

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS  
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

THAIS FERNANDA MACIEL DE SOUZA

**EFEITO DA LUZ NA DEGRADAÇÃO DE AZEITE EM DIFERENTES  
EMBALAGENS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2017

THAIS FERNANDA MACIEL DE SOUZA

## **EFEITO DA LUZ NA DEGRADAÇÃO DE AZEITE EM DIFERENTES EMBALAGENS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Engenharia de Alimentos do Departamento Acadêmico de Alimentos – DALIM – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Prof.º Dr.º Augusto Tanamati.

Campo Mourão

2017



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO  
PARANÁ  
Campus Campo Mourão  
Departamento Acadêmico de Alimentos  
Engenharia de Alimentos



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **EFEITO DA LUZ NA DEGRADAÇÃO DE AZEITE EM DIFERENTES EMBALAGENS**

**Por**

**THAIS FERNANDA MACIEL DE SOUZA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 04 de dezembro de 2017 às 15h30 como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof.º Dr.º Augusto Tanamati

Orientador

---

Prof. Dr.º Rafael Porto Ineu

Membro Titular

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eliane Sloboda Rigobello

Membro Titular

NOTA: O documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se no Departamento Acadêmico de Alimentos da UTFPR campus Campo Mourão.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, pelo dom da vida, pela saúde, disposição e pela família a mim concedidas, para que este sonho se concretizasse.

Aos meus pais, Celso e Elisângela, que sem dúvidas são os melhores pais, exemplos de pessoas humildes, trabalhadoras e cheias de esperança. Agradeço pelo apoio nesta caminhada e por tamanha generosidade, pois abriram mão de muitas coisas e trabalharam muito para que pudesse concluir essa etapa sem que nada me faltasse. Agradeço também por me ensinarem que o amor está nas coisas simples da vida e que a família é a base de tudo.

À minha irmã, Caroline, por todo amor, apoio, carinho. Aos meus avós Zalina, Maria e Elso pelo amor, carinho, por todas as orações e por sempre acreditarem em mim.

Agradeço aos meus orientadores, professor Augusto Tanamati e professor Alexandre por terem me orientado.

Agradeço às minhas amigas que tanto me ajudaram para que esse trabalho fosse concluído e pelas horas que passaram no laboratório comigo me ajudando e fazendo companhia (Isabella, Natália, Rhayssa e Tamires).

Agradeço a minha supervisora de estágio Caroline Nascimento, por toda paciência e me liberar nas horas que precisei para resolver coisas do TCC.

Enfim, a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, seja de forma direta ou indireta, fica registrado aqui, o meu muito obrigado!

## RESUMO

Souza, Thais F. M. **Efeito da luz na degradação de azeite em diferentes de embalagens**. 2017. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Câmpus Campo Mourão, 2017.

A vida de prateleira do azeite é limitada pela foto-oxidação, auto-oxidação e lipólise. Durante o processo de degradação do azeite ocorre uma série de reações químicas envolvendo ácidos graxos insaturados, luz, umidade e oxigênio. Desta forma o acondicionamento em embalagens adequadas é capaz de manter estável a oxidação e assegurar uma vida útil adequada, levando em consideração a impermeabilidade ao óleo, impermeabilidade aos gases e proteção contra a luz. Assim o objetivo desse trabalho foi verificar a degradação do azeite sobre diferentes condições de exposição à luz em 2 tipos de embalagens (PET e vidro). Inicialmente as amostras foram armazenadas: metade delas em caixa de papelão ao abrigo da luz e metade foram expostas à luz ambiente e/ou artificial durante 3 meses. Ao longo dos meses foram realizadas as análises de acidez, índice de peróxido, extinção específica a 232 e 270 nm, clorofila, carotenóides, fenóis totais e transmitância. Durante o período analisado ocorreram pequenas variações nos valores de acidez, índice de peróxido e extinção específica, mas os mesmos não excederam os valores determinados por resoluções específicas. Nas análises de pigmentos clorofila e carotenoides, ao longo dos meses de armazenamento ocorreu um decréscimo nos valores. Na análise colorimétrica foi possível afirmar que a embalagem PET no escuro teve melhor barreira ao oxigênio, já o vidro apresenta melhor barreira ao oxigênio em luz ambiente. A partir dos resultados obtidos podemos afirmar que a curto prazo a embalagem PET verde é a mais efetiva para garantia da qualidade do azeite.

**Palavras-chave:** degradação, embalagem, PET, vidro, azeite.

## ABSTRACT

Souza, Thais F. M. **Effect of light on the degradation of olive oil in different packaging**. 2017. 46 p. Course Completion Work – Academic Department of Foods, Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão, 2017.

The shelf life of olive oil is limited by photo-oxidation, auto-oxidation and lipolysis. During the process of olive oil degradation occurs a series of chemical reactions involving unsaturated fatty acids, light, moisture and oxygen. In this way the stowage in suitable packaging is able to keep stable oxidation and ensure a proper life cycle, taking into account the oil impermeability, gas impermeability and protection against light. Thus the aim of this experiment was to verify the degradation of olive oil under different conditions of light exposure in different packages (PET and glass). Initially the samples were stored: half of them in a cardboard box hidden from the light and half were exposed to ambient and/or artificial light for 3 months. Over the months were performed analysis of the acidity, peroxide index, specific extinction at 232 and 270 nm, chlorophyll, carotenoids, total phenols and transmittance. During the analyzed period small variations occurred in the values of acidity, peroxide index and specific extinction, but did not exceed the values determined by the resolutions. In the analyzes of chlorophyll and carotenoid pigments, occurred a decrease in values during the months of storage. In the colorimetric analysis, it was possible to affirm that in the dark the PET has a better oxygen barrier, since the glass has better barrier to oxygen in ambient light. From the results obtained, we can affirm that in the short term green PET packaging is the most effective to guarantee the quality of olive oil.

**Keywords:** degradation, packaging, PET, glass, olive oil.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Transmitância da embalagem PET verde.....	36
<b>Figura 2.</b> Transmitância da embalagem vidro transparente.....	36

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Ácidos Graxos livres (% ácido oleico) .....	29
<b>Tabela 2.</b> Índice de Peróxido (meq O <sub>2</sub> / kg de azeite).....	30
<b>Tabela 3.</b> Coeficiente de Extinção Específica a 232 nm .....	32
<b>Tabela 4.</b> Coeficiente de Extinção Específica a 270 nm .....	32
<b>Tabela 5.</b> Análise de Pigmentos: Clorofila (mg/kg) (670 nm) .....	33
<b>Tabela 6.</b> Análise de Pigmentos: Carotenóides (470 nm) .....	34
<b>Tabela 7.</b> Análise Colorimétrica Fenóis Totais (mg/kg) (725 nm) .....	35



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**AGL.** Ácidos Graxos Livres

**PET.** Polietileno Tereftalato

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>15</b>
3.1	ORIGEM E PROPAGAÇÃO DE CULTIVO DAS OLIVEIRAS.....	15
3.2	CARACTERÍSTICAS DO CULTIVO DA OLIVEIRA.....	15
3.3	CARACTERÍSTICAS DAS AZEITONAS .....	16
3.4	PROCESSO DE EXTRAÇÃO DO AZEITE.....	16
3.5	DADOS DE MERCADO .....	17
3.6	AZEITE.....	18
3.7	DEGRADAÇÃO DO AZEITE .....	20
3.8	LEGISLAÇÃO DO AZEITE .....	22
3.9	EMBALAGENS PARA AZEITE.....	22
<b>4</b>	<b>MATERIAS E MÉTODOS .....</b>	<b>24</b>
4.1	MATERIAL.....	24
4.2	MÉTODOS .....	24
4.2.1	ACIDEZ.....	24
4.2.2	ÍNDICE DE PERÓXIDO .....	25
4.2.3	COEFICIENTE DE EXTINÇÃO ESPECÍFICA.....	25
4.2.4	ANÁLISE DE CLOROFILA TOTAL E CAROTENOIDES .....	26
4.2.5	ANÁLISE COLORIMÉTRICA DE FENÓIS TOTAIS .....	27
4.2.6	ANÁLISE DE TRANSMITÂNCIA.....	28
4.2.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	28
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>29</b>
5.1	ACIDEZ .....	29
5.2	ÍNDICE DE PERÓXIDO .....	30
5.3	COEFICIENTE DE EXTINÇÃO ESPECÍFICA.....	31
5.4	CLOROFILA TOTAIS .....	33

5.5	CAROTENOIDES.....	34
5.6	ANÁLISE COLORIMÉTRICA DE FENÓIS TOTAIS .....	35
5.7	TRANSMITÂNCIA .....	36
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>38</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O azeite é o produto obtido a partir de azeitonas maduras procedentes das oliveiras *Olea europaea* sua extração se dá mediante processos mecânicos (SILVA, 2011). O período de conservação de pós-produção de azeite é 12 a 18 meses, sendo que a qualidade deste vai depender de diversos fatores como: qualidade inicial das olivas, qualidade da colheita, pós-colheita, extração, conservação (umidade, temperatura, exposição à luz), tipo de embalagem e distribuição do produto a ser consumido. A composição do azeite é constituída em sua maior parte pela fração saponificável, composta por triglicerídeos (99%), ésteres de glicerina com ácidos graxos e os ácidos graxos livres (JORGE, 2010). A outra fração é denominada de insaponificável (1% em massa de azeite), onde são encontrados os compostos fenólicos, orgânicos voláteis, tocoferóis, pigmentos, esteróis, esqualeno, entre outros sendo responsáveis pelas propriedades nutricionais, sabor e estabilidade do azeite de oliva (SILVA, 2011).

Durantes os últimos 10 anos, a produção mundial de azeite aumentou quase 100% (aproximadamente 3,3 milhões de toneladas). A Espanha é a líder na produção mundial com 1,3 milhões de toneladas de azeites produzidos, um aumento de 54,5% em relação à safra 2013/14, seguida pela Itália (420 mil toneladas), Grécia (300 mil toneladas) e Portugal (60 mil toneladas). Juntos estes países representam 79% da produção mundial. O grupo dos demais países do Mediterrâneo (Tunísia, Turquia, Síria, Marrocos) tem uma quota de 16%, deixando um pouco menos de 5% para o resto do mundo (CAP, 2014).

