

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE QUÍMICA**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

CILIANA VALLEAU DO NASCIMENTO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO ÓLEO DE FRITURA DE UM RESTAURANTE**  
**UNIVERSITÁRIO DO OESTE DO PARANÁ**

MEDIANEIRA – PR

2019

CILIANA VALLEAU DO NASCIMENTO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO ÓLEO DE FRITURA DE UM RESTAURANTE  
UNIVERSITÁRIO DO OESTE DO PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito à obtenção do título de Licenciado em Química, do Departamento Acadêmico de Química, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador (a): Alex Sanches Torquato.

Coorientador: Oldair Donizete Leite.

MEDIANEIRA - PR

2019

## TERMO DE APROVAÇÃO

### AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO ÓLEO DE FRITURA DE UM RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DO OESTE DO PARANÁ

Por

**Ciliana Valleau do Nascimento**

Esse trabalho de conclusão de curso foi apresentado às quatorze horas do dia doze de julho de dois mil e dezenove, como requisito parcial para a obtenção do diploma de graduação do curso de Licenciatura em Química, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo relacionados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Alex S. Torquato (Orientador – DAQUI – UTFPR/MD)

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Oldair D. Leite (Co-orientador – DAQUI – UTFPR/MD)

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosana Ap. Silva-Buzanello (Banca – DAALM – UTFPR/MD)

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Angela C. Rodrigues (Banca – DAQUI – UTFPR/MD)

***\*A versão assinada original encontra-se arquivada na Coordenação do curso de Licenciatura em Química***

Agradeço a Deus por ter me dado forças para chegar até aqui, fé e perseverança.

Dedico a minha mãe pela força, por sempre estar orando e me apoiando, não teria conseguido sem a Senhora.

A minha família que me apoiou e esteve sempre comigo.

## RESUMO

NASCIMENTO, Ciliana Valleau Do. **Avaliação da qualidade do óleo de fritura de um restaurante universitário do Oeste do Paraná.** Licenciatura em Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2019.

Neste trabalho foram analisadas amostras de óleos de soja utilizados em processo de fritura em um restaurante universitário do Oeste do Paraná, com o intuito de avaliar a qualidade do óleo, verificando as alterações químicas. O óleo no restaurante era utilizado por uma semana, nos três turnos de funcionamento da Universidade, sendo realizadas frituras de salgados, cerca de 50 salgados por dia, a temperatura de aquecimento era em torno de 180° C. Foram coletadas três amostras de óleo, utilizados por uma semana para frituras, a primeira amostra o óleo só havia sido utilizada em dois turnos, já as amostras 2 e 3 foram utilizadas nos três turnos. As análises ocorreram no laboratório de analítica da UTFPR-MD, no primeiro semestre de 2019. Foram avaliados os índices de acidez, peróxidos, interpretação de espectros de infravermelho e cromatogramas. No índice de acidez as amostras A2 e A3 estavam fora do limite preconizado pela ANVISA, Brasil (2005), nas análises de peróxidos também apresentaram limites acima do proposto segundo Brasil (2005). Nos espectros de infravermelho todos apresentou o mesmo perfil, havendo diferenças nas absorções das bandas, decorrente a formações de produtos da degradação do óleo. Nas análises de cromatográficas foram identificados à presença de cinco ácidos graxos que apareceram em maior percentual, dentre eles, os ácidos graxos linoleico e linolênico (ácidos graxos poli-insaturados) que são ácidos graxos essenciais, estes tiveram de suas porcentagens comparando com o óleo que não foi utilizado na fritura e houve aumento do percentual dos ácidos graxos saturados e monoinsaturados. Esta diminuição dos ácidos graxos poli-insaturados acarreta em uma perda da qualidade do óleo, pois são os ácidos graxos essenciais para dieta.

**Palavras - chave:** índice de acidez e peróxidos, cromatografia, infravermelho.

## ABSTRACT

NASCIMENTO, Ciliana Valleau Do. **Evaluation of the quality of the frying oil of a university restaurant in the West of Paraná.** Degree in Chemistry, Federal University of Technology Paraná. Medianeira, 2019.

This study was a planted samples of the shipped sandwich process in the cuisine of the western cuisine in the market of the quality of the garden, in the service university of the West of Paraná, in Portuguese the West of Paraná, Brazil. The oil in the restaurant was used for a week on the University's three rounds of operation, and the salty currents, about 50 salty a day, were a warm-up season of around 180 ° C. Three oil samples were collected, used For a week for some frying, as samples 2 and 3 were used in the three shifts. The increases did not occur in the UTFPR-MD analysis laboratory in the first half of 2019. The acidity, peroxide, infrared spectra interpretation and chromatograms were analyzed. In the acidity index samples A2 and A3 were outside the limit recommended by ANVISA, Brazil (2005), in the peroxide analysis also presented limits above the proposed according to Brazil (2005). In the infrared spectra all presented the same profile, with differences in the absorption of the bands, due to the formation of oil degradation products. Chromatographic analyzes identified five fatty acids that appeared in the highest percentage, among them, linoleic and linolenic fatty acids (polyunsaturated fatty acids), which are essential fatty acids. It was not used in frying and there was an increase in the percentage of saturated and monounsaturated fatty acids. This decrease in polyunsaturated fatty acids leads to a loss in oil quality as they are essential fatty acids in the diet.

**Keywords:** Acid and peroxide index, chromatography, infrared.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Reação de esterificação .....	14
Figura 2. Espectrômetro Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR).....	20
Figura 3. Cromatógrafo a gás (CG) .....	21
Figura 4. Reação de transesterificação do triacilglicerol .....	21
Figura 5. Análise do índice de acidez em mg de KOH/g .....	24
Figura 6. Análise do índice de peróxidos em meq de peróxidos/kg .....	25
Figura 7. Espectros FTIR da faixa de 4000 - 800 $\text{cm}^{-1}$ das amostras de óleo de soja utilizado em fritura e do óleo antes de passar pelo processo de fritura .....	26
Figura 8. Espectro ampliado do grupamento C=O .....	27
Figura 09. Espectro ampliado dos grupamentos metila metileno .....	26
Figura 10. Espectro de infravermelho ampliado, grupo hidroperóxido .....	28
Figura 11. Espectro ampliado da ligação C-O .....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Índice de acidez e peróxidos de óleos de soja utilizados para fritura de salgados em comparação com o óleo antes de passar pelo processo de fritura (O.N).....	23
Tabela 2. Ácidos graxos presentes nas amostras analisadas em porcentagem relativa maiores que 1% .....	30



## LISTA DE ABREVIATURAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
DIVISA/SVS	Diretoria de Vigilância Sanitária/ Secretária de Vigilância em Saúde
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
AOCS	American Oil Chemists Society
ATR	Espectroscopia por refletância total atenuada
FTIR	Espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier
FID	Detector de ionização de chama
GC	Cromatógrafo a gás
A1	Amostra 1
A2	Amostra 2
A3	Amostra 3
O.N	Óleo novo

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>11</b>
2.1 <i>Objetivo Geral</i> .....	11
2.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	11
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>12</b>
3.1 <i>Óleo Vegetal</i> .....	12
3.2 <i>Breve dados históricos da soja</i> .....	12
3.3 <i>Processo de produção do óleo vegetal</i> .....	13
3.3.1 <i>Preparo de matéria prima</i> .....	13
3.3.2 <i>Extração do óleo bruto</i> .....	13
3.3.3 <i>Processo de refino</i> .....	13
3.4 <i>Composição do óleo vegetal</i> .....	14
3.5 <i>Óleo usado em processo de fritura</i> .....	15
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
4.1 <i>Local de coleta</i> .....	17
4.2 <i>Local de análise</i> .....	17
4.3 <i>Determinação do Índice de acidez</i> .....	18
4.4 <i>Determinação do Índice de peróxidos</i> .....	18
4.5 <i>Identificação dos grupos funcionais presentes nas amostras de óleo por infravermelho</i> .....	19
4.6 <i>Identificação dos ácidos graxos por cromatografia</i> .....	20
4.7 <i>Análise estatística dos dados</i> .....	21
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>22</b>
5.1 <i>Índice de acidez do óleo usado</i> .....	22
5.2 <i>Índice de peróxidos</i> .....	24
5.3 <i>Análise de espectro de infravermelho</i> .....	25
5.4 <i>Identificação dos ácidos graxos</i> .....	29
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Existem vários estabelecimentos como bares, restaurantes que comercializam alimentos que passam por processo de fritura, pois estes tipos de alimentos são bastante consumidos, devido ao seu sabor agradável, a rapidez em que estes alimentos são preparados, trazendo praticidade na vida dos consumidores e lucro para o comerciante.

