



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

**KATHARINA SOPHIA MARQUES DE  
LIMA**

**AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS ÓLEOS REFINADOS DE  
SOJA E DE GIRASSOL REUTILIZADOS APÓS FRITURAS SUCESSIVAS**

**CAMPINA GRANDE – PB  
2017**

KATHARINA SOPHIA MARQUES DE LIMA

**AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS ÓLEOS REFINADOS DE  
SOJA E DE GIRASSOL REUTILIZADOS APÓS FRITURAS SUCESSIVAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Química da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Química Industrial.

**Área de concentração:** Ciência de Alimentos.

**Orientador:** Profa. Dra. Ângela Maria Santiago

**CAMPINA GRANDE – PB  
2017**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

L732a Lima, Katharina Sophia Marques de.  
Avaliação do estado de conservação dos óleos refinados de soja e de girassol reutilizados após frituras sucessivas [manuscrito] : / Katharina Sophia Marques de Lima. - 2017.  
45 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2017.

"Orientação : Profa. Dra. Ângela Maria Santiago, Departamento de Química - CCT."

1. Ácidos graxos. 2. Oxidação. 3. Degradação. 4. Ácidos graxos.

21. ed. CDD 664.3





KATHARINA SOPHIA MARQUES DE LIMA

AValiação DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS ÓLEOS REFINADOS DE SOJA  
E DE GIRASSOL REUTILIZADOS APÓS FRITURAS SUCESSIVAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Departamento de Química da Universidade  
Estadual da Paraíba, como requisito para a  
obtenção do título de Bacharel em Química  
Industrial.

**Área de concentração:** Ciência de Alimentos.

Aprovada em: 18/10/2017

**BANCA EXAMINADORA**

Ângela Maria Santiago  
Profa. Dra. Ângela Maria Santiago (Orientadora)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Marcello Maia de Almeida  
Prof. Dr. Marcello Maia de Almeida  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Pablicia Oliveira Galdino  
Profa. Dra. Pablicia Oliveira Galdino  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

À Deus, à minha família e aos meus amigos.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me permitido trilhar esse caminho, que por muitas vezes pareceu impossível, e mais ainda, por ter me guiado. Muitas coisas ainda virão, e sei que Tu estarás comigo em todas elas.

À minha mãe, Liliane Lima, que tanto fez, e tanto abdicou, para que o nosso sonho se tornasse possível. Obrigada por tudo.

À minha irmã, Juliana Marques, e as minhas sobrinhas, Gabriela Soares, Beatriz Nery e Nalu Nery, de quem eu precisei estar distante fisicamente, mas que sempre estiveram comigo. Amo vocês.

Aos meus familiares, que sempre torceram por mim, mesmo à distância.

À minha orientadora, Dra. Ângela Maria Santiago, que acreditou no meu potencial desde o início, mesmo com todas as minhas limitações. Obrigada pela dedicação, pela orientação e pela oportunidade. Serás sempre um dos meus espelhos.

À minha melhor amiga, Renally Barbosa, pela sua amizade, suas palavras de conforto e motivação, por todo o carinho e cuidado comigo, além do apoio durante a construção deste trabalho.

Aos docentes da UEPB que estiveram presentes durante esses cinco anos de graduação, e me ajudaram a conquistar o conhecimento que levarei sempre comigo.

À minha turma de graduação 2012.1, Gislayne Sabrina, Ana Paula, Rayssa Motta, Raquel Costa, Elibe Souza, Fernanda Amorim e Joanderson Aníbal, que me acompanharam por tantas manhãs, tardes e noites, e sem os quais a graduação não teria sido a mesma. Sou grata pela oportunidade que tive de conhecê-los.

A minha amiga, Dácilla de Amorim, que foi a primeira a me incentivar a me aventurar em outra cidade. Teria me arrependido se não a tivesse ouvido.

Aos meus amigos e amigas que mesmo distantes sempre torceram por mim.

Aos professores que compuseram a banca.

Muito obrigada!

“Quem nunca errou, nunca experimentou nada novo.”

(Albert Einstein)

## RESUMO

O consumo de alimentos fritos tem aumentado consideravelmente nos últimos anos devido ao processo de fritura ser uma alternativa rápida e prática para a população que dispõe de pouco tempo. Nesse processo, o óleo interage com o ar, a água e outros componentes dos alimentos que estão sendo fritos, gerando compostos desagradáveis e não saudáveis quando utilizado por longos períodos, conferindo ao alimento diferentes características sensoriais. Portanto, o estudo teve por objetivo analisar o grau de degradação dos óleos de soja e de girassol, comercializados na cidade de Campina Grande/PB, quando submetidos a dez sucessivas frituras, na temperatura de  $180^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , em fritadeiras domésticas. O processo foi simulado no laboratório de análise físico-químicas do Núcleo de Pesquisa em Alimentos (NUPEA), da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, para avaliar os parâmetros físicos e físico-químicos: densidade relativa, índice de refração, índice de acidez e índice de saponificação. O óleo de girassol apresentou uma coloração mais escura do que o óleo de soja ao final do processo, devido a quantidade de ácidos graxos poli-insaturados ser maior.

**Palavras-Chave:** Ácidos Graxos, oxidação, degradação.

## ABSTRACT

The consumption of fried foods has increased considerably in recent years because the frying process is a fast and practical alternative for the population that has little time. In this process, the oil interacts with the air, water and other components of the food being fried, generating unpleasant and unhealthy compounds when used for long periods, giving the food different sensorial characteristics. Therefore, the objective of this study was to analyze the degree of degradation of soybean and sunflower oils, commercialized in the city of Campina Grande, Brazil, when submitted to ten successive fryings at a temperature of  $180^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  in domestic fryers. The process was simulated in the physicochemical analysis laboratory of the Food Research Center (NUPEA) of the State University of Paraíba (UEPB) to evaluate the physical and physico-chemical parameters: relative density, refractive index, acidity index and saponification index. Sunflower oil had a darker coloration than soybean oil at the end of the process, because the amount of polyunsaturated fatty acids was higher.

**Keywords:** Fatty acids, oxidation, degradation

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Distribuição da produção de oleaginosas por região brasileira.....	16
<b>Figura 2.</b> Etapas do processo de fritura.....	29
<b>Figura 3.</b> Óleo de soja padrão e submetido as cinco primeiras frituras.....	36
<b>Figura 4.</b> Óleo de soja submetido a partir da sexta até a décima fritura.....	36
<b>Figura 5.</b> Comparativo entre o óleo de soja padrão e após dez (10) frituras.....	37
<b>Figura 6.</b> Óleo de girassol padrão e submetido às cinco primeiras frituras.....	38
<b>Figura 7.</b> Óleo de girassol submetido a partir da sexta até a décima fritura.....	38
<b>Figura 8.</b> Comparativo entre o óleo de girassol padrão e após dez (10) frituras.....	39

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>	<b>1. Oleaginosas e suas respectivas porcentagens de óleos presentes.....</b>	<b>16</b>
<b>Tabela</b>	<b>2. Grupos de óleos vegetais e seus respectivos ácidos graxos.....</b>	<b>17</b>
<b>Tabela</b>	<b>3. Propriedades físico-químicas do óleo de soja.....</b>	<b>19</b>
<b>Tabela</b>	<b>4. Propriedades físico-químicas do óleo de girassol.....</b>	<b>20</b>
<b>Tabela</b>	<b>5. Óleos vegetais destinados à alimentação humana.....</b>	<b>21</b>
<b>Tabela</b>	<b>6. Parâmetros físico-químicos dos óleos de soja e girassol comercializados (padrão) na cidade de Campina Grande – PB.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabela</b>	<b>7. Parâmetros físico-químicos do óleo de soja durante o tempo de fritura.....</b>	<b>34</b>
<b>Tabela</b>	<b>8. Parâmetros físico-químicos do óleo de girassol durante o tempo fritura.....</b>	<b>35</b>

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	8
<b>ABSTRACT</b> .....	9
<b>SUMÁRIO</b> .....	12
1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. OBJETIVOS .....	14
1.1.1. Objetivo geral .....	14
1.1.2. Objetivos Específicos .....	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	15
2.1 ÓLEOS VEGETAIS.....	15
2.2.1 Quanto à composição de ácidos graxos.....	17
2.2.2 Quanto ao modo de obtenção .....	17
2.2.3 Óleo de Soja .....	18
2.2.4 Óleo de Girassol .....	19
2.3. ÓLEO ALIMENTAR.....	21
2.4. FRITURA POR IMERSÃO .....	22
2.4.1. Reações de degradação de óleos.....	23
2.4.1.1 <i>Oxidação - Autoxidação e Fotoxidação</i> .....	24
2.4.1.2 <i>Hidrólise</i> .....	24
2.4.1.3 <i>Polimerização</i> .....	24
2.4.2. Fatores envolvidos na degradação do óleo durante o processo de fritura .....	25
2.5. BATATA INGLESA ( <i>Solanum tuberosum</i> 'Doré').....	26
3 METODOLOGIA.....	28
3.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO .....	28
3.1.1 Produtos Utilizados .....	28
3.2 PROCESSO DE FRITURA .....	28
3.2.1 Caracterização físico-química dos óleos comercializados .....	29
3.2.2.1 <i>Determinação do Índice de Acidez</i> .....	29
3.2.2.2 <i>Determinação do Índice de Saponificação</i> .....	30
3.2.2.3 <i>Determinação da Densidade</i> .....	31
3.2.2.4 <i>Determinação do Índice de Refração</i> .....	32
3.2.2 <i>Análises físico-químicas dos óleos submetidos à fritura</i> .....	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
4.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS ÓLEOS DE SOJA E GIRASSOL ...	33
4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS ÓLEOS DE SOJA E GIRASSOL APÓS SUCESSIVAS FRITURAS.....	34
5. CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS .....	41

## 1. INTRODUÇÃO

Óleos e gorduras têm um papel fundamental na alimentação humana. Além de fornecerem calorias, agem como veículo das vitaminas lipossolúveis, como A, D, E e K. São fontes de ácidos graxos essenciais como o linoleico, linolênico e araquidônico, além de contribuírem para a palatabilidade dos alimentos (AZEVEDO et al., 2012). A relevância da ingestão dos óleos vegetais na dieta humana, como recursos alimentares provedores de energia, é indiscutível. Entretanto, o risco do desenvolvimento de doenças crônicas decorrentes de seu consumo inadequado, remete a um controle dos aspectos qualitativo e quantitativo dos óleos utilizados nos processos de fritura (DEL RÉ, JORGE, 2006).

