

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

MÁRCIA SANAÉ WATANABE

**DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ACIDEZ DE UM
ÓLEO DE SOJA PROVENIENTE DE FRITURA
DOMÉSTICA**

BAURU
2016

MÁRCIA SANAE WATANABE

**DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ACIDEZ DE UM
ÓLEO DE SOJA PROVENIENTE DE FRITURA
DOMÉSTICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas da Universidade do Sagrado Coração como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Química, sob orientação da Prof.^a M.^a Bárbara de Oliveira Tessaroli.

BAURU
2016

Watanabe, Márcia Sanae

W3241d

Determinação do índice de acidez de um óleo de soja proveniente de fritura doméstica / Márcia Sanae Watanabe. -- 2016.

37f. : il.

Orientadora: Prof.^a M.^a Barbara de Oliveira Tessarolli.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade do Sagrado Coração - Bauru - SP

1. Óleo de soja. 2. Índice de acidez. 3. Fritura. 4. Rancidez. 5. Degradação. I. Tessarolli, Barbara de Oliveira. II. Título.

MÁRCIA SANAE WATANABE

**DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ACIDEZ DE UM ÓLEO DE SOJA
PROVENIENTE DE FRITURA DOMÉSTICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas da Universidade do Sagrado Coração como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Química, sob orientação da Prof.^a M.^a Bárbara de Oliveira Tessarolli.

Banca examinadora:

Prof.^a M.^a Bárbara de Oliveira Tessarolli
Universidade do Sagrado Coração

Prof. Dr.^a Ana Paula Cerino Coutinho
Universidade do Sagrado Coração

Prof. Dr. Ângelo Ricardo Fávaro Pipi
Universidade do Sagrado Coração

Bauru, 20 de junho de 2016.

Dedico este trabalho aos meus pais, Alice e Tiaki e às minhas irmãs, Raquel e Paula, por todo amor e apoio em mais uma importante etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por tudo na minha vida, sobretudo pela ajuda, força, proteção, bênçãos, em todos os momentos.

À minha família e aos meus antepassados pelo amor, apoio, por me ajudar e pelo silêncio, quando foi preciso.

À professora orientadora Bárbara de Oliveira Tessarolli pela atenção, disposição, orientação nesta importante etapa na minha vida; pelo auxílio nos trâmites acadêmicos, burocráticos e principalmente, pelos ensinamentos. Agradeço a paciência, confiança e amizade.

À professora Ana Paula Cerino Coutinho pelos conhecimentos transmitidos, conselhos, orientação e exemplo de dedicação.

Ao corpo docente da USC: Ângelo Ricardo Fávaro Pipi, Herbert Duchatsch Johansen, Marcelo Telascrêa, Márcia R. de Moraes Chaves, Beatriz Antoniassi Tavares, Flávio Tonello Tavares, Edilson Moura Pinto, Elisa Pinto de Oliveira, Luis Gustavo Baricelo, Milena Lozano, Adriano Bressane, Cláudio Corradi Júnior, Fátima Regina Lima Ribeiro, Victor M. Salvadeo, Livia C. Baenas Barizon, Helena A. Gica Arantes... pelos ensinamentos, amizade e contribuição para o conhecimento adquirido.

Às funcionárias do laboratório da USC, Ana Paula Andrade e Fabrícia Fernanda César, pela amizade, auxílio e carinho com que me receberam.

Aos funcionários da Biblioteca Cor Jesu, em especial Gilka Sampaio e Victor Vilani pela atenção, auxílio nas buscas pelos livros e principalmente pela amizade.

À Jô Moreira da Gourmeteria da USC, pelo fornecimento de óleo usado, o qual foi de grande importância para o trabalho.

A todos os meus amigos que sempre me ajudaram e contribuíram para me tornar uma pessoa cada vez melhor com seus exemplos de vida, ajuda e carinho. Às vezes, mesmo distantes, eu os tenho sempre no meu pensamento.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

“Quem se vence a si mesmo é um herói maior do que quem enfrenta mil batalhas contra muitos milhares de inimigos”.

Textos budistas

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo determinar o índice de acidez (IA) do óleo de soja da marca COAMO® para verificação da sua degradação após seu uso em fritura doméstica. Para tanto, buscou-se compreender os conceitos acerca dos lipídios; a diferença entre óleos e gorduras; os componentes do óleo de soja e como é o seu processamento na indústria. Verificou-se na legislação que o IA para óleos refinados é de no máximo 0,6 mg/L de KOH. Porém, para óleos que sofreram processo de fritura, não há legislação vigente. Nestas condições, há a degradação pela temperatura elevada e pelas reações com oxigênio presente no ar e umidade do alimento. Após nove frituras de pastéis de queijo, observou-se que o IA variou de 0,47 a 0,77mg KOH/g. Todavia, o aspecto do óleo vai se modificando devido ao aumento da rancidez, verificada visualmente através da mudança de sua coloração. Em óleo usado na lanchonete da USC, com reposição de óleo e uso de outros tipos de alimento, o IA foi de 1,17mg/L KOH.

Palavras-chave: Óleo de soja. Índice de acidez. Fritura. Rancidez. Degradação.

ABSTRACT

This study aims to determine the acid level (AL) of soybean oil by COAMO® mark for verification of its degradation when it's used in domestic frying. Therefore, it's important to understand concepts about lipids; the difference between fats and oils; the soybean oil components and how its process in the industry. It was found that the legislation to IA of refined oils is most 0.6 mg KOH /g. However, to oils that have undergone frying process, there is no law. Accordingly, there are the degradation by the high temperature and the reactions with oxygen in the air and moisture in the food. In nine frying cheese puffs, it was found that the variation in LA was 0.47 to 0.77 KOH /g. However, the visual appearance oil is modified due to increased rancidity, this only visually checked through the color change. Oil used in the university restaurant of USC, with spare oil and use of another types of food, the IA was 1,17mg / L KOH.

Keywords: Soybean oil. Acid Level. Rancidity. Frying. Degradation

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Formação de lipídio simples.....	17
Figura 2 - Hidrólise de lipídio simples.....	17
Figura 3 - Estrutura química da Lecitina.....	18
Figura 4 - Ácido graxo de cadeia saturada.....	19
Figura 5 - Ácido graxo com uma insaturação	19
Figura 6 - Estrutura dos ácidos graxos insaturados: oleico, linoleico e linolênico.....	20
Tabela 1 - Características físicas e químicas do óleo de soja.....	21
Tabela 2 - Porcentagem de ácidos graxos no óleo de soja.....	22
Figura 7- Etapas do processo de fabricação do óleo de soja.....	22
Figura 8 - Etapas da produção do óleo	23
Figura 9 - Etapas do refino do óleo	24
Figura 10 - Etapas da reação em cadeia	27
Figura 11 - Óleo de soja COAMO®.....	28
Tabela 3 - Padronização da solução de NaOH 0,01M.....	30
Figura 12 - Materiais utilizados para as análises.....	30
Figura 13 - Resultados obtidos do óleo com e sem aquecimento e seus índices de acidez.....	32
Figura 14 - Variação do Índice de acidez pelo número de frituras.....	33
Figura 15 - Coloração dos óleos analisados.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IA	Índice de Acidez
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVOS GERAIS.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3	JUSTIFICATIVA	14
4	METODOLOGIA	15
5	DESENVOLVIMENTO	16
5.1	LIPÍDIOS	16
5.2	ÓLEOS E GORDURAS.....	18
5.2.1	Óleo de Soja.....	20
5.2.2	Processo de fabricação do óleo de soja.....	22
5.2.3	Refino do óleo.....	23
5.3	ÍNDICE DE ACIDEZ.....	25
5.4	RANCIDEZ.....	25
6	MATERIAIS E MÉTODOS	27
6.1	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	29
6.1.1	Procedimento de fritura.....	29
6.1.2	Preparo de reagentes.....	29
6.1.3	Determinação do Índice de acidez	31
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
	REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

Os lipídios formam uma classe de compostos que não pode ser representada por uma fórmula química em comum, mas sim, por sua propriedade física: de solubilidade em substâncias apolares e não solubilidade em compostos polares. (MC MURRY, 2011)

Eles são divididos em dois grupos: lipídios simples e lipídios compostos. Os lipídios simples são representados pelos óleos e gorduras; e os compostos, por substâncias apolares com grupos funcionais além dos ácidos graxos e álcoois, tais como os fosfolipídios. (BOBBIO; BOBBIO, 2003). A lecitina é um dos principais fosfolipídios utilizados em indústrias de alimentos, de cosméticos e indústria farmacêutica e também está relacionada com o refino de óleos vegetais. (OETTERER *et al.*, 2006).

