

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE ÓLEOS VEGETAIS  
COMESTÍVEIS PUROS E ADULTERADOS**

**ANA CAROLINA DE OLIVEIRA CARVALHO**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE**

**DARCY RIBEIRO – UENF**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ - 2017**

# **CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE ÓLEOS VEGETAIS COMESTÍVEIS PUROS E ADULTERADOS**

**Ana Carolina de Oliveira Carvalho**

Monografia apresentada ao Centro de  
Ciência e Tecnologia da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy  
Ribeiro, como parte das exigências para  
obtenção do título de Licenciado em  
Química.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Cibele Maria Stivanin de Almeida

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

DARCY RIBEIRO – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ

JUNHO DE 2017

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE ÓLEOS VEGETAIS PUROS  
E ADULTERADOS**

**Ana Carolina de Oliveira Carvalho**

Monografia apresentada ao Centro de  
Ciência e Tecnologia da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy  
Ribeiro, como parte das exigências para  
obtenção do título de Licenciado em  
Química.

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Prof. MSc Murilo de Oliveira Souza – IFF/UENF**

---

**M.Sc Helen Sant´ana dos Santos Ribeiro Freitas - UENF**

---

**Prof<sup>ª</sup>. Cibele Maria Stivanin de Almeida – UENF  
(Orientadora)**

Todos os rios vão para o Mar, e, contudo o Mar não se enche; ao lugar para onde os rios vão, para ali tornam eles a correr novamente. - Eclesiastes 1:7

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus porque seus propósitos não se frustram.

Agradeço a minha família, meus pais César e Sandra que estiveram sempre ao meu lado, minha querida avó Abigail e meu irmão César juntamente com sua família.

Aos professores que encontrei neste caminho, e em especial a professora Cibele pelo projeto, e também aos amigos que levo para fora daqui, pois sem eles seria muito difícil a caminhada.

E a todos aqueles, que de alguma forma contribuíram para que esse trabalho fosse realizado, os meus sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

---

1. Introdução .....	16
2. Objetivos. ....	17
3. Óleos Vegetais .....	18
3.1. Composição dos óleos vegetais.....	18
3.2. Características e importância dos AcGs na saúde humana.....	20
3.3. Refino.....	24
3.4. Produção e tipos de óleos vegetais destinados ao consumo humano .....	28
3.4.1. Soja.....	28
3.4.2. Canola .....	29
3.4.3. Milho .....	29
3.4.4. Girassol .....	30
3.4.5. Algodão .....	31
3.4.6. Chia .....	31
3.4.7. Linhaça .....	32
3.4.8. Macadâmia .....	32
4. Parâmetros físico-químicos aplicados aos óleos vegetais .....	33
5. Materiais e Métodos .....	37
5.1. Amostragem .....	37
5.2. Reagentes e soluções .....	37
5.3. Metodologias .....	39
5.3.1 Índice de acidez .....	39
5.3.2. Índice de peróxido.....	39
5.3.3. Índice de saponificação .....	40
5.3.4. Densidade .....	41
5.3.5. Índice de refração .....	41
6. Resultados e Discussão .....	41
6.1. Índice de acidez .....	41
6.1.1. Amostras Puras .....	41
6.1.2. Amostras Adulteradas .....	44
6.2. Índice de peróxido .....	47
6.2.1. Amostras Puras .....	47
6.2.2. Amostras Adulteradas .....	50
6.3. Índice de saponificação .....	51

6.3.1. Amostras Puras .....	52
6.3.2. Amostras Adulteradas .....	54
6.4. Densidade .....	56
6.4.1. Amostras Puras .....	53
6.4.2. Amostras Adulteradas .....	59
6.5. Índice de refração .....	61
6.5.1. Amostras Puras .....	61
6.5.2. Amostras Adulteradas .....	63
7. Conclusão .....	65
8. Referências .....	66

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1.	Esquema com as moléculas precursora do triacilglicerol.	18
Figura 2.	Estrutura molecular dos principais ácidos graxos dos óleos vegetais.	19
Figura 3.	Fluxograma de produção de óleo vegetal.	25
Figura 4.	Titulometria volumétrica.	39
Figura 5.	Reação proposta para a rancidez hidrolítica.	41
Figura 6.	Esquema geral do mecanismo da oxidação lipídica.	48
Figura 7.	Proposta de reação de saponificação.	53



## Lista de Tabelas

Tabela 1.	Evolução do óleo de soja, no Brasil, nos períodos de 2007 a 2018 (em 1000 toneladas), segundo Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais.	27
Tabela 2.	Índice de acidez e índice de peróxido óleos vegetais, segundo MAPA, Nº 49, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2006.	34
Tabela 3.	Índice de saponificação, densidade e índice de refração segundo MAPA, Nº 49, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2006.	34
Tabela 4.	Resultados da determinação do índice de acidez de amostras puras ( $\text{mg g}^{-1}$ ).	40
Tabela 5.	Resultados da determinação do índice de acidez de amostras adulteradas ( $\text{mg g}^{-1}$ ).	44
Tabela 6.	Índice de acidez para os óleos de chia adulterados com óleo de soja ( $\text{mg/g}$ ).	47
Tabela 7.	Índice de peróxido para os óleos de linhaça adulterados com óleo de soja ( $\text{mEq kg}^{-1}$ ).	50
Tabela 8.	Resultados da determinação do índice de saponificação ( $\text{mg KOH.g}^{-1}$ ). Limite estabelecido pela ANVISA: ( <i>vide</i> Tabela 5).	52
Tabela 9.	Resultados da determinação do índice de saponificação das amostras adulteradas ( $\text{mg KOH/g}$ ).	53
Tabela 10.	Índice de saponificação para os óleos de chia adulterados com óleo de soja S11 ( $\text{mEq kg}^{-1}$ ).	55
Tabela 11.	Índice de saponificação para os óleos de chia adulterados com óleo de soja S12 ( $\text{mEq kg}^{-1}$ ).	55
Tabela 12.	Índice de Saponificação para os óleos de linhaça adulterados com óleo de soja (S11) ( $\text{mEq kg}^{-1}$ ).	55
Tabela 13.	Resultados da determinação da densidade a 25°C ( $\text{g .cm}^{-3}$ ). ANVISA: <i>vide</i> tabela 3.	56
Tabela 14.	Densidade a 25 °C para os óleos de soja ( $\text{g.cm}^{-3}$ ).	57
Tabela 15.	Densidade para os óleos de soja ( $\text{g/cm}^{-3}$ ).	57
Tabela 16.	Densidade para os óleos de canola ( $\text{g/cm}^{-3}$ ).	57
Tabela 17.	Resultados da determinação da densidade a 25°C das amostras adulteradas ( $\text{g.cm}^{-3}$ ).	58

Tabela 18.	Adulterações nos óleos de linhaça por meio do óleo de soja S12 (g.cm <sup>-3</sup> ).	59
Tabela 19.	Adulterações nos óleos de macadâmia por meio do óleo de soja S12 (g.cm <sup>-3</sup> ).	59
Tabela 20.	Adulterações nos óleos de chia por meio do óleo de soja S12 (g.cm <sup>-3</sup> ).	60
Tabela 21.	Adulterações nos óleos de macadâmia por meio do óleo de soja S11 (g.cm <sup>-3</sup> ).	60
Tabela 22.	Resultados da determinação do índice de refração a 40°C. ANVISA: <i>vide</i> tabela 3.	62
Tabela 23.	Resultados da determinação do índice de refração das amostras adulteradas.	62
Tabela 24.	Adulterações nos óleos de macadâmia feitas pelo óleo de soja S11.	63
Tabela 25.	Adulterações nos óleos de macadâmia feitas pelo óleo de soja S11.	63
Tabela 26.	Adulterações nos óleos de linhaça feitas pelo óleo de soja S11.	64
Tabela 27.	Amostras adulteradas (óleo de linhaça) pelo óleo de soja S11.	64

## LISTA DE ABREVIATURAS

---

AcGs	Ácidos Graxos
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CCT	Centro de Ciência e Tecnologia
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
CNNPA	Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos
AGE	Ácido Graxo Essencial
ALA	Lipoproteína de Alta Intensidade

## RESUMO

Carvalho, Ana Carolina de, Oliveira; Almeida, Cibele Maria Stivanin de. **Características físico-químicas de óleos vegetais comestíveis puros e adulterados.** Campos dos Goytacazes, 2017. p.78. Monografia – Laboratório de Ciências Químicas, Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

O óleo vegetal é uma gordura obtida de plantas. É extraído na maioria das vezes das sementes ou grãos destes vegetais. Os óleos vegetais representam uma das principais fontes de energia utilizadas pelo homem na preparação de sua alimentação diária. O consumo de óleos vegetais, atualmente, tem se popularizado em razão dos apelos nutricionais divulgado pela mídia, apresentando-os como auxiliares na dieta saudável, dentre eles destacam-se os ácidos linolênico ( $\omega$  3), linoléico ( $\omega$  6) e o oléico ( $\omega$  9). Os parâmetros de controles de qualidade de alimentos podem ser obtidos tanto por meio de técnicas mais sofisticadas quanto por análises mais simples, acessíveis e de baixo custo. Neste trabalho foram utilizadas técnicas clássicas de química analítica, por meio dos métodos titulométricos, para avaliação dos parâmetros de controle de qualidade, investigando as características físico-químicas dos óleos: índices de acidez, saponificação, peróxido, densidade e refração. Foram 59 amostras com diferentes marcas e tipos de óleos vegetais (01 de algodão; 06 de canola, 01 de chia, 06 de girassol, 03 de linhaça, 01 de macadâmia, 03 de milho, 07 de soja, 01 misto) e 30 amostras adulteradas (óleos de linhaça, chia e macadâmia adulterados com 25% v/v, 50% v/v, 75% v/v de óleo de soja) para verificação das possíveis alterações desses índices nessas amostras adulteradas. As metodologias utilizadas são descritas no “Manual de Análises Laboratoriais de Saúde Pública de Alimentos” do Instituto Adolfo Lutz. Os resultados obtidos foram comparados com os limites descritos pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), que fixa a identidade e os padrões mínimos de qualidade que os óleos vegetais devem obedecer, o índice de acidez (ácido oleico a cada 100g) para óleos e gorduras refinados tem-se por limite 0,3 mg de (KOH g<sup>-1</sup>); o índice de peróxido para óleos e gorduras tem-se por limite 10 meq Kg<sup>-1</sup>; o índice de saponificação (mg KOH g<sup>-1</sup>) para óleos vegetais uma faixa de 182-195; a densidade a 25°C para óleos vegetais 0,909 -0,926; o índice de refração a 40 °C para óleos vegetais tem uma faixa de 1,458-1,484. Os resultados apontaram que 29 amostras puras os óleos vegetais atenderam os parâmetros de qualidade para o índice de acidez, e para as amostras adulteradas, o índice de acidez também caracterizou as 30 amostras classificadas com aceitas dentro dos parâmetros legislados. Para o índice de peróxido, 29 amostras não atenderam as normas legisladas, e para as amostras adulteradas o índice de peróxido caracterizou as 30 amostras também fora dos parâmetros legislados. Para o índice de saponificação, nenhuma atendeu os

parâmetros de qualidade, tanto amostras puras como adulteradas. A densidade a 25°C, caracterizou 4 amostras dentro das normas legisladas. E para o índice de refração, nenhuma ficou dentro dos parâmetros de qualidade. Por meio desses parâmetros foram determinadas amostras que apresentaram um estado de composição inapropriada para o consumo e também certificou para as amostras adulteradas que os óleos de linhaça, macadâmia e chia são sensíveis quando adulterados pelo óleo de soja.

Palavras-chave: Óleos vegetais comestíveis; Ômega; Fraude; Adulteração; Parâmetros físico-químicos.

## ABSTRACT

Carvalho, Ana Carolina de, Oliveira; Almeida, Cibele Maria Stivanin de. **Physico-chemical characteristics of edible pure vegetable oils and adulterated** . Campos dos Goytacazes, 2017. p. 78. Monography – Laboratório de Ciências Químicas, Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

Vegetable oil is a fat obtained from plants. It is most often extracted from the seeds or grains of these plants. Vegetable oils represent one of the main sources of energy used by human in preparing his daily food. The consumption of vegetable oils has become popular because of the nutritional appeals published by the media, presenting them as aids in the healthy diet, among them the linolenic ( $\omega$  3), linoleic ( $\omega$  6) and oleic acids ( $\omega$  9). Parameters of food quality controls can be obtained either through more sophisticated techniques or through simpler, more accessible and inexpensive analyzes. In this work we used classic analytical chemistry techniques, the titration method, to evaluate the parameters of quality control, investigating the physico-chemical characteristics of the oils: acidity, saponification, and peroxide indexes. There were 59 samples with different brands and types of vegetable oils (soybean, sunflower, corn, canola, cotton, flax, chia and macadamia) including flax, chia and macadamia oils adulterated with 25% v / v, 50% v / v, 75% v / v soybean oil to verify the possible changes of these indices in these adulterated samples. The methodologies used are described in the "Manual of Laboratory Analysis of Public Health of the Food" of the Adolfo Lutz Institute. The results obtained were compared to the limits accepted by ANVISA (National Agency for Sanitary Surveillance), which establishes the identity and minimum quality standards that vegetable oils must obey. Acidity index (oleic acid per 100 g) for refined oils and fats is limited to 0,3 mg of (KOH g<sup>-1</sup>); Peroxide content for oils and fats has a limit of 10 meq kg<sup>-1</sup>; Saponification Index (mg KOH g<sup>-1</sup>) for vegetable oils a range of 182-195; Density at 25°C for vegetable oils 0,909 - 0,926; Refractive index at 40 ° C for vegetable oils has a range of 1,458-1,484. The results indicated that the samples from the samples were compared with the quality parameters for the acidity index, and for the adulterated samples, the acidity index was also characterized as 30 samples classified with accepted values within the legislated parameters. For the peroxide index, 29 samples not met as legislative standards, and for

adulterated samples and peroxide index characterized as 30 legislative. For the saponification index, none met the quality parameters, both samples and adulterated. A density at 25°C, characterized 4 units within the norms legislated. And for the refractive index, another came within the parameters of quality. For example, the samples had a production state suitable for consumption and also certified for adulterated samples that line, macadamia and chia oils are sensitive when adulterated by soybean oil.

Keywords: Edible vegetable oils; Ômegas; Fraud; Adulteration; Physicochemical parameters.

## 1. Introdução

Os óleos vegetais representam um dos principais produtos extraídos de plantas, sendo que aproximadamente 2/3 são usados em produtos alimentícios, fazendo assim parte integrante da dieta humana <sup>[1]</sup>. Por sua importância no prato do consumidor os métodos de preparo da alimentação vêm indicando não só o desejo de melhorar o sabor da comida, proporcionando maior prazer ao ato de comer, mas também um cuidado com a saúde <sup>[2]</sup>.

Os óleos e gorduras estão entre as principais fontes de energia utilizadas pelo homem. Também conhecidos como lipídios, são formados, principalmente, por moléculas de hidrogênio, oxigênio e carbono; outros elementos, como, por exemplo, o fósforo. Esses fornecem, em peso, de duas a três vezes mais calorias que os carboidratos e as proteínas e, apesar desses dois últimos se transformarem em lipídios no organismo humano, alguns deles têm funções biológicas específicas, são participantes da formação de alguns hormônios e vitaminas, além de fazerem parte da constituição das membranas celulares.

No nosso organismo, como primeira etapa do catabolismo de lipídios ocorrerá uma reação de hidrólise, catalisada por uma enzima chamada lipase. A molécula de triacilglicerol (óleo ou gordura) quebra produzindo glicerol e moléculas de ácidos carboxílicos. Tanto o glicerol como o ácido carboxílico será oxidado para gerar CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e energia <sup>[3]</sup>.

A qualidade final de um óleo depende de todas as etapas envolvidas na produção do mesmo <sup>[4]</sup>. Quando as sementes oleaginosas são armazenadas em más condições, podem ocorrer problemas, tais como: aquecimento da semente, chegando até a carbonização; aumento de acidez; escurecimento do óleo, tornando difícil o refino justificando o sabor e o aroma, resultados das modificações físico-químicas ocorridas no processo de produção dos óleos vegetais <sup>[5]</sup>.

No Brasil, a fraude em alimentos é estabelecida como adulterações e falsificações <sup>[6]</sup>. Hoje em dia, 98% das fraudes são motivadas por ganhos econômicos e, podem ser feitas por meio de processos que visam atribuir aos produtos qualidades e requisitos que não possuem ou ocultar más condições estruturais e/ou sanitárias deles <sup>[7]</sup>.



A inspeção de uma pequena porção dos produtos leva a uma análise de sua qualidade, o que determinará a ação a ser adotada de modo a manter o nível de qualidade <sup>[8]</sup>. Por isso a Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, no uso das atribuições que lhe confere o art. 11, inciso IV, do Regulamento da ANVISA aprovado pelo Decreto nº 3.029, de 16 de abril de 1999, c/c o art. 111, inciso I, alínea “e” do Regimento Interno aprovado pela Portaria nº 593, de 25 de agosto de 2000, publicada no DOU de 22 de dezembro de 2000, em reunião realizada em 6 de dezembro de 2004 estabelece parâmetros físico-químicos, como índices de acidez, peróxido, saponificação, como formas de avaliação da qualidade de óleos vegetais comestíveis.

O Instituto Adolfo Lutz, lista no capítulo XVI – Óleos e Gorduras, os métodos para a realização de parâmetros que são considerados de qualidade no que se refere à esses parâmetros físico-químicos. Os métodos são baseados na Química Analítica Clássica, simples e fáceis de serem executado. Tem-se uma oportunidade de aplicação prática daquilo que é apresentado aos alunos durante a sua formação, mostrando a eles que muitas vezes não é necessária uma grande estrutura física, ou um equipamento analítico de última geração para a verificação da qualidade de um produto <sup>[9]</sup>.

## **2. Objetivos**

O objetivo deste trabalho é aliar os conhecimentos adquiridos ao longo da formação docente em um problema real, neste caso, ao controle de qualidade de óleos vegetais comestíveis. Realizou-se as determinações dos índices de acidez, peróxido, saponificação, densidade a 25°C e de refração e em amostras de óleos vegetais comerciais comestíveis (algodão, canola, chia, girassol, linhaça, macadâmia, milho e soja) e de amostras adulteradas em laboratório dos óleos de chia, linhaça e macadâmia com porcentagens de 25%, 50% e 75% m/m de dois tipos de óleo de soja (um de menor valor comercial e outro de maior valor comercial).O objetivo desta parte do trabalho é determinar se adições nessas porcentagens de óleo vegetal de soja, de menor valor comercial, afetam as principais características de óleos vegetais de maior valor

nutricional como os óleos de chia, linhaça e macadâmia. Os valores encontrados serão comparados com os descritos na legislação vigente.

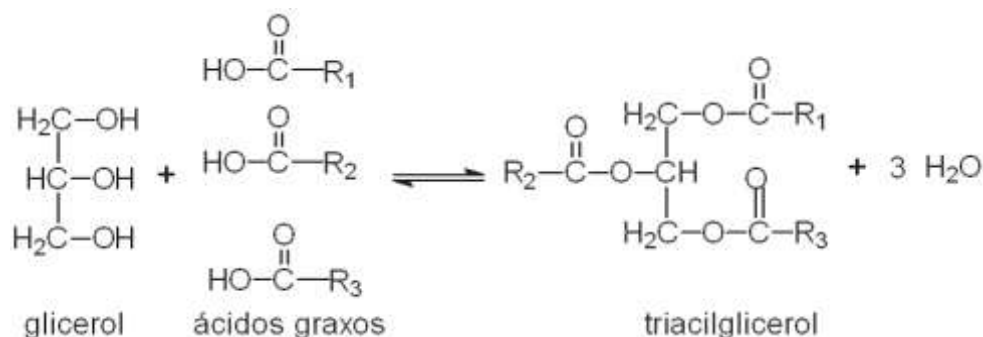
### 3. Óleos Vegetais

#### 3.1. Composição dos óleos vegetais

O óleo vegetal é uma gordura natural extraída de plantas. Os ácidos graxos (AcGs) de gorduras naturais possuem uma cadeia carbônica com um grupo terminal carboxila, podendo ter de quatro a vinte e quatro átomos de carbono, sendo a quase totalidade de número par e os mais amplamente distribuídos com 16 e 18 átomos. Podem ser saturados, monoinsaturados ou poli-insaturados. Os monoinsaturados possuem uma dupla ligação, e os poli-insaturados podem ter de duas a seis duplas ligações <sup>[10]</sup>.