O papel fundamental do óleo utilizado em processo de fritura é transferir calor ao alimento, de forma rápida, entretanto, nesta transferência, o óleo também interage com alimento, alterando suas propriedades iniciais (CELLA et al; 2002).

As alterações químicas decorrente do processo de degradação do óleo são três tipos: hidrólise, oxidação e polimerização. Também existem as alterações físicas que são perceptíveis sendo: escurecimento, aumento na viscosidade, formação de espuma e diminuição do ponto de fumaça (VELOSO et al; 2012). Os produtos de degradação decorrente das alterações químicas podem chegar a 50%, quando o óleo é submetido por longas horas e em temperaturas elevadas (JORGE; JANIERI, 2005).

Dependendo do ácido graxo consumido na dieta alimentar, este pode ocasionar elevação de gordura no tecido adiposo, ganho de massa corporal, e também no desenvolvimento de doenças crônicas (CORSINI et al; 2008). Sendo assim, é importante ter conhecimento da qualidade do óleo em que está sendo inserido na dieta.

Desta forma, conhecer o ponto de descarte do óleo de fritura é fundamental, pois influencia na qualidade do alimento, na saúde do consumidor e na parte econômica. Pois quando descartado cedo, gera prejuízo para repor, e quando descartado muito tardiamente resulta em perdas na qualidade do alimento.

O monitoramento do ponto de descarte do óleo utilizado em processo de fritura não possui uma regulamentação específica legalizada no Brasil (OSAWA, 2010), porém existem recomendações de boas práticas de uso.

Existem o informe técnico da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), nº11 de Outubro de 2004 (BRASIL, 2004), e a instrução normativa da Diretoria de Vigilância Sanitária/ Secretária de Vigilância em Saúde (VIGILÂNCIA

SANITÁRIA, 2017), que dispõe publicamente recomendações de boas práticas de utilização e descarte de óleos e gorduras utilizados para fritura.

As recomendações da ANVISA, para a quantidade de alguns compostos presentes no óleo utilizado no processo de fritura, são de: ácidos graxos livres não seja superior a 0,9%; o teor de compostos polares não seja superior que 25% e os valores de ácido linolênico, presentes nas frituras não ultrapasse o limite de 2% (BRASIL, 2004).

Também há a Resolução RDC, nº270, de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005), que preconiza limites de acidez e peróxidos para óleos e gorduras.

Desta forma, sabendo que alguns ácidos graxos podem gerar efeitos prejudiciais a saúde humana, analisar os estágios iniciais da degradação do óleo é importante para avaliar sua qualidade, e estipular prazos para o ponto em que o óleo deve ser descartado, evitando perda da qualidade do alimento, danos a saúde do consumidor e de dinheiro aos donos de estabelecimentos.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do óleo usado em processo de fritura e verificar se os resultados obtidos estão de acordo com os sugeridos pela ANVISA, Brasil (2005).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 *Objetivo Geral*

Avaliar a qualidade do óleo utilizado em processo de fritura de um restaurante universitário do Oeste do Paraná.

### 2.2 *Objetivos Específicos*

- Avaliar as alterações químicas ocorridas no óleo de soja utilizado para frituras, utilizando de métodos analíticos volumétricos, análise de espectros de infravermelho e cromatogramas;
- Comparar os resultados obtidos com os parâmetros propostos pela legislação brasileira, segundo Brasil (2005);
- Disponibilizar os resultados para o restaurante universitário;

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Óleo Vegetal

As plantas oleaginosas produzem sementes que são utilizadas no processo de produção dos óleos vegetais, possuindo no Brasil diversas espécies. Possui uma vasta utilização em escala industrial, podendo ser utilizadas na área de alimentos, fármacos plásticos, tintas, entre outros (BOCK et al; 2014).

#### 3.2 Breve dados históricos da soja

Nos tempos antigos, a soja encontrada no continente Asiático, era uma planta rasteira, a sua modificação ocorreu por cruzamentos naturais entre espécies de soja selvagem, realizados por cientistas da Antiga China (DALL'AGNOL et al; 2007), até então a soja não era conhecida no Brasil e em outros países.

No Brasil as atividades de plantio de soja foram iniciadas no Sudeste, desde então, expandiu pelos estados brasileiros, sendo que, o avanço tecnológico e a ciência tiveram uma grande contribuição para que a soja tivesse um maior crescimento no Brasil (FREITAS, 2011), auxiliando no aumento da renda de agricultores e comerciantes.

Segundo Espíndola (2002), a soja foi a protagonista da época do Centro-Oeste do Brasil na área de grãos, sendo o principal grão da época ganhando do milho, este crescimento foi através do plantio direto do grão, sendo feita rotação de cultura com o plantio de milho, pois o milho favorecia a cobertura do solo no inverno sendo a segunda safra alternando com o plantio da soja, primeira safra, gerando um melhor aproveitamento das plantas no solo.

O Brasil já se tornou o maior exportador de soja no mundo nos anos de 2003 e 2004 (SCHLESINGER, 2008), favorecendo o crescimento da economia brasileira, ocorrendo dois anos seguidos. Um dos fatores que contribuíram para seu

crescimento é a boa adaptação do plantio de soja nas terras brasileiras, que possuem condições ótimas para seu cultivo.

### *3.3 Processo de produção do óleo vegetal*

A soja é um alimento rico em proteínas, com uma concentração elevada de óleo, fornecendo cerca de 9 Kcal/g (MANDARINO et al; 2005).

Para obter o óleo vegetal é preciso passar por três etapas, que são descritas a seguir:

#### 3.3.1 Preparo de matéria prima

Os grãos passam por um processo de limpeza e posteriormente pela secagem, até obter um teor de aproximadamente 10% de umidade. Para que o processo seja eficiente, a terceira etapa é a quebra dos grãos com objetivo de reduzir o tamanho dos grãos, facilitando os próximos processos.

Então, a soja passa pelo descasque, são condicionados, laminados e expandidos gerando benefícios no processo de extração (BOSS, 2000).

#### 3.3.2 Extração do óleo bruto

Extratores com solvente orgânico são usados em processamentos mais modernos para extrair o óleo. Já em processos antigos, o óleo é extraído por maquinário mecânico sob pressão em prensas contínuas, e o óleo é extraído com a ajuda de um solvente orgânico (MANDARINO et al; 2001), nesta etapa é obtido o óleo vegetal bruto.