Os óleos e gorduras formam um dos mais importantes tipos de lipídios, tanto por estarem relacionados à alimentação, como para fornecimento de energia para o corpo humano e composição da membrana celular, dentre outros.

Devido à importância na utilização no processo de cozimento de alimentos, por exemplo, na fritura, os óleos vegetais tem destaque nas mídias como maléficis à saúde. A fritura é definida como um processo de introdução de alimentos em um banho de óleo ou gordura em alta temperatura, desenvolvendo odor, sabor, cor e textura de grande aceitabilidade sensorial. (CELLA; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2002; DAMY; JORGE, 2003). Desta forma, o reconhecimento da decomposição do óleo e o momento em que se torna impróprio ao consumo se fazem necessários.

A legislação indica alguns parâmetros da qualidade do óleo, dentre os quais, o índice de acidez, fornece o seu estado de conservação. (MORETTO *et al.*, 2002).

O presente trabalho irá determinar o índice de acidez de óleo de soja máximo, cujo óleo é comumente utilizado pela população do estado de São Paulo, e irá verificar quanto à legislação o grau de decomposição, após sucessivas frituras e método de uso convencional caseiro e realizar uma comparação da cor, odor e índice de acidez com o óleo utilizado em lanchonete universitária (com utilização de fritadeira e reposição contínua de óleo).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Determinar o índice de acidez em óleo de soja da marca COAMO® utilizado em processo de fritura.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar as características químicas do óleo de soja;
- Discutir acerca do índice de acidez, dado em mg KOH/L;
- Determinar, através da volumetria de neutralização, o índice de acidez em óleo novo e de frituras;
- Analisar os dados obtidos e inferir acerca da qualidade do óleo usado, segundo a determinação de sua acidez, e predizer sobre o número máximo de vezes que o óleo pode ser usado em frituras.

3 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho abordará a importância da determinação do índice de acidez em óleo a fim de se quantificar o grau de decomposição ao longo de sucessivas frituras possibilitando verificar a alteração da qualidade do produto segundo sua acidez relativa.

4 METODOLOGIA

A pesquisa deste trabalho é de cunho qualitativo pois trata-se de um estudo de caso. Também pode ser classificada como exploratória e descritiva, proporcionando a familiarização do problema para torná-lo mais explícito e também, estabelecer relação entre as variáveis do problema.

Quanto à metodologia, foi feita a opção pelo método indutivo, partindo-se de dados particulares para inferir sobre uma realidade universal. Pode ser considerado também dedutivo, por partir de premissas verdadeiras para se chegar a uma conclusão verdadeira.

5 DESENVOLVIMENTO

5.1 LIPÍDIOS

Os lipídios são derivados ou compostos, em sua maioria, por ácidos graxos (ácidos carboxílicos de cadeia linear longa), indicando um grande número de substâncias, dentre as quais, as substâncias gordurosas se encaixam nesta definição. (BOBBIO, F; BOBBIO, P. 2003; CECCHI, 1999; DEVLIN, 2011; MC MURRY, 2011).

São considerados também como biomoléculas (moléculas orgânicas naturais), constituídas por carbono, hidrogênio e oxigênio e, podem ser isoladas de células e tecidos por meio de extração com solventes orgânicos não polares. (MC MURRY, 2011).

Desta forma, os lipídios representam uma classe na qual a propriedade comum é a solubilidade em solventes orgânicos apolares (éter etílico, éter de petróleo, acetona, clorofórmio, benzeno e álcoois) e pouca solubilidade em água. (ARAÚJO *et al.*, 2014; CECCHI, 1999; MCMURRY, 2011).

Juntamente com os carboidratos e as proteínas, os lipídios formam o grupo de maior importância em alimentos de origem animal e vegetal devido ao seu valor energético e por transportar vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos, além de serem responsáveis, mesmo que de modo parcial, de fazerem parte de estrutura de membranas celulares.(ARAÚJO *et al.*, 2014). Dentre as funções dos lipídios, pode-se dizer que a gordura presente no corpo humano constitui uma reserva de combustível para as mais diversas atividades.

Os lipídios são representados pelos óleos, gorduras, ceras, algumas vitaminas e hormônios, além da maior parte dos componentes de membranas celulares não proteicas.

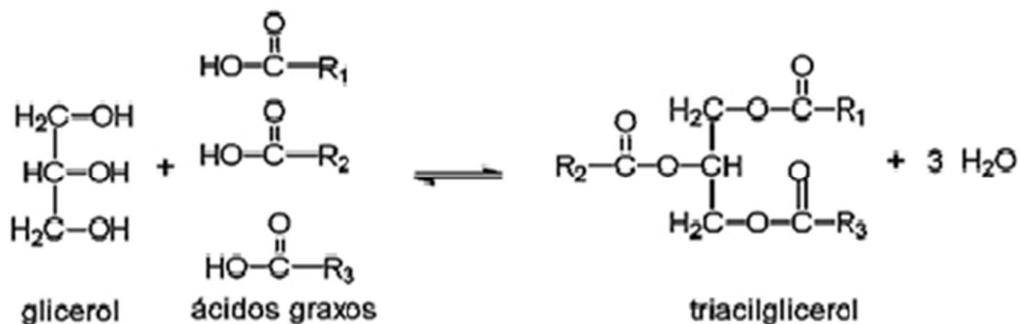
De acordo com Bobbio e Bobbio (2003), os lipídios podem ser classificados em: simples e compostos.

Os lipídios simples são os que ao sofrerem hidrólise, originam somente ácidos graxos e álcoois. Eles possuem ligações tipo éster, ou seja, possuem o grupo funcional (- CO₂R). São exemplos de lipídios simples: óleos, gorduras e ceras. (MC MURRY, 2011)

A reação de um glicerol (álcool) com três ácidos graxos de cadeia longa resulta em triacilglicerol (triéster de glicerol com três ácidos graxos) com liberação de três moléculas de água.

A Figura 1 ilustra a reação de formação de um lipídio simples.

Figura 1 - Formação de lipídio simples



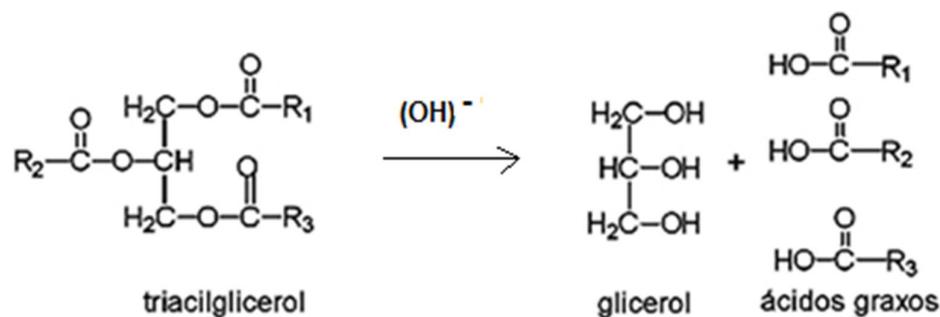
Fonte: PAVIA, D.L.(2009).

