



JÉSSICA FERREIRA RODRIGUES

**AZEITES DE OLIVA DA REGIÃO DA SERRA
DA MANTIQUEIRA: ESTUDO QUÍMICO E
SENSORIAL PARA CARACTERIZAÇÃO DA
QUALIDADE**

LAVRAS – MG

2015

JÉSSICA FERREIRA RODRIGUES

**AZEITES DE OLIVA DA REGIÃO DA SERRA DA MANTIQUEIRA:
ESTUDO QUÍMICO E SENSORIAL PARA CARACTERIZAÇÃO DA
QUALIDADE**

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

Orientadora

Dra. Ana Carla Marques Pinheiro

Coorientador

Dr. Cleiton Antônio Nunes

LAVRAS - MG

2015

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

Rodrigues, Jéssica Ferreira.

Azeites de oliva da região da Serra da Mantiqueira: estudo químico e sensorial para caracterização da qualidade / Jéssica Ferreira Rodrigues. – Lavras : UFLA, 2015.

89 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico) – Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador(a): Ana Carla Marques Pinheiro.

Bibliografia.

1. Parâmetros físico-químicos. 2. Perfil de ácidos graxos. 3. Perfil de voláteis. 4. TDS. 5. Aceitação sensorial. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

JÉSSICA FERREIRA RODRIGUES

**AZEITES DE OLIVA DA REGIÃO DA SERRA DA MANTIQUEIRA:
ESTUDO QUÍMICO E SENSORIAL PARA CARACTERIZAÇÃO DA
QUALIDADE**

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

APROVADA em 23 de fevereiro de 2015.

Dr. Cleiton Antônio Nunes UFLA

Dr. Adriano Gomes Cruz Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio de Janeiro

Dra. Ana Carla Marques Pinheiro
Orientadora

LAVRAS - MG

2015

Aos meus heróis, Antônio Augusto e
Giani, por todo apoio, amor e dedicação

DEDICO

AGRADECIMENTOS

“A Ele toda honra e toda a glória”. Agradeço a Deus por estar sempre comigo.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela grande oportunidade.

À CAPES, pelo fornecimento de bolsas de estudos.

À professora e orientadora Ana Carla e ao professor e coorientador Cleiton, pela amizade, pelos ensinamentos, oportunidades, incentivo e apoio durante todo meu trabalho. Exemplos de dedicação e profissionalismo aos quais pretendo seguir.

À professora Vanessa, agradeço pelos conselhos e ensinamentos;

Ao professor João de Deus, pelos ensinamentos, colaboração e disponibilidade em ajudar.

À Ma. Carla Saraiva Gonçalves pela amizade, ajuda e disponibilidade.

Ao Luiz Fernando e EPAMIG pelo fornecimento dos azeites e auxílio técnico.

A todos os meus professores, por contribuírem com meu conhecimento e crescimento;

A todos os colegas do DCA, em especial aos colegas do INOVATEC e ao Diego, pela ajuda e contribuição.

À Cidinha, pela ajuda e companhia.

Aos meus pais Antônio Augusto e Giani, por toda dedicação, apoio, amor e confiança depositada sobre mim. Todas as minhas vitórias são dedicadas a vocês;

Ao meu namorado Rhaí, pela amizade, carinho, apoio e compreensão.

A todos os meus familiares e amigos, por estarem sempre presentes e torcerem pelo meu sucesso.

Enfim, a todos os que contribuíram para a concretização deste trabalho,
muito obrigada.

RESUMO GERAL

O cultivo de oliveira (*Olea europaea* L.) e a produção do azeite nacional na Serra da Mantiqueira tem apresentado resultados promissores. No entanto, é necessário verificar as características químicas e sensoriais desses produtos e avaliar o padrão de qualidade exigido pelo consumidor brasileiro. Assim, no presente estudo, objetivou-se caracterizar, sensorial e quimicamente, azeites de oliva advindos da Região da Serra da Mantiqueira, a fim de levantar características químicas e sensoriais que direcionam a qualidade/aceitação do azeite nacional. Para isso, foram avaliadas oito amostras de azeites elaboradas a partir de diferentes variedades: Frantoio, Arbequina, Mission, Arbosana, Maria da Fé, Grappolo 541, Ascolano 31 e um Blend (Grappolo 541 e Arbequina). A caracterização físico-química dos azeites foi realizada, por meio das análises preconizadas pela legislação de azeite de oliva: índice de peróxidos, acidez livre em ácido oleico, iodo, extinção específica no UV, cor e densidade. Os perfis de ácidos graxos e de compostos voláteis foram determinados por CG-FID e CG-MS-SPME respectivamente. A caracterização sensorial foi realizada, por meio da análise temporal de TDS e pelo teste de aceitação. Os resultados da caracterização física e química foram avaliados de acordo com a legislação vigente e por PCA; os perfis de TDS foram analisados pelas curvas de TDS e por PARAFAC; e a aceitação sensorial foi discutida por ANOVA e pelo teste de média scott-knott. Todos os azeites avaliados se enquadraram aos padrões estabelecidos pela legislação e foram classificados como azeite de oliva extra virgem. Em relação ao perfil de voláteis, foram identificados quarenta compostos, sendo a maioria álcoois e aldeídos, com uma maior abundância de compostos C6. A análise de TDS indicou que a sensação picante, foi significativa para todos os azeites avaliados, enquanto o sabor de ranço não foi significativo em nenhuma das amostras, indicando um bom estado de conservação dos mesmos. Sensações como sabor de óleo, verde, frutado, azeitona e gosto amargo também foram detectadas nos diferentes azeites avaliados. Os azeites produzidos na Serra da Mantiqueira obtiveram boa aceitação sensorial, sendo as amostras Ascolano 315, Mission, Maria da Fé, Blend e Arbequina preferidas, em relação aos azeites Grappolo 541, Frantoio e Arbosana. Pode-se inferir, ainda, que as sensações: picante, frutado, sabor de óleo e azeitona, se enquadram ao padrão de qualidade requerido pelos consumidores brasileiros, enquanto produtos com um gosto amargo e sabor verde mais intenso são menos preferidos.

Palavras-chave: Parâmetros físico-químicos. Perfil de ácidos graxos. Perfil de voláteis. TDS. aceitação sensorial.

GENERAL ABSTRACT

The cultivation of olive (*Olea europaea* L.) and the production of national olive oil in the Serra da Mantiqueira has presented promising results. However, it is necessary to verify the chemical and sensory traits of these products and evaluate the quality standard demanded by the Brazilian consumer. Therefore, in the present study, we aimed at characterizing, sensorial and chemically, olive oils originated from the region of Serra da Mantiqueira, in order to survey chemical and sensorial traits that orient the quality/acceptance of the national olive oil. To do this, we evaluated eight samples of olive oils elaborated from different varieties: Frantoio, Arbequina, Mission, Arbosana, Maria da Fé, Grappolo 541, Ascolano 31 and Blend (Grappolo 541 and Arbequina). The physical-chemical characterization of the olive oils was conducted by means of analyses approved by the olive oil legislation: peroxide index, free acidity in oleic acid, iodide, specific extinction in UV, color and density. The profiles of fatty acids and volatile compounds were determined by CG-FID and CG-MS-SPME, respectively. The sensorial characterization was conducted by means of TDS temporal analysis and by the acceptance test. The results of the physical and chemical characterization were evaluated according to the present legislation and by PCA; the TDS profiles were analyzed by the TDS curves and by PARAFAC; the sensorial acceptance was discussed by ANOVA and by the Scott-Knott mean test. All of the olive oils evaluated fit into the standards established by the legislation and were classified as extra virgin olive oil. Regarding the volatile compound profiles, we identified 40 compounds, most being alcohols and aldehydes, with a higher abundance of C6 compounds. The TDS analysis indicated that the spicy sensation was significant for all of the evaluated olive oils, while the rancidity was not significant in any of the samples, indicating a good conservation state of the same. Sensations such as oil, green, fruity, olive and bitter tastes were also detected in the different olive oils evaluated. The olive oils produced in Serra da Mantiqueira obtained good sensorial acceptance, with samples Ascolano 315, Mission, Maria da Fé, Blend and Arbequina preferred in relation to Grappolo 541, Frantoio and Arbosana. We can also infer that the sensations: spicy, fruity, oil flavor and olive fit into the quality standard required by Brazilian consumers, while products with a bitter and more intense green tastes are less preferred.

Keywords: Physical-chemical parameters. Fatty acid profiles. Volatile compound profiles. Sensorial acceptance.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Azeites de oliva elaborados na Serra da Mantiqueira. Da esquerda para a direita: A- Frantoio; B- Arbequina; C- Mission; D- Arbosana; E- Maria da Fé; F- Grappolo 541; G- Ascolano 315; H-Blend (Grappolo 541 e Arbequina).....29
- Figura 2 Explicação gráfica simplificada da modelagem do PARAFAC das curvas de TDS. Na matriz tridimensional I (linhas) corresponde às amostras, J (colunas) ao tempo, e K (cubos) às sensações39
- Figura 3 Análise de componentes principais para a composição de ácidos graxos dos azeites de oliva da Serra da Mantiqueira, onde os escores representam os azeites elaborados a partir de diferentes variedades de oliveiras produzidas na região da Serra da Mantiqueira e os pesos os ácidos graxos identificados. (C16:0: palmítico; C16:1: palmitoleico; C17:0: heptadecanóico; C17:1: heptadecenóico; C18:0: esteárico C18:1:n9: oléico; C18:2n6c: linoléico; C18:3n3: linolênico; C20:0: araquídico; C20:1: eicosenóico; C22:0: behênico e C24:0: lignocérico)54
- Figura 4 Análise de componentes principais para o perfil de compostos voláteis dos azeites de oliva da Serra da Mantiqueira.....62
- Figura 5 Perfil de dominância temporal das sensações dos azeites de oliva advindos da Serra da Mantiqueira66

Figura 6 PARAFAC do perfil de dominância temporal das sensações dos azeites de oliva advindos da Serra da Mantiqueira (modo I: representa as amostras de azeite; modo II: representa o tempo de consumo - 40s; modo III: representa as sensações avaliadas).....69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Referências utilizadas durante a familiarização dos provadores com as sensações envolvidas no teste de TDS	36
Tabela 2	Valores médios e desvios padrão dos parâmetros físico-químicos e físicos dos azeites de oliva advindos da região da Serra da Mantiqueira.....	43
Tabela 3	Composição dos ácidos graxos (%) dos azeites de oliva da Serra da Mantiqueira e valores estabelecidos pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2012) em concordância com o COI (COI, 2013)	49
Tabela 4	Compostos voláteis (%) identificados por SPME-CG/MS em azeites elaborados a partir de diferentes variedades de oliveiras produzidas na região da Serra da Mantiqueira.....	57
Tabela 5	Aceitação sensorial em relação à impressão global dos azeites da Serra da Mantiqueira	72

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Azeite de oliva	16
2.1.1	Qualidade do azeite de oliva	18
2.1.2	Aspectos econômicos da produção e comercialização do azeite de oliva	19
2.1.3	Composição química	21
2.1.4	Valor nutricional	23
2.2	Importância do azeite de oliva na culinária	24
2.3	Análise sensorial de azeites de oliva	25
3	MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1	Azeites de oliva	29
3.2	Caracterização físico-química e física dos azeites de oliva	30
3.2.1	Índice de peróxidos	30
3.2.2	Acidez livre em ácido oléico	30
3.2.3	Extinção específica no UV	31
3.2.4	Índice de Iodo	31
3.2.5	Cor	31
3.2.6	Densidade	32
3.2.7	Análise dos resultados	32
3.3	Determinação do perfil de ácidos graxos dos azeites de oliva	32
3.4	Análise de compostos voláteis dos azeites de oliva	33
3.5	Análise estatística	34
3.6	Análises sensoriais	35
3.6.1	Dominância temporal das sensações (TDS)	35
3.6.1.1	Análise dos resultados	37
3.6.2	Teste de aceitação	40
3.6.2.1	Análise dos resultados	41
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1	Caracterização físico-química e física dos azeites de oliva	42
4.2	Perfil de ácidos graxos dos azeites de oliva	48
4.3	Perfil de compostos voláteis dos azeites de oliva	56
4.4	Avaliação Sensorial dos azeites de oliva	64
4.4.1	Dominância Temporal das sensações (TDS)	65
4.4.2	Aceitação Sensorial	71
5	CONCLUSÕES	75
	REFERÊNCIAS	77

1 INTRODUÇÃO

O azeite de oliva, um componente típico da dieta mediterrânea, atingiu, recentemente, níveis significativos de consumo em países fora da Europa como o Brasil. O País situa-se na sexta posição como um dos principais consumidores do produto, sendo esse consumo de 35.000 toneladas/ano em 2008/2009. Entretanto, no Brasil, o consumo dos derivados dessa cultura é praticamente todo importado (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2014).

Azeitona e azeite de oliva são produtos constantes na mesa do brasileiro. O Brasil é o terceiro maior importador mundial de azeite e quinto de azeitona (EMBRAPA, 2014). Todos os anos são gastos 400 milhões de dólares com a compra desses produtos importados, o que configura o país como mercado promissor de ambos os produtos, visto que o consumo cresce ano após ano.

Embora esteja no ranking como um expressivo consumidor de azeite pela dimensão da população, o cultivo de oliveiras e produção de azeite é prática recente no Brasil. Na região da Serra da Mantiqueira, em Minas Gerais e São Paulo, em decorrência das condições edafoclimáticas favoráveis para o cultivo de espécies de clima temperado como as oliveiras (OLIVEIRA; ANTUNES; SCHUCH, 2006), desde 2008, agricultores estão cultivando oliveiras para produção de azeite nacional. Atualmente, o cultivo dessa cultura abrange, aproximadamente, 1.400 hectares e a atividade apresenta-se promissora, visto que já existem duas marcas de azeite nacional sendo comercializadas. Entretanto, pesquisas são necessárias para o entendimento da cadeia produtiva do azeite no Brasil, caminhando desde o cultivo das oliveiras até a obtenção do azeite, visando à obtenção de um produto de qualidade que atenda à satisfação do consumidor.

A qualidade do azeite pode ser definida a partir do ponto de vista químico e sensorial. O valor nutricional do azeite está associado ao seu elevado teor de ácido oleico e à presença de compostos fenólicos, enquanto o seu sabor é fortemente influenciado pela presença de substâncias voláteis (ANGEROSA, 2002). O perfil sensorial de um azeite vai variar de acordo com a variedade de azeitona, as características do solo, o clima, a saúde da planta, a maturação dos frutos no momento da colheita, processo de recolha de azeitona, condições de armazenamento de azeitona, processo de extração do óleo, método de armazenamento do azeite antes da embalagem, meios de embalagem e método de conservação e/ou aditivos (APARICIO; HARWOOD, 2003). O sabor do azeite é geralmente caracterizado por notas sensoriais agradáveis que são muito apreciadas pelos consumidores (APARICIO; MORALES; ALONSO, 1996, 1997). Essas características sensoriais, juntamente com aspectos nutricionais, são as principais razões para o aumento do consumo de azeite nos últimos anos (MELLO; PINHEIRO, 2012).

A qualidade sensorial do azeite é quantificada avaliando-se as sensações relacionadas ao aroma e sabor, além de sensações bucais como picância e adstringência. Dependendo da variedade e qualidade das azeitonas, atributos sensoriais positivos como a percepção de sabor frutado, gosto amargo e pungência podem estar presentes (ROMERO; TOUS; GUERRERO, 1999; VOSSEN, 2007).

O aroma do azeite é atribuído, principalmente, a aldeídos, álcoois, ésteres, hidrocarbonetos, cetonas e furanos (MORALES; TSIMIDOU, 2000). Os azeites produzidos a partir de frutos de boa qualidade são, geralmente, descritos pela percepção de sensações frutadas, grama recém-cortada, frutas verdes, como maçã, banana, ou vegetais, tais como alcachofra ou tomate, acompanhado por mais ou menos intensas notas de sabor e relação ao amargor e pungência (ANGEROSA, 2002; APARICIO; LUNA, 2002; CERRETANI et al., 2008). Do

ponto de vista químico, aldeídos insaturados e saturados lineares representam a fração mais importante de compostos voláteis de azeites de oliva de alta qualidade (ANGEROSA et al., 2004). Além disso, o perfil de sabor do azeite de oliva é afetado pelas operações tecnológicas aplicadas durante o seu processamento (REBOREDO-RODRÍGUEZ et al., 2013).

São óleos de excelente qualidade química. Seu uso traz benefícios à saúde, pois são ricos em antioxidantes naturais, além de serem fonte natural de ácidos graxos monoinsaturados com benefícios para a saúde humana (BESTER et al., 2007). Nos últimos anos, numerosos estudos têm apresentado evidências de que nutrientes e compostos bioativos presentes em alimentos, como o azeite de oliva, podem contribuir de modo positivo na prevenção de doenças (PIMENTEL; MAGNONI; COSTA, 2007). Por essas razões, o consumo de azeite per capita está aumentando em todo o mundo e pesquisas têm sido desenvolvidas visando à melhoria nas técnicas de produção de azeitonas, obtenção de azeite e qualidade sensorial para a obtenção de produtos com melhor qualidade (DUTRA et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2009, 2010).

Tendo em vista o início de ações para produção e comercialização de azeites brasileiros, por meio da Associação dos Olivicultores dos Contrafortes da Mantiqueira em parceria com a EPAMIG, objetivou-se, no presente trabalho, caracterizar, sensorial e quimicamente, azeites de oliva advindos da Região da Serra da Mantiqueira, a fim de levantar características químicas e sensoriais que direcionam a qualidade/aceitação do azeite nacional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Azeite de oliva

O azeite de oliva, depois de extraído, representa o sumo obtido de azeitonas, que devem estar em perfeitas condições de maturação, procedente de plantas de oliveira sadias, cujo processamento tenha sido imediatamente após a colheita, evitando qualquer tratamento que altere a natureza química de seus componentes, tanto durante a sua extração quanto durante seu armazenamento (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, 2008).

