

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE

UNIDADE ACADÊMICA DE SAÚDE

CURSO DE BACHARELADO EM NUTRIÇÃO

GABRIELA LUCAS PEDRO DE LUCENA

**AVALIAÇÃO DE ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM
ÓLEO VEGETAL SUBMETIDO AO PROCESSO DE
FRITURA EM UMA UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO
HOSPITALAR**

CUITÉ/PB

2014

GABRIELA LUCAS PEDRO DE LUCENA

**AVALIAÇÃO DE ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM ÓLEO VEGETAL
SUBMETIDO AO PROCESSO DE FRITURA EM UMA UNIDADE DE
ALIMENTAÇÃO HOSPITALAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Nutrição da Unidade Acadêmica de Saúde da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito obrigatório para obtenção de título de Bacharel em Nutrição, com linha específica em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador(a): Prof. MSc. Jefferson Carneiro de Barros

Co-orientador(a): Profa. Dra. Maria Elieidy Gomes de Oliveira

CUITÉ/PB

2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE
Responsabilidade Msc. Jesiel Ferreira Gomes – CRB 15 – 256

L935a Lucena, Gabriela Lucas Pedro de.

Avaliação de alterações físico-químicas em óleo vegetal submetido ao processo de fritura em uma unidade de alimentação hospitalar. / Gabriela Lucas Pedro de Lucena. – Cuité: CES, 2014.

50 fl.

Monografia (Curso de Graduação em Nutrição) – Centro de Educação e Saúde / UFCG, 2014.

Orientador: Jefferson Carneiro de Barros.

Coorientadora: Maria Elieidy Gomes de Oliveira.

1. Óleos vegetais. 2. Degradação lipídica. 3. Serviços de alimentação. I. Título.

Biblioteca do CES - UFCG

CDU 640.342

GABRIELA LUCAS PEDRO DE LUCENA

**AVALIAÇÃO DE ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM ÓLEO VEGETAL
SUBMETIDO AO PROCESSO DE FRITURA EM UMA UNIDADE DE
ALIMENTAÇÃO HOSPITALAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Nutrição da Unidade Acadêmica de Saúde da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito obrigatório para obtenção de título de Bacharel em Nutrição, com linha específica em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovado em _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. MSc. Jefferson Carneiro de Barros
Universidade Federal de Campina Grande *campus* Cuité
Orientador

Profa. Dra. Maria Elieidy Gomes de Oliveira
Universidade Federal de Campina Grande *campus* Cuité
Examinador

Profa. MSc. Janaina Almeida Dantas Esmero
Universidade Federal de Campina Grande *campus* Cuité
Examinador

CUITÉ/PB

2014

A Deus, meu fiel e melhor amigo, Aquele que nunca me abandonou e nunca o fará.

Toda honra e toda glória seja dada a Ti Senhor!

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me mostrar um dos melhores sentimentos que o ser humano pode ter: a fé. Com e através dela pude vencer obstáculos, superar medos, alcançar objetivos e realizar sonhos. Sem Ele, nenhum agradecimento teria sentido.

À minha mãe (*in memoriam*), por ser um anjo protetor que, junto a Deus Pai, me conduz pelos melhores caminhos. Sua história de vida, garra e determinação são exemplos a seguir.

À minha família. Uns mais próximos, outros mais distantes; todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para minha chegada até aqui, apoiando e incentivando sempre esta luta. Em especial, agradeço ao meu irmão Arthur, meu companheiro de vida, o verdadeiro significado das palavras amor e família.

Ao meu namorado, Ailton Júnior, pelo amor, carinho, cuidado e companheirismo a mim dedicado. Agradeço igualmente à sua família, em especial aos seus pais Ailton e Rosilene, que me receberam em seu lar e acolheram como parte da família.

Ao meu orientador, professor MSc. Jefferson Carneiro de Barros, pelo apoio, paciência, e atenção a mim dispensados, não medindo esforços para a elaboração deste trabalho; e pelos ensinamentos transmitidos, não só na pesquisa, mas ao longo da graduação.

À minha co-orientadora, professora Dra. Maria Elieidy Gomes de Oliveira, por ter me encorajado a prosseguir, pelo auxílio nas análises físico-químicas e pela disposição em ajudar em todos os momentos, sempre com muita doçura e afeto. O seu dom de lecionar é extraordinário!

À professora MSc. Janaina Ameida Dantas Esmero, por ter aceitado o convite para compor a banca examinadora e participar deste momento ímpar.

Às amigas, Ana Emília, Anne Isabelle e Líllian, as melhores companhias, dentro e fora de sala, que tive ao longo destes anos. Vivemos juntas os momentos difíceis, as aventuras e as alegrias de uma graduação. Que a amizade perdure!

A todos os profissionais do Serviço de Nutrição e Dietética do Hospital Universitário Alcides Carneiro, pela recepção afetuosa sempre que estive lá. Agradeço em especial à nutricionista Sandra Regina, por ter permitido a realização desta pesquisa e ajudado sempre que possível; e às funcionárias Jeane, Joseilda (Nêga) e Maria, por terem tornado minha passagem pelo Serviço mais prazerosa e divertida.

À minha querida prima, Izabel, por não ter hesitado em ajudar na construção e revisão deste trabalho com tanta gentileza e dedicação.

À colega, Caroliny Mesquita e à amiga, Ana Emília, pelo auxílio fundamental na realização das análises físico-químicas desta pesquisa.

A todo o corpo docente do Curso de Nutrição do CES/UFCG, profissionais exemplares que com seus ensinamentos contribuíram para meu crescimento profissional.

Ao secretário da Coordenação de Nutrição, Léo, que esteve sempre a postos para ajudar nos problemas acadêmicos com muito afeto.

Aos colegas de curso, pelo convívio e companheirismo ao longo da graduação, todos em busca de um sonho comum.

A todos que, de forma direta ou indireta, colaboraram para minha chegada até aqui.

Muito obrigada!

RESUMO

LUCENA, G. L. P. **Avaliação de alterações físico-químicas em óleo vegetal submetido ao processo de fritura em uma Unidade de Alimentação hospitalar.** 2014. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2014.

A fritura é um método de cocção rápido, prático e econômico que confere aos alimentos características sensoriais agradáveis, sendo comumente usada em Unidades de Alimentação e Nutrição. Os óleos vegetais, quando submetidos ao processo de fritura sob altas temperaturas e longos períodos de exposição, podem sofrer alterações físico-químicas, originando compostos de degradação possivelmente tóxicos e prejudiciais à saúde. Neste trabalho objetivou-se avaliar as alterações físico-químicas sofridas pelo óleo vegetal submetido ao processo de fritura em uma Unidade de Alimentação hospitalar da cidade de Campina Grande/PB. Amostras do óleo vegetal (soja) foram coletadas em três momentos distintos: T₀, óleo virgem sem aquecimento; T₁, óleo em tempo médio de uso sob fritura; e T₂, óleo em ponto de descarte. Para aferição das temperaturas foi utilizado termômetro infravermelho digital. As determinações de acidez titulável e índice de peróxido foram realizadas em duplicata e com base na metodologia preconizada pelo Instituto Adolfo Lutz. Os dados foram analisados através de Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de probabilidade, para comparação das médias. Para avaliar as boas práticas de fritura aplicou-se uma Lista de Verificação elaborada com base na Informe Técnico nº 11 da Anvisa. Os resultados obtidos demonstraram que apenas uma das preparações (almôndegas) excedeu o limite máximo de 180 °C recomendado para temperatura de fritura. Quanto à acidez, todas as amostras apresentaram valores dentro do recomendado pela legislação. O índice de peróxido demonstrou-se instável e acima do limite recomendado, com exceção dos óleos em temperatura ambiente (T₀). A Lista de Verificação demonstrou a ocorrência de não conformidades quanto ao uso do óleo de fritura. Conclui-se que outros testes são necessários para confirmar o nível de degradação do óleo, já que apenas o índice de peróxido excedeu os limites recomendados, e este método não é considerado um indicador preciso do nível de degradação do óleo. Com base nos resultados obtidos, infere-se que o óleo, possivelmente, estaria em condições de reuso, ocasionando

redução de custos para o Serviço. Destaca-se a importância da correção das não conformidades observadas através de ações educativas com manipuladores responsáveis pelo preparo dos alimentos, abordando métodos e técnicas de fritura recomendados pela legislação para melhorar a qualidade do Serviço.

Palavras-chaves: óleos vegetais. fritura. degradação lipídica. serviços de alimentação.

ABSTRACT

LUCENA, G. L. P. **Evaluation of physic-chemical changes in vegetable oil submitted to frying process in a hospital Food Unit.** 2014. 50f. Monograph (Undergraduate Nutrition) – Federal University of Campina Grande, Cuité, 2014.

Frying is a fast, practical and economical method of cooking that gives at foods pleasant sensory characteristics and is commonly used in food and nutrition units. Vegetable oils, when submitted to frying process at high temperatures and long periods of exposure, can suffer physic-chemical alterations causing degradation compounds potentially toxic and harmful to health. In this study the purpose was to evaluate the physic-chemical changes of vegetable oils used in frying process in a hospital food unit located in the city of Campina Grande/PB. Samples of vegetable oil (soybean) were collected at three different times: T₀, virgin oil without heating; T₁, oil on medium usage time under frying; and T₂, discard point. To measure the temperatures, it was used digital infrared thermometer. Measurements of acidity and peroxide index were performed in duplicate and based on the methodology recommended by the Instituto Adolfo Lutz. Data were analyzed by analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test ($p \leq 0.05$), to means comparison. To evaluate good practices of frying was applied a check-list elaborated based on the Technical Report n° 11 of the Anvisa. The results obtained showed that one of the preparations (meatballs) exceeded the maximum limit of 180°C recommended frying temperature. About acidity, all samples had values within the recommended by legislation. Peroxide index presented unstable and above the required limits, exception of oils at room temperature (T₀). The check-list showed the occurrence of nonconformities about use of frying oil. We conclude that other tests are needed to confirm degradation's level of frying oil, once only peroxide index exceeded required limits, and this method isn't considered an accurate indicator of oil degradation level. Based on results obtained, it is inferred that the oil, possibly, would be able to reuse, resulting in costs reduction for the Service. Highlights the importance of correcting non-compliances observed through educational activities with handlers responsible for food preparation, addressing methods and techniques of frying recommended by legislation to improve the quality of Service.