Nota: Adaptada pela autora.

A reação no sentido direto é chamada de reação de esterificação.

A Figura 2 mostra a reação inversa à da reação de esterificação e é denominada de hidrólise.

Figura 2 - Hidrólise de lipídio simples



Fonte: MC MURRY(1996).

Nota: Adaptada pela autora.

A Figura 2 apresenta a hidrólise de um lipídio simples com reagente básico, com a formação de ácidos graxos e glicerol.

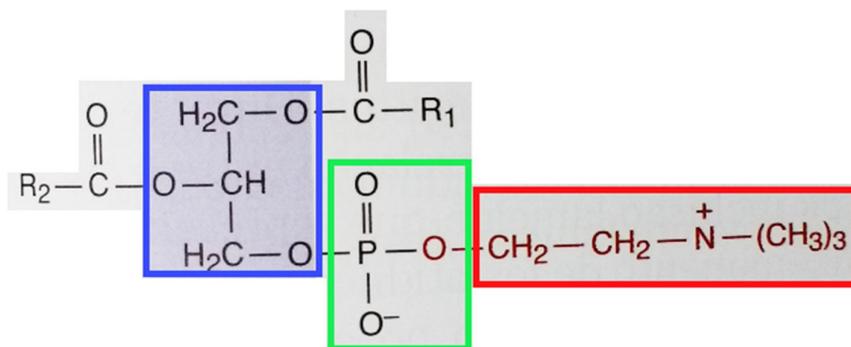
Já os lipídios compostos são os que possuem outros grupos funcionais, além de ácidos graxos e álcoois. Eles não podem ser hidrolisados. São exemplos de lipídios compostos: fosfolipídios, glicolipídios e sulfolipídios. (ARAÚJO *et al.*, 2014; MCMURRY, 2011).

Os fosfolipídios são ésteres de ácidos graxos contendo ácido fosfórico e composto nitrogenado. Em estruturas celulares, os fosfolipídios formam uma barreira física separando organelas do meio externo, facilitando e controlando o transporte de diversas substâncias (ARAÚJO *et al.*, 2014; MCMURRY, 2011; OETTERER *et al.*, 2006). Por conterem um

grupo hidrofílico (afinidade por moléculas de água) e outro lipofílico (afinidade por moléculas de gordura), possui propriedades emulsificantes (OETTERER *et al.*, 2006).

A Figura 3 ilustra a estrutura molecular da fosfatidilcolina (lecitina), um dos principais fosfolipídios na indústria de alimentos, a qual a região azul em destaque refere-se ao glicerol; em vermelho, a parte nitrogenada (colina: - CH₂-CH₂-N⁺(CH₃)₃) e em verde, o grupo fosfórico (PO₄)³⁻. (NELSON; COX, 2011).

Figura 3 - Estrutura química da lecitina.



Fonte: DEVLIN (2011).
Nota: Adaptado pela Autora.

A lecitina pode ser encontrada em óleos como os de soja, milho, canola, girassol, no fígado e na gema de ovo. Após processos de purificação e recuperação, é utilizada para auxiliar na emulsificação de produtos como margarinas e maionese e no processo de instantaneização de pós como achocolatados e leites desidratados e, além disso, nas indústrias de cosméticos e farmacêuticas. (OETTERER *et al.*, 2006).

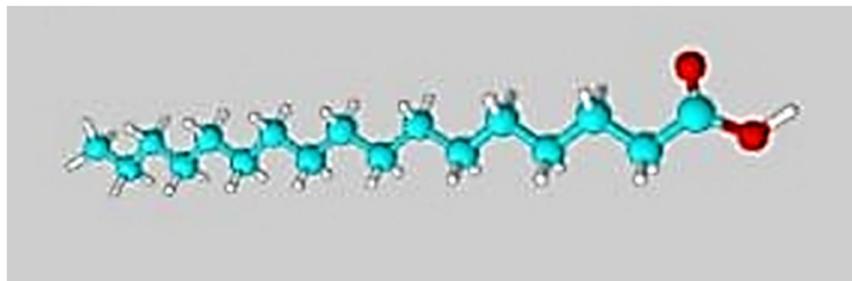
5.2 ÓLEOS E GORDURAS

A maioria dos lipídios encontrados na natureza está na forma de gordura animal e óleos vegetais. (MCMURRY, 2011).

O que diferencia óleos de gorduras é que à temperatura ambiente, os óleos são líquidos e as gorduras, sólidas. Contribuem também para as propriedades físico-químicas dos diferentes tipos de óleos e gorduras: a porcentagem de triacilgliceróis, o tamanho das cadeias de ácidos graxos, grau de insaturação e posição das duplas ligações. (ARAÚJO *et al.*, 2014).

Desta forma, quanto mais saturada for uma cadeia, a textura se torna mais rígida, sólida, pois permite empacotamento das cadeias carbônicas. (BOBBIO; BOBBIO, 2003). A Figura 4 ilustra um ácido graxo de cadeia saturada.

Figura 4: Ácido graxo de cadeia saturada

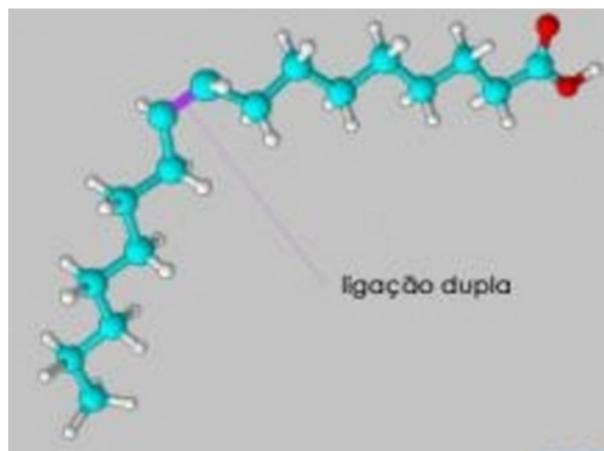


Fonte: PONTO CIÊNCIA (2016)

Nota: Adaptado pela autora

Já as duplas ligações não permitem um bom empacotamento das cadeias carbônicas fazendo com que a temperatura de fusão seja mais baixa e eles sejam líquidos à temperatura ambiente. (BRUICE, 2006). A Figura 5 mostra um ácido graxo com uma insaturação.