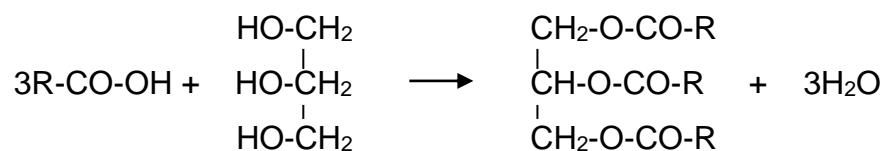
#### 3.3.3 Processo de refino

Antes de passar pelo refino o óleo bruto de soja passa ainda por mais uma etapa, que é a degomagem, sendo retirados gordura, e fosfolipídio. Em seguida é realizado o refino, que compreende três etapas: a primeira é a neutralização, sendo utilizada solução alcalina para neutralização dos ácidos graxos livres; na segunda etapa é a clarificação, trata-se da adsorção de pigmentos residuais; na terceira etapa é a desodorização, utilizada para retirar substâncias que causam odores indesejáveis no óleo (D'ARCE, 2006), sendo a etapa final do processo de produção de óleos vegetais.

### 3.4 Composição do óleo vegetal

Os principais compostos dos óleos e gorduras são os triacilglicerídeos, correspondendo, aproximadamente 95 % da composição total, sendo que sua estrutura é formada glicerol (triálcool) e três ácidos graxos (DE FARIA, et al; 2018). Os triacilglicerídeos são substâncias hidrofóbicas, ou seja, não possuem afinidade com a água.

Na imagem abaixo é possível observar como ocorre a reação de esterificação, obtendo como produto majoritário o triésteres (triglicerídeo).



**Figura 01** - Reação de esterificação.

Fonte: Própria Autoria, 2019.



Os ácidos graxos encontrados com maior frequência nas moléculas de triglicerídeos são compostos de 12, 14, 16 ou 18 átomos de carbono (GARCIA, 2006).

Os óleos vegetais diferem das gorduras na proporção de grupos insaturados, de um a quatro insaturações, sendo líquidos em temperatura ambiente. Já as gorduras são constituídas de ácidos graxos saturados, sendo sólida em temperatura ambiente (FELISBERTO et al; 2011). Como exemplo de ácidos graxos saturados temos o ácido mirístico, palmítico, esteárico, caprílico, cáprico e láurico e; ácidos graxos insaturados o ácido linolênico ( $\omega$ -3), ácidos linoleico ( $\omega$ -6) e ácido oleico ( $\omega$ -9), sendo classificado de acordo com a posição das duplas ligações presente (VOLKMANN, 2017).

### 3.5 Óleo usado em processo de fritura

Os óleos vegetais são muito usados para o consumo alimentício, em especial óleo de soja, para processos de frituras, pois fornece ao alimento qualidades sensoriais agradáveis e rapidez no seu preparo.

O consumo de óleos vegetais é uma fonte de energia, muito importante na dieta alimentar, porém vale destacar que também pode gerar malefícios a saúde humana, como doenças crônicas, quando consumido inadequadamente (RÉ, 2006).

Segundo Freire et al. (2013), quando o óleo é submetido ao processo de fritura, ele pode ser utilizado de duas maneiras, em processo contínuo e descontínuo. No processo contínuo, o óleo é aquecido somente uma vez, continuamente, geralmente utilizado em escala industrial. No processo descontínuo, o óleo passa por várias etapas de aquecimento sendo aquecido e resfriado, diversas vezes, sendo utilizado geralmente em casas, restaurantes, redes de *fast food*, lanchonetes, bares.

Nos processos de frituras descontínuas, para realização de frituras de alimentos em períodos curtos, são utilizados alguns óleos vegetais, em especial o óleo de soja, devido ao seu baixo custo e propriedades que atende as necessidades dos clientes (JORGE et al; 2005).

Quando busca-se prolongar a vida do óleo de fritura, existem duas formas: o vapor úmido provenientes dos alimentos, onde os subprodutos são arrastados, e acrescentar óleo durante a fritura, diluindo os subprodutos da oxidação (SANIBAL, 2002), porém o melhor é descartar o óleo quando estiver no ponto de descarte e repor com óleo novo.

O óleo, quando consumido dentro dos parâmetros de qualidade, se torna essencial para o corpo humano, que não pode produzir alguns ácidos graxos, denominados essenciais, como o ácido linolênico e o ácido linoleico (SANTOS et al; 2009).

Quando são consumidos alimentos que passam por um processo de fritura, pode contribuir de forma benéfica para o organismo humano, fazendo parte da dieta ou gerar malefícios na ingestão de substâncias com potencial tóxico, sendo formada durante o aquecimento e resfriamento do óleo, sendo os monômeros cíclicos os principais (RÉ et al; 2007).

Durante o processo de fritura, devido à temperatura alta do óleo, há interação com o oxigênio atmosférico, água e outros compostos presentes no alimento em que estão sendo fritos, ocorrendo à degradação do óleo (DAMY et al; 2009).

Um dos tipos de degradação do óleo pode ser denominado de rancidez hidrolítica, ocorrendo hidrólise dos triglicerídeos gerando ácidos graxos livres, glicerol, monômeros cíclicos, monoacilgliceróis, diacilgliceróis, dímeros e polímeros (JORGE, 2009).

As reações térmicas e oxidativas decorrente da alta temperatura e reação com o oxigênio atmosférico ocorrem preferencialmente nas ligações duplas dos ácidos graxos livres ou esterificados (MACHADO et al; 2008). Por ser uma região com uma maior densidade eletrônica por conta dos pares de elétrons  $\pi$  tendo uma maior facilidade de ocorrer à reação de oxidação.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, foi feito o aperfeiçoamento das metodologias de análises do óleo vegetal, preparando as soluções padrões e usando como amostra óleos usados, disponibilizado pelo grupo PETAmb da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, que coletam óleos vegetais usados para reciclagem.

### 4.1 Local de coleta

As amostras de óleo foram disponibilizadas por um restaurante universitário, localizado no Oeste do Paraná, sendo que, foram feitos o acompanhamento de descarte do óleo durante três semanas, sendo coletadas três amostras, uma a cada semana em que o óleo era trocado, todas as amostras foram utilizadas por uma semana no estabelecimento, porém a primeira amostra (A1), foi utilizada apenas no período da manhã até a tarde e as outras duas amostras (A2 e A3), foram utilizadas nos três períodos de funcionamento da lanchonete.

A quantia coletada de óleo, era em torno de 200 mL de óleo, sendo utilizados recipientes de vidro âmbar e armazenados em uma temperatura entre 18 e 20° C.

Também foi coletada uma amostra de 200 mL do óleo antes de ser utilizado no processo de fritura.

Duas fritadeiras elétricas eram dispostas no estabelecimento, uma delas para fritura de carnes e a outra para fritura de salgados.

Em média eram vendidos cerca de 50 salgados por dia, sendo fritos em temperatura em torno de 180° C, porém não eram realizadas frequentemente frituras de carnes, sendo assim, foi avaliado somente o óleo utilizado para fritura de massas.

### 4.2 Local de análise

O aperfeiçoamento das metodologias foi realizado na segunda semana do mês de maio de 2019, no laboratório de química analítica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), da cidade de Medianeira.

As análises das amostras de óleo do restaurante universitário foram também realizadas no mesmo local descrito acima, no final do mês de maio.

Os métodos analíticos utilizados foram para avaliar o índice de acidez, índice de peróxidos, identificar os grupos funcionais e o perfil dos ácidos graxos. As análises foram feitas triplicatas.

#### *4.3 Determinação do índice de acidez*

Para determinação da acidez, utilizou-se o método de titulação volumétrica, segundo a norma American Oil Chemists Society (1990), sendo utilizados: bureta; erlenmeyer; garra e suporte universal.

Foram utilizados três erlenmeyers, pois as análises foram feitas em triplicatas. Em cada erlenmeyer foi pesado 28,2 g do óleo de soja, posteriormente, acrescentado a amostra 50 mL de álcool neutralizado (Etílico 95%), e como indicador 2 mL de fenolftaleína (1% em álcool etílico 95%), titulado com uma solução de hidróxido de sódio (NaOH padronizado na concentração de 0,09815 mol/L). O resultado final foi expresso em (mg KOH/g).