A composição majoritária dos óleos vegetais é de triglicerídeos, que são constituídos por três moléculas de AcGs e uma molécula de glicerol. Se os três componentes de um triacilglicerol forem os mesmos ácidos graxos, a substância é chamada triacilglicerol simples. No entanto, há triacilglicerídeos composto por ácidos graxos diferentes, contêm dois ou três componentes e estes são mais comuns que os triacilgliceróis simples. Nem todas as moléculas de triacilglicerol de uma única fonte são necessariamente idênticas. Substâncias como banha e azeite, por exemplo, são misturas de diferentes triacilgliceróis <sup>[11]</sup>. Na Figura 1 é apresentado o esquema reacional da molécula triglicerol.

Figura 1. Esquema com as moléculas precursora do triacilglicerol.



Fonte: <sup>[12]</sup>

Os triacilgliceróis por serem constituídos por até três moléculas de AcGs, desempenham um papel importante na sua constituição. Os AcGs são ácidos monocarboxílicos de cadeia longa e linear, com número par de átomos de carbono. Podem ser saturados ou insaturados, sendo os principais nos óleos vegetais.

Os AcGs mais comuns são o palmítico (C16:0) e o esteárico (C18:0), entre os saturados, e oléico (C18:1(9)), linoléico (C18:2(9,12)) e linolênico (C18:3(9,12,15)), entre os insaturados <sup>[13]</sup>, presentes nas sementes de algodão, palma, canola, soja, girassol, representados na Figura 2.

Figura 2. Estrutura molecular dos principais ácidos graxos dos óleos vegetais.



Fonte: [14]

Os AcGs insaturados contêm uma ou mais ligações duplas no seu esqueleto carbônico; são mais reativos e mais suscetíveis a termo-oxidação. Eles são um conjunto de famílias conhecidas como ôegas ( $\omega$ ). A posição da primeira ligação dupla define a família. O carbono da cadeia hidrofóbica diretamente ligado ao carbono do grupo carboxílico é convencionado como carbono-alfa ( $\alpha$ ), enquanto que o carbono da extremidade oposta é o carbono-ômega ( $\omega$ ). A numeração dos carbonos inicia-se no carbono do grupo carboxílico; o carbono- $\alpha$  é então o carbono-2<sup>[15]</sup>.

A presença de ligações duplas numa cadeia de ácido graxo é denotada pelo seu número separado do número de carbonos da cadeia principal por dois pontos. Por exemplo, o ácido oleico, que contém 18 carbonos e uma ligação dupla, denota-se 18:1.

O ácido esteárico tem o mesmo número de carbonos, mas nenhuma ligação dupla, sendo por isso 18:0 <sup>[16]</sup>.

Os AcGs que não são produzidos pelo organismo humano são considerados essenciais ao homem, sendo o ácido linoléico,  $\omega 6$ , e o ácido linolênico,  $\omega 3$ , os mais importantes. Em humanos, os ácidos linoléico (18:2) e alfa-linolênico (18:3) são necessários para manter sob condições normais, as membranas celulares, as funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos. Esses ácidos graxos também participam da transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo, da síntese da hemoglobina e da divisão celular <sup>[17]</sup>.

A maioria dos ácidos graxos insaturados são encontrados em baixas concentrações sendo o óleo de milho, linhaça e chia uma exceção com cerca de 60% (m/m) de  $\omega 3$  <sup>[18]</sup>, o quadro 1 apresenta o teor em ácidos graxos em alguns óleos vegetais.

Quadro 1. Porcentagem dos principais ácidos graxos encontrados em alguns óleos vegetais.

Óleos Vegetais	Principais ácidos graxos
Milho	Linolêico (Ômega 3) (59,8%); oleico (Ômega 9) (25,8%); palmítico (11%); esteárico (1,7%); linolênico (Ômega 6) (1,1%) <sup>C</sup> .
Algodão	Linoleico (Ômega 3) (46,7%-58,2%) ; palmítico (21,4%-26,4%); oleico (14,7%-21,7%) e esteárico (2,1%-3,3%) <sup>C</sup> .
Soja	Linolênico (Ômega 3) (5,5% - 9,5%); Palmítico (9,7 %- 13,3%); Oleico (Ômega 9) (17,7% - 28,5%); Esteárico (3,0% - 5,4%); Linoleico (Ômega 6) (49,8% - 57,1%) <sup>C</sup> .

Canola	Linolênico (Ômega 3) (17,4%); Palmítico (3,3% - 6,0%); Oleico (Ômega 9) (52,0% - 67,0%); Esteárico (1,1 %- 2,5%); Linoleico (Ômega 6) (16,0% - 25,0%) <sup>C</sup> .
Chia	Linolênico (Ômega 3) (62,0%); Palmítico (6,69% ); Oleico (Ômega 9) (10,6%); Esteárico (2,67%); Linoleico (Ômega 6) (17,4%) <sup>D</sup> .
Macadâmia	Linolênico (Ômega 3) (0,2%); Palmítico (9,5 % ); Oleico (Ômega 9) (57,5%); Esteárico (2,9 %); Linoleico (Ômega 6) (3,9 %) <sup>E</sup> .
Linhaça	Linolênico (Ômega 3) (55,0 %); Palmítico (6,1 % ); Oleico (Ômega 9) (18,6 %); Esteárico (5,0 %); Linoleico (Ômega 6) (14,4%) <sup>E</sup> .

C- CAMPESTRE IND. E COM. DE ÓLEOS VEGETAIS LTDA.

D- COELHO, M. S. e SALAS-MELLADO, M. M. - Campinas, v. 17, n. 4, p. 259-268, out./dez. 2014.

E- TAVARES, M.; TAKEMOTO, E.; - Composição de ácidos graxos e tocoferóis em óleos especiais.

A ausência de insaturação nas cadeias dos ácidos favorece ao empacotamento intermolecular, fazendo com que, em geral, estes se apresentem à temperatura ambiente, no estado sólido, estão neste grupo às gorduras; já os insaturados apresentam maior dificuldade de interação intermolecular, por conta das insaturações, e por isso a temperatura ambiente está no estado líquido <sup>[20]</sup>.

Pela resolução nº 20/77 do CNNPA (Conselho Nacional de Normas e Padrões para Alimentos), a diferença dos óleos e gorduras é estipulada impõe a temperatura de 20 °C como limite, quando o ponto de fusão se situa abaixo deste limite, a substância é classificada como óleo (líquido a temperatura ambiente) quando acima, classificada como gordura <sup>[21]</sup>.

### 3.2. Características e importância dos AcGs na saúde humana

Segue abaixo uma breve descrição das características físico-químicas de alguns AcGs encontrados em óleos estudados neste trabalho:

- Ácido mirístico  $C_{14}H_{28}O_2$  é encontrado, em quantidades variáveis, na maioria das gorduras animais e vegetais, chegando a constituir até 12% do total dos ácidos existentes na gordura do leite, e até 80% dos ácidos do óleo de noz-moscada, de onde deriva o seu nome. É um sólido cristalino, de ponto de fusão de  $54,4^\circ\text{C}$  e ponto de ebulição de  $202^\circ\text{C}$ . É insolúvel em água, solúvel em etanol e éter sulfúrico <sup>[21]</sup>. Contribui para elevar o colesterol plasmático e os níveis de LDL ( lipoproteína de baixa densidade ) <sup>[22]</sup>.
- Ácido palmítico  $C_{16}H_{32}O_2$  aparece como o mais amplamente distribuído na natureza. O ácido palmítico é sólido cristalino, com ponto de fusão igual a  $62,9^\circ\text{C}$  e ponto de ebulição de  $222^\circ\text{C}$ ; a  $345^\circ\text{C}$  sofre decomposição. Encontrado nas gorduras animais e no óleo de dendê <sup>[23]</sup>. As fontes mais expressivas são: azeite de dendê (30 – 50%), banha e sebo (20 – 30%), manteiga de cacau (25%) e gordura do leite (25 – 40%). O ácido palmítico funciona como precursor dos ácidos graxos naturais saturados e insaturados de cadeia mais longa <sup>[24]</sup>.
- Ácido esteárico  $CH_3(CH_2)_{16}COOH$  é menos distribuído e ocorre em menor quantidade na natureza do que o ácido palmítico. É encontrado na maioria das gorduras das sementes e polpas de frutas, em óleos de animais marinhos e na gordura do leite. É sólido, formando cristais incolores, com ponto de fusão de  $69,6^\circ\text{C}$  e ponto de ebulição de  $240^\circ\text{C}$ . É insolúvel em água, pouco solúvel em etanol e solúvel em éter etílico <sup>[25]</sup>. Sugerem que a ingestão de ácido esteárico tem um efeito neutro ou até de redução dos níveis de colesterol. o ácido esteárico foi preferencialmente utilizado para a síntese de fosfolipídios (ou membrana) no fígado, e não foi convertido a ácido oléico a uma extensão significativa no intestino ou no fígado. Seu efeito redutor de lipídios não parece estar relacionado à sua conversão para ácido oléico, mas à sua utilização favorecida para a síntese de membranas <sup>[26]</sup>.
- Ácido oleico  $C_{18}H_{34}O_2$  é o mais comum entre todos os ácidos graxos insaturados, sendo encontrado praticamente em todos os óleos e gorduras. As plantas são capazes de produzir os ácidos  $\omega 3$  e  $\omega 6$  a partir do ácido oléico e os animais podem transformá-lo em uma grande variedade de ácidos graxos  $\omega 9$

[27]. O ácido oleico, na forma de triglicérido, é incluído na dieta como parte das gorduras animais e dos óleos vegetais. O consumo de gorduras monoinsaturadas, como as derivadas do ácido oleico, é benéfico, dado que este está associado a uma diminuição de LDL (*low-density-lipoprotein*) e a um aumento de HDL (*high-density-lipoprotein*). O ácido oleico também se mostrou capaz de diminuir a progressão da adrenoleucodistrofia (ALD), uma doença fatal que afeta o cérebro e as glândulas adrenais [28].

- Ácido linoleico  $C_{18}H_{32}O_2$  é, sem dúvida, o ácido poli-insaturado mais importante em abundância e distribuição. É o componente principal de muitos óleos vegetais, incluindo os óleos de girassol, algodão, amendoim, soja e milho, entretanto, não é encontrado em óleos de animais marinhos. O ácido linoléico foi considerado, por muito tempo, como o ácido graxo mais importante visto que é precursor do ácido araquidônico no organismo humano. Os ácidos graxos ômega apresentam efeito hipocolesterolêmico e reduzem os níveis de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) no sangue [29].
- O ácido  $\alpha$ -Linolênico  $C_{18}H_{30}O_2$  é um ácido poli-insaturado bastante difundido na natureza, sendo importante componente de óleos vegetais altamente insaturados [30]. Nas hortaliças, o ácido alfa-linolênico é encontrado em maior quantidade em espécies com folhas de coloração verde-escura, por ser um importante componente da fração dos lipídios polares contidos nos cloroplastos. Também ocorre em alguns cereais e leguminosas, sendo a sua concentração muito dependente da espécie e de fatores sazonais [31].

Os óleos são substâncias que possuem intensa atividade biológica, muitas vezes ligada a outras biomoléculas para preencher funções biológicas, funcionando como veículo de absorção das vitaminas lipossolúveis (A, D, e K) e participando da produção de hormônios como cortisol, estrógeno, progesterona, testosterona [32].

Os ômega auxiliam na manutenção da pressão arterial e na diminuição da agregação plaquetária, reduzem os níveis de colesterol, triglicérides e LDL (colesterol ruim) e aumentam o HDL (colesterol bom), por ser rico em gorduras insaturadas e apresentar baixo índice de gorduras saturadas que são consideradas as maiores inimigas do coração, e ainda funcionam como antioxidantes, prevenindo incidência de câncer e

envelhecimento precoce. Além disso, é altamente emoliente, o que facilita o trânsito intestinal, sendo indicado para prisão de ventre <sup>[33]</sup>.

Entre os óleos vegetais comestíveis produzidos em grande escala, os de soja e canola apresentam um conteúdo de ácido  $\alpha$ -linolênico que, de acordo com a variedade, clima, solo e outros fatores, pode variar entre 5 a 10% do total de suas composições em ácidos graxos. Os ácidos graxos ômega-3 têm sido considerados eficazes na prevenção e tratamento de uma série de doenças como aterosclerose, hipertensão, doenças cardiovasculares, câncer, diabetes, artrite e outras disfunções inflamatórias e auto-imunes <sup>[34]</sup>.

O ômega-3 é um ácido graxo poli-insaturado comumente encontrado em peixes, linho, sementes de abóbora e óleo de linhaça. Tem sido correlacionado com a prevenção das doenças coronarianas e câncer, com o desempenho escolar, melhor fluxo sanguíneo, além da prevenção de demência e mal de Alzheimer. Ele dificulta o desenvolvimento de diabetes, resistência à insulina, obesidade, hipo ou hipertireoidismo, combate a osteoporose, melhora o funcionamento das atividades do cérebro, como memória, raciocínio em adultos e crianças, além de evitar doenças autoimunes, como lúpus e rosácea <sup>[35]</sup>.

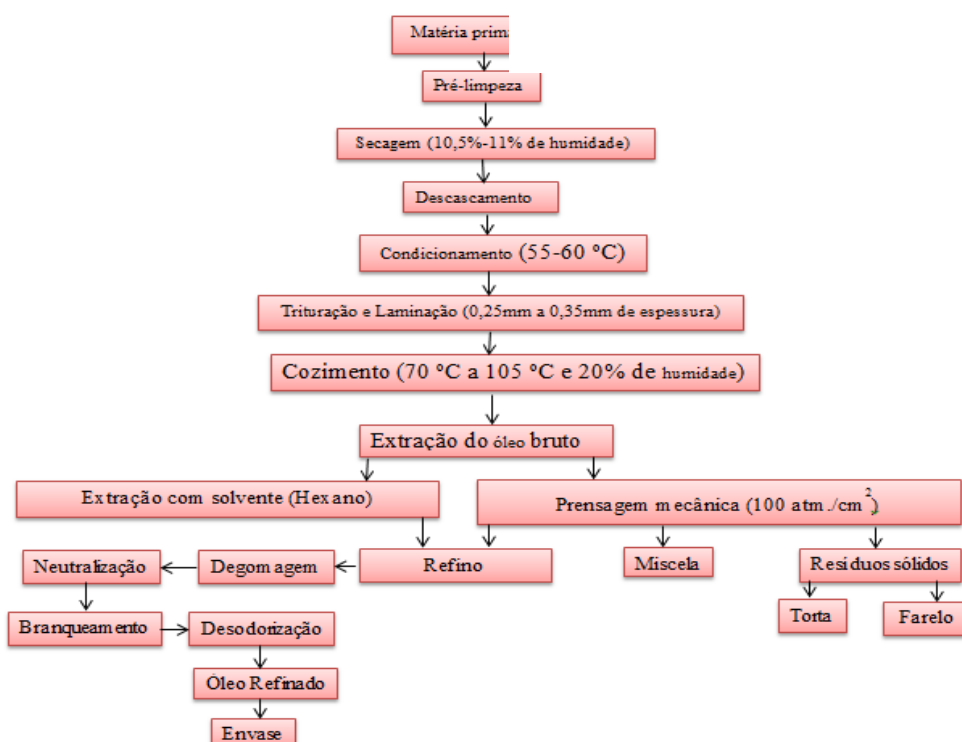
O ômega-6 é um ácido graxo poli-insaturado facilmente encontrado no óleo de milho, girassol, prímula, borragem, carnes, ovos e leite. Essencial para um crescimento e desenvolvimento saudável do organismo, ajuda na melhora dos sintomas pré-menstruais, na cicatrização, atenua queda de cabelo e pode aumentar a queima de gordura corporal. Mas ele só tem esses benefícios quando consumido em quantidade adequada e não em excesso, pois pode ser perigoso. A alimentação ocidental nos leva a ter altos consumos de ômega-6, o que leva a um desequilíbrio metabólico, podendo aumentar ainda mais os processos inflamatórios (diabetes, obesidade, etc) <sup>[36]</sup>.

### **3.3. Refino**

A grande maioria dos óleos e gorduras para consumo humano é submetida aos processos de refino denominados refino químico e refino físico. A Figura 3 apresenta um fluxograma sobre as etapas de refino.



Figura 3. Fluxograma de produção de óleo vegetal.



Fonte: [37]

No refino químico, as etapas principais são: filtração, degomagem, (o óleo que após sua extração tem retirados os fosfolípidos), após a degomagem o óleo é refinado por meio de processos tecnológicos adequados como a neutralização alcalina, seguida de lavagem com água, secagem, branqueamento, winterização e desodorização [38]. O quadro 2 apresenta o resumo breve de cada etapa.

Quadro 2. Etapas do refino químico dos óleos vegetais.

Etapas	Procedimentos
<b>Filtração</b>	Realizada através de um filtro prensa, retira impurezas e os finos resultantes do processo de extração mecânica (partículas da matéria prima), branqueamento (terra branqueante que absorveu os corantes), winterização (ceras) e desodorização (polimento).

---

**Degomagem**

Pode ser com aplicação de água e/ou de ácido. O tratamento com ácido fosfórico é a primeira etapa do refino, particularmente importante para o óleo de soja. Também é aplicada a outras matérias-primas, como algodão e milho. Em alguns casos não é imprescindível, mas melhora consideravelmente o produto final e reduz as perdas de refino por emulsão. Após tratado, o óleo degomado é transferido para neutralização.

**Neutralização**

Este processo consiste em baixar a acidez do óleo, eliminando os ácidos graxos livres por meio de adição de solução alcalina (soda cáustica e água). A separação pode ser por decantação (em pequena escala) ou por centrifugação. O óleo sai da centrífuga de neutralização e vai para o tanque de primeira lavagem.

**Lavagem**

Após a neutralização, o óleo apresenta restos de sabão que devem ser retirados por meio de lavagem com água quente, em duas fases que garantem a limpeza completa.

**Secagem**

Consiste na redução do percentual de água contido no óleo, garantindo um valor mínimo para um bom desempenho na

---

---

**Branqueamento**

continuação do processo de refino e/ou comercialização.

pelo qual se retira parte dos pigmentos do óleo, principalmente os vermelhos e amarelos. Outras cores como o azul também são atingidos, mas com menor intensidade, assim como traços de metais, vitaminas e oxidações.

**Winterização**

Processo por meio do qual se retiram as ceras e estearinas cristalizáveis contidas no óleo. Este processo é indicado para óleos como: de algodão, milho, arroz e girassol.

**Desodorização**

Consiste em refinar fisicamente óleos vegetais, utilizando somente aquecimento, vapor direto e alto vácuo para retirar os ácidos graxos livres e substâncias odoríferas. Este processo pode ser descontínuo (pequena produção diária) ou contínuo (grande produção diária).

---

Fonte: [39],[40]

No refino físico, a remoção da goma do óleo acontece durante o processo de degomagem no método especial e remoção de ácidos graxos em processo de desodorização por vapor. Possui alta taxa de refinamento do óleo, menor perda de óleo. É sem descarte de água residual. E, também é especialmente adequado para óleos de alto teor de acidez<sup>[41]</sup>.