Figura 5: Ácido graxo com uma insaturação



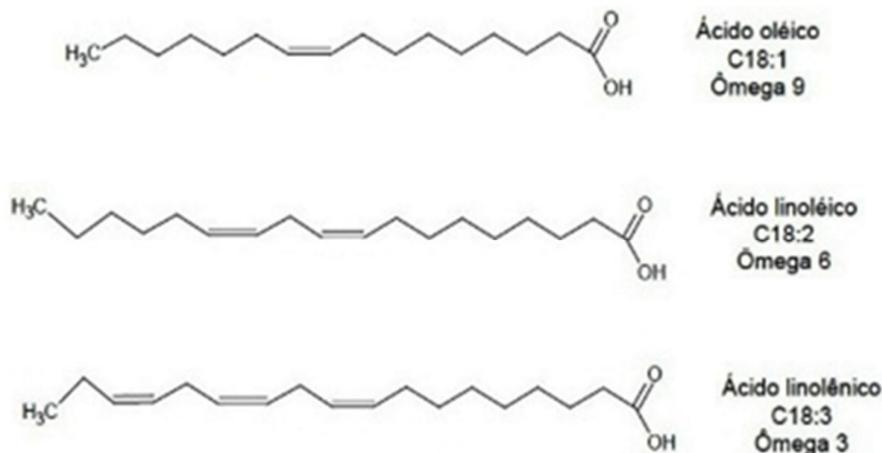
Fonte: PONTO CIÊNCIA (2016)

Nota: Adaptado pela autora

Os óleos e gorduras vegetais são constituídos em sua grande maioria, por ácidos graxos insaturados, com predomínio dos ácidos oléico, linoléico e linolênico, e dependendo do tipo de matéria-prima (seja ela de soja, milho, algodão, dentre outras), a proporção destes

ácidos é variável. (BOBBIO; BOBBIO, 2003). A Figura 6 mostra a estrutura química dos principais ácidos graxos insaturados encontrados em óleos.

Figura 6: Estrutura dos ácidos graxos insaturados: oleico, linoleico e linolênico.



Fonte: MC MURRY (1996).

Nota: Adaptado pela Autora.

O ácido oleico é considerado o principal ácido graxo monoinsaturado (uma insaturação) das gorduras vegetais e animais. É encontrado em grandes quantidades em óleos de oliva, dendê e mamona e em gorduras animais (de origem bovina e ovina). (BOBBIO; BOBBIO, 2003; ORDÓÑEZ, 2005)

O ácido linoleico é o principal ácido graxo essencial com duas insaturações e é o mais importante em óleos de algodão, amendoim, soja, milho e girassol. (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

Já o ácido linolênico possui três insaturações, sendo muito frequente no reino animal e também ocorre em gorduras extraídas de sementes, quase sempre em pequenas quantidades. (ORDÓÑEZ, 2005).

5.2.1 Óleo de Soja

De acordo com Resolução RDC nº 270 de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005), óleo vegetal é constituído de glicerídeos de ácidos graxos de vegetais e pode conter pequenas quantidades de outros compostos, tais como fosfolipídios e ácidos graxos livres naturalmente presentes. À temperatura de 25°C, o óleo se encontra no estado líquido.

Segundo a Resolução RDC nº 482 de 23 de setembro de 1999 (BRASIL, 1999), óleo de soja é o que foi obtido de sementes de soja (*Glycine max L.*) por meio de processos tecnológicos adequados.

O óleo de soja deve se apresentar de forma límpida e sem impurezas, com cor, odor e sabor característicos.

Este óleo pode ser classificado em quatro tipos:

- 1) Óleo de soja: óleo que é obtido por processos de extração e refino
- 2) Semi refinado: obtido por processos de extração e neutralização
- 3) Degomado: obtido por processos de extração e degomagem
- 4) Bruto: aquele obtido pelo processo de extração.

As Resoluções RDC nº 482 de 1999 e RDC nº 270 de 2005, ainda trazem características físico- químicas, conforme a Tabela 1:

Tabela 1 - Características físicas e químicas do óleo de soja

Parâmetro	Valor Permitido
Densidade relativa	0,919- 0,925 (20°C/20°C) 0,916 - 0,922 (25°C/25°C)
Índice de refração (n_D^{40})	1,466 - 1,470
Índice de saponificação	189 - 195
Índice de iodo (Wijs)	120 - 143
Matéria insaponificável, g/100g	Máximo 1,5
Acidez para óleo refinado	Máximo 0,6 mg KOH/g
Índice de peróxido, meq/kg	Máximo 10 meq/kg

Fonte: BRASIL (1999; 2005).

Nota: Adaptado pela autora.

A composição do óleo de soja, de acordo com Brasil (1999), está representada na Tabela 2:

Tabela 2 - Porcentagem de ácidos graxos no óleo de soja

Ácido Graxo	Porcentagem (%)
Palmítico	7,0 - 14,0
Esteárico	1,4 - 5,5
Oleico	19,0 - 30,0
Linoleico	44,0 - 62,0
Linolênico	4,0 - 11,0

Fonte: BRASIL (1999).

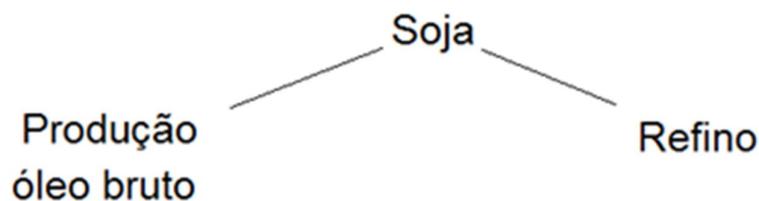
Nota: Adaptado pela autora

Há ainda outros ácidos graxos que compõem o óleo de soja, porém, referem-se a menos de 1 grama do ácido graxo para cada 100 gramas de óleo, como por exemplo, os ácidos mirístico, araquídico, eicosenóico e behênico. (BRASIL (1999). Os ácidos graxos mirístico, araquídico e behênico são saturados porém possuem, respectivamente 14, 20 e 22 átomos de carbono em sua estrutura. (ORDÓÑEZ,2005). Já o ácido eicosenóico possui 20 átomos de carbono e uma insaturação.

5.2.2 Processo de fabricação do óleo de soja

O processo de industrialização da soja se dá, geralmente, em duas etapas, ou seja, a produção do óleo bruto e o refino do óleo, como mostra a Figura 7. (MANDARINO; ROESSING 2001).

Figura 7: Etapas do processo de fabricação do óleo de soja

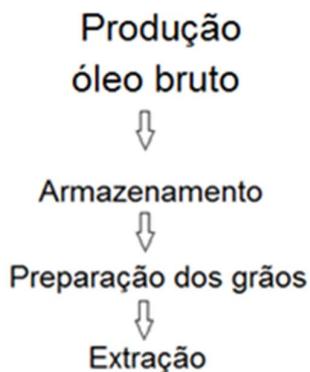


Fonte: MANDARINO; ROESSING (2001)

Adaptada pela autora

A produção do óleo bruto é subdividida em três etapas: armazenamento, preparação dos grãos e extração do óleo bruto, conforme a Figura 8.

Figura 8: Etapas da produção do óleo



Fonte: MANDARINO; ROESSING (2001)

Adaptada pela autora

Durante o armazenamento, os grãos de soja devem ser colocados em condições adequadas para evitar problemas de excesso de umidade, a qual afeta na qualidade do óleo; de aumento de acidez; de modificações organolépticas e de escurecimento do óleo.

Após, segue a fase de preparação, a qual consiste em pré- limpeza; descascamento; condicionamento; trituração e laminação; e cozimento que tem como objetivo facilitar a extração do óleo.

Em seguida, a soja laminada seca tem seu óleo extraído, em parte, por prensas e posteriormente, sofre uma extração com solvente orgânico. A parte sólida (torta) é submetida à ação de solvente, geralmente o hexano, dissolvendo o óleo que sobrou dela. Assim, forma-se a chamada micela, solução do óleo no solvente. (SHREVE; BRINK JR, 1997)

O hexano é bem utilizado, pois dissolve com facilidade o óleo sem reagir com outros componentes do óleo e tem uma faixa pequena de temperatura de ebulição (de 65 a 70°C). (MANDARINO; ROESSING, 2001; OETTERER *et al.*, 2006)

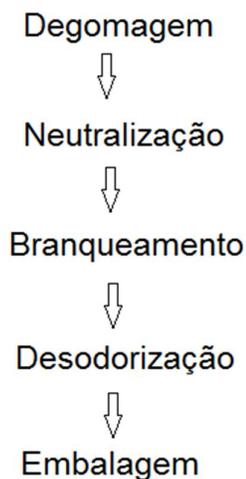
A micela sai do extrator, é filtrada para remoção de sólidos finos e transferida para um destilador contínuo, o qual aquece de 70 a 90°C, recuperando assim o solvente.

