosulfato de sódio como titulante e amido como indicador.

3.4.3 Determinação da extinção específica no UV

A determinação da extinção específica no UV foi determinada pela medida de absorvância no ultravioleta a 270 e 232 nm utilizando ciclohexano como solvente, de acordo com o método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.4.4 Esteróis

Para a determinação dos esteróis totais foi utilizada uma adaptação da metodologia descrita por Araújo e colaboradores (2013).

Foi preparada uma solução estoque de 5g/L de colesterol utilizando-se clorofórmio como solvente. O reagente de Lieberman-Burchard foi feito segundo metodologia proposta por Kenny (1952), colocando-se 10mL de anidrido acético em banho de gelo por 30 minutos e, logo após, adicionando-se 1mL de ácido sulfúrico.

Para a leitura das amostras foram adicionados 0,8mL do reagente de Lieberman-Burchard, 0,1g de amostra e 3,1mL de clorofórmio, deixando em repouso por 12 minutos. A solução foi lida em espectrofotômetro a 625nm, utilizando-se o clorofórmio como branco.

3.4.5 Pigmentos naturais

Os teores de clorofilas foram determinados de acordo com a metodologia descrita pela AOCS (1998) através de leitura em espectrofotômetro a 630/670/710 nm e o teor de carotenoides de acordo com Guizhen e colaboradores (2007) a 445 nm.

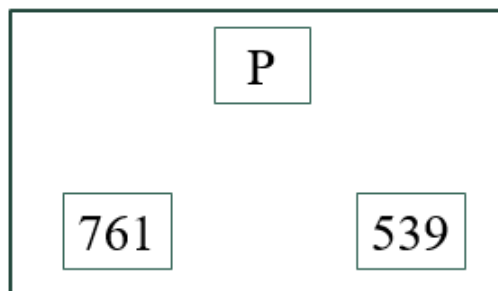
3.5 Análise sensorial

A intensidade do aroma de laranja no azeite de abacate foi avaliada por meio de teste sensorial de diferença do controle com 50 consumidores, com idade entre 18 e 65 anos, para as amostras mantidas em condições ambiente.

Os julgadores receberam três frascos âmbar codificados contendo 10mL de azeite de abacate aromatizado. Dentre os três frascos, um se tratava de uma amostra padrão (aromatizada no dia da análise) codificada com o dígito P; um continha uma amostra igual ao padrão e o outro continha uma amostra aromatizada que estava em condições de armazenamento por determinado período, codificadas com números de três dígitos, nas concentrações de 0,05% e 0,2%.

A escala de avaliação utilizada foi de “extremamente mais aroma de laranja que o padrão (+4)” a “extremamente menos aroma de laranja que o padrão (-4)”.

Figura 1 – Exemplo de bandeja apresentada aos provadores



Fonte: Do autor (2017)

3.6 Análise estatística

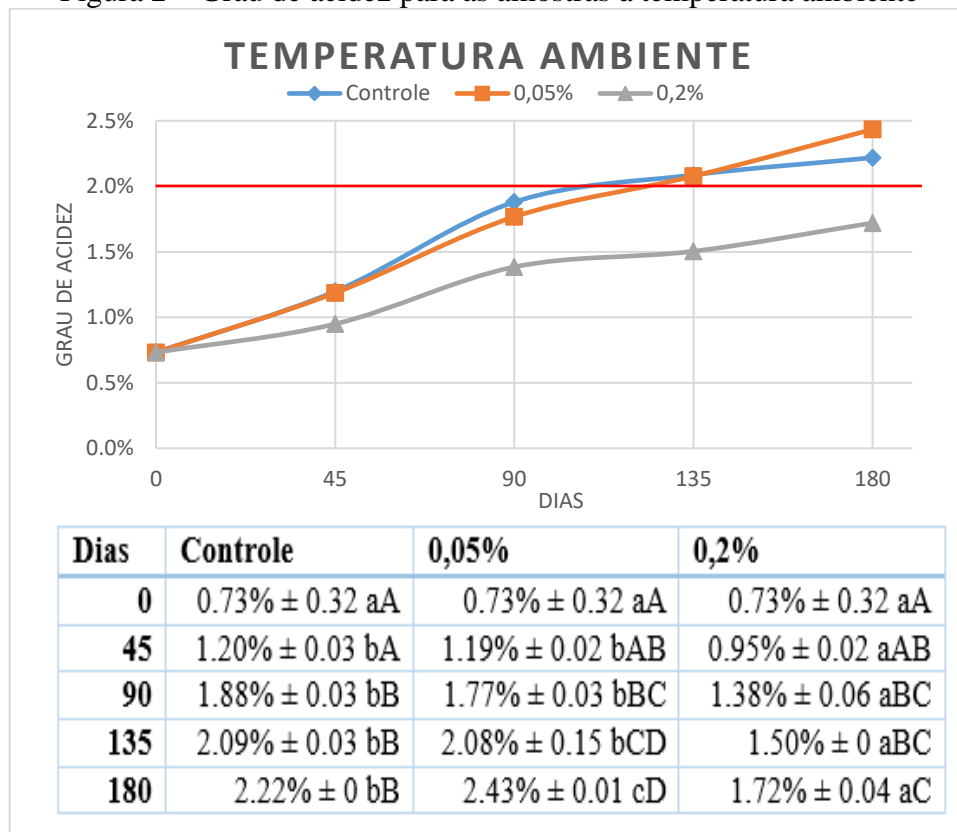
Todas as determinações físico-químicas foram realizadas pelo menos em duplicata. Os valores dos diferentes parâmetros foram expressos como a média \pm desvio padrão. Os resultados dos parâmetros físico-químicos foram avaliados por meio do teste de Tukey a 95% de confiança. Os resultados dos testes sensoriais foram avaliados por meio do teste Dunnett a 95% de confiança. As análises foram realizadas utilizando o software Sensomaker (PINHEIRO; NUNES; VIETORIS, 2013).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Grau de acidez

O grau de acidez se refere ao conteúdo (% m/m) de ácidos graxos livres presentes em um óleo ou gordura, sendo determinado em relação a um ácido graxo específico predominante na amostra (neste caso, ácido oleico). A determinação da acidez pode indicar o estado de conservação do óleo. A decomposição dos gliceróis é acelerada por aquecimento e pela luz, e quase sempre leva a formação de ácidos graxos livres (Instituto Adolfo Lutz, 2009).

Figura 2 – Grau de acidez para as amostras à temperatura ambiente



Fonte: Do autor (2017)

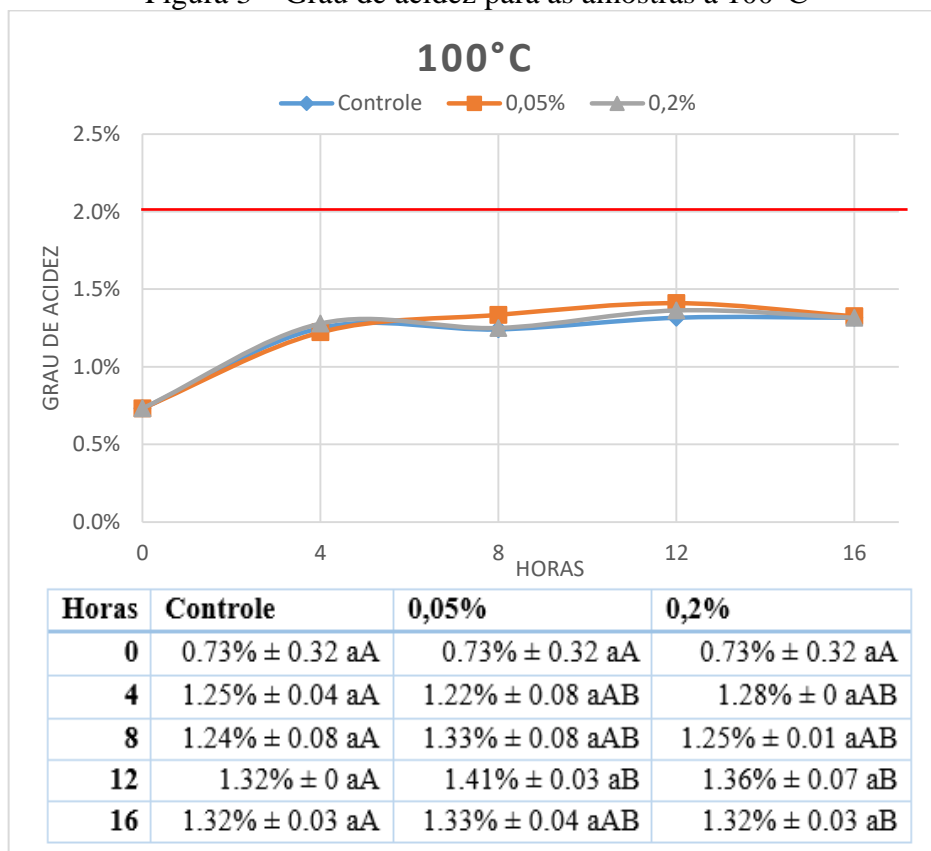
*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente quanto ao efeito da concentração de óleo essencial de laranja a 95% de confiança pelo teste Tukey. Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente quanto ao efeito do tempo de armazenamento a 95% de confiança pelo teste Tukey.

A Figura 2 mostra que, em condições ambiente, houve diferença significativa do grau de acidez a partir de 45 dias de armazenamento para o azeite de abacate aromatizado com 0,2% de óleo essencial de laranja, acarretando numa diminuição da acidez quando comparado à amostra controle.

Também foi observado que a acidez aumentou com o tempo para o controle e para os azeites aromatizados, o que já era esperado, visto que quanto maior o tempo de armazenamento, maior a exposição do azeite às ações do oxigênio e da luz.

Oliveira e colaboradores (2010) obtiveram um grau de acidez para o azeite de abacate após sua extração igual a 2,00%, valor máximo aceito pela legislação para um azeite classificado como virgem. Valor este que apenas não foi atingido no tempo analisado para a amostra aromatizada com 0,2% de óleo essencial.