Utiliza-se também a prensagem a frio que envolve a moagem da semente forçando o óleo para fora. Existem prensas de vários tamanhos, de pequenas dimensões para uso doméstico a grandes prensas comerciais. As sementes são deixadas cair no interior de um cilindro que contém uma rosca, esta rosca mói e esmaga as sementes em uma câmara de compressão, até que o óleo é extraído<sup>[42]</sup>.

O óleo sai por pequenos furos no cilindro e é recolhido em um recipiente apropriado. Embora um pouco de calor seja gerado através da fricção quando a rosca quebra as sementes, geralmente não é calor suficiente para danificar o óleo – e por esse motivo tem de haver um monitoramento constante da temperatura, pois a extração a frio não pode ultrapassar 60°C, preservando as propriedades naturais das sementes <sup>[43]</sup>.

Além do âmbito alimentício, os óleos têm sido aproveitados como fonte de energia destinada a diversas áreas, abrindo oportunidades sociais, econômicas e, principalmente, ambientais. Muitas das vezes são usados para a produção do biodiesel e é utilizado em muitos países, principalmente no Brasil <sup>[44]</sup>.

### 3.4. Produção e tipos de óleos vegetais destinados ao consumo humano

A busca por novas características físicas e nutricionais de óleos permitiu a diversificação de produtos para o mercado consumidor. São apresentadas neste item as características das sementes que dão origem principais óleos vegetais.

#### 3.4.1. Soja

A soja [*Glycine max (L.) Merr.*] é uma leguminosa pertencente à família *Fabaceae*, à subfamília das *Papilionoidea* e do grupo das *Faseoleas*, originária do atual território do Vietnã, no leste da Ásia. Seu cultivo é conhecido na China à cerca de 5.000 anos <sup>[45]</sup>. O óleo de soja apresenta cor levemente amarelada, límpida, com odor e sabor suave característico.

Tabela 1. Evolução do óleo de soja, no Brasil, nos períodos de 2007 a 2018 (em 1000 toneladas), segundo Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais.

Safra	Produção	Farelo	Óleo
2014	86.397	30.752	6.109
2015	96.994	30.765	6.521
2016	96.199	30.229	6.580
2017	113.800	31.500	7.000
2018	108.800	32.700	7.700

Segundo ABIOVE, Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais, para o ano de 2018 o consumo do óleo de soja será de aproximadamente 7,7 milhões de toneladas. A tabela 2 mostra a evolução da produção de soja, da produção do farelo e do consumo doméstico do óleo, para as últimas décadas no Brasil.

Na última década observou que tanto a produção do farelo com do óleo obteve crescimento. A vantagem do óleo de soja em relação a outros se deve ao seu baixo preço aliado à sua boa qualidade <sup>[46]</sup>. Ele apresenta cor levemente amarelada, límpida, com odor e sabor suave característico. Estão presente no óleo de soja são os ácidos linoléico, oléico, palmítico e linolênico. Estas características fazem da soja e seus derivados um importante fator para a balança comercial brasileira.

#### **3.4.2. Canola**

A canola [*Brassica napus* L. e *Brassica rapa* L.] planta da família das crucíferas (como o repolho e as couves), pertence ao gênero *Brassica*. Os grãos de canola produzidos no Brasil possuem em torno de 24 a 27% de proteína e de 34 a 40% de óleo. Canola é um termo genérico internacional. O óleo de canola é um dos mais saudáveis, pois possui elevada quantidade de Ômega-3 (reduz triglicerídios e controla arteriosclerose), vitamina E (antioxidante que reduz radicais livres), gorduras monoinsaturadas (reduzem LDL) e o menor teor de gordura saturada (controle do colesterol) de todos os óleos vegetais. Atualmente a canola é cultivada em diversos países, sendo China, Canadá, Índia, Alemanha, França, Austrália e Polônia os maiores produtores mundiais <sup>[47]</sup>. O óleo de canola tem coloração amarelada com sabor e odor característico <sup>[48]</sup>.

#### **3.4.3. Milho**

O milho [*Zea mays* L.] é uma planta pertencente à família das gramíneas é provavelmente originário da área central do México, extensivamente utilizado como alimento humano ou ração animal, devido às suas qualidades nutricionais é uma planta de origem americana, já que é cultivada desde o período pré-colombiano. É um dos alimentos mais nutritivos que existem, contendo quase todos os aminoácidos conhecidos <sup>[49]</sup>. O óleo é obtido da semente do milho. Na indústria alimentícia ele é bastante usado, principalmente no preparo de bolos, tortas e doces.

Os seus benefícios estão relacionados a sua composição. Rico nas vitaminas E e A (com altos índices antioxidantes), ele possui baixos níveis de gordura saturada, responsável por trazer prejuízo á saúde. Uma parcela pequena deste óleo é utilizada também pela indústria farmacêutica. O óleo de milho é reconhecido como “premium” pela sua alta estabilidade, resultando numa longa vida de prateleira e resistência a oxidação mesmo durante frituras e pelo seu alto teor de ácidos graxos poli insaturados [50].

#### **3.4.4. Girassol**

O girassol [*Helianthus annuus L.*] teve inicialmente o Peru definido como seu centro de origem, porém, pesquisas arqueológicas revelaram o uso do girassol por índios norte-americanos, com pelo menos uma referência indicando o cultivo nos Estados de Arizona e Novo México, por volta de 3000 anos a. C [51].

O óleo da semente de girassol começou a ser consumido na Europa, no século XVIII. O óleo de girassol é produzido industrialmente a partir das sementes de girassol. Estas são limpas, secas, descascadas, trituradas e extraídas com solvente. Como todos os óleos vegetais, o óleo de girassol é essencialmente constituído por triacilgliceróis.

Tem um elevado teor em ácidos insaturados, mas um reduzido teor em ácido linolénico. O óleo de girassol é essencialmente rico no ácido linoleico. As variações no seu teor são consequência não só da variedade, mas também das diferenças climáticas durante o seu cultivo [52].

O antioxidante alfa-tocoferol presente no óleo de girassol apresenta, a temperaturas elevadas, menor atividade do que o gama-tocoferol dos óleos em que é mais abundante. Por outro lado, o óleo de girassol apresenta maior atividade em vitamina E (alfa-tocoferol) do que os óleos onde predomina a forma gama-tocoferol [53].

Pode ser utilizado a frio diretamente sobre os alimentos, em molhos para saladas, maioneses, etc. Entra ainda na composição de numerosas margarinas e cremes de barrar, em combinação com outros componentes de mais elevado ponto de fusão.

#### **3.4.5. Algodão**

Segundo o MAPA o óleo de Algodão extraído da semente da malvácea [*Gossypium herbaceum*] submetido ao processo de refino e desodorização por meio de processos

tecnológicos adequados. As sementes de algodão são excelentes fontes de proteína de baixo custo para formulações alimentícias.

Por causa do alto teor destes constituintes e da qualidade dos seus ácidos graxos e aminoácidos, eles representam uma fonte alimentícia importante para suplementar uma dieta deficientes em proteínas, usado em muitas áreas pobres do mundo<sup>[54]</sup>.

A semente coberta é rica em óleo, contém em média 60 % de caroço e 40 % de fibra. A polpa liberada com a quebra da casca possui de 30 a 40 % de proteína em base seca e de 30 a 38 % de óleo. A semente inteira contém de 15 a 24 % de óleo<sup>[55]</sup>.

#### **3.4.6. Chia**

A chia [*Salvia hispânica*] é uma planta herbácea muito conhecida que pertence à família Lamiáceas. Sua origem vem do sul do México e do norte da Guatemala onde já era utilizada a mais de dois mil anos, quando era consumida pelos povos maias na América Central, superada apenas pelo milho e feijão<sup>[56]</sup>.

As sementes de chia contêm cerca de 5 à 6% de mucilagem, uma fibra dietética solúvel que consegue reter até 27 vezes o seu peso em água. A mucilagem pode ser usada na indústria alimentar como uma espuma estabilizante, um agente de suspensão, emulsionante, adesivo ou agente de ligação, como resultado da sua capacidade de retenção de água e da viscosidade.

Portanto, a mucilagem das sementes de chia é uma nova fonte de polissacarídeos e pode potencialmente gerar um polímero interessante para revestimentos comestíveis<sup>[57]</sup>. Os benefícios nutricionais obtidos por consumir óleo de chia são principalmente atribuídos ao seu elevado teor de ácidos linolênico e linoléico, eles também mostram uma desvantagem tecnológica em termos de estabilidade do produto<sup>[58]</sup>.

Embora sejam substâncias naturalmente antioxidantes do óleo de chia, quando expostos aos fatores ambientais, tais como o ar, luz e temperatura, reações de oxidação produzem sabores indesejáveis, odores rançosos, descoloração e outras formas de deterioração, ou seja, a sua qualidade química pode ser alterada.

É pobre em fibras, proteínas e demais nutrientes encontrados em grande quantidade nas sementes. É rico em diversas substâncias antioxidantes, vitaminas do complexo B e minerais, como fósforo, potássio, zinco, cobre e cálcio<sup>[59]</sup>.

### 3.4.7. Linhaça

O nome científico da linhaça é *Linum usitatissimum* L. da família *Linaceae*, semente da planta do linho e uma das plantas mais antigas da história, os primeiros relatos da semente são datados de 5000 anos antes de Cristo, na Mesopotâmia <sup>[60]</sup>.

Atualmente é cultivada principalmente no Canadá, na Argentina, nos Estados Unidos, na Rússia e na Ucrânia <sup>[61]</sup>. A produção mundial de linhaça se encontra entre 2 300 000 e 2 500 000 toneladas anuais, sendo o Canadá seu principal produtor.

A Argentina é o maior produtor da América do Sul, com cerca de 80 toneladas/ano, já o Brasil apresenta uma produção menor, de cerca de 20 toneladas/ano <sup>[62]</sup>. No Brasil o grão é cultivado no estado do Rio Grande do Sul, em Ijuí, Tupanciretã, São Miguel das Missões, São Luiz Gonzaga, Giruá, Santa Rosa, Guarani das Missões, Três de Maio, Panambi, Santa Bárbara, Santo Augusto e proximidades <sup>[63]</sup>.

O óleo de linhaça contém grandes quantidades de ácido alfa-linolênico, um AcG insaturado. Os vegetarianos e os veganos costumam usa-lo como um substituto para o óleo de peixe. Existem duas variedades de linhaça para consumo humano, a linhaça marrom e a linhaça dourada. Sua cor é determinada pela quantidade de pigmentos no revestimento externo da semente <sup>[64]</sup>.

A semente de linhaça possui em sua composição química cerca de 30 a 40% de lipídio, 20 a 25% de proteína, 20 a 28% de fibra dietética total, 4 a 8% de umidade e 3 a 4% de cinzas, além de vitaminas A, B, D e E. Funciona tão bem como as estatinas na redução do colesterol, e é uma grande fonte de magnésio, potássio, fósforo, cálcio e enxofre.

### 3.4.8. Macadâmia

A macadâmia [*Macadamia integrifolia*] originária da Austrália. A produção mundial de macadâmia é de aproximadamente 44.000 toneladas métricas, 86% dos quais vêm da Austrália, África do Sul, Quênia, Estados Unidos e Malawi. A Austrália é o maior produtor do mundo, com cerca de 14.100 toneladas métricas.

A composição química da macadâmia pode variar consideravelmente, dependendo da maturação da semente, localização e condições de crescimento <sup>[65]</sup>. As macadâmias constituem as sementes comestíveis com o maior teor de gorduras monoinsaturadas, entre as mais conhecidas são os ácido oleico, palmitoléico, palmítico e linoléico <sup>[66]</sup>.



#### 4. Parâmetros físico-químicos aplicados aos óleos vegetais

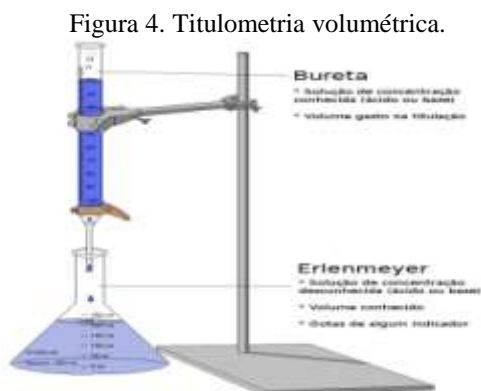
Análises físico-químicas são aquelas que fornecem informações sobre as propriedades químicas ou físicas dos constituintes de uma amostra ou sobre a própria amostra <sup>[67]</sup>. As técnicas instrumentais, baseadas em determinados princípios físicos e químicos desempenham importante papel avaliador da qualidade e segurança dos alimentos.

O seu uso torna-se decisivo para equacionar e resolver problemas de saúde pública e também para definir e complementar ações de vigilância sanitária. É de fundamental importância, também, o aperfeiçoamento de técnicas analíticas que sejam simples, rápidas, de fácil manuseio e de baixo custo <sup>[68]</sup>.

Os métodos volumétricos de análise consistem na medida do volume de uma solução, de concentração exatamente conhecida (solução padrão), necessário para reagir completamente com uma espécie que se deseja quantificar (analito), ou vice-versa. <sup>[69]</sup>. Essa é uma técnica que faz parte da Química Analítica Clássica e atende às características acima citadas.

A titulação, como o processo é chamado, consiste em adicionar controladamente, por intermédio de uma bureta, uma solução (titulante) sobre outra solução (titulado) que normalmente está em um erlenmeyer até que a reação se complete. Uma das soluções tem que ter a concentração exatamente conhecida e a concentração da outra solução é determinado por comparação.

O ponto onde ocorre o fim da reação é chamado ponto de equivalência ou ponto final teórico. O fim da titulação deve ser identificado por alguma mudança no sistema que possa ser perceptível ao olho humano ou a algum equipamento de medida <sup>[70]</sup>, como é representado na figura 4.



Fonte: <sup>[71]</sup>

Nas titulações visuais usa-se um reagente auxiliar, o indicador, que deverá provocar uma mudança visual na solução que está sendo titulada, devido a uma reação paralela deste com o titulante. O ponto onde isto ocorre é denominado ponto final da titulação. Em uma titulação ideal o ponto final coincide com o ponto de equivalência.

Na prática, no entanto, ocorre uma pequena diferença entre esses dois pontos que representa o erro da titulação. O indicador e as condições experimentais devem ser selecionados de modo que a diferença entre o ponto final e o ponto de equivalência seja tão pequena quanto possível.

A reação deve ser praticamente instantânea ou proceder com grande velocidade de tal modo que o equilíbrio seja imediatamente estabelecido a cada adição do titulante. Deve haver uma mudança de energia livre marcante conduzindo à alteração de alguma propriedade física ou química da solução no ponto de equivalência.

Segue, abaixo, uma breve descrição dos índices a serem determinados:

O **índice de acidez** caracteriza a rancidez hidrolítica que é a hidrólise da ligação éster pela enzima lipase e umidade, este índice revela o estado de conservação dos óleos na qual a decomposição dos glicerídeos é acelerada por aquecimento e pela luz, sendo a rancidez quase sempre acompanhada pela formação de ácido graxo livre <sup>[43]</sup>. É definido como o número de miligramas de hidróxido de potássio necessárias para neutralizar um grama da amostra. O método é aplicável a óleos brutos e refinados, vegetais e animais, e gorduras animais. Os métodos que avaliam a acidez titulável resumem-se em titular, com soluções de alcali-padrão, a acidez do produto ou soluções aquosas/alcoólicas do produto, assim como os ácidos graxos obtidos dos lipídios<sup>[72]</sup>.

O **índice de peróxido** caracteriza a rancidez oxidativa; é o índice de que a deterioração do sabor e odor, em função de sua estabilidade, está iniciando. É um método clássico e sensível na determinação de hidroperóxidos, produtos primários da oxidação. A presença destes compostos é um índice da deterioração das amostras de óleos e gorduras. Portanto, é um indicador do estágio inicial de alterações oxidativas. Quando sua concentração atinge certo nível, mudanças complexas ocorrem, formando compostos de baixo peso molecular oriundos de sua degradação. O método que mede o índice de peróxido é feito pela determinação do cátion de uma base, necessário para neutralizar compostos oxidados e expressando o resultado em mili-equivalentes  $\text{kg}^{-1}$ <sup>[73]</sup>.

O **índice de saponificação** indica a quantidade relativa de ácidos graxos de alto e baixo peso molecular. Expressa o número de miligramas de hidróxido de potássio para saponificar um grama de amostra <sup>[74]</sup>.

A **densidade** indica a razão da massa da amostra em relação à da água por unidade de volume a 25°C e é aplicável a todos os óleos e gorduras líquidas <sup>[75]</sup>.

O **índice de refração** tem grande utilidade no controle dos processos de hidrogenação, visto que os óleos possuem poderes de refração diferentes; assim, o índice de refração de um óleo aumenta com o comprimento da cadeia hidrocarbonada e com o grau de insaturação dos ácidos graxos constituintes dos triglicerídeos <sup>[76]</sup>. Esses índices são muito usados como critério de qualidade e identidade desses óleos. É a relação existente entre a velocidade da luz no ar e no meio (substância em exame). Ele varia na razão inversa da temperatura e tende a aumentar com o grau de insaturação dos ácidos graxos constituintes dos triglicerídeos <sup>[77]</sup>.

O controle de qualidade é uma medida adotada por organizações de diferentes segmentos em todo mundo, para definir padrões em procedimentos, políticas e ações, de maneira uniforme. As propriedades de a integridade dos alimentos, além do controle de qualidade interno, possuem vários órgãos em todo o mundo que regulamentam tais padrões e especificações técnicas. Cada país possui sua legislação sobre e o não cumprimento da lei pode render sanções. O órgão brasileiro que fiscaliza e aplica a legislação para os estabelecimentos do ramo alimentício é a Agência Nacional de Vigilância Sanitária. A identidade de óleos vegetais, incluindo azeites de oliva, e de gorduras vegetais deve atender aos requisitos de composição estabelecidos em normas do Codex Alimentarius - FAO/OMS. A tabela 2 apresenta as principais características físico-químicas dos óleos vegetais propostos pela Codex Alimentarius - FAO/OMS. Os requisitos para estabelecer o produto como aceito estão listados abaixo:

Tabela 2. Índice de acidez e índice de peróxido óleos vegetais, segundo MAPA, Nº 49, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2006.

	Óleos e gorduras refinados*	Óleos prensados a frio e não refinados	Óleo de chia refinado	Óleo de macadâmia refinado	Óleo de linhaça refinado
<b>Índice de acidez</b>	0,3 mg de KOH por grama	4,0 mg KOH por grama			Não legislado

<b>(ácido oleico a cada 100g )</b>			
<b>Índice de peróxido (Máximo)</b>	10 meq Kg <sup>-1</sup>	20 meq kg <sup>-1</sup>	Não legislado

\*Óleos de algodão, canola, girassol, milho, misto e soja.

A Tabela 3 abaixo detalha as características físico-químicas presentes nos óleos refinados de soja, girassol, canola, algodão, milho, misto de acordo com a ANVISA e o MAPA, vale ressaltar que para os óleos de chia, macadâmia e linhaça ainda não há parâmetros estabelecidos. Estes óleos apresentam características específicas quanto a composição, logo há necessidade de parâmetros legais que auxiliem a população.

Tabela 3. Índice de saponificação, densidade e índice de refração segundo MAPA, Nº 49, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2006.

	<b>Índice de Saponificação (mg KOH g<sup>-1</sup>)</b>	<b>Densidade a 25°C (g.cm<sup>-3</sup>)</b>	<b>Índice de refração a 40 °C</b>
<b>Óleo de soja</b>	189-195	0,914 a 0,922	1,466 a 1,470
<b>Óleo de milho</b>	187-193	0,917 a 0,925	1,465-1,468
<b>Óleo de algodão</b>	189-198	0,918 a 0,926	1,458 - 1,466
<b>Óleo de canola</b>	182-193	0,914 a 0,920	1,465-1,467
<b>Óleo de girassol</b>	188-194	0,909 a 0,915	1,467-1,469
<b>Óleo de linhaça</b>	347 <sup>b</sup>	4,28 <sup>b</sup>	1,480- 1,484 <sup>a</sup>
<b>Óleo de macadâmia</b>	Não legislado	Não legislado	Não legislado
<b>Óleo de chia</b>	Não legislado	Não legislado	Não legislado

a - Figueiredo, P.S. ; CANDIDO, C. J. ; ; HIANE, P. A. ; GUIMARÃES, R. C. A.

b- Ribeiro, E.C.S. Marques, T. C., Bastos, G.L.R. , Dos Santos , A.C.C., Sabaa-Srur, A.U.O. , Croccia, C.