De acordo com a legislação brasileira, o azeite de oliva é o produto procedente somente do fruto da oliveira (*Olea europaea* L.), excluído todo e qualquer óleo obtido pelo uso de solvente, por processo de re-esterificação ou pela mistura com outros óleos, independentemente de suas proporções (BRASIL, 2012).

A classificação do azeite de oliva e do óleo de bagaço de oliva pode ser realizada de acordo com a matéria-prima, com o processo de obtenção e com os procedimentos tecnológicos aplicados, de acordo com a classificação abaixo:

- a) Azeite de oliva virgem: o produto extraído do fruto da oliveira unicamente por processos mecânicos ou outros meios físicos, sob controle de temperatura adequada, mantendo-se a natureza original do produto; o azeite assim obtido pode, ainda, ser submetido aos tratamentos de lavagem, decantação, centrifugação e filtração, observados os valores dos parâmetros de qualidade previstos no anexo I da Instrução Normativa no 1, de 30 de janeiro de 2012 (quadro 1).

- b) Azeite de oliva: o produto constituído pela mistura de azeite de oliva refinado com azeite de oliva virgem ou com azeite de oliva extra virgem.
- c) Azeite de oliva refinado: o produto proveniente de azeite de oliva do grupo azeite de oliva virgem mediante a técnicas de refino que não provoquem alteração na estrutura glicéridica inicial.
- d) Óleo de bagaço de oliva: o produto constituído pela mistura de óleo de bagaço de oliva refinado com azeite de oliva virgem ou com azeite de oliva extra virgem.
- e) Óleo de bagaço de oliva refinado: o produto proveniente do bagaço do fruto da oliveira, mediante a técnica de refino que não provoquem alteração na estrutura glicéridica inicial.

Além da classificação por grupos, o azeite de oliva e o óleo de bagaço de oliva, podem ainda ser classificados, de acordo com os parâmetros de qualidade estabelecidos pela instrução normativa no 1, de 30 de janeiro de 2012 (quadro 1) em tipos, podendo, ainda, serem enquadrados como fora de tipo e desclassificados (BRASIL, 2012).

O azeite de oliva do grupo azeite de oliva virgem pode ainda ser classificado em três tipos denominados de extra virgem, virgem e lampante. Sendo que o último não pode ser destinado diretamente à alimentação humana, porém pode passar por processo de refino, a fim de enquadramento no grupo azeite de oliva ou no grupo azeite de oliva refinado, ou, ainda, pode ser destinado a outros fins que não seja para alimentação humana (BRASIL, 2012).

2.1.1 Qualidade do azeite de oliva

A qualidade do azeite pode ser definida a partir de perspectivas comerciais, nutricionais ou sensoriais (DURAN, 1990). O valor nutritivo do azeite aumenta com os altos níveis de ácido oleico e com a presença de compostos menores, tais como os compostos fenólicos, enquanto o aroma é fortemente influenciado por compostos voláteis (ANGEROSA, 2002; KIRITSAKIS, 1998).

O Conselho Internacional de azeite de oliva (COI, 2013) e o Regulamento (CEE) nº 2568/91 da Comissão de 11 de Julho de 1991 (Commission regulation - EEC, 1991) definiram a qualidade do azeite, com base em parâmetros que incluem o conteúdo de ácidos graxos livres, índice de peróxido, coeficientes de extinção específicos UV (K232 e K270) e pontuação sensorial. No Brasil, os limites de tolerância de parâmetros de qualidade do azeite de oliva e do óleo de oliva foram definidos por meio da Instrução normativa nº 1, de 30 de janeiro de 2012 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2012), como observado no quadro 1.

Grupo	Azeite de Oliva Virgem			Azeite de Oliva	Azeite de Oliva Refinado	Óleo de Bagaço de Oliva	Óleo de Bagaço de Oliva Refinado	
	Extra Virgem	Virgem	Lampante					
Tipo	Extra Virgem	Virgem	Lampante	Único	Único	Único	Único	
Acidez Livre (%)	≤0,80	≤2,00	>2,00	≤1,00	≤0,30	≤1,00	≤0,30	
Índice de Peróxidos (mEq/Kg)	≤20,00		(*)	≤15,00	≤5,00	≤15,00	≤5,00	
Extinção Específica UV	270nm	≤0,22	≤0,25	(*)	≤0,9	≤1,1	≤1,7	≤2,0
	Delta K	≤0,01		(*)	≤0,15	≤0,16	≤0,18	≤0,20
	232nm	≤2,50	≤2,60	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)

Quadro 1 Limites de tolerância de parâmetros de qualidade do azeite de oliva e do óleo de oliva

(*) Não se aplica.

Fonte: Brasil (2012)

De acordo com o quadro 1, o azeite de oliva extra virgem, objeto de estudo deste trabalho, deve apresentar acidez livre menor ou igual a 0,80%, índice de peróxidos inferior a 20,00 mEq/Kg, e extinção específica no UV de, no máximo, 0,22 e 2,50 nos comprimentos de 270 e 232 nm respectivamente, além de um delta K menor que 0,01.

2.1.2 Aspectos econômicos da produção e comercialização do azeite de oliva

A oliveira é originária da região geográfica que vai desde o sul do Cáucaso até as planícies do Irã, Palestina e zona Costeira da Síria. Estendeu-se pelo Chipre, até a Anatólia, e Creta, até o Egito, povoando todos os países às margens do Mediterrâneo. Com o descobrimento da América, a oliveira estendeu-se pelo Novo Mundo e, na atualidade, é cultivada também no Sul da África, China, Japão e Austrália. A oliveira adapta-se em regiões de climas

mediterrâneos, caracterizados por um inverno úmido, com temperaturas em torno de 10-25o C (CIVANTOS, 1998).

Considerando a produção mundial, a Espanha com 44%, Itália 28% e Grécia 13% são os países que lideram a produção da Europa atualmente. Como a produção de azeite sempre foi concentrada nos países da região Mediterrânea: Espanha, Portugal, Itália, Grécia, Turquia, Tunísia e Marrocos, por si só esses países representam mais de 90% da produção mundial (UNITED NATIONS CONFERENCE OF TRADE AND DEVELOPMENT - UNCTAD, 2005).

A oliveira (*Olea europaea* L., Família Oleaceae) foi introduzida no Brasil por imigrantes europeus por volta de 1820 e no sul de Minas Gerais, a partir de 1955, por produtores locais. Entretanto, no Brasil, o consumo dos derivados dessa cultura no país é praticamente todo importado (EMBRAPA, 2014).

Azeitona e azeite de oliva são produtos constantes na mesa do brasileiro. O Brasil é o sétimo maior importador mundial desses produtos, principalmente de países como Argentina, Peru, Chile, Espanha e Portugal. As importações de azeite e de azeitona e, conseqüentemente, o consumo dos brasileiros apresentam crescimento, o que configura o Brasil como mercado promissor de ambos os produtos, visto que o consumo cresce ano após ano (EPAMIG, 2006; EMBRAPA, 2014).

O azeite de oliva é encontrado no mercado varejista brasileiro sob diversas marcas comerciais, com diferentes padrões e preços. Possui sabor característico e, quando consumido com frequência, é benéfico à saúde humana. Como é um produto natural, seu preço para comercialização é alto, comparado a outros óleos. Por isso, torna-se comum sua mescla com outros ingredientes, como outros óleos comestíveis, para diminuição de custos, mas, geralmente, com perda de qualidade, representada por um conjunto de características que

permitem sua apreciação, como igual, pior ou melhor que outro produto da mesma espécie (OLIVEIRA et al., 2009).

Pela grande extensão territorial, embora o Brasil seja um país tropical, o país possui regiões com condições climáticas e características adequadas para o cultivo de oliveiras e para a industrialização de seus produtos (PIO et al., 2005; SANTOS, 2005).

Em razão das condições edafoclimáticas favoráveis para o cultivo de espécies de clima temperado como as oliveiras (OLIVEIRA; ANTUNES; SCHUCH, 2006), desde 2008, na região da Serra da Mantiqueira, em Minas Gerais e São Paulo, agricultores estão cultivando oliveiras para produção de azeite nacional. Atualmente, o cultivo dessa cultura abrange, aproximadamente, 1.400 hectares na região da Serra da Mantiqueira, em sua maior parte no estado de Minas Gerais. A atividade apresenta-se promissora e atualmente já existem duas marcas comerciais de azeite nacional sendo comercializadas.

2.1.3 Composição química

A composição química e a qualidade do azeite de oliva são influenciadas por vários fatores, como índice de maturação, área geográfica (altitude, latitude, composição do solo), condições climáticas prevalecentes no ano de produção, cultivares e processo de extração (DAG et al., 2011). O período de maturação dos frutos é variável, sendo influenciado pelo clima, cultivo, manejo fitotécnico da planta, safra e por características varietais (GÁRCIA, 2003; ROMERO; GUTIÉRREZ, 2006), sendo necessário colher as azeitonas, à medida que atinjam seu grau de maturação, para que não ocorram prejuízos na qualidade do azeite (COUTINHO, 2009), visto que, ao longo do processo de maturação dos frutos, ocorrem alterações no conteúdo e na composição de ácidos graxos,

afetando, diretamente, a estabilidade oxidativa e o valor nutricional do azeite (ANASTASOPOULOS et al., 2011; DAG et al., 2011).

Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos, podendo conter somente ligações simples, nesse caso, denominados de ácidos graxos saturados; ou conterem uma ou mais ligação dupla, sendo denominados, respectivamente, de ácidos graxos monoinsaturados, e poli-insaturados. O ácido graxo predominante no azeite de oliva é o ácido oleico, que é monoinsaturado, formado por 18 átomos de carbono (JORGE, 2010).

O perfil de ácidos graxos é utilizado como padrão de identidade e qualidade, pois, assim como para outros óleos, segue um padrão específico para o azeite de oliva, o qual pode apresentar alterações, segundo o grau de decomposição oxidativa (COI, 2013).

O sabor único e delicado de azeite é atribuído a compostos voláteis que se desenvolvem, durante e depois da extração de óleo, a partir do fruto da oliveira (KALUA et al., 2007). Sendo a oxidação dos ácidos graxos, apesar de indesejável, a responsável pela produção de compostos desejáveis ao aroma característico do produto. Geralmente, é sugerido que as enzimas endógenas da planta, através da via da lipoxigenase, são responsáveis pelas percepções positivas em relação ao aroma do azeite, enquanto que as enzimas de oxidação e exógenos químicos, geralmente a partir da atividade microbiana, estão associados com os defeitos sensoriais. Assim, tanto o processamento e armazenamento do fruto como o óleo contribuem muito para o sabor e qualidade geral do azeite (ANGEROSA, 2002; VENKATESHWARLU et al., 2004).

Os compostos voláteis são compostos de baixo peso molecular (menor do que 300 Da) que vaporizam rapidamente à temperatura ambiente. Alguns compostos voláteis alcançam o epitélio olfativo, dissolvem-se no muco e podem ligar-se com os receptores olfativos para dar uma sensação de odor (ANGEROSA, 2002). O aroma do azeite é atribuído aos aldeídos, álcoois,

ésteres, hidrocarbonetos, cetonas, furanos e, provavelmente, outros compostos voláteis ainda não identificados. Os principais compostos voláteis relatados em azeites virgens são o C6 e os compostos voláteis C5, como o hexanal e pentanal respectivamente. Hexanal, trans-2-hexenal, hexan-1-ol e 3-metil-1-ol encontram-se na maior parte dos azeites virgens na Europa (ANGEROSA, 2002; APARICIO; MORALES; ALONSO, 1997; KIRITSAKIS, 1998). Um estudo de azeite de oliva extra virgem italiano, espanhol e marroquino confirmou a riqueza de compostos voláteis C6 em óleos italianos, mas mostrou que eles eram pobres em ésteres frutados. Os ésteres frutados, isobutirato acetato, butirato de etila, 2-metilbutirato, etil-3-metil-butirato, acetato e cyclohexylcarboxylate foram encontrados em óleos de oliva extra virgem marroquinos (REINERS; GROSCH, 1998). Deve notar-se que os compostos voláteis de concentração elevada não são, necessariamente, os principais contribuintes do odor como descrito por Reiners e Grosch (1998).

Os compostos voláteis, sejam em maiores ou menores concentrações, são cruciais para a qualidade do azeite. Mesmo os compostos voláteis que ocorrem abaixo do limiar olfativo e não fazem contribuição direta para o aroma, são importantes para a compreensão da formação e degradação dos voláteis que possuem contribuição significativa para o aroma, e eles podem fornecer ainda características de qualidade úteis (BUTTERY; TAKEOKA, 2004). Essa fração inclui compostos C5 carbonila, pentenols, hidrocarbonetos e compostos minoritários não derivados de transformações de ácidos graxos (ANGEROSA et al., 1998; BUTTERY; TAKEOKA, 2004).

2.1.4 Valor nutricional

Nos últimos anos, o cultivo de oliveiras adquiriu especial relevância em todo o mundo pelas propriedades benéficas do azeite de oliva à saúde humana

(OLIVEIRA, 2001). Por exemplo, um dos fatores associados à baixa mortalidade por doenças cardiovasculares observado nas populações da região mediterrânea é a elevada ingestão de ácido oléico presente no azeite de oliva (VOGNILD et al., 1998). Nos últimos anos, numerosos estudos têm apresentado evidências de que nutrientes e compostos bioativos presentes em alimentos, como o azeite de oliva, podem contribuir de modo positivo na prevenção de doenças (ANGELIS, 2001; BRILLA, 1999; PIMENTEL; MAGNONI; COSTA, 2007).

Em decorrência de suas propriedades tecnológicas e qualidade nutricional, o azeite de oliva tem um alto valor comercial quando comparado com a maioria dos outros óleos vegetais. Mesmo com esse alto custo, o azeite de oliva ocupa o sexto lugar no mundo na produção de óleos vegetais e tem sido utilizado na culinária para os mais diversos fins (CONDE; DELROT; GERÓS, 2008).

2.2 Importância do azeite de oliva na culinária

O azeite de oliva produzido a partir da prensagem de azeitonas é um dos mais importantes e antigos do mundo dentre os óleos vegetais comestíveis comercializados mundialmente. É considerado o principal ingrediente da dieta mediterrânea, e ainda contribui com seu aroma e sabor inconfundíveis aos alimentos (GOODACRE; KELL; BIANCHI, 1993).

Utilizado desde tempos imemoriais como ingrediente culinário, o azeite foi convertido num dos pilares da cozinha moderna e saudável. O seu consumo não se confina às regiões produtoras, e se espalha hoje por diversos países, mesmo aqueles mais distantes das regiões produtoras (CARPENTER; LYON; HASDELL, 2014). Segundo Goodacre, Kell e Bianchi (1993), é raro existir,

dentre os óleos vegetais não refinados, um sabor mais apreciado do que o do azeite de oliva.

O azeite de oliva se destaca pela sua versatilidade, podendo ser usado, diretamente, em quase todos os tipos de pratos, uma vez que sua aplicação confere sabor, aroma e cor, melhora a textura, transmite o calor, integra os alimentos, personaliza e dá identidade ao prato (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES, IMPORTADORES E COMERCIANTES DE AZEITE DE OLIVA - OLIVA, 2014; PERCUSSI, 2007).

Existem vários tipos de azeites de oliva, com diferentes características, que variam segundo o país produtor, tipo de colheita, seleção e processo tecnológico. Alguns são feitos com azeitonas ainda verdes, o que lhes confere um sabor mais ácido, outros produzidos com olivas maduras e possuem um sabor mais doce ou frutado. Existem, ainda, aqueles com sabores mais exóticos, como os azeites produzidos na Tunísia e Israel (CARPENTER; LYON; HASDELL, 2014).

Com tanta variedade de sabores, certamente existe o mais adequado para cada tipo de prato a ser preparado. Assim, busca-se a melhor combinação dos mais variados tipos com os alimentos (ROSA, 2009). Diante disso, as técnicas da análise sensorial são uma boa alternativa para determinação dessas características.

2.3 Análise sensorial de azeites de oliva

A qualidade do azeite pode ser definida a partir do ponto de vista químico e sensorial, visto que o seu sabor é fortemente influenciado pela presença de substâncias voláteis (ANGEROSA, 2002). O perfil sensorial de um azeite vai variar de acordo com a variedade de azeitona, as características do solo, o clima, a saúde da planta, a maturação dos frutos no momento da colheita,

processo de recolha de azeitona, condições de armazenamento de oliva, processo de extração do óleo, método de armazenamento do azeite antes da embalagem, meios de embalagem e método de conservação e/ou aditivos (APARICIO; HARWOOD, 2003).

A qualidade sensorial do azeite é quantificada avaliando-se as sensações relacionadas ao aroma e sabor, além de sensações bucais como picantes e adstringentes. Dependendo da variedade e qualidade das azeitonas, atributos sensoriais positivos como a percepção de sabor frutado, gosto amargo e pungência podem estar presentes (ROMERO; TOUS; GUERRERO, 1999).