Nos últimos três anos, os maiores exportadores de azeite foram a União Europeia com 66% e a Tunísia com 16%. Os principais importadores são Estados Unidos (37%), Brasil (9%), Japão (6%), Canadá (5%), Austrália (4%) e China (4%). O mercado brasileiro está entre os mercados de destino de exportações portuguesas, absorvendo 38% do total (CASA DO AZEITE, 2016). O consumo anual de azeite no Brasil é de aproximadamente 50.000 toneladas, sendo considerado o segundo maior importador de azeites (IOOC, 2015).

A vida de prateleira do azeite é limitada pela foto-oxidação, auto-oxidação e lipólise. Durante o processo de degradação do azeite ocorre uma série de reações químicas envolvendo ácidos graxos insaturados, luz, umidade e oxigênio que levam à formação de hidroperóxidos. Estes se decompõem em inúmeros

outros compostos incluindo aldeídos, cetonas, álcoois e hidrocarbonetos (ARAÚJO, 2008).

A auto-oxidação é uma reação de radicais livres que ocorre em cadeia onde o oxigênio triplete atmosférico ( $^3\text{O}_2$ ) reage com um radical lipídico. Já a foto-oxidação de óleos comestíveis ocorre na presença de luz, sensibilizadores e oxigênio atmosférico, onde o oxigênio singlete ( $^1\text{O}_2$ ) é produzido (CHOE; LEE; MIN, 2005).

Quando o óleo, oxigênio e catalisadores entram em contato, ocorre a oxidação lipídica. A concentração de oxigênio dissolvido no óleo depende da pressão parcial de oxigênio no *headspace* (espaço vazio dentro de um frasco). Quanto maior a concentração de oxigênio dissolvido no *headspace*, maior será a oxidação do produto (DI GIOVACCHINO et al., 2002). Sabendo disso, as indústrias usam o nitrogênio para preencher esse espaço vazio durante o envase, o que reduz o volume de oxigênio em contato com o óleo e diminui as reações de oxidação, aumentando a vida útil do produto (ARRUDA et al., 2006). As clorofilas, feofitinas e feoforbidas agem na síntese de  $^1\text{O}_2$  e aceleram a oxidação do óleo e agem também como antioxidantes no escuro, possivelmente pela doação de hidrogênio para radicais livres (GUTIERREZ-ROSALES et al., 1992).

O acondicionamento de azeite em embalagens adequadas é capaz de manter estável a oxidação e assegurar uma vida útil adequada, levando em consideração a impermeabilidade ao óleo, impermeabilidade aos gases e proteção contra a luz (PIERGIOVANNI, LIMBO, 2010). Outras propriedades desejáveis para embalagens são: tampa da embalagem que impeça o vazamento do produto, resistência à carga vertical e resistência ao colapso, este normalmente ocorre quando há consumo de oxigênio residual no interior da embalagem (OLIVEIRA, 2006).

As embalagens utilizadas para o armazenamento do azeite são: vidros, metais e tereftalato de polietileno (mais conhecido como PET). Os vidros oferecem boas versatilidades de volumes, formas e cores, e é a embalagem mais utilizada no mercado de azeite. Ele é impermeável à água e aos gases sendo considerado um dos melhores materiais para acondicionamento de azeite. Entretanto apresenta duas desvantagens: peso elevado e baixa resistência (KANAVOURAS et.al. 2004; PRISTOURI, 2010).

As embalagens metálicas oferecem proteção total contra a luz, oxigênio e ao vapor de água e microrganismos, sendo resistentes a diversos tipos de danos mecânicos. A opacidade da embalagem é uma característica importante por prevenir alterações induzidas pela luz e radiação ultravioleta (OLIVEIRA, 2006). De acordo com a pesquisa realizada pelo Rababah e colaboradores (2011), essas embalagens têm algumas desvantagens como: redução dos atributos sensoriais e grande quantidade de material sedimentado nas latas após 60 dias de armazenamento à 25°C. Já as embalagens plásticas (PET) têm sido muito utilizadas no acondicionamento de óleos comestíveis devido suas características termoplásticas, brilho e transparência, boa resistência mecânica, estabilidade dimensional e química, baixo custo de produção e baixo peso (KAYA et.al., 1993; BOVE et. al., 2002; SACCHI et. al., 2008).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a degradação do azeite sob diferentes condições de exposição à luz e tempo em diferentes embalagens: PET (verde) e vidro (transparente) através das principais análises de degradação de óleos e gorduras.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Selecionar os azeites;
- Estocar metade das amostras em caixas de papelão sob abrigo da luz;
- A outra metade manter em condições ambientes de luzes naturais e artificiais;
- Analisar a porcentagem de transmissão de luz total incidente nas embalagens;
- Analisar a porcentagem de acidez das amostras;
- Determinar o índice de peróxido;
- Determinar o coeficiente de extinção específica;
- Analisar a quantidade de pigmentos clorofílicos totais;
- Analisar o conteúdo de carotenóides;
- Analisar o teor de fenóis totais;

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 ORIGEM E PROPAGAÇÃO DE CULTIVO DAS OLIVEIRAS

A oliveira tem sua origem nas margens do Mediterrâneo, porém seu cultivo se iniciou por volta de 6000 a.C., nas regiões da Ásia e Sinai. No mesmo momento, as oliveiras eram cultivadas na Síria e na parte sul do Irã. No terceiro milênio, iniciou o cultivo nas regiões da Turquia, Chipre, Grécia e África do Norte (REVISTA ITALIAN FOOD, 2010).

A partir do século XVI a.C, as oliveiras começaram a serem cultivadas em terras gregas, sendo a azeitona e seu óleo importantes não só na alimentação, mas também nos cuidados com o corpo e utilizados como combustíveis. Em 400 a.C, os gregos e os fenícios eram considerados os maiores exportadores de óleo de oliva para países como França, Itália e Espanha (REVISTA ITALIAN FOOD, 2010).

Estudos indicam que a primeira oliveira foi levada para a Itália entre 616 – 578 a.C, avançando posteriormente do sul para o norte. Já na Espanha, a oliveira foi introduzida em 1050 a.C, durante a dominação marítima dos fenícios, mas não se desenvolveu de forma efetiva. No ano de 1560 as oliveiras estavam sendo cultivadas no México, Peru, Califórnia, Chile e Argentina (IOOC, 2010).

Mais recentemente as oliveiras começaram a serem cultivadas em lugares distantes da sua origem, tais como Japão, África do Sul e China (CIVANTOS, 2008).

#### 3.2 CARACTERÍSTICAS DO CULTIVO DA OLIVEIRA

A oliveira (*Olea europaea* L.) é uma planta frutífera da família botânica *Oleaceae*, classificada como uma drupa. O nome genérico *olea* é originário do latim *oliva* (azeitona) ou do grego *elai* que significa óleo. Existem aproximadamente 35 espécies do gênero *Olea*, sendo a *Olea europaea* L., a única espécie com frutos comestíveis.

Para uma boa frutificação a planta não deve exceder os 35°C., contudo a oliveira é capaz de suportar temperaturas próximas de 40°C no verão, sem que as folhas sofram queimaduras, mas a sua atividade fotossintética começa a ser inibida em temperaturas acima de 35°C (EMBRAPA, 2009). O fruto fresco da oliveira é composto de 40 a 45% de água, 10 a 20% de glicídios, 30% de lipídios e 50% de lipídios totais em sua polpa (BRUNETON,1991). Geralmente a oliveira tem tolerância



à salinidade da água e também resistência às condições desfavoráveis, sendo assim pode ser cultivada em solos mais áridos, pedregosos e inférteis. Sua altura pode variar de 3 a 20 metros. (SILVA, 2011).

### 3.3 CARACTERÍSTICAS DAS AZEITONAS

A azeitona é constituída basicamente pelo pericarpo e caroço. O pericarpo é formado pelo epicarpo (pele) e o mesocarpo (polpa), correspondendo por cerca de 65 – 85% do peso total do fruto. O caroço, também chamado de endocarpo, varia de 13 – 30% e o epicarpo, que é coberto por cera, transformando-se de verde claro ao preto de acordo com a maturação do fruto, varia de 1,5 a 3,5%. A maior quantidade de óleo de azeitona é encontrada no pericarpo (~98%) e o restante encontra-se no caroço (~2%). Normalmente o fruto destinado ao azeite tem menor proporção de polpa por quantidade de caroço (~4:1 – 7:1) comparado com a azeitona de mesa (~7:1 – 10:1) (RAPOPORT, 2004; FOURATI; COSSENTINI; KARRA, 2002).

A composição química do fruto é a seguinte: 50% água, 22% lipídios, 19% carboidratos, 5,8% celulose, 1,6% proteína, 1,5% minerais. Nas diversas fases do processo de crescimento e maturação da azeitona ocorrem ganhos de peso, seguidos de perdas de umidade, aumentando consequentemente o teor lipídico (FIRESTONE, 2005).

O processo de amadurecimento da azeitona é lento e longo, que dura vários meses. O tipo de azeite que se deseja obter (por exemplo: azeite aromático com delicado sabor ou azeite com mais adstringência) vai depender de fatores como: latitude da área de cultivo, variedade, disponibilidade de água, temperaturas e práticas de cultivo, e o mais importante, que é o grau de maturação do fruto (SILVA, 2011).

### 3.4 PROCESSO DE EXTRAÇÃO DO AZEITE

A primeira etapa para o processo de extração do azeite é a seleção das azeitonas, que devem ser firmes e sem nenhum dano físico. Posteriormente são realizadas as operações prévias como: recepção dos frutos, caracterização, retirada das folhas, lavagem e armazenamento das azeitonas (UCEDA et al., 2006).