Figura 3 – Grau de acidez para as amostras a 100°C

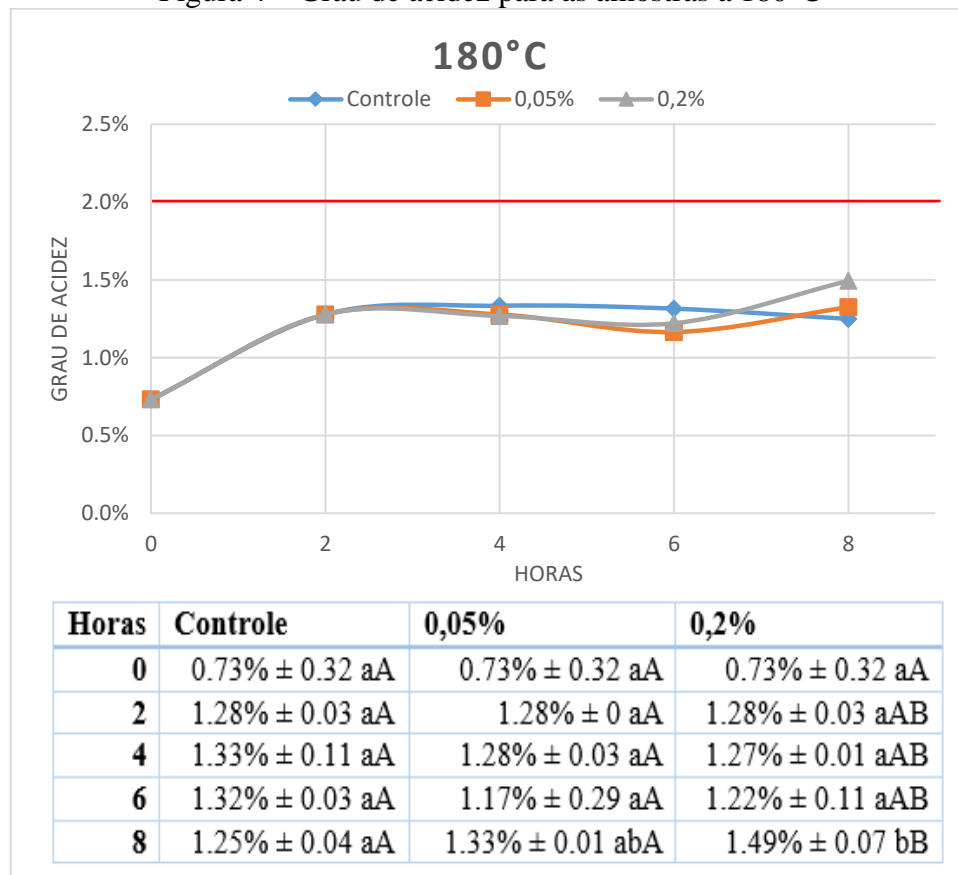


Fonte: Do autor (2017)

*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente quanto ao efeito da concentração de óleo essencial de laranja a 95% de confiança pelo teste Tukey. Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente quanto ao efeito do tempo de armazenamento a 95% de confiança pelo teste Tukey.

Na temperatura de 100°C, de acordo com a Figura 3, não houve diferença significativa entre os graus de acidez obtidos para os diferentes tempos na amostra controle. Na amostra aromatizada com 0,05% só houve diferença significativa entre os tempos 0 e 12 horas; enquanto para a amostra aromatizada com 0,2% só houve diferença significativa entre 0 e 12 horas e 0 e 16 horas. A partir disso, conclui-se que houve uma tendência à estabilização de todas as amostras após 4 horas de aquecimento.

Figura 4 – Grau de acidez para as amostras a 180°C



Fonte: Do autor (2017)

*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente quanto ao efeito da concentração de óleo essencial de laranja a 95% de confiança pelo teste Tukey. Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente quanto ao efeito do tempo de armazenamento a 95% de confiança pelo teste Tukey.

Na Figura 4 percebe-se que a 180°C houve um aumento significativo no grau de acidez da amostra aromatizada com 0,2% de óleo essencial a 8 horas. O grau obtido para a amostra aromatizada com 0,05% no mesmo tempo não se difere significativamente dos encontrados para o controle e para 0,2%.

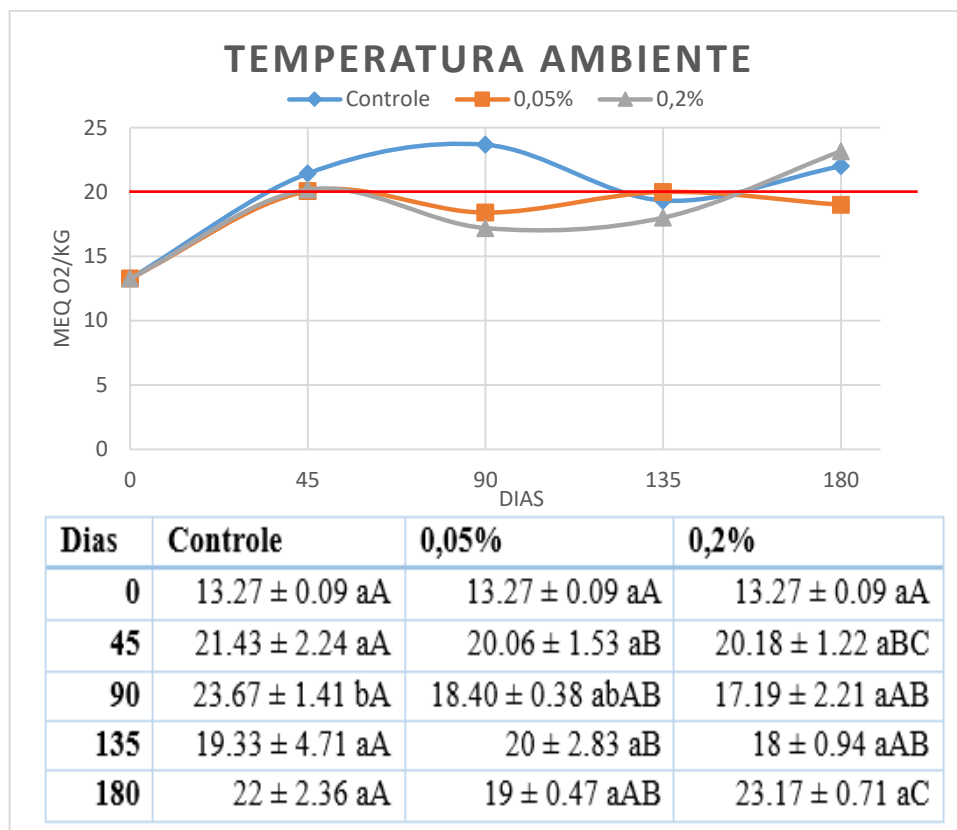
Não houve diferença significativa entre os graus encontrados nos diferentes tempos para a amostra controle e com 0,05% de óleo essencial. Para a amostra aromatizada com 0,2% de óleo essencial, houve um aumento significativo do grau de acidez entre 0 e 8 horas.

Os valores obtidos de grau de acidez para todos os azeites testados a 100 e 180°C foram satisfatórios quando comparados com os valores específicos aceitos para azeites de oliva virgens ($\leq 2,0$ g/100g de ácido oleico, linha vermelha nos gráficos). Os valores obtidos para os azeites controle e 0,05% de óleo essencial testados à temperatura ambiente com 135 e 180 dias de armazenamento ultrapassaram o valor limite estabelecido pela legislação, indicando uma maior degradação hidrolítica quando comparados ao azeite com 0,2%.

4.2 Índice de peróxidos

Os peróxidos são os primeiros compostos formados durante o processo de degradação oxidativa dos óleos, quando os ácidos graxos insaturados reagem com o oxigênio atmosférico. Sua determinação reflete, portanto, o estado de conservação do óleo (MACHADO et al., 2006). O índice de peróxido expressa, em mEq de oxigênio ativo, a quantidade de peróxido em 1 kg de amostra, sendo o limite para o tipo de óleo em estudo de 20 mEq O₂/Kg (MAPA, 2012).

Figura 5 – Índice de peróxidos para as amostras a temperatura ambiente



Fonte: Do autor (2017)

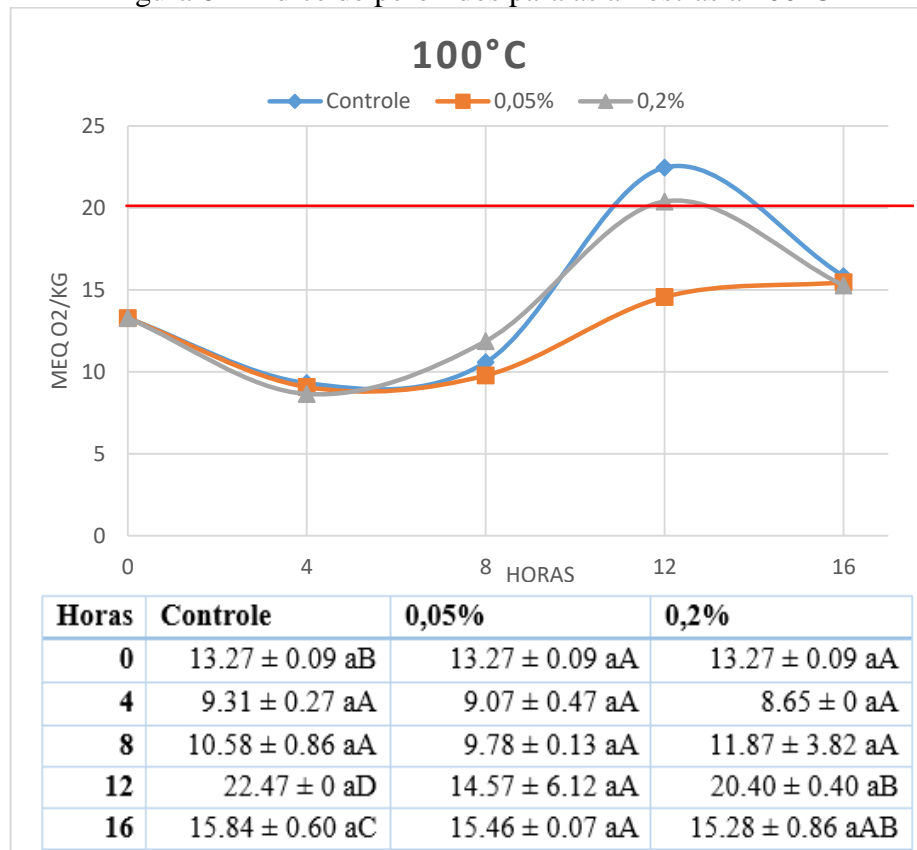
*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente quanto ao efeito da concentração de óleo essencial de laranja a 95% de confiança pelo teste Tukey. Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente quanto ao efeito do tempo de armazenamento a 95% de confiança pelo teste Tukey.

Conforme a Figura 5, não houve diferença significativa entre os valores de índices de peróxidos obtidos para a amostra controle nos diferentes tempos de armazenamento. Para a amostra aromatizada com 0,05% de óleo essencial, houve um efeito apenas inicial com diferença significativa dos demais tempos de armazenamento. Para a amostra com 0,2% de óleo essencial foi observada diferença significativa entres 0 e 45 dias de armazenamento. O

valor obtido com 45 dias de armazenamento não difere significativamente dos demais, porém, 90 e 135 dias se diferem significativamente do valor obtido para 180 dias.

Todas as amostras analisadas à temperatura ambiente atingiram o índice máximo permitido (linha vermelha no gráfico) com 45 dias de armazenamento. Observa-se também uma tendência de estabilização do índice após 45 dias para todas as amostras analisadas.

Figura 6 – Índice de peróxidos para as amostras a 100°C



Fonte: Do autor (2017)

*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente quanto ao efeito da concentração de óleo essencial de laranja a 95% de confiança pelo teste Tukey. Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente quanto ao efeito do tempo de armazenamento a 95% de confiança pelo teste Tukey.