5.2.3 Refino do óleo

O refino de um óleo pode ser definido como um conjunto de processos que transformam óleos brutos em óleos comestíveis, melhorando aspectos como: aparência, odor e sabor do óleo bruto. (SHREVE; BRINK JR, 1997).

As principais etapas deste processo são: degomagem (ou hidratação), neutralização (ou desacidificação), branqueamento (ou clarificação) e desodorização. A Figura 9 mostra a sequência dos processos envolvidos no refino do óleo.

Figura 9: Etapas do refino do óleo



Fonte: OETTERER *et al.* (2006)

Adaptada pela autora

A degomagem é a remoção de fosfolipídios em teores superiores a 1%, os quais formam depósitos, nos tanques, semelhantes a gomas de cor caramelo. São removidos também açúcares, resinas e fragmentos de proteínas. As proteínas e substâncias coloidais também decantam (MANDARINO; ROESSING, 2001). Uma grande quantidade de goma aumenta as perdas durante a neutralização, pois emulsificam o óleo que é perdido para a borra. (OETTERER *et al.*, 2006)

Na etapa de neutralização, a adição de álcali retira do óleo degomado, os ácidos graxos livres e outras impurezas tais como proteínas, ácidos graxos oxidados e produtos da decomposição de glicerídeos. (MANDARINO; ROESSING 2001). Ao serem neutralizados, os ácidos graxos livre formam sabões (borras), e são removidos por centrifugação. (SHREVE; BRINK JR, 1997).

Para melhorar a aparência do óleo, tornando-o mais claro, o óleo sofre o processo de branqueamento, que geralmente é feito por meio de adsorção com carvão ativado. Outros adsorventes também são utilizados: silicatos hidratados de alumínio, silicatos de magnésio,

terras diatomáceas e sílicas. Na etapa de branqueamento, há a remoção de compostos de enxofre, metais, e outros pigmentos.

A etapa de desodorização tem como objetivo a remoção de sabores e odores indesejáveis tais como: compostos desenvolvidos durante a armazenagem e processamento do grão (aldeídos, cetonas, ácidos graxos oxidados, e outros), substâncias naturais como hidrocarbonetos insaturados e ácidos graxos de cadeia curta e média, ácidos graxos livres e peróxidos. É feito por meio de injeção de vapor e também, aplicação de alto vácuo.

Após o processo de desodorização, o óleo de soja refinado é então enviado para o setor de embalagem.

5.3 ÍNDICE DE ACIDEZ

A determinação da acidez de um óleo diz respeito ao estado de conservação deste, pois a decomposição altera quase sempre a concentração dos íons hidrogênio. (MAPA, 2011). A sua decomposição é acelerada pela luz e pelo aquecimento. (MORETTO *et al.*, 2002).

O índice de acidez é definido como a quantidade em mg de KOH necessária para neutralizar um grama da amostra de óleo. Pode ser expresso também em mL de solução normal (em porcentagem), ou em g de ácido oleico (em porcentagem). (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008; MAPA, 2006).

5.4 RANCIDEZ

A rancidez altera a qualidade de óleos e gorduras nas suas propriedades organolépticas (aspecto, dado pela textura; cor; odor e sabor) e na aceitação do produto que os utiliza. (BOBBIO; BOBBIO, 2001),

O gosto e o odor de ranço são devido à clivagem oxidativa das ligações duplas em ácidos graxos insaturados resultando em aldeídos e ácidos graxos com cadeia de menor comprimento. (NELSON; COX, 2011).

A rancidez, deterioração da gordura, é um dos principais problemas nas indústrias de alimentos e pode ocorrer de duas formas de acordo com Cecchi (1999): rancidez hidrolítica e rancidez oxidativa.

A rancidez hidrolítica é a hidrólise da ligação éster formando ácidos graxos livres, os quais causam odor e sabor desagradáveis, além da redução do pH. Essa rancidez é acelerada

pela luz e calor. (ARAÚJO, 1999; CECCHI,1999). Também pode ser causada por enzimas ou agentes químicos tais como ácidos ou bases na presença de umidade. (BOBBIO; BOBBIO, 2001; RANCIDEZ, 2014)

Ela pode ocorrer durante o armazenamento inadequado de cereais, no processamento ou no produto final. Porém, pode ser inibida pela inativação de enzimas pelo calor e pela eliminação de água. (ARAÚJO, 1999)

A rancidez oxidativa é a reação espontânea dos lipídios com o oxigênio do ar, resultando em compostos como aldeídos, cetonas, ácidos, hidrocarbonetos, sendo que tais compostos são responsáveis por características organolépticas e físico-químicas relativas a este tipo de rancificação. (BOBBIO; BOBBIO,2001; CECCHI,1999; RANCIDEZ, 2014). Os óleos e gorduras que sofreram muito a oxidação podem resultar em substâncias potencialmente tóxicas, gerando riscos à saúde, como pré- disposição a arteriosclerose (deposito de gordura, cálcio e outros elementos nas paredes arteriais, provocando a redução do seu calibre) e a ação mutagênica ou carcinogênica. (JORGE *et al.*, 2005; ARTERIOSCLEROSE, 2016).

A oxidação dos lipídios ocorre quando elétrons são removidos de um átomo ou grupo destes, podendo haver a transferência de elétrons em uma etapa ou mais, com a formação intermediária de radical livre. Há a ruptura da dupla ligação a aproximadamente 60 kcal/mol de energia. Os radicais livres possuem número ímpar de elétrons, e, portanto, são altamente energéticos e instáveis. (ARAÚJO, 2001).

A reação em cadeia de radicais livres ocorre em três etapas:

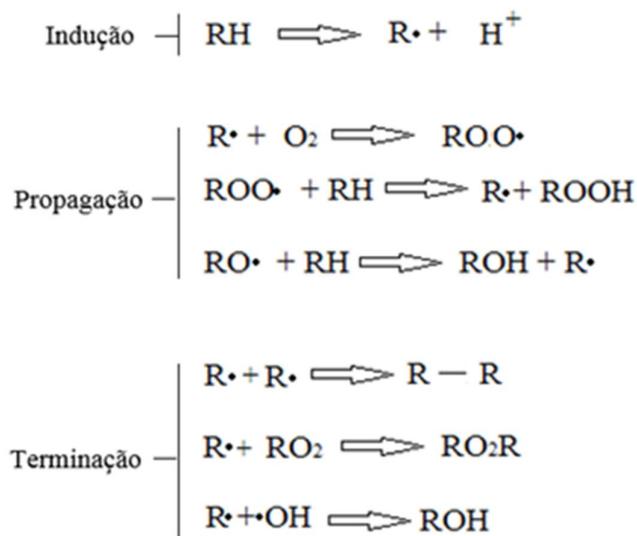
1^a) fase inicial ou de indução: formação dos primeiros radicais livres. Não há cheiro e nem gosto de ranço no alimento.

2^a) Propagação: nesta fase, os radicais livres se combinam com o oxigênio, originando radicais peróxidos, os quais formam outros novos, aumentando a quantidade de radicais livres, peróxidos e outros produtos de decomposição. O cheiro e o sabor aumentam rapidamente.

3^a) Terminação: os radicais livres se combinam formando moléculas (não reativas), e há menor formação de radicais. O óleo apresenta, enfim, alteração na sua composição, cor, viscosidade, com ocorrência de odor e sabor fortes.