A próxima etapa consiste na transformação da azeitona em massa, com auxílio de moinhos de martelos, com o objetivo de destruir os tecidos vegetais do fruto e assim liberar os glóbulos de azeite. Em seguida, a massa formada sofre um batimento lento e contínuo, seguido de aquecimento leve (entre 25 e 30°C), uniformizando e proporcionando a junção das gotículas de azeite. A viscosidade do azeite depende da temperatura, pois um aquecimento excessivo pode provocar danos na qualidade do produto, pois os compostos voláteis que dão aroma ao azeite se degradam rapidamente quando em altas temperaturas (FREITAS, 2013).

Para a realização da separação das fases sólida/líquida, pode-se utilizar o método da extração por pressão (através de prensa hidráulica) ou por centrifugação (separação das fases utilizando a força centrífuga). A última etapa consiste na separação das fases líquidas através da decantação (ou clarificação), separando os sólidos em suspensão da água residual (PETRAKIS, 2006).

### 3.5 DADOS DE MERCADO

Nos últimos três anos o comércio mundial de azeite aumentou aproximadamente 33% em relação as campanhas anteriores, isso se deve ao aumento de consumo de AO, crescente reconhecimento dos efeitos benéficos no ponto de vista nutricional, diferenciação dos preços de acordo com a qualidade do produto (GLOBALAGRIMAR, 2017).

Atualmente, cerca de 95% da superfície oleícola mundial está concentrada na Bacia Mediterrânea, sendo que países da União Européia (Espanha, Itália, França, Grécia, Portugal, Chipre, Croácia, Eslovênia e Malta) são responsáveis por 79% da produção mundial, com a Espanha liderando o ranking de países produtores (54,5%). Outros principais países produtores como a Tunísia, Turquia, Síria, Marrocos, Argélia tem uma quota de 16%, sendo os 5% restante para o resto do mundo (CASA DO AZEITE; CAP, 2014).

Em relação ao consumo, nos últimos 10 anos ocorreu um crescimento médio de 0,6% a nível mundial. Nos últimos 3 anos o consumo de azeite de oliva foi de aproximadamente 2.900.000 toneladas, desta quantidade 1.532.000 toneladas foram consumidas na União Européia. Ocorreram também aumentos de consumo na Turquia (~40%) e Argélia (~33%) (IOOC, 2016).

Nas campanhas 2014/15 houve um decréscimo de 25% no consumo de azeites no Brasil, esse fato se explica pela crise que atravessa o país, pela alta dos preços no mercado internacional e pelas alterações da moeda brasileira, mas de acordo com o Conselho Oleícola Internacional – COI, no último trimestre de 2016 houve um aumento no consumo de AO com 19.728 toneladas, perdendo apenas para a Austrália com um aumento de 71% de consumo (CANAL RURAL, s/a).

Os principais exportadores a nível mundial de azeite nas campanhas 2015/16 são Espanha (39%), Itália (22%), Tunísia (12%), Portugal (6%) e Argentina (4%) (IOOC, 2016).

### 3.6 AZEITE

O azeite é óleo extraído da azeitona, obtido por sistemas de elaboração adequados e procedente de frutos frescos de boa qualidade, sem defeitos nem alterações e com adequada maturação. É o único entre os óleos que pode ser consumido cru, sendo o seu conteúdo (vitaminas, ácidos graxos e outros componentes menores de elevada importância nutricional) conservado íntegro (ALBA, 2008; DI GIOVACCHINO et. al., 2002; DI GIOVACCHINO, 1998).

Para a obtenção de um azeite de qualidade tanto no ponto de vista sensorial quanto nos aspectos físico-químicos, o processo de maturação da azeitona é um dos fatores mais importantes, correspondendo a 30% do processo (FIRESTONE, 2005).

O azeite é classificado de acordo com as suas características sensoriais, ácidos graxos livres e aplicações. De acordo com RESOLUÇÃO Nº 482, DE 23 DE SETEMBRO DE 1999, revogada pela RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005, a classificação do azeite é a seguinte:

- “Azeite extra virgem: azeite de categoria superior, considerado o de melhor qualidade, com características sensoriais muito agradáveis obtido diretamente de azeitonas, unicamente por processos mecânicos, a sua acidez não pode passar 0,8% em percentagem de ácido oleico.
- Azeite virgem: azeite obtido diretamente de azeitonas, unicamente e com acidez máxima de 2% e que pode apresentar alguns defeitos ligeiros.
- Azeite: é um loteamento de azeite virgem com azeite refinado. O azeite é constituído exclusivamente por azeites submetidos a um tratamento de

refinação e por azeites obtidos diretamente de azeitonas, a sua acidez máxima é de 1%.

- Óleo de bagaço de azeitona: óleo constituído exclusivamente por óleos provenientes do tratamento do produto obtido após a extração do azeite e por azeites obtidos diretamente de azeitonas ou óleo, constituído exclusivamente por óleos provenientes do tratamento de bagaço de azeitona e por azeites obtidos diretamente de azeitonas e com uma acidez livre expressa em ácido oleico não superior a 1%.
- Azeite lampante: é um azeite virgem com acidez, expressa em ácido oleico, superior a 2%. Este tipo de azeite é impróprio para consumo, tem de ser refinado.
- Azeite Refinado: azeite obtido a partir de azeite virgem lampante, que apresenta defeitos que os faz impróprios para consumo humano, pelo que devem sofrer processos de refinação para eliminar os defeitos. A refinação ocorre em três fases: neutralização, descoloração e desodorização. A sua acidez, expressa em ácido oleico, não pode exceder 0,3%. Neste tipo de azeite ocorre perda parcial de antioxidantes relativamente ao azeite virgem, devido ao processo de refinamento a que este é submetido. ”

O azeite é composto pela fração saponificável (representa 99% do peso total do azeite), esta é constituída pelos triglicerídeos, ésteres de glicerina com ácidos graxos (ácidos gordos) e os ácidos graxos livres (ou ácidos gordos livres). O ácido oleico é predominante nesta fração, variando de 55 a 83% do total de ácidos graxos (SERVILI et al.,2009). Este ácido é formado por 18 carbonos, unidos por ligações simples e uma dupla ligação (18:1, n-9, sendo denominado de ácidos graxos monoinsaturados (JORGE, 2010).

Os ácidos graxos podem se diferenciar de uma amostra para outra, uma vez que dependem da zona de produção, clima, latitude, variedade e estágio de maturação da azeitona (SILVA, 2011)

A fração insaponificável (solúvel em água) é constituída por compostos orgânicos voláteis, compostos fenólicos, tocoferóis, pigmentos, esteróis, esqualeno (hidrato de carbono formado por 30 carbonos), sendo muito importante no ponto de vista biológico e resistente à oxidação (FREITAS, 2013). Os tocoferóis apresentam elevada atividade de vitamina E e são considerados antioxidantes naturais, sendo sua forma predominante o  $\alpha$ -tocoferol (~ 90%). O grau de maturação e o sistema de

extração influencia na quantidade de tocoferol presente no azeite, sendo que o refino e a hidrogenação provocam a perda deste componente (SILVA,2011; BOSKOU; BLEKAS; TSIMIDOU, 2006).

O conteúdo de carotenoides, responsáveis pela cor amarelada, e de clorofila responsáveis pela cor verde, determinam a coloração do azeite, sendo considerados índices de qualidade, uma vez que a cor é influenciada pelo grau de maturação do fruto, sistema de extração e condições de estocagem (CONSTANTE, 2006). Normalmente a clorofila é encontrada na forma feofitina a, e sua presença está relacionada com as condições de processamento do produto e atividade enzimática. As causas de descoloração do azeite são: manejo, tempo de estocagem e exposição à luz (PSOMIADOU, TSIMIDOU, 2002).

Os compostos fenólicos são uma mistura complexa de compostos com estruturas químicas diferentes. Os principais compostos fenólicos presentes no azeite são: oleuropeína, o hidroxitirosol e tirosol. A quantidade de fenóis vai depender da cultura de cultivo e grau de maturação do fruto. A quantidade de substâncias fenólicas naturais confere gosto amargo e frutado e contribuem para resistência a auto oxidação e termo oxidação (FREITAS, 2013; SILVA, 2011; JORGE, 2010).

### 3.7 DEGRADAÇÃO DO AZEITE

A principal causa de deterioração de óleos vegetais é a oxidação lipídica, que durante o processo envolve reações de interação entre ácidos gordos insaturados e espécies reativas de oxigênio, levando a formação de compostos primários (hidroperóxidos) e compostos secundários (aldeídos, cetonas, álcoois e hidrocarbonetos), causando alterações na aparência, tempo de vida útil, textura, características sensoriais e nutricionais do produto (PARASKEVOPOULOU et al.,2006; SHAHIDI, 2005; BOTTI, 2014).

De acordo com Faria (2012) “os lipídeos são suscetíveis à oxidação quando estão na presença de:

- Luz – favorece a reação do azeite com o oxigênio;
- Temperatura – temperaturas superiores a 20°C favorecem a formação de peróxidos e posterior decomposição em aldeídos e cetonas;
- Oxigênio – quanto mais tempo o azeite estiver em contato com o oxigênio maior será o processo de degradação.

- Metais – os metais produzem um efeito catalisador da auto-oxidação e rancificação do azeite, podendo até conceder um sabor metálico ao azeite;
- Enzimas – aumentam a acidez do óleo (lipases). ”

As duas alterações químicas mais importantes que ocorrem em óleos e gorduras são a rancidez hidrolítica (lipólise) e a rancidez oxidativa (oxidação).

A lipólise ocorre normalmente antes da extração do óleo de oliva da cultura, e é resultado da hidrólise das ligações ésteres por certas enzimas (lipases) ou pela combinação do calor e da umidade, que hidrolisam os triacilglicerídeos, sendo responsáveis pelo aumento de acidez do azeite (FARIA 2012; BOTTI, 2014). As enzimas peroxidases e lipoxigenases também tem ações que degradam o azeite, gerando peróxidos e hidroperóxidos.

O processo de foto-oxidação ocorre na presença de luz natural ou artificial, fazendo com que a energia transferida para a molécula de oxigênio triplete ( $^3\text{O}_2$ ) se transforme em oxigênio singlete, tornando-o apto para reagir com as moléculas de ácido graxo com dupla ligação formando compostos de degradação (hidroperóxidos, álcoois, aldeídos, entre outros) (ARAÚJO, 2008). O mecanismo de foto oxidação torna o azeite mais amarelo e pode ocorrer bem mais rápido que a oxidação (KIRITSAKIS, 1998).