A fritura tem contribuído para o aumento do consumo de óleos e gorduras vegetais, visto que é um processo culinário de grande aceitação em todas as idades e classes sociais. Outro fator é a preferência, no momento da compra, por alimentos que proporcionem facilidade de manipulação e preparo. Estes aspectos fizeram com que as indústrias de alimentos passassem a dispor de produtos específicos para o processo de fritura, como os alimentos pré-fritos congelados, que são largamente adotados pelo mercado consumidor (DEL RÉ, JORGE, 2006).

No Brasil, além das frigideiras, outros recipientes são largamente empregados em frituras descontínuas, onde se utiliza uma maior quantidade de óleo para uma pequena quantidade de produto a ser frito e, o óleo é utilizado várias vezes com uma mínima reposição. Nestas condições e um período muito prolongado de utilização pode originar elevados níveis de alteração do óleo. Com o decorrer das alterações, as qualidades funcionais, sensoriais e nutricionais dos óleos se modificam, podendo chegar a níveis em que não se consegue mais obter alimentos de qualidade. Estudos têm demonstrado que o consumo excessivo de alimentos fritos representa risco à saúde, possivelmente pela toxicidade dos produtos formados durante o processo de fritura (DAMY, JORGE, 2003). Entre os principais riscos à saúde envolvidos no consumo dessas substâncias pode-se citar a pré-disposição à arteriosclerose e a ação mutagênica ou carcinogênica (JORGE et al., 2005)

Dentre os óleos vegetais, o de soja e o de girassol com maior insaturação são os mais utilizados em frituras. (DAMY, JORGE, 2003).

A avaliação da alteração e a identificação dos compostos que são formados durante a fritura de alimentos é de grande importância e interesse, não só para pesquisadores, como também para consumidores, indústrias de alimentos e serviços de inspeção sanitária. A

compreensão das mudanças que o óleo sofre durante a fritura, assim como o conhecimento do grau de alteração dos mesmos e o estabelecimento do momento em que deve ser descartado podem levar à otimização dos processos de fritura e à melhoria da qualidade dos alimentos fritos (JORGE et al., 2005)

Diante o exposto, este trabalho visa avaliar o comportamento dos óleos vegetais, que são frequentemente utilizados no preparo de alimentos de consumo imediato, como o de soja e de girassol, utilizados em processos de frituras descontínuas de batata inglesa (*Solanum tuberosum 'Doré'*).

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo geral

- Avaliar o estado de conservação dos óleos de soja e de girassol quando submetidos a sucessivas frituras com a batata inglesa (*Solanum tuberosum 'Doré'*).

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar os óleos de soja e de girassol comercializados (padrão) quanto aos parâmetros físicos e físico-químicos: densidade relativa, índice de refração, índice de acidez e índice de saponificação.
- Caracterizar os óleos de soja e de girassol após sucessivas frituras, quanto a propriedades físicas e físico-químicas.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 ÓLEOS VEGETAIS

De acordo com o Decreto-Lei nº106/2005, do Ministério Da Agricultura, Do Desenvolvimento Rural e das Pescas - MINADERP, para se obter e tratar óleos vegetais a partir de frutos e oleaginosas são admitidas as seguintes operações:

- Extração por processos físicos através de ação mecânica ou dissolução com solventes;
- Depuração mediante operações de decantação, filtração, centrifugação e desmucilaginação;
- Fracionamento por operações de arrefecimento ou aquecimento a determinadas temperaturas e/ou por cristalização fracionada em dissolvente apropriado;
- Refinação recorrendo a operações de neutralização dos ácidos graxos livres com soluções alcalinas ou de separação desses ácidos por destilação em ambiente rarefeito, assim como de descoloração com adsorventes inócuos ou membranas e de desodorização pela passagem do vapor de água ou azoto em ambiente rarefeito;
- Modificação molecular e de estrutura glicéridica, com subsequente eliminação do catalisador utilizado, mediante hidrogenação, interesterificação ou transesterificação, sendo proibida a esterificação em que haja adição de glicerol ou de outros álcoois.

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (2005), os óleos provenientes de frutos ou sementes oleaginosas adotam a designação de óleos vegetais. São os produtos constituídos principalmente de glicérides de ácidos graxos de espécies vegetais. Podem conter pequenas quantidades de outros lipídeos como fosfolipídios, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres naturalmente presentes no óleo.

Óleos vegetais podem ser extraídos de sementes, grãos, germe e polpas de alguns frutos e a quantidade de óleo obtido vai depender do tipo de oleaginosa. A Tabela 1 detalha a relação entre as oleaginosas e as respectivas quantidades de óleos presentes nas mesmas.

**Tabela 1.** Oleaginosas e suas respectivas porcentagens de óleos presentes

Oleaginosas	Teor de Óleo (% em massa)
Milho	3,1 – 5,7
Soja	18 - 20
Algodão	18 – 20
Oliva	25 – 30
Girassol	35 – 45
Canola	40 – 45
Amendoim	45 – 50
Dendê	45 – 50
Gergelim	50 - 55

Fonte: MILANEZ, 2013.

Ainda de acordo com a ANVISA (2014), os óleos vegetais autorizados para comercialização são: algodão, amendoim, arroz, canola, milho, girassol, soja, oliva, azeite, coco, palma e gergelim.

A Figura 1 representa o Brasil com os diversos tipos de oleaginosas produzidas por região.

**Figura 1.** Distribuição da produção de oleaginosas por região brasileira

Fonte: PETROBRÁS, 2010.

## 2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS ÓLEOS VEGETAIS

### 2.2.1 Quanto à composição de ácidos graxos

Os óleos vegetais podem ser classificados de várias maneiras, uma delas é a classificação por composição de ácidos graxos. Nos óleos vegetais três ácidos graxos são dominantes: palmítico, oleico, linoleico e por vezes acompanhado de ácido esteárico e pelo ácido linolênico. Os outros, que ocorrem em óleos especiais, incluem o mirístico, láurico, erúxico, hexadecenóico, ácido  $\lambda$ -linolênico, eleosteárico e isômeros, ricinoléico e vernólico (GUNSTONE, 2005).

Na Tabela 2 são exibidos alguns óleos vegetais com seus respectivos ácidos graxos.

**Tabela 2.** Grupos de óleos vegetais e seus respectivos ácidos graxos

<b>Óleos Vegetais</b>	<b>Ácidos Graxos</b>
Azeite de dendê	Láurico
Óleo de Palma e algodão	Palmítico
Óleo de amendoim, girassol, canola, soja, algodão	Oleico/Linoleico
Azeite de oliva, girassol, canola, amendoim, soja	Alto Oleico
Óleo de linhaça, soja e canola	Linolênico
Coco	Gordura Vegetal
Óleo de calêndula	Ácido Conjugado

Fonte: GUNSTONE, 2005.

### 2.2.2 Quanto ao modo de obtenção

Segundo o Decreto-Lei nº106/2005 - MINADERP, os óleos vegetais são classificados quanto ao modo de obtenção em:

- Óleo bruto: produto obtido por extração mecânica ou por dissolução com solvente;

- Óleo virgem: produto obtido por extração mecânica, prensagem a frio ou por outras operações, físicas, excluída a dissolução com solvente, em condições, sobretudo térmicas, que não impliquem alterações do óleo e que não tenham sofrido outro tratamento;
- Óleo refinado: produto obtido pela refinação da gordura ou óleo bruto ou virgem;
- Óleo parcialmente refinado: produto obtido pela neutralização e branqueamento da gordura ou óleo bruto.

### 2.2.3 Óleo de Soja

A soja [*Glycine max (L.) Merr.*] é uma leguminosa pertencente à família Fabaceae, à sub-família das Papilionoidea e do grupo das Faseoleas (GUNSTONE, 2005).

A soja na sua composição possui: 40% de proteínas, 20% de lipídios (óleo), 5% de minerais e 34% de carboidratos (açúcares como glicose, frutose e sacarose, fibras e os oligosacarídeos como rafinose e estaquiose) (EMBRAPA, 2017).

A soja é cultivada principalmente nos Estados Unidos e Brasil. Na safra de 2016/2017 os Estados Unidos foram responsáveis por 117,208 milhões de toneladas de soja, enquanto o Brasil teve sua safra estimada em 113,923 milhões de toneladas. Por este motivo, o Brasil é o segundo maior produtor e exportador mundial de soja em grão, farelo e óleo de soja. O Complexo Soja, que reúne a cadeia produtiva de soja em grão, farelo e óleo, é um dos principais itens da Balança Comercial Brasileira (EMBRAPA SOJA, 2017).