Key words: vegetable oils. frying. lipid degradation. food services.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABERC	Associação Brasileira de Refeições Coletivas
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
IACR	International Agency for Research on Cancer
IAL	Instituto Adolfo Lutz
MS	Ministério da Saúde
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
UAN	Unidade de Alimentação e Nutrição

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Por cento
°C	Graus Celsius
Mg	Miligramas
ml	Mililitros
meq	Miliequivalentes
KOH	Hidróxido de potássio
G	Gramas
Kg	Quilogramas
pH	Potencial hidrogeniônico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	OBJETIVO GERAL.....	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1	PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS EM SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO.....	16
3.2	ASPECTOS GERAIS DE ÓLEOS VEGETAIS.....	17
3.3	ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM ÓLEOS VEGETAIS SUBMETIDOS AO PROCESSO DE FRITURA.....	18
3.4	ASPECTOS TOXICOLÓGICOS E IMPLICAÇÕES DA DEGRADAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS SOBRE A SAÚDE HUMANA.....	20
3.5	USO, REUSO E DESCARTE RACIONAL DE ÓLEOS DE FRITURA EM SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO.....	22
4	MATERIAIS E MÉTODO.....	25
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
5.1	CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE FRITURA EMPREGADO NA UAN.....	26
5.2	TEMPERATURAS DE EXPOSIÇÃO DAS PREPARAÇÕES SOB FRITURA.....	28
5.3	ÍNDICE DE ACIDEZ TITULÁVEL E DE PERÓXIDO OBTIDOS COM OS PROCESSOS DE FRITURA EMPREGADOS.....	30
5.4	AVALIAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS QUANTO AO EMPREGO DE ÓLEOS VEGETAIS EM PROCESSO DE FRITURA PELA UAN.....	34
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
	REFERÊNCIAS.....	38
	APÊNDICES.....	45

APÊNDICE A – Termo de Autorização Institucional.....	46
APÊNDICE B – Lista de Verificação das boas práticas para óleo vegetal.....	48

1 INTRODUÇÃO

A fritura é um método de cocção antigo e largamente usado na preparação de alimentos por ser um processo econômico, rápido e prático de preparo, por conferir às preparações características organolépticas únicas e agradar a diferentes grupos populacionais (CAMILO et al., 2010; OSAWA; GONÇALVES; MENDES, 2010).

Existem diversos tipos de fritura, que variam de acordo com a escala de produção. A fritura superficial é comumente usada em escala doméstica, enquanto a fritura por imersão é comum em cozinhas institucionais. O método por imersão é altamente eficaz devido à rapidez do preparo, e as principais características deste processo são a alta temperatura e a rápida transferência de calor (OSAWA; GONÇALVES; MENDES, 2010). A desvantagem é que óleos e gorduras são aquecidos repetidamente, sob altas temperaturas e por longos períodos, o que leva a uma série de alterações físico-químicas, formando compostos de degradação térmica, hidrolítica e oxidativa, que são tóxicos e prejudiciais à saúde (JORGE; LOPES, 2003).

Diversos óleos vegetais são amplamente usados no processo de fritura e desempenham um papel importante na indústria alimentícia, pois conferem aos alimentos características sensoriais favoráveis de odor, sabor e textura. Em contrapartida, estudos têm relacionado o seu consumo abusivo ao surgimento de várias doenças como obesidade, hipertensão, diabetes, aterosclerose, câncer, artrite e envelhecimento precoce, devido à presença de compostos tóxicos (MENDONÇA et al., 2008; JORGE et al., 2005).

O monitoramento do uso e descarte de óleos vegetais em frituras deve ser considerado como uma questão de vigilância sanitária no Brasil (OSAWA; GONÇALVES; MENDES, 2010).

Desta forma, será que os óleos vegetais utilizados em processos de frituras em uma Unidade de Alimentação hospitalar da cidade de Campina Grande, Paraíba, apresentam-se alterados do ponto de vista físico-químico, indicando degradação de sua qualidade?

Acredita-se que dependendo das condições de utilização destes óleos os mesmos poderão apresentar alterações físico-químicas consoantes ao processo de fritura, que levam à perda da qualidade destes e possível formação de compostos tóxicos prejudiciais à saúde.

Diante do emprego do método de cocção por fritura como uma das opções de preparo de alimentos em Unidades de Alimentação, justifica-se a importância de pesquisas acerca da qualidade de óleos vegetais usados neste método, para avaliar alterações físico-químicas que levam à possível formação de compostos tóxicos prejudiciais à saúde, bem como propor o momento ideal de seu descarte. Vale ressaltar a escassez de estudos abordando especificamente em Unidades de Alimentação hospitalares, o que motivou a busca por conhecer o nível de alterações degradativas sofridas pelo óleo de fritura já que, por um lado, a ocorrência de tais alterações tem impacto negativo na qualidade do óleo e, conseqüentemente, na saúde da população atendida; por outro lado, quando o óleo de fritura não sofre alterações expressivas e é descartado precocemente, há impacto financeiro, com aumento dos custos para o Serviço.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as alterações físico-químicas sofridas pelo óleo vegetal submetido ao processo de fritura em uma Unidade de Alimentação hospitalar da cidade de Campina Grande/PB.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aferir a temperatura empregada no preparo dos alimentos pelo método de fritura;
- Determinar a acidez titulável do óleo vegetal submetido ao processo de fritura;
- Avaliar o índice de peróxido apresentado pelo óleo vegetal exposto a temperaturas empregadas nas etapas de fritura;
- Avaliar o emprego de boas práticas para utilização e descarte do óleo utilizado em fritura pela Unidade.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS EM SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO

Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN) são empresas, órgãos ou unidades de trabalho responsáveis por fornecer à população alimentação de qualidade, do ponto de vista nutricional, sensorial e higiênico-sanitário (ANTUNES, 2006; TEIXEIRA et al., 2004). Restaurantes comerciais, *buffets*, restaurantes de hotéis, lanchonetes, *fast food*, cozinhas hospitalares e industriais e outros tipos de estabelecimentos compõem as Unidades de Alimentação.

No Brasil, estima-se que a cada cinco refeições, uma é realizada fora de casa. Este dado indica que estabelecimentos produtores de refeições para consumo imediato encontram-se em ampla expansão (AKUTSU et al., 2005). Segundo dados da Associação Brasileira de Refeições Coletivas (ABERC), estima-se que em 2014 este segmento forneceu cerca de 12,5 milhões de refeições por dia, gerando 205 mil empregos diretos e movimentando mais que 18,5 bilhões de reais, dados estes que demonstram a importância deste segmento para a economia nacional (ABERC, 2014).

Para fornecer refeições com a qualidade desejável, os Serviços de Alimentação necessitam de um planejamento adequado, com conhecimento dos procedimentos utilizados, visando padronizar a qualidade dos processos na produção de refeições (AKUTSU et al., 2005). Diversos métodos de preparo de alimentos fazem parte da rotina de Unidades de Alimentação e Nutrição.

As técnicas de cocção em alimentos são classificadas segundo o meio de transferência de calor, e incluem a cocção em meio não aquoso, também chamada de cocção por calor seco; cocção em meio aquoso ou por calor úmido; cocção mista, cocção especial e cocção em meio gorduroso. Este último método implica em trabalhar com temperaturas elevadas que proporcionem às preparações uma textura e sabor característico, melhorando na maioria das vezes suas qualidades organolépticas. A fritura representa um método de cocção em meio gorduroso, onde o alimento é preparado por imersão em gordura quente obtendo-se preparações douradas e crocantes (ORNELLAS, 2001).

A fritura de alimentos é um método de cocção antigo e largamente utilizado por ser um processo rápido e econômico, conferindo às preparações características

organolépticas únicas de sabor, odor, cor e textura que as torna mais atraentes para o consumo, agradando a diferentes grupos populacionais (CAMILO et al., 2010; CELLA; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2002).

O processo de cocção por fritura é mais eficiente que o cozimento por ar quente (em fornos) e mais rápido que o cozimento em água, já que os óleos, quando aquecidos, atingem temperaturas superiores às alcançadas pela água em ebulição (JORGE; JANIERI, 2004).

Neste processo, observa-se uma ação simultânea de transferência de calor e massa, onde o calor é transferido do óleo para o alimento, e a água que evapora do alimento é absorvida pelo óleo. Desta forma, os fatores que comprometem a transferência de calor e massa, comprometerão também as características térmicas e físico-químicas tanto do óleo quanto do alimento (MONGHARBEL, 2002).

3.2 ASPECTOS GERAIS DE ÓLEOS VEGETAIS

Os lipídios constituem um dos mais importantes e abundantes compostos de alimentos e desempenham papel essencial na nutrição humana, uma vez que fornecem o maior aporte energético da dieta, equivalente a mais que o dobro das calorias fornecidas por carboidratos e proteínas. Compõem o grupo dos lipídios os óleos e as gorduras, cuja diferença entre ambos está basicamente em sua forma física à temperatura ambiente, estando as gorduras na forma sólida e os óleos na forma líquida (MENDONÇA, 2006).

Óleos vegetais possuem fundamental importância para a nutrição e saúde, pois são fonte de ácido oleico, ácido linoleico e alfa-linolênico, ácidos graxos insaturados e também conhecidos como essenciais, por serem indispensáveis ao organismo, embora não sejam sintetizados por ele, sendo obtidos exclusivamente pela alimentação. São também pobres em ácidos graxos saturados, além de assumirem a função de transportadores de vitaminas lipossolúveis (KRATZ et al., 2002; ORNELAS, 2001; GREGÓRIO; ANDRADE, 2004).

A composição dos óleos vegetais corresponde a cerca de 95% de triacilgliceróis e pequenas quantidades de outros compostos como mono e diacilgliceróis, essenciais como emulsionantes, ácidos graxos livres, proteínas, esteroides, vitaminas e tocoferol, um importante antioxidante (COSTA NETO, 1993; FARIA et al., 2002).

Na indústria alimentícia, os óleos vegetais vêm sendo amplamente usados e representam um componente importante nas preparações, já que conferem

características sensoriais agradáveis de odor, sabor e textura. Contudo, esta crescente utilização em produtos fritos exige um controle rigoroso dos óleos de fritura, uma vez que, óleos e gorduras expostos a altas temperaturas e altamente oxidados, podem levar ao surgimento de substâncias potencialmente tóxicas e muito prejudiciais à saúde (MENDONÇA et al., 2008; JORGE et al., 2005).

