

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

CAROLINA ZANIN GONÇALVES

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO ÓLEO DE FRITURA DE ALGUNS
ESTABELECIMENTOS DE APUCARANA (PR)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

APUCARANA
2019

CAROLINA ZANIN GONÇALVES

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO ÓLEO DE FRITURA DE ALGUNS
ESTABELECIMENTOS DE APUCARANA (PR)**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao curso Superior de Licenciatura em Química, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Apucarana, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Vanessa Vivian de Almeida Schneider

Co-orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Silvana Fernandes Montanher

APUCARANA
2019



Ministério da Educação
**Universidade Tecnológica Federal do
Paraná**
Câmpus Apucarana
COLIQ – Coordenação do Curso Superior de
Licenciatura em Química



TERMO DE APROVAÇÃO
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO ÓLEO DE FRITURA DE ALGUNS
ESTABELECIMENTOS DE APUCARANA (PR)

por

Carolina Zanin Gonçalves

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado aos 27 dias do mês de Novembro do ano de 2019, às 15 horas, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada em Química, linha de pesquisa Ciência de Alimentos, do Curso Superior de Licenciatura em Química da UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A candidata foi arguida pela banca examinadora composta pelos professores/servidores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^ª. Dr^ª. Vanessa Vivian de Almeida Schneider – ORIENTADORA

Prof. Dr. Edmilson Antônio Canesin – EXAMINADOR

Dr^ª Ana Paula Lopes – EXAMINADORA

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado todo apoio emocional e ter colocado pessoas tão especiais durante essa jornada de graduanda.

Agradeço aos meus familiares especialmente ao meu Pai Sidney que é meu porto seguro, que sempre me ajudou em todas as situações vivenciadas. A minha mãe amada (em memória) Célia, que sempre em vida me incentivou a dar o meu melhor nos estudos e sempre foi referência em como ser mulher forte e amada por todos. Agradeço ao meu irmão querido Juninho por todo apoio emocional e afetivo depositados a mim. Agradeço em especial a minha amada Vó paterna Sebastiana que é exemplo de uma mulher guerreira, e sempre me incentivou a ser uma mulher revolucionária. Agradeço aos meus avós materno por todo amor e apoio desejado a mim.

Agradeço em especial a toda amizade que a UTFPR pode me proporcionar. Em especial ao meu amigo Deiviti por toda amizade, apoio, estudos e festas. Agradeço a minha amiga Fernanda por ser essa amiga que sempre me ajuda quando eu mais preciso. Agradeço de uma forma geral a todos amigos formados no decorrer da graduação: Rafaela, Miliane, Jocirlei, Lucas, Thandara, Thais, Grazielle, Estela, Camila, Ariel, Maria e Victor.

Agradeço ao meu querido e amado amigo Mima (em memória) por toda ajuda e incentivo. Esse trabalho de uma certa forma é seu também.

Agradeço em especial a minha orientadora e professora Vanessa, por todo ensinamento, apoio, paciência. E por ser essa pessoa maravilhosa e estar sempre disposta na construção desse trabalho.

Agradeço a minha co-orientadora Silvana por todo apoio aos materiais de laboratório e ensinamentos.

Agradeço também a Ana Paula por toda paciência e ensinamento na parte experimental do trabalho.

Agradeço ao professor Canesin pelas doações dos reagentes. Esse trabalho só foi executado a partir da sua ajuda.

Agradeço em especial aos meus professores Enio, Danielle, Vanessa, Silvana, Canesin, Fabiane, Augusto, Roseli, Lilian, Alessandra, José Bento e Angélica, por todo ensinamento construído durante a graduação. Vocês nos fazem ter amor a profissão.

RESUMO

GONÇALVES, Carolina. Z. Avaliação da qualidade do óleo de fritura de alguns estabelecimentos de Apucarana (PR). 2019. N° 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2019.

O processo de fritura desenvolve características de odor, sabor, cor e textura que tornam os alimentos mais atraentes para o consumo. As reações de deterioração ocorrem no óleo de fritura, principalmente, devido à ação de três agentes: umidade, presença de oxigênio e temperatura. No Brasil não há nenhum regulamento que defina legalmente o monitoramento de descarte para óleos e gorduras em processo de frituras. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de óleos e gorduras de frituras de estabelecimentos da cidade de Apucarana (PR). Uma entrevista foi feita no estabelecimento. Após a coleta de amostras, foram realizadas análises de acidez, índice de peróxidos, dienos e trienos conjugados. No índice de acidez as análises apresentaram valores acima recomendado pela legislação e variaram de 0,91 a 9,97 (mg KOH g⁻¹). No índice de peróxido somente dois estabelecimentos obtiveram valores acima do recomendado. Os valores de dienos conjugados foram superiores aos valores de trienos conjugados, o que está coerente, conforme a literatura. Observou-se que o tempo de utilização das frituras de óleo e gordura influenciam na qualidade dos mesmos.

Palavras-chave: Índice de acidez. Índice de peróxidos. Dienos e trienos conjugados. Análise química. Gordura.

ABSTRACT

GONÇALVES, Carolina. Z. Avaliação da qualidade do óleo de fritura de alguns estabelecimentos de Apucarana (PR). 2019. n° 41 f. Evaluation of the frying oil quality of some establishments in Apucarana (PR) (Chemistry graduation), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2019.

The frying process develops odor, taste, color and texture characteristics that make foods more attractive for consumption. Deterioration reactions occur in the frying oil, mainly due to the action of three agents: humidity, presence of oxygen and temperature. In Brazil there is no regulation that legally defines the disposal monitoring for frying oils and fats. This work aimed to evaluate the quality of oils and fats from fried foods of establishments in the city of Apucarana (PR). An interview was made at the establishment. After sample collection, acidity, peroxide index, conjugated diene and triene analyzes were performed. In the acidity index, analyzes presented values above recommended by the legislation and ranged from 0.91 to 9.97 (mg KOH g⁻¹). About peroxide index, only two establishments obtained values above the recommended. The values of conjugated dienes were higher than the values of conjugated trienes, which is consistent, according to the literature. It was observed that the time of use of oil and fat frying influence their quality.

Keywords: Acidity level. Peroxide index. Conjugated dienes and trienes. Chemical analysis. Fat.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Principais ácidos graxos saturados encontrados em alimentos	15
Quadro 2- Principais ácidos graxos insaturados encontrados em diferentes óleos e gorduras.	16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Índice de Acidez (mg KOH g^{-1}) das amostras de cada estabelecimento em função do tempo de fritura	30
Tabela 2. Índice de Peróxido (meq kg^{-1}) nos óleos e gorduras em função do tempo de fritura	32
Tabela 3. Extinção específica a 232 e a 270 nm das amostras analisadas	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Reação de esterificação e hidrólise do triacilglicerol (glicerídeo).....	13
Figura 2- Estrutura molecular dos ácidos graxos saturados e insaturados	14
Figura 3- Reação de hidrólise do triacilglicerol que pode se dar em presença de água em temperaturas elevadas.....	17
Figura 4- Etapa de iniciação de uma oxidação lipídica	19
Figura 5- Etapa de propagação de uma oxidação lipídica	20
Figura 6- Terminação de uma oxidação lipídica	21
Figura 7- Reação de neutralização de um ácido graxo	22
Figura 8- Reação de oxidação do íon iodeto por peróxido seguido e determinação de I ₂ (índice de iodo) por oxidação do íon tiosulfato	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1 LIPÍDIOS	13
3.2 COMPOSIÇÃO DA GORDURA E DO ÓLEO	14
3.3 DETERIORAÇÃO QUÍMICA DOS LIPÍDIOS	16
3.3.1 Rancificação Hidrolítica	16
3.3.2 Rancificação Oxidativa	18
3.3.3 Polimerização	21
3.4 ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÓLEOS OU GORDURAS	22
3.4.1 Acidez	22
3.4.2 Índice De Peróxidos	23
3.4.3 Extinção Específica	23
4 METODOLOGIA	25
4.1 ENTREVISTA	25
4.2 AMOSTRAGEM	25
4.3 ANÁLISE DA QUALIDADE DA GORDURA E DO ÓLEO	26
4.3.1 Determinação de acidez	26
4.3.2 Determinação do índice de peróxido	26
4.3.3 Determinação da extinção específica por absorção na região do ultravioleta	27
4.3.4 Análise estatística	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1 QUESTIONÁRIO E AMOSTRAGEM	29
5.2 ÍNDICE DE ACIDEZ	30
5.3. ÍNDICE DE PERÓXIDO	31
5.4. DIENOS E TRIENOS CONJUGADOS	33
6 CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	36
Anexos	39

