

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

DÂMARIS CRISTINE LANDGRAF
RAFAEL MOTOKI BERTHO

**AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DO ÓLEO DE SOJA NO
PROCESSO DE FRITURA DE BATATA PRÉ-FRITA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA

2019

DÂMARIS CRISTINE LANDGRAF

RAFAEL MOTOKI BERTHO

AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DO ÓLEO DE SOJA NO PROCESSO DE FRITURA DE BATATA PRÉ-FRITA

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2 do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Neusa Fátima Seibel

LONDRINA

2019

TERMO DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DO ÓLEO DE SOJA NO PROCESSO DE FRITURA DE BATATA PRÉ-FRITA

DÂMARIS CRISTINE LANDGRAF

RAFAEL MOTOKI BERTHO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 28 de novembro de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. Os candidatos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. Dra. Neusa Fátima Seibel

Prof.(a) Orientador(a)

Profa. Dra. Marianne Ayumi Shirai

Membro titular

Profa. Dra. Caroline Maria Calliari

Membro titular

Dedicamos este trabalho a nossa família, amigos e a todos os professores que fizeram parte de nossa graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus por ter nos dado forças para alcançar todos os nossos objetivos, que renova todos os dias a nossa fé em fazer acreditar que tudo é possível.

Agradecemos a nossa orientadora prof.^a Dra. Neusa Seibel, por todos os conselhos e orientações, fornecendo sempre apoio que nos auxiliaram na conclusão deste trabalho, obrigado por ter dado a oportunidade de aprendermos e a crescermos academicamente com você.

A técnica de laboratório/química Sumaya Hellú El Kadri Nakayama que nos ajudou muito durante o desenvolvimento de nossas análises e nos acalmou em momentos de completo desespero, muito obrigado por tudo.

Agradecemos aos nossos excelentes professores que desempenharam um papel imprescindível para a nossa formação.

A nossa família e amigos que nos acompanharam nesta caminhada da graduação, sempre nos motivando e apoiando em todos os momentos.

RESUMO

LANDGRAF, Dâmaris Cristine; BERTHO, Rafael Motoki. **Avaliação da degradação do óleo de soja no processo de fritura de batata pré-frita.** 2019. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2019.

O óleo de soja é um dos mais utilizados como matéria-prima na composição de diversos produtos alimentícios, nos processos de frituras, tanto na área industrial como no ambiente doméstico. Os efeitos do aquecimento prolongado do óleo causam diversas alterações indesejáveis que afetam a qualidade sensorial e química do produto, gerando compostos responsáveis por odores e sabores desagradáveis. O objetivo do estudo foi avaliar a degradação do óleo de soja utilizado em diferentes tempos de fritura, através dos índices de peróxido, acidez, iodo e saponificação, além das análises de determinação de umidade nas batatas fritas, absorção de óleo antes e após o processo de fritura e análise de cor tanto nos óleos como também nos produtos. A fritura aplicada nas batatas pré-fritas congeladas aconteceu em uma fritadeira elétrica aberta a 180°C, sem reposição do óleo pelo período de três horas. O óleo de soja avaliado neste trabalho, não apresentou diferença significativa nos índices avaliados comprovando que não houve degradação. A análise de umidade das batatas apresentou uma diferença significativa do início da fritura em comparação com o final e correspondeu a uma perda de 57,4% em relação as batatas do início do processo. A absorção de óleo pelas batatas, após uma hora de fritura aumentou duas vezes e com o passar do tempo a absorção tendeu a aumentar cada vez mais. O parâmetro de luminosidade no óleo teve uma diferença significativa em quase todos os tempos de fritura, o parâmetro a* foi negativo e diferiu do início para o final do experimento, onde tendeu para os tons de verde, o parâmetro b* apresentou diferença significativa dos tempos iniciais em comparação ao final da fritura, sofrendo um aumento entre elas. Na análise de cor das batatas, o parâmetro L* não teve diferença significativa em nenhum dos tempos, e no início foi possível observar que o parâmetro a* tendeu para os valores de verde e com o passar do tempo esta tonalidade foi diminuindo. O parâmetro b* foi intensificado com as frituras posteriores tendo como característica a intensidade da cor amarela. considerado assim apto para continuar sendo utilizado no processo de fritura.

Palavras-chave: Oxidação Lipídica. Índice de Peróxido. Índice de Acidez. Índice de Iodo. Índice de Saponificação.

ABSTRACT

LANDGRAF, Dâmaris Cristine; BERTHO, Rafael Motoki. **Evaluation of soybean oil degradation in the process of frying pre-fried potatoes.** 2019. 38 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Federal Technology University - Paraná. Londrina, 2019

Soybean oil is one of the most used as raw material in the composition of various food products, in the frying processes, both in the industrial area and in the domestic environment. The effects of prolonged heating of the oil cause several undesirable changes that affect the sensory and chemistry quality of the product, generating compounds responsible for unpleasant odor and taste. The objective of this study was to evaluate the degradation of soybean oil used in different frying times, through the peroxide, acidity, iodine and saponification indexes, as well as the analysis of moisture determination in chips, oil absorption before and after the process, frying and color analysis in both oils and products. The frying applied to frozen pre-fried potatoes happened in an electric fryer open at 180°C, without oil replacement for three hours. The soybean oil evaluated in this study showed no significant difference in the evaluated indexes proving that there was no degradation, thus considered able to continue being used in the frying process. Potatoes moisture analysis showed a significant difference from the beginning of the frying compared to the end and corresponded to a 57.4% loss in relation to the potatoes of the beginning of the process. Oil absorption by potatoes after one hour of frying increased twice and over time absorption tended to increase more and more. The oil luminosity parameter had a significant difference in almost all frying times, the a^* parameter was negative and differed from the beginning to the end of the experiment, where it tended to green tones, the b^* parameter showed a significant difference from early times compared to the end of the frying, increasing between them. In the color analysis of the potatoes, the parameter L^* did not have significant difference in any of the times, and in the beginning it was possible to observe that the parameter a^* tended towards the values of green and as time went by, the tone decreased. The parameter b^* was intensified with the subsequent frying having as characteristic the intensity of the yellow color.