A Figura 10 ilustra as etapas da reação em cadeia, com a formação dos radicais livres.

Figura 10: Etapas da reação em cadeia



onde:

R: cadeia insaturada

OH: grupamento hidroxila

R·: Radical livre

RO·: Radical alcóxila

ROO·: Radical peróxila

ROOH: Hidroperóxido

Fonte: OETTERER, 2006.

Nota: Adaptada pela autora

As alterações químicas e físicas no óleo durante seu uso em frituras são caracterizadas por diminuição da insaturação e aumento de teor de ácidos graxos livres, espuma, coloração, viscosidade, substâncias poliméricas. Havendo a detecção de alteração nas propriedades, o óleo deve ser descartado para evitar o consumo de substâncias tóxicas (epóxidos; ácidos graxos peroxidados e seus produtos de decomposição; polímeros; e esteróis oxidados) ao organismo, aceleradas pelo seu aquecimento. (ARAÚJO, 1999).

6 MATERIAIS E MÉTODOS

O óleo de soja utilizado neste trabalho foi da marca COAMO® já que de acordo com ALIMENTOS (2016), foi o mais utilizado no estado de São Paulo, provavelmente pelos

consumidores optarem pelo preço mais acessível: R\$ 3,19 (adquirido em fevereiro, 2016). A Figura 11 ilustra a embalagem deste óleo.

Figura 11 - Óleo de soja COAMO®.



Fonte: Arquivo particular

O alimento escolhido foi o pastel de queijo por ser rápido no preparo e prático, além de possuir, de certa forma, uniformidade em parâmetros como: massa, tamanho e não depender da qualidade da matéria prima (umidade, frescor e disponibilidade).

As frituras dos pastéis foram realizadas entre fevereiro e abril de 2016 e foram feitas um dia antes da determinação do índice de acidez em laboratório.

Os dados apresentados foram obtidos a partir de análises de volumetria de neutralização, as quais foram realizadas no Laboratório Didático da Universidade do Sagrado Coração. Os reagentes e as vidrarias foram fornecidos pela Universidade.

Os procedimentos de fritura de pastéis de queijo foram realizados de modo convencional, simulando, desta forma, o uso doméstico do óleo de soja.

Foi realizada também a coleta de uma amostra de óleo de soja proveniente da lanchonete da Universidade para fins de comparação quanto a cor, odor e índice de acidez. O processo de fritura foi por meio de fritadeira com reposição contínua de óleo. O óleo foi utilizado diversas vezes para fritura de kibes e salgados empanados como coxinhas e risoles. Após a verificação de que já não se encontrava em condições de uso, o operador realizou o descarte para uma embalagem de aproximadamente 50 litros, cujo volume é retirado por empresa terceirizada, a qual realiza o destino e o tratamento final.

6.1 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

6.1.1 Procedimento de fritura:

Foi coletada, inicialmente, uma alíquota de aproximadamente 20 mL de óleo de soja da marca COAMO®, sem utilização (empregado como referência), para uma determinação inicial do índice de acidez, a qual foi denominada de 1. No óleo restante, aproximadamente 880 mL, foi realizada a primeira fritura, indicado pelo número 2.

A fritura foi realizada em panela de aço inox da marca Tramontina®, com tempo de pré-aquecimento de aproximadamente 10 minutos em fogo alto.

Em cada dia de fritura foram utilizados no total 7 discos de pastéis, pois em cada embalagem de 200g, haviam 14 discos, sendo suficiente para duas análises do óleo. Os pastéis foram colocados de dois em dois na panela, até ficarem dourados, totalizando quatro vezes a adição de pastéis na panela. Foi utilizado um frasco de óleo de 900 mL e não houve acréscimo de óleo novo em cada fritura. Embora, conforme Osawa (2010), períodos curtos de uso do óleo sejam piores do que o uso contínuo, o que pretendeu-se com o trabalho foi a verificação da qualidade com o tempo.

Uma alíquota foi retirada após o resfriamento do óleo e o restante, foi guardado na mesma panela com tampa até a próxima fritura.

Foram realizadas até a 9ª fritura, no qual foram analisadas as amostras das frituras de número 1,2, 3, 6 e 9.

6.1.2 Preparo de reagentes

Foi preparado solução 0,01 mol/L de hidróxido de sódio (Anidrol), o qual foi pesado 0,409 g de NaOH com a utilização de balança analítica Marte, modelo Al 500C. O NaOH foi dissolvido em um pouco de água e foi transferido para um balão volumétrico de 1 litro, o qual teve seu volume completado.

A padronização da solução de NaOH 0,01M foi feita com biftalato de potássio (Vetec) e realizada em triplicata. A Tabela 3 mostra as massas de biftalato de potássio pesadas, os volumes de solução de NaOH 0,01M e as concentrações reais.

Tabela 3: Padronização da solução de NaOH 0,01M

Massa biftalato (g)	Volume gasto da sol. NaOH (mL)	Concentração real (M)
0,052	26,5	0,00961
0,050	26,1	0,00938
0,051	26,8	0,00932

Fonte: Elaborada pela autora

O desvio padrão da média da concentração foi calculado de acordo com Baccan (2001), o qual se obteve 0,0094.

A concentração real média da solução de NaOH foi de 0,094M e o fator de correção, 0,94.

Foi utilizada do laboratório da universidade uma solução indicadora fenolftaleína 1% e foi preparada uma solução neutra de éter-álcool (2:1), no qual ambos os reagentes eram da marca Dinâmica. Esta solução é utilizada para ajudar na solubilização do óleo na solução de NaOH, evitando-se assim aquecer. A Figura 12 ilustra os materiais utilizados para as análises: as soluções preparadas, bureta, erlenmeyer e suporte com garra.

Figura 12 - Materiais utilizados para as análises.



Fonte: Arquivo particular.

6.1.3 Determinação do índice de acidez

Para cada amostra de óleo (dia de fritura), foram pesados em frascos erlenmeyer de 250 mL, 2g de óleo de soja, tanto do que não sofreu o processo de fritura (o qual foi chamado de 1), e dos óleos usados nas frituras de número 1, 2, 3, 6 e 9. As determinações foram realizadas em triplicata.

Em cada erlenmeyer contendo a amostra, foram adicionados 25 mL de solução de éter-álcool (2:1) e 2 gotas de solução indicadora fenolftaleína 1%. A titulação foi realizada com o titulante NaOH previamente padronizado, sob agitação constante até a viragem da cor para rosa claro, com permanência desta por 30 segundos (MAPA, 2011).

As massas de óleo e os volumes de titulante gastos na titulação foram anotados para cálculos posteriores de índice de acidez.

A Equação 1 refere-se ao cálculo da porcentagem de ácido oleico e a Equação 2, a conversão para índice de acidez. (MAPA, 2011).

$$\text{ácido Oleico(\%)} = \frac{V \times f \times 100 \times 28,2}{P} \quad (1)$$

$$\text{Índice de acidez} = \% \text{ ácido oleico} \times 1,99 \quad (2)$$

onde :

V= volume de NaOH 0,1N gasto na titulação

f= fator de correção da solução de NaOH

P= massa da amostra (g)

28,2= equivalente grama do ácido oleico

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 13 contém as médias dos parâmetros medidos em laboratório e o índice de acidez, com seus respectivos desvios padrões.

Figura 13 - Resultados obtidos do óleo com e sem aquecimento e seus índices de acidez.