1 INTRODUÇÃO

O processo de fritura desenvolve características de odor, sabor, cor e textura que tornam os alimentos mais atrativos para o consumo (CELLA, 2002). A principal razão que leva o processo de fritura a ser demonstrado é que, durante o processo, não só o óleo se incorpora ao alimento para modificar positivamente suas características nutricionais e sensoriais, como também atua como meio de transferência de calor reutilizável, muito mais eficaz que o forneamento e muito mais rápido que o cozimento em água. Assim, as altas temperaturas que se utilizam, ao redor de 180 °C, produzem uma acelerada penetração de calor, levando a uma rápida elaboração dos alimentos, algo subitamente necessário nestes tempos modernos (JORGE, 1996).

A fritura por imersão total é um método altamente efetivo pela sua aceleração. As propriedades principais desse processo são a alta temperatura e a rápida transferência de calor. O consentimento dos alimentos processados por fritura é universal e apreciada por diferentes grupos populacionais (SANIBAL, 2002).

As propriedades organolépticas e de textura, instigam a aceitação global do alimento pelo consumidor. A estabilidade das características nutricionais e organolépticas e de textura devido ao processo de conservação e durante o armazenamento são essenciais para a atratividade e aceitabilidade do produto (FRIJA, 2012).

As reações de deterioração ocorrem no óleo de fritura, essencialmente, devido à ação de três fatores: a umidade, a presença de oxigênio e a temperatura. Esses fatores levam às reações de hidrólise, oxidação e polimerização de óleos e gordura de fritura. Parte dos integrantes do alimento, principalmente, água, lipídios, carboidratos e proteínas são transferidos para o óleo (AKOH; MIN, 1997)

Há evidências que animais de laboratório alimentados com óleos ou gorduras puramente processadas em fritura, apresentaram alterações metabólicas que resultam na redução de peso, supressão do crescimento, diminuição do tamanho do fígado e dos rins, má absorção de gorduras, diminuição da taxa de dessaturação dos ácidos graxos linoléico e α -linolênico, aumento da taxa de colesterol no fígado e fertilidade reduzida (EDER, 1999).

Nos últimos anos o Brasil vem passando por um período de alteração nutricional, caracterizado pela queda nos índices de desnutrição e aumento das taxas de sobrepeso e obesidade. Este quadro reflete a influência da industrialização e da importação de hábitos alimentares ocidentais, que são vistos pelo alto consumo de alimentos processados, de baixo

teor nutricional e alto valor energético em desvantagem da ingestão de frutas, verduras, legumes e cereais integrais (FEITOSA, 2010; LÓPEZ, 2006)

O Brasil não tem nenhum regulamento que determine legalmente o monitoramento de descarte para óleos e gorduras no processo de fritura. Porém, em dezembro de 2003, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) recebeu documentação da Associação de Defesa do Consumidor, fazendo requerimento à participação nas ações para criação de Norma Brasileira que dispusesse sobre a utilização e o descarte de óleos e gorduras utilizados para fritura. Em decorrência disso, a ANVISA determinou as recomendações de boas práticas, que se encontram disponíveis para consulta pública. Recomenda-se que a quantidade de ácidos graxos livres não seja superior a 0,9%; o teor de compostos polares não seja maior que 25%; e, os valores de ácido linolênico do óleo de fritura não devam ultrapassar o limite de 2% (BRASIL, 2004).

Os trabalhos acadêmicos que analisam a qualidade de óleos e gorduras utilizados em fritura não são tão recentes. No entanto, na literatura não há informações que qualifiquem o óleo ou gordura utilizados na fritura de alimentos na cidade de Apucarana (PR). Deste modo, justificamos este estudo a fim de apresentarmos um perfil geral da qualidade de óleos e gorduras de fritura da cidade de Apucarana, com a participação dos estabelecimentos que prontamente cederam amostras para o estudo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade de óleos e gorduras de fritura de estabelecimentos da cidade de Apucarana (PR).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Aplicar questionário previamente formulado para entender o processo de uso e descarte do óleo de fritura de cada estabelecimento.

Definir o plano amostral de cada estabelecimento.

Avaliar nas amostras recolhidas os índices de acidez, peróxidos e extinção específica na região do ultravioleta (dienos e trienos conjugados).

Comparar os resultados com os valores recomendados pela resolução vigente.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 LIPÍDIOS

Os lipídios exercem um importante papel quanto a qualidade de certos produtos alimentares, especialmente em relação às propriedades organolépticas, no qual as torna desejáveis (como odor, cor, textura). Em contrapartida, certificam o valor nutricional dos alimentos, constituindo uma fonte de energia metabólica, de ácidos graxos essenciais (como ácidos linoleico e linolênico) e de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) (ST ANGELO, 1996).

A Figura 1 apresenta a reação de esterificação que consiste em trocar a estrutura do triacilglicerol, alterando as posições dos ácidos graxos, com isso pode alterar a digestibilidade dos triacilgliceróis e conseqüentemente a absorção de cada ácido graxo que este contém. Durante as reações de esterificação, há o rearranjo das cadeias de ácidos graxos sobre o grupamento hidroxila das moléculas do glicerol. A reação ocorre em meio fortemente alcalino ou ácido que promove a hidrólise de triacilglicerol e em presença de álcool forma-se os ésteres de ácidos graxos (DE ANDRADE, 2006).

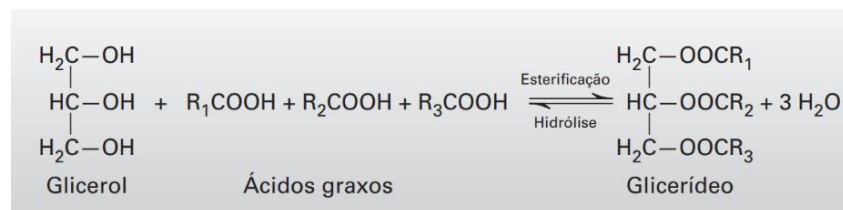


Figura 1- Reação de esterificação e hidrólise do triacilglicerol (glicerídeo)

Fonte: Adaptado de RIBEIRO e SERAVALLI (2007).

Os alimentos lipídicos são indicados como gorduras (sólidas) ou óleos (líquidos), e correspondente ao seu estado físico em temperatura ambiente (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). Os elementos mais expressivos dos óleos e gorduras são os triacilgliceróis e suas propriedades físicas consistem na estrutura e distribuição dos ácidos graxos presentes. Gordura é uma mistura de triacilgliceróis que contém uma alta proporção de ácidos graxos de cadeia longa saturada, enquanto óleo é uma mistura de triacilgliceróis que contém uma alta

proporção de ácidos graxos de cadeia longa insaturada ou ácidos graxos de cadeia curta saturada (BETTELHEIM et al., 2017).