O aroma do azeite é atribuído, principalmente, aos aldeídos, álcoois, ésteres, hidrocarbonetos, cetonas e furanos (MORALES; TSIMIDOU, 2000). Os azeites produzidos a partir de frutos de boa qualidade são geralmente descritos pela percepção de sensações frutadas, grama recém-cortada, frutas verdes como maçã, banana, ou vegetais, tais como alcachofra ou tomate, acompanhado por mais ou menos intensas notas de sabor e relação ao amargor e pungência (ANGEROSA, 2002; APARICIO; LUNA, 2002; CERRETANI et al., 2008). Além disso, foi observado que o perfil de sabor do azeite de oliva é afetado pelas operações tecnológicas aplicadas durante seu processamento (REBOREDO-RODRÍGUEZ et al., 2013).

A qualidade do azeite depende das preferências do mercado e baseia-se na percepção dos consumidores de aroma, sabor e cor, que podem mudar ao longo do tempo e com a localização. Entretanto, o aroma e sabor podem levar à rejeição do produto. A ausência de defeitos sensoriais é necessária para que o azeite seja classificado como "extra virgem", ao passo que a presença e intensidade de defeitos sensoriais é utilizada para categorizar os óleos de outras qualidades (ANGEROSA, 2000). Tanto os atributos positivos, como os defeitos sensoriais podem ser associados com os compostos voláteis dos azeites.

Diante disso, a avaliação das propriedades sensoriais e determinação da importância dessas propriedades sob a aceitação de azeites de oliva representa uma etapa importante na definição dos padrões de qualidade.

A análise descritiva é uma importante área da avaliação sensorial, uma vez que, por meio dela é possível descrever com precisão e medir os atributos sensoriais de alimentos (MUZZALUPO; PELLEGRINO; PERRI, 2015). Existem vários métodos que podem ser utilizados. Um procedimento recente consiste na análise de Dominância Temporal das Sensações (TDS).

Domínio Temporal das Sensações (TDS) é uma metodologia relativamente recente no campo sensorial que permite descrever a evolução temporal das diferentes sensações desenvolvidas durante o consumo dos alimentos (LABBE et al., 2009; PINEAU et al., 2009). Durante o teste, os provadores são convidados a indicar a sensação (de uma lista pré-determinada de vários atributos) dominante durante o tempo de análise. Suas percepções são representadas por curvas que mostram a frequência com que cada sensação foi considerada como dominante durante o período de avaliação. Consiste em um método descritivo multiatributo mais rápido e eficaz, quando comparado a outros testes sensoriais dinâmicos utilizados para avaliação do conjunto de sensações induzidas por um determinado alimento estão sob investigação (PINEAU et al., 2009).

Vários estudos comparativos demonstraram que, para produtos complexos e com sensações de longa duração, o teste de TDS pode fornecer mais informações do que outros métodos de perfis regulares (LABBE et al., 2009). Da mesma forma, o teste de TDS foi apresentado com uma ferramenta útil quando são avaliados produtos com pequenas diferenças sensoriais (MEILLON; URBANO; SCHLICH, 2009). Além disso, a análise de TDS tem sido utilizada para fornecer uma melhor compreensão da textura (LENFANT et al., 2009), aroma e sabor de alimentos (DÉLÉRIS et al., 2011; DINNELLA et al., 2012;

SAINT-EVE et al., 2011). Dinella et al. (2012) demonstraram ainda a utilidade do método de TDS na avaliação do impacto da adição azeites de oliva com propriedades sensoriais distintas sobre o perfil sensorial de alguns alimentos.

Visto que os aspectos dinâmicos e multissensoriais da percepção dos alimentos possuem um importante papel no processo de avaliação da aceitabilidade e das propriedades sensoriais dos produtos (BLAKE, 2004), TDS foi aplicado com sucesso em estudos sobre a definição dos atributos que direcionam a preferência dos consumidores por um determinado alimento (MEILLON; URBANO; SCHLICH, 2009).

Além da avaliação descritiva do produto, a determinação da aceitação pelo consumidor é parte crucial no processo de desenvolvimento, melhoramento e determinação do padrão de qualidade de produtos. Os testes afetivos requerem equipe com grande número de participantes e que representem a população de consumidores atuais e/ou potenciais do produto. Entre os métodos mais empregados na medida de aceitação de produtos está a escala hedônica, em que o consumidor expressa sua aceitação pelo produto, seguindo uma escala previamente estabelecida que varia, gradativamente, com base nos termos "gosta" e "desgosta" (CHAVES; SROSSER, 1999).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado nos laboratórios de análise sensorial e de óleos e gorduras do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) e na Central de Análise e Prospecção Química (CAPQ), do Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG.

3.1 Azeites de oliva

As amostras de azeite de oliva foram adquiridas da Associação dos Olivicultores dos Contrafortes da Mantiqueira-ASSOOLIVE. O trabalho foi realizado com oito diferentes amostras que representam as diferentes variedades de oliveiras cultivadas na Serra da Mantiqueira: A- Frantoio; B- Arbequina; C- Mission; D- Arbosana; E- Maria da Fé; F- Grappolo 541; G- Ascolano 315; H- Blend (Grappolo 541 e Arbequina - 1:1) (figura 1).



Figura 1 Azeites de oliva elaborados na Serra da Mantiqueira. Da esquerda para a direita: A- Frantoio; B- Arbequina; C- Mission; D- Arbosana;

E- Maria da Fé; F- Grappolo 541; G- Ascolano 315; H-Blend (Grappolo 541 e Arbequina)

Os azeites foram extraídos em um sistema contínuo de operação, descrito por Oliveira et al. (2008), o qual é dividido em três etapas: 1ª etapa – seleção e lavragem das azeitonas frescas na coloração rosa-vinho; 2ª etapa – moagem dos frutos e agitação da pasta; e 3ª etapa – separação sólido-líquido. Após serem processados, os azeites foram armazenados em recipientes de vidro âmbar e submetidos às análises físicas, químicas e sensoriais.

3.2 Caracterização físico-química e física dos azeites de oliva

Os parâmetros físico-químicos e físicos foram determinados de acordo com o estabelecido pelo COI (2013).

3.2.1 Índice de peróxidos

O índice de peróxidos foi determinado segundo a Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1990), pela capacidade dos peróxidos presentes na amostra em oxidar iodeto de potássio. Os resultados foram expressos em meqO₂/Kg.

3.2.2 Acidez livre em ácido oléico

A determinação da acidez foi realizada por titulação com solução de éter etílico e álcool e indicador fenolftaleína, de acordo com a técnica da AOAC (1990) e Instituto Adolfo Lutz (2008) e o resultado foi expresso em % de ácido oléico (m/m).

3.2.3 Extinção específica no UV

A extinção específica no UV foi determinada pela medida da absorvância no ultravioleta a 274nm/270nm/266nm/232nm, utilizando as metodologias do Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.2.4 Índice de Iodo

O índice de iodo dos azeites foi determinado utilizando titulação com a solução de Wijs, de acordo com a técnica descrita pela AOAC (1990) e Instituto Adolfo Lutz (2008), pela qual obteve-se a quantidade, em mg, de iodo absorvido por 100g de óleo pela diferença entre os volumes gastos na titulação do branco e da amostra.

3.2.5 Cor

Para análise de cor, as amostras de azeite de oliva foram acondicionadas em placas de petri e foi usado como iluminante o D65, que representa a repartição espectral da luz do dia. Os parâmetros de cor foram medidos em triplicata, utilizando um colorímetro Minolta CR- 400, baseado no padrão CIE-L * a * b * de cor, em que os valores podem variar de 0 a 100 para o parâmetro L que indica a luminosidade da cor, de -100 a +100 para os parâmetros a e b que representam, respectivamente, a variação da cor verde ao vermelho e do amarelo ao azul.

3.2.6 Densidade

A densidade foi determinada segundo o Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.2.7 Análise dos resultados

Os resultados obtidos para o índice de peróxidos, acidez livre em ácido oleico, extinção específica no UV, índice de iodo, cor e densidade foram expressos pela média e desvio padrão e foram comparados com valores estabelecidos pela Instrução normativa nº 1, de 30 de janeiro de 2012 (BRASIL, 2012), de acordo com o International Olive Council (COI, 2013) e Codex Alimentarius (Codex Stan 33, revisão 2003) (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION - CODEX, 2003).

3.3 Determinação do perfil de ácidos graxos dos azeites de oliva

O perfil de ácidos graxos dos azeites foi determinado por meio dos respectivos ésteres metílicos preparados e analisados, conforme metodologia do COI (2001), onde uma alíquota da amostra, contendo, aproximadamente, 100mg, foi convertida em ésteres metílicos usando solução de cloreto de sódio e solução metanólica de hidróxido de potássio como agente esterificante.

A composição dos ácidos graxos foi determinada por cromatografia gasosa, utilizando um cromatógrafo a gás Shimadzu, equipado com mostrador automático, injetor split, razão 1:100; coluna capilar SPTM-2560, comprimento 100mm x 0,25mm x 0,2 µm.; detector de ionização em chama (FID). As condições cromatográficas utilizadas foram: temperatura da coluna programada, temperatura inicial 140°/5min, aquecimento de 140°C a 240°C numa escala de 4°C/min, permanecendo em 240°C por 30 minutos; gás de arraste, hélio numa

vazão de 2,3mL/minuto; temperatura do injetor e detector de 260°C; volume de injeção 1µL.

A identificação dos diferentes tipos de ácidos graxos foi realizada por comparação do tempo de retenção dos ácidos graxos de padrões por co-cromatografia.

3.4 Análise de compostos voláteis dos azeites de oliva

A composição volátil dos azeites foi determinada por cromatografia gasosa/espectrometria de massas, com prévia microextração em fase sólida segundo metodologia proposta por Nunes et al. (2013) com modificações. Um “headspace” foi criado pelo aquecimento de 5 mL de azeite extra virgem a 45° C durante 5 min. Os compostos em fase de vapor foram extraídos por microextração em fase sólida, utilizando uma fibra DVB/CAR/PDMS (Divinilbenzeno, Carboxen, Polidimetilsiloxano). Após 30 min, a fibra foi injetada em um cromatógrafo gasoso acoplado a um espectrômetro de massas GC-MS QP 2010 Ultra (Shimadzu, Japan) equipado com injetor automático para líquidos e gases AOC-5000 (Shimadzu, Japan) e coluna HP-5 (5% fenil-95% dimetilsiloxano) de dimensões 30 m × 0,25 mm × 0,25 mm. Para a separação e identificação dos compostos voláteis, a injeção foi efetuada no modo de splitless com hélio como gás de arraste, a uma taxa de 1,0 mL min⁻¹. A temperatura do injetor foi de 250. A temperatura do forno foi programada para 35 ° C (durante 2 min) a 250 ° C a uma taxa de 5 ° C min⁻¹, e foi, então, mantida a 250 ° C durante 1 min. O espectrômetro de massas foi operado por impacto eletrônico (70 eV) e um intervalo de varrimento de massa 40-600 Da. As temperaturas da fonte de íons e da interface de GC-MS foram de 200° C e 240° C, respectivamente.

Para identificação, os espectros de massas deconvoluídos de cada pico do cromatograma foram obtidos, pelo programa Automated Mass Spectral Deconvolution and Identification System (AMDIS) v. 2.63. A identificação foi realizada, por meio de comparação dos espectros de massas dos picos das amostras com os espectros da biblioteca NIST e por comparação dos índices de retenção obtidos experimentalmente com os índices de retenção da literatura (ADAMS, 2007).

Os índices de retenção experimentais foram obtidos, através da injeção de uma série homóloga de alcanos. A integração dos cromatogramas foi realizada considerando os picos mais intensos e apenas picos cromatográficos com índices de retenção semelhantes aos valores teóricos e em que a similaridade entre os espectros foi maior que 80% foram identificados.

3.5 Análise estatística

Os dados do perfil de ácidos graxos e da composição de voláteis foram explorados por meio da Análise de Componentes Principais (PCA). A utilização da PCA visa a reduzir a dimensionalidade do conjunto de dados original, preservando a maior quantidade de informação (variância) possível. Essa redução é obtida por meio do cálculo de novas variáveis ortogonais entre si, denominadas componentes principais (PCs), as quais são organizadas em ordem decrescente de importância e são combinações lineares das variáveis originais. Os gráficos obtidos representam as amostras em um sistema cartesiano onde os eixos são as PCs (CORREIA; FERREIRA, 2007).

Assim, para gerar a PCA, uma matriz $m \times n$, em que m é o número de amostras e n é o número de ácidos graxos/compostos voláteis foi construída utilizando as áreas relativas de cada pico identificado. Os dados foram

autoescalados e as rotinas da PCA foram realizadas utilizando software Chemoface (NUNES, 2012).

3.6 Análises sensoriais

Após a caracterização física e química, os azeites de oliva produzidos na Serra da Mantiqueira foram então submetidos às análises sensoriais.

3.6.1 Dominância temporal das sensações (TDS)

O teste de dominância temporal das sensações (TDS) foi realizado, de acordo com Pineau et al. (2009) com uma equipe de provadores selecionados com base na sua aptidão sensorial. Para tanto, foram recrutados 30 consumidores que consumiam azeite de oliva extra virgem, diariamente, os quais passaram por sessões de testes triangulares com duas amostras de azeites distintas (azeite de oliva extra virgem puro e azeite de oliva extra virgem adulterado com 40% de óleo de soja) segundo (NUNES et al., 2013). Os resultados dos testes triangulares para a tomada de decisão de aceitação ou rejeição do provador foram analisados por meio de Análise Sequencial de Wald (AMERINE; PANGBORN; ROESSLER, 1965), mediante o estabelecimento dos parâmetros $P_0=0,3$, $P_1=0,7$ e α e $\beta=0,1$. Os testes foram conduzidos em oito sessões. Assim, foram selecionados 12 provadores para a realização dos testes de dominância temporal das sensações dos azeites de oliva.

As sensações envolvidas na análise de TDS foram determinadas com base em estudos sensoriais já realizados com azeites (LUNA; MORALES; APARICIO, 2006; MUZZALUPO; PELLEGRINO; PERRI, 2012; TANOUTI et al., 2012) e pelo método de rede de Kelly ("Kelly's repertory grid method"), descrito em Moskowitz (1988), onde a equipe de provadores recebeu as

amostras de azeite a serem avaliadas aos pares, em todas as combinações, e listaram em ficha apropriada as similaridades e as diferenças entre as amostras de azeite apresentadas, em relação ao sabor. Depois do levantamento dos termos, a equipe se reuniu e, através de um debate aberto, foram escolhidos os termos mais apropriados e importantes, que realmente descrevessem as sensações em relação ao sabor das amostras de azeite. Assim as sensações definidas para a realização dos testes de TDS dos azeites foram: verde, picante, amargo, rançoso, óleo, frutado, azeitona e sem sabor. O termo “sem sabor” foi inserido para garantir que o tempo de análise fosse suficiente para a realização do teste. Dessa forma, o provador que não conseguisse perceber sabor ao final da análise, poderia escolher a opção nenhum sabor.

Os provadores selecionados foram treinados para o reconhecimento das sensações estabelecidas para descrever o produto. Para o treinamento, foi servida uma referência para cada sensação envolvida na análise de TDS, como apresentado na tabela 1. Após o treinamento, os provadores participaram de três sessões de familiarização com o uso do programa computacional (SensoMaker) (NUNES; PINHEIRO, 2012) para a realização do teste de TDS.

Tabela 1 Referências utilizadas durante a familiarização dos provadores com as sensações envolvidas no teste de TDS

Sensação	Referência
Verde	Couve/suco de couve
Picante	Gengibre
Amargo	Solução de cafeína (0.05% p/p)
Rançoso	Manteiga rancificada
Óleo	Óleo de soja
Frutado	Frutas secas
Azeitona	Azeitona

Após a familiarização, os provadores realizaram o teste definitivo de TDS em triplicata, totalizando 36 avaliações. Para isso, os participantes foram solicitados a clicar no botão “start” e durante um “delay” de 2 s colocar a amostra de azeite (cerca de 3ml) na boca, posteriormente, durante 40 s, os provadores foram solicitados a escolher o sabor dominante, sendo dominante aquele sabor percebido com maior clareza e intensidade entre outros de uma lista de sensações previamente definida (PINEAU et al., 2009).

As amostras foram servidas na forma balanceada (MACFIE et al., 1989) à temperatura ambiente em colheres plásticas descartáveis codificados com números de três dígitos. Os avaliadores foram solicitados para enxaguar a boca com água entre cada amostra.

3.6.1.1 Análise dos resultados

Para a avaliação dos resultados obtidos no teste de Dominância Temporal das Sensações foram construídas as curvas de TDS, segundo a metodologia proposta por Pineau et al. (2009), utilizando o software SensoMaker (NUNES; PINHEIRO, 2012). Assim, duas linhas foram desenhadas no gráfico de TDS: o "nível do acaso" e o "nível de significância". O "nível do acaso" é a taxa de dominância que um atributo pode obter ao acaso e o "nível de significância" é o valor mínimo dessa proporção para ser considerado significativo (PINEAU et al., 2009). Para esse cálculo, foi usado o intervalo de confiança de uma proporção binomial, com base em uma aproximação normal, de acordo com Pineau et al. (2009) (1).

$$P_s = P_o + 1.645 \sqrt{\frac{P_o(1 - P_o)}{n}} \quad (1)$$

P_s : menor valor de proporção significativa ($\alpha = 0,05$) em qualquer ponto no tempo para uma curva de TDS, n : número de indivíduos * replicação. P_o : $1/p$, sendo p o número de atributos.

Após a construção das curvas de TDS, os dados das taxas de dominância expressa ao longo do tempo, para as sensações significativas, foram analisados por meio de Análise Paralela de Fatores (PARAFAC). PARAFAC é uma metodologia utilizada para a decomposição de dados de ordem superior e pode ser considerada como uma generalização da PCA para dados multidimensionais (BRO, 1997). Enquanto a PCA fornece uma análise exploratória de i amostras como uma função de variáveis de j , PARAFAC é capaz de fornecer uma interpretação exploratória das amostras e variáveis, levando em conta as diferentes K condições em que foram gerados esses dados.