O controle da qualidade de óleos vegetais usados em frituras, bem como dos alimentos produzidos por esse método de cocção, deve ser considerado um aspecto relevante de vigilância sanitária no Brasil, dado o alto consumo de preparações fritas entre diversos grupos populacionais (OSAWA; GONÇALVES; MENDES, 2010).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) adota um regulamento técnico para óleos, gorduras e cremes vegetais, disposto na Resolução RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005, com o objetivo de fixar a identidade e as características mínimas de qualidade a que devem obedecer tais produtos alimentícios. Os requisitos específicos para óleos e gorduras refinados determinados na legislação são a acidez e o índice de peróxido, cujo teor máximo permitido é de 0,6 mg KOH/g e 10 meq/kg, respectivamente, exceto para azeite de oliva, que possui valores específicos. Também estão descritos requisitos gerais de identidade e qualidade, que incluem obtenção e processamento de produtos em condições que não produzam, desenvolvam e/ou agreguem substâncias que coloquem em risco a saúde do consumidor; atendimento às Boas Práticas de Fabricação, Regulamento Técnico específico e outras legislações pertinentes (BRASIL, 2005).

3.3 ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM ÓLEOS VEGETAIS SUBMETIDOS AO PROCESSO DE FRITURA

O processo de fritura provoca alterações físico-químicas nos óleos vegetais que podem levar à produção de compostos tóxicos como peróxidos, aldeídos, cetonas, ácidos graxos *trans*, radicais livres e outros, prejudiciais à saúde humana, além de provocarem alterações de sabor, cor e odor nos alimentos (MENDONÇA et al., 2008).

Dentre as alterações físicas que ocorrem em óleos sob fritura estão escurecimento, aumento da viscosidade, formação de espuma e redução do ponto de fumaça. Segundo Sanibal e Mancini-Filho (2002), as alterações químicas resumem-se em três tipos de reações:

- Hidrólise e formação de ácidos graxos livres, monoacilglicerol e diacilglicerol;

- Oxidação com formação de peróxidos, hidroperóxidos, dienos conjugados, epóxidos, hidróxidos e cetonas;
- Polimerização da molécula do triacilglicerol.

A hidrólise inicia-se pela quebra de ligações do éster no glicerídeo com a formação de ácidos graxos livres, monoacilglicerois, diacilglicerois e glicerol. Essa reação é favorecida pela presença de água em altas temperaturas, o que leva à formação de produtos com alta volatilidade e alta reatividade química (VERGARA et al., 2006).

A reação oxidativa em lipídios ocorre quando o oxigênio é adicionado ou quando hidrogênio ou elétrons são removidos da molécula, levando à produção de diversas substâncias ou causando reações com outros constituintes dos alimentos. Tais reações podem ser modificadas por muitos fatores, como presença de metais, enzimas lipoxigenase, oxidase e lipase, antioxidantes, pH, luz, temperatura, oxigênio e peróxidos (MARQUES; VALENTE; ROSA, 2009).

A presença de metais que apresentam mais de um estado de valência, como cobre, ferro, manganês podem também acelerar a oxidação lipídica. Estes metais são encontrados em grande parte dos óleos vegetais, oriundos do próprio solo onde foram plantadas as suas sementes, ou são incorporados aos óleos através de equipamentos utilizados no processo de refino, armazenamento ou cocção. O grau de insaturação do óleo também é considerado um fator importante, devido ao alto índice de ácidos graxos mono e poli-insaturados que são mais susceptíveis às alterações oxidativas. A temperatura tem relação com a taxa de oxidação, de forma que, com o seu aumento, a taxa de concentração de oxigênio torna-se menos influente, pois é menos solúvel em temperaturas elevadas. Observa-se ainda que a taxa de oxidação aumenta de acordo com a área superficial, onde os óleos entram em contato com o ar. A presença de ácidos graxos livres pode incorporar metais catalíticos presentes nos equipamentos, provocando o aumento da taxa de oxidação (SANIBAL; MANCINI-FILHO, 2002; VERGARA et al., 2006; JORGE et al., 2005).

A reação de polimerização ocorre quando duas ou mais moléculas de ácidos graxos ligam-se devido a alterações no processo de oxidação ou quando em altas temperaturas. Os polímeros resultantes promovem aumento da viscosidade do óleo, resultando em compostos cíclicos que são indesejáveis do ponto de vista nutricional, pois podem ser absorvidos pelo organismo e assimilados pelo sistema digestivo e

linfático. O aumento da viscosidade do óleo que adere a superfície do alimento causa alterações sensoriais bastante desagradáveis (VERGARA et al., 2006).

3.4 ASPECTOS TOXICOLÓGICOS E IMPLICAÇÕES DA DEGRADAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS SOBRE A SAÚDE HUMANA

A ingestão de óleos vegetais é benéfica e necessária ao organismo, pois além de possuírem palatabilidade agradável, fornecem ácidos graxos essenciais. Porém, o consumo excessivo de óleos com possíveis produtos de degradação pode trazer malefícios à saúde, como o risco de doenças cardíacas, o surgimento de aterosclerose, além de favorecer a carcinogênese (RIOS; PEREIRA; ABREU, 2013).

A degradação do óleo ocorre devido a três principais fatores durante o processo de fritura: a umidade proveniente dos alimentos, o oxigênio do ar e a elevada temperatura (SANIBAL; MANCINI-FILHO, 2002). A interação do óleo com o ar, a água dos alimentos e os componentes do material frito geram diversas reações que indicam redução da qualidade dos óleos (DAMY; JORGE, 2003).

Os processos que envolvem a deterioração de óleos são a oxidação, hidrólise, polimerização, pirólise e alterações organolépticas pela absorção de sabores e odores estranhos. Dentre esses processos, a oxidação representa a principal causa de degradação lipídica, modificando diversas propriedades do alimento, como a qualidade sensorial e o valor nutricional, além de alterar sua funcionalidade e toxicidade. Tais mudanças podem ocorrer em diversas etapas do processamento do alimento, como produção e armazenamento (ARAÚJO, 1999; HIDALGO; NOGALES; ZAMORA, 2007).

Dentre diversos compostos de degradação, alguns em especial são considerados importantes do ponto de vista toxicológico, nutricional e sensorial, como compostos voláteis (aldeídos, cetonas, furanos, ácidos carboxílicos, hidrocarbonetos), compostos polares totais, produtos de decomposição (diacilgliceróis, monoacilgliceróis, ácidos graxos livres, etc), ácidos graxos livres, dentre outros (WHITE, 1991 apud OLIVEIRA, 2007). A formação de compostos tóxicos como peróxidos, cetonas, aldeídos, radicais livres e outros está relacionada ao surgimento de malefícios como doenças de natureza cardiovascular, câncer, envelhecimento precoce e artrite (ARAÚJO, 2004; PEREDA et al., 2005).

Estudos evidenciam que óleos aquecidos a elevadas temperaturas e por longos períodos demonstraram que os produtos resultantes de degradação têm mais de 50% de compostos polares totais e, quando administrados em animais de laboratório (ratos), provocaram alterações em seu metabolismo que resultam em severas irritações gastrintestinais, diarreia, diminuição do fígado e rins, má absorção de gorduras, aumento da taxa de colesterol no fígado, redução da fertilidade, perda de peso, redução do crescimento e até morte (FREIRE; MANCINI-FILHO; FERREIRA, 2013; SANIBAL, MANCINI-FILHO, 2002).

O aquecimento excessivo que muitas vezes ocorre em processos de fritura, leva à formação de produtos tóxicos ou cancerígenos, entre os quais estão os peróxidos e a acroleína. Isso ocorre porque a alta temperatura acelera processos oxidativos e consequente degradação lipídica (MARQUES; VALENTE; ROSA, 2009).

Peróxidos em si não são prejudiciais à saúde humana, mas sim seus derivados. Estes produtos podem ser originados pela ação da enzima lipoxigenase sobre os ácidos graxos poliinsaturados linoleico e linolênico. Íons metálicos como ferro, cobre e cobalto podem atuar como catalisadores da decomposição dos peróxidos (PAUL; MITTAL, 1997; VARLET; PROS; SEROT; 2007; SOUZA, 2001).

A acroleína é uma substância presente no ar que pode agravar a asma em crianças, além de contribuir para outras doenças pulmonares crônicas. O aquecimento de óleos vegetais produz valores elevados de acroleína, e, portanto, é provável que o cozimento seja uma fonte importante desta substância. Uma pesquisa conduzida por Seaman, Bennett e Cahill (2009) demonstrou que diferentes tipos de óleo vegetal quando submetidos ao aquecimento emitiram níveis elevados de acroleína, capaz de persistir em ambientes mal ventilados por tempo considerável, mesmo após a fritura. Contudo, os efeitos crônicos à saúde deste composto ainda não estão completamente elucidados, e o verdadeiro risco de exposição à acroleína é desconhecido, sendo esta substância classificada como possivelmente carcinogênica e potencialmente causadora de riscos à saúde em indivíduos sensíveis.

Outro composto que vem sendo pesquisado é a acrilamida, uma substância química formada espontaneamente em alimentos aquecidos a temperaturas superiores a 120°C, principalmente aqueles ricos em carboidratos. A ocorrência desta substância em alimentos consumidos em dietas no mundo todo, e os possíveis efeitos nocivos à saúde humana tem despertado o interesse da comunidade científica. Baseada em estudos realizados em animais, a *International Agency for Research on Cancer (IARC)* tem

classificado a acrilamida como “provavelmente cancerígena para seres humanos” (grupo 2A), com propriedades tóxicas como neurotoxicidade, genotoxicidade, carcinogenicidade e toxicidade reprodutiva. A maioria dos estudos epidemiológicos têm indicado possíveis relações entre o consumo de acrilamida e risco aumentado de diferentes tipos de câncer, exceto alguns, que merecem estudo mais aprofundado (LINEBACK; COUGHLIN, STADLER, 2012; REIS; GONÇALVES; MARIN, 2014; HOGERVORST et al., 2010; TAREKE et al., 2000).

Além destes, compostos formados a partir da decomposição de ácidos graxos insaturados durante a cocção por fritura afetam a disponibilidade dos ácidos linoleico e linolênico, responsáveis pela biossíntese dos ácidos araquidônico, eicosapentaenoico e docosaenoico, na formação de prostaglandinas, tromboxanos e prostaciclina, compostos que atuam na regulação da pressão arterial, frequência cardíaca, resposta imunológica, em processos de coagulação sanguínea e no funcionamento do sistema nervoso central (SANIBAL; MANCINI-FILHO, 2002; SANIBAL; MANCINI-FILHO, 2004). Desta forma, além dos efeitos deletérios causados pelos compostos de degradação de óleos vegetais, tem-se a redução dos efeitos benéficos à saúde de alguns ácidos graxos essenciais presentes em óleos (FREIRE; MANCINI-FILHO; FERREIRA, 2013).