Keywords: Lipid oxidation. Peroxide Index. Acidity Index. Iodine Index. Saponification Index.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Transformações Químicas no Óleo Durante a Fritura.....	12
Figura 2 – Gráfico de espaço de cor CIELAB.....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Alterações do óleo durante a fritura.....	13
Tabela 2 – Análises dos Índices dos óleos.....	22
Tabela 3 – Análise de cor no óleo de soja.....	24
Tabela 4 – Atividade de água nas batatas fritas.....	25
Tabela 5 – % de umidade das amostras de batata frita.....	25
Tabela 6 – % de extração do óleo das batatas fritas.....	25
Tabela 7 – Análise de cor das batatas fritas.....	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 OXIDAÇÃO LIPÍDICA	13
3.1 ÓLEO DE SOJA	13
3.1.1 Degradação do óleo de soja	13
3.2 AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DO ÓLEO	16
3.2.1 Índice de Peróxido	16
3.2.2 Índice de Acidez	16
3.2.3 Índice de Iodo	17
3.2.4 Índice de Saponificação	17
3.3 BATATA PRÉ-FRITA CONGELADA	18
4 METODOLOGIA	19
4.1 MATERIAL	19
4.2 MÉTODOS	19
4.2.1 Condições de Fritura	19
4.2.2 Análise do óleo de soja	20
4.2.2.1 Índice de peróxido	20
4.2.2.2 Índice de Acidez	21
4.2.2.3 Índice de Iodo	21
4.2.2.4 Índice de Saponificação	22
4.2.2.5 Análise de cor	23
4.2.3 Análises das batatas fritas	24
4.2.3.1 Atividade de água	24
4.2.3.2 Umidade	24
4.2.3.3 Absorção de óleo	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1 ANÁLISES DO ÓLEO DE UTILIZADO NA FRITURA	26
5.1.1 Análise de cor dos óleo	28
5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS BATATAS FRITAS	30
5.2.1 Atividade de água	30
5.2.2 Umidade	30
5.2.3 Absorção de óleo	31
5.2.4 Análise de cor das batatas	32
6 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

A fritura é uma operação unitária de cocção muito utilizada tanto industrialmente quanto no ambiente doméstico, por fornecer ao alimento frito características sensoriais como aumentar a palatabilidade, diminuindo ou acentuando a cor, sabor, textura ou a consistência dos alimentos.

Cada alimento possui uma forma particular de absorção do óleo durante o processo de fritura, dependendo das condições oferecidas. Os fatores do processo incluem temperatura do óleo, tempo do óleo na fritadeira, material constituinte da fritadeira e tipo de equipamento utilizado, por batelada ou contínuo (OSAWA et al., 2010).

Cada vez mais a população consome alimentos de procedência *fast-food* por estes oferecerem maior praticidade, porém a grande maioria destes alimentos são fritos e podem conter substâncias provenientes de degradações lipídicas. O consumo de alimentos fritos, cada vez mais crescente com óleos oxidados, vem sendo associados a doenças cardiovasculares que se manifestam em idades precoces podendo provocar sérios riscos à saúde (LIMA et al., 2000).

No processo de fritura, o alimento é submerso em óleo quente na presença de ar, e assim, é exposto à oxidação interagindo com uma série de agentes (ar, água, alta temperatura e componentes dos alimentos que estão sendo fritos) que causam degradações em sua estrutura, especialmente quando utilizados por um longo período, gerando compostos responsáveis por odor e sabor desagradáveis (BRASIL, 2004).

Óleos utilizados para fritura não devem ultrapassar a temperatura de 180°C, e devem ser substituídos de imediato sempre que demonstrarem alterações evidentes nas suas características físico-químicas ou sensoriais, como o início da formação de espuma e fumaça além de modificações no aroma e sabor (BRASIL, 2004).

Os efeitos do aquecimento prolongado da fritura nos alimentos podem resultar em perdas nutricionais de vitaminas lipossolúveis, alterações na qualidade das proteínas, gorduras e carboidratos. Já os efeitos do aquecimento prolongado do óleo, na presença de oxigênio, causam a oxidação que originam uma variedade de compostos carbonílicos voláteis e ácidos graxos contendo outros grupos funcionais como hidroxila, cetona e epóxidos.

Visando a determinação da qualidade do óleo de soja utilizado para a fritura de batata pré-frita, este trabalho teve por finalidade a determinação dos índices de peróxido, acidez, iodo e saponificação. Além das análises físico-químicas das batatas pré-fritas congeladas, durante o processo de fritura.

2 OBJETIVOS

Avaliar a degradação do óleo de soja utilizado em diferentes tempos de fritura de batata pré-frita congelada.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os índices de peróxido, acidez, iodo e saponificação, durante o processo de fritura de batata pré-frita, sob temperatura máxima de 180°C.
- Análise da estabilidade do óleo de soja durante o processo de fritura.
- Determinar a umidade das batatas fritas.
- Quantificar a absorção de óleo durante a fritura.
- Medir a cor do óleo e das batatas fritas.

3 OXIDAÇÃO LIPÍDICA

3.1 ÓLEO DE SOJA

O óleo de soja possui em sua composição ácidos graxos insaturados que representam 85% do total de lipídios, e aproximadamente 60% destes são constituídos pelos ácidos graxos essenciais, como oléico e linolênico. Dentre os compostos minoritários do óleo de soja, estão os tocoferóis (JORGE, 2009).

O óleo de soja é o óleo vegetal mais utilizado, tanto diretamente como óleo de cozinha, quanto como matéria-prima na preparação de outros alimentos. Isso se deve ao seu baixo preço, com a grande industrialização deste grão e a sua excelente qualidade nutricional (SEIBEL, 2018).

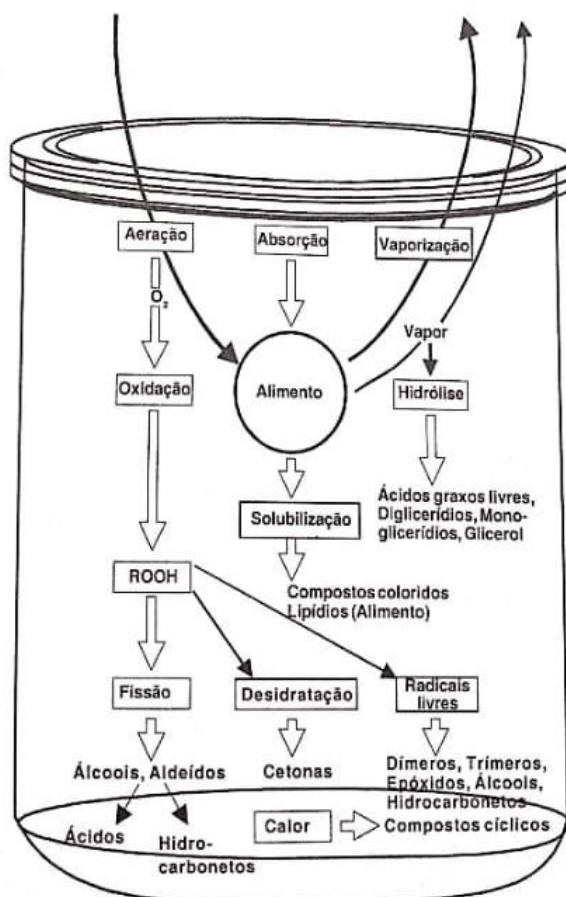
Em estudos comparativos foi verificado que o óleo de soja se manteve mais estável por mais tempo, demorando 6,5 horas para produzir 25% de polares totais. Essa maior estabilidade pode ser devido ao seu carácter vitamínico e sua atividade antioxidante, sendo os principais compostos minoritários desse óleo (SEIBEL, 2018).