3.2 COMPOSIÇÃO DA GORDURA E DO ÓLEO

Os ácidos graxos que ocorrem naturalmente nas gorduras apresentam em geral, uma longa cadeia formada de átomos de carbono e hidrogênio (hidrocarbonetos) e um grupo terminal, com características de ácidos orgânicos, nomeados de grupo carbonila. Os ácidos graxos presentes nos lipídios são geralmente compostos alifáticos, os quais podem ser saturados e insaturados e, em alguns casos de cadeia ramificada (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007), como é apresentado na Figura 2.

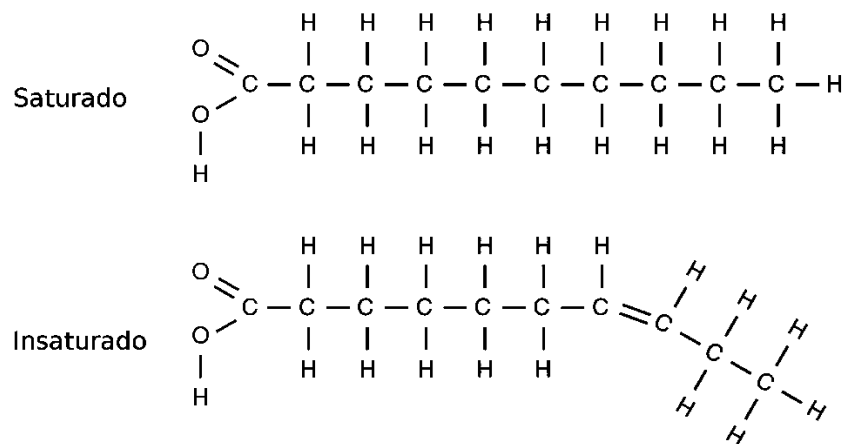


Figura 2- Estrutura molecular dos ácidos graxos saturados e insaturados
Fonte: Adaptado de DE ANDRADE (2006).

Os ácidos graxos saturados são encontrados geralmente em óleos e gorduras, dentre eles temos, o láurico (C12), mirístico (C14), palmítico (C16) e esteárico (C18). Os ácidos láurico e mirístico encontram-se presentes em grandes proporções nos óleos de babaçu e de amêndoa de palma. Os ácidos palmítico e esteárico ocorrem constantemente em óleos e gorduras.

O Quadro 1 apresenta os principais ácidos graxos saturados encontrados nos alimentos (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Nome Comum	Nome Sistemático	Fórmula	Alimentos
Butírico	Butanóico	$H_3C-(CH_2)_2-COOH$	Gordura do leite
Capróico	Hexanóico	$H_3C-(CH_2)_4-COOH$	Gordura do leite, óleos de coco e babaçu
Caprílico	Octanóico	$H_3C-(CH_2)_6-COOH$	Gordura do leite, óleos de coco e babaçu, óleo de sementes de uva.
Láurico	Dodecanóico	$H_3C-(CH_2)_{10}-COOH$	Óleo de semente das Lauraceae, gordura do leite.
Mirístico	Tretadecanóico	$H_3C-(CH_2)_{12}-COOH$	Óleo de noz-moscada, gordura do leite, óleo de coco.
Palmítico	Hexadecanóico	$H_3C-(CH_2)_{14}-COOH$	Óleos de soja e algodão, oliva, abacate, amendoim, milho, manteiga de cacau, toucinho.
Esteárico	Octadecanóico	$H_3C-(CH_2)_{16}-COOH$	Gordura animal, manteiga de cacau.
Araquídico	Eicosanóico	$H_3C-(CH_2)_{18}-COOH$	Óleo de amendoim.
Lignocérico	Tetracosanóico	$H_3C-(CH_2)_{22}-COOH$	Óleos de amendoim, mostarda, gergelim, colza e girassol.

Quadro 1- Principais ácidos graxos saturados encontrados em alimentos

Fonte: Adaptado de BOBBIO (1989) apud RIBEIRO e SERAVALLI (2007).

Os ácidos graxos insaturados são encontrados livres ou ligados ao triacilglicerol, e diferem entre si quanto ao número de átomos de carbono, número de duplas ligações, localização das insaturações e configuração. Os ácidos graxos isômeros têm o mesmo número de átomos de carbono, de hidrogênio e de oxigênio, mas apresentam diferentes posições, disposição geométrica, arranjo linear e ramificado, e com isso apresentam propriedades físico-químicas diferentes (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

O Quadro 2 apresenta alguns ácidos graxos insaturados comumente encontrados em óleos e gorduras.

Nome comum	Nome sistemático	Fórmula	Óleo ou gordura
Caproléico	9-decenóico	C ₉ H ₁₇ -COOH	Gordura do leite
Lauroléico	9-dodecenóico	C ₁₁ H ₂₁ -COOH	Gordura do leite
Miristoléico	9-tetradecenóico	C ₁₃ H ₂₅ -COOH	Gordura animal
Fisetérico	5-tetradecenóico	C ₁₃ H ₂₅ -COOH	Óleo de sardinha
Oleico	9-cis-octadecenóico	C ₁₇ H ₃₃ -COOH	Gorduras de animais e vegetais
Gadoléico	9-ecosenóico	C ₁₉ H ₃₇ -COOH	Óleos de peixes e de animais marinhos
Erúico	13-docosenóico	C ₂₁ H ₄₁ -COOH	Óleos de mostarda e colza
Linoléico	9,12-octadecadienóico	C ₁₇ H ₃₁ -COOH	Óleos de amendoim, algodão, gergelim e girassol
Linolênico	9,12,15-octadecatrienóico	C ₁₇ H ₂₉ -COOH	Óleos de soja, gérmen de trigo e linhaça.

Quadro 2- Principais ácidos graxos insaturados encontrados em diferentes óleos e gorduras
 Fonte: Adaptado de BOBBIO (1989) apud RIBEIRO e SERAVALLI (2007).

3.3 DETERIORAÇÃO QUÍMICA DOS LIPÍDIOS

Os lipídios passam por rancificação oxidativa e hidrolítica. A deterioração está relacionada à composição química dos mesmos. A rancificação hidrolítica refere-se à hidrólise dos triacilgliceróis, formando glicerol e liberando ácidos graxos no meio. A rancificação oxidativa ocorre em ácidos graxos insaturados, característicos dos óleos na presença de oxigênio (DE ANDRADE, 2006).

3.3.1 Rancificação Hidrolítica

Os ácidos graxos livres ocasionam problemas aos alimentos, pois produzem odores indesejados, reduzem a estabilidade oxidativa, causam formação de espuma e reduzem o ponto de fumaça (temperatura em que o óleo começa a formar fumaça). Quando há liberação de ácidos

graxos livres, a partir de um esqueleto de triacilglicerol, introduz como consequência o desenvolvimento do sabor desagradável, acontece o que se chama de rancidez hidrolítica (DAMODARAN; PARKIN, 2019).

Na rancidez hidrolítica catalisada por enzimas, os ácidos graxos livres podem ser liberados a partir de triacilgliceróis por enzimas chamadas lipases. Durante o processamento e armazenamento de tecidos biológicos usados como matéria-prima para alimentos, estruturas celulares e mecanismos de controle bioquímico podem ser destruídos e as lipases tornam-se ativas (DAMODARAN; PARKIN, 2019).