#### *4.4 Determinação do índice de peróxidos*

As análises para avaliar o índice de peróxidos também foram realizadas por titulação volumétrica, segundo a norma AOCS Cd 8-53 (1990).

Foram dispostos de três erlenmeyers onde foram pesados em cada um 5,00 + 0,05 g de óleo de soja, em seguida com o uso de um béquer e proveta, acrescentado às amostras 30 mL de solução de ácido acético/ clorofórmio (3:2), e agitado. Com o auxílio de uma pipeta volumétrica, foram acrescentados 0,5 mL de

solução de KI (solução saturada), ficando em repouso sem incidência de luz por um minuto.

Após este tempo de repouso, foram colocados 30 mL de água destilada e titulado com solução de tiosulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  padronização com concentração de 0,1148 N), até que a cor quase desaparecesse. Em seguida foi adicionado 0,5 mL do indicador de amido (1% em água destilada), e a titulação continuou até o desaparecimento da coloração azulada.

A titulação também foi realizada para obter o branco, porém não houve influência do branco nos resultados calculados, onde os mesmos foram expressos em mEq/1000g.

#### *4.5 Identificação dos grupos funcionais presentes nas amostras de óleo por infravermelho*

Para identificação dos grupos funcionais presente nas amostras de óleo de soja foi utilizado o espectrômetro de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) e acessório de refletância total atenuada (ATR), da marca Perkin Elmer.



**Figura 2** - Espectrômetro Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR).

Fonte: Homepage da UTFPR.

#### 4.6 Identificação dos ácidos graxos por cromatografia

Foram analisados os perfis dos ácidos graxos presentes nas amostras de óleo usado e novo.

Desta forma, os ésteres metílicos de ácidos graxos foram analisados no cromatógrafo a gás (GC) Clarus 680 da marca Perkin Elmer, acoplado ao detector de chama (CG-FID) com amostrador automático.

Coluna select fame CP 7420 (100m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25  $\mu\text{m}$  de recobrimento de filme) utilizando o gás hélio como gás de arraste (vazão, 1,1 mL / min), seringa de 5  $\mu\text{l}$ ; volume de injeção de  $\mu\text{l}$ , gases de chama: hidrogênio a 40 mL/min; ar sintético a 400 mL/min.

Os parâmetros cromatográficos utilizados foram os seguintes: temperatura do injetor 240° C; temperatura do detector 250 ° C; rampa: inicial a 80°C permanecendo por 1 min, aquecendo a 20°C/min até 160; aquecendo até 198°C a 1°C/min, aquecendo até 250°C, a 5°C/min permanecendo por 1,6 min.

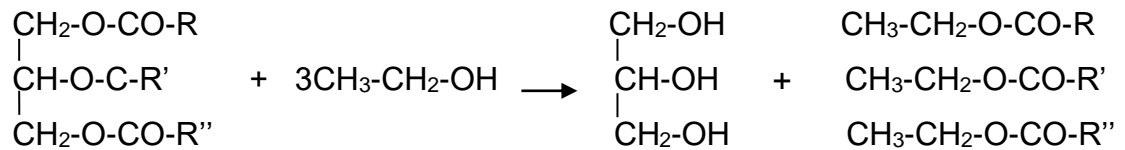
Padrão interno utilizado triclosanoato de metila (C-23)- concentração na amostra 0,5 mg.



**Figura 3** - Cromatógrafo a gás (CG).

Fonte: Homepage da UTFPR.

Para analisar os perfis de ácidos graxos presentes nas amostras de óleo de soja, foi feito o preparo da amostra, realizando uma reação de transesterificação, que pode ser observada na figura 4.



**Figura 4** - Reação de transesterificação do triacilglicerol.

Fonte: Própria Autoria, 2019.

Foi coletado uma gota da amostra (cerca de 50 mg), em um tubo de ensaio (com tampa de rosca), e acrescentado a amostra 2,0 mL de n-heptano e 2,0 mL de uma solução de KOH (concentração de 2 mol<sup>-1</sup>), a mistura foi agitada em um agitador vórtex por cerca de 5 min. Após a separação das fases, foi recolhida a fase superior e transferida para o vial, e guardado em uma caixa cryovial, repetindo o procedimento para cada amostra, feitos em triplicatas. A caixa cryovial foi mantida no congelador até a análise, seguindo a norma ISO 5509 (ISO 2000).

Foram computados pelo software Chrom Total da Perkin Elmer o tempo de retenção e a área (%), automaticamente.

#### 4.7 Análise estatística dos dados

Foram calculadas médias e desvio padrão dos parâmetros de determinação do índice de peróxidos, acidez e cromatografia. Foi realizada a análise de variância (ANOVA – fator único) permitindo verificar se houve diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre as médias dos índices de acidez, peróxido e dos ácidos graxos das amostras. As comparações entre médias foram realizadas pelo teste de Tukey testadas a 5% de probabilidade.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas as análises de três amostras dos óleos de soja utilizados em fritura, sendo descritas como: amostras A1; A2 e A3, também de uma amostra de óleo antes de passar pelo processo de fritura, descrito como óleo novo (O.N), as análises do índice de acidez e peróxidos, foram comparadas com recomendações de boas práticas de uso, propostas pela ANVISA, Brasil (2005), sendo que, todas as amostras pelo teste de tukey apresentaram diferenças significativas em suas médias.

Os resultados obtidos estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1-** Índice de acidez e peróxidos de óleos de soja utilizados para fritura de salgados em comparação com o óleo antes de passar pelo processo de fritura (O.N).

AMOSTRAS	% ÍNDICE DE ACIDEZ (mg de KOH/g)	% ÍNDICE DE PERÓXIDOS (meq/kg)
O.N	0,13 <sup>a</sup> ± 0,00	3,35 <sup>a</sup> ± 0,06
A 1	0,35 <sup>b</sup> ± 0,01	14,05 <sup>b</sup> ± 1,72
A 2	0,78 <sup>c</sup> ± 0,02	12,14 <sup>c</sup> ± 1,34
A 3	1,06 <sup>d</sup> ± 0,04	9,52 <sup>c</sup> ± 0,64
ANVISA	0,6 (Máximo)	10 (Máximo)

LEGENDA: A1: Amostra 1; A2: Amostra 2; A3: Amostra 3; O.N: Óleo novo; ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2005).

Média da análise ± desvio padrão de determinações em triplicata.

\* letras minúsculas diferentes na mesma coluna significam diferenças significativas nas médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

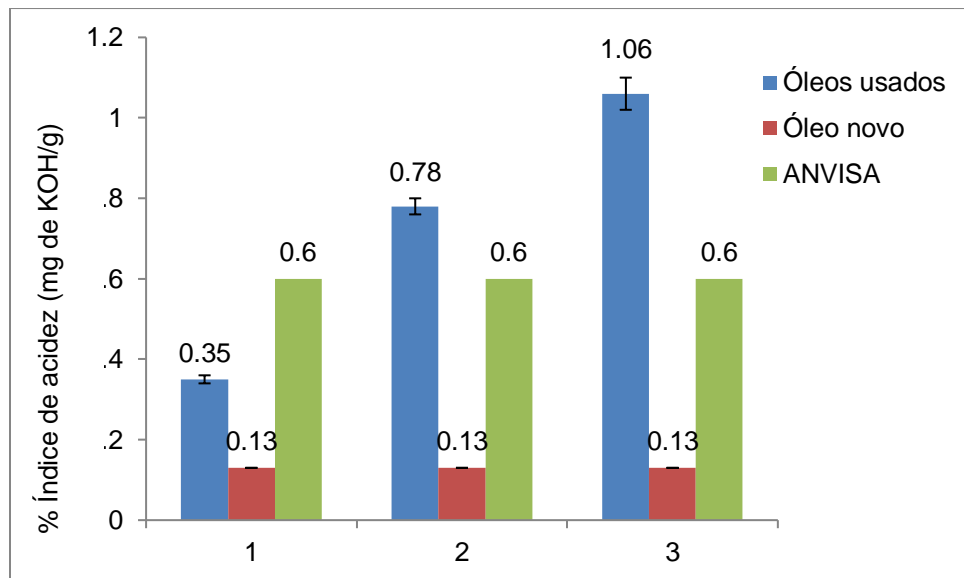
Fonte: Própria autoria, 2019.