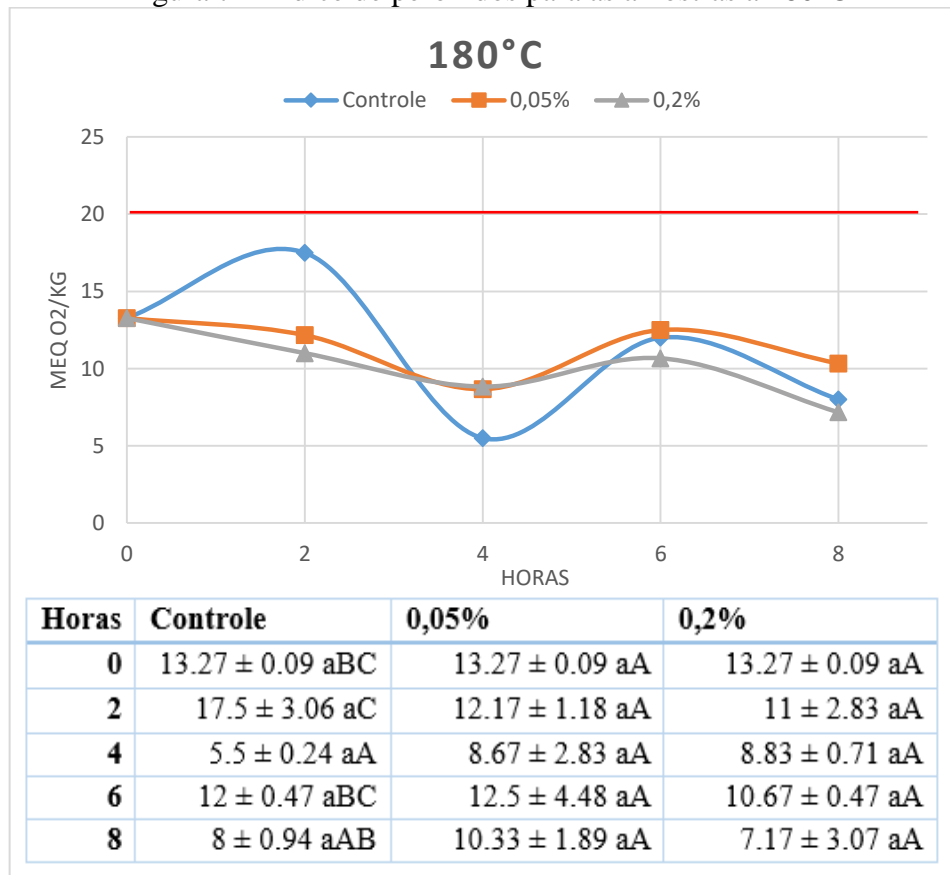
A Figura 6 mostra que a 100°C não foi observado efeito do óleo essencial quando comparado à amostra controle em nenhum dos tempos de análise.

Para a amostra controle, houve um decréscimo significativo do índice entre 0 e 4 horas e 12 e 16 horas e um aumento significativo entre 8 e 12 horas. Os decréscimos observados podem indicar a formação de compostos secundários da oxidação. Para a amostra a 0,05%, não houve um aumento significativo nos diferentes tempos analisados. Já para a amostra que continha 0,2% de óleo essencial, o índice com 12 horas apresentou diferença significativa aos

anteriores, mas não ao aquecido por 16 horas. Sugere-se, portanto, que o óleo essencial atuou diminuindo a formação de peróxidos.

Foi observado que o índice máximo permitido pela legislação foi atingido com aproximadamente 12 horas de aquecimento para todas as amostras, visto que não houve diferença significativa entre elas.

Figura 7 – Índice de peróxidos para as amostras a 180°C



Fonte: Do autor (2017)

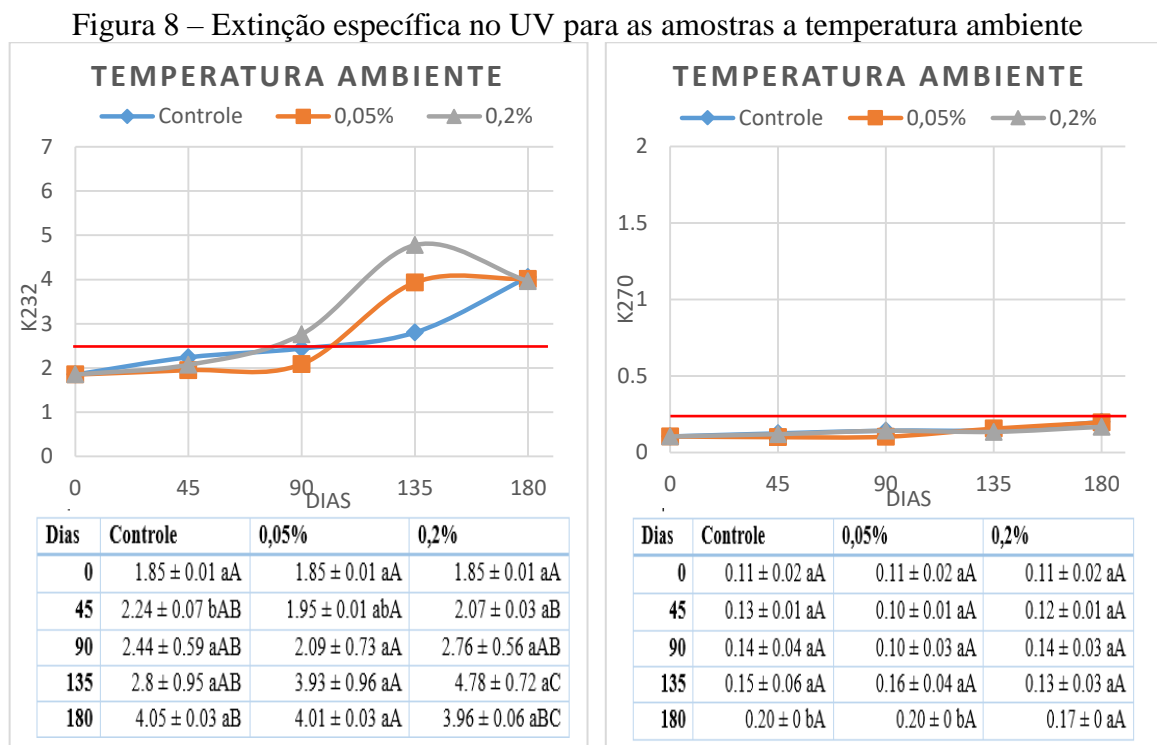
*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente quanto ao efeito da concentração de óleo essencial de laranja a 95% de confiança pelo teste Tukey. Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente quanto ao efeito do tempo de armazenamento a 95% de confiança pelo teste Tukey.

A Figura 7 mostra que não houve diferença significativa entre as amostras aromatizadas e a amostra controle nos diferentes tempos de análise a 180°C. Também não foi observada diferença significativa entre os índices obtidos para os diferentes tempos de armazenamento para as amostras aromatizadas. Já para a amostra controle, houve uma diminuição significativa no índice com 4 horas; o índice obtido com 6 horas aumentou significativamente, porém, com 8 horas, não se difere significativamente dos obtidos com 4 e 6 horas.

Nenhuma amostra atingiu o índice máximo permitido pela legislação, porém, as quedas nos índices a partir de 4 horas de aquecimento podem indicar a formação de compostos secundários de oxidação.

4.3 Extinção específica no UV

A absorbância a 232 nm está relacionada à formação de hidroperóxidos, que são compostos primários da oxidação, e dienos conjugados, formados em estágios intermediários da oxidação. Já a absorbância a 270 nm indica a formação de compostos carbonílicos, que são compostos secundários da oxidação, e trienos conjugados, formados em tratamentos tecnológicos, como os processos de refino. Assim, o grau de oxidação de um azeite é refletido pelas extinções específicas a 232 e 270 nm (ZAID et al., 2013).



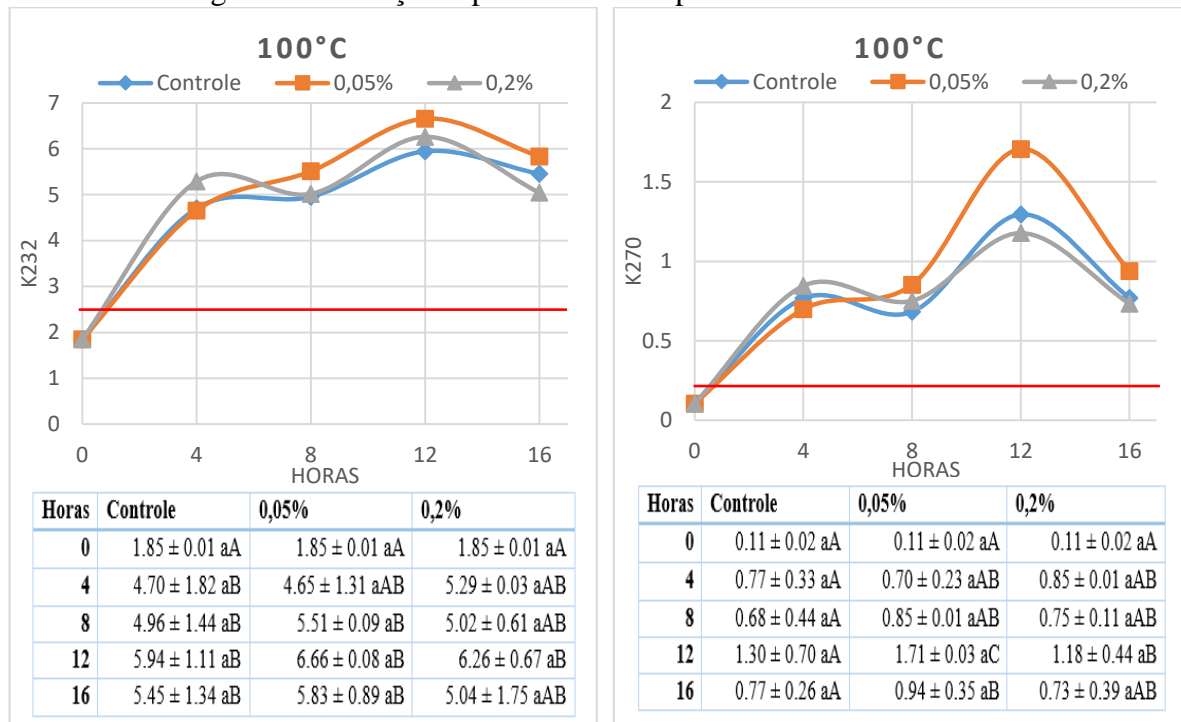
Fonte: Do autor (2017)

*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente quanto ao efeito da concentração de óleo essencial de laranja a 95% de confiança pelo teste Tukey. Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente quanto ao efeito do tempo de armazenamento a 95% de confiança pelo teste Tukey.

Os resultados apresentados na Figura 8 corroboram os encontrados para o índice de peróxidos, com um aumento da extinção específica a 232 nm com o tempo para todas as amostras, demonstrando a formação de compostos primários da oxidação e atingindo o máximo permitido pela legislação (2,5) com aproximadamente 90 dias. A extinção específica

obtida a 270 nm indicou que não houve formação relevante de compostos secundários durante o período analisado.