Na presença de água pura, a hidrólise dos triacilgliceróis é lenta, mas o lipídio usado no processamento de alimentos (frituras) por tempos longos provoca arraste ou dissolução de compostos pela água do próprio alimento. Os componentes transferidos (ácidos e bases) catalisam a reação de hidrólise dos triacilgliceróis (DIAS, 2019). A hidrólise de triacilgliceróis ocorre nas frituras diminuindo o ponto de fumaça e diminuindo também a estabilidade oxidativa, fazendo com que aumente o nível de formação de fumaça. A Figura 3 apresenta a reação de hidrólise do triacilglicerol com formação de ácidos graxos livres.

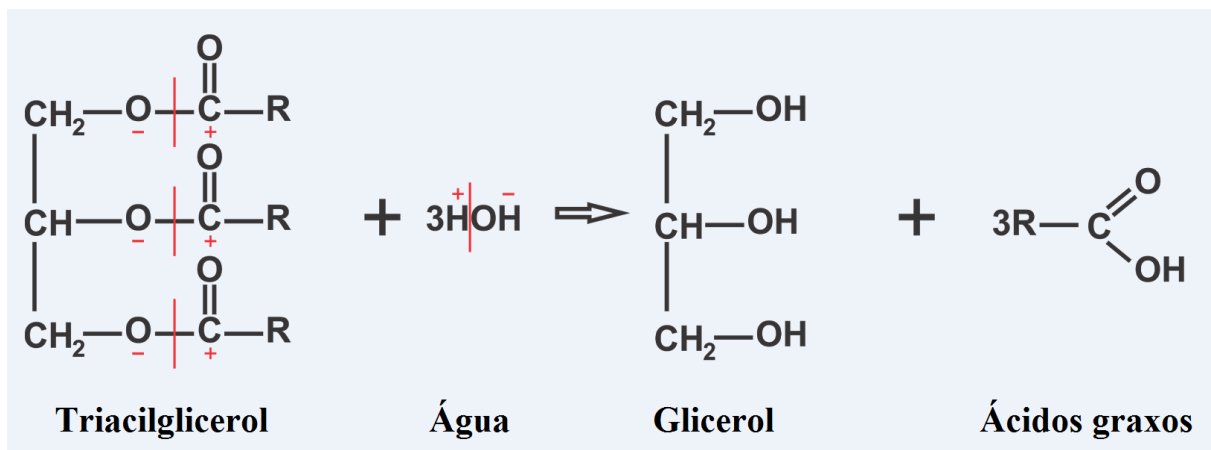


Figura 3- Reação de hidrólise do triacilglicerol que pode se dar em presença de água em temperaturas elevadas
 Fonte: Autoria própria.

3.3.2 Rancificação Oxidativa

O ranço oxidativo proporciona a oxidação dos triacilgliceróis. O processo se inicia com a formação de um radical livre, sendo necessária a existência da cadeia insaturada (DE ANDRADE, 2006). A rancidez oxidativa é a principal responsável pela deterioração de alimentos ricos em lipídios, resulta em alterações indesejáveis de cor, sabor, aroma e consistência do alimento. A oxidação lipídica envolve uma série extremamente complexa de reações químicas, que ocorre entre o oxigênio atmosférico e os ácidos graxos insaturados dos lipídios. Pode-se resumir as etapas em iniciação, propagação e terminação.

3.3.2.1 Iniciação

O processo de iniciação ocorre quando um átomo de hidrogênio é retirado do grupo metileno de um ácido graxo insaturado, levando à formação de um radical livre. O oxigênio se liga ao radical livre e forma um radical peróxido. Cada radical peróxido pode retirar um hidrogênio de uma molécula de ácido graxo não oxidado. Esses peróxidos formados podem participar de reações de decomposição e de formação de novos radicais livres (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

A Figura 4, de Damodaran e Parkin (2019), esquematiza a etapa de iniciação da oxidação lipídica do ácido linoléico.

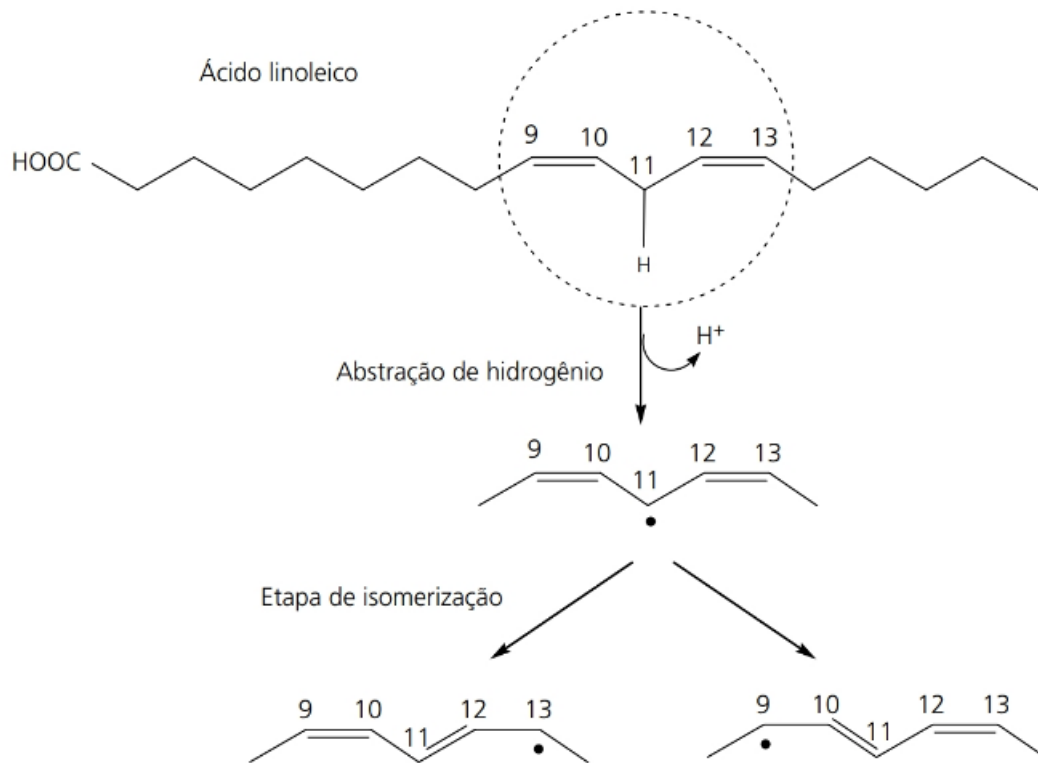


Figura 4- Etapa de iniciação de uma oxidação lipídica
 Fonte: DAMODARAN; PARKIN (2019).

3.3.2.2 Propagação

A propagação ocorre quando, ao formar um radical livre, este reage com o oxigênio para formar um radical peróxido. Esses radicais são extremamente reativos e podem retirar átomos de hidrogênio e outros lipídios insaturados e, dessa maneira, propaga a reação de oxidação. Essa etapa qualifica-se pela reação em cadeia de radicais livres, pelo alto teor de peróxidos e pelo início de alterações de aroma e sabor. Cada radical peróxido pode retirar hidrogênio de uma molécula não oxidada formando hidroperóxidos. Os hidroperóxidos podem ser decompostos em radicais livres (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007). A Figura 5 apresenta a propagação da oxidação lipídica do ácido linoléico (DAMODARAN; PARKIN, 2019).

3.4 ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÓLEOS OU GORDURAS

As determinações feitas nas análises de óleos e gorduras são geralmente os índices acidez, peróxidos e a extinção específica. São estes índices que, juntamente com as reações características, servem para identificar e avaliar a maioria dos óleos e gorduras, que são expressos por propriedades físicas ou químicas (LUTZ, 2008).