3.5 USO, REUSO E DESCARTE RACIONAL DE ÓLEOS DE FRITURA EM SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO

A determinação do momento ideal de descarte tem impacto econômico significativo, implicando em aumento dos custos quando o óleo é descartado precocemente, ou em perda da qualidade do alimento quando o óleo é descartado tardiamente (SANIBAL; MANCINI-FILHO, 2002).

Os critérios propostos para definir o ponto de descarte de um óleo são muitos e controversos (WHITE, 1991; MASSON et al., 1997). Diversos alimentos são fritos utilizando-se diferentes tipos de óleos, equipamentos e condições de operação. A combinação destas variáveis é que determina a taxa de degradação dos óleos e, portanto, determinado método para avaliar um sistema de preparo pode não ser aplicável a outros sistemas (FRITSCH, 1981).

Países como Bélgica, França, Alemanha, Suíça, Holanda, Estados Unidos e Chile possuem regulamentações acerca das condições em que óleos de fritura devem ser

descartados (CAMILO et al., 2010). Porém no Brasil, assim como em outros países, não existem leis e regulamentos que definam legalmente o monitoramento de descarte para óleos usados no processo de fritura (SANIBAL; MANCINI-FILHO, 2002).

Alguns indicadores usados por estabelecimentos como *fast foods* e restaurantes para determinar o ponto de descarte do óleo de fritura são a alteração na coloração, presença de fumaça em temperaturas de fritura, presença de espuma e alterações no aroma e sabor. Os Regulamentos Técnicos brasileiros preveem alguns itens físico-químicos para controle da adequação de óleos e gorduras vegetais, como índice de peróxido, índice de iodo e acidez, porém não são específicos para óleos de fritura (BRASIL, 2005; SANIBAL; MANCINI-FILHO, 2002).

Leis e regulamentos para controle de qualidade e descarte racional de óleos de fritura foram adotados por poucos países. Entretanto, alguns países fornecem guias práticos como recomendação de boas práticas para procedimentos de fritura e métodos de análises, onde se controla a qualidade de óleos, gorduras e alimentos fritos (SANIBAL, MANCINI-FILHO, 2002).

Neste sentido, em decorrência da inexistência de documento normativo referente ao tema, a Anvisa instituiu o Informe Técnico nº 11, de 05 de outubro de 2004, que estabelece recomendações sobre Boas Práticas de Fabricação para utilização e descarte de óleos utilizados em frituras (BRASIL, 2004). Este documento normativo recomenda que sejam atendidas as orientações previstas para que haja uma reutilização racional dos óleos e gorduras utilizados em fritura, como se segue:

1. Temperatura máxima para fritura: 180°C (a temperatura deve ser controlada através de termostato já presente nas fritadeiras de ordem industrial). No caso das fritadeiras de uso doméstico (frigideiras, panelas e tachos) que não possuem termostato para controle, não se deve permitir a elevação da temperatura a ponto de produzir fumaça. Temperaturas excessivamente altas degradam o óleo rapidamente.
2. Dê preferência em fritar por longos períodos, ao invés de utilizar a fritadeira/frigideira/tacho por vários períodos curtos.
3. Caso a fritadeira/frigideira/tacho não esteja sendo utilizada, mas existe a necessidade de mantê-la ligada para um uso iminente, a mesma deve estar parcialmente tampada, assim se evita o contato do óleo quente com o oxigênio, pois o óleo muito quente absorve oxigênio em maior quantidade promovendo sua oxidação.
4. Evite completar o óleo em uso presente na fritadeira/frigideira/tacho com óleo novo. É preferível descartar a sobra de um óleo já utilizado, pois ao completá-lo a degradação do óleo adicionado será muito mais rápida.
5. Em intervalos de uso, o óleo deve ser armazenado em recipientes tampados e protegidos da luz, para evitar o contato com os principais catalisadores de oxidação, oxigênio e luz. Se o intervalo entre usos for longo, além de tampado, o óleo deve ser armazenado em geladeira, para se aumentar a vida de prateleira.
6. O óleo deve ser filtrado a cada término de uso. Durante a fritura dos alimentos, especialmente dos empanados, que tendem a liberar partículas de

sua superfície, retire os resíduos visíveis no óleo com o auxílio de utensílio apropriado.

7. O óleo deve ser descartado quando se observar formação de espuma e fumaça durante a fritura, escurecimento intenso da coloração do óleo e do alimento e percepção de odor e sabor não característicos. Cabe lembrar que o aspecto da fumaça é diferente do vapor naturalmente liberado.

8. As fritadeiras/frigideiras/tachos devem possuir os cantos arredondados, ou seja, não apresentar cantos mortos que propiciem o acúmulo de resíduos, pois o óleo polimerizado e depositado nas paredes tende a catalisar certas reações de degradação do óleo.

9. As fritadeiras/frigideiras/tachos devem ser de material resistente e quimicamente inertes, ou seja, que não contaminem os alimentos ou facilitem a oxidação do óleo com a presença de cobre ou ferro. As mesmas devem ser descartadas quando consideradas danificadas (riscadas, amassadas, descascadas).

10. O óleo não deve ser descartado na rede pública de esgoto, as donas de casa podem acondicioná-lo em sacos plásticos ou recipientes e juntá-lo ao lixo orgânico. Já para os comerciantes e *fast foods*, por descartarem uma quantidade significativa, sugere-se entrar em contato com empresas, órgãos ou entidades licenciados pelo órgão competente da área ambiental.

4 MATERIAIS E MÉTODO

Trata-se de uma pesquisa exploratória, descritiva, com abordagem quantitativa, feita através de estudo transversal de caráter experimental, utilizando-se procedimentos técnicos de campo e laboratório. Segundo livros de metodologia da pesquisa, caracteriza-se como pesquisa exploratória o estudo desenvolvido em busca de se conhecer com maior profundidade a temática a ser abordada, de modo a torná-lo mais claro. Já a pesquisa descritiva tem como principal objetivo descrever características de determinado fenômeno, utilizando-se técnicas padronizadas para coleta de dados. A pesquisa descritiva preocupa-se em observar, registrar, analisar e interpretar dados sem que o pesquisador interfira nos mesmos (GIL, 1999; ANDRADE, 2002).

A coleta de amostras foi realizada em uma UAN hospitalar, localizada na cidade de Campina Grande, Paraíba. Para a escolha da Unidade, foi feita uma análise do cardápio empregado, a fim de conhecer o uso e frequência da fritura para o preparo de produtos cárneos. Foi solicitada a assinatura de um termo de consentimento para participação na pesquisa (Apêndice A) pelo responsável pelo serviço.

Anteriormente à coleta, aplicou-se uma Lista de Verificação formulada com base no Informe Técnico nº 11, de 5 de outubro de 2004 da Anvisa, para levantar dados quanto ao atendimento às boas práticas para utilização e descarte de óleos utilizados em frituras, obtendo-se informações quanto ao uso, reuso e descarte, tempo e temperatura empregados no procedimento, tipo de óleo usado, dentre outros dados.

As amostras de óleo vegetal submetidas ao processo de fritura constituíram-se de três alíquotas obtidas de cada preparação, coletadas em três momentos distintos, sendo:

- T_0 = Óleo vegetal virgem sem aquecimento;
- T_1 = Óleo em tempo médio de uso sob fritura; e
- T_2 = Óleo em ponto de descarte segundo critérios da Unidade, totalizando três amostras para cada preparação à base de fritura.

Para definição do tempo médio de uso do óleo em fritura (T_1), tomou-se por base a metade do número de horas empregadas no preparo. As amostras T_1 e T_2 tiveram a temperatura aferida na presença do alimento em cocção por fritura, utilizando-se termômetro infravermelho digital SCANTEMP, marca Incoterm, modelo ST-400, com faixa de medição -38 a $+365^\circ\text{C}$ ($\pm 1,5^\circ\text{C}$). A temperatura das amostras T_1 foi definida

calculando-se uma média das temperaturas aferidas nos tempos intermediários de fritura, verificadas a cada 30 minutos do preparo. Para a amostra T_0 , registrou-se a temperatura ambiente.

Foram coletados 60 a 80 mL de óleo vegetal, utilizando-se papel filtro para remoção dos resíduos de alimentos. As amostras foram armazenadas em frascos de material plástico opaco, embalados com folha de alumínio, fechados e identificados. Em seguida, as amostras foram armazenadas à temperatura de aproximadamente -20°C por 72 horas até o seu transporte ao laboratório onde se processou as análises.

O transporte procedeu-se em caixas isotérmicas e protegidas da luz até o Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal de Campina Grande, *campus* Cuité, onde as amostras mantiveram-se sob temperatura de congelamento até o momento das análises, as quais incluíram a determinação de acidez titulável e índice de peróxido, de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005). Todas as análises foram feitas em duplicata para reduzir as margens de erro. Para a avaliação dos resultados referentes às análises de qualidade dos óleos, foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de probabilidade, para comparação das médias.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE FRITURA EMPREGADO NA UAN

Na Tabela 1 são apresentadas informações gerais quanto às preparações submetidas ao processo de fritura empregado no Serviço e as condições em que foram realizadas utilizando óleo vegetal.

As preparações são oferecidas pela Unidade de Alimentação no horário de almoço, que é a principal refeição distribuída em decorrência do maior número de comensais que utilizam o Serviço. Nestas, os métodos empregados são o de fritura superficial e por imersão.

Na fritura superficial, empregada para o preparo de bifes (Tabela 1), utilizam-se geralmente recipientes com pouca profundidade e baixo nível de óleo. Este método demanda mais tempo, já que é necessário revolver o alimento, que não permanece completamente imerso no óleo. Além disso, o uso de bandejas com pouca profundidade

está relacionado à maior exposição ao oxigênio atmosférico, favorecendo o desenvolvimento de reações oxidativas, que ocorrem fundamentalmente na superfície de contato com o ar (OLIVEIRA, 2007; CORSINI; JORGE, 2006).

Tabela 1 – Tipos de preparações submetidas ao processo de fritura e condições de exposição do óleo vegetal em uma unidade de alimentação hospitalar.