Figura 9 – Extinção específica no UV para as amostras a 100°C

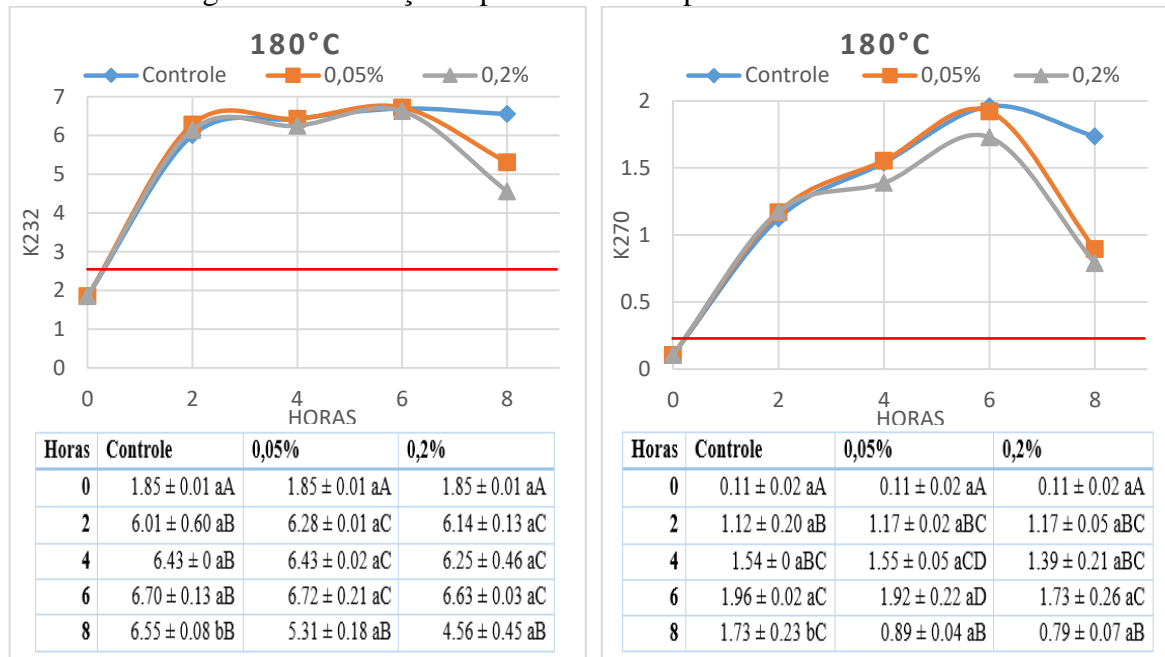


Fonte: Do autor (2017)

*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente quanto ao efeito da concentração de óleo essencial de laranja a 95% de confiança pelo teste Tukey. Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente quanto ao efeito do tempo de armazenamento a 95% de confiança pelo teste Tukey.

As amostras submetidas à temperatura de 100°C atingiram valores maiores do que os permitidos para a legislação em K232 e K270 com menos de 4 horas de aquecimento, conforme Figura 9. Sabe-se que a temperatura influencia diretamente no nível de oxidação dos óleos e isso mostra que a formação de compostos resultantes da oxidação foi acelerada. O aumento gradativo da absorvidade em 270 nm para todas as amostras mostrou um aumento da formação de compostos secundários da oxidação durante o aquecimento, com queda após 12 horas para todas as amostras. Essa queda aconteceu devido à degradação ou volatilização dos compostos secundários formados.

Figura 10 – Extinção específica no UV para as amostras a 180°C



Fonte: Do Autor (2017)

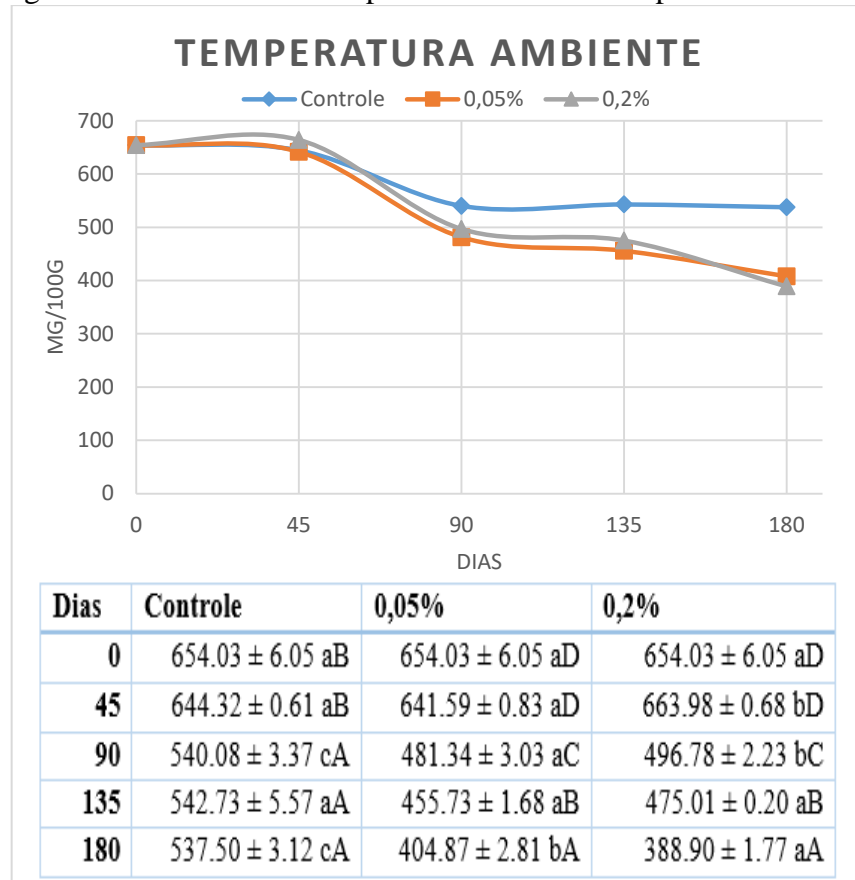
*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente quanto ao efeito da concentração de óleo essencial de laranja a 95% de confiança pelo teste Tukey. Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente quanto ao efeito do tempo de armazenamento a 95% de confiança pelo teste Tukey.

As amostras submetidas à temperatura de 180°C apresentaram comportamento semelhante ao encontrado nas amostras submetidas à 100°C, conforme Figura 10. Os resultados para K270 confirmaram que houve formação de compostos secundários de oxidação. A queda para os valores encontrados em K232 e K270 após 6 horas foi maior para as amostras aromatizadas, mostrando uma atividade do óleo essencial na maior degradação ou volatilização dos compostos secundários formados.

4.4 Esteróis

Os fitoesteróis têm sido amplamente estudados por seus efeitos benéficos à saúde, como o hipocolesterolêmico, anticarcinogênico e outros. Nos óleos comestíveis, os esteróis representam a maior parte dos componentes minoritários e estão presentes principalmente nas formas livre e esterificada, que podem ter diferentes efeitos fisiológicos e propriedades físicas. O teor de esteróis também tem sido utilizado para detectar adulteração de óleos e gorduras (PHILLIPS et al., 2002).

Figura 11 – Teor de esteróis para as amostras a temperatura ambiente



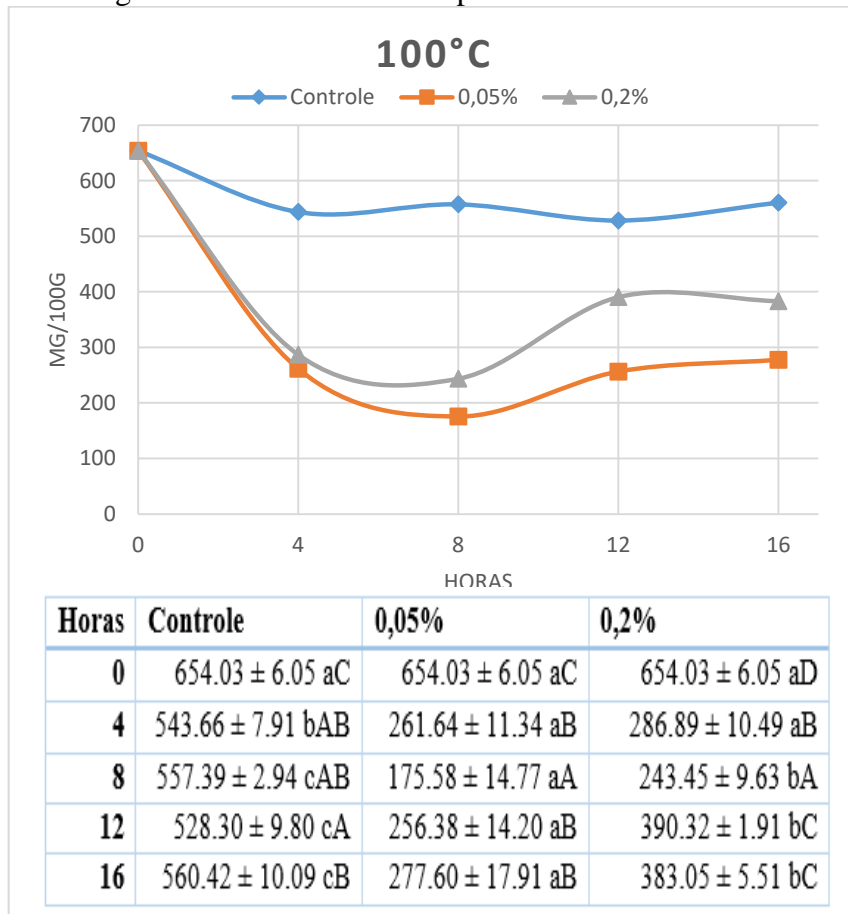
Fonte: Do autor (2017)

*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente quanto ao efeito da concentração de óleo essencial de laranja a 95% de confiança pelo teste Tukey. Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente quanto ao efeito do tempo de armazenamento a 95% de confiança pelo teste Tukey.

Os valores obtidos para as amostras submetidas à temperatura ambiente mostraram, conforme a Figura 11, que houve uma diminuição do teor de esteróis para todas as amostras, sendo ainda maior nas amostras aromatizadas. Com 135 dias não houve diferença significativa entre os valores obtidos, porém, com 180 dias, observou-se uma maior diminuição do valor obtido para a amostra com 0,2%, seguida pela amostra com 0,05%, quando comparadas à amostra controle.

Entre os tempos de armazenamento, percebe-se que só houve diferença significativa nos valores encontrados entre 45 e 90 dias para a amostra controle. Para as amostras aromatizadas houve diferença significativa entre todos os tempos de armazenamento a partir de 45 dias, caracterizando progressiva diminuição do valor obtido.

