



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

MARIA DE FÁTIMA MARTINS VASCONCELOS

CARACTERIZAÇÃO DO LIPÍDIO EXTRAÍDO
ARTESANALMENTE DA PELE DE FRANGO

São Cristóvão, SE

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

MARIA DE FÁTIMA MARTINS VASCONCELOS

CARACTERIZAÇÃO DO LIPÍDIO EXTRAÍDO ARTESANALMENTE DA PELE DE FRANGO

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de
Alimentos como requisito à obtenção do
título de Mestre em Ciência e Tecnologia de
Alimentos

Orientadora: Profa. Dra. Alessandra
Almeida Castro Pagani

São Cristóvão, SE

2021

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

V331c Vasconcelos, Maria de Fátima Martins.
Caracterização do lipídio extraído artesanalmente da pele de frango / Maria de Fátima Martins Vasconcelos ; orientadora Alessandra Almeida Castro Pagani. – São Cristóvão, SE, 2021.
55 f. : il.

Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)
– Universidade Federal de Sergipe, 2021.

1. Frango de corte. 2. Resíduos. 3. Reaproveitamento (Sobras, refugos, etc). 4. Ácidos graxos. 5. Triglicerídeos. I. Pagani, Alessandra Almeida Castro, orient. II. Título.

CDU 636.52/.58

São Cristóvão, SE

2021

MARIA DE FÁTIMA MARTINS VASCONCELOS

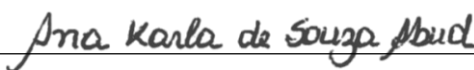
**CARACTERIZAÇÃO DO LIPÍDIO EXTRAÍDO
ARTESANALMENTE DA PELE DE FRANGO**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de
Alimentos como requisito à obtenção do
título de Mestre em Ciência e Tecnologia de
Alimentos

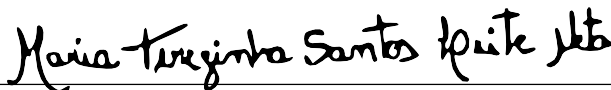
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Alessandra Almeida Castro Pagani
Orientadora/PROCTA-UFS



Profa. Dra. Ana Karla de Souza Abud
Examinadora/UFS



Profa. Dra. Maria Terezinha Santos Leite Neta
Examinadora/PROCTA-UFS

São Cristóvão, SE

2021

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por toda proteção durante a jornada no mestrado, e por ter realizado mais um sonho, sem o SENHOR, nada posso fazer. Obrigada meu Pai!

A minha orientadora, professora Dra. Alessandra Almeida Castro Pagani por acitar conduzir o meu trabalho de pesquisa e pelo incentivo e dedicação do seu escasso tempo. Muito obrigada!

As professoras, Dra. Ana Karla de Souza Abud e Dra. Maria Terezinha Santos Leite Neta pela contribuição de conhecimento.

A minha amiga M.Sc. Elizabete de Santana Silva por toda compreensão e apoio, muito obrigada!

A Julite técnica do LAF e Celeste Técnica DTA por todo apoio nas realizações das análises.

A minha família, meu esposo Rodrigo e meu filho Rodriguinho pela compreensão e amor. Amo vocês!

Agradeço ao meu pai Carlos Henrique que já não está entre nós, a minha mãe Rose Mary e aos meus irmãos Carolina e José Henrique por terem acreditado em mim. Amo vocês!

A minha amiga Griziele Oliveira, por todo companheirismo e ajuda, muito obrigada!

A UFS pelo PROCTA, e a todos que são responsáveis pelo programa.

A os açougues em Aracaju –SE, que disponibilizou as amostras de pele de frango.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001,

OBRIGADA!

VASCONCELOS, M. F. M. Caracterização do lipídeo extraído artesanalmente da pele de frango. [Dissertação]. São Cristóvão: Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe; 2021.

RESUMO

O frango é um produto cárneo economicamente acessível, muito comercializado, com inúmeros subprodutos dentro da área alimentícia. A sua cadeia produtiva, que compreende desde a criação até a comercialização, gera uma grande quantidade de material residual, podendo a maior parte desse material ser aproveitada em outras atividades, contribuindo para a sustentabilidade e a manutenção do ecossistema. Como exemplo, citam-se os resíduos oriundos da produção do frango de corte, uma das principais formas de comercialização do frango no mundo, onde se destacam a pele de frango, que contém em sua composição a presença de lipídios, importantes para estudos fisiológicos, nutricionais e físico-químicos e presentes em alguns alimentos. Na literatura, alguns trabalhos relatam que o perfil lipídico dos frangos os ácidos graxos insaturados estão em maior quantidade, principalmente quando comparados com outras gorduras de origem animal, como a bovina e suína. Assim, o objetivo do presente estudo foi realizar a obtenção artesanal do lipídio extraído da pele de frango, e caracterizá-lo através de análises de acidez, índice de refração, umidade, cor, verificação da composição química através de espectros de reflexão total atenuada no infravermelho com transformada de Fourier (ATR-FTIR) e quantificação do perfil de ácidos graxos por cromatografia gasosa e espectrometria de massa. As amostras que foram utilizadas para análises, foram separadas e denominadas como: OFSC (*in natura*), OFCC1 (fritura de pele de frango) e OFCC20 (vinte processos de cocções consecutivos sem adição de alimento), onde a OFCC20, foi utilizada apenas para a análise que foi efetuada por cromatografia gasosa. Nas amostras OFSC e OFCC1 não foram encontradas diferenças significativas nos resultados de acidez, índice de refração e cor, e os dados obtidos estiveram dentro dos limites determinados nas instruções normativas. Já para o parâmetro de umidade, as amostras OFSC e OFCC1 diferiram significativamente, o que pode ter ocorrido devido ao processo de fritura, reduzindo o seu teor em função do aquecimento e evaporação da água. As análises realizadas pelo FTIR resultaram em bandas de absorção que indicavam a presença de ácidos graxos monoinsaturados, nas seguintes frequências de absorção

representava a presença de ésteres, e nenhuma banda de absorção esteve presente referente a oxidação lipídica. Nas análises de cromatografia gasosa, o perfil dos ácidos graxos monoinsaturados se mostrou em maior quantidade em comparação aos ácidos saturados, destacando-se o ômega-9, e, também, esteve presente os poli-insaturados, ômega-6 e ômega-3. Nos íons totais para os ésteres metílicos de ácidos graxos, os picos referentes às três amostras indicaram que OFCC1 e OFCC20 não sofreram diminuição dos insaturados, enquanto os saturados mantiveram-se estáveis, não apontando degradação devido ao processo de fritura. Na Análise de Componentes Principais (ACP), as amostras apresentaram monoinsaturados, poli-insaturados e ácidos saturados. As amostras OFCC1 e OFCC20, referente ao processo de fritura e aquecimento sucessivos, demonstraram boa estabilidade oxidativa devido à ausência de alterações em sua composição lipídica, recorrentes em óleos que sofrem processamento de fritura. Além disso, a presença de ômega 9, 6 e 3 no lipídio extraído da pele de frango é um dos principais pontos positivos para o seu consumo.

Palavras-chave: Pele de frango. Reaproveitamento de resíduo. Parâmetros de qualidade. Triglicerídeos. Ácidos graxos.

VASCONCELOS, M. F. M. CARACTERIZAÇÃO DO LIPÍDEO EXTRAÍDO ARTESANALMENTE DA PELE DE FRANGO. [Dissertação]. São Cristóvão: Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe, 2021.