O óleo de soja é produzido em maior quantidade do que qualquer outro óleo vegetal. Suas propriedades físico-químicas de acordo com a ANVISA (1999) estão apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3.** Propriedades físico-químicas do óleo de soja

	0,919 – 0,925 (20°C/20°C)
Densidade Relativa	0,916 – 0,922 (25°C/25°C)
Índice de Refração ( $n_D^{40}$ )	1,466 – 1,470
Índice de Saponificação	189 – 195
Índice de Iodo	120 – 143
Matéria Insaponificável, g/100g	Máximo 1,5
Acidez, g de ácido oleico/100g	
Óleo Refinado	Máximo 0,3
Óleo Semi-refinado	Máximo 0,5
Óleo Degomado	Máximo 1,0
Óleo Bruto	Máximo 2,0

Fonte: ANVISA, 1999.

As sementes de soja também são fontes de óleo de altíssima qualidade, com teor em torno de 18% no grão. O óleo se caracteriza por ser rico em ácidos graxos insaturados, aproximadamente 85% do total, sendo que o ácido palmítico compreende entre 7 e 14%, o ácido oleico entre 19 e 30%, o ácido linoleico entre 44 e 62% e o ácido linolênico entre 4 e 11%. Além de possuir vários componentes menores que podem ser recuperados durante o processo de refino (GUNSTONE, 2005).

A composição e o teor de cada ácido graxo do óleo de soja podem ser afetados pelas diferenças de variedade e pelos vários fatores geográficos e do meio ambiente, principalmente das condições climáticas (HAMMOND et al., 2005).

#### 2.2.4 Óleo de Girassol

O girassol [*Helianthus annuus*] é uma oleaginosa pertencente à família Compositae (Asteraceae) e ao gênero *Helianthus* (GROMPONE, 2005).

Conforme a EMBRAPA GIRASSOL (2017), tem-se observado uma produção crescente no Brasil, devido ao fato do girassol ser uma cultura de ampla capacidade de adaptação às diversas condições de latitude, longitude e foto período (tempo de exposição ao sol).

Em relação à produtividade, enquanto a média mundial é de cerca de 1.300 kg/há, observa-se que a produtividade somente se destaca na França, país com vasta tradição de

pesquisas com girassol, com média de 2.500 kg/ha. Essas diferenças podem ser atribuídas, principalmente, às variações que ocorrem nas condições de produção (clima, fertilidade do solo, emprego de tecnologias, ocorrência de doenças, entre outras). No Brasil, mesmo com a expansão desordenada da cultura, falta de zoneamento agroclimático e fitossanitário, além da assistência técnica pouco capacitada, a produtividade média está em torno de 1.500 kg/ha, acima da média mundial. Contudo, em condições de campo e em regiões com mais tradição de cultivo, as produtividades médias alcançam 2.000 kg/há (EMBRAPA GIRASSOL, 2017).

O girassol é principalmente cultivado no mundo como fonte de óleo comestível, sendo a terceira cultura anual com maior produção de óleo no mundo. Entre as culturas anuais, o girassol é responsável por 16% da produção mundial de óleo (EMBRAPA GIRASSOL, 2017).

Da extração das sementes, obtém-se um óleo de ótima qualidade nutricional, além de um rendimento de 48 a 52% de óleo. Apresenta aspecto límpido, cor amarela dourada claro com odor e sabor suave e característico (ABOISSA, 2017). Suas propriedades físico-químicas encontram-se na Tabela 4.

**Tabela 4.** Propriedades físico-químicas do óleo de girassol

	0,918 – 0,923 (20°C/20°C)
Densidade Relativa	0,915 – 0,920 (25°C/25°C)
Índice de Refração ( $n_D^{40}$ )	1,467 – 1,469
Índice de Saponificação	188 – 194
Índice de Iodo	110 – 143
Matéria Insaponificável, g/100g	Máximo 1,5
Acidez, g de ácido oleico/100g	
Óleo Refinado	Máximo 0,3
Óleo Semi-refinado	Máximo 0,5
Óleo Virgem	Máximo 2,0
Óleo Bruto	Máximo 2,0

Fonte: ANVISA, 1999.

O óleo de girassol destaca-se por suas excelentes características nutricionais e funcionais à dieta humana. Possui alta relação de ácidos graxos poli-insaturados/saturados (65%/11%), em média, sendo que o teor de poli-insaturados é constituído, em sua quase totalidade, pelo ácido graxo linoleico (EMBRAPA GIRASSOL, 2017).

### 2.3. ÓLEO ALIMENTAR

Segundo Decreto de Lei nº 106/2005 - MINADERP, entende-se por óleo alimentar, a mistura de dois ou mais óleos, refinados isoladamente ou em conjunto, com exceção do azeite. Um óleo alimentar deve obedecer a determinados requisitos, tais como: conveniente estado de conservação, ser isento de substâncias ou matérias estranhas à sua normal composição, assim como também de microrganismos patogénicos, ou de substâncias destes derivados em níveis suscetíveis a prejudicar a saúde do consumidor.

Na Tabela 5 encontram-se tipos de óleos vegetais que podem ser destinados à alimentação humana.

**Tabela 5.** Óleos vegetais destinados à alimentação humana

<b>Óleos</b>	<b>Sementes</b>
Óleo de algodão	Obtido da semente de diversas espécies cultivadas da <i>Gossypium</i> .
Óleo de soja	Obtido da semente de <i>Glycine max</i> L. Merrill.
Óleo de girassol	Obtido da semente de <i>Helianthus annuus</i> L.
Óleo de milho	Obtido do gérmen de <i>Zea mays</i> L.
Óleo de amendoim	Obtido da semente de <i>Arachis hipogaea</i> L.
Óleo de arroz	Obtido do farelo e gérmen da semente de <i>Oriza sativa</i> L.
Óleo de babaçu	Obtido da amêndoa do fruto de diversas espécies da palmeira <i>Orbignya</i> .
Óleo de bagaço de azeitona	Obtido do fruto de <i>Olea europaea</i> L., após obtenção do azeite.
Óleo de cártamo	Obtido da semente de <i>Carthamus tinctorius</i> L.
Óleo de gergelim	Obtido da semente de <i>Sesamum indicum</i> L.
Óleo de colza (Canola)	Obtido da semente de <i>Brassica napus</i> L. e de <i>Brassica campestris</i> L.

Fonte: Decreto-Lei nº106/2005 - MINADERP.

Os óleos alimentares representam uma das principais fontes de energia utilizadas pelo homem na preparação de sua alimentação diária. No alimento preparado os óleos comestíveis podem ser adicionados como ingrediente ou usado no processo de fritura, onde podem desenvolver características de odor, sabor, cor e textura que tornam os alimentos mais atraentes para o consumo. Os critérios de seleção de um óleo alimentar estão relacionados com a sua aplicação: aroma e textura do produto onde o óleo vai ser utilizado, gosto residual

que deixa após a sua ingestão, estabilidade aromática, necessidades nutricionais específicas, disponibilidade no mercado, custo (MIRANDA, 2015).

#### 2.4. FRITURA POR IMERSÃO

No processo de fritura, o alimento é submerso em óleo quente, que age como meio de transferência de calor, fornecendo ao produto características agradáveis como cor, sabor, textura e palatabilidade (PEREIRA, 2007).

É importante compreender as mudanças que o óleo sofre durante a fritura, assim como conhecer o grau de alteração dos mesmos e o estabelecimento do momento em que deve ser descartado levando à otimização dos processos de fritura e à melhoria da qualidade dos alimentos fritos (JORGE et al, 2005; DEL RÉ, JORGE, 2007).

Existem dois tipos de fritura de imersão: a contínua e a descontínua. Na contínua, o alimento é frito em uma só etapa em que o óleo é continuamente aquecido, sendo normalmente utilizada pelo mercado industrial de *snacks* extrusados, massas fritas e massas fritas e fritura de batatas. Na fritura descontínua, o óleo é aquecido repetidas vezes, ou seja, é aquecido para uma refeição, resfriado e reaquecido posteriormente para o preparo da refeição seguinte. Acontece principalmente no processo caseiro e no mercado institucional, por exemplo, redes de *fast food*, restaurantes e lanchonetes. Nesse processo, ocorre a reação de hidrólise com a formação de ácidos graxos livres, que alteram as características sensoriais do produto e diminuem o ponto de fumaça do óleo/gordura de fritura. Entretanto no processo de fritura descontínua, ocorrem reações de oxidação, hidrólise e polimerização, produzindo moléculas complexas e compostos voláteis. Nesse estágio, há o aumento do ponto de fumaça. Além disso, ocorrem outras mudanças físicas, como formação de espuma, aumento da viscosidade e escurecimento. A formação de espuma e o aumento da viscosidade estão relacionados com a presença de compostos resultantes da oxidação do óleo ou da gordura, e o escurecimento é atribuído à presença de compostos não polares provenientes dos alimentos que são solubilizados no meio de fritura (FREIRE, MANCINI, FERREIRA, 2013).

Algumas pesquisas evidenciam, que as frituras descontínuas apresentam maior prejuízo à qualidade do óleo de fritura (MENDONÇA et al., 2008), enquanto na fritura contínua, o vapor resultante do processo retarda a oxidação ao recobrir a superfície do óleo, impedindo o contato com o oxigênio atmosférico (CORSINI, JORGE, 2006).