### 5.1 Índice de acidez do óleo usado



De acordo com os resultados obtidos das amostras de óleos de soja analisadas, apenas A1 está dentro do limite proposto de 0,6 mg de KOH/g para acidez de óleos e gorduras refinados segundo Brasil (2005), site da ANVISA.

De acordo com o gráfico abaixo podemos observar a diferença de acidez entre o óleo antes do processo de fritura e depois que foi utilizado com o limite permitido pela ANVISA.



**Figura 5** - Análise do índice de acidez em mg de KOH/g.

Fonte: Própria Autoria, 2019.

A acidez do óleo demonstra que, provavelmente esteja ocorrendo reações hidrolíticas, sendo que, quanto maior a acidez maior será a ocorrência de reações hidrolíticas, e conseqüentemente a quantidade de ácidos graxos presente, isto ocorre devido à temperatura alta em que o óleo é exposto e a umidade presente nos alimentos submetidos ao processo de fritura (CELLA, 2002).

Desta forma, podemos afirmar que, o aumento do índice de acidez dos óleos analisados deve-se ao fato da quantidade diversidade de salgados que foram fritos no mesmo óleo, o tempo de uso e a temperatura que foi em torno de 180°C.

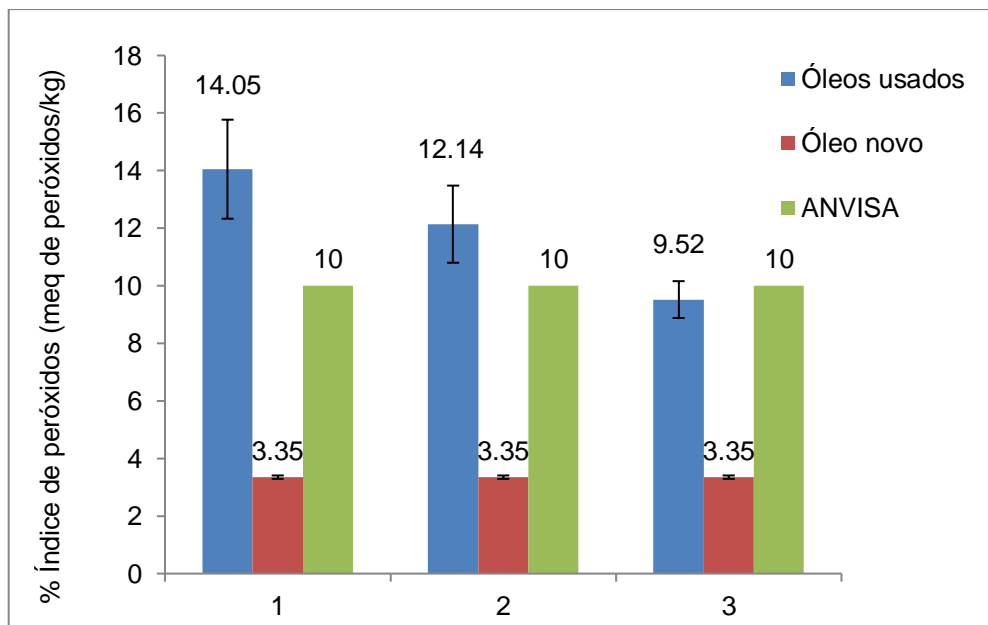
A amostra A1, apresentou 0,3 mg de KOH/g estando dentro do limite estabelecido pela ANVISA, porém está é a única amostra que foi utilizada apenas

em dois turnos durante uma semana, sendo assim, a quantia de salgados fritos foi inferior a quantia de salgados fritos quando há aula nos três períodos.

As amostras A2 e A3 apresentaram respectivamente 0,78 e 1,06 mg de KOH/g, estando acima dos limite proposto, estas duas amostras obtiveram médias diferentes pelo teste de tukey, sendo que as mesmas foram utilizadas em tempo iguais, este fato deve-se ao fato a variedade de salgados que são fritos que podem ter contribuído mais ou menos para a ocorrência de reações hidrolíticas no óleo.

### 5.2 Índice de peróxidos

De acordo com as análises realizadas para o índice de peróxidos, apenas a amostra A3, apresentou estar dentro do limite proposto pela ANVISA (BRASIL, 2005), de 10 meq de peróxidos/kg.



**Figura 6** - Análise do índice de peróxidos em meq de peróxidos/kg.

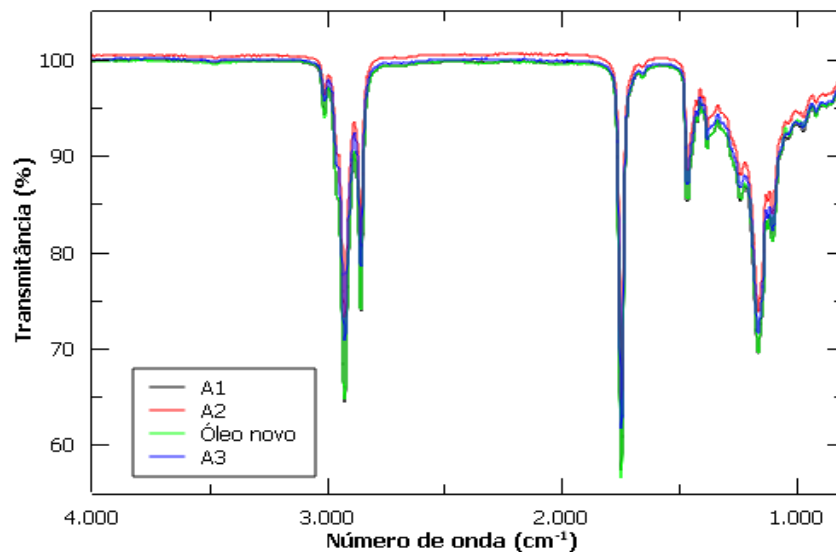
Fonte: Própria Autoria, 2019.

O percentual do índice de peróxidos diminui com o aumento do estado de oxidação, sendo um método analítico bom apenas para avaliação dos estágios iniciais de oxidação (SANIBAL, 2002).

Desta forma, podemos dizer que, o aumento do índice de peróxido na amostra A1 de 14,05 meq de peróxidos/kg, é superior aos das amostras A2 e A3, que apresentam 12,14 e 9,52 meq de peróxidos/kg, respectivamente, pelo fato que este tipo de análise é utilizado para verificação dos estágios iniciais da oxidação do óleo, e como observamos que a acidez do óleo nas amostras A2 e A3 estão mais elevadas, é possível que o óleo esteja em um estado de oxidação mais avançado ocorrendo um declínio no valor do índice de peróxidos nas amostras A2 e A3.