Figura 12 – Teor de esteróis para as amostras a 100°C



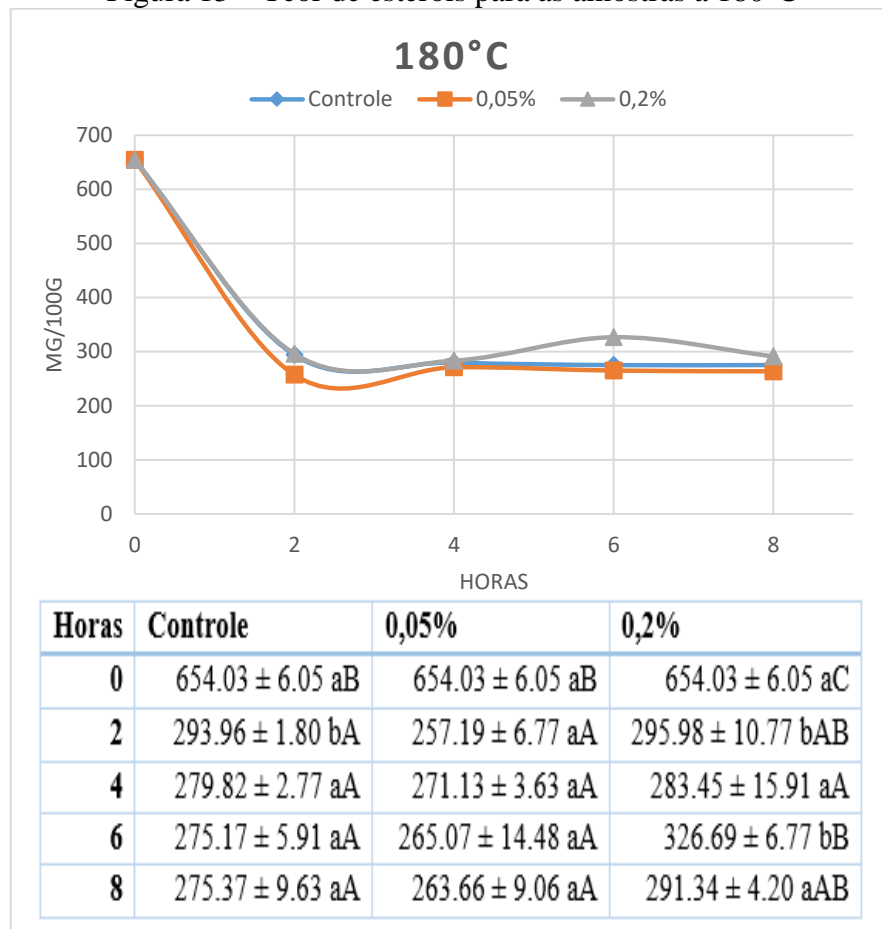
Fonte: Do autor (2017)

*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente quanto ao efeito da concentração de óleo essencial de laranja a 95% de confiança pelo teste Tukey. Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente quanto ao efeito do tempo de armazenamento a 95% de confiança pelo teste Tukey.

Em 100°C, observou-se, conforme a Figura 12, que houve efeito similar do óleo essencial de concentração 0,2% e 0,05% na diminuição dos esteróis quando comparado à amostra controle em todos os tempos de análise.

Para as amostras aromatizadas, houve queda significativa do teor de esteróis até 8 horas de armazenamento. Houve um aumento do valor encontrado para as amostras aromatizadas entre 8 e 12 horas, que permaneceu estatisticamente estável. A amostra controle teve um comportamento de queda de 0 a 4 horas, permanecendo estatisticamente estável após este período.

Figura 13 – Teor de esteróis para as amostras a 180°C



Fonte: Do autor (2017)

*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente quanto ao efeito da concentração de óleo essencial de laranja a 95% de confiança pelo teste Tukey. Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente quanto ao efeito do tempo de armazenamento a 95% de confiança pelo teste Tukey.

Em 180°C, conforme a Figura 13, Só foi observada diferença significativa entre os tempos 0 e 2 para a amostra controle e para a amostra com 0,05% e 0,2% de óleo essencial, com queda do valor de esteróis. Todos os tratamentos apresentaram queda brusca no teor de esteróis entre 0 e 2 horas.

Não foram encontrados relatos na literatura de reações químicas que possam ocorrer entre os esteróis e componentes encontrados no óleo essencial de laranja que possam explicar o efeito do óleo essencial na diminuição dos índices de esteróis. Sabe-se que glicosídeos triterpênicos, embora não encontrados nos óleos essenciais de laranja, mas com similaridades moleculares com os fitoesteróis, têm habilidade de complexar com esteróis (GERSHENZON; DUDAREVA, 2007). Uma hipótese seria a ocorrência de alguma ação química dos terpenos (componente majoritário do óleo essencial de laranja) sobre os esteróis, refletindo nos teores de esteróis determinados pela metodologia utilizada.

4.5 Pigmentos

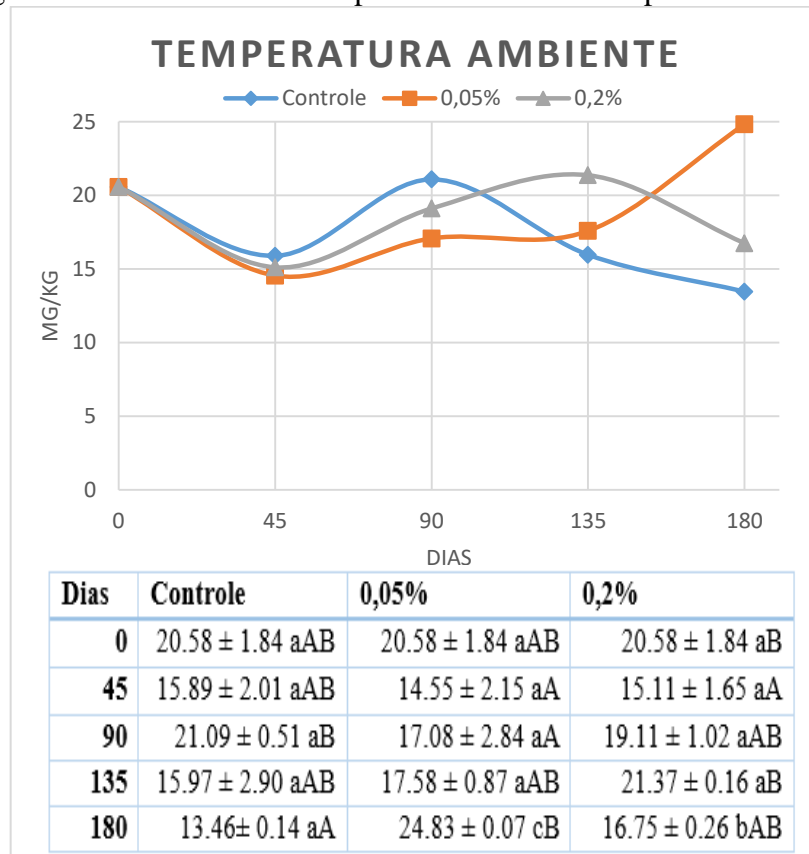
Clorofilas e carotenoides são pigmentos muito comuns, responsáveis por atribuir coloração a vegetais e várias frutas, desempenhando papéis fundamentais na fotossíntese. Embora modificados quimicamente pelo organismo animal, esses pigmentos são obtidos através da alimentação, pois não são sintetizados por tecidos animais (GIUFFRIDA et al., 2007).

Wong, Requejo-Jackman e Woolf (2010) caracterizam o azeite de abacate Hass como sendo um óleo com aproximadamente 11 a 19 mg/kg de clorofilas e 1.0 a 3.5 mg/kg de carotenoides, os principais pigmentos extraídos do óleo, que são responsáveis por sua cor “verde esmeralda brilhante”.

4.5.1 Clorofilas

As clorofilas pertencem a uma larga classe de pigmentos de plantas ricas em fitoquímicos. O papel das clorofilas como pigmentos naturais, responsáveis pelas cores esverdeadas e pela fotossíntese é bem conhecido; porém existem relatos de que as clorofilas e compostos a ela relacionados podem ser benéficos à saúde, principalmente atuando como antioxidantes naturais, atividade antimutagênica, modulação da atividade de enzimas xenobióticas e indução da apoptose em células cancerígenas, além da prevenção de doenças degenerativas. (FERRUZZI; BLAKESLEE, 2007; MOYANO; HEREDIA; MENÉNDEZ-MARTÍNEZ, 2010).

Figura 14 – Teor de clorofilas para as amostras a temperatura ambiente



Fonte: Do autor (2017)

*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente quanto ao efeito da concentração de óleo essencial de laranja a 95% de confiança pelo teste Tukey. Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente quanto ao efeito do tempo de armazenamento a 95% de confiança pelo teste Tukey.

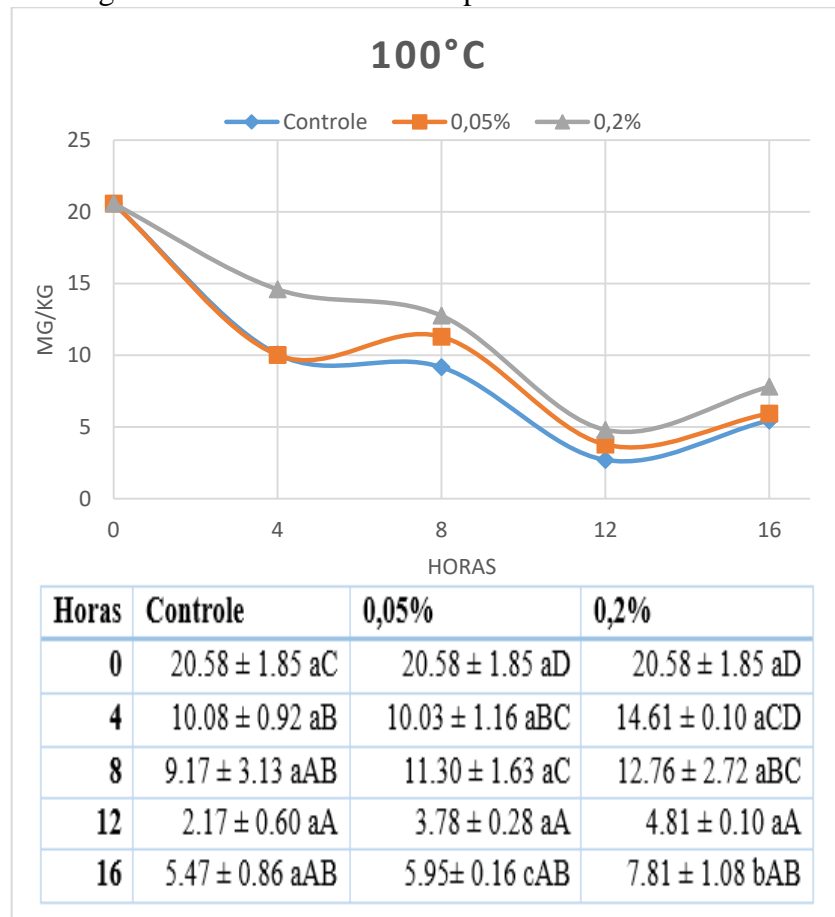
Os teores de clorofilas encontrados nas amostras submetidas à temperatura ambiente estão próximos, porém mais altos que os reportados por Wong, Requejo-Jackman e Woolf (2010), na faixa de 13,46 a 24,83 mg/kg.

Conforme a Figura 14, apenas no último tempo analisado foi observada diferença significativa entre as amostras, com o valor encontrado para a amostra controle mais baixo, seguindo pela amostra com 0,2% de óleo essencial e a amostra com 0,05% apresentando o maior valor. Porém, pode-se observar que as diferenças encontradas foram pequenas considerando-se a grandeza das medidas, portanto, acredita-se que o comportamento dos teores tende a estabilizar após 45 dias para todas as amostras.