Óleo/ fritura	Massa do óleo(g)	Volume gasto de NaOH (mL)	Índice de acidez (mg KOH/g)
Sem uso em fritura (0)	2,019 ± 0,019	1,87 ±0,09	0,46 ±0,02
1ª fritura	2,027 ± 0,018	1,93 ±0,09	0,47 ±0,02
2ª fritura	2,006 ± 0,004	2,37 ±0,05	0,58 ±0,01
3ª fritura	2,014 ± 0,010	2,57 ±0,05	0,63 ±0,01
6ª fritura	2,044 ± 0,020	2,83 ± 0,12	0,69± 0,03
9ª fritura	2,028 ± 0,013	3,17 ± 0,09	0,77 ± 0,02
Lanchonete	2,060 ± 0,020	4,87 ±0,26	1,2 ±0,3

Fonte: Elaborada pela autora

A fritura de alimentos, segundo Damy e Jorge (2003), é um processo no qual estes recebem um banho de óleo ou gordura em elevada temperatura. O óleo age como meio de transferência de calor, proporcionando um aquecimento mais eficiente que em fornos e mais rápido que o cozimento em água. Além disso, fornece ao alimento características sensoriais agradáveis (CELLA; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2002; JORGE; JANIERI, 2004).

De acordo com os resultados obtidos, quanto maior o volume gasto de NaOH durante a titulação, maior o índice de acidez, indicando que houve a hidrólise do óleo durante o processo de fritura.

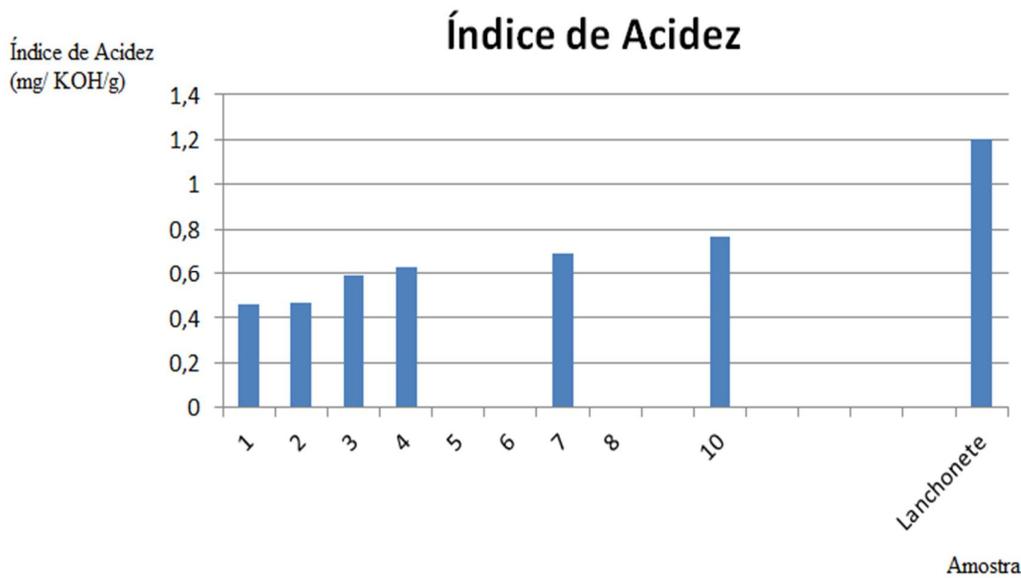
A hidrólise do óleo, em caso de fritura, ocorre por arraste de componentes, podendo ser ácidos ou bases, que aceleram a degradação do óleo através da água contida no interior do alimento, tornando o óleo com características organolépticas desfavoráveis. (BOBBIO; BOBBIO, 2001). O aumento da acidez indica o desenvolvimento de reações hidrolíticas e que a água no alimento mais a temperatura elevada (em torno de 180° C) aceleram estas reações. (CELLA; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2002; JORGE *et al.*, 2005).

Em temperaturas elevadas, como as utilizadas em frituras, há aceleração da oxidação do óleo e os compostos produzidos provocam o aumento na viscosidade do óleo, o seu escurecimento e aumento da formação de fumaça e espuma. (RANCIDEZ, 2014).

Não há nenhuma norma no Brasil que disponha sobre o valor máximo permitido de índice de acidez em óleo de fritura, porém, a resolução RDC nº 270/2005 (BRASIL, 2005) traz o regulamento técnico para óleos e gorduras e cremes vegetais que tem como um dos requisitos, a acidez de no máximo 0,6 mg KOH/g.

A Figura 14 ilustra variação do índice de acidez com relação às amostras sob influência ou não do aquecimento.

Figura 14 – Variação do Índice de acidez pelo número de frituras



Legenda:

- 1: Óleo sem uso em fritura
- 2: 1ª fritura
- 3: 2ª fritura
- 4: 3ª fritura
- 7: 6ª fritura
- 10: 9ª fritura

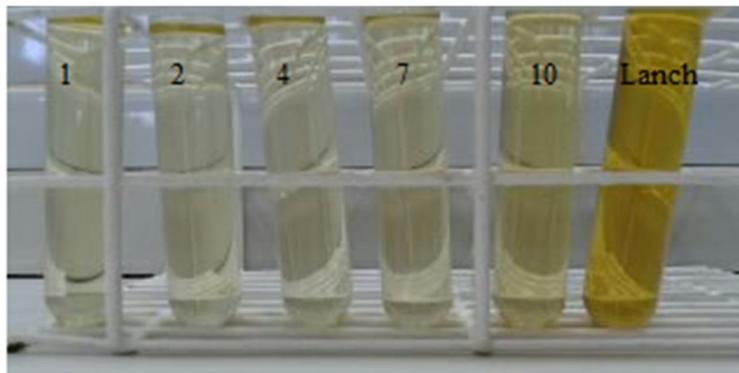
Fonte: Elaborado pela autora

A primeira barra do gráfico (indicada por 1) refere-se ao óleo sem aquecimento, o qual apresentou 0,46 mg KOH/g. Do óleo sem uso na fritura para a primeira fritura, não houve grande alteração no índice de acidez, pois provavelmente a quantidade de pastel foi pequena e portanto, o tempo de fritura não foi capaz de promover a degradação do óleo. Na primeira fritura foi obtido um índice de acidez de 0,47 mg KOH/g, na segunda fritura, 0,58 mg/g e assim sucessivamente. O índice de acidez referente ao óleo da lanchonete foi de 1,2 mg KOH/ g, valor bem acima em relação ao que foi encontrado para fritura doméstica dos pastéis.

Observa-se que, de acordo com o gráfico que o índice de acidez aumenta conforme a utilização do óleo devido às reações hidrolíticas e oxidativas durante o processo de fritura. A temperatura elevada acelera o processamento destas reações.

A Figura 15 mostra a comparação da cor do óleo antes da sua utilização no processo de fritura e após.

Figura 15 - Coloração dos óleos analisados



Legenda

- 1: Óleo sem uso em fritura
- 2: 1ª fritura
- 4: 3ª fritura
- 7: 6ª fritura
- 10: 9ª fritura
- Lanch: Lanchonete

Fonte: Arquivo particular

Em todos os tubos foram colocados 10 mL de óleo para fins de comparação sem a utilização de aparelhos.

Observou-se que quanto maior foi a exposição ao calor e ao tempo, a coloração do óleo ficou mais escurecida e houve maior presença de odor de ranço (BOBBIO F.; BOBBIO P. 2001). O escurecimento do óleo é devido à presença de compostos carbonílicos insaturados e de compostos não polares oriundos do alimento solubilizado no óleo. (ARAÚJO, 1999). A viscosidade do óleo utilizado na lanchonete foi maior que a das demais amostras, que é consequência das reações de polimerização. (ARAÚJO, 1999).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não houve alteração significativa no índice de acidez do óleo de soja utilizado domesticamente, cujos valores variaram de 0,47 (para a primeira fritura) a 0,77 mg KOH/g (para a 9ª fritura). Como o alimento utilizado foi massa de pastel, o qual é um produto que não contém muita umidade, pode ter contribuído para as pequenas variações no índice de acidez. Embora o recheio fosse de queijo, cuja gordura possa ser transferida para o óleo e alterar a acidez, para a quantidade de pastel e recheio utilizados, não foi significativo.