3.4.1 Acidez

A determinação da acidez pode fornecer um dado importante na avaliação do estado de conservação do óleo. Um processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons hidrogênio. A decomposição dos triacilgliceróis é acelerada por aquecimento e pela luz, sendo a rancidez quase sempre acompanhada pela formação de ácidos graxos livres. Os métodos que avaliam a acidez titulável resumem-se em titular, com soluções alcalinas, a acidez do produto ou soluções aquosas/alcoólicas do produto, assim como os ácidos graxos obtidos dos lipídios (LUTZ, 2008). A determinação de acidez ocorre por meio de uma reação de neutralização do grupamento carboxílico do ácido graxo na presença da base forte como NaOH ou KOH, que neutraliza os ácidos graxos livres no meio, como apresentada na Figura 7.

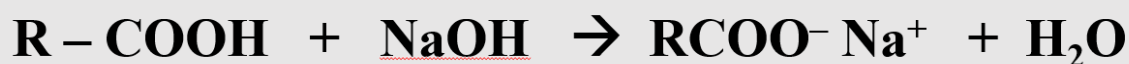


Figura 7- Reação de neutralização de um ácido graxo
Fonte: Autoria própria.

3.4.2 Índice De Peróxidos

O método de índice de peróxidos determina todas as substâncias, em termos de miliequivalentes de peróxido por 1000 g de amostra, que oxidam o iodeto de potássio nas condições do teste. A Figura 8 apresenta a reação de oxidação do íon iodeto por peróxidos, seguida da redução do iodo por pelo íon tiosulfato.

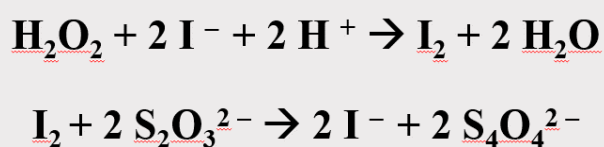


Figura 8- Reação de oxidação do íon iodeto por peróxido seguido e determinação de I₂ (índice de iodo) por oxidação do íon tiosulfato
Fonte: Autoria própria.

As substâncias que oxidam o iodeto encontradas em óleos e gorduras são geralmente consideradas peróxidos ou outros produtos similares resultantes da oxidação lipídica (LUTZ, 2008).

O tiosulfato de sódio é o redutor mais empregado como titulante do iodo gerado nas metodologias iodométricas. Normalmente, as soluções são preparadas a partir do sal pentahidratado, Na₂S₂O₃.5H₂O, e devem ser posteriormente padronizadas, pois esse sal não se enquadra como um padrão primário. As soluções devem ser preparadas com água destilada previamente fervida, para eliminar o CO₂ dissolvido e também para prevenir a decomposição do tiosulfato por bactérias. O íon tiosulfato é um agente redutor moderadamente forte. Na presença de iodo, ele é quantitativamente oxidado para formar o íon tetrationato (S₄O₆²⁻).

3.4.3 Extinção Específica

Este método descreve o procedimento para o exame espectrofotométrico de azeite de oliva e outros óleos e gorduras na região do ultravioleta. A análise espectrofotométrica na região

do ultravioleta pode fornecer informações sobre a qualidade do óleo, seu estado de conservação e alterações causadas pelo processamento. A absorção em 232 e 270 nm, comprimentos de onda especificados no método, é devida à presença de sistemas dienos e trienos conjugados, respectivamente. Estes compostos são formados por oxidação e/ou refino do óleo (LUTZ, 2008). As Figuras 4 e 5, que apresentaram reações decorrentes do processo de rancidez oxidativa também mostraram que, durante o processo de degradação, ocorre a formação de duplas conjugadas (ou seja, dienos conjugados) especialmente a partir do ácido linoléico¹).

No método de determinação de extinção específica, o óleo ou gordura em questão é dissolvido em solvente apropriado e a extinção da solução é determinada nos comprimentos de onda especificados, usando como referência o solvente puro. As absorções são expressas como extinções específicas (a absorbância de uma solução a 1% do óleo no solvente especificado, numa espessura de 1 cm, que são representados pela letra K) (LUTZ, 2008).

A formação de dienos e trienos está relacionado com o tipo de alimento que é realizado na fritura, e conseqüentemente a elevada temperatura associado ao tempo de utilização desse óleo ou gordura no processo de fritura (TYAGI; VASISHTHA, 1996).

¹ Da mesma forma, nos produtos da oxidação do ácido linolênico (que apresenta em sua estrutura três insaturações) poderão surgir os trienos conjugados.

4 METODOLOGIA

4.1 ENTREVISTA

As entrevistas foram realizadas em seis estabelecimentos da cidade de Apucarana (PR). Cada estabelecimento recebeu um código de confidencialidade que é representado pelas letras A, B, C, D, E e F. As perguntas realizadas nas entrevistas encontram-se no Anexo 1. A partir das respostas pode-se traçar um plano amostral para analisar as amostras de cada estabelecimento.

4.2 AMOSTRAGEM

As amostras de óleos e gorduras foram adquiridas através de doações de estabelecimentos da cidade de Apucarana (PR).

As avaliações das amostras foram feitas a partir de três amostras em triplicatas².

- T_0 → Amostra da gordura ou óleo sem ter sido utilizado;
- T_1 → Amostra da gordura ou óleo no final do terceiro dia de utilização;
- T_2 → Amostra da gordura ou óleo pronta para ser descartada (após sete dias de utilização).

As amostras coletadas foram oriundas de estabelecimentos da região central e periférica de Apucarana. Os estabelecimentos A e B utilizam a gordura vegetal hidrogenada no processo de fritura. Os estabelecimentos C, E, F utilizam o óleo de soja. O estabelecimento D utiliza o óleo de algodão. O tempo de utilização do óleo ou gordura depende da rotatividade de cada estabelecimento.

² Os estabelecimentos apresentaram informações, de que os óleos e gorduras costumam ser descartados após uma semana de uso.

4.3 ANÁLISE DA QUALIDADE DA GORDURA E DO ÓLEO

4.3.1 Determinação de acidez

O índice de acidez (IA) foi determinado conforme o método proposto pelo Manual de Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008) e calculado a partir da Equação 1. As amostras estavam homogêneas e líquidas. Pesou-se 2,00 g da amostra em frasco de Erlenmeyer de 125 mL. Adicionou-se 25 mL de solução de éter-álcool (2:1) neutra e em seguida adicionou-se duas gotas do indicador fenolftaleína. Titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,01 mol L⁻¹ até o aparecimento da coloração rósea.

$$IA = \frac{v \cdot f \cdot 5,61}{P} \quad (1)$$

v = volume da solução de hidróxido de sódio 0,01 mol L⁻¹ gasto na titulação

f = fator da solução de hidróxido de sódio

P = massa (g) da amostra

4.3.2 Determinação do índice de peróxido

Para determinar o índice de peróxido (IP) das amostras, foi realizado o método titulométrico com a solução titulante de tiosulfato de sódio 0,01 mol L⁻¹, conforme a metodologia proposta pelo Manual de Normas do Instituto Adolf Lutz (2008) e calculado de acordo com Equação 2.

Na preparação da solução saturada de iodeto de potássio, pesou-se 30 g de iodeto de potássio e adicionou-se 21 mL de água destilada. A solução foi conservada em frasco âmbar e utilizada no mesmo dia de sua preparação.

Pesou-se 2,50 g da amostra em um frasco Erlenmeyer de 250 mL. Adicionou-se 15 mL da solução ácido acético-clorofórmio 3:2 e agitou-se até a dissolução da amostra. Adicionou-se 0,25 mL da solução saturada de KI e manteve em repouso ao abrigo da luz por exatamente um minuto. Acrescentou-se 15 mL de água e titulou-se com solução de tiosulfato de sódio 0,01 N, em constante agitação. A titulação foi executada até que a coloração amarela fosse quase desaparecida. Adicionou-se 0,5 mL de solução de amido indicadora e continuou-se a titulação até o completo desaparecimento da coloração azul. Preparou-se uma prova em branco, nas mesmas condições e titulou-se.

$$IP = \frac{(A-B) \times N \times f \times 1000}{P} \quad (2)$$

A = volume da solução de tiosulfato de sódio 0,01N gasto na titulação da amostra

B = volume da solução de tiosulfato de sódio 0,01 N gasto na titulação do

branco

N = normalidade da solução de tiosulfato de sódio

f = fator da solução de tiosulfato de sódio.