Para a modelagem do PARAFAC, os conjuntos de dados de TDS referentes às sensações significativas foram dispostos em uma matriz tridimensional, a partir de I linhas (amostras), J colunas (tempo), e K cubos (sensações), onde cada valor de cada escalar na matriz consistia na taxa de dominância (figura 2).

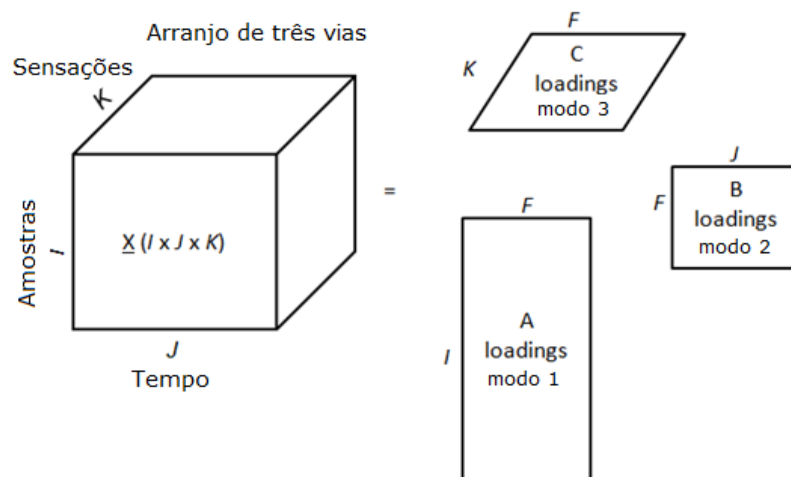


Figura 2 Explicação gráfica simplificada da modelagem do PARAFAC das curvas de TDS. Na matriz tridimensional I (linhas) corresponde às amostras, J (colunas) ao tempo, e K (cubos) às sensações

Os cálculos foram realizados utilizando o N-Toolbox para Matlab (ANDERSSON; BRO, 2000). A restrição de ortogonalidade foi utilizada no modo de tempo, visto que o provador só poderia eleger uma sensação como dominante em cada ponto do tempo, e os outros parâmetros foram utilizados no modo padrão.

Segundo Bro e Kiers (2003), um valor de consistência de núcleo (CORCONDIA) maior que 50% pode ser interpretado como um modelo adequado, enquanto valores menores sugerem um modelo problemático que, quanto mais próximos de zero ou negativo, pode ser considerado um modelo inválido. Assim, a consistência de núcleo (CORCONDIA), acima de 50%, foi utilizada como critério de escolha do número de fatores envolvidos na análise.

3.6.2 Teste de aceitação

As amostras de azeite de oliva extra virgem foram avaliadas, por meio de teste sensorial de aceitação com 50 consumidores de azeites de marcas comerciais mais comuns no mercado brasileiro (faixa de preço entre dez a trinta reais), com frequência mínima de consumo de duas vezes por semana, com faixa etária entre 18 e 50 anos. Os provadores foram selecionados, pela aplicação de questionários contendo questões relativas ao consumo de azeite de oliva (marca, preço, motivo do consumo).

Segundo Dinella et al. (2012), os métodos atuais usados para avaliar os azeites de oliva extra virgem em categorias de qualidade sensoriais envolvem avaliação de óleos puros, porém não levam em conta as condições reais que os consumidores os consomem, isto é, misturado com outros alimentos. O que pode promover diferenças na avaliação sensorial. Diante disso, neste trabalho, foi utilizada a batata cozida como veículo para avaliação da aceitação sensorial dos azeites. A batata cozida foi eleita como veículo por se tratar de um alimento que pouco influenciaria no sabor característico dos azeites avaliados.

Os testes foram realizados em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras. Os julgadores receberam aproximadamente 3 ml de cada amostra de azeite, em 2 g de batata cozida, à temperatura ambiente, em copos plásticos brancos descartáveis codificados com algarismos de três dígitos. As amostras foram servidas de forma monódica em duas sessões (quatro amostras/sessão) e o balanceamento foi feito, segundo Walkeling e Macfie (1995). Os julgadores avaliaram as amostras em relação ao aspecto global, utilizando escala hedônica de nove pontos, sendo os extremos de valor 1, atribuído ao termo hedônico “desgostei extremamente” e de valor 9 atribuído ao termo “gostei extremamente”.

3.6.2.1 Análise dos resultados

Os dados de aceitação sensorial das amostras de azeite de oliva da Serra da Mantiqueira foram avaliados por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de média Scott-Knott ao nível de 5% de significância, utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização físico-química e física dos azeites de oliva

A qualidade do azeite de oliva pode ser influenciada por um conjunto de fatores, dos quais além dos fatores relacionados ao ambiente e à variedade, destacam-se o estado de maturação do fruto no momento da colheita, acidez, tempo de processamento das azeitonas após a colheita, condições de extração e processamento (DAG et al., 2011).

Diante disso, a caracterização físico-química do óleo é importante para avaliar os aspectos citados, estabelecer a identidade de cada azeite e seu respectivo grau de pureza. Essa caracterização é feita através do conhecimento de vários parâmetros específicos preconizados pela legislação brasileira, através da Instrução Normativa nº 1, de 30 de janeiro de 2012 (BRASIL, 2012) em acordo com o “International Olive Council” - COI (COI, 2013) e Codex Alimentarius, sendo comuns a determinação do grau de acidez, índices de peróxidos e iodo, determinação da densidade relativa e absorvidade específica em 232 nm e 270nm (MELLO; PINHEIRO, 2012). A partir da interpretação desses parâmetros em relação à legislação específica, é possível avaliar e classificar os azeites avaliados.

Na Tabela 2, mostra-se a determinação dos principais índices físico-químicos e físicos das amostras de azeite de oliva advindas da Serra da Mantiqueira.

Tabela 2 Valores médios e desvios padrão dos parâmetros físico-químicos e físicos dos azeites de oliva advindos da região da Serra da Mantiqueira

Parâmetros	Azeites de Oliva							
	Frantoio	Arbequina	Mission	Arbosana	Maria da Fé	Grappolo 541	Ascolano 315	Blend
Acidez em ácido oleico (g/100g)	0.20±0.02	0.28±0.01	0.29±0.01	0.21±0.01	0.34±0.01	0.34±0.01	0.30±0.01	0.55±0.02
Índice de peróxidos (mEq/Kg)	5,13±0,76	7,93±0,50	16,53±0,81	6,33±0,31	11,67±0,99	6,27±0,31	5,00±0,20	6,47±0,36
Índice de iodo (g I ₂ /100g)	75.19±1.15	75.16±3.95	77.00±2.84	77.24±2.95	75.27±4.46	80.26±0.93	74.83±1.29	74.60±0.79
Densidade relativa (25°C/água à 25°C)	0.90± 4x10 ⁻³	0.91± 4x10 ⁻³	0.91± 5x10 ⁻³	0.91± 0.01	0.93± 5x10 ⁻³	0.93± 8x10 ⁻³	0.92± 7x10 ⁻³	0.90± 0.01
K232 (nm)	1.54± 2x10 ⁻³	1.78± 0.02	1.37± 10 ⁻³	1.69± 0.01	1.42± 0.01	1.43± 0.01	1.42± 2x10 ⁻⁴	1.30± 4x10 ⁻⁴
K270 (nm)	0.14±10 ⁻⁴	0.13± 3x10 ⁻³	0.15± 2x10 ⁻⁴	0.17± 2x10 ⁻⁴	0.22± 10 ⁻⁴	0.19± 2x10 ⁻⁴	0.14± 3x10 ⁻⁴	0.17± 10 ⁻⁴

“Tabela 2, conclusão”

Azeites de Oliva								
Parâmetros	Frantoio	Arbequina	Mission	Arbosana	Maria da Fé	Grappolo 541	Ascolano 315	Blend
Delta K	≤0,01	≤0,01	≤0,01	≤0,01	≤0,01	≤0,01	≤0,01	≤0,01
Cor: L	3.50±0.01	7.31±0.01	7.65±0.015	5.04±0.01	7.58±0.01	8.99±0.01	11.83±0.01	10.63±0.01
Cor: a	0.09±0.01	-0.09±0.01	0.09±0.01	-0.05±0.01	2.48±0.01	-0.05±0.01	-0.94±0.01	0
Cor: b	1.60±0.10	0.62±0.01	1.62±0.01	0.77±0.01	6.92±0.01	1.38±0.01	4.60±0.10	3.26±0.01

Os valores de todos os parâmetros físico-químicos estudados foram satisfatórios e se enquadraram dentro da faixa exigida, segundo a legislação brasileira, que é norteada pelas normas internacionais do Codex Alimentarius e as normas do COI, para classificação como azeites de oliva extravirgem de qualidade.

A acidez livre em ácido oleico é um parâmetro físico-químico importante na classificação do azeite de oliva. A acidez dos azeites é formada durante a degradação da estrutura celular do fruto, quando o óleo contido no vacúolo entra em contato com enzimas celulares, como as lipases, que atuam clivando os triacilgliceróis, liberando os ácidos graxos. Esse parâmetro indica o grau de pureza do lipídeo com o processamento, e está diretamente relacionado com a natureza e a qualidade do fruto da oliveira e ao estado de conservação do produto (RAMIREZ-TORTOSA; GRANADOS; QUILES, 2006).

Tanto a legislação brasileira como o COI preconizam que o azeite de oliva extra virgem deve apresentar acidez livre $\leq 0,8\%$ (BRASIL, 2012). Os índices de acidez baixos apresentados para os azeites avaliados, além da adequação à legislação, indicam que os azeites são provenientes de uma matéria-prima de boa qualidade.

Segundo Goulas et al. (2010), além do grau de acidez, outros índices de qualidade também são requeridos para auxiliar na identificação e classificação do azeite de oliva com relação ao tipo e pureza. Dentre eles destacam-se os índices de peróxidos que refletem o estado oxidativo do azeite e, portanto, o seu estado de conservação (MACHADO; CHAVES; ANTONIASSI, 2006).

Quando o oxigênio atmosférico entra em contato com o óleo e dissolve-se no mesmo, reagindo com os ácidos graxos insaturados, ocorre o processo de oxidação, o qual é considerado a principal forma de deterioração do produto (MASUCHI et al., 2008). De acordo com Cardoso et al. (2010), esse índice pode ser afetado pelos condicionantes pós-colheita e pela influência do processo de

extração, pela oxidação inicial, a rancificação do azeite ou a deterioração que pode ocorrer nos antioxidantes naturais, como os tocoferóis e os polifenóis. Os azeites avaliados situaram dentro do limite característico para azeite de oliva extra virgem (≤ 20 mEq O₂/Kg azeite) (BRASIL, 2012; COI, 2013), o que os qualifica como azeites de oliva de boa qualidade.

Já, o índice de iodo mensura o grau de insaturação dos ácidos graxos presentes na amostra de azeite e, de acordo com o Codex Alimentarius (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2001), possibilita também a identificação de possíveis adulterações pela mistura com óleos vegetais diferentes. Os valores observados para os azeites de oliva produzidos na Serra da Mantiqueira adequaram-se aos valores preconizados pela legislação (75-94 g I₂/100g). O índice observado pode ser justificado pela predominância de ácidos graxos monoinsaturados, e poli-insaturados na composição do azeite de oliva. Segundo Gimeno et al. (2002), o ácido graxo predominante no azeite de oliva é o ácido oleico, que é monoinsaturado, formado por 18 átomos de carbono.

A determinação da densidade relativa é outro parâmetro que permite avaliar características do azeite relacionadas ao peso molecular médio da gordura (MELLO; PINHEIRO, 2012) e será tanto menor quanto menor for a massa molecular dos ácidos graxos. Todos os azeites provenientes de diferentes variedades de oliveiras apresentaram densidade relativa em torno de 0,9.

Outra análise importante na avaliação da qualidade do azeite de oliva que fornece informações sobre seu estado de conservação e alterações causadas pelo processamento consiste na análise espectrofotométrica na região ultravioleta de azeite de oliva. Segundo a legislação, as amostras de azeite de oliva extra virgem devem apresentar absorvâncias a 270 nm e 232nm e o delta K, menores ou igual a 0,22, 2,5 e 0,01, respectivamente (BRASIL, 2012; COI, 2013). Valores aos quais todas as amostras de azeite avaliadas se adequaram. Segundo

Aued-Pimentel et al. (2008), o valor de absorvância inferior a 0,22 (a 270 nm) para um azeite indica um produto proveniente de uma matéria-prima de boa qualidade e proveniente de práticas corretas de produção, já que a absorção em 270 nm é causada por compostos carbonílicos (estágio secundário da oxidação) e por trienos conjugados (formas em tratamentos tecnológicos do refino). Logo, pode-se inferir que os azeites avaliados foram elaborados a partir de frutos de qualidade e sob condições adequadas de processamento.

Por fim, outro atributo relacionado à qualidade do azeite consiste na cor do produto. Por meio dos valores observados na tabela 2, constatou-se que todas os azeites avaliados apresentaram pouca luminosidade e coloração, tendendo ao verde e amarelo, cores características e esperadas do produto.

Diante dos resultados observados para os parâmetros físico-químicos dos azeites produzidos a partir de diferentes variedades de oliveiras cultivadas na Serra da Mantiqueira (A: Frantoio; B: Arbequina; C: Mission; D: Arbosana; E: Maria da Fé; F: Grappolo 541; G: Ascolano 315; H: Blend - Grappolo 541 e Arbequina) é possível classificar esses produtos com azeites de oliva extra virgem de boa qualidade. Segundo Goulas et al. (2008), o azeite de oliva virgem consiste no azeite virgem obtido do fruto da oliveira unicamente por processos mecânicos ou por outros meios físicos, particularmente em condições térmicas que não levem à deterioração do azeite e que não tenham sido submetidos a outro tratamento que não a lavagem, decantação, centrifugação e filtragem. Constitui de um produto com alto preço de mercado e é considerado o azeite de mais alta qualidade entre os tipos definidos pela legislação.

Cardoso et al. (2010) e Oliveira et al. (2010) também realizaram a caracterização físico-química de algumas amostras de azeite extraídas no sul de Minas Gerais e foram verificadas características positivas em todas as amostras.

4.2 Perfil de ácidos graxos dos azeites de oliva

Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos que podem ser classificados em saturados, quando conterem somente ligações simples, ou monoinsaturadas e polinsaturados, quando contiverem uma ou mais ligações duplas respectivamente (ARAÚJO, 2004).

Os ácidos graxos constituem as unidades básicas dos lipídeos e sua determinação é fundamental para o conhecimento da qualidade dos óleos, para a verificação do efeito de processamento, adequação nutricional de lipídeos ou do alimento que o contém (MELLO; PINHEIRO, 2012). O perfil de ácidos graxos é utilizado como padrão de identidade e qualidade e, por isso, constitui uma das principais análises utilizadas na avaliação e identificação dos óleos (COI, 2013).

Na Tabela 3, apresentam-se as áreas relativas do ácidos graxos identificados nas amostras de azeite, elaboradas a partir de diferentes variedades de oliveiras cultivadas na Serra da Mantiqueira e os valores preconizados pela legislação brasileira e pelo COI (BRASIL, 2012; COI, 2013).

Tabela 3 Composição dos ácidos graxos (%) dos azeites de oliva da Serra da Mantiqueira e valores estabelecidos pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2012) em concordância com o COI (COI, 2013)

Ácidos Graxos		Frantoio	Arbequina	Mission	Arbosana	Maria da Fé	Grappolo 541	Ascolano 315	Blend	Limites*
Saturado										
Ácido palmítico	C 16:0	13.73	16.16	13.89	15.90	13.35	8.78	12.80	12.70	7,5-20,0
Ácido Heptadecanóico (margárico)	C 17:0	0.04	0.04	0.06	0.07	0.04	0.02	0.07	0.06	≤ 0,3
Ácido esteárico	C 18:0	1.39	1.46	1.56	1.38	1.97	1.47	1.83	1.90	0,5-5,0
Ácido araquídico	C 20:0	0.24	0.28	0.28	0.33	0.33	0.26	0.36	0.39	≤ 0,6
Ácido behênico	C 22:0	0.07	0.07	0.08	0.10	0.12	0.08	0.11	0.13	≤ 0,2
Ácido lignocérico	C 24:0	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04	0.03	0.05	0.06	≤ 0,2
Monoinsaturado										
Ácido palmitoleico	C 16:1	1.78	2.12	1.27	2.28	0.78	0.26	1.24	1.22	0,3-3,5

“Tabela 3, conclusão”

Ácidos Graxos		Frantoio	Arbequina	Mission	Arbosana	Maria da Fé	Grappolo 541	Ascolano 315	Blend	Limites*
Ácido cis-10-heptadecenóico	C 17:1	0.10	0.16	0.15	0.21	0.06	0.05	0.21	0.18	≤ 0,3
Ácido oleico	C18:1n9c	74.59	65.72	74.73	67.80	75.82	82.78	75.75	75.67	55,0-83,0
Ácido cis-11-eicosenóico (gôndico)	C20:1n9	0.22	0.18	0.24	0.24	0.24	0.35	0.35	0.33	≤ 0,4
Poliinsaturado										
Ácido linoleico	C18:2n6c	5.91	12.48	5.83	10.40	5.78	4.48	4.73	5.61	3,5-21,0
Ácido a-linolênico	C18:3n3	0.62	0.52	0.75	0.65	0.97	0.73	0.49	0.66	≤ 1,0

*Limites estabelecidos pela Instrução Normativa nº 1, de 30 de janeiro de 2012 (BRASIL, 2012) de acordo com o COI (COI, 2013).