Preparação	Quantidade	Tempo de preparo	Método de fritura	Tipo de Óleo
Bife Simples	150 porções	1 h e 40 min	Superficial	Óleo de soja
Frango à Passarinha	600 porções	2 h e 15 min	Imersão	Óleo de soja
Almôndegas Fritas	70 unidades	35 min	Imersão	Óleo de soja
Bife Acebolado	200 porções	1 h e 55 min	Superficial	Óleo de soja

Em contrapartida, o método de fritura por imersão caracteriza-se por ser mais rápido, sendo geralmente realizado em recipientes de maior profundidade e com níveis elevados de óleo, fazendo com que o alimento fique totalmente imerso e a fritura ocorra de maneira uniforme sobre toda sua superfície (MCSAVAGE; TREVISAN, 2001). Devido às características das preparações, este método é empregado no Serviço para os casos cujas porções são menores, como o frango à passarinha e as almôndegas (Tabela 1), em que utilizam-se panelas fundas e com maior quantidade de óleo vegetal, suficiente para envolver completamente o alimento.

O Serviço utiliza apenas o óleo de soja refinado para o preparo de produtos sob fritura, o qual é armazenado sob proteção da luz e em temperatura ambiente, condições estas consideradas adequadas (BRASIL, 2005).

O emprego de óleo de soja refinado em processos de fritura é controverso. Para alguns autores, a alta concentração de ácidos graxos poli-insaturados presentes no óleo de soja compromete a estabilidade oxidativa, tornando este óleo mais susceptível à formação de compostos de degradação (DOBARGANES; MÁRQUEZ-RUIZ, 1995; PINTO et al., 2003; MACHADO et al., 2008).

Vergara et al. (2006) estudaram o comportamento de óleos de soja e de arroz reutilizados em frituras sucessivas e observaram que o óleo de soja apresentou diferenças significativas com relação à acidez e formação de peróxidos quando comparado ao óleo de arroz, evidenciando maior estabilidade do óleo de arroz.

Sensorialmente, o óleo de soja apresentou alterações na cor e odor em tempo de fritura anterior ao óleo de arroz. Em outra pesquisa, Machado, Garcia e Abrantes (2008), avaliando as alterações sofridas por óleos de palma e de soja em fritura descontínua de batatas, constataram que maiores graus de alteração ocorreram no óleo de soja, cujo grau de instauração é maior que o óleo de palma.

Entretanto, algumas pesquisas demonstraram desempenho satisfatório do óleo de soja empregado em frituras, demonstrando maior estabilidade em comparação a outros óleos vegetais (JORGE et al., 2005). Jorge e Lunardi (2005) em estudo avaliando a influência dos tipos de óleos na perda de umidade e absorção de óleo, concluíram que o óleo de soja foi menos absorvido pelo alimento, quando comparado a outros tipos de óleo.

5.2 TEMPERATURAS DE EXPOSIÇÃO DAS PREPARAÇÕES SOB FRITURA

Durante o processo de fritura empregado para preparações de produtos de origem animal, verificou-se que estes estiveram submetidos a níveis de temperatura semelhantes ao longo de todo o processo, constando-se maiores variações para a almôndega (Tabela 2). É possível observar que, segundo o Informe Técnico nº 11, as temperaturas atingidas obedecem ao preconizado pela legislação para todas as preparações, com exceção das almôndegas fritas, que chegaram a mais de 250 °C. Este resultado possivelmente decorreu de variáveis como: temperatura inicial do alimento, quantidade de alimento e água perdida durante a fritura.

A almôndega encontrava-se em temperatura ambiente antes do processo de fritura, diferentemente dos demais alimentos, que estavam ainda resfriados. Com isso, a condução de calor entre a almôndega e o meio de fritura torna-se facilitada, permitindo que óleo atinja temperaturas superiores. A adição do alimento na fritadeira reduz a temperatura do óleo e, portanto, maiores quantidades de alimentos tendem a esfriar o óleo com mais facilidade, como ocorrido para as preparações, exceto almôndegas (Tabela 2). Ainda, quanto menor a quantidade de alimento, mais rápida será a evaporação de água liberada, acelerando o aquecimento do óleo (SANIBAL; MANCINI FILHO, 2002).

Observa-se que as temperaturas finais não atingiram valores próximos ao limite máximo recomendado pela legislação (180 °C) e comuns para este método de preparo

(Tabela 2), sendo necessária a realização de análises sensoriais para avaliar se a temperatura teve influência sobre as características organolépticas finais dos produtos.

De acordo com a literatura, se por um lado baixas temperaturas são capazes de prolongar a vida útil dos óleos de fritura, por outro, cerca de 40% a mais de óleo é absorvido para o interior do alimento, devido à redução da evaporação de água da superfície do alimento, que leva ao aumento da pressão externa do óleo e maior penetração na preparação (OLIVEIRA, 2007).

Tabela 2 – Temperaturas aferidas durante a fritura em óleo vegetal das preparações à base de produtos de origem animal.

Preparações	Óleo em temperatura ambiente (T₀)	Temperatura em tempo médio de fritura (T₁)	Temperatura final (T₂)
Bife Simples	28,9 °C	110,9 °C	120,8 °C
Frango à Passarinha	27,8 °C	101,1 °C	147 °C
Almôndegas Fritas	28,9 °C	297 °C	359 °C
Bife Acebolado	27,8 °C	110,7 °C	125,2 °C

Oliveira (2007), ao estudar a fritura por imersão de produtos de origem animal em uma UAN, observou que 20% das amostras analisadas tiveram a temperatura final inferior a 150 °C, assemelhando-se ao presente estudo; 65% apresentaram temperatura final entre 150 e 180 °C, e 15% das amostras obtiveram níveis acima de 180 °C. Em outro estudo, conduzido por Tavares et al. (2007) avaliando a qualidade de óleos e gorduras usados para fritura em unidades comerciais do estado de São Paulo, os autores constataram que 84,2% das amostras de óleo de soja refinado apresentaram níveis de temperatura acima de 180 °C, sendo este o indicador com maior número de resultados insatisfatórios, diferentemente do presente estudo.

A temperatura de fritura tem sido vista como um dos principais fatores envolvidos na qualidade do alimento e do óleo utilizado neste método de preparo. Durante os processos, ao serem atingidas temperaturas superiores a 180 °C ocorre emissão de fumaça e o início de processos oxidativos (FREIRE; MANCINI-FILHO; FERREIRA, 2013; MARQUES; VALENTE; ROSA, 2009).

Segundo Mendonça (2008), este parâmetro tem influência impactante na decomposição dos lipídios, principalmente ao atingir níveis superiores a 200 °C. Variações de temperatura afetam a formação e decomposição de hidroperóxidos, onde a cada 15 °C de aumento na temperatura, a velocidade de reações hidrolíticas e termoxidativas dobra, resultando na redução da qualidade do óleo (OETTERER; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2006). De acordo com Aladedunye e Przybylski (2009), além de ocasionar considerável aumento nas taxas de degradação térmica e oxidativa, temperaturas elevadas geram também aumento da formação de isômeros *trans*, não podendo os alimentos fritos serem declarados como isentos deste tipo de gordura.

5.3 ÍNDICE DE ACIDEZ TITULÁVEL E DE PERÓXIDO OBTIDOS COM OS PROCESSOS DE FRITURA EMPREGADOS

Na Tabela 3 são apresentados os resultados obtidos nas análises de índice de acidez e índice de peróxido de óleo vegetal usado em fritura.

Com relação à acidez titulável, observa-se que apenas o bife acebolado apresentou diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre o início (T_0) e final (T_2) do processo de fritura, com aumento deste índice. Porém não houve alteração entre os tempos inicial e intermediário, sugerindo a estabilização de ácidos graxos livres durante este período. É possível observar ainda que, embora o bife simples e o bife acebolado tenham apresentado semelhanças no número de porções, nas temperaturas atingidas e no tempo de preparo, apenas o bife acebolado apresentou estatisticamente diferenças ($p < 0,05$) entre os tempos.

O índice de acidez verificado nas análises físico-químicas (Tabela 3) apresentou-se dentro do preconizado pela legislação em todas as amostras analisadas, já que a Anvisa, através da RDC nº 270 (BRASIL, 2005) estabelece o valor máximo de 0,6 mg de KOH/g para óleos e gorduras vegetais refinados, porém este parâmetro não refere-se à fritura. Já o Informe Técnico nº 11 define, entre outros requisitos para óleos e gorduras utilizados em frituras, que a quantidade de ácidos graxos livres não seja superior a 0,9%, estando os resultados para acidez titulável de acordo com o preconizado também por esta legislação (BRASIL, 2004).

Tabela 3 – Médias das leituras de acidez titulável e índice de peróxido nas amostras de óleo vegetal empregado em frituras de preparações de origem animal.

Preparação	Amostra	Acidez titulável (% ácido oleico)	Índice de peróxido (meq/Kg da amostra)
Bife Simples	T ₀	0,20 ±0,10	5,97 ^b ± 0,00
	T ₁	0,33 ±0,09	12,95 ^a ± 1,40
	T ₂	0,33 ±0,09	11,92 ^a ± 0,02
Frango à Passarinha	T ₀	0,13 ±0,00	7,97 ^c ± 0,00
	T ₁	0,13 ±0,00	19,78 ^b ± 0,02
	T ₂	0,33 ±0,09	19,86 ^a ± 0,01
Almôndegas Fritas	T ₀	0,20 ±0,10	5,97 ^b ± 0,00
	T ₁	0,27 ±0,00	15,88 ^a ± 2,80
	T ₂	0,33 ±0,09	14,90 ^a ± 1,48
Bife Acebolado	T ₀	0,13 ^b ±0,00	7,97 ^c ± 0,00
	T ₁	0,13 ^b ±0,00	25,76 ^a ± 0,01
	T ₂	0,27 ^a ±0,00	19,86 ^b ±0,01

Médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma coluna diferiram entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Houve um aumento da acidez longo do processo de fritura do bife acebolado (Tabela 3), o que sugere a ocorrência de reações hidrolíticas, com liberação de ácidos graxos livres. Os resultados obtidos no presente estudo são semelhantes aos encontrados por Del Ré e Jorge (2007), que ao estudarem o comportamento de óleos vegetais diversos na fritura de produtos cárneos empanados, observaram que os ácidos graxos aumentaram durante a fritura para todos os tipos de óleo, indicando o desenvolvimento de hidrólises, porém em níveis baixos, com valores oscilando entre 0,11 e 0,37%. Do mesmo modo, Jorge et al. (2005) constataram o aumento de ácidos graxos livres durante todo o processo de fritura com óleos vegetais diversos, incluindo o óleo de soja.