Já o processo de auto oxidação ocorre pela ação dos radicais livres em três etapas:

- Iniciação: ácidos graxos perdem um átomo de hidrogênio instável na presença de luz e calor, formando então os radicais livres.
- Propagação: os radicais livres formados na etapa anterior reagem com o oxigênio formando peróxidos. Estes reagem com outros ácidos graxos produzindo hidroperóxidos, desencadeando o mecanismo de propagação. Esse processo ocorre até se esgotarem os ácidos gordos insaturados (BOTTI, 2014).
- Término: ocorre devido à combinação de dois radicais livres, produzindo produtos estáveis que são responsáveis pelo surgimento de odores e sabores desagradáveis, ranço e cor amarelada (KIRITSAKIS, 1987).

É de fundamental relevância controlar as condições de armazenamento do produto, pois estudos mostram que nas reações de auto oxidação existe uma correlação direta entre a estabilidade e o conteúdo de compostos fenólicos

presentes no azeite. Os carotenoides, na presença de luz sequestram moléculas de oxigênio singlete, retardando a produção de hidroperóxidos. Já a clorofila, apesar de possuir ação pró-oxidante, alguns fatores como substrato, condições de armazenamento e incidência de luz potencializam a ação antioxidante. O poder antioxidante do esqualeno varia com sua concentração no azeite (PSOMIADOU; TSIMIDOU, 1999; FAKOURELIS et al., 1987).

### 3.8 LEGISLAÇÃO DO AZEITE

De acordo com a Resolução nº 482 da Anvisa, de 23 de setembro de 1999, revogada pela resolução RDC nº 270, 22 de setembro de 2005, são estabelecidos limites máximos e mínimos para alguns parâmetros físico-químicos e compostos presentes em AO, o que garante sua qualidade, pureza e identidade.

A nova legislação brasileira considera como parâmetros de qualidade para classificação do AO: acidez livre, índice de peróxido e o coeficiente de extinção específica no ultravioleta (BRASIL, 2010). A composição de ácidos graxos é o principal parâmetro de identidade considerado na legislação em relação aos limites de tolerância (JORGE, 2010).

### 3.9 EMBALAGENS PARA AZEITE

Com o passar do tempo e estocagem, a qualidade do azeite sofre alterações como: aumento de acidez, perdas de compostos aromáticos e da coloração. A embalagem em que o produto será acondicionado requer barreiras efetivas ao oxigênio, umidade e à radiação, ótima selagem e fechamento, resistência à carga vertical e a resistência ao colapso, sendo capaz de manter as propriedades do AO (PISCOPO; POIANA, 2012; OLIVEIRA, 2006).

Os materiais mais utilizados para o acondicionamento de azeites são: vidros, metais e plásticos.

Nos últimos anos, os plásticos (principalmente o PET) vem sendo muito utilizado nos mercados de óleos comestíveis, por possuírem características termoplásticas, brilho, transparência, boa resistência mecânica, estabilidade dimensional e química, baixo custo de produção e baixo peso (KAYA et al., 1993; BOVE et al., 2002; SACCHI et al., 2008). Os alimentos quando em contato com o plástico estão sujeitos

a diversos tipos de interação com o meio ambiente, devido a permeabilidade aos gases, vapor d'água e vapores orgânicos através da embalagem (OLIVEIRA 2006).

Fatores como a escolha do polímero a ser utilizado na fabricação da embalagem, o processo de fabricação e a distribuição da espessura do polímero na embalagem irão definir a quantidade de oxigênio que irá se propagar através do material. Normalmente embalagens com menores volumes são efetivas em relação à barreira ao oxigênio quando comparado com embalagens de grandes volumes (OLIVEIRA, 2006).

O vidro, ainda nos dias atuais, é uma das embalagens mais utilizadas para armazenamento de azeite de oliva, devido a boa proteção mecânica, material totalmente reciclável, boa inércia química e física, boas versatilidades de volumes, formas e cores, impermeabilidade aos gases e à água. No entanto apresenta algumas desvantagens como: peso, fragilidade e a ocorrência de fraturas, sem contar que vidros transparentes não são efetivos nos quesitos de barreiras contra à luz e proteção do alimento contra a foto oxidação (SIMONE, 2011).



## 4 MATERIAS E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAL

Foram utilizadas no total 14 amostras de azeite: sendo 7 da marca Hemmer Extra Virgem acondicionadas em embalagens de vidros transparentes de 500 mL, adquiridas no supermercado da cidade de Campo Mourão - PR e 7 amostras da marca Cocineiro Extra Virgem acondicionadas em embalagens de PET verde de 500 mL, adquiridas no supermercado da cidade de Americana – SP. Todas as amostras estavam expostas nas prateleiras sob iluminação durante o expediente e temperatura ambiente.

As amostras foram estocadas no laboratório da Universidade Tecnológica Federal do Paraná na própria embalagem adquirida no supermercado (embalagens de 500 mL) no período de julho a outubro. Metade delas foram estocadas em caixa de papelão mantidas no escuro e a outra metade permaneceu exposta sob iluminação e temperatura ambiente durante 3 meses. Todas as análises foram realizadas em triplicatas.

As amostras do azeite Hemmer (500 mL) – vidro transparente foram adquiridas com data de validade para 14 de junho de 2018 e lote 1616E03 e as amostras do azeite Cocineiro (500 mL) – PET verde foram adquiridas com data de vencimento para 06 de dezembro de 2018 e lote 1216.

### 4.2 MÉTODOS

#### 4.2.1 ACIDEZ

A acidez foi determinada de acordo com o método 325/IV do Adolf Lutz (2008). A cada análise realizada foi utilizado uma toma de aproximadamente 2 g de AO, que em seguida foi dissolvido em um erlenmeyer contendo 25 mL de solução de éter-álcool (2:1) neutra. Posteriormente adicionou-se 2 gotas do indicador fenolftaleína e titulado com solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/L até a mudança de cor da solução de amarelo para rosa claro. A acidez, expressa em percentagem de ácido oleico livre, foi determinada utilizando a seguinte equação:

$$\text{Acidez (\%)} = \frac{v * f * M * 28,2}{P}$$

Onde: v = nº de mL de solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/L gasto na titulação

f = fator de correção do hidróxido de sódio (NaOH)

P = peso da amostra

M = concentração do NaOH

28,2 = massa molecular do ácido oleico (C18:2).

#### 4.2.2 ÍNDICE DE PERÓXIDO

A determinação do índice de peróxido foi realizada de acordo com a metodologia Anexo III do Regulamento CEE nº2568/91 da Comissão Europeia de 11 de julho de 1991 e posteriores alterações. Foi pesado 2 g de amostra, em seguida adicionou-se em um erlenmeyer 10 mL de clorofórmio P.A sob agitação rápida, 15 mL de ácido acético glacial P.A e 1 mL de uma solução saturada de iodeto de potássio. Em seguida deixou a solução em repouso durante 5 minutos na ausência de luz, após esse período, adicionou-se 75 mL de água destilada e titulou-se com solução de tiosulfato de sódio (NA<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) (0,01N), utilizando como indicador uma solução de amido. Os valores de índice de peróxido expressos em miliequivalentes de oxigênio ativo por kg de azeite foram calculados de acordo com a equação:

$$\text{I.P} = \frac{V * N * 1000}{m}$$

Onde: V = é o número de mililitros de solução de tiosulfato de sódio gasta no ensaio, com a correção relativa ao ensaio em branco.

N = é a normalidade exata da solução de tiosulfato de sódio utilizada.

m = é a massa, expressa em gramas, da toma de amostra em estudo.

1000 = normalidade da solução de tiosulfato

#### 4.2.3 COEFICIENTE DE EXTINÇÃO ESPECÍFICA

O coeficiente de extinção específica por absorção na região ultravioleta foi determinado de acordo com a metodologia 343/IV do Adolf Lutz (2008). Primeiramente pesou-se aproximadamente 0,25 g da amostra de azeite em um balão volumétrico de 25 mL e completou-se o volume com o solvente ciclohexano, homogeneizando completamente a solução. Dessa solução, que denominamos de solução A, transferiu-se 5 mL para um outro balão, completando o volume novamente com ciclohexano. Em seguida, com uma cubeta de quartzo de percurso óptico de 1 cm, determinou-se o coeficiente de extinção específica nos comprimentos de onda de 232 e 270 nm. As leituras de absorbâncias foram realizadas no espectrofotômetro OceanOptics, Red Tide USB650 FiberOpticSpectrometer. Os coeficientes de extinção a 232 nm, 270 nm, e  $\Delta K$  foram calculados da seguinte forma:

$$K_{\lambda} = \frac{A_{\lambda}}{c * b} = E_{1cm}^{1\%}$$

Onde:

$K_{\lambda}$  = extinção específica no comprimento de onda  $\lambda$

$A_{\lambda}$  = absorbância medida no comprimento de onda  $\lambda$

$c$  = concentração da solução em g/100 mL

$l$  = caminho óptico da cubeta em cm

$E_{1cm}^{1\%}$  = a absorbância de uma solução a 1% do óleo no solvente especificado, numa espessura de 1 cm

#### 4.2.4 ANÁLISE DE CLOROFILA TOTAL E CAROTENOIDES

A determinação do conteúdo de clorofila nas amostras foi determinada de acordo com a metodologia Minguez Mosquera(1991). Foi pesado aproximadamente 7,5 g de amostra em um balão volumétrico de 25 mL e completou-se o volume com ciclohexano. Em seguida com uma cubeta de quartzo de percurso óptico de 1 cm, determinou-se o teor de clorofila a 670 nm e o teor de carotenóides a 470 nm. As leituras de absorbâncias foram realizadas no espectrofotômetro OceanOptics, Red Tide USB650 FiberOpticSpectrometer. Os resultados foram calculados da seguinte maneira:

$$\text{Clorofila (mg/kg)} = \frac{(A_{670} \cdot 10^6)}{(613 \cdot 100 \cdot d)}$$

$$\text{Carotenóides (mg/kg)} = \frac{(A_{470} \cdot 10^6)}{(2000 \cdot 100 \cdot d)}$$

Onde:

A<sub>670</sub> = absorvância no comprimento de onda a 670 nm.