Foram quantificados treze ácidos graxos característicos de azeites de oliva puros. Em relação às quantidades específicas de cada ácido graxo identificado, observa-se que todas as amostras avaliadas adequaram-se aos valores estabelecidos pela legislação brasileira, em conformidade com o Codex Alimentarius e o Conselho Oleícola Internacional (BRASIL, 2012; CODEX, 2003; COI, 2013).

De acordo com o Codex Alimentarius (CODEX, 2003), quantidades superiores a 21% de ácido linoléico pode ser um indício de fraude com outros óleos, principalmente de soja. Observou-se que todos os azeites extraídos das diferentes variedades de oliveiras cultivadas na Serra da Mantiqueira avaliados neste estudo não apresentaram teores acima do limite superior estabelecido pelo Codex Alimentarius (CODEX, 2003), Instrução Normativa nº 1, de 30 de janeiro de 2012 (BRASIL, 2012) e pelo COI (COI, 2013), já que a quantidade de ácido linoléico dos azeites avaliados variou de 4,48 (Grappolo 541) a 12,48% (Arbequina).

Segundo Beltrán et al. (2004) e Cunha et al. (2006), os ácidos graxos oléico, linoléico e palmítico são os mais abundantes no azeite de oliva. O mesmo foi observado no presente estudo, com destaque para o ácido oléico que foi o mais abundante. De acordo com Mello e Pinheiro (2012), o ácido oleico é o ácido graxo responsável pelas características ácidas e aromáticas do azeite e destaca-se entre os ácidos graxos monoinsaturados como o mais importante, pois atua na redução do colesterol total e LDL-c, sem reduzir a fração do HDL-c (OLIVEIRA et al., 2012), causa alterações na membrana das plaquetas, produzindo a ação antitrombótica (VOGNILD et al., 1998), apresenta eficácia no tratamento contra o câncer de mama (MENEZES et al., 2005) e possui comprovada ação protetora cardiovascular (MELLO; PINHEIRO, 2012). Além disso, o ácido oleico é mais estável frente à oxidação que os ácidos graxos poli-insaturados. Assim, a possibilidade de produzir hidroperóxidos a partir desse

ácido graxo durante altas temperaturas é menor em relação aos di-insaturados, tais como o ácido linoleico (SÁNCHEZ-MUNIZ; BASTIDA, 2006).

Neste estudo, foram observados teores de ácido oleico, variando de 65,72% (Arbequina) a 82,78% (Grappolo 541) nas amostras de azeite avaliadas. Silva et al. (2012), em um estudo com essas mesmas variedades, observaram valores de 73,5% e 88,5% respectivamente, enquanto Mello e Pinheiro (2012) verificaram 58,5% em azeites da variedade Arbequina cultivados no Rio Grande do Sul. Nos estudos de Cardoso et al. (2010) e Oliveira et al. (2010) as variedades Ascolano, Grappolo e Negroa apresentaram teores do ácido oleico, respectivamente iguais a 65,54%; 78,33% e 72,55%. Já, em comparação com outras variedades, Gomes-Rico, Salvador e Fregapane (2009) observaram valores entre 55,9% e 79,5% de ácido oleico, para as cultivares Cornicabra e Morisca e Aganchich et al. (2008) verificaram 75,3% para a cultivar Picholine marocaine. Isso que confere um certo destaque para a variedade Grappolo 541, tendo em vista os benefícios à saúde promovidos pelo ácido oleico.

Já, a variedade de azeitona Arbequina, apesar de ser facilmente adaptável ao solo e comumente empregada para produção de azeite, apresentou um menor teor de ácido oleico (65,72%), juntamente com a variedade Arbosana (67,8%). Por outro lado, uma característica vantajosa dos azeites de oliva produzidos a partir dessas variedades é a concentração de ácidos graxos essenciais, principalmente o linoleico (MORELLÓ et al. 2004), como observado nesse estudo. Segundo Massaro et al. (2006), o ácido linoleico é de grande importância para o organismo, uma vez que tem a capacidade de se transformar em substâncias biologicamente mais ativas que exercem funções no equilíbrio homeostático, participa da síntese de prostaglandinas, atua na modulação de componentes do tecido cerebral e nervoso, regulação da síntese e transporte do colesterol e hemoglobina.

Variedades com altos teores de ácido oleico como Grappolo 541 e Ascolano apresentaram, em contrapartida, teores menores de ácido linoleico (< 5,0%). O mesmo foi observado para outros azeites de oliva brasileiros, em Cardoso et al. (2010) e Oliveira et al. (2010).

Para melhor investigar as semelhanças/diferenças entre o perfil de ácidos graxos dos azeites da Serra da Mantiqueira elaborados, a partir de diferentes cultivares, foi feita uma análise exploratória, por meio da análise de componentes principais (PCA) (figura 3), onde os escores representam os azeites elaborados a partir de diferentes variedades de oliveiras produzidas na região da Serra da Mantiqueira e os pesos os ácidos graxos identificados. As duas componentes principais explicaram juntas 80,36% da variação total dos dados, sendo 44,62% contribuição da PC1 e 33,74% da PC2.

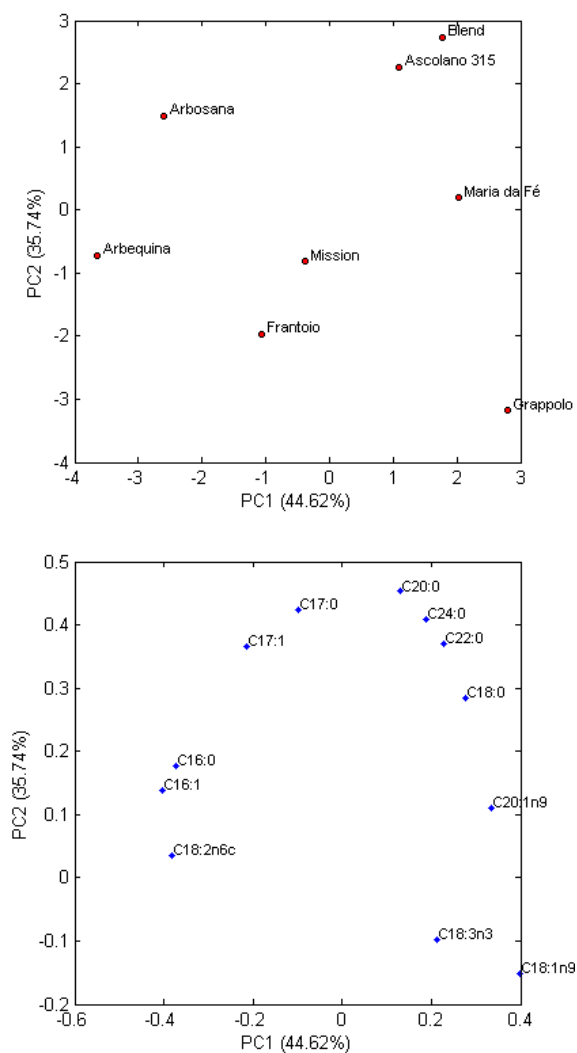


Figura 3 Análise de componentes principais para a composição de ácidos graxos dos azeites de oliva da Serra da Mantiqueira, onde os eixos representam os azeites elaborados a partir de diferentes variedades de oliveiras produzidas na região da Serra da Mantiqueira e os pesos os ácidos graxos identificados. (C16:0: palmítico; C16:1: palmitoleico; C17:0: heptadecanóico; C17:1: heptadecenóico; C18:0: esteárico; C18:1:n9: oléico; C18:2n6c: linoléico; C18:3n3: linolênico; C20:0: araquídico; C20:1: eicosenóico; C22:0: behênico e C24:0: lignocérico)

Segundo Matthâus e Özcan (2011), a composição de ácidos graxos do azeite de oliva varia amplamente entre as diferentes cultivares, de forma que tanto os ácidos graxos saturados (ácido palmítico e esteárico) como os insaturados (ácidos oléico, linoléico e linolênico) ocorram em diferentes proporções.

A partir da figura 3, observa-se que as amostras Arbosana e Arbequina caracterizadas por teores maiores de ácidos graxos compostos por 16 carbonos, como os ácidos palmítico e palmitoléico, além do ácido graxo essencial linoléico. A amostra produzida a partir da variedade Ascolano 315 e o Blend elaborado com as variedades Grappolo 541 e Arbequina contém maior quantidade do ácido graxo esteárico, além de ácidos graxos minoritários como araquídico, behênico e lignocérico. Já, os ácidos graxos oléico e linolênico foram encontrados, em maior proporção, nos azeites elaborados a partir das variedades Maria da Fé e Grappolo 541. Além disso, pode-se inferir que as amostras Mission e Frantoio apresentaram teores intermediários dos ácidos graxos identificados.

As variações nos teores de cada ácido graxo encontradas no presente estudo podem ser explicadas por Inglese, Barobe e Gullo (1996) e Patumi et al. (1999) que concluíram que o perfil de ácidos graxos é afetado, principalmente, pelas diferentes variedades e não por diferentes práticas de cultivo e de irrigação. Gómez-Rico et al. (2007) também contataram em seu estudo que as variações quanto ao conteúdo de ácidos graxos foram decorrentes, principalmente, em razão das diferentes variedades analisadas.

4.3 Perfil de compostos voláteis dos azeites de oliva

O azeite de oliva possui um aroma particular, decorrente da grande quantidade de compostos aromáticos de natureza distinta que o compõe (ANGEROSA et al., 2004). Alguns desses compostos estão presentes no tecido intacto da fruta, e outros são formados durante o rompimento da estrutura celular, durante a produção do azeite, pelas reações enzimáticas (SALAS et al., 2005), por ação de enzimas lipoxigenase ou álcool desidrogenase, que atuam durante o esmagamento dos frutos e se incorporam na fase líquida da pasta das azeitonas, durante o processo de termo batadura, formando aldeídos e álcoois. Esses compostos são posteriormente retidos pelos azeites durante o seu processo de extração mecânica (SANCHEZ; CARRETERO; GUTIÉRREZ, 2001). Segundo Morales e Tsimidou (2000), os principais precursores de compostos voláteis são os ácidos graxos (em especial o linoleico e alfa-linolênico) e os aminoácidos leucina, isoleucina e valina). A sua abundância e diversidade varia com a região geográfica, cultivar, índice de maturação, condições ambientais e processo de extração, em particular as fases da moenda, termo batadura e tipo de centrifugação utilizado (SANCHEZ; CARRETERO; GUTIÉRREZ, 2001).

Diante disso, a determinação do perfil de voláteis dos azeites consiste em uma análise importante para avaliação do padrão de identidade e qualidade do azeite. Na Tabela 4, é apresentada a área relativa dos compostos voláteis das amostras de azeite elaboradas a partir de diferentes variedades de oliveiras cultivadas na Serra da Mantiqueira.

Tabela 4 Compostos voláteis (%) identificados por SPME-CG/MS em azeites elaborados a partir de diferentes variedades de oliveiras produzidas na região da Serra da Mantiqueira

N°	Composto	TR	IR	Área relativa							
				Frantoio	Arbequina	Mission	Arbosana	Maria da Fé	Grappolo 541	Ascolano 315	Blend
1	Etanol	2.09	-	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.79
2	Ácido Fórmico	2.58	-	2.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.05
3	Ácido acético	3.02	631	3.91	0.00	5.40	3.41	25.60	3.86	0.00	11.86
4	3-metil-butanal	3.57	648	0.00	0.00	0.46	0.13	0.00	0.00	0.00	0.07
5	2-metil-butanal	3.72	658	0.00	0.00	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
6	1-Penten-3-ol	4.02	677	2.81	1.18	1.05	1.59	1.03	1.23	1.21	1.22
7	1-penten-3-ona	4.05	678	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	1.23	0.00	1.22
8	2-Pentanona	4.08	681	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.06	0.00
9	3-pentanona	4.24	692	0.97	4.02	0.00	0.68	1.33	0.50	3.19	0.42
10	Pentanal	4.28	694	0.67	0.00	3.02	0.00	1.33	1.33	0.00	0.64
11	3-metil-butanol	5.24	733	0.00	0.00	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23
12	2-metil-butanol	5.33	736	0.00	0.00	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	2-pentenal	5.70	752	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25
14	Pentanol	6.10	766	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00	0.00	3.16	0.00
15	2-Penten-1-ol	6.16	768	3.01	0.00	1.24	0.00	0.00	1.17	1.23	2.05
16	Ácido butanóico	6.58	784	0.00	0.00	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

“Tabela 4, continuação”

N°	Composto	TR	IR	Área relativa							
				Frantoio	Arbequina	Mission	Arbosana	Maria da Fé	Grappolo 541	Ascolano 315	Blend
17	3-hexenal	6.92	799	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00	7.32	0.00	1.02
18	Octano	6.94	798	1.47	0.00	1.16	1.54	3.39	0.00	4.09	1.70
19	Hexanal	7.00	800	4.43	3.71	3.51	2.48	0.00	3.11	4.48	4.94
20	2 Hexenal	8.63	847	33.51	78.47	40.96	81.64	27.05	64.25	15.81	37.77
21	3-hexen-1-ol	8.96	855	30.05	0.00	0.00	0.00	4.28	5.69	32.92	6.30
22	2-Hexenol	9.33	865	2.27	0.00	26.38	4.47	25.91	4.99	6.93	4.85
23	Hexanol	9.49	870	0.52	8.77	5.87	1.78	3.83	0.98	10.59	3.35
24	2-Heptenal	10.65	957	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31
25	2(5H)- Furanone, 5-ethyl	12.98	961	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.33	0.00	1.35
26	Fenol	13.73	980	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.70	1.24
27	Octanal	14.65	1003	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34
28	3-Hexen-1-ol acetato	14.72	1005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34
29	2-Etil-hexanol	15.68	1030	3.58	0.00	0.00	2.27	6.25	0.00	7.64	4.55
30	b-ocimeno	16.34	1047	1.15	3.85	3.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82
31	2-Octenal	16.83	1059	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22

“Tabela 4, continuação”

N°	Composto	TR	IR	Área relativa							
				Frantoio	Arbequina	Mission	Arbosana	Maria da Fé	Grappolo 541	Ascolano 315	Blend
32	Octanol	17.35	1072	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32
33	Undecano	18.42	1100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	0.29
34	Isoforana	19.29	1122	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.84	1.28
35	Dodecano	22.16	1200	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	1.11
36	2-Decenal	24.40	1263	1.10	0.00	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	1.36
37	Ácido nonanóico	24.71	1275	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10
38	Tridecano	25.70	1300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71
39	2,4 Decadienal	26.35	1319	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58
40	2-Undecenal	27.88	1365	1.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.27

TR: tempo de retenção; IR: índice de retenção.

Segundo Boskou, Blekas e Tsimidou (2006), os azeites contêm aproximadamente 280 compostos voláteis, porém, apesar do grande número de compostos, de acordo com esses mesmos autores, apenas 67 são intimamente responsáveis pelo aroma dos azeites, uma vez que muitos deles não estão em quantidade suficiente para serem detectados. Segundo Belitz, Grosh e Shieberle (2009), apenas os produtos voláteis, capazes de interagir com as proteínas receptoras do bulbo olfativo humano são responsáveis pelo aroma. Dentre estes, sugere-se que 20 estão relacionados aos defeitos no sabor do azeite (BOSKOU; Blekas; Tsimidou, 2006).

Foram identificados 40 compostos voláteis nos azeites avaliados, dentre eles álcoois (13), aldeídos (13), cetonas (3), ácidos (4) entre outros (7). Pela tabela 4, observa-se que o azeite elaborado pelo blend das variedades Grrappolo 541 e Arbequina foi o azeite com maior abundância em compostos voláteis, seguido pelo elaborado pela variedade Frantoio. Em contrapartida, a amostra elaborada, a partir da variedade Arbequina, apresentou uma menor diversidade de compostos identificados. Observa-se ainda que os compostos encontrados em quantidades mais apreciáveis foram o 2- hexenal em todas as amostras, o 3- hexen-1-ol nos azeites C (Mission) e E (Maria da Fé) e o hexanol no ascolano 315. Esses compostos (C6) são conhecidos como “voláteis verdes” e são considerados importantes constituintes dos azeites, uma vez que conferem sabor e aroma verde (APARICIO; MORALES, 1998). Esses compostos são formados, através da via bioquímica da lipoxigenase (MORALES; TSIMIDOU, 2000) e, de acordo com Luna, Morales e Aparicio (2006), a diferença nas concentrações desses compostos deve ser principalmente relacionada com a variedade da oliveira. Na tabela 4, observa-se ainda que todos os azeites apresentaram aldeídos e álcoois C5 que estão relacionados à sensação pungente do azeite (VOSSSEN, 2007).

Para melhor investigar as semelhanças/diferenças no perfil de voláteis dos azeites produzidos a partir de diferentes variedades, na Serra da Mantiqueira, uma análise de componentes principais (PCA) foi realizada (figura 4), onde os escores representam os azeites elaborados, a partir de diferentes variedades de oliveiras produzidas na região da Serra da Mantiqueira e os pesos dos compostos voláteis identificados.