ABSTRACT

Chicken is an economically accessible meat product, very commercialized, with numerous by-products within the food area. Its production chain, which ranges from creation to marketing, generates a large amount of waste material, and most of this material can be used in other activities, contributing to the sustainability and maintenance of the ecosystem. As an example, we mention the residues from the production of broiler chicken, one of the main ways of marketing chicken in the world, where chicken skin stands out, which contains in its composition the presence of lipids, important for physiological studies, nutritional and physicochemical and present in some foods. In the literature, some studies report that the lipid profile of chickens and unsaturated fatty acids are in greater quantity, especially when compared to other animal fats, such as beef and pork. Thus, the aim of this study was to carry out the artisanal obtainment of the lipid extracted from the skin of chicken, and characterize it through analysis of acidity, refractive index, moisture, color, verification of the chemical composition through attenuated total reflection spectra in the Fourier transform infrared (ATR-FTIR) and quantification of fatty acid profile by gas chromatography and mass spectrometry. The samples that were used for analysis were separated and named as: OFSC (in natura), OFCC1 (chicken skin frying) and OFCC20 (twenty consecutive cooking processes without adding food), where OFCC20 was used only for the analysis was carried out by gas chromatography. In the OFSC and OFCC1 samples, no significant differences were found in the acidity, refractive index and color results, and the data obtained were within the limits determined in the normative instructions. As for the moisture parameter, the OFSC and OFCC1 samples differed significantly, which may have occurred due to the frying process, reducing its content as a function of water heating and evaporation. The analyzes performed by FTIR resulted in absorption bands that indicated the presence of monounsaturated fatty acids, in the following absorption frequencies it represented the presence of esters, and no absorption band was present referring to lipid oxidation. In gas

chromatography analyses, the profile of monounsaturated fatty acids was shown to be in greater quantity compared to saturated acids, especially omega-9, and polyunsaturated, omega-6 and omega-3 were also present. In the total ions for the fatty acid methyl esters, the peaks for the three samples indicated that OFCC1 and OFCC20 did not suffer a decrease in unsaturated ones, while the saturated ones remained stable, not showing degradation due to the frying process. In the Principal Component Analysis (PCA), the samples showed monounsaturated, polyunsaturated and saturated acids. Samples OFCC1 and OFCC20, referring to the successive frying and heating process, demonstrated good oxidative stability due to the absence of changes in their lipid composition, which are recurrent in oils that undergo frying processing. In addition, the presence of omega 9, 6 and 3 in the lipid extracted from chicken skin is one of the main positive points for its consumption.

Keywords: Chicken skin. Reuse of waste. Quality parameters. Triglycerides. Fatty acids.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma da cadeia produtiva de frangos;.....	15
Figura 2 - Evolução relativa da receita cambial segundo o mix exportador de carne de frango 2014 a 2020	16
Figura 3 - Abate de frango no Brasil.....	17
Figura 4 - Fluxograma das etapas do abate de frango até a expedição;	18
Figura 5 - Nomenclatura da reação de formação do triglicerídeo a partir de três ácidos graxos e uma glicerina	21
Figura 6 - Principais ácidos graxos saturados e insaturados presentes na natureza.....	21
Figura 7 - Imagens de pele de frango frita comercializadas em alguns países	23
Figura 8 - Fluxograma de extração artesanal do óleo da pele de frango.....	26
Figura 9 - Óleos após a extração e cocção	27
Figura 10 - Espectros de transmitância FTIR das amostras do óleo extraído da pele de frango, representado o Espectro de absorbância, a letra (A) o óleo in natura e (B) o óleo após a cocção.....	33
Figura 11 - Espectros de transmitância FTIR de amostras do óleo extraído da pele de frango, representado o Espectro de absorbância das duas amostras, in natura e após a fritura.....	34
Figura 12 - Gráfico de escores (A) e carregamentos (B) da ACP gerados com os dados de composição de ácidos graxos do óleo de frango extraído de resíduos de abate e submetidos ao processo de fritura.....	38

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Definição das etapas do abate de frango	19
Quadro 2 - Resíduos provenientes dos abates de frango.....	20
Tabela 1 - Comparação de ácidos graxos em óleos para fritura, óleo vegetal, óleo da pele de frango e gordura de frango	24
Tabela 2 - Composição físico-química das amostras de óleo extraído da pele de frango	30
Tabela 3 - Análise de cor do óleo extraído artesanalmente com processo de aquecimento, in natura e com processo de fritura.....	31
Tabela 4 - Perfil de ácidos graxos; OFSC, óleo de frango sem aquecimento; OFCC1, óleo de frango após aquecimento; OFCC20, óleo de frango após 20 aquecimentos sucessivos	35
Tabela 5 - Porcentagem do perfil dos ácidos graxos das amostras OFSC (in natura) e alguns óleos vegetais frescos.....	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	Frango	14
2.2	Comercialização do frango	15
2.3	Abate de frango.....	16
2.4	Resíduos do abate de frango	20
2.5	Composição lipídica do frango	20
2.5.1	Óleo de frango	22
2.5.2	Pele de frango.....	23
3	OBJETIVOS.....	25
3.1	Objetivo geral.....	25
3.2	Objetivo Específicos.....	25
4	MATERIAIS E MÉTODOS	26
4.1	Obtenção da amostra	26
4.2	Separação das amostras.....	27
4.3	Caracterização físico-química	27
4.4	Cor.....	28
4.5	ATR-FTIR.....	28
4.6	Caracterização dos ácidos graxos por GC/EM do óleo extraído da pele de frango.....	28
4.7	Análises Estatísticas	29
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
5.1	Caracterização físico-química	30
5.2	Análise de cor do óleo da pele de frango	31
5.3	32	
5.4	Análise das amostras de óleo de frango por espectros de reflexão total atenuada no infravermelho com transformada de Fourier (ATR-FTIR)	32
5.5	Análise do perfil de ácidos graxos do óleo da pele de frango por GC/EM	34
6	CONCLUSÃO	42
7	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	42
	REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

A avicultura, nos últimos, anos está se tornando um dos principais subsetores agrícolas dentro da economia mundial. Sua importância é devido ao crescimento populacional, que busca proteína de qualidade a preço acessível (JIANG, 2018; ALAGAWANY *et al.*, 2019).

O frango de corte é uma das aves que estão em destaque na avicultura. Esse nome é dado às aves porque serão levadas ao abate com o objetivo de serem comercializadas. O frango é um produto cárneo que contém vitaminas do complexo B, sais minerais, ferro e fibras. Sua carne é popularmente conhecida como branca e sua qualidade está atribuída à aparência, textura e palatabilidade (TACO, 2011; ZHENJIE *et al.*, 2015; MARCINKOWSKA-LESIAK *et al.*, 2016 KONIECZKA *et al.*, 2017).

O ciclo de vida dessas aves é composto por um crescimento rápido e alta eficiência alimentar, fator que favorece a produção de aves para abate (YING *et al.*, 2017). Devido à alta taxa de produção, o abate de frango torna-se responsável por uma grande quantidade de resíduos gerados durante as etapas de processamento. E, na cadeia de produção de frango há algumas situações indesejáveis correlacionados ao mal descarte, que consequentemente podem agredir diretamente na conservação da biodiversidade, fertilidade dos solos, qualidade dos recursos hídricos dentre outros. (PJ GERBER *et al.*, 2013; GARCIA *et al.*, 2014; HOLANDA *et al.*, 2014; SKUNCA *et al.*, 2018).

Os resíduos gerados que são descartados inadequadamente através de agroindústrias, abatedouros e aviculturas já se tornaram uma questão incontrolável, que só vem aumentando a poluição, além de ser visto como desperdício, já que esses materiais podem ser utilizados como matéria-prima renovável (HANAFI *et al.*, 2016), nas quais podem ser aproveitados os benefícios contidos em seus compostos orgânicos, ricos em nutrientes (PRUDÊNCIO 2014; CHEN *et al.*, 2016; JUNGA *et al.*, 2017; OLIVEIRA, 2018).

Dentre os principais resíduos do frango, a pele é uma das porções residuais de sua carcaça, que serve como opção viável de sustentabilidade, podendo contribuir para diversos aspectos de utilização e reaproveitamento, principalmente quando incorporada à tecnologia industrial de alimentos (LEE; FOGLIA, 2000; FARMANI; CHEN., 2016; SANTHI; DHANASEKAR, 2020).

A pele de frango pode ser utilizada para o consumo humano, uma vez que esse material residual não tem restrições contra ao seu uso e sua utilização já é realizada nas

indústrias de alimentos (KIM *et al.*, 2015; LIMA *et al.*, 2020). A pele também pode ser utilizada para a produção de óleo de frango, tecnologia já é existente, e sua extração é realizada através de diversas partes do animal para o uso da produção de biodiesel (TOMIELLO, 2014; NATARAJ *et al.*, 2015; CESUR, 2016). No entanto, não existe na literatura a extração do óleo de frango feita apenas com a sua pele.