A<sub>470</sub> = absorvância no comprimento de onda a 470 nm.

d = espessura da cubeta (cm).

#### 4.2.5 ANÁLISE COLORIMÉTRICA DE FENÓIS TOTAIS

Para a determinação do teor de fenóis totais foi preparado uma solução de referência: em um balão volumétrico pipetou-se 14 mL de água destilada, 2,5 mL de mistura de metanol/água (6/4) e 1,25 mL do reagente de Folin-Ciocalteau. Em seguida a mistura foi agitada e foi mantida na ausência de luz durante 3 minutos. Ao fim deste tempo, adicionou-se 4 mL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> a 20% e completou-se o volume com água destilada.

Para a preparação da amostra pesou-se aproximadamente 10g de azeite em um béquer e dissolveu-se em 25 mL de n-hexano 99%. Em seguida transferiu-se para uma ampola e realizou-se 3 extrações de 10 mL cada um com a mistura metanol-água (6/4), agitando durante 30 segundos após cada adição. Após separação das fases, transferiu-se o extrato para um balão volumétrico de 50 mL e completou-se o volume com água destilada, obtendo assim o extrato fenólico. Posteriormente, em um balão volumétrico de 25 mL, foi adicionado 14 mL de água destilada, 5 mL de extrato fenólico e 1,25 mL do reagente Folin-Ciocalteau. Em seguida a mistura foi agitada e guardada na ausência de luz durante 3 minutos. Após esse tempo, adicionou-se 4 mL da solução de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> a 20% e completou-se o volume com água destilada.

Após preparação das amostras e da solução de referência, colocou-as ao abrigo da luz durante 1 hora. Ao fim deste tempo, realizou-se a leitura no espectrofotômetro OceanOptics, Red Tide USB650 FiberOpticSpectrometer a 725 nm, usando uma cubeta de quartzo. O resultado expressa-se em mg/kg de azeite.

$$\text{Fenóis totais (mg/kg)} = \frac{(8,53993721 * \textit{leitura} - 0,24765388) * 10 * 25}{P}$$

Onde:

P = peso do azeite de oliva.

#### 4.2.6 ANÁLISE DE TRANSMITÂNCIA

Para a determinação da transmitância (T%), definida como a porcentagem de luz incidente que é transmitida através da embalagem, utilizou-se a metodologia ASTM D1003-07 (2007). Foram feitos pequenos cortes das embalagens utilizadas, vidro, PET e higienizados com álcool 70°. Posteriormente esses pedaços foram inseridos em cubetas, e então realizada a leitura em espectrofotômetro na faixa de varredura de 200 a 800 nm.

#### 4.2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise de resultados foi realizada por análise de variância ANOVA, sendo as diferenças avaliadas pelo Teste de Tukey de comparações de médias ao nível 5% de significância, utilizando o software Statistica 7.0.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 ACIDEZ

Na Tabela abaixo podem ser vistos os valores de acidez (ácidos graxos livres) para cada sistema de embalagem (PET e vidro) e em diferentes condições de luz.

**Tabela 1.** Ácidos Graxos livres (% ácido oleico)

	Tempo (meses)	PET	VIDRO
<b>Claro</b>	0	0,72 <sup>a</sup> A ± 0,098	0,70 <sup>a</sup> A ± 0,113
	1	0,74 <sup>a</sup> A ± 0,093	0,50 <sup>a</sup> B ± 0,056
	2	0,80 <sup>a</sup> A ± 0,078	0,48 <sup>a</sup> B ± 0,075
	3	0,69 <sup>a</sup> A ± 0,070	0,41 <sup>a</sup> A ± 0,099
<b>Escuro</b>	0	0,72 <sup>a</sup> A ± 0,098	0,70 <sup>a</sup> A ± 0,113
	1	0,75 <sup>a</sup> B ± 0,043	0,57 <sup>a</sup> A ± 0,038
	2	0,90 <sup>b</sup> B ± 0,000	0,55 <sup>a</sup> A ± 0,065
	3	0,66 <sup>ab</sup> A ± 0,049	0,55 <sup>a</sup> A ± 0,065

\*Letras minúsculas iguais ao lado dos resultados significam que não há diferença estatística **entre os valores da mesma coluna** com  $p > 0,05$ .

\*Letras maiúsculas iguais ao lado dos resultados significam que não há diferença **estatística entre os valores da mesma linha quando comparadas com diferentes condições de estocagem (claro e escuro)**.

\* **PET**: embalagem de polietileno de tereftalato.

\* **Vidro**: embalagem de azeite de vidro transparente.

\* As análises foram realizadas em triplicada e em cada mês o resultado é a média e o desvio padrão dessas análises.

De acordo com os resultados apresentados na tabela acima e conforme evidenciado pela análise estatística, houve uma pequena variação nos valores de ácidos graxos livres (AGL). Mas de acordo com as resoluções 482/2000 e 270/2005 da ANVISA, com o Regulamento da Comunidade Européia 702/2007 e com o CODEX *Alimentarius* 33/1981(revisado em 2003), o azeite para ser considerado extra-virgem não deve ultrapassar os 8% em AGL, sendo assim os resultados acima estão de acordo com as legislações.

Ainda de acordo com os estudos apresentados por Pristouri e colaboradores (2010), a estabilidade e qualidade do AO em embalagens PET e vidro transparente armazenados no escuro se mantém por 12 meses dentro do limite de 8% AGL.

Quando submetidas à luz ambiente, as embalagens PET ultrapassam este limite após 6 meses de estocagem.

Pode-se observar também que o aumento de acidez na embalagem PET foi maior tanto na estocagem no escuro quanto na luz ambiente, isso pode ser explicado através dos estudos de Suarez-Martinez (1975) e Boskou (2006) que a acidez é resultado da ação de enzimas e de microrganismos que estão presentes e agem na matéria-prima. Outros fatores como a permeabilidade da embalagem ao oxigênio e à luz influenciam na formação de hidroperóxidos e, conseqüentemente, de ácidos carboxílicos, afetando a acidez do AO (BOTTI, 2014).

## 5.2 ÍNDICE DE PERÓXIDO

Na Tabela 2 estão apresentados os valores de índices de peróxidos para os diferentes tipos de embalagens e nas diferentes condições de luz no decorrer de 3 meses de estocagem.

De acordo com a Instrução Normativa nº 01 de 2012, este método indica a presença de peróxidos e outros compostos, resultantes da oxidação de ácidos graxos insaturados, o início das reações oxidativas e da deterioração do odor e sabor em óleos e gorduras (BOTTI, 2014).

**Tabela 2.** Índice de Peróxido (meq O<sub>2</sub>/ kg de azeite)

	Tempo (meses)	PET	VIDRO
<b>Claro</b>	0	4,05 <sup>b</sup> A ± 0,141	3,97 <sup>b</sup> A ± 0,656
	1	2,35 <sup>a</sup> A ± 0,191	2,96 <sup>ab</sup> A ± 0,425
	2	1,97 <sup>a</sup> A ± 0,007	1,60 <sup>a</sup> A ± 0,155
	3	2,97 <sup>b</sup> A ± 0,745	2,85 <sup>ab</sup> A ± 0,198
<b>Escuro</b>	0	4,05 <sup>a</sup> A ± 0,141	3,97 <sup>a</sup> A ± 0,656
	1	3,35 <sup>a</sup> A ± 0,155	3,72 <sup>a</sup> A ± 0,346
	2	2,46 <sup>b</sup> A ± 0,245	2,11 <sup>b</sup> A ± 0,184
	3	5,33 <sup>c</sup> A ± 0,339	5,75 <sup>c</sup> A ± 0,294

\*Letras minúsculas iguais ao lado dos resultados significam que não há diferença estatística **entre os valores da mesma linha** com  $p > 0,05$ .

\*Letras maiúsculas iguais ao lado dos resultados significam que não há diferença **estatística entre os valores da mesma coluna quando comparadas com diferentes condições de estocagem (claro e escuro)**.

\* **PET**: embalagem de polietileno de tereftalato.

\* **Vidro**: embalagem de azeite de vidro transparente.

\* As análises foram realizadas em triplicada e em cada mês o resultado é a média e o desvio padrão dessas análises.

Nas condições de luz ambiente, os valores de índice de peróxidos tanto para PET quanto para vidro transparente foram diminuindo no decorrer dos meses, isso se deve ao fato de que os hidropéroxidos são formados rapidamente, porém, são muito instáveis quando há disponibilidade de oxigênio e luz (FARIA, 2011).

Nas condições de estocagem no escuro foram apresentados valores superiores em relação ao claro. Estudos de Rizzo e colaboradores (2013) indicam a tendência da luz em acelerar as reações de oxidação e, conseqüentemente, por ser o hidroperóxido um composto intermediário do processo, suas reações de decomposição são influenciadas pela incidência dessa. Pode-se observar que no primeiro e segundo mês de estocagem ocorreu um decréscimo no índice de peróxidos, já no terceiro mês houve um aumento. Esse processo pode ser explicado de acordo com os estudos realizados por Araújo (2008), que durante as etapas de oxidação os valores de peróxido atingem certas concentrações e depois diminuem. Sabe-se ainda que no início, a reação ocorre de maneira uniforme e lenta dependendo da presença de antioxidantes naturais.

Pristouri e colaboradores (2010) afirmaram com os seus estudos, que no mínimo 6 meses de estocagem, tanto as embalagens PET quanto a de vidro transparente armazenadas no escuro mantêm o limite de 20 mEqO<sub>2</sub>/kg de azeite.