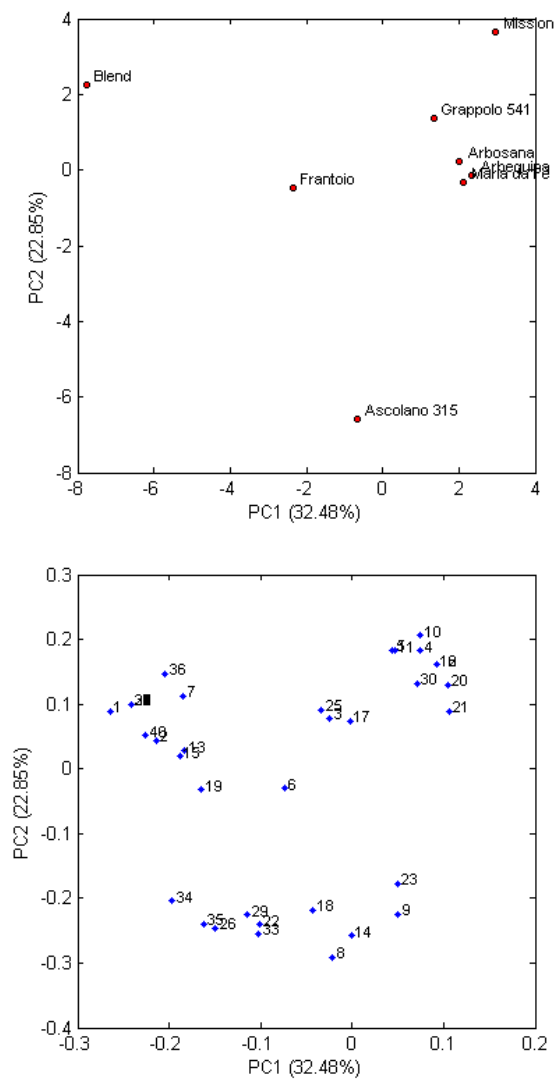


Figura 4 Análise de componentes principais para o perfil de compostos voláteis dos azeites de oliva da Serra da Mantiqueira

Legenda: os escores representam os azeites elaborados, a partir de diferentes variedades de oliveiras produzidas na região da Serra da Mantiqueira e os pesos os compostos voláteis identificados. Os pontos de carregamento foram numerados de acordo com os compostos apresentados na tabela 4.

As duas componentes principais explicaram juntas 55,33% da variação total dos dados. Uma tendência para diferenciar os azeites Blend e Frantoio dos azeites Mission, Grapallo 541, Arbosana, Arbequina e Maria da Fé foi observada através do eixo de PC1 (figura 4), que explica cerca de 33,49% da variância. Considerando os compostos majoritários, observamos que esse grupo de azeites foi caracterizado por uma maior abundância de compostos C6, como o 2-hexenal e 3-hexel-1-ol. Segundo Vossen (2007), os compostos mais abundantes com uma contribuição favorável para o aroma do azeite são os aldeídos e álcoois C6, relacionados com os aromas herbáceos. Cetonas C5, dímeros de penteno ou monoterpenos em quantidades menores também afetam o aroma, sendo relacionados a características sensoriais positivas.

Através de PC2 (22,85% de explicação), é possível diferenciar a composição volátil do Ascolano 315 dos demais azeites, sendo possível pontuar no azeite Ascolano 315 uma predominância do composto C6 hexanol. Pode-se inferir, ainda que, mesmo que em baixa concentração, um maior teor de etanol e ácido fórmico no Blend. Segundo Vossen (2007), a presença de etanol, ácido acético e acetato de etilo em altas quantidades está relacionada a contribuições negativas, como o sabor avinhado ou avinagrado. Entretanto, vale ressaltar que todos esses compostos se encontram em baixas quantidades quando comparados ao teor total de voláteis.

Em um trabalho com azeites de oliva extra virgem italiano, espanhol e marroquino, Reiners e Grosch (1998) confirmaram a riqueza de compostos voláteis C6 em óleos italianos, mas mostrou que eles eram pobres em ésteres frutados, como observado no presente estudo. Os ésteres frutados, isobutirato acetato, butirato de etila, 2-metilbutirato, etil-3-metil-butirato, acetato e cyclohexylcarboxylate foram encontrados em óleos de oliva extra virgem marroquino (REINERS; GROSCH, 1998). Angerosa (2002), Aparicio, Morales

e Alonso (1997) e Kiritsakis (1998), e encontraram Hexanal, trans-2-hexenal, hexan-1-ol e 3-metil-1-ol na maior parte dos azeites virgens na Europa. E Luna, Morales e Aparicio (2006) também observaram uma abundância de compostos C6 na maioria das variedades avaliadas, dentre eles as variedades arbequina e frantoio. A maioria dos compostos voláteis identificados no presente estudo também foram identificados em azeites Italianos, Espanhóis e Gregos (CERRETANI et al., 2006; RANALLI et al., 2001; VICH et al., 2007).

De acordo com Kesen, Kelebek e Selli (2014), a cultivar é um dos fatores mais importantes que influenciam significativamente a composição volátil e as características sensoriais de azeite virgem. Uma mesma cultivar de oliveira cultivada em diferentes locais produz óleos com diferentes perfis (KALUA et al., 2007). Além da cultivar, o grau de amadurecimento dos frutos, meio ambiente, estação de crescimento, hábitos tradicionais de cultivo de várias cultivares, métodos de extração, técnicas de processamento e condições de armazenamento afetam o perfil de aroma do azeite de oliva (GOMEZ-RICO et al., 2006; RODRIGUEZ et al., 2012).

4.4 Avaliação Sensorial dos azeites de oliva

Além do ponto de vista químico, a qualidade do azeite também deve ser definida do ponto de vista sensorial, visto que o seu sabor é fortemente influenciado pela presença de substâncias voláteis (ANGEROSA, 2002). O perfil sensorial de um azeite vai variar de acordo com a variedade de azeitona, as características do solo, o clima, a saúde da planta, a maturação dos frutos no momento da colheita, processo de recolha de azeitona, condições de armazenamento de oliva, processo de extração do óleo, método de armazenamento do azeite antes da embalagem, meios de embalagem e método de conservação e/ou aditivos (APARICIO; HARWOOD, 2003).

A qualidade sensorial do azeite é quantificada avaliando-se as sensações relacionadas ao aroma e sabor, além de sensações bucais como picantes e adstringentes. Dependendo da variedade e qualidade das azeitonas, atributos sensoriais positivos como a percepção de sabor frutado, gosto amargo e pungência podem estar presentes (ROMERO; TOUS; GUERRERO, 1999).

Diante disso, a avaliação das propriedades sensoriais e determinação da importância dessas propriedades sob a aceitação de azeites de oliva representa uma etapa importante na definição dos padrões de qualidade.

4.4.1 Dominância Temporal das sensações (TDS)

A técnica do domínio temporal de sensações (TDS) é uma metodologia que permite gravar vários atributos sensoriais simultaneamente ao longo do tempo, e permite a obtenção de sequências de sensações (RÉVÉREND et al., 2008). Com esse método descritivo sensorial, os julgadores avaliam qual a sensação é dominante e marcam sua intensidade ao longo do tempo até que a sensação termina ou outra aparece como dominante (LABBE et al., 2009). De acordo com Albert et al. (2012), essa técnica permite o impacto que cada aspecto da percepção tem sobre o consumidor sobre o momento do consumo, e os resultados a serem ligados à aceitação.

Observa-se, na figura 5, o perfil de dominância temporal das sensações (TDS) dos azeites produzidos na Serra da Mantiqueira, em estudo, onde cada curva representa a dominância de um determinado atributo com o decorrer do tempo. Na representação gráfica da análise de TDS, são representadas duas linhas: 'linha de chance' e 'linha de significância'. A linha de chance representa a taxa de dominância que um atributo pode obter ao acaso e a linha de significância é o valor mínimo ou proporção mínima para que a dominância de determinado atributo seja considerada significativa (PINEAU et al., 2009).

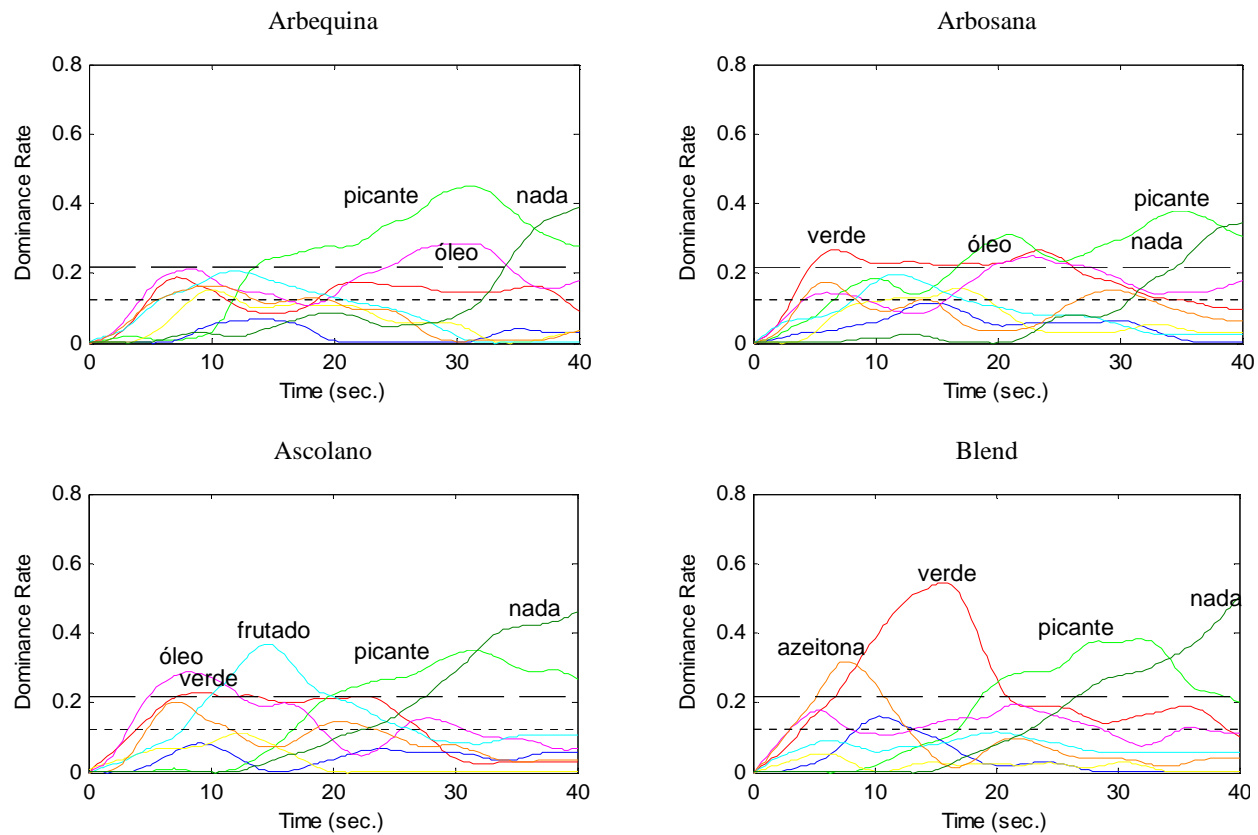
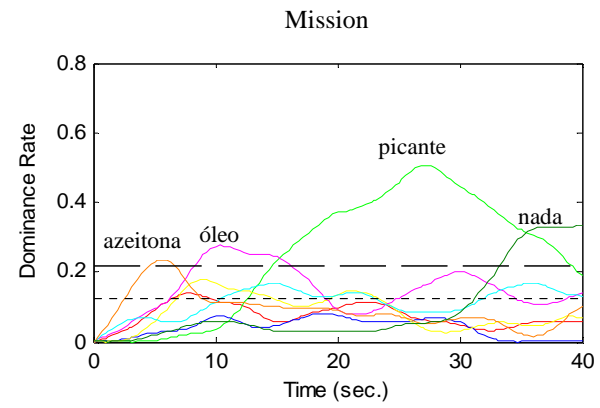
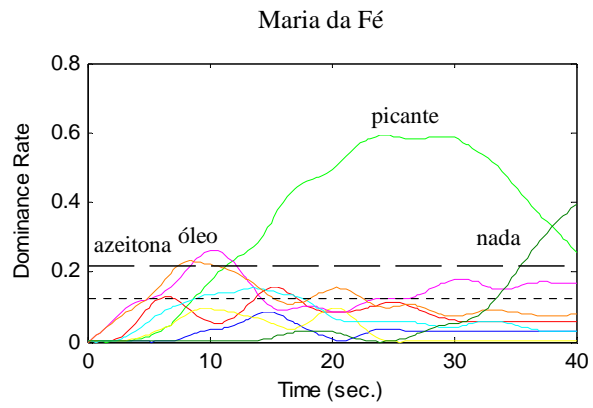
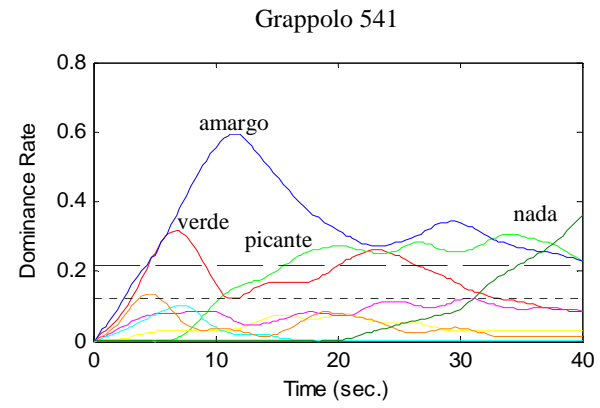
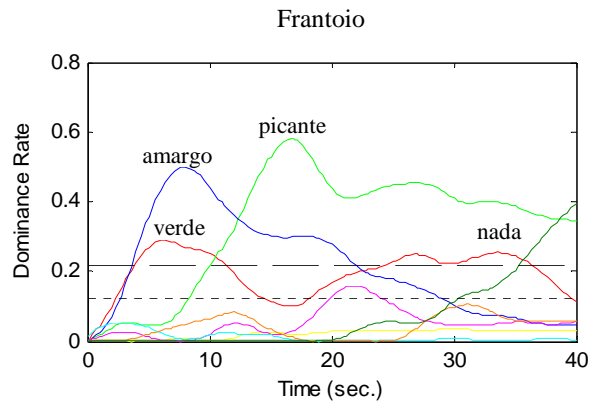


Figura 5 Perfil de dominância temporal das sensações dos azeites de oliva advindos da Serra da Mantiqueira

(...continua...)

“Figura 5, conclusão”



Por meio da análise de TDS observa-se que a sensação picante, atributo sensorial positivo (VOSSEN, 2007), foi significativa para todos os azeites avaliados, com maior taxa de dominância para os azeites Maria da Fé e Frantoio (aproximadamente 0,6). Já, o sabor de ranço, atributo negativo (MORALES; LUNA; APARICIO, 2005), não foi significativo em nenhum dos azeites avaliados. Esse fato sugere que os azeites se encontram em bom estado de conservação. A amostra Arbequina apresentou além da sensação picante, a sensação óleo como significativa. Além das sensações picante e óleo foi verificado significativamente o sabor de azeitona em Mission e Maria da Fé, a sensação verde em Arbosana e os atributos verde e frutado em Ascolano 315. Já, os azeites Frantoio e Grappolo 541 surtiram, além das sensações picante e verde, o gosto amargo como significativo, e no Blend houve predominância do sabor picante, seguido do sabor verde e azeitona.

Para melhor visualizar as semelhanças/diferenças entre os perfis de dominância temporal das sensações dos azeites de oliva extra virgem produzidos na Serra da Mantiqueira, um modelo de PARAFAC, a partir das sensações significativas, foi otimizado e ajustado. Para a construção do PARAFAC (figura 6), obtiveram-se os modelos, utilizando de 1 a 5 fatores, a fim de escolher o número adequado de elementos. A consistência do núcleo (CORCONDIA=79.86%) e variância explicada (83.26%) sugerem que três fatores são indicados (BRO, 1997; BRO; KIERS, 2003).

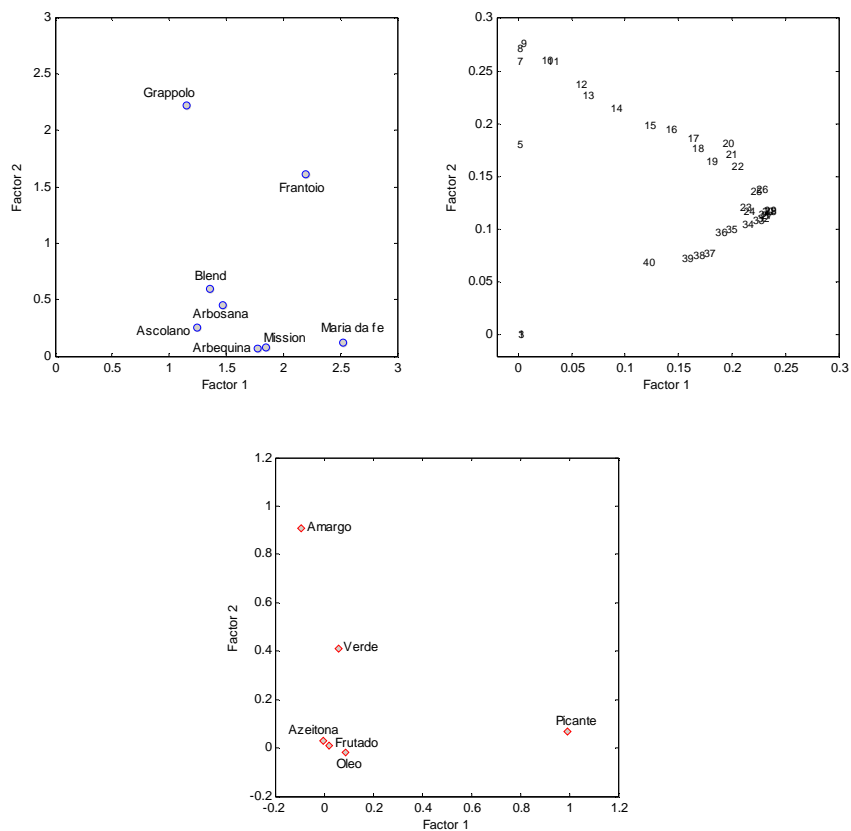


Figura 6 PARAFAC do perfil de dominância temporal das sensações dos azeites de oliva advindos da Serra da Mantiqueira (modo I: representa as amostras de azeite; modo II: representa o tempo de consumo - 40s; modo III: representa as sensações avaliadas).