Em outro estudo, Rios, Pereira e Abreu (2013), ao avaliar a oxidação de óleos, gorduras e azeites em processo de fritura, observaram também o aumento da acidez titulável ao longo do processo para o óleo de soja, com valores de 0,23600 a 0,44396 mg KOH/g, porém abaixo dos requisitos máximos permitidos para este índice, conforme preconizado pela legislação (BRASIL, 2004; BRASIL, 2005), corroborando com o resultado do presente estudo. Jorge e Janieri (2004), analisando a utilização do óleo de soja para fritura em UAN institucional, também encontraram teores de ácidos

graxos livres inferiores a 0,9% ao longo de todo o preparo de alimentos diversos, estando, portanto, dentro dos padrões recomendados (BRASIL, 2004; BRASIL, 2005).

A acidez está parcialmente ligada ao estado de conservação de óleos e gorduras. A medida que aumenta o número de frituras, ocorre maior hidrólise do óleo e, conseqüentemente, formação de ácidos graxos livres responsáveis pelo aumento da acidez (VERGARA et al., 2006). Assim, a não reutilização do óleo de fritura pela UAN poderia explicar os valores adequados para acidez titulável encontrados. Entretanto, a velocidade de formação de ácidos graxos livres está ligada a vários fatores, além do número de vezes em que o óleo é reaquecido, como temperatura empregada na fritura, umidade do alimento, quantidade de partículas de alimento queimadas e depositadas no recipiente, e quantidade de ácidos graxos livres presentes tanto no alimento quanto no óleo, antes mesmo do aquecimento (JORGE et al., 2005).

Com relação ao índice de peróxido (Tabela 3), exceto para as amostras T₀, correspondentes ao óleo em temperatura ambiente, todas as demais amostras apresentaram-se inadequadas de acordo com a Resolução RDC nº 270 (BRASIL, 2005), que estabelece o limite máximo de 10 meq/kg para óleos e gorduras refinados não submetidos à fritura. Estes resultados diferem dos encontrados por Jorge e Lopes (2003) em um estudo analisando óleos e gorduras de frituras coletados em estabelecimentos comerciais, onde apenas 3 amostras de um total de 48 (5,2%) apresentaram índice de peróxido superior a 10 meq/kg.

Observa-se que bife simples e almôndegas fritas não apresentaram diferenças estatísticas ($p > 0,05$) quanto aos tempos T₁ e T₂, demonstrando a estabilização da formação de peróxidos nos tempos médio e final do preparo, cujo tempo máximo foi de uma hora e quarenta minutos para o bife e trinta e cinco minutos para almôndega. Este resultado assemelha-se ao encontrado por Witschinski, Ghisleni e Valduga (2012) que, ao avaliarem as alterações do óleo de soja submetido à fritura em uma Unidade de Alimentação, não observaram diferenças estatísticas no índice de peróxido do óleo até atingir o tempo de duas horas de preparo.

O frango à passarinha apresentou diferenças estatísticas ($p < 0,05$) em todos os tempos, com a crescente formação de peróxidos ao longo do processo de fritura, que teve duração de duas horas e quinze minutos, conforme demonstrado na Tabela 1. Em trabalho conduzido por Damy e Jorge (2003) observou-se que no óleo de soja submetido a temperaturas de 170 °C e 180 °C para fritura de batatas *chips*, o índice de peróxido apresentou crescimento proporcional ao número de horas, até alcançar três

horas e trinta minutos de fritura, assemelhando-se ao resultado encontrado nesta pesquisa. Após este período, os índices de peróxido decresceram, devido provavelmente à formação de outros compostos.

Apenas o bife acebolado apresentou índice de peróxido no tempo médio de fritura superior ao tempo final. Del Ré e Jorge (2007) avaliaram também o índice de peróxido, e perceberam o comportamento instável deste índice ao longo do processo de fritura, com os valores obtidos nas primeiras horas superiores aos referentes ao final do processo, corroborando com os resultados observados na preparação de bife acebolado. As alterações observadas decorrem, possivelmente, do fato de que este índice aumenta significativamente no início do processo de fritura, com a formação de hidroperóxidos (JORGE; LOPES, 2003).

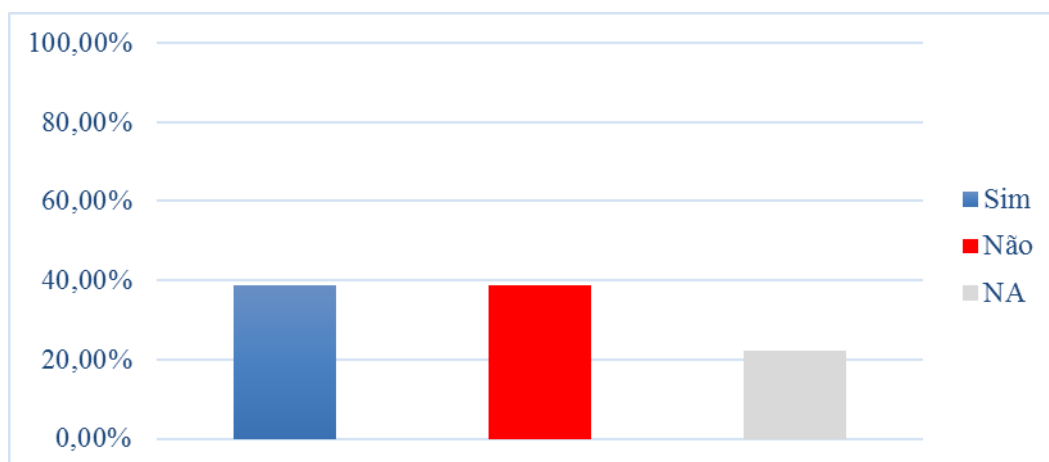
Segundo alguns autores, a metodologia para determinação de peróxidos apresenta limitações, já que, por serem instáveis, estas substâncias decompõem-se rapidamente em moléculas menores, como aldeídos e cetonas, que mesmo estando presentes podem não ser detectadas nas análises. Isto ocorre principalmente em tempos de fritura mais elevados, fazendo com que este método não seja um indicador preciso do estado de alteração do óleo, pois a velocidade de degradação é maior que a velocidade de formação de peróxidos (CORSINI; JORGE, 2006; SANIBAL; MANCINI FILHO, 2002; DAMY; JORGE, 2003).

É importante ressaltar que o índice de peróxido é considerado um requisito específico de qualidade apenas para óleos e gorduras vegetais virgens, não estando incluso no Informe Técnico, específico para óleos e gorduras utilizados em frituras.

Face ao exposto e considerando a falta de consenso em apontar o índice de peróxido como um indicador preciso da qualidade do óleo, especificamente de fritura, infere-se que as amostras utilizadas na UAN estudada estariam ainda em condições de reuso. Este óleo, uma vez descartado antes do tempo correto, traz também repercussões financeiras para a instituição, implicando em aumento dos custos pois, com base na quantidade diária empregada para o preparo de alimentos sob fritura na unidade, da ordem de quatro litros em média, e no valor do óleo de soja, obtido a partir de processo licitatório ao valor de três reais e setenta e dois centavos, estima-se em 180 e 2160 reais o custo mensal e anual com este produto como consequência da prática de descarte imediato após seu uso que vem sendo praticado pelo serviço.

5.4 AVALIAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS QUANTO AO EMPREGO DE ÓLEOS VEGETAIS EM PROCESSO DE FRITURA PELA UAN

Uma Lista de Verificação (Apêndice B), elaborada com base no Informe Técnico nº 11 (BRASIL, 2004), foi aplicada para avaliar as boas práticas empregadas pelo serviço para óleos e gorduras utilizados em processo de fritura. Ficou demonstrado que apenas 39% dos itens atendiam às recomendações contidas no referido documento (Figura 1).



Legenda: NA: Não se aplica.

Figura 1 – Atendimento às Boas Práticas para óleo vegetal utilizado em fritura, com base no Informe Técnico nº 11 da Anvisa (BRASIL, 2004).

As principais não conformidades observadas na Unidade de Alimentação com a aplicação da Lista de Verificação de Boas Práticas para óleos vegetais utilizados em fritura estão descritas no Quadro 1.

Quadro 1 – Não conformidades observadas na UAN quanto ao emprego de óleo vegetal em processo de fritura.

NÃO CONFORMIDADES QUANTO ÀS BOAS PRÁTICAS NO USO DE ÓLEO VEGETAL
- O serviço não dispõe de mecanismo para controle de temperatura empregada;
- Métodos e técnicas de fritura inadequados;
- Adição de óleo novo ao óleo em uso;
- Uso de equipamentos/utensílios impróprios para o método de preparo.

Considerando que a temperatura de aquecimento, tempo de fritura, tipo de equipamento utilizado e taxa de renovação do óleo constituem fatores que têm influência direta no nível de alteração do óleo (OLIVEIRA, 2007), a partir dos resultados verificados com a aplicação da Lista de Verificação, foram apontadas algumas consequências tomando por base dados da literatura:

- *Controle de temperatura no processo de fritura:*

Segundo o Informe Técnico nº 11 (BRASIL, 2004), o controle da temperatura deve ser feito através de termostato já presente nas fritadeiras de ordem industrial. Em caso de uso de equipamentos/utensílios como frigideiras, tachos e panelas, que não possuem termostato, utilizados pelo Serviço para os processos de fritura, a temperatura adotada não deve ser elevada a ponto de produzir fumaça. Entretanto, alguns autores citam que medidas precisas da temperatura do óleo são muito importantes, pois o uso de sinais subjetivos, a exemplo do ponto de fumaça, é pouco satisfatório para estimar a temperatura do óleo (MEHTA; SWINBURN, 2001 apud OLIVEIRA, 2007; SANIBAL; MANCINI-FILHO, 2002).

- *Métodos e técnicas de fritura:*

Dentre as inadequações observadas com a aplicação da Lista de Verificação (Apêndice B) quanto aos métodos e técnicas de fritura, constatou-se a prática de não se tampar parcialmente o recipiente enquanto este não estava sendo usado. De acordo com a legislação, caso o equipamento/utensílio não esteja sendo utilizado, mas seja necessário mantê-lo ligado para um uso iminente, o mesmo dever estar parcialmente tampado para se evitar o contato do óleo quente com o oxigênio, visto que sua exposição, quando aquecido, aumenta a absorção de oxigênio e, conseqüentemente, sua oxidação (BRASIL, 2004).