No primeiro mês de estocagem o vidro transparente apresentou maior índice de peróxido tanto no escuro como no claro e de acordo com os estudos de Cecchi e colaboradores (2010). A justificativa se baseia no fato de que dependendo do material da embalagem, nos primeiros estágios de oxidação, a taxa de formação de hidroperóxidos pode ser menor que sua taxa de degradação. Outro fator que pode ter influenciado nesse alto valor é a barreira conferida pelo tipo de embalagem (vidro transparente) que tem bastante influência nos mecanismos de reação e conseqüentemente afeta o produto final.

### 5.3 COEFICIENTE DE EXTINÇÃO ESPECÍFICA



A degradação do azeite também pode ser observada por meio das análises de coeficiente de extinção específica. Abaixo, segue as Tabela 3 e Tabela 4 com os valores de extinção específica para 232 nm e 270 nm nas diferentes condições de estocagem e de embalagem.

**Tabela 3.** Coeficiente de Extinção Específica a 232 nm

	<b>Tempo (meses)</b>	<b>PET</b>	<b>VIDRO</b>
<b>Claro</b>	0	0,521 <sup>b</sup> A ± 0,004	0,388 <sup>a</sup> B ± 0,012
	1	0,469 <sup>a</sup> A ± 0,041	0,374 <sup>a</sup> A ± 0,068
	2	0,426 <sup>a</sup> A ± 0,004	0,362 <sup>a</sup> B ± 0,027
	3	0,449 <sup>a</sup> A ± 0,003	0,362 <sup>a</sup> B ± 0,055
<b>Escuro</b>	0	0,521 <sup>a</sup> A ± 0,004	0,388 <sup>a</sup> B ± 0,012
	1	0,501 <sup>a</sup> A ± 0,007	0,397 <sup>ab</sup> B ± 0,026
	2	0,815 <sup>b</sup> B ± 0,039	0,618 <sup>b</sup> B ± 0,095
	3	0,514 <sup>a</sup> B ± 0,025	0,378 <sup>a</sup> A ± 0,055

\*Letras minúsculas iguais ao lado dos resultados significam que não há diferença estatística **entre os valores da mesma linha** com  $p > 0,05$ .

\*Letras maiúsculas iguais ao lado dos resultados significam que não há diferença **estatística entre os valores da mesma coluna quando comparadas com diferentes condições de estocagem (claro e escuro)**.

\* **PET**: embalagem de polietileno de tereftalato.

\* **Vidro**: embalagem de azeite de vidro transparente.

\* As análises foram realizadas em triplicada e em cada mês o resultado é a média e o desvio padrão dessas análises.

**Tabela 4.** Coeficiente de Extinção Específica a 270 nm

	<b>Tempo (meses)</b>	<b>PET</b>	<b>Vidro</b>
<b>Claro</b>	0	0,131 <sup>b</sup> A ± 0,006	0,179 <sup>a</sup> B ± 0,012
	1	0,182 <sup>a</sup> A ± 0,005	0,202 <sup>a</sup> A ± 0,014
	2	0,192 <sup>a</sup> A ± 0,012	0,218 <sup>a</sup> B ± 0,006
	3	0,191 <sup>a</sup> A ± 0,029	0,221 <sup>a</sup> A ± 0,027
<b>Escuro</b>	0	0,131 <sup>b</sup> A ± 0,006	0,179 <sup>a</sup> A ± 0,012
	1	0,172 <sup>a</sup> A ± 0,005	0,187 <sup>ab</sup> B ± 0,003
	2	0,185 <sup>a</sup> A ± 0,012	0,224 <sup>ab</sup> A ± 0,022
	3	0,197 <sup>a</sup> A ± 0,016	0,257 <sup>b</sup> A ± 0,041

\*Letras minúsculas iguais ao lado dos resultados significam que não há diferença estatística **entre os valores da mesma linha** com  $p > 0,05$ .

\*Letras maiúsculas iguais ao lado dos resultados significam que não há diferença **estatística entre os valores da mesma coluna quando comparadas com diferentes condições de estocagem (claro e escuro)**.

\* **PET**: embalagem de polietileno de tereftalato.

\* **Vidro**: embalagem de azeite de vidro transparente.

\* As análises foram realizadas em triplicada e em cada mês o resultado é a média e o desvio padrão dessas análises.

Observando os valores acima de coeficiente de extinção específica a 232 e 270 nm, pode-se afirmar que houve um aumento durante os 3 meses de armazenamento. De acordo com as resoluções 482/2000 da ANVISA, o Regulamento da Comunidade Européia 702/2007 e o CODEX Alimentarius 33/1981 (revisado em 2003) em que,  $K_{232nm} \leq 2,50$  e  $K_{270nm} \leq 0,22$ , os valores acima se enquadram nas normas vigentes.

Pode-se notar na tabela 3 que a embalagem de vidro preservou por mais tempo os valores de  $K_{232}$ , o que provavelmente indica a capacidade deste sistema em retardar o início das reações oxidativas e, conseqüentemente, a geração de produtos de oxidação primária.

#### 5.4 CLOROFILA TOTAIS

Os valores de teor de clorofila totais podem ser vistos na Tabela 5 abaixo:

**Tabela 5.** Análise de Pigmentos: Clorofila (mg/kg) (670 nm)

	<b>Tempo (meses)</b>	<b>PET</b>	<b>VIDRO</b>
<b>Claro</b>	0	4,86 <sup>c</sup> B ± 0,050	4,03 <sup>d</sup> A ± 0,061
	1	3,77 <sup>a</sup> B ± 0,147	2,66 <sup>c</sup> A ± 0,03
	2	2,86 <sup>a</sup> B ± 0,053	1,22 <sup>b</sup> A ± 0,00
	3	1,73 <sup>b</sup> B ± 0,304	0,332 <sup>a</sup> A ± 0,105
<b>Escuro</b>	0	4,86 <sup>a</sup> B ± 0,05	4,03 <sup>a</sup> A ± 0,061
	1	4,50 <sup>a</sup> A ± 0,171	4,00 <sup>a</sup> A ± 0,397
	2	2,81 <sup>c</sup> B ± 0,287	1,77 <sup>c</sup> A ± 0,170
	3	0,68 <sup>b</sup> B ± 0,058	0,212 <sup>b</sup> A ± 0,047

\*Letras minúsculas iguais ao lado dos resultados significam que não há diferença estatística **entre os valores da mesma linha** com  $p > 0,05$ .

\*Letras maiúsculas iguais ao lado dos resultados significam que não há diferença **estatística entre os valores da mesma coluna quando comparadas com diferentes condições de estocagem (claro e escuro)**.

\* **PET**: embalagem de polietileno de tereftalato.

\* **Vidro**: embalagem de azeite de vidro transparente.

\* As análises foram realizadas em triplicada e em cada mês o resultado é a média e o desvio padrão dessas análises.

Pode-se observar que o maior valor obtido na análise foi de 4,86 (valor inicial da amostra) e que com o decorrer dos 3 meses de armazenamento houve uma redução no teor de clorofila em ambas as embalagens e nas diferentes condições de estocagem, como esperado.

De acordo com Caponio e colaboradores (2005), Marzouk; Riahi (2000) e Psomiadou; Tsimidou (1998), fica evidente a influência da luz direta na degradação desse pigmento.

Analisando a tabela acima percebe-se que o vidro teve uma maior redução no pigmento clorofila em relação ao PET, isso se explica pelo fato de que o PET (verde) tem uma maior eficiência na barreira contra à luz.

## 5.5 CAROTENOIDES

Os valores de teor de carotenóides podem ser vistos na Tabela 6 abaixo:

**Tabela 6.** Análise de Pigmentos: Carotenóides (470 nm)

	Tempo (meses)	PET	VIDRO
<b>Claro</b>	0	1,95 <sup>a</sup> A ± 0,015	2,00 <sup>d</sup> B ± 0,010
	1	1,90 <sup>a</sup> A ± 0,284	1,79 <sup>c</sup> A ± 0,030
	2	1,53 <sup>ab</sup> A ± 0,162	1,16 <sup>a</sup> B ± 0,078
	3	2,17 <sup>b</sup> B ± 0,102	1,41 <sup>b</sup> A ± 0,072
<b>Escuro</b>	0	1,95 <sup>a</sup> A ± 0,015	2,00 <sup>a</sup> A ± 0,010
	1	2,64 <sup>b</sup> B ± 0,268	2,12 <sup>a</sup> BC ± 0,121
	2	1,75 <sup>b</sup> A ± 0,268	1,11 <sup>c</sup> B ± 0,121
	3	1,96 <sup>a</sup> A ± 0,05	1,76 <sup>b</sup> B ± 0,094

\*Letras minúsculas iguais ao lado dos resultados significam que não há diferença estatística **entre os valores da mesma linha** com  $p > 0,05$ .

\*Letras maiúsculas iguais ao lado dos resultados significam que não há diferença **estatística entre os valores da mesma coluna quando comparadas com diferentes condições de estocagem (claro e escuro)**.

\* **PET**: embalagem de polietileno de tereftalato.

\* **Vidro:** embalagem de azeite de vidro transparente.

\* As análises foram realizadas em triplicada e em cada mês o resultado é a média e o desvio padrão dessas análises.

De acordo com Araújo (2008), durante as reações de oxidação os carotenóides reagem com os radicais peroxil, hidroxil e ainda com o oxigênio singlete tendo como consequência a perda da coloração característica.

Observando a tabela acima, pode-se ver que houve uma pequena diferença entre as amostras em relação ao teor de carotenóides, sendo que no primeiro e segundo mês de estocagem os valores diminuíram, ocorrendo um aumento no terceiro mês. Com esses dados pode-se concluir que durante o tempo de armazenamento a tendência é que o teor de carotenóides diminua em ambas as condições de estocagem e embalagem.

## 5.6 ANÁLISE COLORIMÉTRICA DE FENÓIS TOTAIS

O cálculo dos valores para quantificação dos compostos fenólicos nas amostras de AO deu-se por meio da curva padrão preparada que obteve como equação ( $y = 10,825x - 0,007$ ) com  $R^2=0,9875$ . A Tabela 7 abaixo apresenta os resultados obtidos para cada amostra.