Analisando-se as amostras pelos tempos de análise, percebe-se que, para a amostra controle, só houve diferença significativa entre os valores obtidos para 90 e 180 dias, caracterizando uma queda do teor de clorofilas na amostra ao fim do período avaliado. A amostra aromatizada com 0,05% de óleo essencial apresentou um aumento significativo do teor de clorofilas com 180 dias de armazenamento, quando comparado com 45 e 90 dias. Para

a amostra aromatizada com 0,2% de óleo essencial, percebe-se diferença significativa entre os tempos 45 e 135 dias, com um aumento dos valores encontrados.

Figura 15 – Teor de clorofilas para as amostras a 100°C



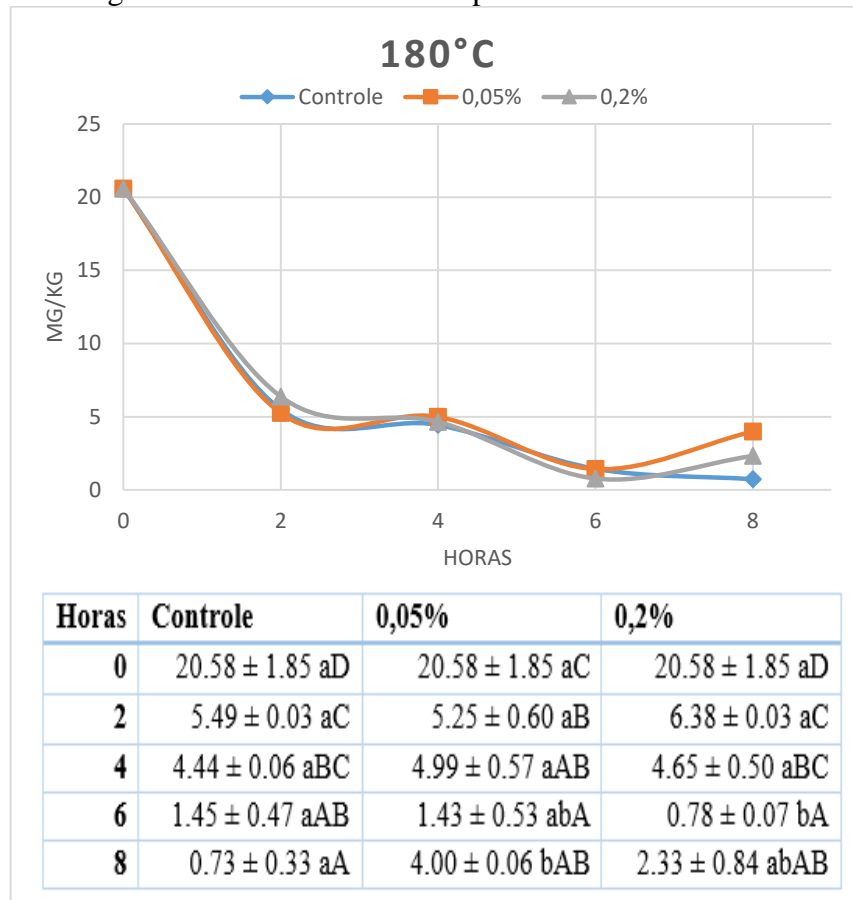
Fonte: Do autor (2017)

*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente quanto ao efeito da concentração de óleo essencial de laranja a 95% de confiança pelo teste Tukey. Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente quanto ao efeito do tempo de armazenamento a 95% de confiança pelo teste Tukey.

As amostras submetidas à temperatura de 100°C apresentaram teores que corroboram os reportados por Wong, Requejo-Jackman e Woolf (2010) conforme a Figura 15, registrando uma queda do teor de clorofilas para os demais tempos, provavelmente devido à degradação.

Comparando as amostras aromatizadas e o controle, observa-se valores significativamente diferentes entre as amostras com 16 horas de aquecimento, porém, tratam-se de valores muito próximos entre si, caracterizando um mesmo comportamento para todas as amostras.

Figura 16 – Teor de clorofilas para as amostras a 180°C



Fonte: Do autor (2017)

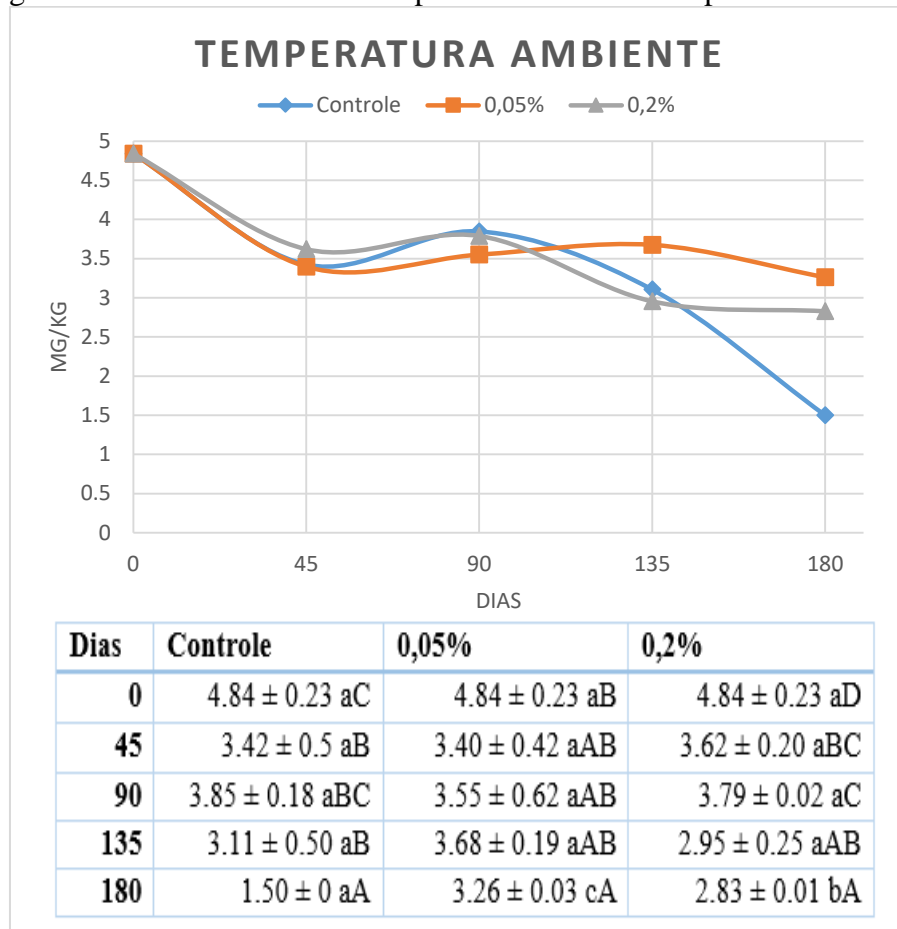
*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente quanto ao efeito da concentração de óleo essencial de laranja a 95% de confiança pelo teste Tukey. Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente quanto ao efeito do tempo de armazenamento a 95% de confiança pelo teste Tukey.

O comportamento observado para as amostras submetidas à temperatura de 180°C foi semelhante ao observado para as amostras com 100°C, com diminuição progressiva dos valores encontrados. Essa diminuição é caracterizada pela aceleração da degradação dos componentes do azeite, quando submetido à altas temperaturas.

4.5.2 Carotenoides

Os carotenoides, além de serem responsáveis pelos pigmentos amarelados, alaranjados ou avermelhados, são precursores de vitamina A, antioxidantes eficazes, além de terem prováveis efeitos benéficos na prevenção do câncer, de cataratas e degeneração macular, e de danos no DNA (MOYANO; HEREDIA; MENÉNDEZ-MARTÍNEZ, 2010).

Figura 17 – Teor de carotenoides para as amostras a temperatura ambiente



Fonte: Do autor (2017)

*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente quanto ao efeito da concentração de óleo essencial de laranja a 95% de confiança pelo teste Tukey. Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente quanto ao efeito do tempo de armazenamento a 95% de confiança pelo teste Tukey.

Foi observado que os teores de carotenoides encontrados para todas as amostras em temperatura ambiente foram maiores que os valores reportados por Wong, Requejo-Jackman e Woolf (2010), entre 1,50 e 4,84 mg/kg.

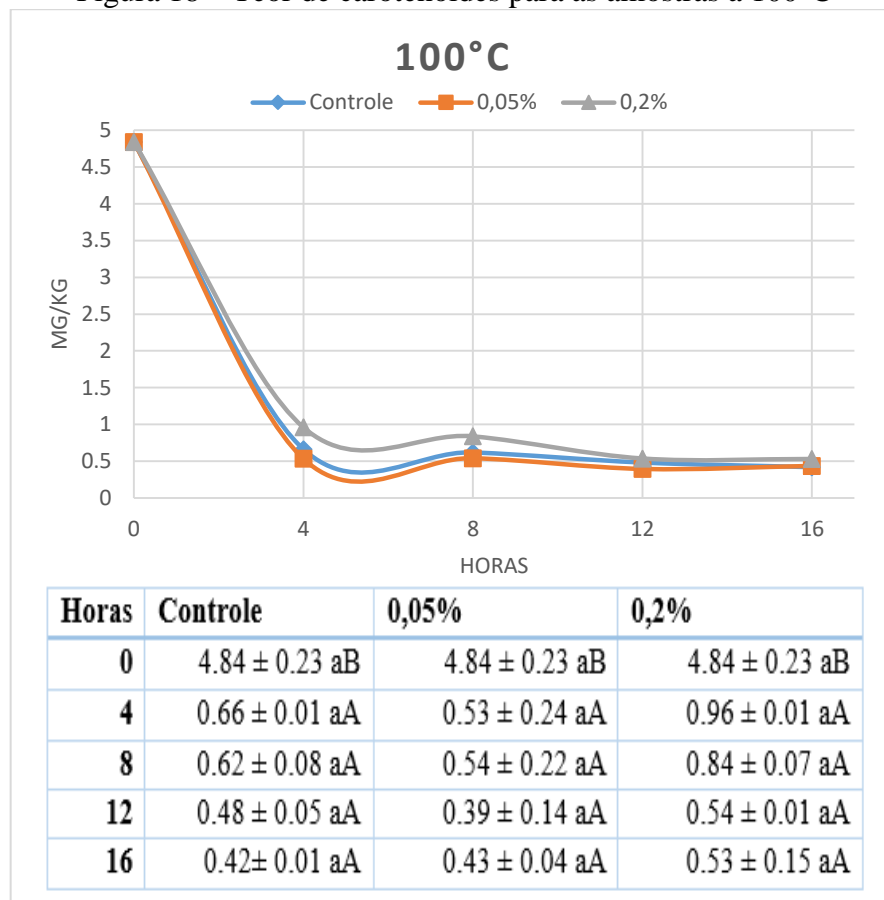
Conforme a Figura 17, para todos os tempos de análise em condições ambiente, os teores encontrados para as amostras aromatizadas e controle foram semelhantes, exceto para 180 dias, em que o valor encontrado para o controle foi menor que para as amostras aromatizadas. Khemakhem e colaboradores (2015) relataram que a adição de casca de frutas cítricas teve efeito no teor de carotenoides em azeite de oliva, com uma menor queda dos teores encontrados no decorrer de 40 dias a 60°C, indicando sucesso na tentativa do óleo essencial em impedir a diminuição do teor de carotenoides na amostra.