3.1.1 Degradação do óleo de soja

A oxidação lipídica é responsável pelo desenvolvimento de sabores e odores desagradáveis, modificando a qualidade sensorial dos alimentos e os tornando impróprios para consumo, além de também provocar outras alterações na qualidade nutricional, devido à degradação de vitaminas lipossolúveis e de ácidos graxos essenciais, através da formação de compostos poliméricos potencialmente tóxicos (ARAÚJO, 2008).

As alterações do óleo durante o processo de fritura dependem de diversos fatores como, exposição prolongada ao calor, oxigênio e a luz. As temperaturas utilizadas nestes processos são comumente altas, provocando a formação de compostos de deterioração como, epóxidos, dihidroperóxidos, ácidos graxos cíclicos e dímeros, descritos na Figura 1 (ARAÚJO, 2008).

Figura 1 – Transformações Químicas no Óleo Durante a Fritura



Fonte: ARAÚJO (2008).

Os processos oxidativos intensificam a degradação de óleos e gorduras, podendo também ocorrer por hidrólise, polimerização e pirólise, implicando assim nas características sensoriais como sabor e coloração final dos óleos e gorduras (HIDALG et al., 2007).

Dependendo dos alimentos que são utilizados, do óleo e do processo de fritura. A formação dos produtos da degradação (Tabela 1) podem ser resumidas pela formação de compostos voláteis que são eliminados em razão da sua natureza durante a fritura, tendo grande influência nas características sensoriais do produto e do óleo (ARAÚJO, 2008).

Tabela 1 – Alterações do óleo durante a fritura.

Tipo de Alteração	Agente	Compostos Resultantes
Hidrólise	Umidade	Ácidos graxos Monoglicerídeos Diglicerídeos Glicerol
Oxidação	Oxigênio	Monômeros cíclicos, polímeros, voláteis (aldeídos, ácidos, hidrocarbonetos, cetonas, álcoois etc.)
Alterações térmicas	Temperatura	Monômeros cíclicos, dímeros e polímeros

Fonte: ARAÚJO (2008).

A velocidade de deterioração dos óleos e das gorduras são diferentes, os estágios da evolutiva oxidação englobam o período de indução, seguida da formação de peróxidos, decomposição, polimerização e degradação, que resultam em uma série de mudanças físicas (ARAÚJO, 2008).

Durante o processo de fritura, óleos e gorduras estão expostos à ação de agentes que diminuem a qualidade e modificam suas estruturas, sendo eles, a umidade proveniente dos alimentos, que é a causa da alteração hidrolítica, o oxigênio do ar, que entra em contato com o óleo através da superfície, possibilitando a alteração oxidativa e a elevada temperatura no processo, que provoca a alteração térmica. (JORGE; SOARES; JUNARDI, 2005).

A combinação dos fatores, calor, ar, luz, umidade e fragmentos do produto submetidos ao aquecimento prolongado, contribuem para a oxidação dos óleos que alteram substancialmente as propriedades químicas e físicas, um exemplo são as reações que envolvem as insaturações que provocam a diminuição do índice de iodo (ARAÚJO, 2008).

3.2 AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DO ÓLEO

3.2.1 Índice de Peróxido

O Índice de Peróxido é um indicador muito significativo no estágio inicial da oxidação, sua presença é um indício de deterioração do óleo afetando, sabor e odor. Quando sua concentração atinge certo nível, mudanças complexas ocorrem, formando compostos de baixo peso molecular, provindos de sua degradação (ARAÚJO, 2006).

Estes produtos possuem propriedades radicalares que ao estabilizarem-se subtraem hidrogênios de ácidos graxos, decompondo-os em radicais livres de ácidos graxos. Esta etapa chamada de propagação, é um processo autocatalítico que não necessita da participação dos radicais livres de oxigênio da etapa de iniciação. Durante a propagação, a formação de peróxidos ganha certa velocidade, acompanhada pelo consumo elevado de oxigênio causando modificações estruturais no lipídeo (VALENZUELA; NIETO, 2001).

A tendência que normalmente se verifica é de um acréscimo no valor do índice de peróxido nas primeiras vinte horas do processo de fritura, seguido de uma redução, indicando que a decomposição de hidroperóxidos ocorre numa velocidade maior que a da sua formação (WITSCHINSKI; GHISLENI; VALDUGA, 2012).

3.2.2 Índice de Acidez

A análise de índice de acidez demonstra mudanças nas concentrações de íons hidrogênio. O aumento da acidez na amostra evidencia processos de alterações na estrutura dos óleos, isto é, a hidrólise e oxidação, que são aceleradas pela ação conjunta dos fatores, luz, aquecimento e umidade do produto utilizado no processo (ZENEON, 2008).

A determinação da acidez pode fornecer um dado importante para a avaliação do estado de conservação do óleo. Um processo de decomposição, seja por

hidrólise, oxidação ou fermentação, podendo alterar a concentração dos íons hidrogênio (LUTZ, 2005).

A decomposição das gorduras através da lipase é acelerada por luz e calor, com formação de ácidos graxos livres que causam um sabor-odor desagradáveis. Porém, em gorduras com ácidos graxos não-voláteis, o sabor-odor característico não aparece juntamente com a deterioração. Neste caso, é muito importante a medida quantitativa dos ácidos graxos livres para a determinação do grau de deterioração (CECCHI, 2003).

3.2.3 Índice de Iodo

Segundo Maia (2006), quanto maior o índice de iodo, maior o número de duplas ligações (insaturações) presentes no óleo, sendo assim, há maior probabilidade da amostra ser considerada um óleo do que uma gordura, pois, é notório que os óleos possuem um maior grau de insaturação do que as gorduras, o que justifica o estado físico dela à temperatura ambiente (25°C).

O índice de iodo de um óleo é a medida do seu grau de insaturação, é expresso em termos do número de centigramas de iodo absorvido por grama da amostra (% iodo absorvido). O Wijs é o método aplicável a todos os óleos e gorduras que não contenham ligações duplas conjugadas (LUTZ, 2005).

Cada óleo possui um respectivo intervalo característico no valor do índice de iodo. A fixação do iodo ou de outros halogênios ocorre nas ligações etilênicas dos ácidos graxos (LUTZ, 2005).

3.2.4 Índice de Saponificação

O Índice de saponificação de um óleo ou gordura é determinado como o número de miligramas de hidróxido de potássio necessário para a neutralização dos ácidos graxos resultantes da hidrólise de 1 g de amostra, indicando a quantidade relativa de ácidos graxos de alto e baixo peso molecular (CECCHI, 2007).