Apesar de não existirem estudos com óleo de frango oriundo da sua pele, como óleo comestível, este óleo já é aplicado popularmente na alimentação. Os óleos comestíveis, são aqueles que em sua composição possui mais ácidos graxos insaturados, com a presença dos monoinsaturados e poli-insaturados, nos quais, os óleos vegetais são esses lipídeos que se adequam a legislação vigente para o consumo humano (YANG DAN *et al.*, 2020). Os poli-insaturados são os ácidos graxos essenciais, e devem estar incluídos na dieta humana do ponto de vista nutricional, sendo um dos principais componentes dos óleos vegetais (PETERSEN *et al.*, 2013).

Diante deste exposto, nota-se que a pele residual de frango pode ser uma opção viável para produzir óleo para consumo e processamento de cocção. Com base em alguns estudos que já abordaram a composição lipídica do frango, verifica-se que o frango em si contém ácidos graxos essenciais (ômega-3 e ômega -9), e essas características são influenciadas e aprimoradas através das dietas aviárias (DALZIEL *et al.*, 2015; YANG *et al.*, 2015; YIN *et al.*, 2016; FARIA, 2019). Em vista disso, se faz necessário também a realização de outros estudos que visem a caracterização física e química do óleo extraído da pele de frango para uma melhor definição, e maior garantia de segurança quanto ao seu uso na alimentação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Frango

O frango é um contexto culinário especificamente utilizado a todas raças de aves do tipo galinha e, por conta da sua diversidade, não existe um nome científico que intitule a todos estes animais (DORJI; SUNAR, 2014). Na definição de gênero, os galos ou galinhas, quando não estão em sua maturidade sexual, são chamados de pinto e, após 21 dias, são chamados de frangos (CICONELLO, 2018).

As galinhas estão entre os animais domésticos mais abundantes e amplamente disseminados mundialmente (LAWLER, 2014). No passado, os frangos de corte com seleções genéticas tinham em seu crescimento anormalidades esqueléticas, aumento de adiposidade, problemas no metabolismo e distúrbios em sua reprodução (CHAMBERS JR, 1990).

No Sudeste da Ásia, na cidade de Maresha, os frangos sofreram modificações, como as das aves da selva vermelha (*Gallus gallus*), através da sua faixa comercial asiática, que provavelmente iniciou-se no Sul, entre os séculos II e IV a.C., bem antes das aves se tornarem comum em toda a Europa (XIANG *et al.*, 2015).

Na África, as galinhas domésticas desempenham um papel importante na constituição genética das aves, contribuindo com a sua característica de acordo com o seu espaço geográfico, e as rotas comerciais antigas misturaram as suas espécies com outros continentes (OSMAN *et al.*, 2016; BETTRIDGE *et al.*, 2018).

Na China, os frangos nativos apresentam uma taxa de crescimento mais lenta, possuem disposição maior de gorduras subcutâneas e intramuscular para melhorar o sabor da carne. Esse tipo de frango é mais palatável quando comparado aos geneticamente melhorados e de crescimento rápido (WANG *et al.*, 2017; FENG *et al.*, 2018).

No Brasil, as aves foram descobertas pelos portugueses através da citação da carta de Pero Vaz de Caminha e, também, por conta da frota de Gonçalo Coelho, que em 1502 trouxe matrizes de aves diferentes para o país (ABPA, 2019).

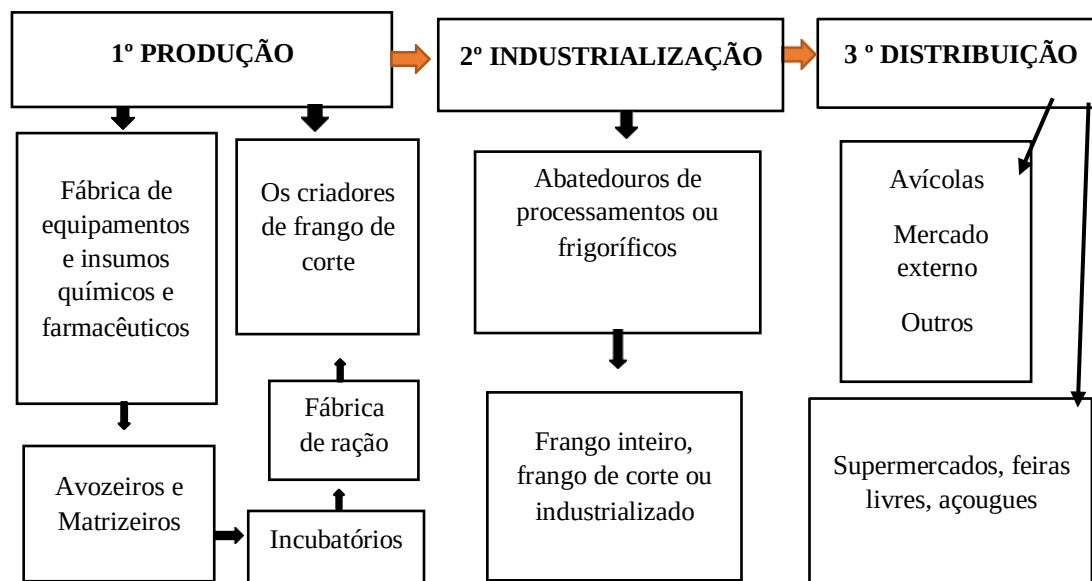
Essas aves, durante milhares de anos, foram utilizadas para diversas finalidades, dupla utilidade (ovos, carnes) e confinamentos de culturas simbólicas e sócias (LEE *et al.*, 2015). Atualmente, o aprimoramento genético das aves ajudou muito na evolução do frango, fazendo com que o animal melhore principalmente em todos os seus aspectos de qualidade (EMBRAPA, 2019).

2.2 Comercialização do frango

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a comercialização do frango é responsável por 80% do acréscimo de produtividade da agropecuária brasileira. O comércio do frango vem se expandindo cada vez mais devido à grande variedade de produtos originados através de sua carne e pela ausência de tabus religiosos (SANTHI *et al.*, 2020). A carne de frango é vendida em diversos estabelecimentos, como açougues, mercearias, supermercados e feiras livres (YANG *et al.*, 2015; PUCHALA;UTNIK-BANASÍ, 2015).

A cadeia produtiva do frango é construída por etapas que respeitam a integridade física do animal para evitar índices de condenação parcial ou total da carcaça (SCHILLING, 2014). A Figura 1 representa o fluxograma da cadeia produtiva do frango.

Figura 1 - Fluxograma da cadeia produtiva de frangos;



Fonte: SCHMIDT & CHRISTIAN (2018).

Um dos aspectos mais importantes da comercialização do frango é entender como funciona a cadeia produtiva e, em seguida, colocar em prática as funções que se adequam melhor ao perfil do produtor para colaborar em seu crescimento econômico e social (MARCINKOWSKA-LESIK *et al.*, 2016; POPOVA *et al.*, 2016).

Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), a produção brasileira de carne de frango, no ano de 2015, totalizou o montante de 13,146 milhões de

toneladas comercializadas, aumentando esse valor em 2019 para 22,39 milhões de toneladas (AVISITE, 2020).

O cenário cambial (mercado externo), em 2020, obteve pela primeira vez um aumento na comercialização de frango de corte, ficando acima de 70% da receita cambial total. O mais próximo dessa posição foi julho de 2018. Em janeiro de 2020, o índice subiu para aproximadamente 72%, tendo um recuo nos dois meses seguintes, mas permanecendo ao redor de 70% (AVISITE, 2020). A Figura 2 demonstra o gráfico que apresenta a comercialização pela receita cambial.