P = massa (g) da amostra

4.3.3 Determinação da extinção específica por absorção na região do ultravioleta

Para determinar a extinção específica das amostras realizou o método espectrofotométrico dos óleos e gorduras, conforme a metodologia do Manual de Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz (2008).

Pesou-se aproximadamente 0,0500 g da amostra em um balão volumétrico de 25 mL. Dissolveu-se e completou o volume com ciclohexano e homogeneizou-se. Preencheu-se uma cubeta com a solução e mediu-se a absorbância à 270 nm e a absorbância à 232 nm, utilizou o mesmo solvente como referência, em espectrofotômetro previamente calibrado. Os valores de absorbância obtidos devem estar compreendidos na faixa de 0,1 a 0,8. Os resultados foram calculados de acordo com a Equação 3.

$$E_{1\text{ cm}}^{1\%} = \frac{A\lambda}{(c \times l)} \quad (3)$$

$E_{1\text{ cm}}^{1\%}$ (ou K) = extinção específica no comprimento de onda λ

$A\lambda$ = absorvância medida no comprimento de onda λ

c = concentração da solução em g 100 mL⁻¹

l = caminho óptico da cubeta em cm

4.3.4 Análise estatística

As médias dos resultados de acidez e índice de peróxidos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância utilizando o software Statistica 5.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 QUESTIONÁRIO E AMOSTRAGEM

Durante a realização da aplicação do questionário nos estabelecimentos, obtivemos informações sobre os processos das frituras (tacho ou fritadeira elétrica), monitoramento da temperatura, rotina de reposição, quantidade de óleo ou gordura utilizados durante a semana e forma de descarte dos mesmos.

Os estabelecimentos que utilizam tacho a gás e fritadeira elétrica, representaram 50% de cada.

No monitoramento da temperatura, apenas os estabelecimentos que utilizam a fritadeira elétrica continham termostato e este apresentava a temperatura de 100 °C quando não estava em processo de fritura, e no processo de fritura dos salgadinhos mantinha-se a temperatura na faixa de 180 a 200 °C.

Os estabelecimentos que utilizavam o tacho a gás não possuíam o termostato; verificavam a temperatura da gordura e do óleo somente visualmente, ou seja, ficavam sempre atentos para não deixar com que a gordura ficasse muito quente, pois eles salientam que quando a gordura está muito quente ocorre a formação de fumaça.

A reposição dos óleos e gorduras dos estabelecimentos é feita durante a semana e depende do tempo que cada estabelecimento utiliza essa mesma gordura. A reposição variou de 1,0 L à 5,0 L durante a semana.

A quantidade de óleo que cada estabelecimento utiliza no processo de fritura depende da rotatividade e também de como são vendidos esses salgadinhos, ou seja, se é feito a venda de salgadinhos por encomendas, ou se é um estabelecimento central que apresenta venda diária dos alimentos em quantidades maiores. Os estabelecimentos que apresentam uma maior rotatividade utilizam durante a semana entre 20 a 40 L de óleo ou gordura. Os estabelecimentos em que a rotatividade é menor utilizam entre 1,0 L a 12,0 L.

O descarte é feito no último dia de utilização da gordura. Os entrevistados relatam que a quantidade que é descartada depende de quanto foi adicionado inicialmente e durante o processo de fritura dos salgadinhos. O descarte varia entre 3,0 L e 30,0 L. Os óleos e gorduras descartados são vendidos ou doados para a fabricação de sabão.

Os resultados que serão apresentados e discutidos nas próximas seções referem aos estabelecimentos A, B, C, D, E e F. Os estabelecimentos A e B utilizam no processo de fritura a gordura vegetal e o descarte é semanal. Os estabelecimentos D, E e F utilizam óleo vegetal refinado no processo de fritura e também são de descarte semanal. O estabelecimento C utiliza o óleo vegetal refinado no processo de fritura com descarte diário.

5.2 ÍNDICE DE ACIDEZ

Os dados apresentados na Tabela 1 estabelecem o índice de acidez das amostras de óleos e gorduras vegetais analisados.

Tabela 1. Índice de Acidez (mg KOH g⁻¹) das amostras de cada estabelecimento em função do tempo de fritura

Estabelecimentos	Índice de Acidez (mg KOH g ⁻¹)		
	Óleo e Gorduras Vegetais		
	Tempo de frituras		
	T ₀	T ₁	T ₂
A	0,93 ^{cC} ±0,08	5,14 ^{bA} ±0,12	9,97 ^{aA} ±0,00
B	1,43 ^{cA} ±0,01	1,73 ^{bC} ±0,03	2,27 ^{aC} ±0,02
C	1,10 ^{bB} ±0,06	*	1,36 ^{aF} ±0,07
D	1,05 ^{cBC} ±0,01	2,92 ^{bB} ±0,03	4,10 ^{aB} ±0,01
E	0,99 ^{cBC} ±0,08	1,55 ^{bD} ±0,01	1,95 ^{aD} ±0,01
F	0,91 ^{cC} ±0,01	1,35 ^{bE} ±0,08	1,68 ^{aE} ±0,02

Média ± desvio padrão das triplicatas. Letras iguais minúsculas na mesma linha e iguais maiúsculas na mesma coluna indicam que, não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$). T₀: amostra da gordura ou óleo sem ter sido utilizado; T₁: amostra da gordura ou óleo no final do terceiro dia de utilização e T₂ amostra da gordura ou óleo pronta para ser descartada. *O estabelecimento descarta o óleo diariamente. Estabelecimentos A e B fazem uso de gorduras vegetais; estabelecimentos C, E e F fazem uso de óleos de soja; e o estabelecimento D faz uso de óleo de algodão.

O índice de acidez (IA) de acordo com a Resolução RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005 precisa apresentar no máximo o valor de 0,6 mg KOH g⁻¹ do óleo novo (BRASIL, 2005). Entretanto todos os resultados obtidos das amostras em todos os tempos analisadas apresentaram valores superiores ao recomendado pela resolução.

O aumento nos valores de IA entre os resultados pode advir do desenvolvimento de reações hidrolíticas que são aceleradas a partir do aquecimento, presença de água no alimento que está sendo frito, quantidade de partículas queimadas provenientes do alimento e acumuladas no recipiente (SAGUY; DANA, 2003; FIRESTONE et al., 1991).

Os menores valores de IA foram determinados no óleo ou gordura ainda não utilizados em frituras (T_0) e variaram de 0,91 a 1,43 mg KOH g⁻¹ (cerca de 52 a 138% acima do valor recomendado pela ANVISA). Essa variação constatada pode ocorrer devido a fatores tais como uso de embalagens inadequadas que estão sujeitas a exposição do óleo ou gordura à luz, e a temperatura em que os óleos e gorduras foram armazenados. A diminuição da luz reduz sensivelmente a evolução da rancidez (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

Já nos óleos ainda em utilização, os valores variaram de 1,35 a 5,14 mg KOH g⁻¹, decorrente dos fatores que influenciam nesse aumento de acidez.