É utilizado para estimar o peso molecular médio dos ácidos graxos que constituem a gordura, pois a cada um grama de gordura compõe-se uma quantidade maior de ácidos graxos, se estes são de cadeia curta (RIBEIRO, 2004).

Esse procedimento inclui o aquecimento da solução alcoólica de hidróxido de potássio em excesso, contendo uma quantidade conhecida da amostra, até a completa saponificação. O excesso de base é então titulado com ácido clorídrico padronizado (ARAÚJO, 2006).

3.3 BATATA PRÉ-FRITA CONGELADA

A batata (*Solanumtuberosum L.*) é uma das culturas alimentares mais consumidas. No Brasil é uma das hortaliças que apresentam maior relevância econômica, com uma produção anual de aproximadamente 3,5 milhões de toneladas, onde a maior parte da produção é comercializada in natura, tendo uma parcela destinada ao processamento industrial, nas formas de pré-frita congelada, chips e batata palha (EMBRAPA, 2016).

A rotina diária acelerada do mundo globalizado vem fazendo com que o alimento do tipo expresso ganhe notoriedade, visando agilidade no preparo e realização das refeições. Nessa perspectiva, a batata pré-frita congelada se destaca como forte opção de consumo (JESUS et al. 2016).

Na produção de batatas pré-fritas congeladas, as batatas in natura são submetidas ao fatiamento, seguidas para o branqueamento, feito através da imersão das batatas em água fervente por um minuto e posterior mergulho em água fria por dois minutos. A temperatura utilizada na pré-fritura é de 140 a 150°C, estas batatas são embaladas e congeladas a -18°C (MALDONADE; CARVALHO; FERREIRA, 2013).

4 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada através de uma fritura utilizando óleo de soja e com o acompanhamento da degradação do mesmo durante este tempo, através da determinação dos índices de peróxido, acidez, iodo e saponificação. Além da avaliação inicial e final do produto utilizado na fritura, verificando mudanças de cor, umidade, atividade de água e absorção de óleo. Todas as análises foram executadas nos laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

4.1 MATERIAL

O óleo de soja escolhido para o experimento foi da marca, Cocamar 900 mL, embalado em garrafa PET. Sua composição era constituída de óleo vegetal de soja (geneticamente modificada a partir de *Agrobacterium Sp*) e dos antioxidantes, TBHQ e Ácido Cítrico.

A marca escolhida de batatas pré-fritas congeladas para a fritura no estudo foi a RapiPad tradicional. Sua lista de ingredientes era composta por batatas, óleo vegetal, dextrose, estabilizador INS – 450 (pirofosfato ácido de sódio) e era de origem argentina.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Condições de Fritura

A fritura aplicada na batata pré-frita congelada foi realizada com o uso de 3,5 litros de óleo de soja, em fritadeira elétrica aberta, Progás de inox com dois cestos, a 180°C, sem reposição do óleo pelo período de três horas continuamente. Foram adicionados 200 gramas de batata congelada que eram fritas durante três minutos,

então retiradas e esperava-se mais sete minutos para a adição de mais batatas. A temperatura do procedimento foi controlada por um termômetro digital tipo espeto da marca Incoterm. O óleo ficou em todo momento exposto a 180°C, luz, oxigênio e a água proveniente do alimento. A cada uma hora de fritura eram retiradas 60 mL de óleo com auxílio de uma proveta de 100 mL e uma concha utilizada na transferência do material ainda quente.

4.2.2 Análise do óleo de soja

4.2.2.1 Índice de peróxido

A determinação do índice de peróxido foi realizada seguindo a metodologia de LUTZ (2005), que determina todas as substâncias, em termos de miliequivalentes de peróxido por 1000 g de amostra, que oxidam o iodeto de potássio. Foram pesados cinco gramas de amostra em um frasco Erlenmeyer de 250 mL, com a adição de 30 mL da solução de ácido acético-clorofórmio 3:2 até a dissolução da amostra, 0,5 mL de solução saturada de KI. Após este período foi acrescentado 30 mL de água e um mL da solução indicadora de amido 1% (m/v).

A titulação ocorreu com a adição gota a gota de tiosulfato de sódio 0,01 N, em constante agitação, a titulação terminou quando houve o desaparecimento da coloração azul.

Equação 1:

$$\frac{A \cdot N \cdot 1000}{P} = \text{Índice de peróxido em meq por 1000g da amostra.} \quad (1)$$

A = Volume Utilizado na titulação da amostra

N = Normalidade da solução de tiosulfato de sódio.

P = N° de gramas da amostra.

4.2.2.2 Índice de Acidez

A determinação consistiu na pesagem de duas gramas da amostra, com adição de 25 mL da solução éter etílico e álcool etílico (2:1) e duas gotas do indicador fenolftaleína, a titulação com o hidróxido de sódio 0,1N e prosseguiu até o aparecimento da coloração rósea (LUTZ, 2005).

Equação 2:

$$P = \frac{V * N * 5,61}{1000} \quad \text{= Índice de Acidez} \quad (2)$$

V = Volume gasto na titulação

N = Fator da solução de hidróxido de sódio.

P = N^o de gramas da amostra.

4.2.2.3 Índice de Iodo

Foram pesados aproximadamente 0,25 gramas de amostra em um Erlenmeyer de 500 mL, com a adição de 10 mL de ciclohexano., 25 mL de solução de Wijs, com agitação cuidadosa, esta mistura foi deixada sob repouso ao abrigo da luz e a temperatura ambiente, por 30 minutos.

Foi adicionado 10 mL da solução de iodeto de potássio 15% e 100 mL de água recentemente fervida e fria, e um mL de solução indicadora de amido 1% (m/v).

A titulação com a solução de tiosulfato de sódio 0,1 N, terminou com o completo desaparecimento da cor azul. Foi preparada uma determinação em branco seguindo os mesmos procedimentos para que fosse possível a realização do cálculo (LUTZ, 2005).

Equação 5:

$$\frac{(B - A) N * 12,7}{P} = \text{Índice de Iodo} \quad (5)$$

B = mL de tiosulfato de sódio 0,1 N gasto na titulação do branco.

A = mL de tiosulfato de sódio 0,1 N gasto na titulação da amostra.

N = Normalidade da solução de tiosulfato de sódio (0,1N).

P = Peso da amostra em gramas.

4.2.2.4 Índice de Saponificação

A determinação consistiu na pesagem de 5 gramas da amostra em um balão de fundo chato de 250 mL, com adição posterior de 50 mL de solução alcoólica de KOH, um branco foi preparado e analisado simultaneamente.

A amostra foi deixada sob refluxo durante 1 hora até a completa saponificação dela. Após o resfriamento do frasco, foi adicionado 4 gotas do indicador fenolftaleína e a titulação foi realizada com a solução de ácido clorídrico 0,1 N até o desaparecimento da cor rósea (LUTZ, 2005).