As mudanças químicas, que ocorrem podem ser resumidas em dois tipos de reações: hidrólise e autoxidação (GREGÓRIO, ANDRADE, 2004). As reações hidrolíticas são catalisadas pela ação do calor e umidade, com a formação de ácidos graxos livres. A autoxidação lipídica está associada à reação do oxigênio com ácidos graxos insaturados (RAMALHO, JORGE, 2006).

À medida que se aumenta o uso do óleo na fritura, as reações de oxidação se intensificam e há produção de moléculas complexas e compostos voláteis que liberam aroma desagradável. Nesse ponto, a fritura produz muita fumaça e, conseqüentemente, o alimento tem sua vida de prateleira diminuída, apresentando aroma, sabor e aparência desagradáveis, podendo apresentar excesso de óleo absorvido e o centro do alimento não completamente cozido (FREIRE, MANCINI, FERREIRA, 2013).

Do ponto de vista prático, independentemente do tipo de fritura, o equilíbrio do calor em uma fritadeira é necessário para permitir a preparação do alimento frito sem que este fique encharcado. O equilíbrio de calor refere-se à relação entre o calor introduzido e o calor necessário. A adição do alimento na fritadeira reduz a temperatura do óleo e o sistema de aquecimento deverá estar apto a recuperar a temperatura mais rapidamente em relação à temperatura que perdeu. As temperaturas empregadas no processo de fritura são geralmente em torno de 162 a 196°C. As principais considerações para a temperatura de fritura são: tempo excessivo para fritar em temperatura baixa e degradação do óleo em temperaturas de fritura muito altas (SANIBAL, MANCINI, 2017).

#### **2.4.1. Reações de degradação de óleos**

Durante o aquecimento dos óleos vegetais no processo de fritura, uma complexa série de reações produz numerosos compostos de degradação. Com o decorrer das reações, as qualidades funcionais, sensoriais e nutricionais se modificam (FARIA et al., 2002).

Estas reações contribuem para a diminuição da qualidade e modificação da estrutura físico-química dos óleos, reduzindo o seu tempo de vida útil (ARAÚJO, 2004).

Quando o alimento é submerso no óleo quente em presença de ar, o óleo é exposto a três agentes que causam mudanças em sua estrutura: água proveniente do próprio alimento, que leva a alterações hidrolíticas; oxigênio que entra em contato com o óleo e a partir de sua superfície leva a alterações oxidativas e finalmente, a temperatura em que o processo ocorre, resultando em alterações térmicas, como isomerização e reações de cisão, formando diversos

produtos de degradação (MORETTO e FETT, 1998). A oxidação é a principal causa de deterioração, ela provoca alterações do sabor, textura, aroma e da cor nos alimentos, ocasionando perda do valor nutricional e gerando toxidez (FENNEMA, 2010). E podem ser: autooxidação e fotoxidação.

#### *2.4.1.1 Oxidação - Autooxidação e Fotoxidação*

A autooxidação é o principal mecanismo de oxidação de óleos submetidos ao aquecimento, constituindo a degradação oxidativa dos ácidos graxos através de um processo auto catalítico mediado por radicais livres. Ocorre quando as duplas ligações dos ácidos graxos insaturados reagem com o oxigênio atmosférico. É uma reação espontânea favorecida pelas altas temperaturas, incidência de luz, presença de metais e pró-oxidantes e grande concentração de ligações duplas. A fotoxidação é a reação direta da luz ativada e do oxigênio com ácidos graxos insaturados formando hidro peróxidos e ocorre devido à presença de moléculas fotossensíveis, que pode absorver energia luminosa (RAMALHO e JORGE, 2006).

#### *2.4.1.2 Hidrólise*

A hidrólise pode ocorrer a partir de um processo bioquímico ou químico, hidrólise enzimática e hidrólise não enzimática, respetivamente. A hidrólise enzimática de óleos envolve reações catalisadas por lipases que atuam sobre os triacilgliceróis, por outro lado a hidrólise não enzimática é uma reação catalisada pela ação do calor na presença de água. Ocorre lentamente à temperatura ambiente, mas é acelerada a altas temperaturas, sob pressão ou durante o aquecimento prolongado dos óleos. Como consequência da hidrólise ocorre a diminuição do ponto de fumaça dos óleos, o aumento da acidez devido ao aumento de ácidos graxos livres, diminuição de ácidos graxos essenciais, com perdas nutricionais e o aparecimento de aromas e sabores indesejáveis (JORGE, 2004).

#### *2.4.1.3 Polimerização*

Os polímeros são todos os compostos resultantes da degradação do óleo, que apresentam um peso molecular maior que os triacilgliceróis. Correspondem aos compostos não voláteis, que são formados através da combinação de radicais livres presentes no meio de

aquecimento ou aos ácidos graxos formados mediante ligações carbono-carbono e/ou carbono-oxigênio-carbono. Por serem de maior peso molecular tendem a aumentar a densidade e viscosidade do óleo, favorecendo a formação de espumas. Além disso, aumentam o índice de refração dos óleos (MIRANDA, 2015).

#### **2.4.2. Fatores envolvidos na degradação do óleo durante o processo de fritura**

De acordo com Marques, Valente, Rosa (2009), os principais fatores envolvidos na degradação dos óleos durante o processo de fritura são:

- Temperatura e tempo de fritura;
- Relação superfície/ volume do óleo;
- Tipo de aquecimento;
- Tipo de óleo;
- Adição de óleo novo;
- Natureza e quantidade do alimento frito;
- Presença de contaminantes metálicos;
- Equipamento utilizado no processo de fritura;
- Presença de antioxidantes nos óleos.

A temperatura de fritura tem sido vista como um dos principais aspectos da qualidade do alimento e do óleo de fritura. Durante os processos que utilizam aquecimento, quando a temperatura do óleo e da gordura fica acima de 180°C, ocorre a emissão de fumaça e o início dos processos oxidativos (MARQUES, VALENTE, ROSA, 2009).

O tempo de fritura é diretamente relacionado à degradação do óleo. Assim, o binômio tempo-temperatura de aquecimento são fatores preponderantes no processo de fritura, já que influenciam consideravelmente o nível de alteração do óleo. Além disso, são variáveis dependentes entre si, pois o tempo de fritura necessário para o desenvolvimento da cor e da textura adequadas no alimento depende da temperatura utilizada. A duração do processo de fritura depende, da temperatura do óleo, do alimento, da quantidade do alimento, seu tamanho, forma e conteúdo inicial do óleo (ALMEIDA et al., 2006).

A relação Superfície/Volume (S/V) tem sido empregada como fator de alteração do óleo, já que a taxa de oxidação depende da área superficial do óleo exposto ao contato com o oxigênio do ar. Assim, a decomposição de óleos e gorduras pode ser diminuída se o processo

de fritura for realizado com pequena quantidade de óleo ou de gordura, em recipientes altos e estreitos, diminuindo-se, portanto, o contato desse óleo ou gordura com o oxigênio (MARQUES, VALENTE, ROSA, 2009).

O óleo é um dos componentes críticos de um sistema de aquecimento, pois a sua degradação depende da quantidade de ácidos graxos insaturados na sua composição. Óleos que possuem uma grande quantidade de ácidos graxos polinsaturados estão mais sujeitos à oxidação do que óleos que apresentam maior quantidade de ácidos graxos saturados. As condições a que o óleo é submetido durante o processamento e armazenamento também interferem ativamente na sua deterioração (JORGE et al. 2005).

A incorporação frequente de óleo novo (15% a 25%) ao óleo de fritura diminui a formação de diglicerídios e ácidos graxos livres e pode aumentar o tempo de sua utilização (ARAÚJO, 2008).

A presença de ácidos graxos livres pode incorporar metais catalíticos presentes no equipamento e recipientes de estocagem, provocando o aumento da taxa de oxidação. É importante verificar o estado de conservação dos equipamentos (riscados, amassados), que podem liberar metais para o óleo ou para a gordura de fritura, bem como a não utilização de utensílios, que possam favorecer a liberação de metais. O melhor material para se evitar a oxidação por metais catalíticos é o cobre (SANIBAL, MANCINI, 2017).

A natureza do alimento frito afeta a composição do óleo utilizado no processo. A fritura é bastante apropriada para alimentos de origem vegetal ricos em amido, pois quando imersos no óleo aquecido, tendem a formar uma crosta impermeável, que retém em seu interior vapor de água, evitando a absorção de lipídios e alimentos de origem animal podem desprender partículas da sua superfície para o óleo e serem queimadas, intensificando o seu escurecimento e conferindo sabores e aromas desagradáveis, além de acelerar a degradação do óleo (DEL RÉ et al., 2006).

Por fim, a presença de antioxidantes nos óleos atua bloqueando a formação de radicais livres, mesmo em pequenas quantidades (RAMALHO, JORGE, 2006).

## 2.5. BATATA INGLESA (*Solanum tuberosum* 'Doré')

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é a terceira cultura alimentar mais importante do planeta. Estima-se que mais de um bilhão de pessoas consomem batata diariamente no mundo. Sua produção mundial anual supera 330 milhões de toneladas em uma área de 18

milhões de hectares. No Brasil, a batata é a hortaliça mais importante, com uma produção anual de aproximadamente 3,5 milhões de toneladas em uma área de cerca de 130 mil hectares (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2017).