Figura 2 - Evolução relativa da receita cambial segundo o mix exportador de carne de frango 2014 a 2020



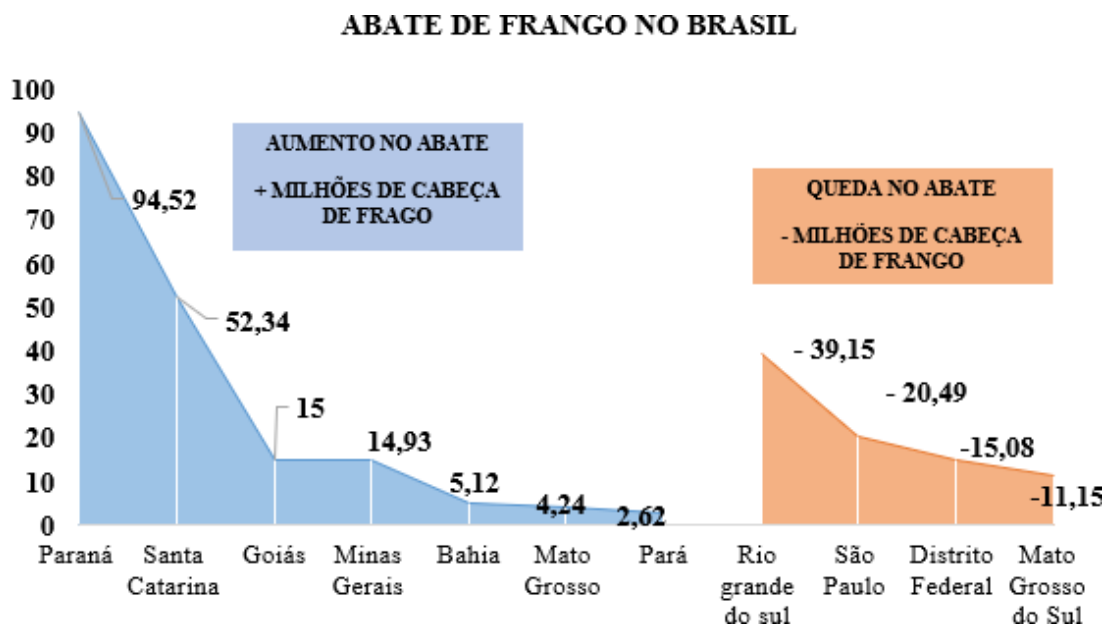
Fonte: AVISITE (2020)

As exportações brasileiras de carne de frango em 2020 completaram 45 anos de embarque e obtiveram grandes estabilidades que permaneceram estáveis desde 2015 (AVISITE, 2020).

2.3 Abate de frango

No Brasil, no ano de 2019, cerca de 5,81 bilhões de frangos foram abatidos, a primeira alta desde o ano 2016. Esse aumento ocorreu no Paraná, em Santa Catarina, em Goiás, em Minas Gerais, na Bahia, no Mato Grosso e no Pará, enquanto no Rio Grande do Sul, em São Paulo, no Distrito Federal e no Mato Grosso do Sul houve uma queda, como mostra a Figura 3 (IBGE, 2020).

Figura 3 - Abate de frango no Brasil



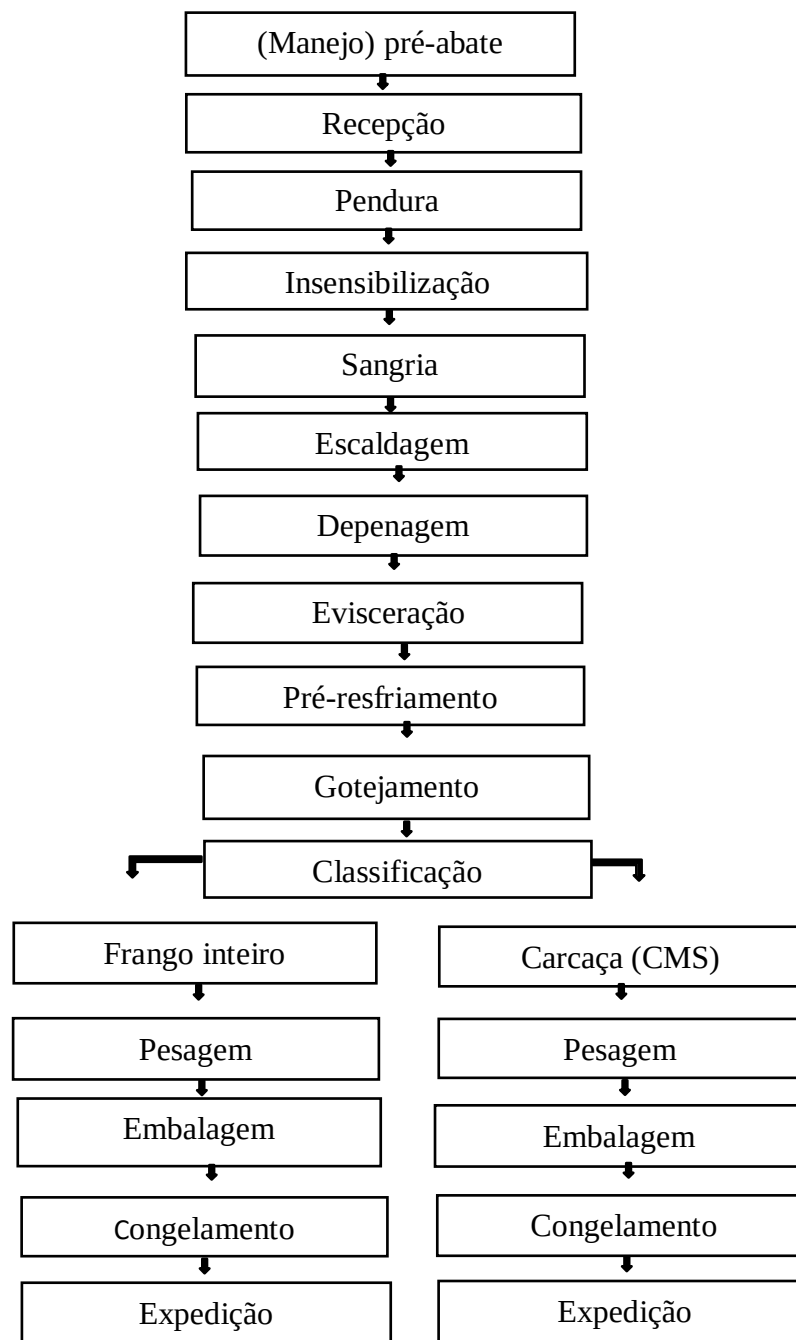
Fonte: Adaptado do IBGE (2020)

No Estado de Sergipe, o abate de frango em 2019 teve um acréscimo de 266 mil para 380 mil cabeças. Já no Brasil, como um todo, de acordo com os dados completos do primeiro trimestre de 2021, há relatos de que 1,55 bilhões de cabeças de frango foram abatidas (IBGE, 2021).

O abate de aves consiste em doze etapas, com medidas preventivas e baseadas na Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), que é programa baseado em princípios técnicos e científicos que garante a segurança do alimento (ALTHAUS; ZWEIFEL, 2017). Tais etapas estão representadas na Figura 4.

A Portaria nº 62, de 10 de maio de 2018, determina o regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, que dispõem de métodos humanitários que possuem a finalidade de evitar a dor e sofrimento, desnecessários durante o processo do abate (BRASIL, 2018). O Quadro1 define as etapas do processo para o abate de frango.

Figura 4 - Fluxograma das etapas do abate de frango até a expedição;



Fonte: SCHILLING (2014).

Quadro 1 - Definição das etapas do abate de frango

ETAPAS DO ABATE	DEFINIÇÃO DA ETAPA
MANEJO	Trata-se do processo iniciado após a etapa da criação, em relação a retirada da ração, até o abate da ave.
RECEPÇÃO	É uma etapa importante, onde deve-se proceder de forma rápida e eficaz, evitando o estresse do pré-abate. O ambiente para a recepção deve estar bem ventilado para garantir o bem-estar das aves.
PENDURA	Etapa em que a ave é pendurada pelas pernas em equipamento automático, para não causar traumas nem lesões, que desqualifiquem a carne do frango.
INSENSIBILIZAÇÃO	Processo que dura 7 segundos, e que pode ser realizado pela técnica do gás ou eletronarcose.
SANGRIA	Processo que dura no máximo 3 minutos, onde o animal tem as veias jugulares cortadas.
ESCALDAGEM	Dura entorno 2 minutos, em temperatura de 52 °C, para o afrouxamento das penas, e, também, auxilia na diminuição da carga microbiana da superfície da carcaça.
DEPENAGEM	Processo mecânico e acabamento manual, com o intuito de não danificar a carcaça.
LAVAGEM	Processos onde as aves são lavadas em chuveiros de aspersão.
EVISCERAÇÃO	É a realização do corte da cloaca e a abertura do abdome, para que as vísceras sejam expostas, examinadas e separadas.
PRÉ-RESFRIAMENTO	O frango fica em temperatura de aproximadamente 0,5 °C. Nessa etapa a carne de frango absorve água com porcentagem máxima de 8 %.
GOTEJAMENTO	As aves são suspensas pelo pescoço, coxa ou asa por alguns minutos para a remoção máxima da água absorvida na etapa do pré-resfriamento.
CLASSIFICAÇÃO	Processo onde os frangos são classificados como inteiros, em partes ou CMS.