Observou-se também que houve uma diminuição do teor com o tempo para as amostras controle e 0,2%, o que não foi observado para a amostra com 0,05% de óleo

essencial, a qual apresentou diferença significativa somente entre os teores do início e o término do período avaliado.

Ashton e colaboradores (2006) encontraram um teor de carotenoides de aproximadamente 12mg/100g em uma amostra de azeite de abacate extraído com hexano após dois dias da colheita do fruto. Para a mesma amostra, após 13 dias de colheita do fruto, o teor encontrado foi próximo a zero.

Figura 18 – Teor de carotenoides para as amostras a 100°C

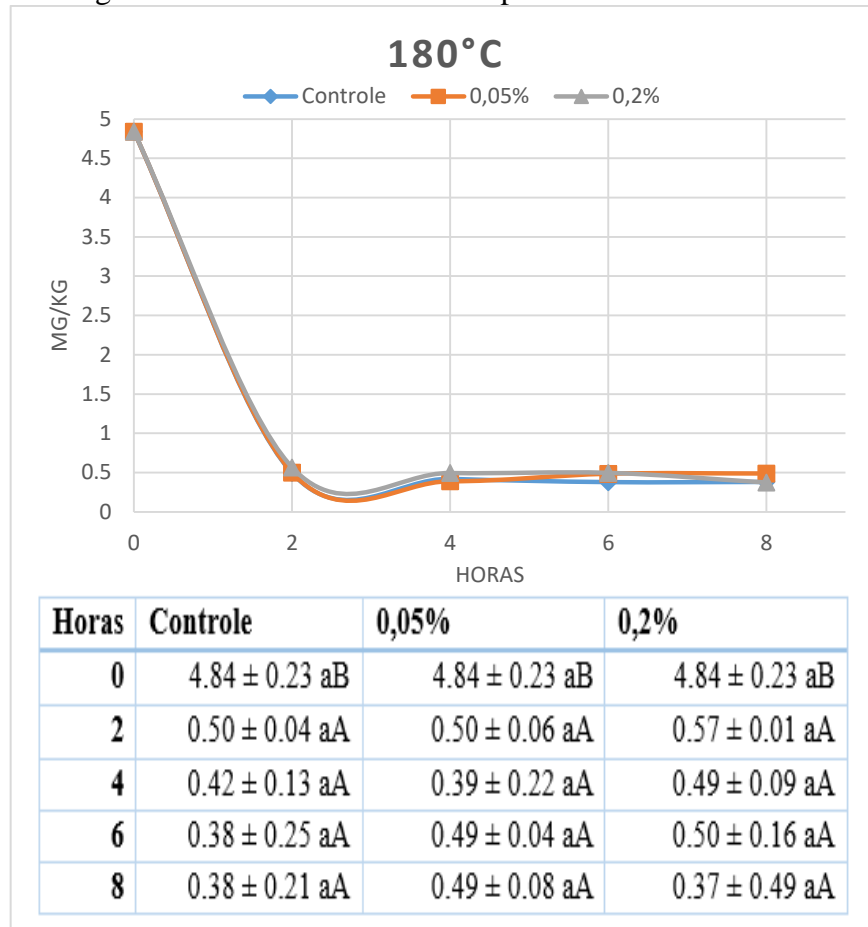


Fonte: Do autor (2017)

*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente quanto ao efeito da concentração de óleo essencial de laranja a 95% de confiança pelo teste Tukey. Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente quanto ao efeito do tempo de armazenamento a 95% de confiança pelo teste Tukey.

Observou-se que para a temperatura de 100°C, conforme a Figura 18, não houve uma diferença significativa entre os teores de carotenoides nas amostras aromatizadas e no controle nos diferentes tempos de aquecimento, indicando que o óleo essencial de laranja nas duas concentrações aplicadas não promoveu efeito no teor de carotenoides para esta temperatura. Foi verificada ainda uma tendência à estabilidade no teor de carotenoides após brusca queda verificada depois 4 horas de aquecimento a 100°C.

Figura 19 – Teor de carotenoides para as amostras a 180°C



Fonte: Do autor (2017)

*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente quanto ao efeito da concentração de óleo essencial de laranja a 95% de confiança pelo teste Tukey. Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente quanto ao efeito do tempo de armazenamento a 95% de confiança pelo teste Tukey.

As amostras aromatizadas e controle submetidas à temperatura de 180°C não apresentaram diferença significativa quando comparadas entre si, conforme Figura 19. Também obtiveram o mesmo comportamento, com diminuição do teor de carotenoides para todas as amostras após o início do aquecimento. Também foi verificada uma tendência à estabilidade no teor de carotenoides após brusca queda depois de 4 horas de aquecimento a 180°C.

Após os processos de extração os carotenoides tornam-se muito instáveis, uma vez que a perda de compartimentação celular pode promover a isomerização ou degradação de carotenoides, sobretudo devido a processos de oxidação e vestígios de ácidos (MOYANO; HEREDIA; MENÉNDEZ-MARTÍNEZ, 2010).

Ayadi, Grati-Kamoun e Attia (2009) também observaram comportamento parecido quanto à degradação desses pigmentos em azeites de oliva aromatizados com óleos essenciais

de especiarias submetidos ao aquecimento a 60°C e 130°C, onde houve uma tendência de queda contínua dos teores de clorofilas com o tempo de aquecimento e uma diminuição mais acentuada do teor de carotenoides em um curto período de aquecimento para atingir um valor assintótico, mostrando que os carotenoides são mais sensíveis ao aquecimento que as clorofilas. A degradação de clorofilas e carotenoides presentes nos óleos durante o aquecimento é muito complexa. A principal dificuldade em entender as etapas da degradação desses pigmentos é que ela gera diferentes produtos finais, alguns dos quais incolores. Entretanto, é relatado que a presença de oxigênio é um fator crucial na degradação de carotenoides, uma vez que mesmo uma baixa concentração de oxigênio leva a uma significativa perda do pigmento. Além disso, a presença de radicais livres, os quais podem ser originados no primeiro estágio da oxidação de ácidos graxos, pode também acelerar a degradação dos carotenoides. Assim, a presença de oxigênio e radicais livres pode explicar o drástico decréscimo no teor de carotenoides em um período curto de aquecimento.

4.6 Análise sensorial

Uma análise sensorial foi realizada para avaliar a diferença do aroma da amostra armazenada em temperatura ambiente em relação à amostra sem armazenamento, ou seja, aromatizada no dia da análise.

A Tabela 2 mostra que para a concentração de 0,05% de óleo essencial, a amostra com 45 dias de armazenamento não se difere quanto ao aroma de laranja da amostra sem armazenamento. Entretanto para os demais tempos de armazenamento há uma diferença significativa, com médias de diferença do controle negativas, indicando perda do aroma.

Tabela 2 – Teste de diferença do controle dos azeites aromatizados com 0,05% de óleo essencial com e sem armazenamento, em condições ambiente.

	Dias	Média	p*
0.05%	45	-0.24	>0.05
	90	-2.58	<0.05
	135	-1.56	<0.05
	180	-0.74	<0.05
	225	-1.14	<0.05

Fonte: Do autor (2017)

Para a concentração de 0,2% de óleo essencial foi observado, conforme Tabela 2, um comportamento semelhante ao encontrado com a concentração de 0,05%; indicando que a amostra com 45 dias não teve diferença significativa quando comparada com a amostra sem

armazenamento e que, nos outros tempos houve uma diferença significativa, com médias da diferença do controle negativas, indicando também que a amostra obteve perda do aroma durante o armazenamento.

Tabela 3 – Teste de diferença dos azeites aromatizados com 0,2% de óleo essencial com e sem armazenamento, em condições ambiente.

	Dias	Média	p*
0.2%	45	-0.06	>0.05
	90	-0.8	<0.05
	135	-1.68	<0.05
	180	-1.12	<0.05
	225	-1.34	<0.05

Fonte: Do autor (2017)

Percebe-se, portanto, que com o passar do tempo, ocorre perda do óleo essencial adicionado ao azeite. Essa perda pode acontecer por volatilização do óleo essencial ou devido à sua degradação por exposição à umidade, luz, oscilações de temperatura e ação do oxigênio; fatores que são de difícil controle no processo de armazenamento do produto após aberto. Porém, os baixos valores de média encontrados (próximo a -2.0), indicam que não houve perda total do aroma até o fim do experimento (225 dias) para nenhuma das concentrações utilizadas.

5 CONCLUSÃO

O óleo essencial de laranja atua como antioxidante quando adicionado ao azeite de abacate em condições ambiente, uma vez que as amostras aromatizadas apresentaram rancificação hidrolítica e oxidativa mais tardia quando comparadas ao azeite não aromatizado.

Para as amostras que foram submetidas a altas temperaturas, observou-se um efeito cada vez mais semelhante ao encontrado para a amostra controle. Provavelmente, isso ocorreu devido à perda por volatilização e/ou degradação do óleo essencial, que é acelerada em altas temperaturas. Dessa forma, o azeite aromatizado com óleo essencial de laranja não demonstra ser uma boa opção para utilizações sob aquecimento por longos períodos.

A análise sensorial permitiu concluir que as amostras perderam significativamente o odor de laranja a partir de 45 dias de armazenamento, porém, não houve perda total do odor de laranja nas amostras submetidas a condições ambiente.

Deste modo, trabalhos futuros devem avaliar novas técnicas de aromatização do azeite de abacate com o óleo essencial de laranja, a fim de impedir a perda do mesmo nas amostras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOCS – The American Oil Chemists' Society. **Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society**. Champaign, 4 ed., 1998.

ARAÚJO, L. B. D. C.; SILVA, S. L.; GALVÃO, M. A. M. FERREIRA, M. R. A. ARAÚJO, E. L.; RANDAU, K. P.; SOARES, L. A. L. Total phytosterol content in drug materials and extracts from roots of *Acanthospermum hispidum* by UV-VIS spectrophotometry. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 23, p. 736-742, 2013.

ARCOLEO, G.; INDOVINA, M. C.; VARVARO, G.; LANZA, C. M.; MAZZAGLIA, A. Improving olive oil shelf life with lemon essential oil. **Chemical Engineering Transactions**, Milão, v. 17, p. 849-854, 2009.

ASENSIO, C. M.; NEPOTE, V.; GROSSO, N. R. Consumers' acceptance and quality stability of olive oil flavoured with essential oils of different oregano species. **International Journal of Food Science and Technology**, Malden, v. 48, p. 2417-2428, 2013.

ASHTON, O. B. O.; WONG, M.; MCGHIE, T. K.; VATHER, R.; WANG, Y.; REQUEJO-JACKMAN, C.; RAMANKUTTY, P.; WOOLF, A. B. Pigments in Avocado Tissue and Oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 54, p. 10151-10158, 2006.