Equação 6:

$$\frac{(B - A) \times N \times 56,1}{P} = \text{Índice de Saponificação} \quad (6)$$

B = mL de ácido clorídrico 0,1 N gasto na titulação do branco.

A = mL de ácido clorídrico 0,1 N gasto na titulação da amostra.

N = Normalidade da solução de HCl 0,1 N.

P = Peso da amostra em gramas.

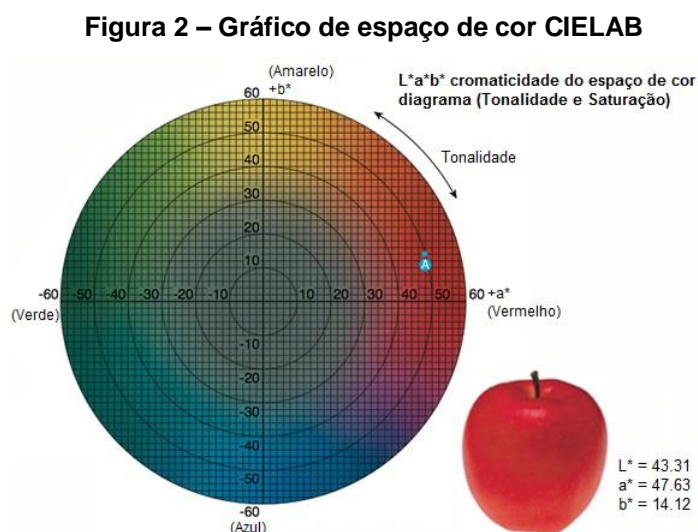
4.2.2.5 Análise de cor

A análise de cor tanto do óleo como das batatas foi realizada utilizando-se um colorímetro digital (KONICA MINOLTA – Chroma Meter CR-400) em três pontos diferentes de cada amostra de óleo, do seu respectivo tempo de fritura, e por ser uma amostra líquida foram analisadas 12 vezes em pontos escolhidos aleatórios visando uma ampla coleta de dados. Para as amostras de batata frita foram dados em três pontos diferentes coletados 20 vezes em razão das amostras de batata não apresentarem uniformidade tanto de tamanho como também para cor.

O método de avaliação utilizada foi o CIELAB da Commission Internationale de l'Eclairage e define que o espaço de cor $L^*a^*b^*$, são correlacionados com os valores de cor da percepção visual. Para que a cor avaliada seja precisa, é necessário a ordenação em termos de tonalidade, luminosidade e saturação, através de escalas (KONICA MINOLTA, 2019).

O sistema CIE $L^*a^*b^*$ determina coordenadas constantes no espaço tridimensional de cor, sendo que “L” é a luminosidade e “a” e “b” contêm as informações de croma, onde “a” corresponde a um eixo que varia do vermelho ao verde e “b” é um eixo que varia do amarelo ao azul (HUNTERLAB, 1996; MINOLTA, 1998).

A Figura 2 mostra ilustrativamente onde se encaixam os eixos em um gráfico de colorimetria.



Fonte: Konica Minolta (2019).

4.2.3 Análises das batatas fritas

Para as análises das batatas fritas, foram coletadas 200 gramas de amostra para cada hora de fritura em óleo de soja, foram então analisadas, atividade de água, umidade e a quantidade de absorção de óleo após o período de fritura. E a cor foi determinada em colorímetro Konica Minolta em 20 amostras de batata.

4.2.3.1 *Atividade de água*

A atividade de água foi realizada com a utilização de um analisador específico para a leitura (AQUALAB 4TE), quantificando as amostras em triplicata no início e a cada 1 hora de fritura.

4.2.3.2 *Umidade*

A umidade foi realizada seguindo a metodologia do AOAC (1995). As cápsulas utilizadas no experimento foram taradas previamente em estufa por 3 horas a 105°C, as amostras foram então coletadas em triplicata no tempo inicial e depois sucessivamente a cada uma hora de fritura, trituradas e pesadas 5 gramas em cada cápsula. A determinação aconteceu pela submissão das amostras em estufa para secagem a 105°C com circulação de ar durante 5 horas.

4.2.3.3 *Absorção de óleo*

A quantificação de lipídios das amostras de batata frita foram realizadas seguindo metodologia da AOAC (1995), onde foram moídas e pesadas cerca de 0,5 gramas dentro de cartuchos de papel filtro, estes levados a estufa para secagem,

durante 2 horas. Os cartuchos em triplicata foram dispostos dentro dos extratores de Soxhlet e deixados sob refluxo com o reagente éter de petróleo durante 30-60°C. Ao final foram colocados em estufa para secagem durante 1 hora a 105°C e pesados em balança analítica para realização dos cálculos.

4.3 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados obtidos foram avaliados por Análise de Variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%, com auxílio do software Statistica TM.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura utilizada no processo de fritura foi escolhida com base na legislação que estabelece 180°C como a temperatura máxima, pois temperaturas excessivamente altas causam alterações térmicas, com a liberação de compostos voláteis e a formação de monômeros cíclicos, dímeros e polímeros. Além da exposição do óleo ao oxigênio e umidade oriunda do alimento que também provocam reações de hidrólise e oxidação.

5.1 ANÁLISES DO ÓLEO UTILIZADO NA FRITURA

Na tabela 2 são apresentados os dados das análises dos índices de saponificação, acidez, iodo e saponificação, realizadas no óleo sem fritura e horas depois durante submetido a esse processo. Durante o processo de fritura o óleo de soja não apresentou diferença significativa em nenhum dos índices avaliados.

Tabela 2 – Análises dos Índices dos óleos

Índices	Tempo de fritura (h)			
	Inicial	1h	2h	3h
Peróxido (mEq.kg ⁻¹)	2,60 ± 0,18 ^a	2,09 ± 0,21 ^a	2,18 ± 0,18 ^a	2,46 ± 0,21 ^a
Acidez (mg/KOH)	0,01 ± 0,007 ^a	0,03 ± 0,05 ^a	0,03 ± 0,0003 ^a	0,03 ± 0,0001 ^a
Iodo (gl/100g)	146,0 ± 1,02 ^a	143,6 ± 2,09 ^a	141,7 ± 2,11 ^a	139,8 ± 2,59 ^a
Saponificação (mg KOH/g)	212,6 ± 0,68 ^a	211,8 ± 0,054 ^a	211,1 ± 1,24 ^a	210,2 ± 1,84 ^a

Média em triplicata ± desvio padrão. Letras iguais, na mesma linha, não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey (ANOVA).

Fonte: Autoria Própria (2019)

O processo de oxidação dos óleos é dividido em duas etapas, na iniciação, são formados radicais, em condições de exposição a luz e calor. A propagação é a etapa em que os radicais livres são sujeitos a influências exteriores, de luz, calor e oxigênio, sendo transformados em outros radicais, formando peróxidos e hidroperóxidos, e diversos produtos primários de oxidação (BORGIO; ARAÚJO, 2005; RAMALHO; JORGE, 2006).