A batata é uma dicotiledônea da família *Solanaceae* pertencente ao gênero *Solanum*, que contém mais de 2000 espécies, sendo que 160 aproximadamente produzem tubérculos. Entretanto, apenas cerca de 20 espécies de batata são cultivadas. Existem muitas espécies que são silvestres e de grande importância nos programas de melhoramento (EMBRAPA BATATA INGLESA, 2017).

A batata é um alimento basicamente energético, porém é também rico em proteínas e importante fonte de sais minerais. O tubérculo é composto de 80% de água, 16% de carboidratos, principalmente amido que, em suas diferentes formas, são absorvidos pelo organismo como glicose, 1 a 2% de fibra, concentrada na casca, 0,1 a 0,7% de açúcares simples, como glicose, frutose, sacarose e 2% de proteínas (EMBRAPA BATATA INGLESA, 2017).

Os requisitos para aceitação da batata para processamento na forma de palitos pré-fritos dependem, em grande parte, da cor e textura do produto final. O teor de matéria seca deve ser alto, para que o produto apresente boa textura e alto rendimento industrial. Com relação a cor da fritura, o fator mais importante é o teor de açúcares redutores que, quando alto (acima de 2%), resulta em produtos escurecidos, que são rejeitados pelo consumidor (EMBRAPA BATATA INGLESA, 2017).

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO**

O presente trabalho foi desenvolvido no laboratório de Química Analítica Aplicada do Centro de Ciências e Tecnologia, Campus I, da Universidade Estadual da Paraíba, na cidade de Campina Grande – PB.

##### **3.1.1 Produtos Utilizados**

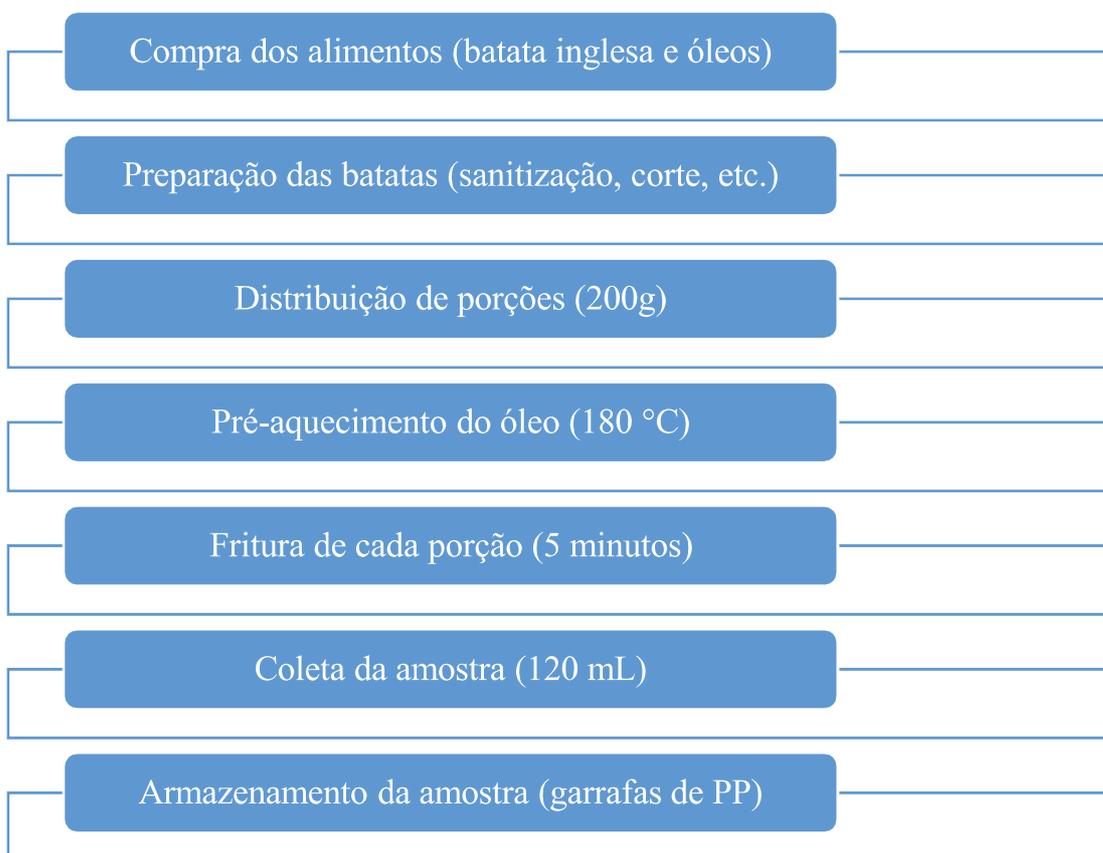
Os alimentos utilizados nesta pesquisa foram: óleo de soja e óleo de girassol refinados (marca Liza) comercializados em supermercados da cidade de Campina Grande – PB, e batata inglesa adquirida no Mercado Central da supracitada cidade.

#### **3.2 PROCESSO DE FRITURA**

Para o processo de fritura descontínuo doméstico, apresentado na Figura 2, foram utilizados os óleos vegetais refinados de soja e de girassol, adquiridos em supermercado local. As frituras foram realizadas em recipiente de alumínio contendo 1,8L de cada óleo separadamente. A temperatura empregada foi aproximadamente de  $180^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , medida com termômetro. As batatas inglesas utilizadas no processo de fritura foram descascadas manualmente e cortadas em palitos, cerca de 0,3 cm de espessura. Em seguida, foram submersas em água com sal até o momento da fritura, escorridas, drenadas e pesadas. Após a pesagem, as batatas foram distribuídas em 10 (dez) porções de 200g e cada porção foi submetida à fritura sucessivamente (dez vezes) por aproximadamente 5 minutos, em intervalos de 25 minutos para resfriar, correspondendo a um tempo total de processo de 5 horas. Por fim, após as frituras, foram retiradas 10 (dez) amostras de 120 mL de cada óleo e colocadas em garrafas de polipropileno de alta densidade e armazenadas à temperatura de aproximadamente  $6^{\circ}\text{C}$  até o momento das análises, onde foram retiradas a fim de alcançar a temperatura ambiente.

Antes do início do processo de fritura, os óleos de soja e de girassol foram submetidos ao aquecimento prévio de 10 minutos, a fim de alcançar a temperatura necessária (aproximadamente  $180^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ).

**Figura 2.** Etapas do processo de fritura



### 3.2.1 Caracterização física e físico-química dos óleos comercializados (padrão)

As análises físico-químicas realizadas nos óleos de soja e de girassol foram: índice de acidez, índice de saponificação, densidade relativa e índice de refração. Todas as análises foram feitas em duplicata.

#### 3.2.2.1 Determinação do Índice de Acidez

A acidez foi determinada seguindo metodologia descrita nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Colocou-se 10,0mL de cada óleo refinado de soja e girassol em Erlenmeyer de 250 mL previamente tarado. Em seguida, adicionou-se 25 mL da mistura

álcool + éter (1+2) em agitação até a completa dissolução da amostra. Após a dissolução da amostra adicionou-se 6 a 8 gotas de fenolftaleína a 0.40% e titulou-se com KOH N/10 até o aparecimento de uma coloração rósea persistente. Anotou-se o volume gasto e calculou-se o índice de acidez, expressando o resultado em mg KOH/g de óleo e em g de Ácido Oleico/100 g de óleo, de acordo com as equações (1) e (2):

$$\text{Índice de Acidez (mgKOH/g óleo)} = \frac{N_{AP} \cdot V \cdot F \cdot \text{meq-mg (KOH)}}{\text{Amostra}} \quad (1)$$

Onde:

$N_{AP}$  – Normalidade aparente da solução titulante (meq/mL);

V – Volume gasto na titulação (mL);

F – Fator de correção da solução titulante (KOH);

meq-mg (KOH) – Equivalente grama do KOH ;

Amostra – Peso da amostra (g).

$$\text{Índice de Acidez (\% Ác. Oleico)} = \frac{N_{AP} \cdot V \cdot F \cdot \text{meq-mg (Ác.Oléico)}}{\text{Amostra}} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

$N_{AP}$  – Normalidade aparente da solução titulante (meq/mL);

V – Volume gasto na titulação (mL);

F – Fator de correção da solução titulante (KOH);

meq-mg (Ác. Oleico) – Equivalente grama do Ácido Oleico;

Amostra – Peso da amostra (g).

### 3.2.2.2 Determinação do Índice de Saponificação

A determinação do número de miligramas de hidróxido de potássio necessários para saponificar completamente um grama de óleo, foi realizada segundo o IAL (2008).

Em um balão de fundo chato de 250 mL previamente tarado, colocou-se 1 mL da amostra (+/- 1,0 g) e pesou-se novamente. Em seguida foram adicionados 25 mL da solução

alcoólica de KOH, agitando para a completa dissolução da amostra. Adaptou-se o condensador de refluxo e aqueceu em banho-maria durante um período de 30 minutos. Retirou-se do banho-maria e após resfriamento adicionou-se 6 a 8 gotas de fenolftaleína 0.40%. Em seguida foi titulado com HCl N/2 até o descoramento da fenolftaleína. Anotou-se o volume gasto e calculou-se o índice de saponificação, expressando o resultado em mg de KOH/ g de óleo, usando a equação (3):

$$\text{Índice de Sap. (mgKOH/g óleo)} = \frac{(V_{BRANCO} - V_{TITULAÇÃO}) \cdot N_{AP} \cdot F \cdot \text{meq-mg (KOH)}}{\text{Amostra}} \quad (3)$$

Onde:

$V_{BRANCO}$  – Volume do branco (mL);

$V_{TITULAÇÃO}$  – Volume gasto da solução titulante (mL);

$N_{AP}$  – Normalidade aparente da solução titulante (HCl);

F – Fator de correção da solução titulante;

meq-mg (KOH) – Equivalente grama do KOH ;

Amostra – Peso da amostra (g).