- *Adição de óleo novo ao óleo aquecido:*

Esta prática apresenta divergência em alguns estudos. De acordo Sanibal e Manici-Filho (2002), a adição de óleo novo é benéfica por diluir os compostos produzidos durante a fritura e renovar a quantidade de antioxidantes, contribuindo assim para diminuir a degradação do óleo. Porém, Oliveira (2007) afirma que esta técnica é inadequada, pois os compostos presentes no óleo usado atuam como catalisadores das reações no óleo novo, favorecendo a rápida deterioração deste. O Informe Técnico nº 11

cita, dentre as recomendações de autocontrole no preparo de alimentos pelo método de fritura, que deve-se evitar completar o óleo em uso com óleo novo, sendo preferível descartar a sobra de óleo já utilizado, pois ao fazer isso a degradação do óleo adicionado ocorre muito mais rapidamente.

- *O uso de equipamentos/utensílios em processo de fritura:*

Na Unidade de Alimentação em questão, utilizavam-se assadeiras retangulares que, além da pouca profundidade, que favorecia o aumento da superfície de contato com o oxigênio, estas não possuíam cantos arredondados conforme recomendado (BRASIL, 2004). De acordo com Mehta e Swinburn (2001, apud OLIVEIRA, 2007), o emprego de materiais impróprios no processo de fritura também tem influência na ocorrência de reações degradativas do óleo, pois favorecem o acúmulo de resíduos que tendem a catalisar tais reações.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A degradação do óleo vegetal usado em processo de fritura pode repercutir desfavoravelmente sobre a saúde do consumidor, tornando necessário um monitoramento eficaz da qualidade destes produtos nas Unidades de Alimentação, tendo em vista a responsabilidade destes Serviços em fornecer aos comensais refeições seguras e saudáveis. Este monitoramento é também importante do ponto de vista econômico, pois o momento ideal para o descarte do óleo vegetal empregado em fritura tem impacto financeiro significativo quando realizado em tempo inadequado.

Os resultados obtidos na presente pesquisa demonstraram a ocorrência de reações hidrolíticas significativas apenas em uma amostra analisada, ao passo que as reações oxidativas ocorreram em todas as amostras submetidas ao aquecimento, demonstrando maior sensibilidade do índice de peróxido as altas temperaturas. Dentre três parâmetros avaliados referentes à qualidade do óleo de soja empregado em fritura, dois – temperatura e acidez titulável – encontravam-se na maior parte das análises dentro dos limites recomendados pela legislação, estando fora apenas o índice de peróxido. Porém, por este indicador apresentar limitações, sugere-se que o óleo analisado estaria ainda em condições de reuso, repercutindo positivamente nos custos deste produto para a Instituição.

Entretanto, mais testes devem ser realizados a fim de confirmar a qualidade do óleo submetido à fritura, dentre os quais, a determinação de compostos polares totais, que é considerado um bom método para determinar o estado de alteração do óleo, mas que não foi realizado neste estudo por falta dos insumos laboratoriais.

Por fim, com o intuito de minimizar as não conformidades observadas quanto ao emprego de óleo de fritura no Serviço, sugere-se a implantação de um programa de treinamento e capacitação dos funcionários responsáveis pelo preparo de alimentos fritos, tendo em vista que o aprimoramento das técnicas e métodos empregados, como controle de temperatura, tempo de fritura e uso de utensílios adequados; bem como a padronização de preparações através do emprego de fichas técnicas, teria efeito positivo no aumento da vida útil do produto e conseqüente reaproveitamento.

REFERÊNCIAS

ALADEDUNYE, F. A.; PRZYBYLSKI, R. Degradation and nutritional quality changes of oil during frying. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 86, n. 2, p. 149-156, 2009.

ANDRADE, M. M. **Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

AKUTSU, R. C.; BOTELHO, R. A.; CAMARGO, E. B.; SÁVIO, K. E. O.; ARAÚJO, W. C. A ficha técnica de preparação como instrumento de qualidade na produção de refeições. **Revista de Nutrição**, v. 18, n. 2, p. 277-279, 2005.

AKUTSU, R.C.; BOTELHO, R.A.; CAMARGO, E.B.; SÁVIO, K.E.O.; ARAÚJO, W.C. Adequação das boas práticas de fabricação em serviços de alimentação. **Revista de Nutrição**, v. 18, n. 3, p. 419-27, 2005.

ANTUNES, M. A.; ANDRADE, N. J.; SILVA, C. A. B.; AZEREDTO, R. M. C.; LOPES, F. A. Sistema multimídia de apoio à decisão em procedimentos de higiene para unidades de alimentação e nutrição. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 1, p. 93-101, 2006.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1999. 416 p.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 478 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFEIÇÕES COLETIVAS - ABERC. **História e mercado**. São Paulo: ABERC, 2014. Disponível em: <<http://www.aberc.com.br/mercadoreal.asp?IDMenu=21>>. Acesso em: 03 de agosto de 2014.

BRASIL, Informe Técnico nº 11, de 05 de outubro de 2004. Óleos e gorduras utilizados em frituras. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Ministério da Saúde**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/11_051004.htm>. Acesso em: 25 de julho de 2013.

BRASIL, Resolução RDC ANVISA/MS nº. 270, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para Óleos Vegetais, Gorduras Vegetais e Creme Vegetal. **Diário Oficial da União**; Poder Executivo, Brasília, DF, 23 de setembro de 2005.

CAMILO, V. M. A.; ALMEIDA, D. T.; ARAÚJO, M. P. N.; CARDOSO, L. A.; ANDRADE, J. C.; BONELLI, M. Avaliação da qualidade de óleos e gorduras de fritura em bares, restaurantes e lanchonetes. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 1, p. 91-98, 2010.

CELLA, R. F.; REGITANO-D'ARCE, M.; SPOTO, M. H. 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.

COSTA NETO, P. R. **Estudos Preliminares sobre Alterações e Purificação do óleo de Soja usado em Frituras Múltiplas**. 1993. 114 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Química) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

CORSINI, M. S.; JORGE, N. Estabilidade oxidativa de óleos vegetais utilizados em frituras de mandioca palito congelada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 27-32, 2006.

DAMY, P.; JORGE, N. Determinações físico-químicas do óleo de soja e da gordura vegetal hidrogenada durante o processo de fritura descontínua. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 6, n. 2, p. 251-257, 2003.

DEL RÉ, P. V.; JORGE, N. Comportamento dos óleos de girassol, soja e milho em frituras de produto cárneo empanado pré-frito congelado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1774-1779, 2007.

DOBARGANES, M. C.; MÁRQUEZ-RUIZ, G. Calidad de las grasas de fritura en el sector de restauración de Andalucía. **Grasas y Aceites**, v. 46, n. 2, p. 115-120, 1995.

FARIA, E. A.; LELES, M. I. G.; IONASHIRO, M.; ZUPPA, T. O.; ANTONIOSI FILHO, N. R. Estudo da estabilidade térmica de óleos e gorduras vegetais por TG/DTG e DTA. **Eclética Química**, v. 27, p. 111-119, 2002.

FREIRE, P. C. M.; MANCINI-FILHO, J.; FERREIRA, T. A. P. C. Principais alterações físico-químicas em óleos e gorduras submetidos ao processo de fritura por imersão: regulamentação e efeitos na saúde. **Revista de Nutrição**, v. 26, n. 3, p. 353-368, 2013.

FRITSCH, C. W. Measurements of Frying Fat Deterioration: A Brief Review. **Journal of American Oil Chemists' Society**, v. 5, n. 3, p. 272-274, 1981.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GREGÓRIO, B. M.; ANDRADE, E. C. B. Influência do aquecimento sobre as propriedades físico-químicas de óleos comestíveis. **Higiene Alimentar**, v.18, n. 124, p. 78-84, 2004.

HIDALGO, 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 and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 1, p. 43-48, 2007.

HOGERVORST, J. G. F.; BAARS, B.; SCHOUTEN, L. J.; KONINGS, E. J. M.; GOLDBOEHM, R. A.; BRANDT, P. A. The carcinogenicity of dietary acrylamide intake: a comparative discussion of epidemiological and experimental animal research. **Critical Reviews in Toxicology**, v. 40, n. 6, p. 485-512, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas de Instituto Adolfo Lutz**. 4. ed. São Paulo: O Instituto, v.1, 2005. 1018 p.

JORGE, N.; JANIERI, C. Avaliação do óleo de soja utilizado no restaurante universitário do IBILCE/UNESP. **Alimentos e Nutrição**, v. 15, n. 1, p. 11-16, 2004.

JORGE, N.; LOPES, M. R. V. Avaliação de óleos e gorduras de frituras coletados no comércio de São José do Rio Preto-SP. **Alimentos e Nutrição**, v. 14, n. 2, p. 149-156, 2003.

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. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p. 635-641, 2005.

JORGE, N.; SOARES, B. B. P.; LUNARDI, V. M.; MALACRIDA, C. R. Alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras. **Química Nova**, v. 28, n. 6, p. 947, 2005.

KRATZ, M.; GULBAHCE, E.; VON ECKARDSTEIN, A.; CULLEN, P.; CIGNARELLA, A.; ASSMANN, G.; WAHRBURG, U. Dietary mono and polyunsaturated fatty acids similarly affect LDL size in healthy men and women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 132, n. 4, p. 715-718, 2002.

LINEBACK, D. R.; COUGHLIN, J. R.; STADLER, R. H. Acrylamide in foods: a review of the science and future considerations. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 3, p. 15-35, 2012.

MCSAVAGE, J.; TREVISAN, S. The use and abuse of frying oil. **Food Service Technology**, v. 1, n. 2, p. 85-92, 2001.

MACHADO, E. R.; DOBARGANES, M. C.; ABRANTES, S. M. P. Alterações dos óleos de palma e de soja em fritura descontínua de batatas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 786-92, 2008.

MACHADO, E. R.; MARMESAT, S.; DOBARGANES, M. C.; ABRANTES, S. M. P. Avaliação quantitativa de monoepoxiácidos, monocetoácidos e monohidroxiácidos em óleos e gorduras provenientes de fritura descontínua de batatas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 75-82, 2008.

MARQUES, A. C.; VALENTE, T. B.; ROSA, C. V. Formação de toxinas durante o processamento de alimentos e as possíveis consequências para o organismo humano. **Revista de Nutrição**, v. 22, n. 2, p. 283-293, 2009.

MASSON, L.; ROBERT, P.; ROMERO, N.; IZAURETA, M.; VALENZUELA, S.; ORTIZ, J.; DOBARGANES, M. C. Comportamiento de aceite poliinsaturados en la preparación de patatas fritas para consumo inmediato: Formación de nuevos compuestos y comparación de métodos analíticos. **Grasas y Aceites**, v. 48, n. 5, p. 273-281, 1997.