### 5.3 Análise de espectro de infravermelho

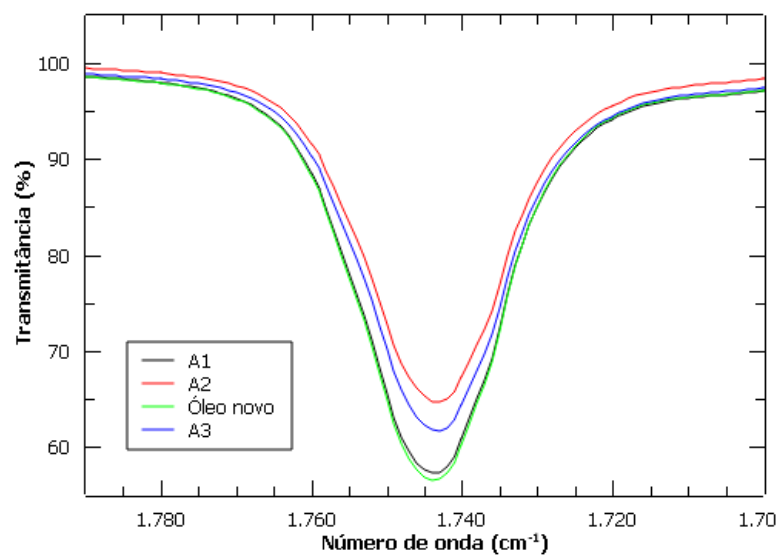
Foram realizadas as análises de espectro no infravermelho das amostras de óleo de soja, do óleo novo e dos óleos usados no processo de fritura, obtendo os espectros mostrados na figura 7.



**Figura 7-** Espectros FTIR da faixa de 4000 - 800  $\text{cm}^{-1}$  das amostras de óleo de soja utilizado em fritura e do óleo antes de passar pelo processo de fritura.

Fonte: Própria Autoria, 2019.

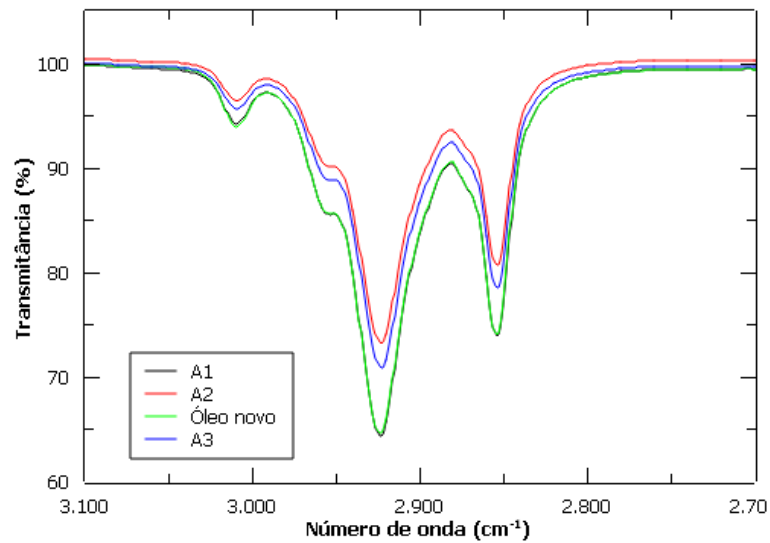
Através da figura 8, podemos observar a faixa de  $1.744\text{ cm}^{-1}$  uma deformação axial C=O referente ao grupamento carbonila e que está presente nos triglicerídeos (éster carbonílico), referente às amostras A1 e o óleo novo, já nas amostras A2 e A3 houve um pequeno deslocamento apresentando a banda C=O na faixa de  $1743\text{ cm}^{-1}$  (GARCÍA-GONZÁLEZ, 2013).



**Figura 8** - Espectro ampliado do grupamento C=O.

Fonte: Própria Autoria, 2019.

Segundo Guillér et al. (2000), quando ocorre a mudança na frequência da banda de  $1746\text{ cm}^{-1}$ , pode ser indicativo de formação de outros compostos como aldeído. Amostras de óleo que tenham uma variação na faixa menor do que  $1746\text{ cm}^{-1}$  pode-se, dizer que, estão em processo de oxidação.



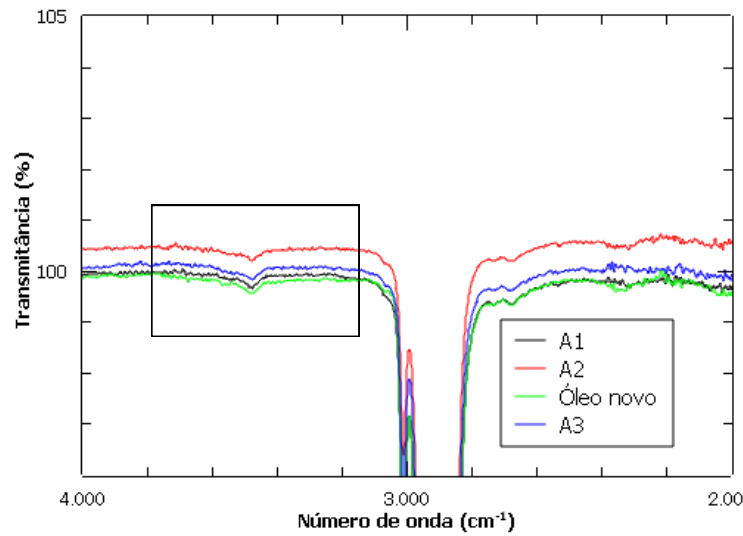
**Figura 09** - Espectro ampliado dos grupamentos metila metileno

Fonte: Própria Autoria, 2019.

Na figura 9, podemos observar a faixa entre 2.855 e 2.926  $\text{cm}^{-1}$  encontram-se os grupamentos metila ( $\text{CH}_3$ ) e metileno ( $\text{CH}_2$ ), correspondente à deformação axial das ligações C-H. Também existe na faixa de 1461 e 1.376  $\text{cm}^{-1}$  grupamentos metileno e metila, porém correspondente à deformação angular das ligações C-H.

Já em 3.009  $\text{cm}^{-1}$  encontra-se uma banda, da ligação C-H, corresponde à ligação dupla *cis* =C-H (GARCÍA-GONZÁLEZ, 2013), pode se dizer que são referentes aos grupos acil linoléico.

Segundo Guillén et al. (2000), quando ocorre a diminuição desta banda (3.006  $\text{cm}^{-1}$ ) no processo de oxidação do óleo, coincide com o aparecimento de outra banda referente ao hidroperóxido, com o processo de oxidação avançado a frequência da banda muda novamente, dependente do óleo, o tempo de mudança varia. Em algumas de suas amostras a banda desaparece quando o estado de oxidação já é muito avançado, desta forma, diz que, o período que leva até esta banda começar a diminuir, poderia ser uma forma de mensurar a estabilidade oxidativa do óleo.

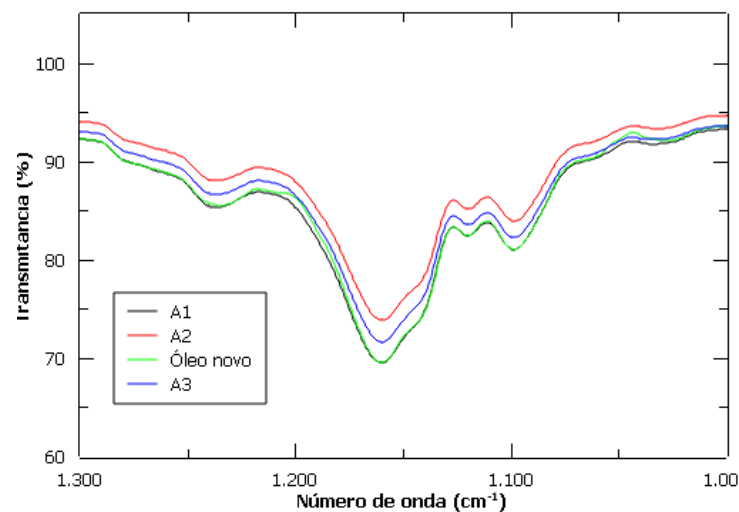


**Figura 10** - Espectro de infravermelho ampliado, grupo hidroperóxido.

Fonte: Própria Aatoria, 2019.