## 5. Materiais e Métodos

### 5.1. Amostragem

Foram compradas no comércio local 29 amostras de óleos vegetais comestíveis, sendo 01 de algodão, 06 de canola, 01 de chia, 06 de girassol, 03 de linhaça, 01 de macadâmia, 03 de milho, 07 de soja e uma amostra de óleo misto. Os óleos vegetais de chia, linhaça e macadâmia, por serem mais nobres e com maior valor comercial, foram

adulterados com concentrações de 25%, 50% e 75% m/m% de óleo de soja para verificação de possíveis alterações na sua composição química em função do adulterante. Essas adulterações resultaram em 30 amostras.

As amostras de óleo foram codificadas de acordo com o tipo de oleaginosa, e a marca comercial. Denominou a primeira letra do tipo de óleo, e a numeração indicou a marca comercial, como no exemplo G01, significando, G- Girassol; 01- Marca comercial específica. Para as amostras adulteradas seguiu também esse estilo de codificação, como no exemplo LNQ01, significando, L- Linhaça; N- Marca comercial do óleo de linhaça; Q-Marca comercial do óleo de soja; 01- Primeira amostra analisada. Adotou esse tipo de nomenclatura para todas as amostras adulteradas.

## 5.2. Reagentes e soluções

Todos os reagentes utilizados neste trabalho são de grau analítico ou similar. Para o preparo das soluções foi utilizada água destilada e deionizada (QUIMIS- Q380-12, Brasil). A solução de hidróxido de sódio (NaOH)  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  foi preparada pesando-se 4,01 g de NaOH (SYNTH, Brasil) em um bécker de 50 mL.

Em seguida, uma pequena alíquota de água destilada foi adicionada para dissolver o NaOH ainda no Becker. Após a diluição parcial, esta solução foi transferida para um balão volumétrico de 1000 mL com auxílio de um funil de vidro. Tanto o Becker quanto o funil foram usados para a retirada completa de resíduos dessa solução para dentro do balão volumétrico.

O volume final da solução no balão volumétrico foi aferido pelo menisco adicionando-se a quantidade suficiente de água destilada. Esta solução foi padronizada pela solução-padrão de hidrogenoftalato de potássio ( $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ ) de concentração  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ , sendo obtido o fator de correção de 1,211. Para a solução de éter-álcool (2:1) foram misturados 300 mL de éter etílico (VETEC, Brasil) e 150 mL de álcool etílico (VETEC, Brasil) e armazenou em frascos âmbar. Essas soluções foram utilizadas na determinação do índice de acidez.

A solução de tiosulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) foi preparada com água destilada previamente fervida de concentração  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  sendo obtido o fator de correção 1,184. Dissolveram 24,9 g de tiosulfato de sódio pentaidratado  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (SYNTH,

Brasil) e 0,2 g carbonato de sódio  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (SYNTH, Brasil) em um balão de volumétrico de 1000 mL, contendo 200 ml de água destilada fervida. Agitou até completar total dissolução do  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  e completou o volume para 1000 mL. Guardou esta solução ao abrigo de luz e esperou a estabilização da temperatura. Foi preparada a solução saturada de KI, pesando-se 30 g KI (SYNTH, Brasil) e 21 mL de água.

Conservou a solução em frasco âmbar e utilizou quando necessário. Foi preparada também a solução de amido indicador pesando 1 g de amido P.A. (SYNTH, Brasil) e transferiu para béquer de 250 mL, adicionou cerca de 15 mL de água para formar uma pasta. Acrescentou água fervente para completar 100 mL manteve-se em ebulição até resultar uma solução transparente. Ao esfriar foi utilizada. Essas soluções foram utilizadas na determinação do índice de peróxido.

A solução de ácido clorídrico,  $\text{HCl}$   $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  foi preparada, sendo obtido o fator de correção 0,928. Diluiu 42 mL de ácido clorídrico concentrado  $\text{HCl}$  (VETEC, Brasil) em água destilada e completou o volume até 1000 mL. Preparou também a solução de hidróxido de potássio,  $\text{KOH}$  (SYNTH, Brasil) a 4% dissolvendo 4 g de  $\text{KOH}$  em álcool etílico absoluto  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  (VETEC, Brasil) e completou o volume para 100 mL. Usou como indicador a fenolftaleína. Essas soluções foram utilizadas na determinação do índice de saponificação.

A densidade a  $25^\circ\text{C}$  foi determinada a partir da balança analítica (MCientífica, Brasil). Para o índice de refração foi utilizado o refratômetro Abbé (QUIMIS, Brasil) equipado com escala padrão. A limpeza do prisma foi feita com algodão umedecido com acetona.

### **5.3. Metodologias**

Para este trabalho foram adotadas as metodologias oficiais descritas no capítulo XVI Óleos e Gorduras do Manual de Análises de Óleos e Gorduras do Instituto Adolfo Lutz.

#### **5.3.1. Índice de acidez**

Pesaram-se aproximadamente 2,0 g da amostra de óleo devidamente homogeneizadas e completamente líquidas em frasco erlenmeyer de 125 mL. Adicionaram-se 25 mL de solução de éter-álcool (2:1) neutra e duas gotas do indicador

fenolftaleína. Titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,1 mol L<sup>-1</sup> até o aparecimento da coloração rósea, a qual persistiu por 30 segundos.

Para o cálculo do índice de acidez foi utilizada a fórmula:

$$\text{Índice de Acidez} = \frac{v \times f \times M \times 28,2}{P (g)} \quad (\text{eq. 1})$$

Onde: v = nº de mL de solução de hidróxido de sódio 0,1 M gasto na titulação P = nº de g da amostra f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio obtida a partir da titulação com uma solução padrão de bifitalato de potássio de concentração 0,1 mol L<sup>-1</sup> com fator de correção de 1,21.

### 5.3.2. Índice de peróxido

Pesaram-se aproximadamente 5,0 g da amostra em um frasco erlenmeyer de 125 mL. Adicionaram-se 30 mL da solução ácido acético-clorofórmio 3:2 e agitou-se até a completada dissolução da amostra. Adicionou-se 0,5 mL da solução saturada de KI e deixou em repouso ao abrigo da luz por exatamente um minuto. Acrescentaram-se 30 mL de água e titulou-se com solução de tiosulfato de sódio 0,01 mol L<sup>-1</sup> sob constante agitação. Continuou a titulação até que a coloração amarela quase desapareceu. Adicionou 0,5 mL de solução de amido utilizada como indicador e continuou a titulação até o completo desaparecimento da coloração azul. Preparou uma prova em branco, nas mesmas condições e tituló. Esse valor foi utilizado para descontar o volume do titulado nas amostras de óleo vegetal analisadas.

Para o cálculo do índice de peróxido foi utilizada a fórmula descrita pela equação 2:

$$\text{Índice de Peróxido} = \frac{(A-B) \times N \times f \times 1000}{P} \quad (\text{eq. 2})$$

Onde: A = volume de solução de tiosulfato de sódio gasto na titulação da amostra; B = volume de solução de tiosulfato de sódio gasto na titulação da amostra em branco; N = Normalidade da solução de tiosulfato de sódio; f = fator de correção 1,184 da solução de tiosulfato de sódio obtida a partir da titulação com uma solução padrão de dicromato de potássio de concentração 0,1 mol. L<sup>-1</sup>; 1000 = fator de correção em função do volume e P = massa da amostra utilizada.

### 5.3.3. Índice de saponificação

Pesaram-se aproximadamente 2,0 a 3,0 g de amostra. Um volume de 50 mL da solução alcoólica de KOH foi adicionado a essa massa de amostra. Uma amostra em

branco foi preparada. As amostras foram fervidas suavemente em banho-maria até a completa saponificação (aproximadamente uma hora). Após o resfriamento, as paredes internas do erlenmeyer foram lavadas com um pouco de água fria. A solução foi titulada com HCl 0,5 mol L<sup>-1</sup> tendo a fenolftaleína como indicador até o desaparecimento da coloração rósea.

Esta metodologia não é descrita desta maneira no Manual do Instituto Adolfo Lutz.

O índice de saponificação foi calculado segundo a equação 3:

$$\text{Índice de Saponificação} = \frac{26,06 \times f \times (B-A)}{P} \text{ (eq.3)}$$

Onde, A= volume gasto na titulação da amostra; B= volume gasto na titulação do branco; f= fator da solução de HCl obtida pela padronização com uma solução padrão de hidróxido de sódio de concentração 0,1 mol L<sup>-1</sup> sendo encontrado o valor de 0,928 e P = é a massa da amostra.

#### 5.3.4. Densidade

Pesou-se o béquer vazio e anotou-se o seu peso. Em seguida pesou uma alíquota de amostra pipetada por uma pipeta volumétrica de 1,0 mL. A temperatura do laboratório foi mantida a 25 °C. Com os dados obtidos a densidade foi determinada.

#### 5.3.4. Índice de Refração

Ajustou previamente o refratômetro de Abbé com água destilada e deionizada. Fez-se circular uma corrente de água a 40 °C pelo aparelho até a estabilização da temperatura, controlando a variação da temperatura em ± 0,1°C. Os prismas do instrumento foram fechados e travados. Esse prisma tem um índice de refração teórico de 1333 a 20 °C.

As amostras foram inseridas no refratômetro com o auxílio de uma pipeta pauster e foram necessários 2 minutos para que a temperatura da amostra entrasse em equilíbrio térmico com a temperatura do aparelho, 40 °C. O instrumento e a luz foram então ajustados para obter a leitura mais distinta possível para o índice de refração. Três leituras foram feitas por amostra e a média calculada. Os prismas foram limpos com um algodão umedecido com acetona entre uma amostra e outra.

A temperatura foi corrigida pela fórmula descrita na equação 4:

$$R = R' + K(T' - T) \text{ (eq.4)}$$

Onde, R= leitura à temperatura T; R'= leitura à temperatura T'; T = temperatura padrão; T' temperatura na qual a leitura R' foi feita e K= 0,0003885 é o fator utilizados para óleos



## 6. Resultados e Discussões

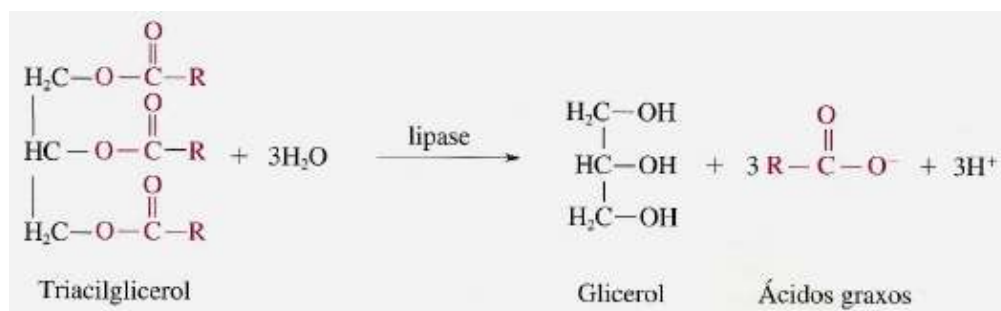
### 6.1. Índice de Acidez

#### 6.1.1. Amostras Puras

O índice de acidez pode ser influenciado por fatores como maturação dos grãos, e o tempo de estocagem da matéria-prima, pois quanto maior o tempo maior é o índice de acidez <sup>[46]</sup>. Por isso, está intimamente ligado a qualidade da matéria prima. Um processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio.

A decomposição dos trigliceróis é acelerada por fatores como: aquecimento, luz, presença de água, metais e dentre outros. Um elevado índice de acidez indica, portanto, que o óleo ou gordura está sofrendo quebras em sua cadeia, liberando seus constituintes principais: os ácidos graxos. <sup>[78]</sup>. A Figura 5 apresenta uma proposta para a rancidez hidrolítica.

Figura 5. Proposta para a rancidez hidrolítica.



Fonte: <sup>[79]</sup>

Neste processo ocorre à liberação de enzimas lípases (responsável pela quebra dos lipídeos, principalmente triglicérides), ao quebrar as moléculas de gordura as transforma em ácidos graxos livres e glicerol <sup>[80]</sup>. A neutralização de AsGs livres com soluções alcalinas é geralmente utilizada para a maioria dos óleos após a extração. Por isso é de extremo valor a avaliação do estado de deterioração (rancidez hidrolítica) do óleo vegetal disponível para o consumo.

Óleos e/ou gorduras utilizados em processos de frituras são muito suscetíveis à hidrólise pela ação da temperatura elevada na presença de água. Na Tabela 4 é demonstrado os índices de acidez obtidos para as amostras de óleo não adulteradas.

Tabela 4. Resultados da determinação do índice de acidez ( $\text{mg g}^{-1}$ ).

<b>Óleos Vegetais</b>	<b>Índice de Acidez</b>	<b>Óleos Vegetais</b>	<b>Índice de Acidez</b>
G01	0,026 $\pm$ 0,005	C16	0,0002 $\pm$ 0,0
G02	0,015 $\pm$ 0,0001	C17	0,012 $\pm$ 0,004
G03	0,009 $\pm$ 0,0001	C18	0,012 $\pm$ 1 $\times$ 10 <sup>-3</sup>
G04	0,035 $\pm$ 0,0001	C19	0,013 $\pm$ 3 $\times$ 10 <sup>-4</sup>
G05	0,041 $\pm$ 0,0001	C20	0,048 $\pm$ 1 $\times$ 10 <sup>-4</sup>
G06	0,010 $\pm$ 0,001	C21	0,008 $\pm$ 8 $\times$ 10 <sup>-4</sup>
S07	0,111 $\pm$ 0,0	CH22	0,062 $\pm$ 0,02
S08	0,008 $\pm$ 0,001	M23	0,012 $\pm$ 0,002
S09	0,015 $\pm$ 0,005	M24	0,007 $\pm$ 0,001
S10	0,013 $\pm$ 0,004	M25	0,011 $\pm$ 0,003
S11	0,023 $\pm$ 0,001	L26	0,063 $\pm$ 0,002
S12	0,022 $\pm$ 0,001	L27	0,024 $\pm$ 0,002
S13	0,011 $\pm$ 0,002	L28	0,075 $\pm$ 0,002
M14	0,006 $\pm$ 1 $\times$ 10 <sup>-5</sup>	MA29	0,041 $\pm$ 9 $\times$ 10 <sup>-4</sup>
A15	0,011 $\pm$ 0,002		

Todas as amostras dos óleos vegetais apresentaram valores abaixo do limite máximo permitido pela ANVISA que é 0,3 g ácido oleico por 100g de amostra (*vide* Tabela 4). Possivelmente esse grau de acidez foi obtido em virtude da baixa quebra hidrolítica, sugerindo que as amostras foram conservadas e as sementes preservaram sua qualidade

química, pois caso contrário o índice de acidez seria elevado<sup>[81]</sup>. Dentro do índice de acidez, as amostras estão liberadas para o consumo.

Devido à proximidade de valores obtidos optou-se por apresentar os resultados com três casas decimais para mais facilmente se detectarem diferenças entre os óleos estudados. Os óleos de girassol (G01, G02, G03, G03, G04, G05, G06) variaram entre 0,009 e 0,041. O maior índice de acidez entre os óleos de girassol foi da amostra G05.

Os óleos de soja (S07, S08, S09, S10, S11, S12, S13) variaram entre 0,11 e 0,008 diferentemente do óleo de girassol, o óleo de soja apresentou uma maior escala com extremidades distintas. Sugere-se que essas distinções estão associadas à qualidade do grão também.

Na indústria oleaginosa os grãos passam por um período relativamente longo de armazenamento, compensando a sazonalidade entre safras para que não ocorra falta de matéria prima para extração do óleo. Quanto maior o tempo de armazenagem em silos comuns maior será o índice de acidez, em função de ações enzimáticas<sup>[82]</sup>.

Vale destacar a amostra M14 por seu baixo índice. A amostra M14 é uma mistura dos óleos de canola, girassol e de milho, sugere-se a partir do índice de acidez que a mistura das sementes oleaginosa podem ser o motivo para o retardamento da decomposição por hidrólise. Para os óleos de canola (C16, C17, C18, C19, C20, C21) verificou baixo índice de acidez.

Os óleos de algodão (A15), chia (CH22), e macadâmia (MA29), provenientes das sementes que são excelentes fontes de gorduras mono e poli-insaturada, auxiliadoras no aumento do colesterol bom (HDL), apresentaram um índice de acidez baixo também. Os óleos de milho (M23, M25) apresentaram valores bem próximos entre eles. Indicando que a composição química é semelhante, embora sejam de fabricantes diferentes.

Os óleos de linhaça (L27, L26, L28) apresentou uma variação crescente  $0,02 < 0,06 < 0,07$ , respectivamente. As sementes de linhaça são ricas em ácido graxos insaturados, como estes: ômega-3 e ômega-6, mas pode oxidar se exposto à luz. Por meio desse índice, verificou que eles estavam conservados quimicamente, quanto à quebra hidrolítica.

### 6.1.2. Amostras Adulteradas

A tabela 5 apresenta os resultados para os óleos de linhaça, macadâmia e chia de diferentes marcas comerciais adulterado com os óleos de soja (S11) e (S12).

Tabela 5. Resultados da determinação do índice de acidez das amostras adulteradas.

<b>Óleos Vegetais</b>	<b>Índice de Acidez</b>	<b>Óleos Vegetais</b>	<b>Índice de Acidez</b>
LNQ01- Linhaça 75% Soja 25%	0,04±0,004	LGL22- Linhaça 75% Soja 25%	0,02±0,001
LNQ02- Linhaça 50% Soja 50%	0,03±0,002	LGL23- Linhaça 50% Soja 50%	0,04±0,01
LNQ03- Linhaça 25% Soja 75%	0,02±0,0004	LGL24- Linhaça 25% Soja 75%	0,03±0,001
LNL16- Linhaça 75% Soja 25%	0,04±0,002	MAQ10- Macadâmia 75% Soja 25%	0,033±0,001
LNL17- Linhaça 50% Soja 50%	0,04±0,001	MAQ11- Macadâmia 50% Soja 50%	0,019±0,002
LNL18- Linhaça 25% Soja 75%	0,02±0,002	MAQ12- Macadâmia 25% Soja 75%	0,032±0,01
LPQ04- Linhaça 75% Soja 25%	0,02±5x10 <sup>-05</sup>	MAL25- Macadâmia 75% Soja 25%	0,032±0,004
LPQ05 - Linhaça 50% Soja 50%	0,03±0,01	MAL26- Macadâmia 50% Soja 50%	0,017±0,001
LPQ06- Linhaça 25% Soja 75%	0,05±0,002	MAL27- Macadâmia 25% Soja 75%	0,018±0,002

LPL19- Linhaça 75% Soja 25%	0,04±0,003	CHQ13- Chia 75% Soja 25%	0,065±0,002
LPL20- Linhaça 50% Soja 50%	0,03±0,001	CHQ14- Chia 50% Soja 50%	0,047±5x10 <sup>-4</sup>
LPL21- Linhaça 25% Soja 75%	0,03±0,001	CHQ15- Chia 25% Soja 75%	0,027±0,007
LGQ07- Linhaça 75% Soja 25%	0,04±0,003	CHL28- Chia 75% Soja 25%	0,056±0,0
LGQ08- Linhaça 50% Soja 50%	0,01±0,003	CHL29- Chia 50% Soja 50%	0,045±0,002
LGQ09- Linhaça 25% Soja 75%	0,03±0,003	CHL30- Chia 25% Soja 75%	0,033±0,001

L- Óleo de Linhaça ; N- Marca comercial ; Q ou L- marca comercial do óleo adulterante .  
 L- Óleo de Linhaça; G- Marca comercial ; Q ou L - marca comercial do óleo adulterante.  
 L- Óleo de Linhaça ; P- Marca comercial ; Q ou L- marca comercial do óleo adulterante.  
 CH- Óleo de Chia; Q ou L- marca comercial do óleo adulterante.  
 MA- Óleo de macadâmia; Q ou L- marca comercial do óleo adulterante.