Diversos pesquisadores constataram que óleos submetidos ao processo de fritura apresentaram comportamentos instáveis principalmente o índice de peróxido, e justificaram que isso se deve ao fato de que os peróxidos são substâncias que se decompõem rapidamente em produtos secundários de oxidação nas temperaturas usuais dos processos de fritura (VERGARA et al, 2006).

Não houveram diferenças significativas entre os tempos de fritura, isto pode ser atribuído à composição do óleo de soja da marca COCAMAR, já que este contém em sua composição antioxidante TBHQ. O TBHQ é considerado um dos melhores antioxidantes para utilização em óleos de fritura, pois além de resistir ao calor, proporciona uma excelente estabilidade para os produtos fritos (RAMALHO; JORGE, 2006).

O índice de acidez leva em consideração a degradações hidrolíticas, oxidativas ou térmicas que por consequência alteram a concentração de íons hidrogênio assim como as cadeias orgânicas dos ácidos graxos, que por resultado causam alterações indesejáveis. (MENDONÇA et al., 2008).

Os resultados referentes ao índice de acidez apresentaram um valor bem abaixo aos descritos nas legislações, que não devem ultrapassar de 0,20 miligramas de KOH, por grama de amostra de óleo, porém os valores encontrados não se apresentaram superiores a 0,03, e isso se deve ao fato da presença de antioxidantes na composição do óleo.

A velocidade de formação dos ácidos graxos livres é influenciada por vários fatores, entre os quais a temperatura de fritura, a quantidade de água liberada pelo alimento que está sendo frito, o número de vezes de aquecimento e resfriamento do óleo e a quantidade de partículas queimadas provenientes do alimento (ARAÚJO, 2008).

O índice de acidez de acordo com a análise estatística realizada, não apresentaram nenhuma diferença significativa entre diferentes tempos de fritura,

este resultado pode ser atribuído ao tempo de fritura, pois o experimento decorreu por apenas 3 horas.

Os resultados das análises se assemelham aos resultados de Jorge (2005), que obteve amostras de diferentes óleos submetidos à fritura doméstica, a 180°C, de batata *in natura*, com retirada de amostras a cada 25 minutos do procedimento, onde foram verificados que os valores de ácidos graxos livres não diferiram entre si para o óleo de soja no tempo de fritura 1,5 horas, e apenas começaram a aumentar após as 7,5 horas de fritura.

Foi observado em Rampazzo (2015), que ao analisar diversos óleos de origem vegetal por cromatografia, com amostras de óleos sem tratamento térmico e com óleos submetidos a 180°C durante 8 horas, o óleo de soja apresentou um maior número de insaturações sem o tratamento térmico do que após o tratamento térmico.

O índice de saponificação, segundo ANVISA (2007), o óleo de soja, deve apresentar os valores entre 180-200. O índice de saponificação sendo inversamente proporcional à massa molar média dos ácidos graxos presentes nos triacilgliceróis, é proficiente na identificação de adulteração através de outros óleos e gorduras, que contém ácidos graxos com tamanhos diferentes em óleos e gorduras ou até mesmo com material insaponificável, como parafina e óleo mineral (GRANATO; NUNES, 2016).

Em nosso experimento foi observado valores maiores que os estabelecidos na legislação brasileira, que decresceram com o passar do tempo e foram alterando-se de 212 a 210, provando assim que não houve adulteração de outros tipos de gorduras.

5.1.1 Análise de cor dos óleo

Nos resultados de análise de cor representados na Tabela 3, a luminosidade representada pelo parâmetro L*, foram observadas diferenças significativas em quase todos os tempos analisados, não tendo diferença apenas nos tempos uma hora e duas horas, que não diferiram entre si.

Tabela 3 – Análise de cor no óleo de soja

Cor	Tempo de fritura (h)			
	Inicial	1h	2h	3h
L	47,88 ± 1,48 ^a	46,35 ± 0,54 ^b	45,26 ± 1,38 ^b	42,21 ± 1,44 ^c
a*	-1,89 ± 0,21 ^b	-1,27 ± 0,20 ^a	-1,31 ± 0,16 ^a	-1,82 ± 1,12 ^b
b*	6,09 ± 0,66 ^b	5,17 ± 1,06 ^b	5,35 ± 0,88 ^b	8,72 ± 1,33 ^a

Média em triplicata ± Desvio padrão. Letras iguais, na mesma linha, não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey (ANOVA).

Fonte: Autoria Própria (2019)

O parâmetro a* negativo indica que a cor do óleo tende para os tons de verde, e este apresentou diferença significativa no início e no final do procedimento, podendo ser justificado pelo tempo ao qual o óleo de soja foi exposto a degradações que podem levar a alterações de cor.

O parâmetro b* positivo indica tendência aos tons de amarelo, este apresentou diferença significativa nos tempos iniciais em comparação ao final da fritura, sofrendo um aumento entre os tempos de fritura.

5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS BATATAS FRITAS

5.2.1 Atividade de água

A atividade de água é um fator de grande importância a ser considerado na composição dos alimentos, esta atividade vai determinar como o alimento se comportará, durante sua vida útil, pois dependendo da quantidade de água livre presente no alimento, este vai estar mais propenso ao desenvolvimento de microrganismos.

De acordo com a Tabela 4, onde são apresentados os dados da atividade de água presente nas batatas fritas, o maior valor foi no tempo inicial, havendo diferença estatística significativa do restante da fritura. Porém apesar da diferença significativa, todos os resultados se apresentaram acima de 0,95, faixa onde a água do alimento está passível de ser utilizada em reações químicas, enzimáticas e para o desenvolvimento de microrganismos (FOOD SAFETY BRASIL, 2016).

Tabela 4 – Atividade de água nas batatas fritas

	Tempo de fritura (h)			
	Inicial	1h	2h	3h
AW	0,9869 ± 0,0011 ^a	0,9726 ± 0,0048 ^b	0,9758 ± 0,0015 ^b	0,9742 ± 0,0015 ^b

Média em triplicata ± desvio padrão. Letras iguais, na mesma linha, não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey (ANOVA).

Fonte: Autoria Própria (2019)

5.2.2 Umidade

Os valores de umidade das batatas fritas durante as frituras tiveram diferença significativa no tempo inicial em comparação ao restante do tempo, sendo maior no início, pois as batatas, já descongeladas, ainda possuíam uma grande quantidade de água em sua estrutura, apresentando 72,9% de umidade, um valor aproximado

foi encontrado nos trabalhos de Jorge (2015), onde na batata *in natura* encontrou o valor de 83,8% de umidade.