FONTE: (SCHILLING, 2014; LÓPEZ – ANDRÉS et al., 2018).

Os frangos são abatidos de acordo com sua idade, em torno de 42 dias de vida. No entanto este procedimento é de livre escolha do avicultor (SCHMIDT; SILVA, 2018).

2.4 Resíduos do abate de frango

Os resíduos do abate de frango estão associados a todas as etapas da produção e não devem ser vistos como um descarte qualquer, mas como uma opção viável para minimizar alguns impactos ambientais (PRUDÊNCIO *et al.*, 2014; OLIVEIRA, 2018). O Quadro 2, exemplifica formas de aproveitamento dos resíduos de frango.

Quadro 2 - Resíduos provenientes dos abates de frango

RESÍDUOS DE FRANGO	UTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS	REFERÊNCIAS
Lodo de flotação	Tratamento residual	Damaceno <i>et al.</i> (2019)
Estercos e cama de frango	Fertilizantes	Junga <i>et al.</i> (2017)
Ossos	Farinhas para ração animal	Tomiello (2014) Wang <i>et al.</i> (2016).
Carne mecanicamente desossada e gordura residual	Gelatina, emulsificantes, óleos básicos, salsichas, mortadelas, etc.	Rafieian <i>et al.</i> (2015) WEI CHAOKUN <i>et al.</i> (2018).
Pele de frango	Embutido, produção de banhas e óleos	Tomiello, (2014) Farmani & Rostammiri (2015) Hack-Youn <i>et al.</i> (2015) Ciconello (2018)

Fonte: Elaboração da autora, 2020

Todos os resíduos gerados na produção de frango são formados através do uso da água, energia, ração, produtos químicos, materiais de embalagens e a mão de obra dos trabalhadores (GARCÍA *et al.*, 2014; WANG *et al.*, 2017).

Todas as etapas do processamento precisam estar aptas a sistemas de recursos apropriados para um aproveitamento de todas as partes da produção (TORRETTA *et al.*, 2013 ; SILVA *et al.*, 2014; GARCÍA *et al.*, 2014 ; KALHOR *et al.*, 2016; CESARI *et al.*, 2017; JUNG *et al.*, 2017).

2.5 Composição lipídica do frango

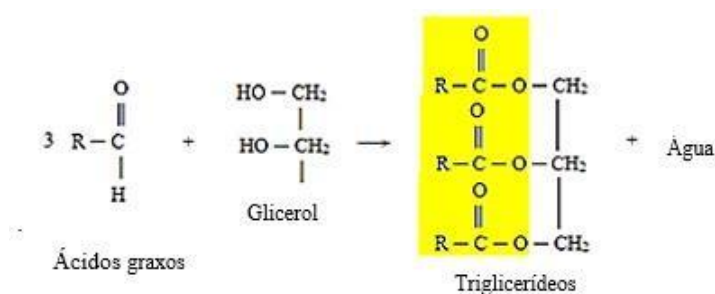
O frango contém mais ácidos graxos insaturados em sua composição, quando comparado com algumas carnes vermelhas. Os ácidos graxos são importantes, por serem

responsáveis por diversos papéis no organismo e essenciais para a dieta e o metabolismo humano (FARIA, 2019).

Os lipídeos são um grupo de diversas substâncias orgânicas, macromoléculas hidrofóbicas os quais se incluem os óleos, as ceras, as gorduras, os esteroides, entre outros. E podem ser classificados como simples, compostos e derivados (LI *et al.*, 2016).

Os lipídios, especificamente os óleos e as gorduras, são conhecidos como triglicerídeos e formados pela união de três ácidos graxos a uma molécula de glicerol, onde as três hidroxilas (O-H) se ligam aos radicais carboxílicos dos ácidos graxos (DALZIEL *et al.*, 2015; FENNEMA, 2018). Na Figura 5 encontra-se a representação da reação de formação dos triglicerídeos.

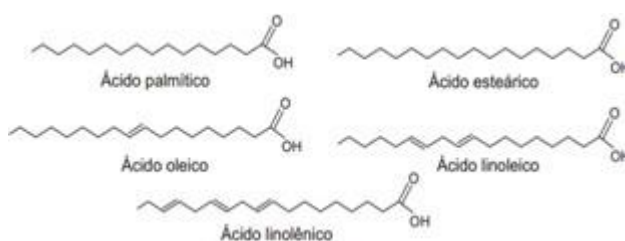
Figura 5 - Nomenclatura da reação de formação do triglicerídeo a partir de três ácidos graxos e uma glicerina



Fonte: Adaptado de Fennema (2018)

Os ácidos graxos fazem parte da composição química dos principais lipídios, sendo ácidos monocarboxílicos (R-COOH) de cadeia longa, de 12 a 20 átomos de carbono, e classificados em dois grandes grupos, os saturados e os insaturados. Na natureza, os ácidos graxos mais presentes são o palmítico (C16:0), o esteárico (C18:0), o oleico (C18:1- ω -9), o linoleico (C18:2- ω -6) e o linolênico (C18:3- ω 3) (LI *et al.*, 2016; ALBUQUERQUE *et al.*, 2016). Os principais ácidos graxos são ilustrados na Figura 6.

Figura 6 - Principais ácidos graxos saturados e insaturados presentes na natureza



Fonte: Adaptado de Fennema (2018)

Os ácidos graxos presentes na composição dos frangos são influenciados por alguns fatores, como a genética das aves e o tipo de criação (DALZIEL *et al.*, 2015). Essa composição é realizada através da expressão gênica dos frangos, a partir do metabolismo dos ácidos graxos no fígado do animal (YANG *et al.*, 2015; YIN *et al.*, 2016).

Nos frangos, os ácidos graxos estão presentes em diferentes quantidades, de acordo com o sexo do animal. Um estudo indica que a alimentação em diferentes classes de frangos mostrou que as fêmeas tiveram um aumento na quantidade de ácidos graxos poli-insaturados, principalmente o ômega- 3 (FARIA, 2019).

A ração dos frangos é um dos fatores que explica a mudança da composição dos ácidos graxos presente no tecido adiposo, fígado e coração (KANAKRI *et al.*, 2018). O uso de sementes vegetais, por exemplo, durante a alimentação das aves, proporciona a diminuição do teor de ácidos graxos saturados (palmítico) e aumenta os monoinsaturados e os poli-insaturados (oleico e linolênico) (WALDEMAR *et al.*, 2020).

A alimentação do frango vai além da alteração os ácidos graxos presentes em sua composição. De acordo com o suplemento utilizado para as aves, até a produção de ovos pode sofrer mudanças em sua composição, alterando o perfil dos ácidos graxos da gema do ovo, aumentando os ácidos graxos insaturados e diminuindo os ácidos graxos saturados (SALEH *et al.*, 2017).

2.5.1 Óleo de frango

O óleo de frango, de acordo com a EMBRAPA, é resultado do aquecimento controlado das partes não comestíveis de aves abatidas, seguido de prensagem, decantação, filtragem e BPF. Sendo que, podem ser nomeados como “óleo ou gordura”, devido a sua textura ser semilíquida em temperatura ambiente (CICONELLO, 2018).

Na literatura, o óleo de frango é extraído das partes residuais do frango, como vísceras, pele, gordura e outras partes do animal. Tais estudos apontam a sua utilização para a produção de biodiesel, que é realizado através de uma reação química chamada de transesterificação, onde reage com os triglicerídeos (TOMIELLO, 2014; NATARAJ *et al.*, 2015; CESUR, 2016; LAKSHMANAN *et al.*, 2017; SANTOSO *et al.*, 2018; CICONELLO, 2018; KHASKHELI *et al.*, 2020).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), afirma na IN nº 34/2008, no Art.2, que o óleo de frango não é comestível. De acordo com Tomiello

(2014), a utilização do óleo de frango é viável para a produção de biodiesel porque, no Brasil, a produção de alimentos a partir de resíduos de proteínas e gorduras animais são proibidos, devido à IN nº 41/2009, que orienta o risco de transmissão de Encefalopatia Espongiforme 19 Bovina, conhecida popularmente como “Doença da Vaca Louca”.