Os resultados indicaram que as sensações dominantes dos azeites Arbequina, Arbosana, Ascolano, Blend, Mission e Maria da Fé foram sabor de azeitona, frutado, óleo e picante. Sendo a amostra Maria da Fé o azeite que apresentou uma maior taxa de dominância para o atributo picante. Para as amostras Grappolo 541 e Frantoio, o gosto amargo e a sensação verde foram dominantes, sendo possível inferir, ainda, o sabor picante na Frantoio.

Em relação ao tempo, observou-se que as sensações Amargo e Azeitona foram mais pronunciadas durante o início da análise até 10 s, seguidas das sensações verde, frutado e óleo que manifestaram-se a partir de 10s. Já, o sabor picante, foi predominante ao redor de 25 s até o final da análise. Visto que em todas as amostras apresentaram sensações até aproximadamente 35 s.

Dentre os álcoois presentes nos azeites de oliva, o 3-hexenol e 2-hexenol estão entre os compostos ativos mais importantes que contribuem para aroma/sabor do azeite. Normalmente, estão relacionados a sensações de grama recém-cortada, ervas, fruta verde e frutado. Compostos os quais foram identificados em abundância nas amostras Frantoio e Ascolano 315 (3-hexenol), e Mission e Maria da Fé (2-hexenol), caracterizadas pela sensação verde, além do sabor frutado em ascolano 315 e sabor de azeitona em Mission e Maria da Fé. Outros compostos que conferem características “verdes” aos azeites são os aldeídos com seis carbonos como o 2-hexenal (KESEN; KELEBEK; SELLI, 2014), presente em abundância em todas as amostras, com destaque para Arbosana, Arbequina e Grappolo 541 respectivamente. Solinas, Angerosa e Marsili (1988) sugerem que azeites virgens monovarietais podem ser distinguidos pelo composto (E)-2-hexenal. Esse aldeído é um odorante potente, bem conhecido, que contribui fortemente para os aromas característicos de azeite de oliva (GUTH; GROSH, 1991). Já, à sensação picante/pungente presente em todas as amostras deve-se à abundância de aldeídos e álcoois presentes nos azeites avaliados, enquanto o sabor amargo está relacionado à presença de compostos fenólicos (VOSSSEN, 2007). Outra característica importante é que a presença de alta intensidade de aroma verde aumenta a percepção de gosto amargo (CAPORALE; POLICASTRO; MONTELEONE, 2004).

Segundo Vossen (2007), as sensações frutado, pungente e o gosto amargo não excessivo, consistem de atributos sensoriais positivos para o azeite

de oliva. Já, o sabor de tulha, ocasionado por ésteres e ácidos, presente em azeites produzidos com azeitonas amontoadas e num estado de fermentação avançado; o sabor avinhado ou avinagrado, decorrente da formação de ácido acético, acetato de etilo e etanol; o sabor úmido, decorrente do amontoar da azeitona sob condições de humidade com a consequência de desenvolvimento de fungos, com baixa concentração de E-2-hexenal e contendo compostos que não estão presentes no azeite extra virgem, tais como compostos voláteis C8 e ácidos gordos de cadeia curta; e o sabor de ranço relacionado à presença de aldeídos insaturados, constituem aspectos sensoriais negativos. Dentre os atributos negativos citados, nenhum foi percebido como dominante significativamente pelos provadores. O que sugere que os azeites de oliva extra virgem produzidos na Serra da Mantiqueira possuem atributos sensoriais de qualidade.

4.4.2 Aceitação Sensorial

Para melhor avaliar as características positivas e negativas sobre a aceitação do azeite de oliva extra virgem, a fim de estabelecer um padrão de qualidade requerido pelo consumidor brasileiro de azeites de marcas comerciais mais comuns no mercado brasileiro (faixa de preço entre dez a trinta reais) e com frequência mínima de consumo de duas vezes por semana, as amostras de azeite da Serra da Mantiqueira foram submetidas ao teste de aceitação sensorial.

A análise de variância, aplicada aos dados do teste de aceitação, indicou que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) em relação à aceitação dos azeites quanto à aceitação em relação à impressão global. Verificam-se, na tabela 5, as médias das notas dadas para a aceitação em relação à impressão global e o resultado do teste de média Skott-Knott aplicado.

Tabela 5 Aceitação sensorial em relação à impressão global dos azeites da Serra da Mantiqueira

Azeites	Médias
Frantoio	5.44a
Arbequina	6.24b
Mission	6.78b
Arbosana	5.74a
Maria da Fé	6.54b
Grappolo 541	5.32a
Ascolano 315	6.92b
Blend: Grappolo 541 + Arbequina	6.36b

*Médias seguidas de letras diferentes indicam diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Os azeites elaborados a partir das variedades Arbequina, Mission, Maria da Fé, Ascolano 315 e o Blend composto pelas variedades Grappolo 541 e Arbequina foram preferidos, significativamente, dentre as amostras avaliadas, com notas de aceitação entre 6 - “gostei ligeiramente” e 7- “gostei moderadamente”, indicando uma boa aceitação sensorial desses produtos. Já, as amostras elaboradas com as variedades Frantoio, Arbosana e Grappolo 541 apresentaram aceitação sensorial pouco inferior, com notas entre 5- “não gostei nem desgostei” e 6- “gostei ligeiramente”. Entretanto, pode-se inferir, ainda, que se trata de amostras bem aceitas pelos consumidores.

Diante dos resultados obtidos no teste de TDS e no teste de aceitação sensorial, pode-se inferir que as sensações frutado, sabor de óleo, azeitona e picante são favoráveis à aceitação dos azeites pelos consumidores brasileiros, enquanto produtos com um gosto amargo e sabor verde mais intenso são menos preferidos. Em relação aos compostos voláteis presentes nos azeites, pode-se inferir que o composto 2-hexenol, abundante nas amostras Mission e Maria da Fé, provavelmente contribui positivamente para o sabor do azeite com sensações

“verdes” positivas como o sabor de azeitona e frutado, enquanto o composto 2-hexenal em elevadas concentrações, como observado em Arbosana, Grappolo 541 e Arbequina, pode promover sensações “verdes” intensas consideradas negativas pelos consumidores desse estudo. Além disso, como sugerido por Caporale, Policastro e Monteleone (2004), pode-se inferir que a presença de alta intensidade de aroma “verde” pode ter contribuído para a percepção de gosto amargo mais intenso, também considerado negativo para a aceitação do azeite de oliva brasileiro, nas amostras Frantoio e Grapollo 541.

Segundo Morales, Angerosa e Aparicio (1999), os consumidores não gostam de azeites com altas intensidades de amargo e picante, ao passo que eles gostam de quase todos os descritores de aroma qualificado com o adjetivo "verde". No entanto, "verde" não é uma característica única, mas pode ter várias manifestações diferentes (HONGSOONGNERN; CHAMBERS, 2008). Já, o sabor de óleo percebido positivamente pelos consumidores brasileiros pode ser justificado pelo fato de que em vários produtos presentes e consumidos pelo mercado brasileiro é comum a mescla do azeite com outros ingredientes, como outros óleos comestíveis, para diminuição de custos, mas geralmente com perda de qualidade, representada por um conjunto de características que permitem sua apreciação, como igual, pior ou melhor que outro produto da mesma espécie (OLIVEIRA et al., 2009).

De acordo com Dinella et al. (2012), os métodos atuais utilizados para classificar os azeites extra virgem em categorias sensoriais de qualidade envolvem avaliações dos óleos puros, portanto, não levam em conta as condições reais de consumo (ou seja misturado com outros alimentos). Por isso, categorias com base na intensidade de sabores em conformidade com os regulamentos nacionais (Reg. CE N. 2568/1991, Reg. CE N. 796/2002) ou definidos por especialistas em eventos de premiação, muitas vezes, não se relacionam com as respostas hedônicas de consumo. O relativo baixo

conhecimento sobre os consumidores dos mercados emergentes pode ser responsável por isso (DELGADO; GUINARD, 2011; RECCHIA; MONTELEONE; TUORILA, 2012). No entanto, também devem ser consideradas as expectativas sensoriais geradas pela contribuição do azeite extra virgem para o perfil sensorial da matriz alimentar ao qual é adicionado (DINELLA et al., 2012).

5 CONCLUSÕES

Todos os azeites avaliados tiveram índices de acidez em ácido oléico, peróxidos, iodo, extinção específica no UV, cor e densidade, de acordo com o Regulamento Técnico do Azeite de Oliva e do Óleo de Bagaço de Oliva do MAPA e com as normas estabelecidas pelo COI, podendo ser classificados como azeites de oliva extra virgem.

Todos os ácidos graxos presentes nos azeites possuem valores satisfatórios, de acordo com os limites estabelecidos na legislação brasileira, em acordo com o COI, destacando o azeite elaborado a partir da variedade Grappolo 541, com maior concentração de ácido oleico.

Em relação ao perfil de voláteis dos azeites avaliados, foram identificados quarenta compostos por CG-SPME, sendo a maioria álcoois e aldeídos. Uma maior abundância de compostos C6, responsáveis por sensações “verdes”, como o 2-hexenal, 2-hexenol e 3-hexenol, foi observada nos azeites produzidos na Serra da Mantiqueira.

A análise de dominância temporal das sensações (TDS) indicou que a sensação picante foi significativamente dominante em todos os azeites avaliados, enquanto o sabor de ranço não foi significativo em nenhuma das amostras, indicando um bom estado de conservação dos mesmos. Sensações como sabor de óleo, verde, frutado, azeitona e gosto amargo também foram detectadas como significativamente dominantes nos diferentes azeites avaliados.

Os azeites produzidos na Serra da Mantiqueira obtiveram boa aceitação sensorial, sendo as amostras Ascolano 315, Mission, Maria da Fé, Blend e Arbequina preferidas em relação aos azeites Grappolo 541, Frantoio e Arbosana. Pode-se inferir, ainda, que as sensações: frutado, azeitona, picante e sabor de óleo, se enquadram ao padrão de qualidade requerido pelos consumidores

brasileiros, enquanto produtos com um gosto amargo e sabor verde mais intenso são menos preferidos. Vale ressaltar que o padrão estabelecido nesse estudo foi baseado em consumidores de azeites de marcas comerciais mais comuns no mercado brasileiro (faixa de preço entre dez a trinta reais) e com frequência mínima de consumo de duas vezes por semana.

Enfim, os azeites de oliva produzidos na Serra da Mantiqueira constituem de produtos com potencial de mercado, visto que apresentaram boa qualidade física, química e sensorial.

Com o presente trabalho, abrem-se caminhos para futuros estudos, tendo em vista um estímulo à produção, consumo e aumento da competitividade dos azeites extra virgem nacionais, levando em conta a qualidade requerida pelos consumidores brasileiros.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. 4th ed. Carol Stream: Allured, 2007. 804 p.

AGANCHICH, B. et al. Fruit and oil quality of mature olive trees under partial rootzone drying in field conditions. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v. 59, n. 3, p. 225-233, July/Sept. 2008.

ALBERT, A. et al. Comparison between temporal dominance of sensations (TDS) and key-attribute sensory profiling for evaluating solid food with contrasting textural layers: fish sticks. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 24, n. 1, p. 111-118, Apr. 2012.

AMERINE, M. A.; PANGBORN, R. M.; ROESSLER, E. B. **Principles of sensory evaluation of food**. New York: Academic, 1965. 17 p.

ANASTASOPOULOS, E. et al. The influence of ripening and crop year on quality indices, polyphenols, terpenic acids, squalene, fatty acid profile, and sterols in virgin olive oil (Koroneiki cv.) produced by organic versus nonorganic cultivation method. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 46, n. 1, p. 170-178, Dec. 2011.

ANDERSSON, C. A.; BRO, R. The N-way toolbox for MATLAB. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, Berlin, v. 52, n. 1, p. 1-4, Aug. 2000.

ANGELIS, R. C. Novos conceitos em nutrição: reflexões a respeito do elo dieta e saúde. **Arquivos de Gastroenterologia**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 269-271, 2001.

ANGEROSA, F. Influence of volatile compounds on virgin olive oil quality evaluated by analytical approaches and sensor panels. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 104, n. 9/10, p. 639-660, 2002.

ANGEROSA, F. Sensory quality of olive oils. In: HARWOOD, J.; APARICIO, R. (Ed.). **Handbook of olive oil: analysis and properties**. Gaithersburg: Aspen, 2000. p. 355-392.

ANGEROSA, F. et al. Characterization of seven new hydrocarbon compounds present in the aroma of virgin olive oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 46, n. 2, p. 648-653, 1998.

ANGEROSA, F. et al. Volatile compounds in virgin olive oil: occurrence and their relationship with the quality. **Journal of Chromatography A**, Amsterdam, v. 1054, n. 1/2, p. 17-31, 2004.

APARICIO, R.; HARWOOD, J. **Manual del aceite de oliva**. Madrid: AMV, 2003. 614 p.

APARICIO, R.; LUNA, G. Characterisation of monovarietal virgin olive oils. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 104, n. 9/10, p. 614-627, 2002.

APARICIO, R.; MORALES, M. T. Characterization of olives ripeness by green aroma compounds of virgin olive oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 46, n. 3, p. 1116-1122, Feb. 1998.

APARICIO, R.; MORALES, M. T.; ALONSO, V. Authentication of European virgin olive oils by their chemical compounds, sensory attributes, and consumers attitudes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 45, n. 4, p. 1076-1083, 1997.

APARICIO, R.; MORALES, M. T.; ALONSO, M. V. Relationship between volatile compounds and sensory attributes of olive oils by the sensory wheel. **Journal American Oil Chemistry Society**, Chicago, v. 73, n. 10, p. 1253-1264, Oct. 1996.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. 335 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES, IMPORTADORES E COMERCIANTES DE AZEITE DE OLIVA. **Gastronomia e receitas com o azeite de oliva**. Disponível em: <<http://www.oliva.org.br>>. Acesso em: 5 ago. 2014.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15th ed. Washington, 1990. 1094 p.

AUED-PIMENTEL, S. et al. Determinação da diferença entre o valor real e o teórico do triglicerídeo ECN 42 para a detecção de adulteração em azeites de oliva comercializados no Brasil. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 31-34, 2008.

BELITZ, H.; GROSH, D. W.; SHIEBERLE, P. **Food chemistry**. Leipzig: Springer-Verlag, 2009. 989 p.

BELTRÁN, G. et al. Maduración. In: _____. **El cultivo del olivo**. Córdoba: Mundi, 2004. p. 165-184.

BESTER, E. et al. Chemical changes in extra virgin olive oils from Slovenian Istra after thermal treatment. **Food Chemistry**, London, v. 108, n. 2, p. 446-454, 2007.

BLAKE, A. A. Flavour perception and the learning of food preference. In: TAYLOR, A. J.; ROBERTS, D. D. (Ed.). **Flavour perception**. Oxford: Blackwell, 2004. p. 172-202.

BOSKOU, D.; BLEKAS, G.; TSIMIDOU, M. Olive oil composition. In: BOSKU, D. (Ed.). **Olive oil, chemistry and technology**. Champaign: AOCS, 2006. p. 41-76.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 1**, de 30 de janeiro de 2012. Regulamento Técnico do Azeite de Oliva e do Óleo de Bagaço de Oliva. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.gpp.pt/GlobalAgriMar/acesso/docs/instrumentos/2012InstrucaoNormativaN1AzeiteBrasil>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

BRILLA, J. **Olive oil miracle**: how the mediterranean marvel helps protect against arthritis, heart disease and breast cancer. New Canaan: Keats, 1999. 48 p.

BRO, R. PARAFAC: tutorial and applications. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, Berlin, v. 38, p. 149-171, Mar. 1997.

BRO, R.; KIERS, H. A. L. A new efficient method for determining the number of components in PARAFAC models. **Journal of Chemometrics**, Chichester, v. 17, n. 5, p. 274-286, June 2003.

BUTTERY, R. G.; TAKEOKA, G. R. Some unusual minor volatile components of tomato. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 52, n. 20, p. 6264-6266, 2004.

CAPORALE, G.; POLICASTRO, S.; MONTELEONE, E. Bitterness enhancement induced by cut grass odorant (cis-3-hexen-1-ol) in a model olive oil. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 15, n. 3, p. 219-227, 2004.

CARDOSO, L. G. V. et al. Características físico-químicas e perfil de ácidos graxos de azeites obtidos de diferentes variedades de oliveiras introduzidas no Sul de Minas Gerais, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 127-136, jan./mar. 2010.

CARPENTER, R. P.; LYON, D. H.; HASDELL, T. A. **Centro de informação do azeite**. Disponível em: <<http://www.infoazeite.net>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

CERRETANI, L. et al. Preliminary characterisation of virgin olive oils obtained from different cultivars in Sardinia. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 222, n. 3/4, p. 354-361, Feb. 2006.

CERRETANI, L. et al. Relationship between sensory evaluation performed by Italian and Spanish official panels and volatile and phenolic profiles of virgin olive oils. **Chemosensory Perception**, Berlin, v. 1, n. 4, p. 258-267, 2008.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 81 p.