Já o óleo utilizado pela lanchonete, foi obtido um índice de acidez de 1,2 mg KOH/g, indicando que houve maior degradação da sua qualidade, confirmados pelo aumento da viscosidade, forte odor de ranço e coloração mais escurecida em relação ao óleo usado em fritura doméstica.

Não há legislação que especifique o número máximo de vezes em que o óleo pode ser utilizado em fritura, e nem a acidez máxima. Porém, a ANVISA, através do Informe Técnico nº 11 (BRASIL, 2004) fornece algumas recomendações quanto as Boas Práticas de Fabricação: temperatura máxima para fritura de 180°C; fritar por períodos longos; evitar o contato do óleo quente com o oxigênio, mantendo o recipiente semi tampado; evitar a luz no armazenamento; filtrar o óleo após o uso.

Assim, a análise do cheiro do óleo e a visualização da cor podem auxiliar no momento em que ocorrer o descarte de modo a obter alimentos com qualidade. Entretanto, como o óleo, após o processo de fritura, incorpora no alimento, é recomendável a utilização do óleo para a fritura de pastéis não ultrapasse duas vezes.

REFERÊNCIAS

ALIMENTOS Coamo reúne seus representantes comerciais em Campo Mourão. **Portal do Agronegócio**, 2016. Disponível em:

<<http://www.portaldoagronegocio.com.br/noticia/alimentos-coamo-reune-seus-representantes-comerciais-em-campo-mourao-140598>>. Acesso em 22 fev 2016.

A MANTEIGA através da ciência. **Ponto Ciência**: Várias experiências, um só lugar, 2016. Disponível em < <http://pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/a-manteiga-atraves-da-ciencia/368>> Acesso em 19 jun 2016.

A RANCIDEZ oxidativa em alimentos. **Aditivos e Ingredientes**, 2014. Disponível em <http://aditivosingredientes.com.br/upload_arquivos/201604/2016040597195001461187649.pdf> Acesso em 24 abr 2016.

ARTERIOSCLEROSE. **Sociedade Brasileira de Angiologia e de Cirurgia Vasculuar**, 2016. Disponível em < <http://www.sbacv.com.br/index.php/publico/arteriosclerose.html>>. Acesso em 19 jun 2016.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos**: Teoria e prática. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, 1999.

ARAÚJO, W. M. C. *et al.* **Alquimia dos alimentos**. 3ª ed. Brasília: Senac, 2014.

BACCAN, N. *et al.* **Química Analítica Quantitativa Elementar**. 3ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à Química de alimentos**. 3ª. ed. São Paulo: Varela, 2003.

_____, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. 3ª. ed. São Paulo: Varela, 2001.

BRASIL. ANVISA. **Informe técnico nº 11** de 5 de outubro de 2004. Óleos e Gorduras utilizados em frituras. Disponível em: < http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/11_051004.htm >. Acesso em 27 fev 2016.

_____. Resolução RDC ANVISA/MS nº 482, de 23 de setembro de 1999. Aprova o Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de óleos e gorduras vegetais.

Diário Oficial da União, Brasília, DF, out 1999. Disponível em:

<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a2190900474588939242d63fbc4c6735/RDC_482_1999.pdf?MOD=AJPERES> Acesso em 04 abr 2016.

_____. Resolução RDC ANVISA/MS nº270, de 22 de setembro de 2005. Aprova o

Regulamento técnico para óleos vegetais e gorduras vegetais e creme vegetal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, set 1999. Disponível em: <

http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/82d8d2804a9b68849647d64600696f00/RDC_n_270.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em 27 fev 2016.

BRUICE, P. Y. **Química Orgânica**, vol.2. 4ª ed. São Paulo: Pearson Education, 2006.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2ª. ed .
Campinas/SP: Editora Unicamp1999.

CELLA, R. C. F.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 111–116, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v22n2/a02v22n2.pdf>>. Acesso em 06 mar 2016.

DAMY, P. de C.; JORGE, N. Determinações Físico-Químicas do Óleo de Soja e da Gordura Vegetal Hidrogenada Durante o Processo de Fritura Descontínua. **Braslian Journal Of Food Technology**, v. 6, n.2 p. 251-257, jul/dez 2003. Disponível em:<<http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/brazilianjournal/free/p03138.pdf>>. Acesso em 28 abr 2016.

DEVLIN, T. (Ed.). **Manual de Bioquímica com correlações clínicas**. São Paulo: 2011

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físicos-químicos para análise de Alimentos**. São Paulo: 2008. Disponível em:
<http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf>. Acesso m 27 fev 2016.

JORGE, N.; JANIERI, C. Avaliação do Óleo de Soja Utilizado no Restaurante Universitário do Ibilce / Unesp. **Alim. Nutr.**, p. 11–16, 2004. Disponível em: <<http://serv-bib.fcfa.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/49/66>> Acesso em 31 mar 2016.

JORGE, N. *et al.* **Alterações físico químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras**. Química Nova, vol 28, nº6, p. 947-951, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422005000600003>. Acesso em 27 fev 2016.

MANDARINO, J.M.G.; ROESSING, A.C. **Tecnologia para produção do óleo de soja**: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos. Londrina: Embrapa Soja, 2001. Disponível em:
<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO/18455/1/doc171.pdf>>. Acesso em: 21 abr 2016.

MAPA, **Determinação do índice de acidez em óleos vegetais**, Goiás. 2011. Disponível em:<http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/Laborat%C3%B3rios/Metodos%20OIQ/POV/IT%20POV%20034%20Rev01%20-%20Determinacao%20do%20Indice%20de%20Acidez%20em%20Oleos%20Vegetais.pdf>. Acesso em: 27 fev 2016.

_____. **Instrução de trabalho: Determinação do índice de acidez em óleos vegetais**, 2006. Disponível em:

<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=643062246>> Acesso em 09 maio 2016.

MCMURRY, J. **Química Orgânica**, vol.1. 7ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

_____, J. **Química Orgânica**. 4ª. ed. São Paulo: LTC editora, 1996

MORETTO, E. *et al.* **Introdução à ciência de alimentos**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2002.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 5ª. ed. Porto Alegre, RS: Artmed Editora S.A., 2011.

PAVIA, D.L. *et al.* **Química Orgânica Experimental: técnicas de escala pequena** 2ª edição. Porto Alegre, Bookman, 2009

OETTERER, M. *et al.* **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Barueri, SP: Manole, 2006

ORDÓÑEZ, J.A. **Tecnologia de Alimentos: Componentes dos alimentos e processos**. vol.1. Porto Alegre: Artmed Editora S.A.,2005.

OSAWA, C.C.; GONÇALVES, L.A.G; MENDES, F.M. Avaliação dos óleos e gorduras de fritura de estabelecimentos comerciais da cidade de Campinas/SP. As boas práticas de fritura estão sendo atendidas? **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.21, n.1, p.47-55, jan/mar. 2010. Disponível em: < <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/1388/910>> Acesso em: 13 mar 2016.

RANCIDEZ Oxidativa: Os Tipos e os efeitos da rancidez oxidativa em alimentos. **Food Ingredients Brasil**, 2014. Disponível em:<<http://www.revista-fi.com/materias/379.pdf>> Acesso em 07 mai 2016.

SHREVE, R.N.; BRINK Jr., J.A. **Indústria de Processos Químicos** 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.