**Tabela 7.** Análise Colorimétrica Fenóis Totais (mg/kg) (725 nm)

	<b>Tempo (meses)</b>	<b>PET</b>	<b>VIDRO</b>
<b>Claro</b>	3	27,99A ± 27,09	66,97A ± 13,62
<b>Escuro</b>	3	90,90A ± 5,42	75,56A ± 7,97

\*Letras maiúsculas iguais ao lado dos resultados significam que não há diferença **estatística entre os valores da mesma coluna quando comparadas com diferentes condições de estocagem (claro e escuro)**.

\* **PET:** embalagem de polietileno de tereftalato.

\* **Vidro:** embalagem de azeite de vidro transparente.

\*Resultados expressos em mg de ácido gálico por litro de amostra.

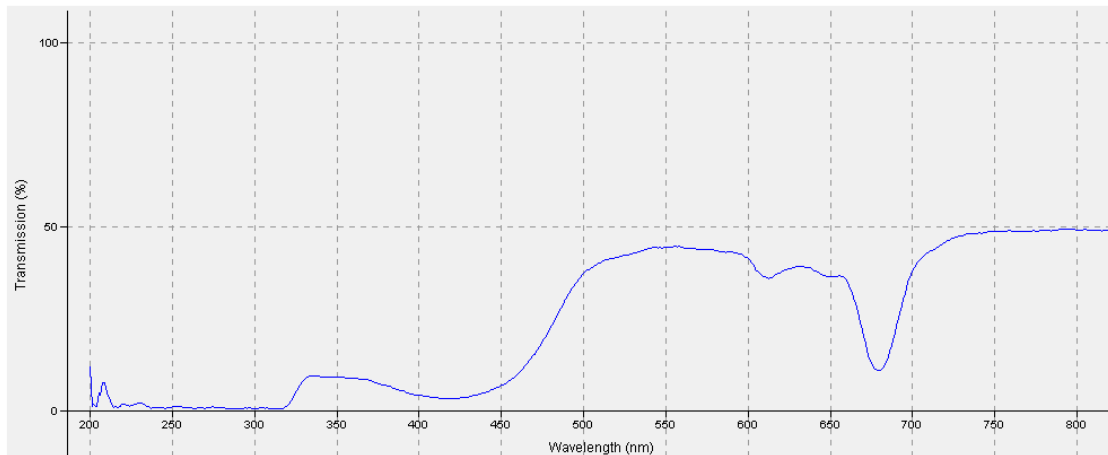
\* As análises foram realizadas em 3 extrações; em triplicada e o resultado é a média e o desvio padrão dessas análises.

Na tabela acima pode-se observar que a embalagem de vidro na condição de estocagem clara conservou valor elevado de composto fenólico em relação ao PET. Já na condição escuro, o PET conservou valor elevado de composto fenólico.

Desta forma pode-se afirmar que nas condições de estocagem claro o vidro tem boa barreira ao oxigênio e no escuro o PET apresenta mais eficiência em relação à barreira de oxigênio.

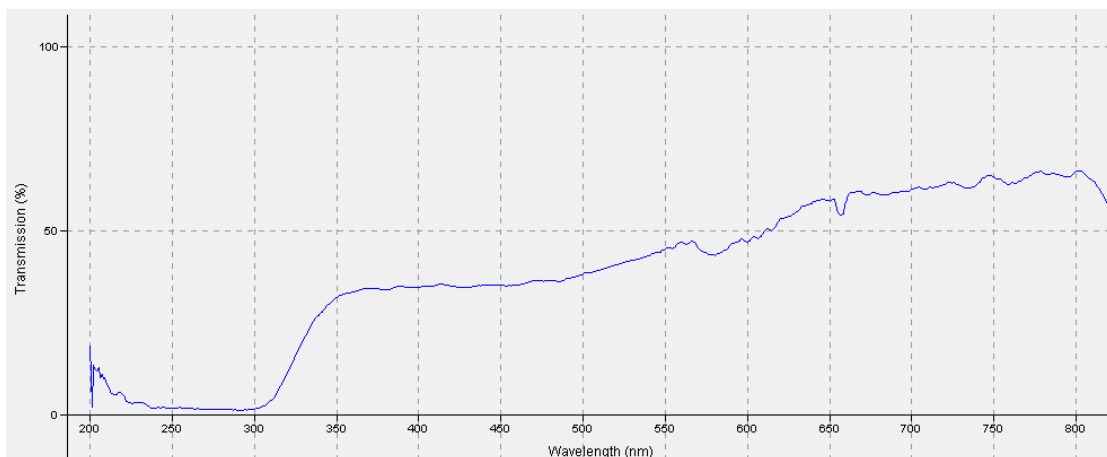
## 5.7 TRANSMITÂNCIA

**Figura 1.** Transmitância da embalagem PET verde



**Autor:** SOUZA, T. (2017)

**Figura 2.** Transmitância da embalagem vidro transparente



**Autor:** SOUZA, T. (2017)

Sabe-se que tanto o PET quanto o vidro possuem boa barreira à radiação UV (METGAGH et al.,2005).

Pode-se observar que na faixa de varredura de 250 a 320 nm não houve diferença entre as amostras.

Na faixa de 350 nm a 800 nm pode-se observar que a transmissão de luz na embalagem de vidro transparente aumentou em mais de 50%, enquanto que na embalagem PET verde, nessa mesma faixa de varredura o máximo alcançado foi de 50% de transmitância. Desta forma, o PET verde é o que tem melhor barreira à luz.

## 6 CONCLUSÃO

Os azeites utilizados nesse experimento estão de acordo com os parâmetros que caracterizam o azeite de oliva tipo extra virgem conforme a ANVISA, Regulamentação Européia e *Codex Alimentarium*.

A ação da luz sobre as embalagens de vidro e de PET reduziu os percentuais iniciais de clorofila e de carotenóides encontrados no azeite de oliva, mas como o tempo de armazenamento foi curto, não houve diferenças significativas.

Os percentuais de ácidos graxos, valores de índices de peróxidos e os coeficientes de extinção específica se manteve conforme permitido na legislação.

Levando em conta os resultados obtidos para cada uma das análises realizadas e o tempo de armazenamento foi possível afirmar que a embalagem PET é a mais efetiva para garantir a qualidade do azeite.

Sendo assim, o objetivo de avaliar e quantificar o efeito da luz nos fatores pretendidos foi alcançado, tendo em vista que os resultados estão de acordo com outros estudos realizados e com o que se encontra na literatura.

Novos estudos poderão ser realizados a fim de utilizar outros métodos de análise para comparação a longo prazo.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBA, José. Elaboración del aceite de oliva virgín. In: **El cultivo del olivo**; 6.ed. Córdoba: Ed. Mundi-prensa, 2008. P.657-697.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Test Method for Oxygen Transmission Rate Through Dry Packages Using a Coulometric Sensor**. ASTM F1307-02. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2007.

ARAÚJO, J. M. A.; **Química de Alimentos- Teoria e prática** Ed UFV 4ª edição 2008

ARRUDA, C. S.; GARCEZ, W. S.; BARRERA-ARELLANO, D.; BLOCK, J. M. Industrial trial to evaluate the effect of oxygen concentration on overall quality of refined, bleached and deodorized soybean oil in pet bottles **Journal of the American Oil Chemists Society**, 83:797–801 2006.

BOSKOU, D.; BLEKAS, G.; TSIMIDOU, M. Olive Oil Composition. In Boskou, D. (Ed). **Olive Oil: Chemistry and Technology**. AOCS Press: Champaign, ed. 2, chap.4, p 41-72. 2006.

BOSKOU, D. Olive Oil: Chemistry and Technology 2 Ed AOCS Press 2006.

BOTTI, L.C.M. **Propriedades de barreira em sistemas de embalagem para azeite de oliva**. Unicamp. Campinas, 2014.

BOVE, S.; MARTORIELLO, T.; SACCHI, R.; DEL NOBILE, M. A. Influenza delle caratteristiche geometriche del contenitore sulla cinetica di formazione degli idroperossidi nell'olio extravergine di oliva **Ricerche e innovazioni nell'industria alimentare** V. Chiriotti Editori: Pinerolo, Italia,; 244–251 2002.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução n. 270, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal**. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de setembro de 2005, p.2134.



BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução nº 482, de 23 de setembro de 1999. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Óleos e Gorduras Vegetais. **Diário Oficial da União**, Brasília, publicada em 20 de junho de 2000, p. 3029.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento IN Nº1 de 30 de janeiro de 2012 Regulamento Técnico do Azeite de Oliva e do Óleo de Bagaço de Oliva. 30 janeiro, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 419, 26 de agosto de 2010. Regulamento técnico dos azeites de oliva e dos óleos de bagaço de oliva. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 166, p.02-05, 30 ago. 2010. Seção 1.

BRUNETON, J. Elementos de fitoquímica y de farmacognosia. Zaragoza: Acribia, 1991. p. 594.

CAP. Agricultores de Portugal. **Produção Mundial de Azeite de Oliva**. Disponível em <<http://www.cap.pt/>> Acesso: 04 maio 2016.

CASA DO AZEITE. Associação do azeite de Portugal. **Exportação**. Disponível em:<<http://www.casadoazeite.pt/Profissionais/Dadossector/Exporta%C3%A7%C3%A3o>> Acesso em: 04 maio 2016.

CECCHI, T. A.; PASSAMONTI, P. B.; CECCHI, P. Study of the quality of extra virgin olive oil stored in PET bottles with or without an oxygen scavenger **Food Chemistry**, 120: 730–735. 2010.

CHOE, E.; LEE, J.; MIN, D. B. Chemistry for Oxidative Stability of Edible Oils. In: Akoh, C.C., Lai, O.M. **Healthful Lipids**. AOCS Press, Champaign, IL, USA, p. 99–126, 2005.

CIVANTOS, L. La olivicultura en el mundo y en España. IN: BARRANCO, FERNANDÉZ-ESCOBAR Y RALLO (Ed.). **El cultivo del olivo**. 6.ed. Córdoba: Mundi-prensa, 2008. p. 19-35.

CODEX *Alimentarius* Commission. **CODEX Standards for olive oils, and olive pomace oils**, CODEX STAN 33, 1981. CODEX *Alimentarius*, Rome:FAO/WHO, rev.2, 2003.