Observou que as adulterações nos óleos de linhaça, macadâmia e chia apresentaram valores crescentes nos índices de acidez à medida que se adiciona mais óleo de soja às amostras destes óleos. Para essa tendência, sugere-se uma deterioração pela presença de ácidos graxos livres, provenientes da hidrólise dos triacilgliceróis. As amostras de óleos de soja puro apresentaram os respectivos índices 0,022±0,001 (S12) e 0,023±0,001 (S11). Pelo índice de acidez, quatro amostras LGL22 (Linhaça 75% Soja 25%); LPQ04 (Linhaça 75% Soja 25%); LNL18 (Linhaça 25% Soja 75%); LNQ03 (Linhaça 25% Soja 75%); apresentaram o índice próximo aos dos óleos de soja puro, indicando que a rancidez hidrolítica pode ser proveniente dos óleos de soja.

Para as adulterações feitas nas amostras CHQ13 (Chia 75% Soja 25%), CHL28 (Chia 75% Soja 25%), CHQ14 (Chia 50% Soja 50%); CHL29 (Chia 50% Soja 50%), CHQ15 (Chia 25% Soja 75%); CHL30 (Chia 25% Soja 75%) o índice de acidez diminuiu à medida que a participação do óleo de soja aumentou, conforme a tabela 6. Sugere-se que esse aumento está associado diretamente ao óleo de soja.

Tabela 6. Índice de acidez para os óleos de chia adulterados com óleo de soja (mg/ g).

CHSQ13- Chia 75% Soja 25%	0,065±0,002
CHSQ14- Chia 50% Soja 50%	0,047±5x10 <sup>-4</sup>
CHSQ15- Chia 25% Soja 75%	0,027±0,007
CHSL28- Chia 75% Soja 25%	0,056±0,0
CHSL29- Chia 50% Soja 50%	0,045±0,002
CHSL30- Chia 25% Soja 75%	0,033±0,001

Há uma dificuldade na interpretação porque a semente de chia é classificada como produtos sem histórico de uso coberto por regulamentos técnicos específicos contidos na petição de avaliação de novos alimentos ou novos ingredientes <sup>[83]</sup>.

Verifica-se que o índice de acidez é um parâmetro válido para distinguir as possíveis fraudes dos óleos comerciais, uma vez que este índice apresentou sensibilidade para os óleos de linhaça, macadâmia e chia.

## 6.2 Índice de Peróxido

### 6.2.1. Amostras Puras

O Índice de peróxido é a maneira comum de detectar rancidez da gordura. A oxidação é um processo autocatalítico e desenvolve-se em aceleração crescente, uma vez iniciada.

Fatores como temperatura, enzimas, luz e íons metálicos podem influenciar a formação de radicais livres. Na Tabela 6 são demonstrados os índices de peróxido obtidos.

Tabela 6. Resultados da determinação do índice de peróxido (mili-equivalentes Kg<sup>-1</sup>).

Óleos Vegetais	Índice de Peróxido	Óleos Vegetais	Índice de Peróxido
G01	43±5	C16	65±12
G02	117±11	C17	66±9
G03	78±9	C18	70±4
G04	42±14	C19	14±2

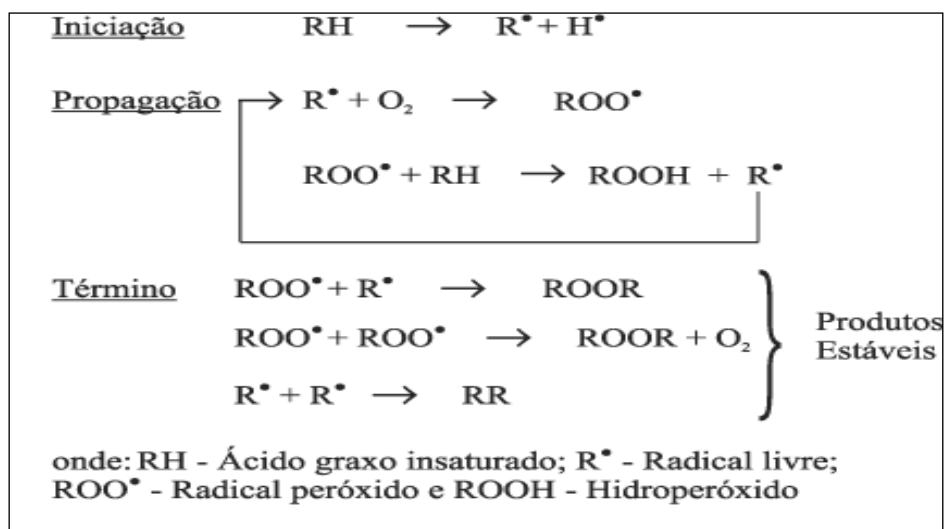
G05	71±17	C20	86±20
G06	36±17	C21	102±1
S07	79 ±9	CH22	63±16
S08	314 ±93	M23	44±10
S09	76±52	M24	53±21
S10	64±4	M25	29±6
S11	87±1	L26	93±3
S12	31±19	L27	86±11
S13	66±40	L28	111±42
MI14	94±5	MA29	27±7
A15	42±0,5		

---

O radical livre em contato com oxigênio molecular forma um peróxido que, em reação com outra molécula oxidável, induz a formação de hidroperóxido e outro radical livre. Os hidroperóxidos dão origem a dois radicais livres, capazes de atacar outras moléculas e formar mais radicais livres, dando assim uma progressão geométrica. As moléculas formadas, contendo o radical livre, ao se romperem formam produtos de peso molecular mais baixo (aldeídos, cetonas, álcoois e ésteres), os quais são voláteis e responsáveis pelos odores da rancificação<sup>[84]</sup>.

A oxidação ocorre quando o oxigênio atmosférico ou dissolvido no óleo reage com ácidos graxos insaturados, que são tanto mais reativos quanto maior o número de insaturações em suas cadeias<sup>[85]</sup>. A auto-oxidação é o principal mecanismo de oxidação dos óleos e gordura, a Figura 6 representa de forma geral o mecanismo da oxidação lipídica

Figura 6. Esquema geral do mecanismo da oxidação lipídica.



Fonte: [86]

Como pode ser observada, a autoxidação dos lipídios está associada à reação do oxigênio com ácidos graxos insaturados e ocorre em três etapas [86]:

- Iniciação – ocorre a formação dos radicais livres do AsGs devido à retirada de um hidrogênio do carbono alílico na molécula, em condições favorecidas por luz e calor;
- Propagação – os radicais livres que são prontamente susceptíveis ao ataque do oxigênio atmosférico, são convertidos em outros radicais, aparecendo os produtos primários de oxidação (peróxidos e hidroperóxidos) cuja estrutura depende da natureza dos ácidos graxos presentes. Os radicais livres formados atuam como propagadores da reação, resultando em um processo autocatalítico;
- Término – dois radicais combinam-se, com a formação de produtos estáveis (produtos secundários de oxidação) obtidos por cisão e rearranjo dos peróxidos (epóxidos, compostos voláteis e não voláteis).

Diante do índice de peróxido determinado, todos os óleos analisados estão fora dos parâmetros legislados pela ANVISA, que corresponde ao máximo de  $10 \text{ meq Kg}^{-1}$ . Vale ressaltar que a unidade miliequivalente (meq) não é usada mais no Brasil, porém é preciso lista-la e determinar certos índices com essa unidade por que outros países essa unidade de concentração ainda é usada de forma corriqueira. Muitos produtos



alimentares importados, como os azeites de oliva, por exemplo, trazem consigo seus laudos de qualidade expedidos em seus países de origem que ainda contemplam essa unidade no índice de peróxido. Para se tornar mais fácil a comparação, órgãos fiscalizadores como a ANVISA ainda a utilizam em suas regulamentações.

Vale destacar as amostras de soja (S07, S08, S09, S10, S11, S12, S13) o óleo é ricamente composto por ácidos graxos poli-insaturados. A amostra S08 apresentou maior índice entre os óleos de soja, esta amostra é a mais barata do mercado e uma das usadas para a adulteração dos óleos de chia, linhaça e macadâmia.

Sugere-se que o aumento no índice de peróxido para todas as amostras está relacionado à interação do oxigênio atmosférico com as insaturações presentes nas cadeias dos ácidos graxos. Dos óleos de girassol, destaca-se a amostra G02, com maior índice entre os óleos de girassol, tem um levado teor em ácidos insaturados (cerca de 80%). O óleo de girassol é essencialmente rico no ácido graxo essencial (AGE), ácido linoleico <sup>[87]</sup>. Fatores como temperatura, enzimas, luz e íons metálicos podem ter influenciado a formação de radicais livres.

Os óleos de milho ficaram com os menores índices  $M25 < M23 < M24$ . Apresenta características específicas, é rico em ácido gordo saturado — esteárico, palmítico. E vitaminas E, B1, lecitina. A vitamina E (antioxidante) em óleo de milho, é duas vezes mais do que em sementes de girassol e azeite <sup>[88]</sup>.

A amostra MA29 (óleo de macadâmia) apresentou o menor índice de peróxido das amostras analisadas, ainda que fora do legislado, sugerindo a presença significativa de tocoferóis <sup>[89]</sup>, os quais atuam como antioxidantes naturais.

### 6.2.2. Amostras Adulteradas

A Tabela 7 apresenta o índice de peróxido para as amostras adulteradas.

Tabela 7. Resultados da determinação do índice de peróxido das amostras adulteradas (mEq kg<sup>-1</sup>).

Óleos Vegetais	Índice de Peróxido	Óleos Vegetais	Índice de Peróxido
<b>LNSQ01- Linhaça</b>	76± 9	LGL22- Linhaça 75%	42±13
<b>75% Soja 25%</b>		Soja 25%	
LNQ02- Linhaça 50%	<b>54± 10</b>	<b>LGL23- Linhaça 50%</b>	<b>69±22</b>

Soja 50%		<b>Soja 50%</b>	
<b>LNQ03- Linhaça 25%</b>	80± 2	LGL24- Linhaça 25%	51±2
<b>Soja 75%</b>		<b>Soja 75%</b>	
<b>LNL16- Linhaça 75%</b>	54± 0,1	MAQ10- Macadâmnia	40±4
<b>Soja 25%</b>		75% Soja 25%	
LNL17- Linhaça 50%	<b>54± 19</b>	<b>MAQ11- Macadâmnia</b>	<b>40±3</b>
Soja 50%		<b>50% Soja 50%</b>	
<b>LNL18- Linhaça 25%</b>	81±0,1	MAQ12- Macadâmnia	54±64
<b>Soja75%</b>		25% Soja 75%	
<b>LPQ04- Linhaça 75%</b>	71±4	MAL25- Macadâmnia	36±3
<b>Soja 25%</b>		75% Soja 25%	
LPQ05 - Linhaça 50%	<b>64±0,8</b>	<b>MAL26- Macadâmnia</b>	<b>46±5</b>
Soja 50%		<b>50% Soja 50%</b>	
<b>LPQ06- Linhaça 25%</b>	79± 20	MAL27- Macadâmnia	56±2
<b>Soja 75%</b>		25% Soja 75%	
<b>LPL19- Linhaça 75%</b>	70±0,02	CHQ13- Chia 75% Soja	44±1
<b>Soja 25%</b>		25%	
LPL20- Linhaça 50%	<b>84±7</b>	<b>CHQ14- Chia 50% Soja</b>	<b>40±0,6</b>
Soja 50%		<b>50%</b>	
<b>LPL21- Linhaça 25%</b>	71±4	CHSQ15- Chia 25% Soja	60±0,8
<b>Soja 75%</b>		75%	
<b>LGQ07- Linhaça 75%</b>	57±0,9	CHL28- Chia 75% Soja	59±1
<b>Soja 25%</b>		25%	
LGQ08- Linhaça 50%	<b>58±0,1</b>	<b>CHL29- Chia 50% Soja</b>	<b>45±4</b>
Soja 50%		<b>50%</b>	
<b>LGQ09- Linhaça 25%</b>	129±25	CHL30- Chia 25% Soja	57±2
<b>Soja 75%</b>		75%	

L- Óleo de Linhaça ; N- Marca comercial ; Q ou L- marca comercial do óleo adulterante .

L- Óleo de Linhaça; G- Marca comercial ; Q ou L - marca comercial do óleo adulterante.

L- Óleo de Linhaça ; P- Marca comercial ; Q ou L- marca comercial do óleo adulterante.

CH- Óleo de Chia; Q ou L- marca comercial do óleo adulterante.

MA- Óleo de macadâmnia; Q ou L- marca comercial do óleo adulterante.

Foi observado uma crescente a medida que a porcentagem do adulterante aumentou nas amostras LGQ07 (Linhaça 75% Soja 25%), LGQ08 (Linhaça 50% Soja 50%), LGQ09 (Linhaça 25% Soja 75%), os óleos . Conforme a tabela 7.

Tabela 7. Índice de peróxido para os óleos de linhaça adulterados com óleo de soja ( $\text{mEq kg}^{-1}$ ).

LGQ07- Linhaça 75% Soja 25%	57,1±0,9
LGQ08- Linhaça 50% Soja 50%	58,2±0,1
LGQ09- Linhaça 25% Soja 75%	129 ±25

Tradicionalmente os valores de índice estão entre 0 e 20  $\text{mEq kg}^{-1}$  e nesse ultimo valor é possível detectar o odor de rancidez<sup>[103]</sup> [89]. Os óleos de soja adulterante apresentaram estes índices: 87  $\text{mEq kg}^{-1}$  (S11), 31  $\text{mEq kg}^{-1}$  (S12). Vale ressaltar que, as amostras adulteradas não apresentaram proximidade ao óleo adulterante, indicando que o óleo de linhaça pode estar em estado de rancidez oxidativa.

Para todas as amostras adulteradas, o índice de peróxido foi relativamente alto em todo percentual de adulteração, diante disso seria mais eficiente uma caracterização que indique especificamente a qualidade e quantidade dos peróxidos (os hidroperóxidos dão origem a dois radicais livres, capazes de atacar outras moléculas e formar mais radicais livres, dando assim uma progressão geométrica)<sup>[104]</sup>[90] gerados nessas amostras.

### 6.3. Índice de Saponificação

#### 6.3.1. Amostras Puras

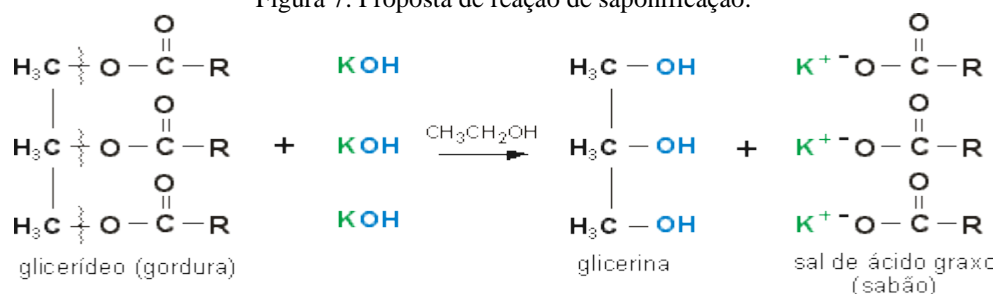
Esse índice permite a caracterização de cada óleo, medindo a quantidade de base necessária para saponificar todo o conteúdo lipídico de uma amostra, sendo específico para cada óleo e, portanto, importante critério de identificação<sup>[90]</sup> [91]. Na Tabela 8 é listado os índices de saponificação obtidos.

Tabela 8. Resultados da determinação do índice de saponificação ( $\text{mg KOH.g}^{-1}$ ).  
Limite estabelecido pela ANVISA: (*vide* Tabela 5)

<b>Óleos Vegetais</b>	<b>Índice de Saponificação</b>	<b>Óleos Vegetais</b>	<b>Índice de Saponificação</b>
G01	8,5±0,0	C16	12,5±3,46
G02	11,4±3,92	C17	18,5±0,55
G03	54,1±38,47	C18	24,1±20,0
G04	36,5±20,5	C19	112,3±0,0
G05	72,3± 0,0	C20	64,4±29,0
G06	13,8±8,38	C21	15,1±4,07
S07	77,9± 2,0	CH22	11,7±0,0
S08	13,7 ± 0,50	M23	17,8±1,47
S09	67,9 ± 4,07	M24	6,1±0,48
S10	62,5 ±20,3	M25	9,6±1,09
S11	24,2±3,03	L26	690±12,0
S12	71,8±21,2	L27	14,9±0,36
S13	18,4±1,74	L28	31,3±6,31
MI14	17,1±1,46	MA29	11,5±1,99
A15	8,9±1,52		

A reação de saponificação pode estabelecer o grau de deterioração e a estabilidade, verificar se as propriedades dos óleos estão de acordo com as especificações e identificar possíveis fraudes e adulterações <sup>[91][92]</sup>. A proposta para a reação está descrita abaixo na figura 7.

Figura 7. Proposta de reação de saponificação.

Fonte: <sup>[92]</sup> <sup>[93]</sup>

Nessa proposta, uma vez que óleos e gorduras são ésteres, eles sofrem reação de hidrólise básica. A hidrólise básica produzirá o glicerol e os sais desses ácidos graxos. Esses sais são o que chamamos de sabão.

Quanto menor o peso molecular do ácido graxo, tanto maior será o índice de saponificação, ou seja; para as gorduras vegetais, quanto mais altos os índices de saponificação mais se prestam para fins alimentares <sup>[93]</sup> <sup>[94]</sup>.

Observa-se que a amostra com menor índice de saponificação é M24, óleo de milho. E a amostra L26, óleo de linhaça, com maior índice de saponificação. O índice de saponificação neutraliza os ácidos graxos resultantes do processo de hidrólise. O peso molecular dos glicerídeos é inversamente proporcional ao índice de saponificação, ou seja, o índice tende a ser mais alto em óleos que apresentem teor mais elevado de triglicerídeos de cadeia curta <sup>[94]</sup> <sup>[95]</sup>.

### 6.3.2. Amostras Adulteradas

A Tabela 9 apresenta o índice de saponificação para as amostras adulteradas.

Tabela 9. Resultados da determinação do índice de saponificação das amostras adulteradas (mg KOH/g).