Porém, nas amostras de óleo de soja analisadas a banda em  $3.473\text{ cm}^{-1}$ , apresentada na figura 10, referente ao processo de oxidação do hidroperóxido é muito pequena, não pode ser comparada com o espectro de óleo novo, pois não foi realizada uma normalização do espectro.

Na faixa de  $1.200$  até  $1.000\text{ cm}^{-1}$  região de impressão digital, apresenta deformação axial da ligação C-O tipo de ligação dos triglicerídeos, referente aos ésteres (GARCÍA-GONZÁLEZ, 2013), apresentada na figura 11.



**Figura 11** - Espectro ampliado da ligação C-O.

Fonte: Própria Aatoria, 2019.

Todas as bandas analisadas apresentam o mesmo perfil, e quando comparadas com o óleo novo é possível observar que tiveram uma diminuição na sua absorção.

Segundo Zahir et al. (2017), isto pode ser devido ao processo de hidrólise do óleo que ocorre durante o processo fritura, gerando ácidos graxos livres, mono e diglicerídeos. Os compostos formados, produtos de degradação, acumulam-se no óleo a cada vez em que ocorre o seu uso para fritura, os hidroperóxidos presentes também diminuem, devido à decomposição de hidroperóxidos e início de oxidação secundária.

#### 5.4 Identificação dos ácidos graxos

Neste estudo, foi realizada a identificação dos ácidos graxos presentes nas amostras de óleo de soja. A porcentagem relativa de ácidos graxos encontrados nas análises, maiores que 1%, são apresentados na tabela 2.

Nas amostras de óleo de soja antes do processo de fritura e após seu uso para fritura durante uma semana, foram identificados 5 ácidos graxos predominantes.

**Tabela 2** - Ácidos graxos presentes nas amostras analisadas em porcentagem relativa maiores que 1%.

<b>ÁCIDOS GRAXOS</b>	<b>O.N (&gt;1,00%)</b>	<b>A 1 (&gt;1,00%)</b>	<b>A 2 (&gt;1,00%)</b>	<b>A 3 (&gt;1,00%)</b>
Ácido palmítico (C16:0)	11,26 <sup>a</sup> ± 0,10	11,96 <sup>b</sup> ± 0,04	12,11 <sup>c</sup> ± 0,03	12,04 <sup>bc</sup> ± 0,01

Ácido esteárico (C18:0)	4,41 <sup>a</sup> ± 0,05	4,66 <sup>b</sup> ± 0,03	4,76 <sup>c</sup> ± 0,01	4,82 <sup>c</sup> ± 0,02
Ácido oleico (C18:1N9C)	26,43 <sup>a</sup> ± 0,03	26,55 <sup>b</sup> ± 0,04	27,36 <sup>c</sup> ± 0,02	27,40 <sup>c</sup> ± 0,02
Ácido linoleico (C18:2N6C)	50,45 <sup>a</sup> ± 0,06	49,38 <sup>b</sup> ± 0,04	48,43 <sup>c</sup> ± 0,01	48,49 <sup>c</sup> ± 0,05
Ácido linolênico (C18:3N3)	5,16 <sup>a</sup> ± 0,01	4,51 <sup>b</sup> ± 0,00	4,40 <sup>b</sup> ± 0,01	4,42 <sup>b</sup> ± 0,01

LEGENDA: O.N: Óleo de soja novo; A1: Amostra de óleo de soja usado 1; A2: Amostra de óleo de soja usado 2; A3: Amostra de óleo de soja usado 3; >0,01: intensidade do sinal considerada.

Média da análise ± desvio padrão de determinações em triplicata.

\*letras minúsculas diferentes na mesma linha significam diferenças significativas nas médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Própria autoria, 2019.

Através da tabela 2, podemos observar que o ácido graxo que apresenta maior percentual é o ácido graxo linoleico, seguido do ácido graxo oleico, já os outros ácidos graxos presentes que apresentam um menor percentual são: ácido palmítico; ácido esteárico e o ácido linolênico.

Todos os ácidos graxos analisados obtiveram médias diferentes da amostra de óleo novo pelo teste de tukey.

Comparando as amostras de óleos utilizados em fritura: A1; A2 e A3 com o óleo que não passou pelo processo de fritura, dito como óleo novo (O.N), é possível verificar que, os percentuais dos ácidos graxos poli-insaturados diminuíram, e os percentuais dos ácidos graxos saturados e monoinsaturados aumentaram. Segundo Sanibal et al. (2004), este aumento dos ácidos graxos saturados presente na degradação do óleo é diretamente proporcional à diminuição dos ácidos graxos poli-insaturados.

Em seu artigo Stacke et al. (2009), observou que, na medida em que os ácidos graxos poli-insaturados diminuíam aumentava-se a porcentagem de ácidos graxos saturados e monoinsaturados, sendo observado que, após um determinado tempo de uso do óleo em fritura, a porcentagem de ácidos graxos monoinsaturados presentes no óleo teve um maior aumento comparados com os saturados.



Através do grau de insaturação do óleo podemos saber como está sua estabilidade oxidativa, pois existe uma relação entre ambos (CORSINI et al; 2006), sendo que, a estabilidade oxidativa diminui com a diminuição dos ácidos graxos poli-insaturado.

Segundo Pantzaris (1998), esta diminuição dos ácidos graxos, linoleico e linolênico (ácidos graxos poli-insaturados) do óleo durante o processo de fritura, é devido à degradação por oxidação, polimerização, etc.

Como esses ácidos graxos são considerados essenciais, podemos dizer que há uma perda significativa da qualidade do alimento que é submetido ao processo de fritura com o óleo que já está dentro do ponto de descarte.

## 6 CONCLUSÃO

Através deste trabalho foi possível avaliar a qualidade do óleo de soja utilizado para fritura de salgados do restaurante universitário do Oeste do Paraná.

Os resultados obtidos para as análises volumétricas apresentaram estar fora dos parâmetros propostos pela legislação brasileira, Brasil (2005). O índice de acidez das amostras que foram utilizadas nos três turnos em tempos iguais apresentaram estar acima do limite máximo de 0,6 mg de KOH/g.

O índice de peróxidos não foi tão eficaz devido ser um método que funciona para avaliação de estágios iniciais de oxidação do óleo, pois após um período de uso avançado com a ocorrência de uma segunda oxidação as porcentagens de peróxidos presentes diminuem.

Nas análises de espectros todos os espectros apresentaram o mesmo perfil, porém com diferenças na absorção, algumas foram possíveis verificar a diminuição das bandas, porém outras que eram muito menores não tinham como dizer se estavam diminuindo, pois não foi realizado a normalização dos espectros, porém sabe-se que a diminuição das bandas é devido aos processos de ocorrerem de degradação do óleo no processo de fritura, como: oxidação, hidrólise e polimerização.

Nos cromatogramas analisados foram obtidos cinco grupos de ácidos graxos que se encontravam com uma porcentagem relativa maiores que 1%, sendo eles: dois ácidos graxos saturados; um ácido graxo monoinsaturado e dois ácidos graxos poli-insaturados.

Foi observado que houve uma diminuição da porcentagem dos ácidos graxos poli-insaturados e aumento da porcentagem de ácidos graxos saturados e monoinsaturado. Estas diminuições dos ácidos graxos poli-insaturados diminuem a qualidade dos alimentos que são fritos neste óleo, pois são os ácidos graxos essenciais para o consumo humano.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY (AOCS). **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. Champaign, 1990.

BOCK, Fernanda Carla et al. **Epoxidação de óleos de soja, girassol e mamona e avaliação quimimétrica por PCA e HCA**. Revista Jovens Pesquisadores, v. 4, n. 3, 2014.