2.5.2 Pele de frango

A pele de frango é uma das partes residuais onde não existe proibição em seu consumo. De acordo com a IN nº 4/2000, que regulamenta a qualidade de carnes mecanicamente separadas (CMS), a pele de frango é um dos ingredientes presentes em alguns embutidos.

De acordo com Farmani & Rostammiri (2015), a pele de frango pode ser uma fonte potencial para aplicação nas indústrias alimentícias devido a sua composição de ácido graxos e de outros nutrientes.

No sul da Califórnia existe a comercialização da pele de frango frita, como um petisco leve, saudável, crocante e com baixíssima quantidade de carboidratos, visando, também, a redução do impacto ambiental (MOREL ESTHER, 2019). A Figura 7 apresenta uma demonstração de como a pele de frango é comercializada para consumo em alguns países.

Figura 7 - Imagens de pele de frango frita comercializadas em alguns países



Fonte: (MOREL ESTHER, 2019).

Nas indústrias alimentícia, a pele é utilizada como ingrediente em produtos cárneos, no aumento do rendimento, bem como para realçar o sabor e a textura, deixando claramente notório que não existe proibição em seu uso (KIM *et al.*, 2015; LIMA JULIANA *et al.*, 2020). Neste sentido, o lipídeo extraído da pele do frango pode ser comestível.

O óleo de frango possui em sua composição química maiores concentrações de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados e um grande número de moléculas insaturadas presentes (ANIL; VISWANATHAN, 2013). A Tabela 1 representa a quantidade de alguns ácidos graxos de alguns lipídeos.

Tabela 1 - Comparação de ácidos graxos em óleos para fritura, óleo vegetal, óleo da pele de frango e gordura de frango

Ácidos graxos	Óleo para fritura	Óleo de soja	Gordura de frango	Óleo de frango
Ácido palmítico (%)	12%	12,3%	23,99	24,50
Ácido esteárico (%)	3,5%	4%	6,15	3,50
Ácido oleico (%)	24%	23%	33,93	43,80
Ácido linoleico (%)	53%	54%	28,54	18,60
Ácido linolênico (%)	6%	5%	2,36	1%

FONTE: (FARMANI & ROSTAMMIRI, 2015; ALMEIDA *et al.*, 2016; CICONELLO, 2018)

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Extrair o óleo da pele residual do frango, realizar procedimento de cocção e avaliar o potencial do lipídio para aplicação de fins alimentícios.

3.2 Objetivo Específicos

- Extrair o óleo da pele de frango artesanalmente e utilizá-lo para cocção de fritura;
- Realizar a caracterização físico-química (acidez, índice de refração, umidade e cor) do óleo obtido;
- Investigar a composição química através de espectros de reflexão total atenuada no infravermelho com transformada de Fourier (ATR-FTIR);
- Identificar o perfil lipídico por cromatografia gasosa e espectrometria de massa.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

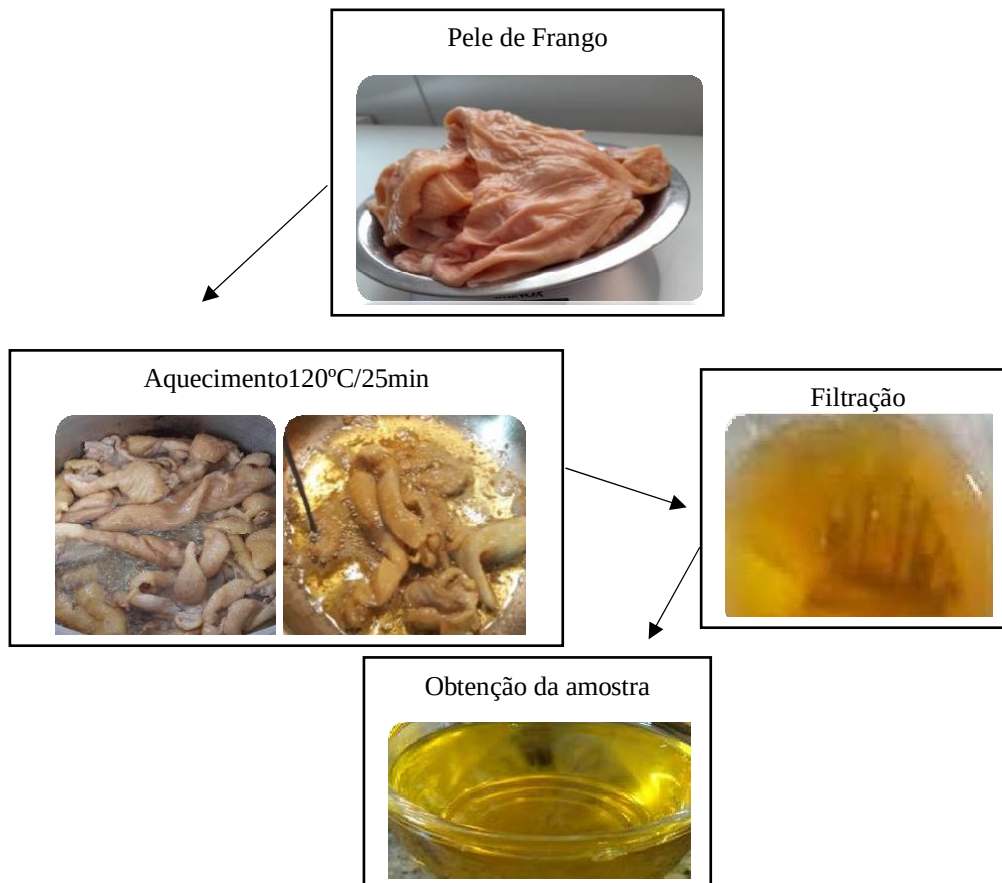
4.1 Obtenção da amostra

O estudo foi desenvolvido no Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA) e no Laboratório de Análise de Flavor (LAF) da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

As peles de frango foram adquiridas frescas em açougues na cidade de Aracaju/SE, armazenadas em embalagem térmica com gelo e transferidas para a realização da extração artesanal do óleo.

O óleo de frango foi adquirido por meio de aquecimento de a 120 °C, onde se utilizou 1 kg de pele de frango em 700 mL de água durante 25 min (tempo determinado para evaporação da água) e, em seguida, as partes sólidas foram filtradas em filtro de tecido de algodão (TOMIELLO, 2014; NATARAJ *et al.*, 2015; CICONELLO, 2018). De acordo com Codex Alimentarius (2015), um óleo de pode ser extraído por processo de aquecimento desde que a sua natureza não seja alterada. O processo de obtenção do óleo pode ser visualizado na Figura 8.

Figura 8 - Fluxograma de extração artesanal do óleo da pele de frango



Fonte: (AUTORA, 2019)

4.2 Separação das amostras

Após a extração do óleo da pele de frango, as amostras foram separadas conforme três diferentes tipos de processos:

- OFSC: óleo fresco de frango após a extração (*in natura*);
- OFCC1: óleo de frango foi utilizado ao processo de cocção (fritura da própria pele de frango) a 180 °C/20 min;
- OFCC20: óleo de frango que passou por aquecimentos sem procedimento de fritura, com 20 repetições sucessivos de 3 min e 2 min de pausa para o próximo aquecimento em 180 °C. A amostra OFCC20, foi separada para comparar o perfil dos ácidos graxos por cromatografia gasosa e espectrometria de massa.

As temperaturas das amostras foram monitoradas durante as frituras com o uso de termômetro digital conectado a uma sonda de aço (Digital Pocket Thermometer, -58 to 572 F). Em seguida, todas as amostras foram armazenadas separadamente a -18 °C até a realização das análises, no período de 1 semana. A Figura 9 apresenta as amostras de óleo extraídas.

Figura 9 - Óleos após a extração e cocção

OFSC



OFCC1



Fonte: (AUTORA, 2020)

4.3 Caracterização físico-química

A determinação de acidez foi realizada pelo método de acidez titulável, empregando NaOH 0,01 M e indicador fenolftaleína, de acordo com a Metodologia 325/IV do Instituto Adolfo Lutz (2005).