Durante a fritura diversas reações de transferência ocorrem, sendo elas, de calor do óleo para o alimento, deslocamento da massa de umidade e da absorção do óleo pelo alimento, sendo um processo semelhante a desidratação. As batatas sofrem uma diminuição da umidade pois a fritura é um processo que provoca a evaporação da água, que ocasiona a desidratação dos tecidos onde auxilia na formação da crosta, característica de produtos fritos (FELLOWS, 2019).

Os resultados obtidos na análise do teor de umidade, após as frituras, variaram de 48,5 a 41,8% e a perda de umidade nas batatas fritas correspondeu a 57,4% em relação as batatas do início da fritura.

Tabela 5 – Umidade das amostras de batatas fritas (%)

Umidade	Período (h)			
	Inicial	1h	2h	3h
	72,9 ± 0,39 ^a	48,5 ± 1,33 ^b	44,7 ± 1,00 ^b	41,8 ± 4,30 ^b

Média em triplicata ± desvio padrão. Letras iguais, na mesma linha, não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey (ANOVA).

Fonte: Autoria Própria (2019)

5.2.3 Absorção de óleo

Os resultados obtidos com a extração de lipídeos das amostras de batata frita são apresentados na Tabela 6, nela é possível observar que após o início da fritura o teor de óleo aumentou, havendo diferença significativa entre o início e o restante da fritura.

A absorção do óleo pelas batatas nos tempos de uma e duas horas dobrou em comparação com o início, e nas três horas triplicou, demonstrando a capacidade de absorção das batatas com o passar das horas em que o óleo ficou sob aquecimento em temperatura elevada.

Tabela 6 – Extração do óleo das batatas fritas (%)

Umidade	Período (h)			
	Inicial	1h	2h	3h
% de extração	5,20 ± 0,33 ^b	12,70 ± 1,59 ^a	11,97 ± 1,14 ^a	17,35 ± 1,11 ^a

Média em triplicata ± desvio padrão. Letras iguais, na mesma linha, não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey (ANOVA).

Fonte: Aatoria Própria (2019)

Em estudos realizados por Jorge (2005), foram constatados que os teores lipídicos nos alimentos fritos sofrem influência pelo tipo de óleo utilizado no processo influenciando na perda de umidade e da absorção de óleo pelos produtos. Na fritura a 175°C, as batatas fritas tiveram em média o teor lipídico de 28,55%, após 8,5 horas de fritura, tendo no óleo de soja o menor índice de absorção de óleo.

5.2.4 Análise de cor das batatas

Na análise de cor das batatas fritas, apresentados na tabela 7, a luminosidade, não obteve diferença significativa em nenhum dos tempos, em contrapartida o parâmetro a^* obteve diferença significativa, porém apenas no início do procedimento, da mesma forma que o parâmetro b^* .

Tabela 7 – Análise de cor das batatas fritas

Cor	Tempo de fritura (h)			
	Inicial	1h	2h	3h
L	67,86 ± 2,90 ^a	70,85 ± 4,91 ^a	67,37 ± 6,63 ^a	66,25 ± 5,72 ^a
a^*	- 2,92 ± 0,54 ^b	- 0,935 ± 1,61 ^a	- 0,809 ± 1,94 ^a	- 0,061 ± 2,82 ^a
b^*	14,53 ± 2,72 ^b	29,93 ± 3,64 ^a	26,96 ± 4,13 ^a	28,43 ± 4,50 ^a

Média em triplicata ± desvio padrão. Letras iguais, na mesma linha, não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey (ANOVA).

Fonte: Aatoria Própria (2019)

No início é possível observar que o parâmetro a^* tendia para os valores de verde e com o passar do tempo de fritura esta tonalidade foi diminuindo. O parâmetro b^* foi intensificando com as frituras posteriores tendo como característica a intensidade ao amarelo.

Coleman (2004) classificou a cor da batata após a fritura como sendo de qualidade inaceitável ($L^* < 55$); aceitável ($L^* \geq 55$ e ≤ 70) e de alta qualidade ($L^* > 70$), nossos resultados estão dentro destes valores, podendo ser classificados como aceitáveis.

6 CONCLUSÃO

Os índices avaliados no estudo não obtiveram diferença significativa comprovando assim que não houve degradação do óleo de soja na fritura de batatas pré-fritas durante o período de três horas nas condições avaliadas, este se encontra apto para continuar sendo utilizado em frituras. A absorção de óleo pelas batatas foi comprovada, pois após uma hora de fritura a porcentagem de absorção dos lipídios pelas batatas aumentou duas vezes e com o passar do tempo a absorção tendeu a aumentar cada vez mais.

Os valores de umidade das batatas durante as frituras tiveram diferença significativa, sendo maior no início em comparação com o restante do processo, a perda de umidade nas batatas fritas correspondeu a 57,4% em relação as batatas do início da fritura.

No óleo de soja o parâmetro L^* teve diferença significativa em quase todos os tempos de fritura, sofrendo uma diminuição, o parâmetro a^* que foi negativo e diferiu do início para o final do experimento, onde teve tendência aos tons de verde, e o parâmetro b^* apresentou diferença significativa dos tempos iniciais em comparação ao final da fritura, sofrendo um aumento e apresentando por final orientação para a cor amarela.

Já a análise de cor das batatas o parâmetro L^* não obteve diferença significativa entre todos os tempos, e no início foi possível observar que o parâmetro a^* tendeu para os valores de verde e com o passar do tempo esta tonalidade foi diminuindo, devido ao processo de fritura aplicado. O parâmetro b^* foi intensificado com as frituras posteriores tendo como característica a acentuação da cor amarela.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Informe técnico nº11:** Regulamenta Técnicas de Boas Práticas para Serviços de Alimentação de 05 de outubro de 2004. Brasília, DF, 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Resolução da Diretoria Colegiada nº 20:** Regulamento técnico sobre disposições para embalagens, revestimentos, utensílios, tampas e equipamentos metálicos em contato com alimentos de 26 de março de 2007. Brasília, DF, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Resolução da Diretoria Colegiada nº 216:** Regulamenta Técnicas de Boas Práticas para Serviços de Alimentação de 15 de setembro de 2004. Brasília, DF, 2004.

AOAC. **Official methods of analysis.** Arlington: AOAC International. 16 ed, 1995.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: Teoria e prática.** 4ª ed. Viçosa: Editora UFV. 2008. p. 596.

ARAÚJO, Júlio M.A. Consequências Biológicas da Oxidação de Lipídios. **Química de Alimentos.** 3ª Edição. Editora UFV. 2006. p. 101-133.

Borgo LA, Araújo WMC. Mechanisms of the process of lipid oxidation. **Higiene Alimentar**, v. 19, n. 30, p. 50-58, 2005.

CECCHI, Heloisa Máscia. Lipídeos. **Fundamentos Teóricos e práticos em análise de Alimentos.** 2ª Edição. Editora Unicamp. 2007. p. 86-96.