BOSS, E. A., MACIEL FILHO, R. **Análise do desempenho de plantas de extração e Óleo convencionais e de processos supercríticos**. Dissertação, Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, 2000.

Brasil Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)**. Informe Técnico nº. 11 de Outubro de 2004. Dispõe sobre Boas Práticas de Fabricação para utilização e descarte de óleos utilizados em frituras. 2004.

VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Subsecretaria de Vigilância à Saúde da Secretária de Estado de Saúde do Distrito Federal. **Instrução Normativa DIVISA/SVS Nº 16 de 23 de maio de 2017**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 mai; 2017.

Brasil. **Resolução RDC ANVISA/MS nº. 270, de 22 de setembro de 2005**. Regulamento Técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 ago; 2005. Seção 1.

CELLA, Roseneide C. Ferraz; REGITANO-D'ARCE, Marisa AB; SPOTO, Marta Helena Fillet. **Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 22, n. 2, p. 111-116, 2002.

CORSINI, Mara da Silva; JORGE, Neuza. **Estabilidade oxidativa de óleos vegetais utilizados em frituras de mandioca palito congelada.** Food Science and Technology (Campinas), p. 27-32, 2006.

CORSINI, Mara da Silva et al. **Perfil de ácidos graxos e avaliação da alteração em óleos de fritura.** Química Nova, p. 956-961, 2008.

D'ARCE, Marisa Aparecida Bismara Regitano. **O Processamento Industrial do Óleo Vegetal e do Farelo.** Revista Visão Agrícola, São Paulo, p.140-141, jun. 2006. Semestral. Disponível em: <<https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va05-agronegocio04.pdf>>. Acesso em: 10 maio de 2019.

DALL'AGNOL, Amélio et al. **O complexo agroindustrial da soja brasileira.** Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2007.

DAMY, P. C.; JORGE, Neuza. **Absorção de óleo de soja refinado e gordura vegetal hidrogenada durante o processo de fritura descontínua de batata chips.** Alimentos e Nutrição Araraquara, v. 14, n. 1, 2009.

DE FARIA, Elaine Alves et al. **Estudo da estabilidade térmica de óleos e gorduras vegetais por TG/DTG e DTA.** Eclética Química Jornal, v. 27, n. 1, 2018.

ESPÍNDOLA, C. J. **As agroindústrias de carne do sul do Brasil**. 2002. 268 f. Tese (Doutorado)- Curso de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FELISBERTO, Ricardo Oliveira et al. **Lipoperoxidação dos óleos alimentares**. Rev. Lusófana de Ciência E Medicina Veterinária, 2011.

FREITAS, Márcio de Campos Martins de. **A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola**. Enciclopédia Biosfera–Centro Científico Conhecer, Goiânia-GO, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2011.

FREIRE, Poliana Cristina Mendonça; MANCINI-FILHO, Jorge; DE CASTRO FERREIRA, Tânia Aparecida Pinto. **Principais alterações físico-químicas em óleos e gorduras submetidos ao processo de fritura por imersão&58; regulamentação e efeitos na saúde**. Revista de Nutrição, v. 26, n. 3, p. 353-358, 2013.

GARCIA, C. M. **Transesterificação de óleos vegetais**. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. Mar. de 2006.

GARCÍA-GONZÁLEZ, Diego L. et al. **Infrared, Raman, and fluorescence spectroscopies: methodologies and applications**. In: Handbook of Olive Oil. Springer, Boston, MA, 2013. p. 335-393.

GONÇALVES, Thays R. et al. **Assessment of Brazilian Monovarietal Olive Oil in Two Different Package Systems by Using Data Fusion and Chemometrics**. Food Analytical Methods, p. 1-11, 2019.

GUILLÉN, María D.; CABO, Nerea. **Some of the most significant changes in the Fourier transform infrared spectra of edible oils under oxidative conditions**. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 80, n. 14, p. 2028-2036, 2000.

International Standard Organization, ISO 5509 (2000) **Animal and vegetable fats and oils – analysis by gas chromatography of methyl esters of fatty acids**. ISO 5509

JORGE, Neuza. **Química e tecnologia de óleos vegetais**. São Paulo: Cultura Acadêmica, v. 1, p. 165, 2009.

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

JORGE, Neuza; JANIÉRI, Camila. **Avaliação do óleo de soja submetido ao processo de fritura de alimentos diversos**. Ciência e Agrotecnologia, p. 1001-1007, 2005.

LIU, Ying et al. **Quantitative determination of epoxy stearic acids derived from oxidized frying oil based on solid-phase extraction and gas chromatography**. LWT, v. 92, p. 250-257, 2018.

MACHADO, ER; DOBARGANES, MC; ABRANTES, SMP **Alterações dos óleos de palma e de soja em fritura descontínua de batatas. Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 786-792, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000400004>

MANDARINO, José Marcos Gontijo; ROESSING, Antonio Carlos; BENASSI, V. de T. **Óleos: Alimentos Funcionais**. Londrina: Embrapa Soja 2005, 2005. 91 p. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/468843>>. Acesso em: 06 maio 2019.

MANDARINO, José MG; ROESSING, Antonio C. **Tecnologia para produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos**. Embrapa Soja. Documentos, 2001.

OSAWA, Cibele Cristina; GONÇALVES, Lireny Aparecida Guaraldo; MENDES, Fábio Mincauscastte. **Avaliação dos óleos e gorduras de fritura de estabelecimentos comerciais da cidade de Campinas/SP. As boas práticas de fritura estão sendo atendidas? Evaluation of frying fats and oils from commercial establishments of the city of Campinas/SP**. Alimentos e Nutrição Araraquara, v. 21, n. 1, p. 47-56, 2010.

RÉ, Del; VIEIRA, Patrícia; JORGE, Neuza. **Comportamento dos óleos de girassol, soja e milho em frituras de produto cárneo empanado pré-frito congelado**. Ciência e Agrotecnologia, p. 1774 -1779, 2007.

PANTZARIS, T. P. **Comparison of monounsaturated and polyunsaturated oils in continuous frying**. Grasas y Aceites, v. 49, n. 3-4, p. 319-325, 1998.

RÉ, Del; VIEIRA, Patrícia; JORGE, Neuza. **Comportamento de óleos vegetais em frituras descontínuas de produtos pré-fritos congelados.** Food Science and Technology (Campinas), p. 56-63, 2006.

SANTOS, A.G.; LOREGIAN, H.B.; SOARES, J.; BRASIL, A.N.; NUNES, D. L. **Alterações ocorridas no óleo de cozinha durante o processo de fritura.** Anais do 6º Congresso Brasileiro de Plantas oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2009.

SANIBAL, Elaine Abrão Assef; MANCINI-FILHO, Jorge. **Alterações físicas, químicas e nutricionais de óleos submetidos ao processo de fritura.** Food Ingr South Am, v. 1, n. 3, p. 64-71, 2002.

SANIBAL, Elaine Abrão Assef; MANCINI FILHO, Jorge. **Perfil de ácidos graxos trans de óleo e gordura hidrogenada de soja no processo de fritura.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 24, n. 1, p. 27-31, 2004.

SCHLESINGER, Sergio. **Soja: o grão que segue crescendo.** Grupo de Trabalho sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente nas Américas, Documento de Discussão, v. 21, 2008.

STACKE, Juliani et al. **Perfil de ácidos graxos no óleo de soja, após diferentes tempos de uso, no processo de fritura.** Revista de Destaque Acadêmico, v. 1, n. 3, p. 71-79, 2009.



VELOSO, Yago Matheus et al. **Rotas para reutilização de óleos residuais de fritura.** Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT, v. 1, n. 1, p. 11-18, 2012.

VOLKMAMM, Grabiely C. De M. et al. **Determinação de ácidos graxos em alimentos por cromatografia gasosa.**Santa Caratina: FURB, 2017.