### 3.2.2.3 Determinação da Densidade

A determinação da densidade relativa da amostra de óleo foi feita utilizando o método do picnômetro, conforme o IAL (2008). Foi tarado o picnômetro, cheio cuidadosamente com água destilada e pesado. Em seguida, o picnômetro foi esvaziado, secado e posteriormente foi cheio com a amostra e pesou-se novamente. Por fim, calculou-se a densidade relativa da amostra, utilizando a equação (4). As temperaturas das amostras e da água destilada foram medidas.

$$\text{Densidade Relativa} = \frac{[\text{Picnômetro+amostra}]-[\text{Tara do Picnômetro}]}{[\text{Picnômetro+água}]-[\text{Tara do Picnômetro}]} \quad (4)$$

Onde:

Tara do Picnômetro – Massa do Picnômetro vazio (g);

Picnômetro + amostra – Massa do picnômetro + amostra de óleo (g);

Picnômetro + água – Massa do picnômetro + amostra de água (g).

#### *3.2.2.4 Determinação do Índice de Refração*

A determinação do índice de refração da amostra de óleo vegetal avalia o grau de insaturação dos ácidos graxos. Foi determinada seguindo a metodologia descrita no IAL (2008) utilizando um Refratômetro de Abbé. Foram abertos os prismas e limpou-se cuidadosamente a superfície, usando um lenço de papel umedecido em água destilada ou éter etílico. Em seguida, com o auxílio de uma pipeta, colocou-se algumas gotas de água sobre o prisma inferior, tendo o cuidado de não tocar o prisma com a ponta da pipeta. Evitou-se deixar bolhas de ar no líquido, pois elas reduzem o contraste da linha limite. Após, aguardou-se alguns minutos para que o líquido entrasse em equilíbrio térmico com os prismas, leu-se a temperatura no termômetro do refratômetro. Procurou-se lentamente na ocular a linha de separação entre a região iluminada e a escura, usando para isto o botão de variação de ângulo. Caso na linha limite existisse franjas coloridas, procurou-se elimina-las através do uso do botão de compensação. Com a linha de separação bem nítida, posicionou-se a divisão entre as duas regiões, exatamente no centro do retículo. Por fim, abriu-se o espelho lateral para que fosse iluminada a escala numérica e realizou-se à leitura do índice de refração da água destilada. Em seguida, abriram-se novamente os prismas e limpou-se cuidadosamente com um lenço de papel umedecido em éter etílico. Todas as etapas foram novamente feitas para medir o índice de refração das amostras dos óleos. Em seguida anotou-se o valor da leitura.

#### **3.2.2 Caracterização física e físico-química dos óleos submetidos à fritura**

As análises físico-químicas realizadas nas amostras retiradas após cada intervalo de 30 minutos foram: índice de acidez, índice de saponificação, densidade relativa e índice de refração. As metodologias estão descritas nas seções 3.1.2.1 a 3.1.2.4.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS ÓLEOS DE SOJA E GIRASSOL

A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos das análises físico-químicas dos óleos de soja e de girassol.

**Tabela 6.** Parâmetros físico-químicos dos óleos de soja e girassol comercializados (padrão)

Óleos	Parâmetros físico-químicos				
	Índice de Acidez		Índice de Saponificação (mgKOH/g óleo)	Densidade Relativa	Índice de Refração
	mgKOH/g óleo	%Ácido Oleico			
Óleo de soja	0,2214	0,1115	194,90	0,9213	1,4725
Óleo de girassol	0,2504	0,1261	189,79	0,9222	1,4710

Os valores de índice de acidez (g de ácido oleico/100 g de óleo) encontrados neste trabalho para o óleo de soja, 0,11%, e para o óleo de girassol, 0,13%, corroboram com os valores encontrados por Jorge et al. (2005), que foi de 0,09% para o óleo de soja e 0,13% para o óleo de girassol.

Tofanini (2004), encontrou valores de índice de saponificação (mgKOH/g óleo) próximos aos obtidos na presente pesquisa: 187,09 para o óleo de soja, e 185,80 para o óleo de girassol. Segundo o mesmo autor, esses resultados demonstram a elevada proporção de ácidos graxos de baixo peso molecular nas amostras analisadas, ainda indicando a semelhança entre os óleos analisados em relação à composição de ácidos graxos.

Morais et. al. (2012) encontraram valores de densidade relativa de 0,925 para o óleo de soja e 0,919 para o óleo de girassol. Os resultados obtidos para os óleos de soja e de girassol foram, 0,9213 e 0,9222, respectivamente, corroborando com os encontrados por estes autores.

Com relação ao índice de refração, os resultados encontrados estão um pouco acima dos valores obtidos por Jorge et al. (2005), que foi de 1,4671 para o óleo de soja e 1,4679 para o óleo de girassol.

Os valores encontrados nesta pesquisa de índice de acidez, índice de saponificação, densidade relativa e índice de refração, para os óleos analisados, de soja e de girassol, estão dentro dos padrões recomendados pela ANVISA (1999).

## 4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS ÓLEOS DE SOJA E GIRASSOL APÓS SUCESSIVAS FRITURAS

A Tabela 7 exibe os resultados obtidos das análises físicas e físico-químicas do óleo de soja após sucessivas frituras.

**Tabela 7.** Parâmetros físico-químicos do óleo de soja durante o tempo de fritura

Óleo de Soja	Parâmetros físico-químicos				
	Índice de Acidez		Índice de Saponificação (mgKOH/g óleo)	Densidade Relativa	Índice de Refração
	mgKOH/g óleo	%Ácido Oleico			
Produto 1	0,2277	0,1146	196,67	0,9045	1,4727
Produto 2	0,2545	0,1282	201,08	0,9280	1,4729
Produto 3	0,1926	0,0970	215,77	0,9259	1,4729
Produto 4	0,2087	0,1051	171,93	0,9199	1,4733
Produto 5	0,1955	0,0984	192,27	0,9230	1,4734
Produto 6	0,2007	0,1011	210,36	0,9265	1,4736
Produto 7	0,2646	0,1332	235,50	0,9242	1,4737
Produto 8	0,3014	0,1518	235,11	0,9242	1,4740
Produto 9	0,2806	0,1413	200,31	0,9253	1,4743
Produto 10	0,3623	0,1824	203,53	0,9254	1,4744

O valor de índice de acidez (g de ácido oleico/100 g de óleo) para o óleo de soja após a última fritura (décima), 0,18%, está bem próximo ao valor encontrado por Vergara et al. (2006), que foi de 0,16% quando trabalharam com frituras desse mesmo óleo.

Na presente pesquisa, o valor do índice de saponificação encontrado foi de 203,53 (mgKOH/g), e o de densidade, 0,9254. Moecke et. al., (2012) encontraram valores de índice de saponificação abaixo, 186,02, e densidade relativa do óleo de soja, após frituras, acima, 0,9309, respectivamente. Esta diferença provavelmente poderá estar associada à escolha dos métodos de análises distintos, temperatura da fritura utilizada, por exemplo.

Para o índice de refração, o valor encontrado nesta pesquisa foi de 1,4744. Rios, Pereira, Abreu (2013) obtiveram um valor de 1,46653. A diferença observada possivelmente pode-se atribuir a quantidade de horas em que o óleo foi submetido às frituras.

Na Tabela 8 encontram-se os valores obtidos das análises físicas e físico-químicas do óleo de girassol.

**Tabela 8.** Parâmetros físico-químicos do óleo de girassol durante o tempo de fritura

Óleo de Girassol	Parâmetros físico-químicos				
	Índice de Acidez		Índice de Saponificação (mgKOH/g óleo)	Densidade Relativa	Índice de Refração
	mgKOH/g óleo	%Ácido Oleico			
Produto 1	0,2499	0,1259	102,09	0,9231	1,4710
Produto 2	0,2537	0,1277	145,11	0,9218	1,4711
Produto 3	0,2867	0,1444	165,28	0,9251	1,4712
Produto 4	0,2519	0,1268	159,29	0,9247	1,475
Produto 5	0,2863	0,1442	152,28	0,9261	1,4717
Produto 6	0,3104	0,1563	229,64	0,9105	1,4718
Produto 7	0,3250	0,1637	204,90	0,9227	1,4722
Produto 8	0,3148	0,1585	205,24	0,9256	1,4724
Produto 9	0,3506	0,1765	202,68	0,9232	1,4725
Produto 10	0,3474	0,1749	203,62	0,9237	1,4728

Rios, Pereira, Abreu (2013), com relação ao óleo de girassol submetido a frituras, encontraram valor de 0,17% para o índice de acidez, corroborando com o exposto nesta pesquisa após a última fritura (décima).