O índice de refração foi realizado com o manejo do refratômetro, de acordo com as normas descritas pelo Método 327/IV do Instituto Adolfo Lutz (2005).

A umidade foi verificada com o uso de estufa, balança analítica, dessecador e capsulas de metal, de acordo com a Metodologia 334/IV do Instituto Adolfo Lutz (2005).

4.4 Cor

A análise de cor foi determinada com o uso do Colorímetro Minolita CR-10, posicionando a amostra no caminho da luz para monitorar os valores dos parâmetros de cor de L *, a *, b * e ângulo h.

4.5 ATR-FTIR

Os espectros de reflexão total atenuada no infravermelho com transformada de Fourier (ATR-FTIR) foram obtidos em um espectrômetro Cary 630 FTIR (Agilent Technologies, Malásia). A faixa espectral utilizada foi de 650 a 4000 cm^{-1} , com 4 cm^{-1} de resolução e 256 varreduras para todas as amostras. Primeiramente, 10 μL da amostra foram espalhados sobre a superfície do cristal de ATR e, posteriormente, a obtenção do espectro foi realizada. Entre as amostras, o acessório ATR foi limpo com acetona P.A. e o espectro de fundo foi obtido.

4.6 Caracterização dos ácidos graxos por GC/EM do óleo extraído da pele de frango

A composição de ácidos graxos foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Hartman & Lago (1973). Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram preparados em duas etapas: (1) saponificação dos óleos, com hidróxido de potássio KOH 0,5 M; e (2) esterificação dos óleos com solução esterificante (120 mL de metanol, 4 g de cloreto de amônio e 6 mL de ácido sulfúrico). Foi utilizado um sistema GC/MS (GC System 7890A/GC/MS Triple Quad 7000, Agilent, EUA) com coluna capilar de alta

polaridade VF-23ms (60 m x 0,25 mm, 0,25 μ m; JW Scientific, Folsom, CA, USA) instalada.

Um volume de 0,5 μ L da amostra em n-hexano foi injetado com divisão de fluxo de 1:100. O hélio (99,999%) foi utilizado como gás de arraste, com fluxo de 1 mL.min⁻¹. A temperatura inicial do forno foi de 100 °C, aumentada para 240 °C a uma razão de 2,5 °C.min⁻¹, e esta temperatura foi mantida por 20 min, com tempo total de corrida de 73,33 min. As temperaturas do injetor e da interface foram de 250 e 255 °C, respectivamente.

O espectrômetro de massas operou com ionização por impacto eletrônico de 70 eV em modo scan e intervalo de m/z (razão massa carga) entre 35 e 550. Os ácidos graxos individuais foram identificados por comparação com os espectros de massas da biblioteca de espectros de massas National Institute of Standards and Technology (NIST, 2011) e pelos índices de retenção (IR) de cada composto na amostra, calculados a partir dos tempos de retenção dos alcanos da mistura padrão de n-alcanos (C₇ a C₃₀, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, EUA) injetadas nas mesmas condições das amostras. Além disso, uma mistura padrão de ésteres metílicos de ácidos graxos (C₈ a C₁₈, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, EUA) também foi utilizada para a identificação.

4.7 Análises Estatísticas

Todas as amostras foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos em valores médios $\pm$ desvios padrão.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste de Tukey (SAS University Edition) e Análise de Componentes Principais (ACP) – XLSTAT.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização físico-química

A caracterização físico-química das amostras de óleo *in natura* (OFSC) e de óleo de frango após processo de cocção (OFCC1) é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição físico-química das amostras de óleo extraído da pele de frango

Análises físico-químicas	OFSC	OFCC1
Acidez - mg KOH/g (%)	0,0029 ± 0,00 ^a	0,0031 ± 0,00 ^a
Índice de refração (40 °C)	1,47 ± 0,00 ^a	1,47 ± 0,00 ^a
Umidade (g/100 g)	1,57 ± 0,17 ^a	0,33 ± 0,09 ^b

Valores médios ± desvio padrão de determinações em triplicata. As médias seguidas de letras iguais sobrescritas na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, já as letras diferentes representam diferenças significativas ($p < 0,05$).

Fonte: Própria Autora, (2021).

Os resultados do índice de acidez das amostras OFSC e OFCC1 não apresentaram diferenças significativas ao nível de 95% de confiança ($p < 0,05$). A porcentagem de acidez da amostra *in natura* foi 0,0029, enquanto a amostra após a cocção foi 0,0031, valores muito abaixo do limite estabelecido pela EMBRAPA (2,0), que determina os parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos proteicos de origem animal.

Em comparação a outros óleos de frango, no trabalho de Santoso et al. (2018) obteve um percentual de acidez de 0,69%, enquanto Tomiello (2014) e Ciconello (2018), apresentaram acidez em óleo de frango entre 0,46 e 0,59%. Essas diferenças de acidez podem ser devido a fatores relacionados à matéria-prima utilizada para extração do óleo.

Para óleos e gorduras comestíveis de origem vegetal, a legislação vigente determina que o índice de acidez seja inferior a 0,6 mg KOH/g (ANVISA, 2021). As amostras do presente estudo estiveram abaixo desse limite e próximas a de alguns óleos vegetais frescos, como o de canola (0,0002%), soja (0,008%), girassol (0,009%) e milho (0,006%). Um índice de acidez elevado ocorre quando o óleo ou gordura está sofrendo quebra na sua cadeia e liberando ácidos graxos (CARVALHO, 2017).

O índice de refração é um parâmetro característico para cada tipo de óleo. As amostras tiveram valores próximos ao da gordura residual de frango, com 1,46 (FARMANI & ROSTAMMIRI, 2015) e do óleo de frango, com 1,45 (SANTOSO *et al.*,

2018). Seus valores foram semelhantes ao óleo de semente de ameixa (1,47) (SAVIC *et al.*, 2020).

As amostras do presente estudo estão dentro dos padrões exigidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), através da IN de nº 49/2006, que estabelece valores entre 1,46 e 1,47. Os valores obtidos para o índice de refração podem ser referidos ao grau de pureza relativa do óleo (BAKHSHABADI *et al.*, 2018).

O teor de umidade foi o único parâmetro que teve diferença significativa entre as duas amostras, com 1,57% para o OFSC e 0,33 para OFCC1, passando de 1%, valor máximo estabelecido para óleo de frango de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e acima da IN de nº 49/2006 para óleos e gorduras, que determina o valor de 0,1%.

A pele de frango possui valor de umidade superior à do óleo extraído no presente trabalho, em torno de 51% (FARMANI & ROSTAMMIRI, 2015), comprovando a suspeita de que o processo de extração provoque a diminuição da umidade.

No trabalho de Abraham *et al.* (2014) foi verificado o rendimento da carcaça inteira, para analisar o óleo de frango através de temperaturas diferentes, entre 120, 130, 140 °C, e seus resultados não tiveram diferenças significativas, mostrando que a temperatura não interferiu a umidade.

A correção da umidade pode ser realizada no momento da extração, verificando a temperatura e o tempo, e seu controle ajuda a retardar as reações indesejáveis que estão associadas ao grau de deterioração do óleo (SIGER *et al.*, 2017; SAVIC *et al.*, 2020).

5.2 Análise de cor do óleo da pele de frango

Os resultados da análise de cor das amostras OFSC (óleo *in natura*) e OFCC1 (óleo de frango após processo de cocção) estão apresentados na Tabela 3 e demonstram não apresentar diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as mesmas.

Tabela 3 - Análise de cor do óleo extraído artesanalmente com processo de aquecimento, *in natura* e com processo de fritura

Parâmetros	Amostras	
	OFSC	OFCC1
a*	1,3 ± 0,1 ^a	1,53 ± 0,2 ^a
b *	18,73 ± 0,15 ^a	21,03 ± 2,25 ^a
h	87,13 ± 2,4 ^a	85,53 ± 0,3 ^a
L *	38,9 ± 1,3 ^a	35,83 ± 2,6 ^a

Valores médios $\pm$ desvio padrão de determinações em triplicata. As médias seguidas de letras iguais sobrescritas na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, ou seja, não apresentam diferenças significativas ($p < 0,05$).

Fonte: Própria Autora, (2021).

A aparência do produto é um fator importante, e a cor é um fator que interfere diretamente em sua aceitação. De acordo com IN nº 49/2006, a cor do óleo tem que ser compatível com a coloração da sua matéria-prima de origem.