AYADI, M. A.; GRATI-KAMOUN, N.; ATTIA, H. Physico-chemical change and heat stability of extra virgin olive oils flavoured by selected Tunisian aromatic plants. **Food and Chemical Toxicology**, Amsterdam, n. 47, p. 2613-2619, 2009.

AZZI, A.; STOCKER, A. Vitamin E: non-antioxidant roles. **Progress in Lipid Research**, Amsterdam, v. 39, n. 3, p. 231-255, 2000.

BAIANO, A.; GOMES, T.; SEVERINI, C. Effects of herbs on hydrolytic and oxidative degradation of olive oil in Canned Tomatoes. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Urbana, v. 82, n. 10, p. 759-765, 2005.

BASU, H. N.; DEL VECCHIO, A. J.; FLIDER, F.; ORTHOEFER, F. T. Nutritional and potential disease prevention properties of carotenoids. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Urbana, v. 78, n. 7, p. 665-675, 2001.

BERASATEGI, I.; BARRIUSO, B.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I. Stability of avocado oil during heating: Comparative study to olive oil. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 132, p. 439-446, 2012.

BERTONCINI, E. I.; TERAMOTO, J. R. S.; PRELA-PANTANO, A. **Desafios para a produção de azeite no Brasil**. Campinas: Infobibos, 2010. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2010_4/DesafioOliva/index.htm>. Acesso em 20 jan. 2016.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.

BORDIN, K.; KUNITAKE, M. T.; ARACAVAL, K. K.; TRINDADE, C. S. F. Changes in food caused by deep fat frying – A review. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 63, n. 1, 2013.

BOSKOU, D. Frying fats. In: SIKORSKI, Z. E., KOLAKOWSKA, A. **Chemical and functional properties of food lipids**. CRC Press. 2002, p. 385.

BRASIL. Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997. Aprova o regulamento técnico: Aditivos alimentares – definições, classificação e emprego. Diário Oficial da União, Brasília, 28 out. 1997. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d1b6da0047457b4d880fdc3fbc4c6735/PORTARIA_540_1997.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em 22 set. 2015.

BRASIL. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação. Diário Oficial da União, Brasília, 15 set. 2004. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0216_15_09_2004.pdf/9b74835c-83e2-4940-9f9c-3a1e3359c192>. Acesso em 14 mar. 2016.

BRASIL. 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 set. 2005. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/82d8d2804a9b68849647d64600696f00/RDC_n_270.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 30 mar. 2016.

CHING, L. S.; MOHAMED, S. Alpha-Tocopherol content in 62 edible tropical plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, n. 49, n. 6, p. 3101-3105, 2001.

Conselho Internacional Oleícola. **World Olive Oil Figures**. Disponível em: <<http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/131-world-olive-oilfigures>>. Acesso em: 22 set. 2015.

EL BEITUNE, P.; DUARTE, G.; MORAIS, E. N. de; QUINTANA, S. M.; VANNUCCHI, H. Deficiência da vitamina a e associações clínicas: revisão. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 53, n. 4, 2003.

FERRUZZI, M. G.; BLAKESLEE, J. Digestion, absorption, and cancer preventative activity of dietary chlorophyll derivatives. **Nutrition Research**, Amsterdam, v. 27, n. 1, p. 1-12, 2007.

GERSHENZON, J.; DUDAREVA, N. The function of terpene natural products in the natural world. **Nature Chemical Biology**, New York, v. 3, n.7, p. 408-414, 2007.

GIUFFRIDA, D.; SALVO, F.; SALVO, A.; LA PERA, L.; DUGO, G. Pigments composition in monovarietal virgin olive oils from various sicilian olive varieties. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 101, n. 2, p. 833-837, 2007.

GOMES, M. S.; CARDOSO, M. G.; MACHADO, S. M. F.; MALLET, A. C. T.; MIRANDA, C. A. S. F.; ANDRADE, J.; SILVA, L. F.; TEIXEIRA, M. L. Caracterização química do óleo essencial extraído das cascas de laranja e atividade antioxidante utilizando dois métodos de análise. 50º Congresso Brasileiro de Química, 2010.

GORDON, M. H. The development of oxidative rancidity in foods. In: POKORNÝ, J.; YANISHLIEVA, N.; GORDON, M. H. (Ed.). **Antioxidants in food: practical applications**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2003. p. 7-21.

GUIZHEN, G.; XIAOMING, W; GUANGYUAN, L.; BIYUN, C.; KUN, X. Analysis of carotenoid in seed of several oil crops. **Quality, Nutrition, Processing and Trade**, Wuhan, v. 5, p. 82-84, 2007.

HSIEH, R. J.; KINSELLA, J. E. Oxidation of polyunsaturated fatty acids: mechanisms, products, and inhibition with emphasis on fish. **Advances in Food and Nutrition Research**, Valencia, v. 33, p. 233-341, 1989.

ÍNANÇ, A. L. Chlorophyll: Structural properties, health benefits and its occurrence in virgin olive oils. **Akademik Gıda**, Izmir, v. 9, n. 2, p. 26-32, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2008. 994 p.

JORGE, N. **Química e tecnologia de óleos vegetais**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 165 p.

JORGE, N. **Matérias graxas alimentícias**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. 139 p.

JUNIOR, M. R. M.; SILVA, T. A. A. R. e; FRANCHI, G. C.; NOWILL, A.; PASTORE, G. M.; HYSLOP, S. Antioxidant potential of aroma compounds obtained by limonene biotransformation of orange essential oil. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 116, n. 1; p. 8-12, 2009.

KEMAKHEM, I.; YAICHE, C.; AYADI, M. A.; BOUAZIZ, M. Impact of aromatization by *Citrus limetta* and *Citrus sinensis* peels on olive oil quality, chemical composition and heat stability. **Journal of American Oil Chemists' Society**, Urbana, v. 92, p. 701-708, 2015.

KENNY, A. P. The determination of cholesterol by the Liebermann-Burchard reaction. **Biochemistry Journal**, Washington, v. 52, p. 611-619, 1952.

LOTTENBERG, A. M. P. Importância da gordura alimentar na prevenção e no controle de distúrbios metabólicos e da doença cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 53, n. 5, p. 595-607, 2009.

MACHADO, G. C.; CHAVES, J. B. P.; ANTONIASSI, R. Composição em ácidos graxos e caracterização físico-química de óleos hidrogenados de coco babaçu. **Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 308, p. 463-470, 2006.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, Instrução Normativa nº1, de 30 de janeiro de 2012.

MONFERRER, A.; VILLALTA, J. La fritura desde un punto de vista práctico: I. **Alimentación, Equipos y Tecnología**, Bilbao, v. 21, n. 3, p. 85-90, 1993.

MOYANO, M. J.; HEREDIA, F. J.; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J. The color of olive oils: the pigments and their likely health benefits and visual and instrumental methods of analysis. **Comprehensive reviews in food Science and food safety**, Malden, v. 9, p. 278-291, 2010.

O'BRIEN, R. D. **Fats and oils: formulating and processing for applications**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2003. 592 p.

OLIVEIRA, A. F. de.; CRUZ, M. do C. M. da.; OLIVEIRA, D. L. de.; SILVA, L. F. de O. da. Óleo de abacate, uma alternativa para o azeite de oliva. **Circular Técnica – Epamig**, Belo Horizonte, n. 114, 2010.

Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS), Organização Mundial da Saúde (OMS). **Codex Alimentarius, Higiene dos Alimentos – Textos Básicos**. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, OPAS; 2006. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/divulga/public/alimentos/codex_alimentarius.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2016.

PARK, J. H.; LEE, M.; PARK, E. Antioxidant activity of Orange flesh and peel extracted with various solvents. **Preventive Nutrition and food Science**, Busan, v. 19, n. 4, p. 291-298, 2014.

PHILLIPS, K. M.; RUGGIO, D. M.; TOIVO, J. I.; SWANK, M. A.; SIMPKINS, A. H. Free and esterified sterol composition of edible oils and fats. **Journal of Food Composition and Analysis**, Amsterdam, v. 15, p. 123-142, 2002.

PINHEIRO, A. C. M.; NUNES, C. A.; VIETORIS, V. SensoMaker: a tool for sensorial characterization of food products. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 37, n. 3, p. 199-201, 2013.

RODRIGUES, J. N.; MANCINI FILHO, J.; TORRES, R. P.; GIOIELLI, L. A. Caracterização físico-química de creme vegetal enriquecido com ésteres de fitoesteróis. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 505-520, 2004.

SEAPA - Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. **Mantiqueira é pioneira na extração de azeites de qualidade e fabricação de produtos derivados**. Maria da Fé, mar. 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.mg.gov.br/ajuda/story/2605-antiqueira-e-pioneira-na-extracao-de-azeites-de-qualidade-e-fabricacao-de-produtos-derivados>>. Acesso em: 09 fev. 2017.

SINGH, P.; SHUKLA, R.; PRAKASH, B.; KUMAR, A.; SINGH, S.; MISHRA, P. K.; DUBEY, N. K. Chemical profile, antifungal, antiaflatoxic and antioxidante activity of *Citrus máxima* Burm. And *Citrus sinensis* (L.) Osbeck essential oils and their cyclic monoterpene, DL-limonene. **Food and Chemical Toxicology**, Amsterdam, v. 48, n. 6, p. 1734-1740, 2010.

SKOTTI, E.; ANASTASAKI, E.; KANELLOU, G.; POLISSIOU, M.; TARANTILIS, P. A. Total phenolic content, antioxidant activity and toxicity of aqueous extracts from selected Greed medicinal and aromatic plants. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 53, p. 46-54, 2014.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 1-13, 2002.

SOUSA, A.; CASAL, S.; MALHEIRO, R.; LAMAS, H.; BENTO, A.; PEREIRA, J. A. Aromatized olive oils: Influence of flavouring in quality, composition, stability, antioxidants, and antiradical potential. **LWT – Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 60, n. 1, p. 22-28, 2015.

TANGO, J. S.; CARVALHO, C. R. L.; SOARES, N. B. Caracterização física e química de frutos de abacate visando a seu potencial para extração de óleo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 17-23, 2004.

TANGO, J. S.; TURATTI, J. M. Óleo de abacate. In:____. **Abacate – cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas: ITAL, 1992, cap. IV, p. 156-192.

TEIXEIRA, C. G. Cultura. In:____. **Abacate – cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas: ITAL, 1992, cap. I, p. 1-57.

WONG, M.; REQUEJO-JACKMAN, C.; WOOLF, A. B. What is unrefined, extra virgin cold-pressed avocado oil? **Inform AOCS – International News on Fats, Oils and Related Materials**, Urbana, v. 21, n. 4, p. 198-201, 2010. Disponível em <<https://www.aocs.org/stay-informed/read-inform/featured-articles/what-is-unrefined-extra-virgin-cold-pressed-avocado-oil-april-2010>>. Acesso em: 06 fev. 2017

ZAID, O.; HOUSHIA, O. J.; ABUEID, M.; Zaid, M. Palestian Nabali-Baladi Olive Oil Quality: Premium Ultra Fine Extra Virgin Olive Oil Classification. **United States of America Research Journal**, Kansas, v. 1, n. 2, p. 29-34, 2013.

ZIA-UR-REHMAN. Citrus peel extract - A natural source of antioxidant. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 99, n. 3, p. 450-454, 2006.