Os mais altos valores de IA foram determinados nos óleos e gorduras prontos para descarte e ficaram entre 1,36 e 9,97 mg KOH g⁻¹, convertendo esses valores para % de ácido oleico variam de 0,68 a 5,01 %. Osawa, Gonçalves e Mendes (2010) relataram em seu trabalho valores de ácidos graxos livres (% ácido oleico) que variaram, em torno de 0,6 a 5,7 %. De acordo com a legislação, estes também estão fora do recomendado que é de no máximo 2% de ácido oleico.

Os valores de índice de acidez podem ser convertidos para % de ácido oleico através da divisão dos valores de IA por 1,99, de acordo com IAL (2008).

As mudanças físico-químicas que ocorrem em óleos ou gorduras utilizados por longos períodos são influenciados por uma série de parâmetros: natureza e qualidade da matéria-prima, grau de pureza, processamento, tempo de aquecimento, presença de contaminantes metálicos, reposição do óleo ou gordura novos, condições de conservação da gordura e do tipo de alimento (MALACRIDA; JORGE, 2006).

5.3. ÍNDICE DE PERÓXIDO

Na autoxidação verifica-se a reação de oxigênio atmosférico com as duplas ligações dos ácidos insaturados, produzindo peróxidos e hidroperóxidos, e geram uma série de reações paralelas como compostos aldeídos, cetonas, alcoóis, e entre outros que são responsáveis pelas

características de produtos rancificados (MELO FILHO; VASCONCELOS, 2011). A Tabela 2 apresenta os valores determinados para o índice de peróxido (IP) nas amostras analisadas.

Tabela 2. Índice de Peróxido (meq kg^{-1}) nos óleos e gorduras em função do tempo de fritura

Estabelecimentos	Índice de Peróxido (meq kg^{-1}) Óleos e Gorduras Vegetais		
	Tempo de frituras		
	T ₀	T ₁	T ₂
A	3,68 ^{cc} ±0,20	5,54 ^{ac} ±0,18	4,56 ^{bb} ±0,38
B	4,98 ^{ab} ±0,01	4,58 ^{bd} ±0,01	5,16 ^{ab} ±0,21
C	8,28 ^{ba} ±0,18	*	13,5 ^{aa} ±0,01
D	5,25 ^{ab} ±0,59	4,24 ^{bd} ±0,39	5,24 ^{ab} ±0,45
E	4,75 ^{bb} ±0,18	6,75 ^{ab} ±0,18	4,85 ^{bb} ±0,77
F	5,01 ^{cb} ±0,01	12,4 ^{ba} ±0,17	13,8 ^{aa} ±0,29

Média ± desvio padrão das triplicatas. Letras iguais minúsculas na mesma linha e iguais maiúsculas na mesma coluna indicam que, não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$). T₀: amostra da gordura ou óleo sem ter sido utilizado; T₁: amostra da gordura ou óleo no final do terceiro dia de utilização e T₂: amostra da gordura ou óleo pronta para ser descartada. *O estabelecimento descarta o óleo diariamente. Estabelecimentos A e B fazem uso de gorduras vegetais; estabelecimentos C, E e F fazem uso de óleos de soja; e o estabelecimento D faz uso de óleo de algodão.

De acordo com a Resolução RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005 o IP tem que apresentar no máximo o valor de 10 meq kg^{-1} do óleo novo (BRASIL, 2005).

O índice de peróxido apresentou valores que sugerem um comportamento instável ao longo dos tempos de frituras (JORGE et al., 2005). Isto se deve ao fato de que nas temperaturas utilizadas no processo de fritura, os hidroperóxidos se decompõem rapidamente dando origem a produtos secundários de oxidação (CUESTA et al., 1991). Como mostra a Tabela 2, os menores valores de IP não foram encontrados sempre nas amostras de T₀. Os estabelecimentos B e D apresentaram menores valores de IP em T₁ se comparado ao T₀, a 5% de significância. Já nos estabelecimentos E e F, os valores de IP foram maiores para T₁ se comparados a T₀, ao nível de 5% de significância. Ao se comparar T₀ dos diferentes estabelecimentos, foi observado valores de IP estatisticamente iguais ao nível de 5% de significância entre as amostras de óleo vegetal dos estabelecimentos D, E e F. No entanto, os resultados foram diferentes para IP de gorduras vegetais dos estabelecimentos A e B em T₀.

Apenas duas amostras já prontas para o descarte apresentaram valores de IP acima do recomendado pela ANVISA que foram a T₂ do estabelecimento C (13,5 meq kg^{-1}) e a T₂ do estabelecimento F (13,8 meq kg^{-1}). As demais amostras dos estabelecimentos pesquisados

tiveram valores dentro do recomendado para o índice de peróxido, exceto T₁, também do estabelecimento F.

5.4. DIENOS E TRIENOS CONJUGADOS

No processo de frituras os compostos primários de oxidação são deteriorados em compostos de menor tamanho, com migração das duplas ligações levando à junção das moléculas, com formação de compostos secundários de oxidação (dienos e trienos conjugados), sendo detectados por espectrometria na região do ultravioleta (MATSUOKA, 2009). Os resultados das extinções específicas nas absorvidades de 232 nm e 270 nm podem ser analisados a partir da Tabela 3

Tabela 3. Extinção específica a 232 e a 270 nm das amostras analisadas

Estabelecimentos	Extinção Específica					
	E ^{1%} _{1cm} 232 nm			E ^{1%} _{1cm} 270 nm		
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₀	T ₁	T ₂
A	6,78	8,21	12,84	0,88	1,51	3,32
B	5,95	7,04	7,65	0,56	1,04	1,17
C	5,90	*	21,37	2,48	*	5,11
D	9,02	12,13	9,06	2,88	3,30	1,89
E	5,30	14,07	13,38	2,34	5,02	5,20
F	5,22	11,55	10,27	2,64	4,47	4,97

*O estabelecimento descarta o óleo diariamente. Estabelecimentos A e B fazem uso de gorduras vegetais; estabelecimentos C, E e F fazem uso de óleos de soja; e o estabelecimento D faz uso de óleo de algodão.

No tempo de T₀ (sem ter sido utilizado, sendo óleo ou gordura) os valores extinção específica em 232 nm variaram de 5,22 a 9,02 E^{1%}_{1cm}, enquanto os valores de extinção específica em 270 nm variam de 0,56 a 2,88 E^{1%}_{1cm}. Valores parecidos de mesmas absorvidades foram encontrados por Matsuoka (2009) em 4,45 E^{1%}_{1cm} a 232 nm e 2,46 E^{1%}_{1cm} a 270 nm. No entanto, valores muito diferentes são encontrados no trabalho de Tavares (2014)

analisando óleo de algodão que são frequentemente reportados e variam de 2,35 a 2,86 $E^{1\%}_{1cm}$ na faixa de 232 nm e de 1,15 a 2,05 $E^{1\%}_{1cm}$ na faixa de 270 nm. Entretanto no trabalho de Tanamati (2008) observamos valores próximos em relação a faixa de 232 nm que variam de 4,28 a 7,02 $E^{1\%}_{1cm}$, porém na faixa de 270 nm apresentam valores diferentes que variam de 2,18 a 3,19 $E^{1\%}_{1cm}$.

Segundo Matsuoka (2009), a concentração de compostos na faixa de comprimento de onda 232 nm se apresenta maior que em 270 nm devido ao maior acúmulo dos dienos conjugados em relação aos trienos conjugados e compostos voláteis dada a mais baixa concentração de ácido linolênico no óleo usado nas frituras.

6 CONCLUSÃO

A partir deste trabalho podemos avaliar a qualidade dos óleos e gorduras de frituras de alguns estabelecimentos de Apucarana. O índice de acidez medido apresentou valores acima do recomendado pela ANVISA (para óleos e gorduras) para todas as amostras analisadas. Isso se deve a formação de reações hidrolíticas, que são formadas a partir do aquecimento (alta temperatura), presença de água nos alimentos a serem fritos, tempo de utilização do óleo de fritura e reposição desse óleo ou gordura.