MENDONÇA, M. A. **Alterações químicas, físicas e nutricionais em óleos submetidos ao processo de fritura**: revisão. 2006. 35 f. Monografia (Curso de Especialização em Qualidades dos Alimentos) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

MENDONÇA, M. A. **Efeito do binômio tempo/temperatura sobre a fração lipídica de óleos vegetais submetidos ao processo de fritura**. 2008. 86 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

MENDONÇA, M. A.; BORGIO, L. A.; ARAÚJO, W. M. C.; NOVAES, M. R. C. G. Alterações físico-químicas em óleos de soja submetidos ao processo de fritura em unidades de produção de refeição no Distrito Federal. **Comunicação em Ciências da Saúde**, v. 19, n. 2, p. 115-122, 2008.

MEHTA, U.; SWINBURN, B. A review of factors affecting fat absorption in hot chips. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 41, n. 2, p. 133-154, 2001.

MONGHARBEL, A. D. I. **Alterações no Óleo de Soja e na Gordura Vegetal Hidrogenada em Processo de Fritura**. 2002, 75 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 1. ed., Barueri: Manole, 2006.

OLIVEIRA, C. A. **Fritura por imersão: estudo de caso em uma Unidade de Alimentação e Nutrição**. 2007, 87f. Projeto de pesquisa e artigo científico original (Mestrado em Alimentos, Nutrição e Saúde) – Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2007.

ORNELLAS L. **Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos**. 7. ed., São Paulo: Atheneu, 2001. 276 p.

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? **Alimentação e Nutrição**, v. 21, n.1, p. 47-55, 2010.

PAUL, S.; MITTAL, G. S. Regulating the use of degraded oil/fat in deep-fat/oil food frying. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 37, n. 7, p. 635-662, 1997.

PEREDA, J. A. O.; RODRIGUEZ, M. I. C.; ALVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MIGUILLON, G. D. G. F.; PERALES, L. L. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de Alimentos** – Componentes dos alimentos e processos, v. 1, Porto Alegre: Artmed, 2005. 294p.

PINTO, E. P.; BORGES, C. D.; TEIXEIRA, A. M.; ZAMBIAZI, R. Z. Características da batata frita em óleos com diferentes graus de insaturação. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 21, n. 2, p. 293-302, 2003.

REIS, L. S.; GONÇALVES, E. C. B. A.; MARIN, V. A. O perigo dos alimentos contendo amido. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 32, n. 1, p. 151-161, 2014.

RIOS, H. C. S.; PEREIRA, I. R. O; ABREU, E. S. Avaliação da oxidação de óleos, gorduras e azeites comestíveis em processo de fritura. **Revista Ciência & Saúde**, v. 6, n. 2, p. 118-126, 2013.

SANIBAL, E. A. A.; MANCINI-FILHO, J. Alterações físicas, químicas e nutricionais de óleos submetidos ao processo de fritura. **Food Ingredient South American**, v. 18, p. 64-71, 2002.

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

SEAMAN, V. Y.; BENNETT, D. H.; CAHILL, T. M. Indoor acrolein emission and decay rates resulting from domestic cooking events. **Atmospheric Environment**, v. 43, n. 39, p. 6199-6204, 2009.

SOUZA, T. C. **Alimentos: propriedades físico-químicas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2001. 240 p.

TAREKE, E.; RYDBERG, P.; KARLSSON, P.; ERIKSSON, S.; TORNQYST, M. Acrylamide: A Cooking Carcinogen? **Chemical Research Toxicology**, v. 13, n. 6, p. 517-522, 2000.

TAVARES, M.; GONZALEZ, E.; SILVA, M. L. P.; BARSOTTI, R. C. F.; KUMAGAI, R. C. F.; CARUSO, E. E.; CARUSO, M. S. F.; PIMENTEL, S. A.; RUVIERI, V.; SOUZA, D. L. Avaliação da qualidade de óleos e gorduras utilizados para fritura no comércio da região metropolitana da Baixada Santista, estado de São Paulo. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 40-44, 2007.

TEIXEIRA, S. M. F. G.; OLIVEIRA, Z. M. C.; REGO, J. C.; BISCONTINI, M. B. **Administração Aplicada às Unidades de Alimentação e Nutrição**. São Paulo: Atheneu, 2004. 219 p.

VARLET, V.; PROST, C.; SEROT, T. Analytical, nutritional and clinical methods volatile aldehydes in smoked fish: methods, occurrence and mechanisms of formation. **Food Chemistry**, v. 105, p. 1536-1556, 2007.

VERGARA, P.; WALLY, A. P.; PESTANA, V. R.; BASTOS, C.; ZAMBIAZI, R. C. 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, 2006.

WHITE, P. J. Métodos para medir los cambios en los aceites de fritura por inmersión en grasas. **Alimentaria**, n. 9, p. 81-87, 1991.

WITSCHINSKI, F.; GHISLENI, C. P.; VALDUGA, E. 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, 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de Autorização Insitucional



Universidade Federal
de Campina Grande

CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE
UNIDADE ACADÊMICA DE SAÚDE
CURSO DE BACHARELADO EM NUTRIÇÃO

À Coordenação do Setor de Nutrição e Dietética – HUAC/UFCG

Nut. Sandra Regina Dantas Baia

TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

O Curso de Bacharelado em Nutrição do Centro de Educação e Saúde da UFCG, *campus* Cuité, tem buscado propiciar um aperfeiçoamento contínuo na formação acadêmica de seus discentes, envolvendo-os em atividades de ensino, pesquisa e extensão. Neste sentido, a aluna **GABRIELA LUCAS PEDRO DE LUCENA**, matrícula nº 509120201, realizará uma pesquisa intitulada: **“AVALIAÇÃO DE ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS NO ÓLEO VEGETAL SUBMETIDO AO PROCESSO DE FRITURA EM UMA UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO HOSPITALAR”**, a qual será desenvolvida sob a orientação do Professor Jefferson Carneiro de Barros. O objetivo desta pesquisa é analisar as alterações físico-químicas sofridas pelo óleo vegetal submetido ao processo de fritura e, para isto, necessitamos coletar dados que subsidiem este estudo junto ao Setor de Nutrição e Dietética desta Instituição. Sua participação nesta pesquisa consistirá em permitir o acesso da pesquisadora discente aos ambientes de trabalho para coleta de amostras. Ressaltamos que as informações obtidas na presente pesquisa serão confidenciais e farão parte do banco de dados de um trabalho de conclusão de curso, podendo ser divulgadas em eventos científicos, periódicos e outros meios, tanto a nível nacional quanto internacional, estando assegurado o anonimato e a privacidade dos participantes e da Instituição. Os pesquisadores* estarão à disposição para quaisquer esclarecimentos que considere necessários em qualquer etapa da pesquisa.

Declaro que fui devidamente esclarecido(a) sobre os propósitos da pesquisa e autorizo sua realização no setor de Nutrição e Dietética desta Instituição, bem como a publicação dos resultados obtidos no presente estudo. Estou ciente que receberei uma cópia desse documento assinado por mim e pelos pesquisadores.

Cuité, 30 / 06 / 2014

Sandra Regina D. Bica
~~Sandra Regina D. Bica~~
Sandra Regina Dantas Bica
Assinatura do Participante da Pesquisa
ou Responsável Legal

Jefferson

Prof. Jefferson Carneiro de Barros
(Pesquisador responsável)

Gabriela Lucas Pedro de Lucena

Gabriela Lucas Pedro de Lucena
(Pesquisador discente participante)

*Contato com o Pesquisador (a) Responsável:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para o Pesquisador Jefferson Carneiro de Barros

Endereço (Trabalho): Universidade Federal de Campina Grande - *campus* Cuité, Centro de Educação e Saúde / Unidade Acadêmica de Saúde. Endereço: Olho D'Água da Bica, s/ nº - Cuité/PB. CEP: 58175-000 / PB - Brasil.

Telefone: (83) 3372-1948 // (83) 9922-0115 // e-mail: jefbarros@ig.com.br

APÊNDICE B – Lista de Verificação das boas práticas para óleo vegetal



Universidade Federal
de Campina Grande

CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE
UNIDADE ACADÊMICA DE SAÚDE

CURSO DE BACHARELADO
EM NUTRIÇÃO

LISTA DE VERIFICAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS PARA ÓLEO VEGETAL

Itens de avaliação das BP	S	N	NA	Não conformidade / Aspectos observados
• Temperatura empregada				
1. Realização do controle da temperatura no processo de fritura?				
2. Temperatura mantida dentro do recomendado para o tipo de procedimento (≤ 180 °C)?				
• Método de Fritura				
3. Há preocupação com o método de fritura empregado?				
4. Há preocupação com o tempo empregado para o processo de fritura?				
5. Há preferência pelo método de fritura contínuo (longo período) ao invés do intermitente (curto período)?				
• Técnicas de fritura				
6. O serviço adota técnicas adequadas para o processo de fritura?				
7. Há preocupação em manter os recipientes com óleo quente parcialmente tampados antes do início de novo processo de fritura para evitar exposição ao oxigênio?				
8. Durante o processo de fritura ocorre mistura de óleo novo com óleo aquecido?				
• Condições de Armazenamento				
9. Os óleos vegetais quando não utilizados na fritura são acondicionados em recipientes				

fechados?				
10. O local destinado à guarda do recipientes com óleo vegetal é protegido da incidência de luz e do calor?				
11. Quando os intervalos de tempo de uso do óleo são longos, os recipientes são mantidos sob temperatura de refrigeração para prolongar a vida de prateleira?				
• Condições de Uso				
12. O óleo utilizado no processo de fritura é reaproveitado pelo serviço?				
13. Em caso de reaproveitamento, é realizada sua filtração para remoção de impurezas antes do acondicionamento?				
14. É utilizado pelo serviço algum parâmetro organoléptico e/ou sensorial para o descarte do óleo de fritura?				
15. Os utensílios utilizados pelo serviço para o processo de fritura possuem cantos arredondados que impedem o acúmulo de resíduos?				
16. Os utensílios utilizados no processo de fritura pelo serviço são de material resistente, não contaminante e não oxidativo (exceto cobre e o ferro)?				
17. Quando descartado, o óleo tem destinação adequada pelo serviço?				
18. O serviço dispõe de alguma coleta seletiva para o recolhimento do óleo?				
Observações:				

Legenda: S (Sim); N (Não); NA (Não se Aplica)

Fonte: Adaptado do Informe Técnico nº 11, de 5 de outubro de 2004 da Anvisa (BRASIL, 2004) e de Saccol et al. (2006).