Óleos Vegetais	Índice de Saponificação	Óleos Vegetais	Índice de Saponificação

LNQ01- Linhaça 75% Soja 25%	28,2± 6,18	LGL22- Linhaça 75% Soja 25%	25,1±0,11
<b>LNQ02- Linhaça 50% Soja 50%</b>	<b>24,0±0,81</b>	<b>LGL23- Linhaça 50% Soja 50%</b>	<b>21,7±0,82</b>
LNQ03- Linhaça 25% Soja 75%	26,7± 2,11	LGL24- Linhaça 25% Soja 75%	18,4±1,35
LNL16- Linhaça 75% Soja 25%	36,5±1,36	MAQ10- Macadâmnia 75% Soja 25%	51,7±19,2
<b>LNL17- Linhaça 50% Soja 50%</b>	<b>32,3±16,7</b>	<b>MAQ11- Macadâmnia 50% Soja 50%</b>	<b>37,9±9,81</b>
LNL18- Linhaça 25% Soja 75%	27,0±0,16	MAQ12- Macadâmnia 25% Soja 75%	48,2±2,81
LPQ04- Linhaça 75% Soja 25%	13,4±1,76	MAL25- Macadâmnia 75% Soja 25%	37,7±2,31
<b>LPQ05 - Linhaça 50% Soja 50%</b>	<b>15,0±0,89</b>	<b>MAL26- Macadâmnia 50% Soja 50%</b>	<b>19,1±9,34</b>
LPQ06- Linhaça 25% Soja 75%	19,6±6,19	MAL27- Macadâmnia 25% Soja 75%	57,3±39,4
LPSL19- Linhaça 75% Soja 25%	16,4±8,61	CHQ13- Chia 75% Soja 25%	25,8±2,97
<b>LPSL20- Linhaça 50% Soja 50%</b>	<b>14,8±2,99</b>	<b>CHQ14- Chia 50% Soja 50%</b>	<b>14,6±1,23</b>
LPSL21- Linhaça 25% Soja 75%	19,7±2,64	CHQ15- Chia 25% Soja 75%	24,8±3,30
LGSQ07- Linhaça 75% Soja 25%	23,0±1,8	CHL28- Chia 75% Soja 25%	39,4±0,651
<b>LGSQ08- Linhaça 50% Soja 50%</b>	<b>21,8±5,92</b>	<b>CHL29- Chia 50% Soja 50%</b>	<b>30,6±2,22</b>
LGSQ09- Linhaça 25% Soja 75%	16,0±0,47	CHL30- Chia 25% Soja 75%	24,9±4,67

L- Óleo de Linhaça ; N- Marca comercial ; Q ou L- Marca comercial do óleo adulterante .  
L- Óleo de Linhaça; G- Marca comercial ; Q ou L - Marca comercial do óleo adulterante.  
L- Óleo de Linhaça ; P- Marca comercial ; Q ou L- Marca comercial do óleo adulterante.  
CH- Óleo de Chia; Q ou L- Marca comercial do óleo adulterante.  
MA- Óleo de macadâmnia; Q ou L- Marca comercial do óleo adulterante.

Destacam-se LNQ01 (Linhaça 75% Soja 25%), LNL16 (Linhaça 75% Soja 25%), LGQ07 (Linhaça 75% Soja 25%), CHL28 (Chia 75% Soja 25%); LNQ02 (Linhaça 50% Soja 50%) , LNL17 (Linhaça 50% Soja 50%), LGQ08 (Linhaça 50% Soja 50%), CHL29 (Chia 50% Soja 50% ); LNQ03 (Linhaça 25% Soja 75%), LNL18 (Linhaça

25% Soja 75%), LGQ09 (Linhaça 25% Soja 75%), CHL30 (Chia 75% Soja 25% ); essas amostras apresentaram menor índice de saponificação, quando o percentual do adulterante (óleo de soja ) aumentou. Conforme as tabelas 10, 11,12.

Tabela 10. Índice de saponificação para os óleos de chia adulterados com óleo de soja S11(mEq kg<sup>-1</sup> ).

CHL28- Chia 75% Soja 25%	39,4±0,651
CHL29- Chia 50% Soja 50%	30,6±2,22
CHL30- Chia 25% Soja 75%	24,9±4,67

Tabela 11. Índice de Saponificação para os óleos de linhaça adulterados com óleo de soja (S12) (mEq kg<sup>-1</sup> ).

LGQ07- Linhaça 75% Soja 25%	23,0±1,8
LGQ08- Linhaça 50% Soja 50%	21,8±5,92
LGQ09- Linhaça 25% Soja 75%	16,0±0,47

Tabela 12. Índice de Saponificação para os óleos de linhaça adulterados com óleo de soja (S11) (mEq kg<sup>-1</sup> ).

LNL16- Linhaça 75% Soja 25%	36,5±1,36
LNL17- Linhaça 50% Soja 50%	32,3±16,7
LNL18- Linhaça 25% Soja 75%	27,0±0,16

Os óleos de soja puros apresentaram 24,2 mg KOH/g amostra (S11), 71,8 mg KOH/g amostra (S12), também abaixo do legislado.

Um índice de saponificação acima do permitido pela legislação indica uma presença indevida de triglicerídeos de cadeia curta, enquanto valores abaixo do permitido indicam presença de triglicerídeos de cadeia longa. Sendo assim, esse parâmetro é fundamental na identificação de fraudes com outros óleos de menor valor comercial <sup>[96]</sup>.

## 6.4 Densidade

### 6.4.1. Amostras Puras

A densidade evidencia o quanto de material está contido por uma unidade de volume, auxiliando na caracterização das substâncias. É inversamente proporcional ao

volume; sendo assim, quanto maior a densidade menor será o volume ocupado, para uma mesma massa da substância [97].

A densidade é uma propriedade que apresenta variação com a temperatura, essa variação ocorre nos seguintes termos: quanto maior a temperatura, menor será a densidade em fluidos [98]. A temperatura não variou, foi medida a 25°C. Na tabela 13 é traz os valores determinados para a densidade nas amostras.

Tabela 13. Resultados da determinação da densidade a 25°C (g .cm<sup>-3</sup>). ANVISA: *vide* tabela 3

<b>Óleos Vegetais</b>	<b>Densidade</b>	<b>Óleos Vegetais</b>	<b>Densidade</b>
G01	0,910±4,03x10 <sup>-03</sup>	C16	0,897±5,66x10 <sup>-04</sup>
G02	0,907±2,55x10 <sup>-03</sup>	C17	0,923±1,56x10 <sup>-02</sup>
G03	0,915±5,87x10 <sup>-03</sup>	C18	0,861±1,36x10 <sup>-02</sup>
G04	0,860±1,38x10 <sup>-02</sup>	C19	0,918±1,70x10 <sup>-03</sup>
G05	0,868±7,50x10 <sup>-03</sup>	C20	0,960±1,06x10 <sup>-03</sup>
G06	0,796±3,25x10 <sup>-02</sup>	C21	0,832±3,12x10 <sup>-02</sup>
S07	0,906± 5,30x10 <sup>-03</sup>	CH22	0,891±1,48x10 <sup>-03</sup>
S08	0,780±6,05x10 <sup>-02</sup>	M23	0,871±1,34x10 <sup>-03</sup>
S09	0,961 ± 1,13x10 <sup>-03</sup>	M24	0,888±3,25x10 <sup>-03</sup>
S10	0,945 ±2,69x10 <sup>-03</sup>	M25	0,854±6,20x10 <sup>-02</sup>
S11	0,921±1,51x10 <sup>-02</sup>	L26	0,888±2,83x10 <sup>-03</sup>
S12	0,930±3,25x10 <sup>-03</sup>	L27	0,930±9,48x10 <sup>-03</sup>



S13	$0,765 \pm 2,19 \times 10^{-02}$	L28	$0,929 \pm 1,92 \times 10^{-02}$
MI14	$0,934 \pm 7,07 \times 10^{-04}$	MA29	$0,869 \pm 5,66 \times 10^{-03}$
A15	$0,863 \pm 7,07 \times 10^{-04}$		

---

Nesta análise, foram observadas quatro amostras dentro dos parâmetros determinados pela ANVISA. Duas amostras de óleo de girassol, G01 e G03, uma de óleo de soja, S11, e outra de óleo de canola C19. Em óleos vegetais, a densidade é caracterizada da seguinte maneira: quanto menor for o peso molecular dos triglicerídeos, menor será a densidade; e quanto maior for o grau de insaturação, mais denso será o óleo <sup>[99]</sup>. A tabela 14 apresenta a densidade dos óleos de girassol .

Tabela 14. Densidade para os óleos de girassol ( $\text{g/cm}^{-3}$ ).

<b>G01</b>	<b><math>0,910 \pm 4,03 \times 10^{-03}</math></b>
G02	$0,907 \pm 2,55 \times 10^{-03}$
<b>G03</b>	<b><math>0,915 \pm 5,87 \times 10^{-03}</math></b>
G04	$0,860 \pm 1,38 \times 10^{-02}$
G05	$0,868 \pm 7,50 \times 10^{-03}$
G06	$0,796 \pm 3,25 \times 10^{-02}$

---

Tabela 15. Densidade para os óleos de soja ( $\text{g/cm}^{-3}$ ).

S07	$0,906 \pm 5,30 \times 10^{-03}$
S08	$0,780 \pm 6,05 \times 10^{-02}$
S09	$0,961 \pm 1,13 \times 10^{-03}$
S10	$0,945 \pm 2,69 \times 10^{-03}$
<b>S11</b>	<b><math>0,921 \pm 1,51 \times 10^{-02}</math></b>
S12	$0,930 \pm 3,25 \times 10^{-03}$
S13	$0,765 \pm 2,19 \times 10^{-02}$

---

Tabela 16. Densidade para os óleos de canola ( $\text{g/cm}^{-3}$ ).

C16	$0,897 \pm 5,66 \times 10^{-04}$
C17	$0,923 \pm 1,56 \times 10^{-02}$

C18	$0,861 \pm 1,36 \times 10^{-02}$
<b>C19</b>	<b><math>0,918 \pm 1,70 \times 10^{-03}</math></b>
C20	$0,960 \pm 1,06 \times 10^{-03}$
C21	$0,832 \pm 3,12 \times 10^{-02}$

Os óleos de macadâmia, linhaça, chia e misto não apresentam parâmetros determinados legalmente, esta falta de informação físico-química prejudica a comparação dos resultados em relação à legislação.

Sugere-se que as demais amostras fora dos parâmetros determinados pela ANVISA continham a presença de impurezas como, por exemplo, o álcool ou substâncias adulterantes <sup>[100]</sup>. Podendo influenciar na densidade, e como já descrito para os índices de peróxido e saponificação do óleo vegetal características fora do padrão legislado.

#### 6.4.2 Amostras Adulteradas

A Tabela 17 apresenta a densidade a 25°C para as amostras adulteradas.

Tabela 17. Resultados da determinação da densidade a 25°C das amostras adulteradas ( $\text{g.cm}^{-3}$ ).

Óleos Vegetais	Densidade	Óleos Vegetais	Densidade
LNQ01- Linhaça 75% Soja 25%	$0,889 \pm 1,22 \times 10^{-02}$	LGL22- Linhaça 75% Soja 25%	$0,931 \pm 2,57 \times 10^{-02}$
<b>LNQ02- Linhaça 50% Soja 50%</b>	<b><math>0,847 \pm 9,76 \times 10^{-03}</math></b>	<b>LGL23- Linhaça 50% Soja 50%</b>	<b><math>0,851 \pm 4,06 \times 10^{-03}</math></b>
LNQ03- Linhaça 25% Soja 75%	$0,752 \pm 3,54 \times 10^{-04}$	LGL24- Linhaça 25% Soja 75%	$0,904 \pm 7,78 \times 10^{-04}$
LNL16- Linhaça 75% Soja 25%	$0,880 \pm 6,36 \times 10^{-03}$	MAQ10- Macadâmia 75% Soja 25%	$0,951 \pm 6,58 \times 10^{-03}$
<b>LNL17- Linhaça 50% Soja 50%</b>	<b><math>0,865 \pm 2,95 \times 10^{-02}</math></b>	<b>MAQ11- Macadâmia 50% Soja 50%</b>	<b><math>0,839 \pm 3,39 \times 10^{-03}</math></b>
LNL18- Linhaça 25% Soja 75%	$0,881 \pm 2,32 \times 10^{-02}$	MAQ12- Macadâmia 25% Soja 75%	$0,829 \pm 7,64 \times 10^{-03}$
LPQ04- Linhaça 75% Soja 25%	$0,894 \pm 2,74 \times 10^{-02}$	MAL25- Macadâmia 75% Soja 25%	$0,823 \pm 5,73 \times 10^{-03}$

<b>LPQ05 - Linhaça 50%</b> <b>Soja 50%</b>	<b>0,931±7,14x10<sup>-03</sup></b>	<b>MAL26- Macadâmia</b> <b>50% Soja 50%</b>	<b>0,854±2,05x10<sup>-03</sup></b>
LPQ06- Linhaça 25%	0,913±3,60x10 <sup>-02</sup>	MAL27- Macadâmia	0,880±7,99x10 <sup>-03</sup>
Soja 75%		25% Soja 75%	
LPL19- Linhaça 75%	0,886±1,82x10 <sup>-02</sup>	CHQ13- Chia 75% Soja	0,896±2,19x10 <sup>-03</sup>
Soja 25%		25%	
<b>LPL20- Linhaça 50%</b> <b>Soja 50%</b>	<b>0,845±3,44x10<sup>-02</sup></b>	<b>CHQ14- Chia 50% Soja</b> <b>50%</b>	<b>0,891±3,96x10<sup>-03</sup></b>
LPL21- Linhaça 25%	0,886±1,82x10 <sup>-02</sup>	CHQ15- Chia 25% Soja	0,845±1,45x10 <sup>-02</sup>
Soja 75%		75%	
LGQ07- Linhaça 75%	0,876±2,01x10 <sup>-02</sup>	CHL28- Chia 75% Soja	0,908±1,89x10 <sup>-02</sup>
Soja 25%		25%	
<b>LGQ08- Linhaça 1</b> <b>50% Soja 50%</b>	<b>0,943±1,39x10<sup>-02</sup></b>	<b>CHL29- Chia 50% Soja</b> <b>50%</b>	<b>0,844±6,20x10<sup>-02</sup></b>
LGQ09- Linhaça 25%	0,913±3,60x10 <sup>-02</sup>	CHL30- Chia 25% Soja	0,868±1,06x10 <sup>-02</sup>
Soja 75%		75%	

L- Óleo de Linhaça ; N- Marca comercial ; Q ou L- marca comercial do óleo adulterante .  
 L- Óleo de Linhaça; G- Marca comercial ; Q ou L - marca comercial do óleo adulterante.  
 L- Óleo de Linhaça ; P- Marca comercial ; Q ou L- marca comercial do óleo adulterante.  
 CH- Óleo de Chia; Q ou L- marca comercial do óleo adulterante.  
 MA- Óleo de macadâmia; Q ou L- marca comercial do óleo adulterante.

As amostras LNQ01 (Linhaça 75% Soja 25%), MAQ10 (Macadâmia 75% Soja 25%), CHQ13 (Chia 75% Soja 25%); LNQ02 (Linhaça 50% Soja 50%), MAQ11(Macadâmia 50% Soja 50%), CHQ14 (Chia 50% Soja 50%); LNQ03 (Linhaça 25% Soja 75%), MAQ12 (Macadâmia 25% Soja 75%), CHQ15( Chia 25% Soja 75%) apresentaram uma similaridade de tendência, a medida que o percentual do óleo adulterante (óleo de soja) aumentou a densidade diminuiu. Conforme as tabelas 18 ,19 e 20.

Tabela 18. Adultrações nos óleos de linhaça por meio do óleo de soja S12 (g.cm<sup>-3</sup>).

LNQ01- Linhaça 75% Soja 25%	0,889± 1,22x10 <sup>-02</sup>
LNQ02- Linhaça 50% Soja 50%	0,847±9,76x10 <sup>-03</sup>
LNQ03- Linhaça 25% Soja 75%	0,752± 3,54x10 <sup>-04</sup>

Tabela 19. Adulterações nos óleos de macadâmia por meio do óleo de soja S12 (g.cm<sup>-3</sup>).

MASQ10- Macadâmia 75% Soja 25%	$0,951 \pm 6,58 \times 10^{-03}$
MASQ11- Macadâmia 50% Soja 50%	$0,839 \pm 3,39 \times 10^{-03}$
MASQ12- Macadâmia 25% Soja 75%	$0,829 \pm 7,64 \times 10^{-03}$

Tabela 20. Adulterações nos óleos de chia por meio do óleo de soja S12 (g.cm<sup>-3</sup>).

CHQ13- Chia 75% Soja 25%	$0,896 \pm 2,19 \times 10^{-03}$
CHQ14- Chia 50% Soja 50%	$0,891 \pm 3,96 \times 10^{-03}$
CHQ15- Chia 25% Soja 75%	$0,845 \pm 1,45 \times 10^{-02}$

Já as amostras MAL25 (Macadâmia 75% Soja 25%), MAL26 (Macadâmia 50% Soja 50%), MAL27 (Macadâmia 25% Soja 75%), à medida que o percentual do adulterante (óleo de soja) aumentou a densidade aumentou. Conforme a tabela 21.

Tabela 21. Adulterações nos óleos de macadâmia por meio do óleo de soja S11 (g.cm<sup>-3</sup>).

MAL25- Macadâmia 75% Soja 25%	$0,823 \pm 5,73 \times 10^{-03}$
MAL26- Macadâmia 50% Soja 50%	$0,854 \pm 2,05 \times 10^{-03}$
MAL27- Macadâmia 25% Soja 75%	$0,880 \pm 7,99 \times 10^{-03}$

Segundo a literatura, a densidade do óleo vegetal vai diminuindo conforme diminui o peso molecular dos ácidos graxos e, a outra condição é quanto mais alto for o seu grau de insaturação <sup>[101]</sup>. Foi possível verificar a adulteração conforme as variações das densidades descritas acima, sugere-se a adição de água e substâncias dissolvidas dentro das amostras (presença de contaminantes).

## 6.5 Índices de Refração

### 6.5.1 Amostras Puras

O índice de refração é característico para cada tipo de óleo, dentro de certos limites. Está relacionado com o grau de insaturação, ou seja, número de ligações duplas

presentes na molécula. Mas, este método é afetado por outros fatores tais como: teor de ácidos graxos livres, oxidação e tratamento térmico. Este índice aumenta conforme aumenta o número de ligações duplas e também com o aumento da massa molecular dos ácidos graxos. Na Tabela 22 é apresentado o índice de refração a 40°C para as amostras de óleo vegetal.

Tabela 22. Resultados da determinação do índice de refração a 40°C. ANVISA: *vide* tabela 3.

<b>Óleos Vegetais</b>	<b>Índice de Refração</b>	<b>Óleos Vegetais</b>	<b>Índice de Refração</b>
G01	1,4751±0,0002	C16	1,4742±0,0002
G02	1,4762±0,0002	C17	1,4742±0,0002
G03	1,4571±0,0002	C18	1,4741±0,0002
G04	1,4752±0,0002	C19	1,4721±0,0002
G05	1,4763±0,0002	C20	1,4721±0,0002
G06	1,4721±0,0002	C21	1,5652±0,0002
S07	1,4731±0,0002	CH22	1,4832±0,0002
S08	1,4744±0,0002	M23	1,4741±0,0002
S09	1,3352±0,0002	M24	1,4751±0,0002
S10	1,3372±0,0002	M25	1,6502±0,0002
S11	1,4731±0,0002	L26	1,4844±0,0002
S12	1,3362±0,0002	L27	1,4831±0,0002
S13	1,3472±0,0002	L28	1,4772±0,0002
MI14	1,4781±0,0002	MA29	1,4702±0,0002
A15	1,4722±0,0002		

Os óleos e as gorduras possuem poderes de refração diferentes e, de acordo com sua natureza, desviam com maior ou menor intensidade os raios luminosos que os atravessam. O índice de refração de uma gordura aumenta com o comprimento da cadeia hidrocarbonada e com o grau de insaturação dos ácidos graxos constituintes dos triglicerídeos <sup>[102]</sup>, mas é afetado por outros fatores tais como: teor de ácidos graxos livres, oxidação e tratamentos térmicos <sup>[103]</sup>. Os óleos de macadâmia, linhaça e chia apresentaram refração mais elevadas, assegurando assim que na cadeia hidrocarbonada estão presentes muitas ligações duplas. As informações nutricionais contidas nos rótulos comerciais asseguram que estas três oleaginosas apresentam em sua composição maior gordura poli-insaturada: Ácido alfa-linolênico (Ômega 3), Ácido alfa-linoléico (Ômega 6) <sup>[104]</sup>.

### 6.5.2. Amostras Adulteradas

A Tabela 23 apresenta o índice de refração para as amostras adulteradas.

Tabela 23. Resultados da determinação do índice de refração das amostras adulteradas.