CIVANTOS, L. La olivicultura en el mundo y em España. In: BARRANCO, D.; FERNÁNDEZ ESCOBAR, R.; RALLO, L.(Ed.). **El cultivo del olivo**. 2. ed. rev. y ampl. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía; Adrid: Mundi, 1998. p. 17-36.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Codex standards for olive oils and olive pomace oil**: CODEX STAN 33-1981, rev. 2-2003. Rome: FAO/WHO, 2003. Disponível em:
<http://www.codexalimentarius.net/download/standards/88/CXS_033s.pdf>.
Acesso em: 22 jun. 2014.

COMMISSION REGULATION. EEC n° 2568/91, of 11 July 1991. On the characteristics of olive oil and olive-residue oil and on the relevant methods of analysis. **European Commission**, Geneva, v. 248, n. 1, p. 1-83, 1991.

CONDE, C.; DELROT, S.; GERÓS, H. Physiological, biochemical and molecular changes occurring during olive development and ripening. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 165, n. 15, p. 1545-1562, 2008.

CORREIA, P. R. M.; FERREIRA, M. M. C. Reconhecimento de padrões por métodos não supervisionados: explorando procedimentos quimiométricos para tratamento de dados analíticos. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 481-487, 2007.

COUTINHO, E. F. **A cultura da oliveira**. Pelotas: EMBRAPA, 2009. 143 p.

CUNHA, S. et al. Quantification of tocopherols and tocotrienols in portuguese olive oils using HPLC with three different detection systems. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 54, n. 9, p. 3351-3356, May 2006.

DAG, A. et al. Influence of time of harvest and maturity index on olive oil yield and quality. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 127, n. 3, p. 358-366, Jan. 2011.

DÉLÉRIS, I. et al. The dynamics of aroma release during consumption of candies of different structures, and relationship with temporal perception. **Food Chemistry**, Oxford, v. 127, n. 4, p. 1615-1624, Aug. 2011.

DELGADO, C.; GUINARD, J. How consumer hedonic ratings for extra-virgin olive oil relate to quality ratings by experts and descriptive analysis ratings? **Food Quality and Preference**, Barking, v. 22, n. 2, p. 213-225, Mar. 2011.

DINNELLA, C. et al. Sensory functionality of extra-virgin olive oil in vegetable foods assessed by temporal dominance of sensations and descriptive analysis. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 26, n. 2, p. 141-150, Dec. 2012.

DURAN, R. M. Relationship between the composition and ripening of the olive and the quality of the oil. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 286, n. 1/10, p. 441-451, Dec. 1990.

DUTRA, L. F. et al. Olive (*Olea europaea* L.) in vitro multiplication. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 220-223, jan./fev. 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo de oliveira (*Olea europaea* L.)**. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/sistemas/sistemas-16/11_mercados_e_comercializacao.htm>. Acesso em: 14 ago. 2014.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Azeite de oliva: conceitos, classificação, usos e benefícios**. Belo Horizonte, 2008. 5 p. (Circular Técnica, 40).

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Azeitona e azeite de oliva: tecnologias de produção. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 231, p. 1-108, 2006.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Codex standard for olive oil, virgin and refined and for refined olive-pomace oil**. Rome, 2001. 39 p. (Codex Alimentarius. Codex Stan, 33).

GARCÍA, A. G. **Nueva olivicultura**. Madrid: Mundi, 2003. 304 p.

GIMENO, E. et al. The effects of harvest and extraction methods on the antioxidant content (phenolics, α -tocopherol, and β - carotene) in virgin olive oil. **Food Chemistry**, Barcelona, v. 78, n. 2, p. 207-211, Aug. 2002.

GOMEZ-RICO, A. et al. Influence of different irrigation strategies in a traditional Cornicabra cv. Olive orchard on virgin olive oil composition and quality. **Food Chemistry**, London, v. 100, n. 2, p. 568-578, Sept. 2007.

GOMEZ-RICO, A. et al. Phenolic and volatile compounds of extra virgin olive oil (*Olea europaea* L. cv. Cornicabra) with regards to fruit ripening and irrigation management. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 54, n. 19, p. 7130-7136, Sept. 2006.

GÓMEZ-RICO, A.; SALVADOR, M. D.; FREGAPANE, G. Virgin olive oil and olive fruit minor constituents as affected by irrigation management based on SWP and TDF as compared to ETc in medium-density young olive orchards (*Olea europaea* L. cv. Cornicabra and Morisca). **Food Research International**, Barking, v. 42, n. 8, p. 1067-1076, Oct. 2009.

GOODACRE, R.; KELL, D. B.; BIANCHI, G. Rapid assessment of the adulteration of virgin olive oils by other seed oils using pyrolysis mass spectrometry and artificial neural networks. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 63, n. 3, p. 297-307, Sept. 1993.

GOULAS, V. et al. Contribution of flavonoids to the overall radical scavenging activity of olive (*Olea europaea* L.) leaf polar extracts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 58, n. 6, p. 3303-3308, Apr. 2010.

GUTH, G.; GROSCH, W. A comparative-study of the potent odorants of different virgin olive oils. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 93, n. 9, p. 335-339, Oct. 1991.

HONGSOONGNERN, P.; CHAMBERS, E. A lexicon for green odor or flavor and characteristics of chemicals associated with green. **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 23, n. 2, p. 205-221, 2008.

INGLESE, P.; BAROBE, E.; GULLO, G. The effect of complementary irrigation on fruit growth, ripening pattern and oil characteristics of olive (*Olea europaea* L.) cv. Carolea. **Journal of Horticultural Science**, London, v. 71, n. 2, p. 257-263, Sept. 1996.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico químicos de alimentos**. 9. ed. São Paulo, 2008. 994 p.

INTERNATIONAL OLIVE OIL COUNCIL. **Calculation of the difference between the actual and theoretical ECN 42 triglyceride content**. Geneva, 2001. (COI/T.20/Doc, 20).

INTERNATIONAL OLIVE OIL COUNCIL. **Trade standard applying to olive oil and olive-pomace oil**. Geneva, 2013. (COI/T.15/NC, 3/Rev, 5). Disponível em: <<http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/222-standards>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

JORGE, R. O. **Caracterização de azeites virgen extra "Gourmet" varietais e "Blends" comercializados no mercado do Rio Grande do Sul**. 2010. 103 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

KALUA, C. M. et al. Olive oil volatile compounds, flavour development and quality: a critical review. **Food Chemistry**, London, v. 100, n. 1, p. 273-286, Sept. 2007.

KESEN, S.; KELEBEK, H.; SELLI, S. Characterization of the key aroma compounds in turkish olive oils from different geographic origins by application of Aroma Extract Dilution Analysis (AEDA). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 62, n. 2, p. 391-401, Dec. 2014.

KIRITSAKIS, A. K. Flavor components of olive oil: a review. **Journal of the American Oil Chemistry Society**, Chicago, v. 75, n. 6, p. 673-681, 1998.

LABBE, D. et al. Temporal dominance of sensations and sensory profiling: a comparative study. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 20, n. 3, p. 216-221, Apr. 2009.

LENFANT, F. et al. Perception of oral food breakdown: the concept of sensory trajectory. **Appetite**, London, v. 52, n. 3, p. 659-667, Dec. 2009.

LUNA, G. E.; MORALES, M. T.; APARÍCIO, R. Characterisation of 39 varietal virgin olive oils by their volatile compositions. **Food Chemistry**, London, v. 98, n. 2, p. 243-252, May 2006.

MACFIE, H. J. et al. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 4, n. 2, p. 129-148, May 1989.

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, MG, v. 53, n. 308, p. 463-470, 2006.

MASSARO, M. et al. Epidemiology of olive oil and cardiovascular disease. In: QUILES, J. L.; RAMIREZTORTON, C.; YAQOUB, P. (Ed.). **Olive oil and health**. London: CABI, 2006. p. 152-168.

MASUCHI, M. H. et al. Quantificação de TBHQ (terc butil hidroquinona) e avaliação da estabilidade oxidativa em óleos de girassol comerciais. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 5, p. 1053-1057, 2008.

MATTHÄUS, B.; ÖZCAN, M. M. Determination of fatty acid, tocopherol, sterol contents and 1,2- and 1,3-Diacylglycerols in four different virgin olive oil. **Journal of Food Processing & Technology**, Westport, v. 2, n. 4, p. 117, Sept. 2011.

MEILLON, S.; URBANO, C.; SCHLICH, P. Contribution of the Temporal Dominance of Sensations method to the sensory description of subtle differences in partially dealcoholized red wines. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 20, n. 1, p. 490-499, Mar. 2009.

MELLO, L. D.; PINHEIRO, M. F. Aspectos de azeites de oliva e de folhas de oliveira. **Alimentação e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 4, p. 537-548, out./dez. 2012.

MENEZES, J. A. et al. Oleic acid, the main monounsaturated fatty acid of olive oil, suppresses Her-2/neu (erbB-2) expression and synergistically enhances the growth inhibitory effects of trastuzumab (Herceptin™) in breast cancer cells with Her-2/ neu oncogene amplification. **Annals of Oncology**, Dordrecht, v. 3, n. 3, p. 359-371, Nov. 2005.

MORALES, M. T.; ANGEROSA, F.; APARICIO, R. Effect of the extraction conditions of virgin olive oil on the lipoxygenase cascade: chemical and sensory implications. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v. 50, n. 2, p. 114-121, 1999.

MORALES, M. T.; LUNA, G.; APARICIO, R. Comparative study of virgin olive oil sensory defects. **Food Chemistry**, London, v. 91, n. 3, p. 293-301, May/June 2005.

MORALES, M. T.; TSIMIDOU, M. The role of volatile compounds and polyphenols in olive oil sensory quality. In: HARWOOD, J.; APARICIO, R. (Ed.). **Handbook of olive oil**. Maryland: Aspen, 2000. p. 393-458.

MORELLÓ, J. M. et al. Changes in commercial virgin olive oil (cv Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction. **Food Chemistry**, London, v. 85, n. 3, p. 357-364, 2004.

MOSKOWITZ, H. R. **Applied sensory analysis of foods**. Boca Raton: CRC, 1988. 253 p.

MUZZALUPO, I.; PELLEGRINO, M.; PERRI, E. **Sensory analysis of virgin olive oils, olive germplasm**: the olive cultivation, table olive and olive oil industry in Italy. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/olive-germplasm-the-olive-cultivation-table-olive-and-olive-oil-industry-in-italy/sensory-analysis-of-virgin-olive-oils>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

NUNES, C. A. **Chemoface**. Version 1.5. Lavras: UFLA, 2012. Software.

NUNES, C. A. et al. Heating on the volatile composition and sensory aspects of extra-virgin olive oil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 37, n. 6, p. 566-572, nov./dez. 2013.

NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M. **SensoMaker**. Version 1.8. Lavras: UFLA, 2012. Software.

OLIVEIRA, A. F.; ANTUNES, L. E. C.; SCHUCH, M. W. Caracterização morfológica de cultivares de oliveira em coleção e considerações sobre seu cultivo no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 231, p. 55-62, mar./abr. 2006.

OLIVEIRA, A. F. et al. **Extração, armazenamento e embalagem de azeite**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2008. 2 p. (Circular Técnica, 25).

OLIVEIRA, A. F. et al. Rooted stem cutting of the olive tree in different times, substrates and doses of IBA diluted in NaOH and alcohol. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 79-85, jan./fev. 2009.

OLIVEIRA, C. G. **Proposta de modelagem transiente para a clarificação de óleos vegetais**: experimentos cinéticos e simulação do processo industrial. 2001. 164 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis, Santa Catarina, 2001.

OLIVEIRA, M. C. de et al. Características fenológicas e físicas e perfil de ácidos graxos em oliveiras no sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 1, p. 30-35, jan. 2012.

OLIVEIRA, M. C. de et al. Rooting of olive tree cuttings using organic fertilizations and IBA. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 337-344, mar./abr. 2010.

PATUMI, M. et al. Yield and oil quality of intensively trained trees of three cultivars of olive under different irrigation regimes. **Journal of Horticultural Science Biotechnological**, Ashford, v. 74, n. 6, p. 729-737, Mar. 1999.

PERCUSSI, L. **Azeite**: história, produtores, receitas. São Paulo: SENAC, 2007. 284 p.

PIMENTEL, I. C.; MAGNONI, C. D.; COSTA, R. P. Utilização do azeite de oliva na prevenção e no tratamento de doenças cardiovasculares. **Departamentos da SOCESP**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 9-14, 2007.

PINEAU, N. et al. Temporal Dominance of Sensations: construction of the TDS curves and comparison with time-intensity. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 20, n. 6, p. 450-455, Sept. 2009.

PIO, R. et al. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de oliveira (*Olea europaea* L.) utilizando ácido indolbutírico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 562-567, maio/jun. 2005.

RAMIREZ-TORTOSA, C.; GRANADOS, S.; QUILES, J. L. Chemical composition, types and characterization of olive oil. In: QUILES, J. L.; RAMIREZ-TORTON, C.; YAQOUB, P. (Ed.). **Olive oil and health**. London: CABI, 2006. p. 45-61.

RANALLI, A. et al. Malaxing temperature affects volatile and phenol composition as well as other analytical features of virgin olive oil. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 103, n. 4, p. 228-238, Apr. 2001.

REBOREDO-RODRÍGUEZ, P. et al. Effects of sedimentation plus racking process in the extra virgin olive oil aroma fingerprint obtained by DHS-TD/GC-MS. **Food and Bioprocess Technology**, Chicago, v. 6, n. 5, p. 1290-1301, 2013.

RECCHIA, A.; MONTELEONE, E.; TUORILA, H. Responses to extra virgin olive oils in consumers with varying commitment to oils. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 24, n. 1, p. 153-161, 2012.

REINERS, J.; GROSCH, W. Odorants of virgin olive oils with different flavor profiles. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 46, n. 7, p. 2754-2763, 1998.

RÉVÉREND, F. M. L. et al. Comparison between temporal dominance of sensations and time intensity results. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 19, n. 2, p. 174-178, Mar. 2008.

RODRIGUEZ, P. R. et al. Dynamic headspace/GC-MS to control the aroma fingerprint of extravirgin olive oil from the same and different olive varieties. **Food Control**, Guildford, v. 25, n. 2, p. 684-695, June 2012.

ROMERO, A.; TOUS, J.; GUERRERO, L. El análisis sensorial del aceite de oliva virgen. In: SANCHO, J.; BOTA, E.; CASTRO, J. J. (Ed.). **Introducción al análisis sensorial de los alimentos**. Barcelona: Universitat de Barcelona, 1999. p. 183-197.

ROMERO, M. A.; GUTIÉRREZ, J. M. A. **Un cultivo ecológico dei olivo**. Las Gabias: Adhara, 2006. 143 p.

ROSA, R. M. C. **Cr terios de harmoniza o de azeites**: uma proposta metodológica. 2009. 47 p. Monografia (Especializa o em Gastronomia e Segurança Alimentar) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

SAINT-EVE, A. et al. How texture influence aroma and taste perception over time in candies. **Chemosensory Perception**, Berlin, v. 4, n. 1/2, p. 32-41, 2011.

SALAS, J. J. et al. Impact of the suppression of lipoxygenase and hydroperoxide lyase on the quality of the green odor in green leaves. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 53, n. 5, p. 1648-1655, Mar. 2005.

SANCHEZ, J. L.; CARRETERO, A. S.; GUTIÉRREZ, A. F. Composición del aceite de oliva. In: OMEGA, I.; PULEVA, E. (Ed.). **Aceite de oliva virgen**: nuestro patrimonio alimentario. Granada: Universidad de Granada, 2001. p. 195-224.

SANCHEZ-MUNIZ, F. J.; BASTIDA, S. Effect of frying and thermal oxidation on olive oil and food quality. In: QUILES, J. L.; RAM RIZ-TORTOSA, M. C.; YAQOOB, P. (Ed.). **Olive oil and health**. Wallingford: CAB International, 2006. p. 74-102.

SANTOS, G. L. **Agricultura e pecuária**. Porto Alegre: SENAI-RS/Departamento Regional, 2005. 3 p. Resposta técnica.

SILVA, L. F. O. et al. Varia o na qualidade do azeite em cultivares de oliveira. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 2, p. 202-209, 2012.

SOLINAS, M. F.; ANGEROSA, F.; MARSILI, V. Research of some flavor components of virgin olive oil in relation to olive varieties. **Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse**, Milano, v. 65, p. 361-368, 1988.

TANOUTI, K. et al. Volatile compounds, profiles of virgin olive oils produced in the Eastern Morocco: oxidative stability and sensory defects. **Journal of Food Research**, Toronto, v. 1, n. 4, p. 194-206, 2012.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987. 180 p.

UNITED NATIONS CONFERENCE OF TRADE AND DEVELOPMENT. **Market**. Geneva, 2005. Disponível em: <<http://r0.unctad.org/infocomm/anglais/olive/market.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2014.

VENKATESHWARLU, G. et al. Modeling the sensory impact of defined combinations of volatile lipid oxidation products on fishy and metallic off-flavors. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 52, n. 6, p. 1635-1641, 2004.

VICHI, S. et al. Comparative study of different extraction techniques for the analysis of virgin olive oil aroma. **Food Chemistry**, London, v. 105, n. 3, p. 1171-1178, June 2007.

VOGNILD, E. et al. Effects of dietary marine oils and olive oil on fatty acid composition, platelet membrane fluidity, platelet responses, and serum lipids in healthy humans. **Lipids**, Champaign, v. 33, n. 4, p. 427-436, 1998.

VOSSSEN, P. **International olive council (IOL) and California trade standards for olive oil**. Gainesville: University of California, 2007. 11 p.

WAKELING, I. N.; MACFIE, J. H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 6, n. 4, p. 299-308, Jan. 1995.