Commission Regulation (EC) No 1989/2003 of 6 November 2003, amending Regulation (EEC) No 2568/91 on the characteristics of olive oil and olive-pomace oil and on the relevant methods of analysis.

CONSTANTE, Enrique Graciani. **Los Aceites y Grasas: Composición y Propiedades**. 1. ed. Madrid, Mundi-Prensa, 2006. 316p.

COUTINHO, E.F; RIBEIRO, F.C; CAPPELLARO, T. H; **Cultivo de Oliveira (*Olea europea L.*)**. Embrapa, 12/2009/ Pelotas – RS.

DI GIOVACCHINO, L. Recolección de las aceitunas y extracción del aceite de oliva. In: **Química y tecnología del aceite de oliva**: 1.ed. Madrid: Ed. Mundi-prensa, 1998. p. 25-66.

DI GIOVACCHINO, L.; MUCCIARELLA, N.; CONSTANTINI, N.; FERRANTE, M. L.; SURRICCHIO, G. Use of nitrogen to improve stability of virgin olive oil during storage. **Journal of the American Oil Chemists' Society**. 79, 339–344. 2002.

FAKOURELIS, N.; LEE, E. C.; MIN, D. B. Effects of chlorophyll and B carotene on the oxidation stability of olive oil **Journal of Food Science**, 52: 234-235. 1987.

FARIA, A.S.Q. **Avaliação do efeito da adição de extratos de algas (alga *Porphyra umbilicalis* e alga *Laminaria japonica*) na estabilidade de azeite aromatizado**. Escola Superior de Turismo e Tecnologia do mar. 2012.

FIRESTONE, D. Olive Oil. In: Shahidi, F. (Ed.). **Bailey's industrial oil and fat products**. 6. ed. New York: Wiley, v.2, p.303-301. 2005.

FOURATI, H.; COSENTINI, M.; KARRA, B. Classification of Olive Trees According to Fruit and Oil Characterisation. **Acta Horticulturae**. (ISHS) 586:141-145, 2002.

FREITAS, D.C.P. **Caracterização Fenólica de Azeites virgens provenientes da cultivar galega vulgar e validação do método por HPLC**. Relatório de projeto de dissertação de mestrado. Instituto Politécnico de Beja. Beja, 2013.

GLOBALAGRIMAR. **Ficha de Internacionalização: Azeite.** Disponível em: <http://213.30.17.29/GlobalAgriMar/informacao/docs/produtos/Fichas/AzeiteFI.pdf> 01/2017. Data de acesso: 15 setembro 2017

GUTIERREZ-ROSALES, F.; GARRIDO-FEMANDEZ, J.; GALLARDO-GUERRERO, L.; GANDUL-ROJAS, B.; MINGUEZ-MOSQUERA M.I. Action of Chlorophylls and the Stability of Virgin Olive Oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**. 69:866–871. 1992.

INTERNATIONAL OLIVE OIL COUNCIL – IOOC. **Dados de Mercado Newsletter 2016** Disponível em: <http://www.internationaloliveoil.org/> Acesso em: 27 setembro 2017.

INTERNATIONAL OLIVE OIL COUNCIL – IOOC. **Dados de Mercado.** Disponível em: <http://www.internationaloliveoil.org/> Acesso em: 04 maio 2016.

INTERNATIONAL OLIVE OIL COUNCIL – IOOC. **The Olive Tree.** Disponível em: <http://www.internationaloliveoil.org/web/aa-ingles/oliveWorld/olivo.html> Acesso em: 20 junho 2017.

JORGE, O, R. **Caracterização de azeites virgem extra “gourmet”varietais e “blends” comercializados no mercado do Rio Grande do Sul.** Tese de Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS, 2010.

KANAVOURAS, A.; HERNANDEZ-MÜÑOZ, P.; COUTELIERES, F.; SELKE, S. Oxidation derived flavor compounds as quality indicators for packaged olive oil. **Journal of the American Oil Chemists Society**, 81, 251–257. 2004.

KAYA, A.; TEKIN, A. R.; ONER, M. D. Oxidative stability of sunflower and olive oils: comparison between a modified active oxygen method and long term storage. **LWT-Food Science and Technology**, 26: 464–468. 1993.

KAYA, A.; TEKIN, A. R.; ONER, M. D. Oxidative stability of sunflower and olive oils: comparison between a modified active oxygen method and long term storage. **LWT-Food Science and Technology**, 26: 464–468. 1993.

KIRITSAKIS, A (1998). **Olive oil: From the tree to the table**. Second Edition Food and Nutrition Press, Inc. Trumbull, Connecticut, 006611, USA.

KYRITSAKIS, A; MARKAKIS, P. Olive Oil: A Review, **Advances in Food Research**, 31: 453-482. 1987.

MÉNDEZ, A.I.; FALQUÉ, E. Effect of storage time and container type on the quality of extra virgin olive oil. **Food Control**, 18:521-529.2007.

MINGUEZ-MOSQUERA, M. I.; REJANO-NAVARRO, L.; GANDUL-ROJAS,B.; SANCHEZ-GOMEZ, A. H.; GARRIDO-FERNANDEZ, J. Color–pigmentcorrelation in virginoliveoil. **Journalofthe American OilChemistsSociety**, 68:332–336 1991.

OLIVEIRA, G. **As importações de Azeite de Oliva começam a reagir no Brasil – crescimento de 51% no último trimestre de 2016**. Canal Rural, 06 março 2017. Disponível em <http://213.30.17.29/GlobalAgriMar/informacao/docs/produtos/Fichas/AzeiteFI.pdf> Acesso: 20 setembro 2017.

OLIVEIRA, L. M. **Requisitos de proteção de produtos em embalagens plásticas rígidas**. Centro de Tecnologia de Alimentos – ITAL. Campinas, 2006. 328p.

Paraskevopoulou, D.; Boskou, D.; Paraskevopoulou, A. (2006), ***Oxidativestabilityofoliveoil– lemonjuicesaladdressingsstabilizedwithpolysaccharides***; Food Chemistry 101: 1197–1204.

PETRAKIS, C. Olive Oil Extraction. In. Boskou, D. (Ed). **Olive Oil: Chemistry and Technology**. AOCS Press: Champaign, cap. 9, ed. 2. 2006, p 192.

PIERGIOVANNI, L.; LIMBO, S. Packaging and the Shelf Life of Vegetable Oils In: Robertson, G. L. **Food Packaging and Shelf Life: A Practical Guide**, CRC Press, Boca Raton, p. 318, 2010.

PISCOPO, A.; POIANA, M. **Packaging and Storage of Olive Oil**. 2012.

PRISTOURI, T. G.; BADEKA, A.; KONTOMINAS, M. G. Effect of packaging material headspace, oxygen and light transmission, temperature and storage time on quality characteristics of extra virgin olive oil. **Food Control**, 21 (4), pp. 412-418. 2010.

PSOMIADOU, E.; TSIMIDOU, M. On the role of squalene in olive oil stability **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 47: 4025-4032. 1999.

PSOMIADOU, E.; TSIMIDOU, M. Stability of Virgin Olive Oil. 1. Autoxidation Studies.

RABABAH, T. M.; FENG, H.; YANG, W.; ERIEFEJ, K.; AL-OMOUSH, M. Effect of type of packaging material on physicochemical and sensory properties of olive oil **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, 4 (4):66-72. 2011.

RAPOPORT, Hava F. Botánica Y Morfología. In: BARRANCO, Fernández-Escobar yRallo. **El cultivo delolivo**. Córdoba: EdicionesMundi-prensa, 2004. p. 38-62.

Regulamento (CEE) nº2568/91 e suas alterações da Comissão Europeia de 11 de Julho de 1991 **relativo às características dos azeites e dos óleos de bagaço de azeitonas, bem como aos métodos de análise relacionados**. Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L248, 5 de setembro de 1991.

REVISTA ITALIAN FOOD. **Azeite de Oliva**. Ed.02; pg. 19 e 20. Ano: 2010.

RIZZO, V.; TORRI, L.; LICCIARDELLO, F.; PIERGIOVANNI, L.; MURATORE, G.; Quality changes of extra virgin olive oil packaged in colour PET bottles stored under different lighting conditions **Packaging Technology and Science**, 2013.

SACCHI, R.; SAVARESE, M.; DEL REGNO, A.; PADUANO, A.; TERMINIELLO, R.; AMBROSINO, M. L. Shelf Life of Vegetable Oils Bottled in Different Scavenging Polyethylene terephthalate (PET) Containers, **Packaging Technology and Science**, 21: 269–277.2008.

SERVILI, M.; ESPOSTO, S.; FABIANI, R.; URBANI, S.; TATICCHI, A.; MARIUCCI, F.; SELVAGGINI, R.; MONTEDORO, G. F. Phenolic compounds in olive oil: antioxidant, health and organoleptic activities according to their chemical structure. **Inflammopharmacology**, 17:76-84, 2009.

Shahidi, F; Zhong, Y (2005), **Lipid Oxidation: Measurement Methods**, Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Sixth Edition, Six Volume.

SILVA, F, S. **Estabilidade de azeite de oliva extra virgem (*oleaEuropaea*)em diferentes sistemas de embalagem**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos. Unicamp, Campinas – SP, 2011.

SUAREZ-MARTINEZ, J., M. Preliminary operations Olive oil technology Ed J. M. Moreno Martinez p 5-21 Rome:FAO. 1975.

UCEDA, M.; JIMÉNEZ, A.; BELTRÁN, G.; GARCIA-ORTIZ, C.; AGUILERA, M.P. Elaboração de azeite de oliva de qualidade. **Informe Agropecuário**, (Belo Horizonte), v. 27, n. 231, p. 90-96, mar. /abr. 2006.

UNIÃO EUROPEIA. Regulamento (CE) nº 702/2007. **Jornal Oficial da União Européia**. 21 de julho de 2007. p. 11-27. 2007.

Zenebon, O; Pascuet, N, S; Tiglea, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Instituto Adolfo Lutz. São Paulo, 2008.