COLEMAN. W.K. **Comparative performance of the L* a* b* colour space and North American colour charts for determining chipping quality in tubers of potato (*Solanum tuberosum* L.).** Agriculture and Agri-Food Canada, Potato Research Centre, P.O. Canada, June, 2003.

EMBRAPA. **Sistema de produção da batata. Embrapa hortaliças,** 2ª ed., 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalias/batata>> Acesso em: 10 nov. 2019.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos.** 4ª Edição. Porto Alegre: Artmed, 2019.

FERREIRA, Patrícia Borges. et al. **O Mercado de Batatas Congeladas no Brasil – Estudo de Caso: Batatas MACCAIN.** Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco – Acre, jul de 2008.

FOOD SAFETY BRASIL. **A diferença entre Atividade de Água (Aw) e o Teor de Umidade nos alimentos.** 2016. Disponível em: <<https://foodsafetybrazil.org/diferenca-entre-atividade-de-agua-aw-e-o-teor-de-umidade-nos-alimentos/>> Acesso em: 10 de nov. 2019.

GRANATO, D.; NUNES, D. S. **Análises químicas, propriedades funcionais e controle de qualidade de alimentos e bebidas: uma abordagem teórica-prática**. 1. Ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, p. 537, 2016.

HIDALG, F.; NOGALES F.; ZAMORA R. The role of amino phospholipids in the removal of the cito-and geno-toxic aldehydes produced during lipid oxidation. **Food Chemistry Toxicology**, v. 46, n. 1, p. 43-8, 2007.

HUNTERLAB. **CIE L*a*b* color scale: applications note**, v.8, n.7, 1996. Acesso em 12 de setembro de 2004. On line. Disponível em: <http://www.hunterlab.com/color_theory.php> Acesso em: 11 de nov.2019.

JESUS, Jociel Honorato. et al. Teor de Lipídios da Batata Pré-Frita: Fritura em Diferentes óleos. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 151-164, jan.-jun., 2016.

JORGE, N., SOARES, B. B. P., LUNARDI, V. M., et al., “Alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras”, **Química Nova**, v. 28, n. 6, p. 947-951, 2005.

JORGE, N.; LUNARDI, V. M. “Influência dos Tipos de Óleos e Tempos de Fritura na Perda de Umidade e Absorção de Óleo em Batatas Fritas”, **Química Nova**, v. 28, n. 6, p. 947-951, 2005.

JORGE, Neuza et. al. Alterações Físico-químicas dos óleos de Girassol, Milho, e Soja em Frituras. **Química Nova**, v. 28, n. 6, p. 947-951, 2005.

JORGE, Neuza. **Química e Tecnologia de Óleos Vegetais**. Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2009. p.83 – 98.

KONICA MINOLTA. **Entendendo o Espaço de Cor L*a*b***. Disponível em: <<http://sensing.konicaminolta.com.br/2013/11/entendendo-o-espaco-de-cor-lab/>>. Acesso em: 26 de out. 2019.

LAWSON, H.; **Food oils and fats: technology, utilization and nutrition**, Chapman & Hall: New York, 1995.

LIMA, Flávia Emília Leite et al. Ácidos Graxos e Doenças Cardiovasculares: Uma Revisão. **Revista de Nutrição**, v. 13, n. 2, p. 73-80, maio/ago, 2000.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª Edição, Edição Digital. São Paulo. 2005.

MAGRO D.; TAVARES, L. B. B; BERTOLI, S. L. **Avaliação da Oxidação Lipídica do óleo de Soja Adicionado de Antioxidantes Naturais**. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. 24 a 27 de outubro, 2006. Gramado, RS.

MAIA, E.L. Material Didático Teórico – **Tecnologia do Pescado I**, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

MALDONADE, I. R.; CARVALHO, P. G. B. de; FERREIRA, N. A. **Produção de batata pré-frita congelada**. 2013. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-depublicacoes/-/publicacao/956362/producao-de-batata-pre-frita-congelada>> Acesso em: 11 nov. 2019.

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

MINOLTA. **Precise color communication: color control from perception to instrumentation**. Japan, 1998. 59p.

OSAWA, Cibele Cristina; GOLÇALVES, Lireny Aparecida Guaraldo; MENDES, Fábio Mincauscstte. Avaliação dos Óleos e Gorduras de Fritura de Estabelecimentos Comerciais da Cidade de Campinas/sp. As Boas Práticas de Fritura Estão Sendo Atendidas? **Alimentos e Nutrição**, Araraquara v.21, n.1, p. 47-55, jan./mar. 2010.

RAMALHO V, Jorge N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755-60, 2006.

RAMPAZZO, Valéria. **Avaliação da Degradação Térmica de Óleos Vegetais por Termogravimetria, Cromatografia Gasosa e Espectroscopia de Infravermelho Médio**. 2015. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

RIBEIRO, Eliana Paula. **Química de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 2004.

SEIBEL, Neusa Fátima. Óleo de soja. In: _____. **SOJA: cultivo, benefícios e processamento**. Curitiba: CRV, 2018, p. 119-145.

SILVA, Didiane, S; MARSIGLIA, Wanda, I.M.L; FREIRE, Vitória, A. ANÁLISE DE ÁCIDEZ E ÍNDICE DE PERÓXIDO DO ÓLEO DE SOJA UTILIZADO EM FRITURAS. **Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências**. JUNHO. 2016.

SMITH, L. M.; CLIFFORD, A. J.; CREVELING, R.; HAMBLIN, C. L. Lipid content and fatty acid profiles of various deep-fat fried foods. **Journal American Oil Chemistry Society**, v. 62, p. 996-999, 1985.

VALENZUELA, A. B.; NIETO S. K. Los antioxidantes: protectores de la calidad en La industria alimentaria. **Asociación Argentina de Grasas y Aceites**. Libro 10º Aniversario. Recopilación de Artículos Técnicos de 1990 - 2000. Ed 1 - 41, Tomo III, p. 85 – 94, 2001.

VENDRUSCOLO, J. L. S.; ZORZELLA, C. A. Processamento de Batata (*Solanum tuberosum* L.): Fritura. **Documentos**, Pelotas: Embrapa clima temperado, n. 104, 2002, 15p.

VERGARA, P. et al. Estudo do comportamento de óleo de soja e de arroz reutilizados em frituras sucessivas de batata. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. v. 24, n. 1, p. 207-220, jun, 2006.

WITSCHINSKI, fabiele; GHISLENI, cilda piccoli; VALDUGA eunice. Alterações do Óleo de Soja em Fritura Descontínua de Produtos Empanados Congelados em uma Unidade de Alimentação e Nutrição. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 3, p. 499-505, jul./set. 2012.

ZENEBON, Odair. Instituto Adolfo Lutz. **Método físico-químico para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.