Óleos Vegetais	Índice de refração	Óleos Vegetais	Índice de refração
LNQ01- Linhaça 75% Soja 25%	1,4791±0,0002	LGL22- Linhaça 75% Soja 25%	1,4822±0,0002
<b>LNQ02- Linhaça 50% Soja 50%</b>	<b>1,4762±0,0002</b>	<b>LGL23- Linhaça 50% Soja 50%</b>	<b>1,4801±0,0002</b>
LNQ03- Linhaça 25% Soja 75%	1,4751±0,0002	LGL24- Linhaça 25% Soja 75%	1,4792±0,0002
LNL16- Linhaça 75% Soja 25%	1,4771±0,0002	MAQ10- Macadâmia 75% Soja 25%	1,4701±0,0002
<b>LNL17- Linhaça 50% Soja 50%</b>	<b>1,4783±0,0002</b>	<b>MAQ11- Macadâmia 50% Soja 50%</b>	<b>1,4712±0,0002</b>
LNL18- Linhaça 25% Soja 75%	1,4781±0,0002	MAQ12- Macadâmia 25% Soja 75%	1,4722±0,0002
LPQ04- Linhaça 75% Soja 25%	1,4792±0,0002	MAL25- Macadâmia 75% Soja 25%	1,4712±0,0002

<b>LPQ05 - Linhaça 50%</b> <b>Soja 50%</b>	<b>1,4761±0,0002</b>	<b>MAL26- Macadâmnia</b> <b>50% Soja 50%</b>	<b>1,4711±0,0002</b>
LPQ06- Linhaça 25% Soja 75%	1,4752±0,0002	MAL27- Macadâmnia 25% Soja 75%	1,4721±0,0002
LPL19- Linhaça 75% Soja 25%	1,4801±0,0002	CHQ13- Chia 75% Soja 25%	1,4802±0,0002
<b>LPL20- Linhaça 50%</b> <b>Soja 50%</b>	<b>1,4782±0,0002</b>	<b>CHQ14- Chia 50% Soja</b> <b>50%</b>	<b>1,4781±0,0002</b>
LPL21- Linhaça 25% Soja 75%	1,4783±0,0002	CHQ15- Chia 25% Soja 75%	1,4751±0,0002
LGQ07- Linhaça 75% Soja 25%	1,4801±0,0002	CHL28- Chia 75% Soja 25%	1,4773±0,0002
<b>LGQ08- Linhaça 50%</b> <b>Soja 50%</b>	<b>1,4891±0,0002</b>	<b>CHL29- Chia 50% Soja</b> <b>50%</b>	<b>1,4782±0,0002</b>
LGQ09- Linhaça 25% Soja 75%	1,4793±0,0002	CHL30- Chia 25% Soja 75%	1,4761±0,0002

L- Óleo de Linhaça ; N- Marca comercial ; Q ou L- marca comercial do óleo adulterante .  
 L- Óleo de Linhaça; G- Marca comercial ; Q ou L - marca comercial do óleo adulterante.  
 L- Óleo de Linhaça ; P- Marca comercial ; Q ou L- marca comercial do óleo adulterante.  
 CH- Óleo de Chia; Q ou L- marca comercial do óleo adulterante.  
 MA- Óleo de macadâmnia; Q ou L- marca comercial do óleo adulterante.

O índice de refração das gorduras eleva-se com o aumento do comprimento da cadeia de glicerídios e também com a insaturação <sup>[105]</sup>. A determinação deste índice apresenta grande utilidade no controle dos processos de hidrogenação.

As amostras LNQ01 (Linhaça 75% Soja 25%); MAQ10(Macadâmnia 75% Soja 25%); MAQ11(Macadâmnia 50% Soja 50%); LNQ02 (Linhaça 50% Soja 50%); LNQ03 (Linhaça 25% Soja 75%); MAQ12 (Macadâmnia 25% Soja 75%) apresentaram uma tendência diferente da anterior, a medida percentual de adulterante (óleo de soja) aumentou, o índice de refração aumentou. Conforme apresentado nas tabelas 20 e 21.

Tabela 24. Adulterações nos óleos de macadâmnia feitas pelo óleo de soja S11.

MAQ10- Macadâmnia 75% Soja 25%	1,4701±0,0002
MAQ11- Macadâmnia 50% Soja 50%	1,4712±0,0002
MAQ12- Macadâmnia 25% Soja 75%	1,4722±0,0002

Tabela 25. Adulterações nos óleos de macadâmia feitas pelo óleo de soja S11.

LNQ01- Linhaça 75% Soja 25%	1,4791±0,0002
LNQ02- Linhaça 50% Soja 50%	1,4762±0,0002
LNQ03- Linhaça 25% Soja 75%	1,4751±0,0002

Sugere-se a presença de contaminantes (substâncias dissolvidas dentro das amostras) ou auto-oxidação, a segunda hipótese é descartada porque o índice de peróxido manteve-se dentro dos parâmetros previstos pela ANVISA.

As amostras LGL22 (Linhaça 75% Soja 25%), LGL19 (Linhaça 75% Soja 25%), LGL23 (Linhaça 50% Soja 50%), LGL20 (Linhaça 50% Soja 50%), LGL24 (Linhaça 25% Soja 75%), LGL21 (Linhaça 25% Soja 75%) apresentaram uma tendência crescente no índice de refração quando diminuiu a porcentagem de adulterante (óleo de soja). Conforme a tabela 26.

Tabela 26. Adulterações nos óleos de linhaça feitas pelo óleo de soja S11.

LPL19- Linhaça 75% Soja 25%	1,4801±0,0002
LPL20- Linhaça 50% Soja 50%	1,4782±0,0002
LPL21- Linhaça 25% Soja 75%	1,4781±0,0002

Tabela 27. Amostras adulteradas (óleo de linhaça) pelo óleo de soja S11.

LGL22- Linhaça 75% Soja 25%	1,4821±0,0002
LGL23- Linhaça 50% Soja 50%	1,4803±0,0002
LGL24- Linhaça 25% Soja 75%	1,4791±0,0002

O índice de refração das gorduras eleva-se com o aumento do comprimento da cadeia de glicerídios e também com a insaturação. A determinação deste índice apresenta grande utilidade no controle dos processos de hidrogenação. Confirmando o aumento do comprimento da cadeia de glicerídios e também de insaturação, originais dos óleos de linhaça.



## 7. Conclusão

A caracterização físico-química foi bem sucedida para os dois tipos de amostras, puras e adulteradas. Dentre todas as amostras puras, verificou-se que todas atenderam os parâmetros de qualidade para o índice de acidez, e para as amostras adulteradas, o índice de acidez também caracterizou todas as amostras classificadas com aceitas dentro dos parâmetros legislados, evidenciando que se as amostras adulteradas fossem consumidas, e direcionadas a análise de qualidade o índice de acidez não indicaria a fraude.

Para o índice de peróxido, todas as amostras não atenderam as normas legisladas, e para as amostras adulteradas o índice de peróxido caracterizou todas as amostras classificadas fora dos parâmetros legislados. Para o índice de saponificação, nenhuma atendeu os parâmetros de qualidade, tanto amostras puras como adulteradas. A densidade a 25°C caracterizou quatro amostras dentro das normas legisladas. E para o índice de refração, nenhuma ficou dentro dos parâmetros de qualidade.

Vale ressaltar a pouca informação dos órgãos nacionais de vigilância sanitária sobre os óleos de linhaça, macadâmia e chia, uma vez que já estão no mercado disponível para o consumidor.

Percebeu nas amostras adulteradas mudanças nos parâmetros físico químicos de forma quantitativa quando o percentual de adulterante mudou .

Assegura-se que, hoje, estas amostras (puras) estariam impróprias para o consumo pois ao comparar como os parâmetros de qualidade dos alimentos legislado apresentaram valores fora do padrão permitido. Concluindo que essas técnicas titulométricas são sensíveis para avaliar a qualidade do produto que chega ao consumidor.

## 8. Referências

- [1]-REVISTA FOOD INGREDIENTS BRASIL- . São Paulo: PPGA/FEA/USP, 2014 N°: 31
- [2]-MASSIMO, M. - COMIDA COMO CULTURA. - RESENHA DE LIMA, F. M. DE. SÃO PAULO: EDITORA SENAC -São Paulo- UFC - 2008. Disponível em: <[http://repositorio.ufc.br/ri/bitstream/riufc/747/1/2009\\_art\\_M.Montanari.pdf](http://repositorio.ufc.br/ri/bitstream/riufc/747/1/2009_art_M.Montanari.pdf)> Acesso em: 21 de Fevereiro de 2018.
- [3]-TOFANINI, J. A. CONTROLE DE QUALIDADE DE ÓLEOS COMESTÍVEIS. Monografia, (Bacharel em Química) Florianópolis- UFSC- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA DE CATARINA, 2004.
- [4]-SCARANTO, B. A. Alves. APLICAÇÃO DE REDES NEURAIIS NA FORMULAÇÃO DE GORDURAS INTERESTERIFICADAS PARA BOLO BASEADA EM GORDURAS INTERESTERIFICADAS DE SOJA E ALGODÃO. Dissertação, (Mestrado em Ciências dos Alimentos) Florianópolis. UFSC- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA DE CATARINA, SC, 2010.
- [5]-ULIANA, N. R. POLIMENTO DE BIODIESEL MEDIANTE CONTATO COM PARTICULADOS ATIVOS. Tese, (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Florianópolis. UFSC- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA DE CATARINA, SC, 2016.
- [6]- REVISTA FOOD INGREDIENTS BRASIL- . São Paulo: PPGA/FEA/USP, 2010 N°: 12.
- [7]- NETO, F. F. G. CLASSIFICAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS UTILIZANDO VOLTAMETRIA DE ONDA QUADRADA E MÉTODOS QUIMIOMÉTRICOS. Dissertação (Mestrado em Ciências). Paraíba. UFB. UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, PB, 2008.
- [8]-FRÉ, N. C. da – OBTENÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS A PARTIR DA ACIDULAÇÃO DA BORRA DE NEUTRALIZAÇÃO DO ÓLEO DE SOJA. - Dissertação, (Mestrado em Engenharia Química) – Porto Alegre. UFRGS- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, RG, 2009.
- [9]- FERREIRA, R. S. - OTIMIZAÇÃO DA METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS (HPAs) EM MATERIAL PARTICULADO NA ATMOSFERA- Monografia/ Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro -2016- CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
- [10]-FUENTES, P. H. A. - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÓLEOS DE SOJA, CANOLA, MILHO E GIRASSOL DURANTE O ARMAZENAMENTO. Dissertação (Mestrado em Ciências dos

Alimentos) Universidade Federal de Santa Catarina . Florianópolis. UFSC- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA DE CATARINA, SC, 2011.

[11]-MACHADO, G. - TIPOS DE FRAUDE EM ALIMENTOS. Disponível em: <http://foodsafety.myleus.com/tipos-de-fraude-em-alimentos/>. Acesso em: 15 de Fevereiro de 2018.

[12]-MALAGUTTI, C. – AVALIAÇÃO DE VULNERABILIDADE | FRAUDE EM ALIMENTOS .Disponível em: <http://foodsafetybrazil.org/avaliacao-de-vulnerabilidade-fraude-nos-alimentos/>. Acesso em: 15 de Fevereiro de 2018.

[13]-CASTRO H. F. de - ÓLEOS E GORDURAS- UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - EEL PROCESSOS QUÍMICOS INDUSTRIAIS II, 2014. Disponível em: <https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5840855/LOQ4023/Apostila5TecnologiadeOleoseGorduras.pdf> . Acesso em : 15 de Fevereiro de 2018.

[14]-AKIRA, R.- ÓLEOS VEGETAIS PARA SABÃO – REFINADOS OU NÃO REFINADOS ... MITO! Disponível em: <http://www.japudo.com.br/category/saboaria-artesanal/oleos/> Publicado em 20 Acesso em: 15 de Fevereiro de 2018.

[15]-MACIEL L. - AVALIAÇÃO DA TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO COM TRANSFORMADA DE FOURIER COMO FERRAMENTA PARA O ESTUDO DA ADULTERAÇÃO DOS ÓLEOS DE CHIA E MACADÂMIA. Monografia, (Licenciatura em Química) Rio de Janeiro- UENF- UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO, 2004.

[16]-GUERRA, E., P.; FUCHS, W. - BIOCOMBUSTÍVEL RENOVÁVEL: USO DE ÓLEO VEGETAL EM MOTORES (I) Renewable biofuel: use of vegetable oil in engines.PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ (PUCPR), SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, PR - Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba, v. 8, n. 1, p. 103-112, jan./mar. 2010

[17]-MARTIN, C., A.; ALMEIDA, V., V., de; RUIZ, M., R.; VISENTAINER, J., E., L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N., E., de.-ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS ÔMEGA-3 E ÔMEGA-6: IMPORTÂNCIA E OCORRÊNCIA EM ALIMENTOS-OMEGA-3 AND OMEGA-6 POLYUNSATURATED FATTY ACIDS: IMPORTANCE AND OCCURRENCE IN FOODS- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ. Maringá, PR.Rev. Nutr. vol.19 n.6 Campinas Nov./Dec. 2006.

[18]-SILVA, T., M., da - Depressão na doença de Parkinson: POSSIBILIDADES TERAPÊUTICAS DOS ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS DA FAMÍLIA ÔMEGA-3. Dissertação (Mestrado

Biologia Celular e Molecular) UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Curitiba. UFP- Universidade Federal do Paraná, PR, 2011.

[19]-ARAÚJO, A., P. de - COMPARE 10 ÓLEOS VEGETAIS ANTES DE FAZER A ESCOLHA MAIS SAUDÁVEL. ELES SÃO AMIGOS DA CULINÁRIA E OFERECEM ÔMEGA 3, 6, 9 E VITAMINA E. Disponível em: <http://www.minhavidade.com.br/alimentacao/galerias/13432-compare-10-oleos-vegetais-antes-de-fazer-a-escolha-mais-saudavel>. Acesso em: 15 de Fevereiro de 2018.

[20]- GOMES, S. M.- CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE CINCO ESPÉCIES DO GÊNERO *CITRUS*- Dissertação (Mestrado em Agroquímica) Universidade Federal de Lavras. Lavras. UFLA- Universidade Federal de Lavras. Lavras - MG, 2011.

[21]-NEUZA, J. QUÍMICA E TECNOLOGIA DE ÓLEOS VEGETAIS / Neuza Jorge. –São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, 2009.

[22]- EMPRAPA- DEFINIÇÃO E HISTÓRICO DE CANOLA- Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:SGfmV5i4GOoJ:www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/definicao.htm+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br> . Acesso em 19 de fevereiro de 2018.

[23]- GAZZONI, D. - AS POLÍTICAS PÚBLICAS DE BIOCOMBUSTÍVEIS E O MERCADODEOLEAGINOSA- Disponível em: <http://200.144.182.46/midiateca/apresentacao/politicaspUBLICASgazzoni.pdf> . Acesso em 19 de fevereiro de 2018.

[24]-ABIOSSA- COMMODITY BROKERS -MILHO EM GRÃO - Disponível em: <http://www.aboissa.com.br/produtos/view/285/milho-em-grao.html>. Acesso em 21 de fevereiro.

[25]-SELMECZI-KOVACS, A.- AKKLIMATISATION UND VERBREITUNG DER SONNENBLUME IN EUROPA. Acta Ethnographica Academiae Hungaricae, Budapest, v.24, n. 1-2, p.47-88, 1975.

[26]- INETI- Departamento de Tecnologias das Indústrias Alimentares- ÓLEO DE GIRASSOL- Disponível em: <http://www.cienciaviva.pt/projectos/pulsar/oleogirassol.asp> Acesso em 31 de Dezembro de 2017.

[27]-COSTA, L. T., VIDAL N. C. F. DAS, JARDEL P. R. DA, FEITOZA R. M., MARQUES, L. F. RIBEIRO D.- COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO DE ALGODÃO- II Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel Realização: UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS E PREFEITURA MUNICIPAL DE VARGINHA. CAMPINA GRANDE, PB.

- [28]-MORETTO, E., FETT, R. Tecnologia de Óleos e Gorduras Vegetais. São Paulo: Varela, 1998. 150p. 31. MORETTO, E.; FETT, R.; GONZAGA, L.V. et al. Introdução à Ciência.
- [29]-DICK, M., COSTA, T. M. H., GOMMA, A., SUBIRADE, M., RIOS, A. O., FLÔRES, S. H.- EDIBLE FILM PRODUCTION FROM CHIA SEED MUCILAGE: EFFECT OF GLYCEROL CONCENTRATION ON ITS PHYSICOCHEMICAL AND MECHANICAL PROPERTIES. Carbohydrate Polymers, nº 130, p. 198-199, 2015.
- [30]-FELISBERTO, M.H.F., WAHANIK, A.L., GOMES-RUFFI, C.R., CLERICI, M.T.P.S., CHANG, Y.K., STEEL, C.J. -USE OF CHIA (SALVIA HISPANICA L.) MUCILAGE GEL TO REDUCE FAT IN POUND CAKES. LWT - Food Science and Technology, 63, 1049-1055, 2015.
- [31]-MARINELI, R. - AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DA SEMENTE E DO ÓLEO DE CHIA (SALVIA HISPANICA L.) NA PREVENÇÃO E NO TRATAMENTO DA OBESIDADE E COMORBIDADES INDUZIDAS POR DIETA HIPERLIPÍDICA E HIPERGLICÍDICA IN VIVO. Disponível em: <http://www.unicamp.br/unicamp/ju/667/tese-atesta-poder-antioxidante-do-oleo-e-da-semente-de-chia>. Acesso em 21 de Fevereiro.
- [32]-MONEGO, M. A. - GOMA DA LINHAÇA (LINUM USITATISSIMUM L.) PARA USO COMO HIDROCOLÓIDE NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA- Dissertação – (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2009.
- [33]-MOURA, N. C., CANNIAT- BRAZACA, S. G., SILVA, A.G.- ELABORAÇÃO DE RÓTULO NUTRICIONAL PARA PÃES DE FORMA COM ADIÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE LINHAÇA (LINUM USITATISSIMUM)- Alimentos e Nutrição. v.20, n.1, p.149 – 155, jan. – mar. 2009.
- [34]-ALMEIDA, C. L., BOAVENTURA, G. T., GUZMAN – SILVA, M. A.- A LINHAÇA (LINUM USITATISSIMUM) COMO FONTE DE ÁCIDO A-LINOLÊNICO NA FORMAÇÃO DA BAINHA DE MIELINA- Nutrição. v.22, n.5, set.- out., 2009.
- [35]-MARQUES, A. C.- PROPRIEDADES FUNCIONAIS DA LINHAÇA (LINUM USITATISSIMUM L.) EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE PREPARO E DE USO EM ALIMENTOS- Dissertação- (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2008.

[36]-COSKUNER, Y., KARABABA, E.- SOME PHYSICAL PROPERTIES OF FL AXSEED (LINUM. USITATISSIMUM L.)- Journal of Food Engineering, v.78, n.3, p.1067-1073, 2007. Citado por BARROSO, A. K. , TORRESI, G. A., *et al.* - LINHAÇA MARROM E DOURADA: PROPRIEDADES QUÍMICAS E FUNCIONAIS DAS SEMENTES E DOS ÓLEOS Prensados A Frio - Ciência Rural, Santa Maria, v.44, n.1, p.181-187, jan, 2014

[37]-NOGUEIRA, G. F., CÉZAR, D., FAKHOURI, F. M., GUMBREVICIUS, I.- A IMPORTÂNCIA DA LINHAÇA COMO ALIMENTO FUNCIONAL E SUA UTILIZAÇÃO POR UNIVERSITÁRIOS DO CENTRO UNIVERSITÁRIO AMPARENSE. Centro Universitario Amparense, 2010. 15 p.

[38]-SINANOGLOU V. J. , KOKKOTOU, K. , CHARALAMBOS, F., STRATI I., PROESTOS, C. , ZOUNPOULAKIS, P. -MONITORING THE QUALITY OF  $\Gamma$ -IRRADIATED MACADAMIA NUTS BASED ON LIPID PROFILE ANALYSIS AND CHEMOMETRICS. TRACEABILITY MODELS OF IRRADIATED SAMPLES- Food Research International 60 (2014) 38–47.