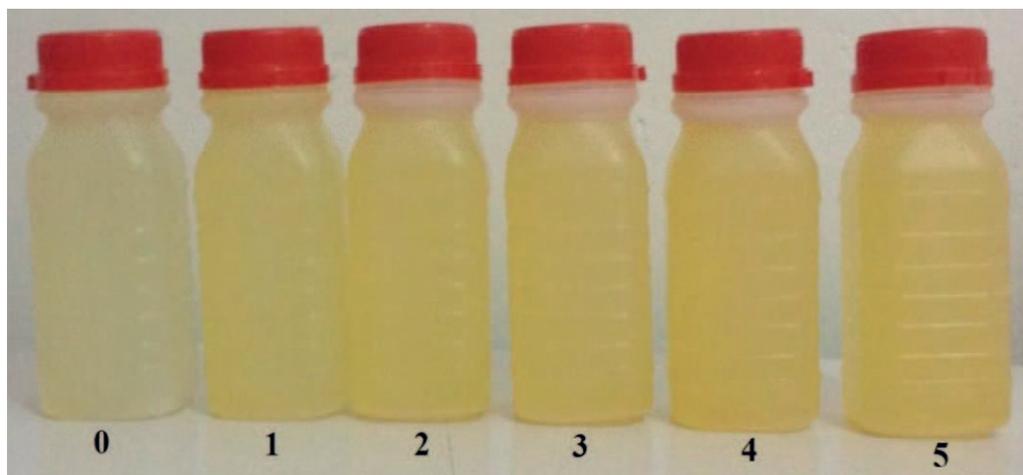
Na presente pesquisa o valor de índice de refração encontrado após 5,0 horas de frituras sucessivas foi de 1,4728. Jorge et al. (2005) apresentam, para o óleo de girassol após 5,5 horas de frituras sucessivas, valor de índice de refração de 1,4679, enquanto que na presente pesquisa o valor encontrado após 5,0 horas de frituras sucessivas foi de 1,4728. Esta diferença pode estar relacionada com a temperatura no momento da análise, que foi de 40°C no primeiro caso e 20°C no segundo.

Quanto aos óleos utilizados, verificou-se, ao longo do processo das frituras, que o óleo de girassol apresentou maiores alterações em relação ao óleo de soja, o que pode estar relacionado com a diferença no grau de insaturação de ambos.

As Figuras 3, 4 e 5 representam o comparativo entre o óleo de soja padrão e após sucessivas frituras (dez). Na Figura 3 o óleo de soja foi submetido às primeiras cinco frituras, correspondendo a um tempo de 150 minutos na temperatura aproximadamente de 180°C e na Figura 4 a partir da sexta fritura até a décima com mais 150 minutos de frituras na mesma

temperatura perfazendo no total um tempo de 300 minutos de frituras sucessivas. A Figura 5 mostra a diferença de cores entre o óleo de soja padrão e o óleo após dez sucessivas frituras.

**Figura 3.** Óleo de soja submetido as cinco primeiras frituras



**Figura 4.** Óleo de soja submetido a partir da sexta até a décima fritura



**Figura 5.** Comparativo entre o óleo de soja padrão e após dez (10) frituras



Conforme mostra a Figura 5 ocorreu uma mudança na cor do óleo de soja após a décima fritura, possivelmente foi devido às reações químicas, em especial, a de oxidação.

As Figuras 6, 7 e 8 representam o comparativo entre o óleo de girassol padrão e após dez sucessivas frituras. Na Figura 6 o óleo de girassol foi submetido às primeiras cinco frituras, correspondendo a um tempo de 150 minutos na temperatura aproximadamente de 180°C e na Figura 7 a partir da sexta fritura até a décima com mais 150 minutos de frituras na mesma temperatura perfazendo no total um tempo de 300 minutos de frituras sucessivas. A Figura 8 mostra a diferença de cores entre o óleo de girassol padrão e o óleo após dez sucessivas frituras.

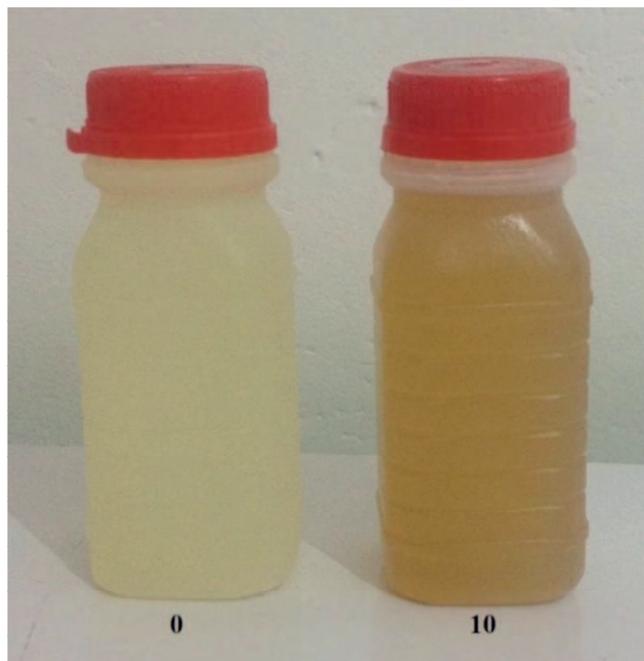
**Figura 6.** Óleo de girassol padrão submetido as cinco primeiras frituras



**Figura 7.** Óleo de girassol submetido a partir da sexta até a décima fritura



**Figura 8.** Comparativo entre o óleo de girassol padrão e após dez (10) frituras



Conforme mostra a Figura 8 ocorreu uma mudança na cor do óleo de girassol a qual foi mais acentuada que a do óleo de soja, Figura 5. Este fato pode-se atribuir possivelmente a quantidade dos ácidos graxos insaturados presentes no óleo de girassol que é maior do que no óleo de soja, conseqüentemente mais rápido ocorre a reação de oxidação.

Segundo Bertanha et. al. (2009), a variação da cor está diretamente relacionada ao estado de oxidação do óleo ou gordura, determinada pelo teor de compostos polares totais, o que permite ter uma impressão rápida do nível de alteração do produto. Entretanto, é considerado por alguns autores como uma prova de campo limitada e subjetiva. Limitada porque testes colorimétricos sofrem interferência da cor, principalmente quando produtos pigmentados são fritos no óleo ou na gordura, ocorrendo a solubilização de pigmentos dos alimentos para o óleo durante o processo de fritura e subjetiva porque a avaliação da cor padrão de alteração pode mudar entre um observador e outro.

## 5. CONCLUSÃO

Os parâmetros analisados índice de acidez, índice de saponificação, densidade relativa e índice de refração dos óleos de soja e de girassol comercializados (padrão), estão dentro dos padrões recomendados pela ANVISA;

Os óleos utilizados na fritura de batata inglesa sofreram alterações no atributo cor ao longo do processo de fritura descontínua;

O óleo de girassol apresentou uma coloração mais escura do que o óleo de soja, devido à quantidade de ácidos graxos poli-insaturados presentes ser maior, favorecendo a reação de oxidação.

## REFERÊNCIAS

- ABOISSA. Disponível: <<http://www.aboissa.com.br/girassol/compq.html>>. Acesso em 13 ago. de 2017.
- ALMEIDA, D.T. et al. Revisão de literatura: aspectos gerais do processo de fritura de imersão. **Hig Alimentar**, v. 20, n. 138, p. 42-77, 2006.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RESOLUÇÃO - RDC Nº 482, de 23 de setembro de 1999.
- ANVISA. Resolução RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005. Disponível em: <<http://www.oliva.org.br/wp-content/uploads/2016/11/resolucao-rdc-n270-22-09-2005.pdf>>. Acessado em: 13 de ago. de 2017.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. Viçosa: Editora UFV, 2004.
- ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 4ª ed. Viçosa: Editora UFV; 2008.
- ARAÚJO, K.L.G.V. **Avaliação físico química do óleo de peixe**. 2007. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.
- AZEREDO, W. A. **Otimização da produção de biodiesel metílico a partir de óleos de fritura residuais (OFR)**. 2014. 98 p. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.
- AZEVEDO, A. R. et al. Avaliação físico-química de óleos com diferentes graus de insaturação submetidos à fritura de mandioca palito. In: Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação, 7., Palmas. **Anais...** Palmas: CONNEPI, 2012.
- BERTANHA B.J., et. al. Avaliação da qualidade de óleos e gorduras de fritura por meio de testes rápidos. **Hig Alimentar**. 2009; 23(172-173):177-82.
- BORELLA, I. A. et al. Processo de fritura de peixe em geometrias diferentes: encolhimento e estabilidade de óleo de fritura. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.16, n.2, p.137-145, 2014.
- CAMILO, V.M.A. et al. Avaliação da qualidade de óleos e gorduras de fritura em bares, restaurantes e lanchonetes. **Rev Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, v. 69, n.1, p. 91-98, 2010.
- CELLA, R.C. F, REGITANO-D'ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F. Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 22, n. 2, p. 111-116, 2002.
- CHIARA, V. L. et al. Ácidos graxos *trans*: doenças cardiovasculares e saúde materno - infantil. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 341-349, set./dez., 2002.

CORSINI, M. S.; JORGE, Neuza. Estabilidade oxidativa de óleos vegetais utilizados em frituras de mandioca palito congelada. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 26, n.1, p. 27-32, jan./mar., 2006.

CURVELO, F.M. **Uma imersão no tabuleiro da baiana: o estudo do óleo de palma (*Elaeis guineenses*)**. 2010. 103 p. Dissertação (Mestrado em Alimentos Nutrição e Saúde) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

DAMY, P. C.; JORGE, N. Determinações físico-químicas do óleo de soja e da gordura vegetal hidrogenada durante o processo de fritura descontínua. **Brazilian Journal Food Technology**, v.6, n.2, p. 251-257, jul./dez., 2003.