No índice de peróxido os valores obtidos não apresentaram uma tendência em relação ao tempo de fritura. Obtiveram-se valores dentro do recomendado pela ANVISA, porém somente dois estabelecimentos apresentaram amostras com valores acima do recomendado. Neste caso, o índice de peróxido medido nos óleos e gorduras estiveram associados às reações de oxidação decorrentes do processo de fritura.

Quanto à análise de dienos e trienos conjugados, apesar de não serem recomendados pela resolução citada, neste trabalho as amostras avaliadas apresentaram valores que se enquadraram dentro dos trabalhos descritos na literatura. Está relacionado com os compostos primários de oxidação a serem degradados em compostos de tamanhos menores que se ligam em duplas ligações de compostos secundários de oxidação.

As análises químicas dos óleos e gorduras de fritura de estabelecimentos de Apucarana (PR) possibilitaram constatar alterações na composição dos mesmos. Ressalta-se o teor de índice de acidez fora do recomendado para óleos novos, sem terem sido utilizados, sugeriu a diminuição da qualidade do óleo e da gordura nesses estabelecimentos.

Considerando os efeitos nocivos da fritura na saúde humana, recomendamos o consumo reduzido desses alimentos.

REFERÊNCIAS

AKOH, C. C.; MIN, D. B. **Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology**. New York: Marcel Dekker, p. 167-178, 1997.

BETTELHEIM, F. A.; BROWN, W. H.; CAMPBELL, M. K.; FARRELL, S. O. **Introdução à bioquímica**. Tradução Mauro de Campos Silva, Gianluca Camillo Azzellini. São Paulo: Cengage Learning, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Óleos e gorduras utilizados em frituras. Inf. Técnico, n. 11, 5 out. 2004. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/resultado-de-busca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=2747026&_101_type=content&_101_groupId=33916&_101_urlTitle=informe-tecnico-n-11-de-5-de-outubro-de-2004&inheritRedirect=true>. Acesso em: 23 Out. 2018.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005. Aprova o "Regulamento Técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal". **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 set. 2005. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>> Acesso em: 20 Nov. 2019.

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.

CUESTA, C; SÁNCHEZ-MUNIZ, F. J; HERNANDÉZ, I; VARELA, L. S. Modificaciones de un aceite de oliva durante las frituras sucesivas de patatas: correlaciones entre distintos índices analíticos y de evaluación global de la degradación. **Revista Agroquímica Tecnología de Alimentos**, v. 31, n. 4, p. 523-531, 1991.

DAMODARAN, S; PARKIN, K. L. **Química de alimentos de Fennema** [recurso eletrônico]. Tradução Adriano Brandelli ... [et al.]. 5. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2019.

DAMODARAN, S; PARKIN, K. L; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4.º ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DE ANDRADE GONCALVES, E. C. B. **Análise de alimentos: Uma visão química da nutrição**. Livraria Varela, 2006.

DIAS, A. R. G. **Alterações em Alimentos**. Disponível em <<http://labgraos.com.br/manager/uploads/arquivo/alteracoes-enzimaticas-e-nao-enzimaticas---prof--alvaro.pdf>>. Acesso: 22 Nov. 2019.

EDER, K. The effects of a dietary oxidized oil on lipid metabolism in rats. **Lipids**, v. 34, n. 7, p. 717-725, 1999.

FEITOSA, E. P. S et al. Hábitos alimentares de estudantes de uma universidade pública no nordeste, Brasil. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 21, n. 2, p. 225-230, 2010.

FRIJA, S. N. **Alterações nutricionais, organolépticas e de textura dos produtos hortícolas conservados**—Uma revisão. 2012. 97 f Tese (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar) Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2012.

GERMANO, P. M. L; GERMANO, M. I. S. Higiene e vigilância sanitária de alimentos. In: **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. 2011.

JORGE, N. **Estudo do comportamento do óleo de girassol e do efeito do dimetil polisiloxano em termoxidação e frituras**. 165 f Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) Faculdade Engenharia de Alimentos da UNICAMP. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

LÓPEZ, M. J. O. et al. Evaluación nutricional de una población universitaria. **Rev. Nutr. Hosp.**, v. 21, n. 2, p. 179-183, 2006.

LUTZ, I. A **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

MALACRIDA, C. R; JORGE, N. Influência da relação superfície/volume e do tempo de fritura sobre as alterações da mistura azeite de dendê-óleo de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, p. 724-730, 2006.

MATSUOKA, C. R. **Qualidade do óleo de fritura de mandioca: correlação entre dados analíticos e sensoriais para determinação do ponto de descarte**. 156 f. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

MELO FILHO, A. B. de; VASCONCELOS, M. A. da. S. **Química dos Alimentos**. Recife: UFRPE, 2011.

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? 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.

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

RIBEIRO, E. P; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. 2º ed São Paulo: Blucher, 2007.

SAGUY, I. S; DANA, D. **Integrated approach to deep fat frying: Engineering, nutrition, health and consumer aspects**. Journal of Food Engineering, p. 143-152, 2003.

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

ST. ANGELO, A. J. et al. Lipid oxidation in foods. **Critical Reviews in Food Science & Nutrition**, v. 36, n. 3, p. 175-224, 1996.

TANAMATI, A. A. C. **Instabilidade oxidativa do óleo de soja submetido à fritura de alimentos congelados**. 102 f. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ciências)–Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.

TAVARES, I. C. **Avaliação de gorduras vegetais utilizadas em fritura de mandioca palito congelada**. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

TYAGI, V. K; VASISHTHA, A. K. Changes in the characteristics and composition of oils during deep-fat frying. J. Am. Oil Chem. Soc., v. 73, n. 4, p. 499-505, 1996.

Anexos

Questionário

O presente questionário tem como intuito ajudar na pesquisa de Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de Licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná do Câmpus de Apucarana. A presente aluna irá realizar uma pesquisa com objetivo de avaliar algumas características de óleos e gorduras. Será muito oportuno a doação de algumas amostras de óleos/gorduras utilizadas nos estabelecimentos, para a efetuação das análises. Todas as informações e análises serão sigilosas. Em nenhum momento será relatado o nome do estabelecimento no projeto de TCC.

- 1) Qual é o horário de funcionamento do estabelecimento?

- 2) Na realização da fritura é utilizado fritadeira elétrica ou tacho de fritura a gás? Ou outro?

- 3) Ocorre monitoramento da temperatura do óleo para a fritura? Explicar COMO, em caso afirmativo.

- 4) É utilizado óleo ou gordura vegetal nas frituras? Ou outro tipo?

- 5) Como é a rotina de reposição/troca do óleo/gordura no estabelecimento?

- 6) Quantos litros de óleo ou gordura vegetal são utilizados no período da troca?

- 7) Até quantas frituras ou dias aproximadamente é utilizado a mesma gordura? Existe esse controle?

8) Como é feito o descarte da gordura? É separado para doação? É vendido? Alguma empresa recolhe?

9) Caso haja reutilização da gordura, no que é reutilizado? Por quanto tempo é reutilizado?

10) Durante a semana é feito a reposição da gordura vegetal ou óleo sem uso nos tachos ou fritadeiras já com a gordura utilizada?

11) Os tachos ou fritadeiras ficam sempre ligados, ou é desligado durante algum período do funcionamento do estabelecimento?

12) Quantos litros de óleo ou gordura vegetal são descartados?

13) O estabelecimento aceita participar da pesquisa também com a doação de algumas amostras de óleo/gordura?