[39]-PIZA, P. L. B. T., MORIYA, L. M. CULTIVO DA MACADÂMIA NO BRASIL. Revista Brasileira de Fruticultura, São Paulo, v. 36, n. 1, 39-45, mar. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v36n1/v36n1a06.pdf>>. Acesso em: 21 de Fevereiro de 2018.

[40]-NAVARRO, S. L. B., RODRIGUES, C. E. C.- MACADAMIA OIL EXTRACTION METHODS AND USES FOR THE DEFATTED MEAL BY PRODUCT.- Trend in Food Science & Tecnology, nº 54, p. 148-150, 2016.

[41]-BACCAN, N., GODINHO, E. S. O, ALEIXO, M. L., STEH, E. -INTRODUÇÃO A SEMIMICROANÁLISE QUALITATIVA 8ª / 2ªed. - Campinas: Editora da UNICAMP, (Séries Manuais) 1988.

[42]-BELLAVER, C.; ZANOTTO, D.L. Parâmetros de qualidade em gordura e subprodutos protéicos de origem animal. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS; 2004, Santos - SP. Anais... Campinas: FACTA, 2004. v.1. p. 79 -102.

[43]-INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). MÉTODOS FÍSICO-QUÍMICOS PARA ANÁLISE DE ALIMENTOS / São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008 p. 1020.

[44]-BARBOSA, O. M., OLIVEIRA, A. F. M. de-CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO ÓLEO DE SEMENTES DE CALOTROPIS PROCERA (APOCYNACEAE)- Congresso Brasileiro de Mamona & Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 2010, João Pessoa. Anais. Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 50-54. Disponível

em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18304/1/BID-22.pdf>> Acesso em 21 de Fevereiro de 2018.

[45] MADEIRA, M., FERRÃO, M. E. M. - ALIMENTOS CONFORME A LEI -1ª Ed. Editora Manole LTDA – 2002, SP.

[46] - BORDIGNON, B. C. S.- RELAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO COM QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E COMPOSIÇÃO DO ÓLEO EXTRAÍDO DE CULTIVARES DE SOJA 90 f.; II Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Agronomia, RS, 2009.

[47] - VIEIRA CARDOSO, L., Piccolo Barcelos, M., de Oliveira, A., Ribeiro Pereira, J., & de Abreu, W., de Araujo Pimentel, F., das Graças Cardoso, M., Cardoso de Angelis Pereira, M. (2010). CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE AZEITES OBTIDOS DE DIFERENTES VARIEDADES DE OLIVEIRAS INTRODUZIDAS NO SUL DE MINAS GERAIS – Brasil. *Semina: Ciências Agrárias*, 31 (1), 127-135.

[48]- ARAÚJO, P. C., SILVA, C. V. da , MONTE, A. F. G., BATISTA, F. R. X. AVALIAÇÃO DO SOBREAQUECIMENTO DE ÓLEOS VEGETAIS ATRAVÉS DE ANÁLISES QUÍMICAS E ESPECTROSCOPIA UV/VISÍVEL - Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Química Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Física , 2014.

[49]- ZANELA, J., Lorenzetti, E., Huller ,C. T., Rodrigues, M. , B. -AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA LUZ NO ÍNDICE DE PERÓXIDO EM ÓLEO DE SOJA DEGOMADO – U T F P R , P A T O B R A N C O , 0 3 ( 4 ) . 2 0 0 8.

[50]- RAMALHO, V. C. ; Jorge, N.- ANTIOXIDANTS USED IN OILS, FATS AND FATTY FOODS- Quím. Nova vol.29 no.4 São Paulo July/Aug. 2006

[51]- MORETTO e FETT, 1998 *apud* SILVA, D. S., WANDA, I.M.L., MARSIGLIA V., FREIRE, A. - ANÁLISE DE ÁCIDEZ E INDÍCE DE PERÓXIDO DO ÓLEO DE SOJA UTILIZADO EM FRITURAS- Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em ciências.

[52]- RIBEIRO, E.C.S., Marques, T. C., Bastos, G.L.R. , dos Santos, A.C.C. , Sabaa-Srur, A.U.O. , Crocchia, C.- Análise físico-química do óleo e da torta de linhaça marrom (*Linum usitatissimum L.*)- XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de alimentos. 2016

[53]- COSTA, S. D. C. - OBTENÇÃO E ANÁLISE DE PROPRIEDADES E PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO ÓLEO DE OITICICA. Natal/RN 2015- Monografia - UFRN/CT/DEQ - Campus Universitário - Natal - RN – BRASIL.

[54]- PINHEIRO D. R., Pontes F. A., Braga J. A. L. S., Gonçalves J. C. S. Pereira L. F. S. 2009. **Tecnologia do óleo de soja**. Belém. Pag.13,20.

[55]- ECIRTEC | EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS INDUSTRIAIS LTDA. Disponível em: <http://ecirtec.com.br/equipamentos/refino/>. Acesso em 09 de Julho de 2018.

[56]- ABIOSSA- COMMODITY BROKERS - Disponível em : <http://www.aboissa.com.br/produtos/view/544/oleo-de-soja-refinado.html> . Acesso em 8 de julho de 18.

[57]- THODE FILHO, S.; CABRAL, G. B.; MARANHÃO, F. da S.; SENA, M. F. M. de ; SILVA E. R. da.- DETERIORATION OF VEGETABLE OILS EXPOSED TO DIFFERENT CONDITIONS OF STORAGE.- Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM, SANTA MARIA REVISTA ELETRONICA EM GESTÃO, EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA AMBIENTAL - REGET - v. 18. Ed. Especial Mai. 2014, p. 07-13

[58]- MACIEL L. - AVALIAÇÃO DA TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO COM TRANSFORMADA DE FOURIER COMO FERRAMENTA PARA O ESTUDO DA ADULTERAÇÃO DOS ÓLEOS DE CHIA E MACADÂMIA. Monografia, (Licenciatura em Química) Rio de Janeiro- UENF- UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO, 2004.

[59]- FREIRE, D., B., P.- CONTROLE DE QUALIDADE DE ÓLEOS VEGETAIS COMERCIALIZADOS NA REGIÃO DO GRANDE PORTO- FACULDADE DE CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DA UNIVERSIDADE DO PORTO- 2002.

[60]- MEDICINA NA PRÁTICA- TERAPIA ANTIOXIDANTE- Disponível em: <http://www.medicinapratica.com.br/tag/acido-palmitico/>. Acesso em 09 de Julho de 2018.

[61]- BEEF POINT- ÁCIDO ESTEÁRICO: UMA GORDURA SATURADA ÚNICA.- Disponível em : <https://www.beefpoint.com.br/acido-estearico-uma-gordura-saturada-unica-28295/>. Acesso em 09 de julho de 2018.



[62]- RODRIGUES, J. – ÁCIDO OLÉIO –MOLÉCULA DA SEMANA- Disponível em: <https://www.fcencias.com/2014/06/05/acido-oleico-molecula-da-semana/>. Acesso em 09 de julho de 2018.

[63]- FOOD INGREDIENTS BRASIL – OS BENEFÍCIOS A SAÚDE DOS ÁCIDOS GRAXOS POLI-INSATURADOS – Nº 36, 2016.

[64]- MINHA VIDA- Ômegas ajudam a manter a saúde do organismo em dia- VITAMINAS BRASIL Disponível em: <https://vitaminasbrasil.com/blogs/news/omegas-ajudam-a-manter-a-saude-do-organismo-em-dia/>. Acesso em 09 de julho de 2018.

[65]- VITALATMAN- Prensagem a Frio, O Que É Isso?- Disponível em: <http://www.vitalatman.com.br/blog/prensagem-a-frio-o-que-e-isso/>. Acesso em 09 de Julho de 2018.

[66]- ROCHA, J.- PROPRIEDADES DA MATÉRIA- Disponível em: <https://manualdaquimica.uol.com.br/quimica-geral/propriedades-materia.htm>. Acesso em 09 de Julho de 2018.

[67]- GRUPO BACCAN DE QUÍMICA ANÁLITICA- INTRODUÇÃO AOS MÉTODOS VOLUMÉTRICOS DE ANÁLISE-. Disponível em: [http://www.ufjf.br/baccan/files/2011/05/Aula\\_pratica\\_2.pdf](http://www.ufjf.br/baccan/files/2011/05/Aula_pratica_2.pdf). Acesso em 09 de Julho de 2018.

[68]- ROSSI, D. – ÍNDICE DE ACIDEZ- Disponível em : <http://www.professordanielrossi.yolasite.com/resources/Indice%20de%20Acidez.pdf>. Acesso em 09 de julho de 2018.

[69]- ÍNDICE DE ACIDEZ LIVRE E DE PERÓXIDO- Escola Técnica Estadual Tiquatira- Disponível em: [http://josebarbosa.yolasite.com/resources/%C3%8DNDICES\\_DE\\_ACIDEZ\\_LIVRE\\_E\\_DE\\_PER%3%93XIDO\\_%282%29.pdf](http://josebarbosa.yolasite.com/resources/%C3%8DNDICES_DE_ACIDEZ_LIVRE_E_DE_PER%3%93XIDO_%282%29.pdf) . Acesso em 09 de julho de 2018.

[70]-LIPÓLISE- OBESIDADE – Bioquímica da Obesidade/Disponível em: <http://bioquimicadaobesidade.blogspot.com/2013/01/lipolise-introducao.html>.

[71]- MAPA- Determinação do índice de peróxidos em produtos de origem animal por oxidimetria- LABORATÓRIO NACIONAL AGROPECUÁRIO - LANAGRO/RS- Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/legislacoes-e-metodos/arquivos-metodos-da-area-poa-iqa/met-poa-slav-29-02-indice-de-peroxidos.pdf>

[72]- SILVA, F. A. M- MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DO GRAU DE OXIDAÇÃO LIPÍDICA E DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE- QUÍMICA NOVA, 22(1) (1999).

[73]- VINEYARD, P. M.- ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SABÃO UTILIZANDO DIFERENTES ÓLEOS VEGETAIS- Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT)

[74]- COSTA, S. D. C. Obtenção e análise de propriedades e parâmetros físico-químicos do óleo de oiticica- Monografia - UFRN/CT/DEQ/ NATAL-Novembro de 2015.

[75]- ALMEIDA, J. K. P., NUNES G. P., -CARACTERIZAÇÕES FÍSICOQUÍMICAS DE ÓLEOS VEGETAIS UTILIZADOS PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM METODOLOGIAS ALTERNATIVAS SIMPLES- XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual: Desafios da Engenharia de Produção na Consolidação do Brasil no Cenário Econômico Mundial Belo Horizonte, MG, Brasil.

[76]-INTEGRAL- Linhaça Dourada- Informação Nutricional - Porção de 15g (1 colher de sopa) Disponível em: <https://www.jasminealimentos.com/produtos/integral/linhaca-dourada-em-graos-2/>- Acesso em: 10 de julho de 2018.

[77]- COELHO, M. S.; SALAS-MELLADO, M. de las M. - Revisão: Composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*Salvia hispanica* L) em alimentos Review: Chemical composition, functional properties and technological applications of chia (*Salvia hispanica* L) seeds in foods – Universidade Federal do Rio Grande (FURG) Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bjft/v17n4/1981-6723-bjft-17-4-259.pdf/> Acesso em 11 de julho de 2018.

- [78]- MARTIN, C. A., VISENTAINER, J. V. - Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos/ Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: importance and occurrence in foods - Rev. Nutr. vol.19 no.6 Campinas Nov./Dec. 2006
- [79]- ROCHA, X. W. - Síntese de sabão- Química Nova, 1999. Disponível em : [http://www.oocities.org/vienna/choir/9201/sinteses\\_organicas.htm](http://www.oocities.org/vienna/choir/9201/sinteses_organicas.htm). Acesso em 11 de julho de 2018.
- [80]-Química e sociedade - Triacilgliceróis- Disponível em: <https://quimicanovae.wordpress.com/exercicios-enem-cursinho-origenes/triacilgliceróis/>
- [81]- RÊGO, F. L. T.- ESTUDO DO PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E A RAZÃO ENTRE ÔMEGA 6 / ÔMEGA3 EM PESCADO - Tese / Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, -2012- SALVADOR- BH.
- [82]- ARAÚJO, P. C., SILVA, C. V. da , MONTE, A. F. G., BATISTA, F. R. X. AVALIAÇÃO DO SOBREAQUECIMENTO DE ÓLEOS VEGETAIS ATRAVÉS DE ANÁLISES QUÍMICAS E ESPECTROSCOPIA UV/VISÍVEL - Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Química Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Física , 2014.
- [83]- RIBEIRO, E.C.S., Marques, T. C., Bastos, G.L.R. , dos Santos, A.C.C. , Sabaa-Srur, A.U.O. , Crocchia, C.- Análise físico-química do óleo e da torta de linhaça marrom (*Linum usitatissimum L*).- XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de alimentos. 2016
- [84]- ZANELA, J., Lorenzetti, E., Huller ,C. T., Rodrigues, M. , B. -AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA LUZ NO ÍNDICE DE PERÓXIDO EM ÓLEO DE SOJA DEGOMADO – **U T F P R , P A T O B R A N C O , 0 3 ( 4 ) . 2 0 0 8 .**
- [85]- INETI- Departamento de Tecnologias das Indústrias Alimentares- ÓLEO DE GIRASSOL- Disponível em: <http://www.cienciaviva.pt/projectos/pulsar/oleogirassol.asp>  
Acesso em 31 de Dezembro de 2017
- [86]- RAMALHO, V. C. ; Jorge, N.- ANTIOXIDANTS USED IN OILS, FATS AND FATTY FOODS- Quím. Nova vol.29 no.4 São Paulo July/Aug. 2006

[87]-SELMECZI-KOVACS, A.- AKKLIMATISATION UND VERBREITUNG DER SONNENBLUME IN EUROPA. Acta Ethnographica Academiae Hungaricae, Budapest, v.24, n. 1-2, p.47-88, 1975.

[88]- COSTA, L. T., VIDAL N. C. F. DAS, JARDEL P. R. DA, FEITOZA R. M., MARQUES, L. F. RIBEIRO D.- COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO DE ALGODÃO- II Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel Realização: UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS E PREFEITURA MUNICIPAL DE VARGINHA. CAMPINA GRANDE, PB

[89]- COSTA, L. T., VIDAL N. C. F. DAS, JARDEL P. R. DA, FEITOZA R. M., MARQUES, L. F. RIBEIRO D.- COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO DE ALGODÃO- II Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel Realização: UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS E PREFEITURA MUNICIPAL DE VARGINHA. CAMPINA GRANDE, PB.

[90]- VINEYARD, P. M.- ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SABÃO UTILIZANDO DIFERENTES ÓLEOS VEGETAIS- Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT)

[91]- MORETTO e FETT, 1998 *apud* SILVA, D. S., WANDA, I.M.L., MARSIGLIA V., FREIRE, A. - ANÁLISE DE ÁCIDEZ E INDÍCE DE PERÓXIDO DO ÓLEO DE SOJA UTILIZADO EM FRITURAS- Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em ciências.

[92]- FREIRE, D., B., P.- CONTROLE DE QUALIDADE DE ÓLEOS VEGETAIS COMERCIALIZADOS NA REGIÃO DO GRANDE PORTO- FACULDADE DE CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DA UNIVERSIDADE DO PORTO- 2002

[93]- THODE FILHO, S.; CABRAL, G. B.; MARANHÃO, F. da S.; SENA, M. F. M. de ; SILVA E. R. da.- DETERIORATION OF VEGETABLE OILS EXPOSED TO DIFFERENT CONDITIONS OF STORAGE.- Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM, SANTA MARIA REVISTA ELETRONICA EM GESTÃO, EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA AMBIENTAL - REGET - v. 18. Ed. Especial Mai. 2014, p. 07-13

- [94]- PINHEIRO D. R., Pontes F. A., Braga J. A. L. S., Gonçalves J. C. S. Pereira L. F. S. 2009. Tecnologia do óleo de soja. Belém. Pag.13,20.
- [95]- MARTIN, C. A., VISENTAINER, J. V. - Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos/ Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: importance and occurrence in foods - Rev. Nutr. vol.19 no.6 Campinas Nov./Dec. 2006
- [96]- RIBEIRO, E.C.S., Marques, T. C., Bastos, G.L.R. , dos Santos, A.C.C. , Sabaa-Srur, A.U.O. , Crocchia, C.- Análise físico-química do óleo e da torta de linhaça marrom (*Linum usitatissimum L.*)- XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de alimentos. 2016
- [97]- COSTA, S. D. C. - OBTENÇÃO E ANÁLISE DE PROPRIEDADES E PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO ÓLEO DE OITICICA. Natal/RN 2015- Monografia - UFRN/CT/DEQ - Campus Universitário - Natal - RN – BRASIL.
- [98]- VIEIRA CARDOSO, L., Piccolo Barcelos, M., de Oliveira, A., Ribeiro Pereira, J., & de Abreu, W., de Araujo Pimentel, F., das Graças Cardoso, M., Cardoso de Angelis Pereira, M. (2010). CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE AZEITES OBTIDOS DE DIFERENTES VARIEDADES DE OLIVEIRAS INTRODUZIDAS NO SUL DE MINAS GERAIS – Brasil. *Semina: Ciências Agrárias*, 31 (1), 127-135.
- [99]- COSTA, S. D. C. - OBTENÇÃO E ANÁLISE DE PROPRIEDADES E PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO ÓLEO DE OITICICA. Natal/RN 2015- Monografia - UFRN/CT/DEQ - Campus Universitário - Natal - RN – BRASIL.
- [100]- ALMEIDA, J. K. P., NUNES G. P., -CARACTERIZAÇÕES FÍSICOQUÍMICAS DE ÓLEOS VEGETAIS UTILIZADOS PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL COM METODOLOGIAS ALTERNATIVAS SIMPLES- XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual: Desafios da Engenharia de Produção na Consolidação do Brasil no Cenário Econômico Mundial Belo Horizonte, MG, Brasil.

[101]- INTEGRAL- Linhaça Dourada- Informação Nutricional - Porção de 15g (1 colher de sopa)  
Disponível em: <https://www.jasminealimentos.com/produtos/integral/linhaca-dourada-em-graos-2/>-  
Acesso em: 10 de julho de 2018.

[102]- COELHO, M. S.; SALAS-MELLADO, M. de las M. - Revisão: Composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*Salvia hispanica* L) em alimentos  
Review: Chemical composition, functional properties and technological applications of chia (*Salvia hispanica* L) seeds in foods – Universidade Federal do Rio Grande (FURG) Disponível em:  
<http://www.scielo.br/pdf/bjft/v17n4/1981-6723-bjft-17-4-259.pdf/> Acesso em 11 de julho de 2018.

[103]- RIBEIRO, E.C.S., Marques, T. C., Bastos, G.L.R. , dos Santos, A.C.C. , Sabaa-Srur, A.U.O. ,  
Croccia, C.- Análise físico-química do óleo e da torta de linhaça marrom (*Linum usitatissimum* L).- XXV  
Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de alimentos. 2016

[104]- MAPA- Determinação do índice de peróxidos em produtos de origem animal por oxidimetria-  
LABORATÓRIO NACIONAL AGROPECUÁRIO - LANAGRO/RS- Disponível em:  
<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/legislacoes-e-metodos/arquivos-metodos-da-area-poa-iqa/met-poa-slav-29-02-indice-de-peroxidos.pdf>

[105]- ALMEIDA, J. K. P., NUNES G. P., -CARACTERIZAÇÕES FÍSICOQUÍMICAS DE ÓLEOS VEGETAIS UTILIZADOS PARA PRODUÇÃO DE BODIESEL COM METODOLOGIAS ALTERNATIVAS SIMPLES- XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO  
Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual: Desafios da Engenharia de Produção na Consolidação do Brasil no Cenário Econômico Mundial Belo Horizonte, MG, Brasil.