DEL RÉ, P.V. et al. Influência da relação superfície/volume em frituras de batata palito. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 62, n. 3, p 213-219, 2003.

DEL RÉ, P. V.; JORGE, N. Comportamento de óleos vegetais em frituras descontínuas de produtos pré-fritos congelados. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 56-63, jan./mar., 2006.

DEL RÉ, P.; JORGE, N. Comportamento dos óleos de girassol, soja e milho em frituras de produto cárneo empanado pré-frito congelado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1774-1779, Nov./dez., 2007.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Disponível em: <[http://www.cnpso.embrapa.br/soja\\_alimentacao/index.php?pagina=23#topo](http://www.cnpso.embrapa.br/soja_alimentacao/index.php?pagina=23#topo)>. Acesso em 13 de ago. de 2017.

EMBRAPA BATATA INGLESA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalicas/batata/origem-e-botanica>>. Acesso em: 27 de ago. de 2017.

EMBRAPA GIRASSOL – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/girassol>>. Acesso em: 13 ago. de 2017.

EMBRAPA SOJA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/girassol>>. Acesso em: 13 ago. de 2017 (b).

EMBRAPA SOJA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em 13 ago. de 2017 (a).

FARIA, A. A. et al. Estudo da Estabilidade Térmica de Óleos e Gorduras Vegetais por TG/DTG e DTA, **Ecl. Quím**, São Paulo, v. 27, p. 111-119, 2002.

FAUSTINO, C. V. **Caracterização físico-química do óleo residual de fritura tratado com terra clarificante para utilização na produção de biodiesel**. 2015. 31 p. Trabalho de

Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2<sup>a</sup>.ed. Zaragoza: Acribia, 1258p. 2000.

FREIRE, P. C. M.; MANCINI FILHO, J.; FERREIRA, T. A. P. C. Principais alterações físico-químicas em óleos e gorduras submetidos ao processo de fritura por imersão: regulamentação e efeitos na saúde. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 353-368, maio/jun., 2013.

FUENTES, P.H.A. **Avaliação da qualidade de óleos de soja, canola, milho e girassol durante o armazenamento**. 2011. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

GONCALVES, L.A.G; CACERES, M.C. Inovações na fritura de alimentos: deep fat frying. **Sociedade Brasileira de Óleos e Gordura**, Florianópolis, 2005.

GREGÓRIO, B. M.; ANDRADE, E. C. B. Influência do aquecimento sobre as propriedades físico-químicas de óleos comestíveis. **Hig Alimentar**, v. 18, n. 124, p. 78-84, 2004.

GROMPONE, M. A. Sunflower Oil. In: SHAHIDI, Fereidoon. **Bailey's Industrial Oil & Fat Products: Edible Oil & Fat Products Chemistry, Properties & Health Effects**. **New Jersey: Wiley Interscience**, 6. ed, v.2. Cap. 14, p. 655-730, 2005.

GUNSTONE, Frank D. Vegetable Oils. In: SHAHIDI, Fereidoon. **Bailey's Industrial Oil & Fat Products: Edible Oil & Fat Products Chemistry, Properties & Health Effects**. **New Jersey: Wiley Interscience**, 6. ed, v.1, Cap. 6, p. 213-268, 2005.

HAMMOND, E.G. et al. Soybean Oil. In: SHAHIDI, F. **Bailey's Industrial Oil and Fat Products: Edible Oils**. 6.ed. v.2. Cap. 13. EUA: Wiley-interscience, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008

JORGE, N; LOPES, M.R.V. Avaliação de óleos e gorduras de frituras coletados no comércio de São José do Rio Preto - SP. **Aliment Nutr.**, v. 14, n. 2, p. 149-156, 2003.

JORGE, N. et al. Medidas da estabilidade oxidativa e compostos polares totais do óleo de soja refinado e de gordura vegetal hidrogenada em frituras. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 64, n. 2, p. 162-166, 2005.

JORGE, N. et al. Alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras. **Química Nova**, v. 28, n. 6, p. 947-951, 2005.

MACHADO, T. L. S. et al. Avaliação da qualidade de óleos de fritura utilizados em restaurante universitário. **Rev. Ciênc. Ext.** v.10, n.3, p.163-172, 2014.

MALACRIDA, C.R.; JORGE, N. Alterações do óleo de soja em frituras: efeitos da relação superfície/volume e do tempo de fritura. **Hig Alimentar**, v. 19, n. 129, p. 25-31, 2005.

MARQUES, A.C.; VALENTE, T.B.; ROSA, C.S. Formação de toxinas durante o processamento de alimentos e as possíveis consequências para o organismo humano. **Rev. Nutr.**, v. 22, n. 2, p. 283-293, 2009.

MENDONÇA, M.A. et al. Alterações físico-químicas em óleos de soja submetidos ao processo de fritura em unidades de produção de refeição no Distrito Federal. **Comum Ciênc Saúde**, v. 19, n. 2, p. 115-122, 2008.

MILANEZ, K.D.T.M. **Classificação de óleos vegetais comestíveis usando imagens digitais e técnicas de reconhecimento de padrões**. 2013. 86 p. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal da Paraíba, Joao Pessoa, 2013.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO DESENVOLVIMENTO RURAL E DAS PESCAS. Decreto-Lei nº106/2005 de 29 de junho. Diário da República nº 123 – Série I-A.. Disponível em: < <https://dre.tretas.org/dre/187348/decreto-lei-106-2005-de-29-de-junho>>. Acesso em: 13 de ago. de 2017.

MIRANDA, A. R. F. **Avaliação da estabilidade físico-química de óleo alimentar suplementado com extrato de carqueja**. 2015. 66 p. Dissertação (Mestrado em em Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar) - Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar e Instituto Politécnico de Leiria, 2015.

MOECKE, E. H. S. et. al. Produção de biodiesel a partir do óleo de fritura usado e o empoderamento da comunidade. **R. gest. sust. ambient.**, Florianopolis, v. 1, n.1, p. 33-40, abr./set. 2012.

MORAIS, A. L. et. al. Caracterização da identidade e controle da qualidade de óleo vegetal, matéria-prima para produção de biodiesel. In: Workshop Agro energia, 6., Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, 2012.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de Óleos e Gorduras Vegetais**. São Paulo: Varela, 1998.

MORETTO, E.; FETT, R.; GONZAGA, L.V. et al. **Introdução à Ciência de Alimentos**. Florianópolis: UFSC, 2002.

OLIVEIRA, Daniela. **Análise comparativa das alterações físico-químicas de óleos vegetais (canola, girassol, milho e soja) submetidos ao processo de fritura de alimentos de origem vegetal: uma revisão de literatura**. 2011. 38 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Programa de Aprimoramento Profissional/SES) - Secretaria de Estado da Saúde, Marília, 2011.

PAZ, N. C. et al. Avaliação físico-química de óleos com diferentes graus de insaturação submetidos à fritura de batata tipo chips. Disponível em: < <http://congressos.ifal.edu.br/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/960/686>>. Acesso em: 20 de jul. de 2017.

PEREIRA, A. F. C. **Determinação simultânea de acidez, índice de refração e viscosidade em óleos vegetais usando espectrometria NIR, calibração multivariada e seleção de**

**variáveis**. 2007. 75p. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.

PETROBRAS, **Petróleo Brasileiro S/A**. Biodiesel. 2010. Disponível em <[http://www2.petrobras.com.br/Petrobras/portugues/perfil/Perfil\\_biodiesel.htm](http://www2.petrobras.com.br/Petrobras/portugues/perfil/Perfil_biodiesel.htm)>. Acessado em 13 ago. de 2017.

RAMALHO, V.; JORGE, N.; Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

REDA, S.Y. **Estudo comparativo de óleos vegetais submetidos a estresse térmico**. 2004. 153 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia dos Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2004.

RIOS, H.C.S.; PEREIRA, I.R.O.; ABREU, E.D. Avaliação da oxidação de óleos, gorduras e azeites comestíveis em processo de fritura. **Revista Ciência & Saúde**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 118-126, maio/ago., 2013.

SANIBAL, E. A; MANCINI F, J. **Alterações Físicas, Químicas e Nutricionais de Óleos Submetidos ao Processo de Fritura**. Disponível em: <<http://hygeia.fsp.usp.br/~eatorres/gradu/frituras.pdf>>. Acesso: 30 de jul. de 2017.

SANIBAL, E. A MANCINI F, J. Perfil de ácidos graxos *trans* de óleo e gordura hidrogenada de soja no processo de fritura. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 24, n.1, p.027-031, jan./mar., 2004.

SANTOS, G.P.; PAIVA, C.L.; LIMA, J.P. Estabilidade de óleos utilizados em fritura descontínua de batata palito congelada. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 15., Gramado. **Anais...** Gramado: FAURGS, 2016.

SOUSA JUNIOR, Manuel Alves. **Análise das características físico-químicas, organolépticas e recicláveis dos óleos e gorduras residuais e seu gerenciamento no brasil**. 2011. 141 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologias Aplicáveis à Bioenergia) - Faculdade de Tecnologia e Ciências de Salvador, Salvador, 2011.

TOFANINI, Aldo José. **Controle de qualidade de óleos comestíveis**. 2004. 40 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

VERGARA, et. al. Estudo do comportamento de óleo de soja e de arroz reutilizados em frituras sucessivas de batata. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 207-220, jan./jun. 2006.