O parâmetro a^* é representado pelas colorações vermelha (+), verde (–) e neutra (0), onde as amostras tiveram valores de + 1,3 (OFSC) e + 1,53 (OFCC1), representado uma coloração com baixa tendência à cor vermelha. Esse valor pode ser relacionado matéria-prima pois, de acordo com Jiang *et al.* (2020), o óleo milho fresco no parâmetro a^* apresentou valor de - 0,25, demonstrando intensidade para cor verde, diferente das amostras do presente estudo.

No eixo b^* , a cor é determinada como azul (–) e amarelo (+), onde as amostras tiveram valores entre + 18,73 e + 21,03, referente à cor amarela, tonalidade decorrente das peles de frango. Udomkun *et al.* (2018), em estudo com óleo vegetal para fritura de coxas de frango com a pele, mostraram que o óleo teve a sua cor modificada e intensificada para a tonalidade vermelha e amarela.

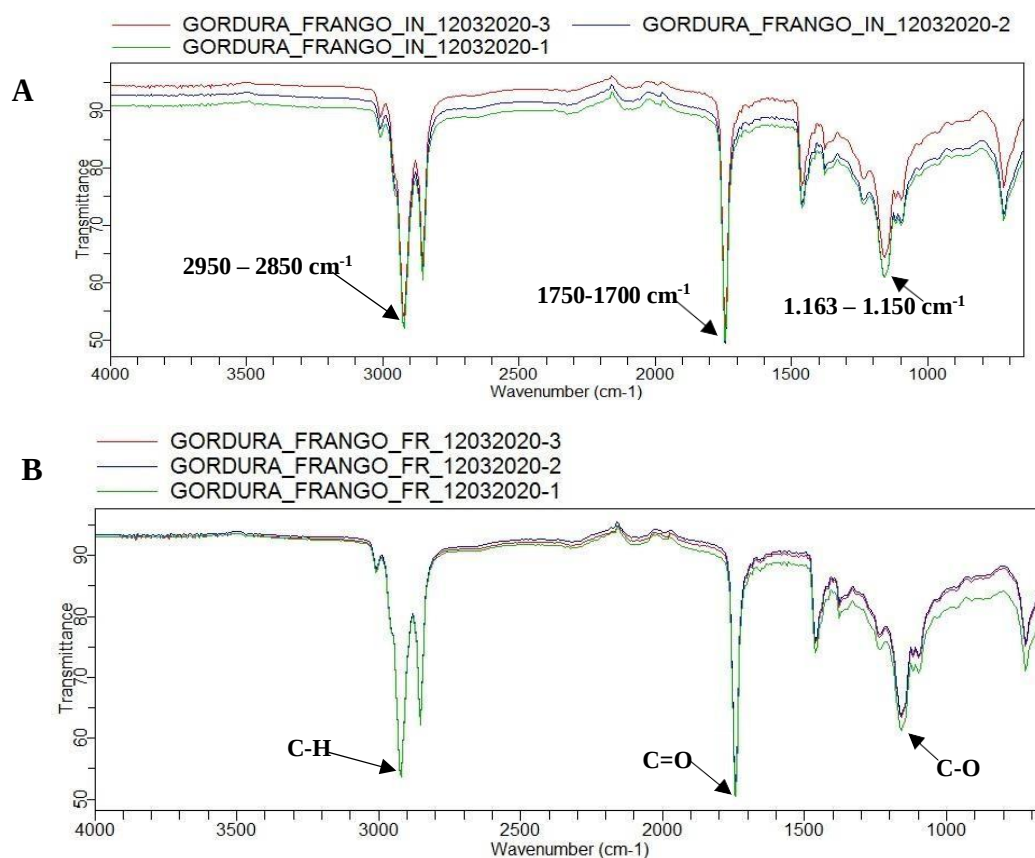
A coordenada L^* identifica a luminosidade da amostra, determinando se é clara ou escura, e os limites que variam com valores próximos ao 0 (preto) e 100 (branco), e as amostras ficaram entre 38,9 e 35,83, demonstrando um leve escurecimento após a cocção. Segundo Jiang *et al.* (2020), as amostras de óleos para fritura também obtiveram resultados que baixaram ligeiramente de 26,94 para 25,82 ($p > 0,05$), indicando que o escurecimento ocorre durante o processo de fritura.

No parâmetro h , as amostras tiveram valores de 87,13° e 85,53°, próximos a 90°, o que determina a coloração amarela. Conforme Anil & Viswanathan (2013), a coloração do óleo de frango extraído de partes residuais é amarelo pálido. No presente estudo, o óleo extraído da pele de frango apresentou-se amarelo escuro, com tons avermelhados.

5.3 Análise das amostras de óleo de frango por espectros de reflexão total atenuada no infravermelho com transformada de Fourier (ATR-FTIR)

A Figura 10 apresenta a análise das amostras de óleo de frango por espectros de reflexão total atenuada no infravermelho com transformada de Fourier (ATR-FTIR).

Figura 10 - Espectros de transmitância FTIR das amostras do óleo extraído da pele de frango, representado o Espectro de absorbância, a letra (A) o óleo in natura e (B) o óleo após a cocção



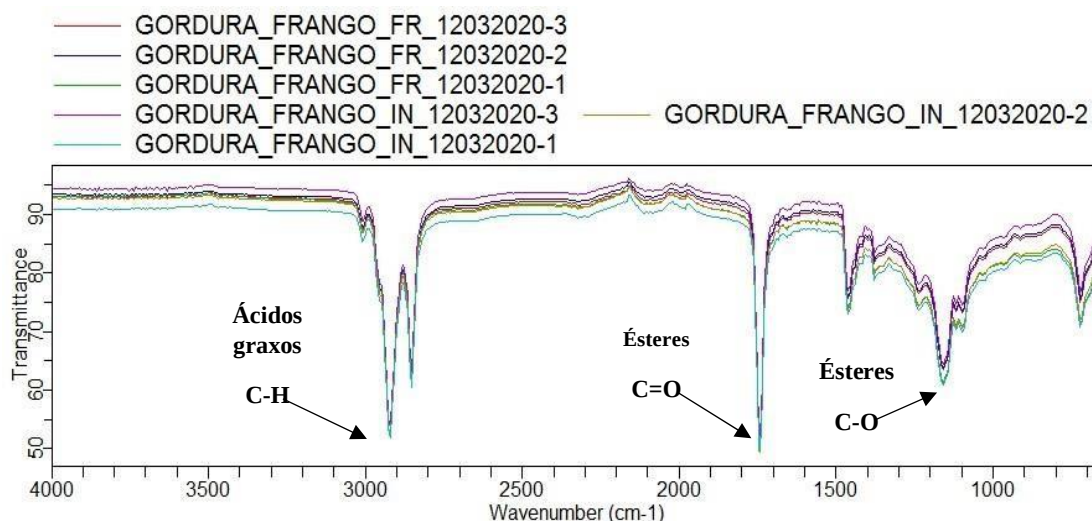
A Figura 10, partes A e B, apresentam as mesmas vibrações de alongamento, com bandas intensas em absorbâncias entre 2950 e 2850 cm⁻¹, que são atribuídas, respectivamente, às vibrações do C-H em CH₂ e CH₃. Nessa região, as bandas são referentes à presença dos ácidos graxos oleico e linoleico (NASCIMENTO, 2016). Esses ácidos graxos estão presentes na composição química de muitos alimentos, principalmente óleos de oliva e sementes (ROMANO *et al.*, 2021).

As bandas de absorção típicas dos triglicerídeos no infravermelho são também atribuídas ao estriamento da carbonila C=O em 1750-1700 cm⁻¹, com um sinal de intensidade média próxima a 1163 cm⁻¹, característico do grupo C-O do éster (SOUZA *et al.*, 2019).

A espectroscopia no infravermelho (FTIR) é considerada uma das técnicas mais importantes para observar grupos funcionais presente em amostras a partir de análises de observação de bandas de absorção característica de cada grupo funcional (FARFÁN *et al.*, 2012). Os triglicerídeos são os componentes que mais dominam os espectros entre os

lipídeos (JIANG *et al.*, 2020). Na Figura 11 encontra-se a análise das duas amostras no espectro de transmitância FTIR.

Figura 11 - Espectros de transmitância FTIR de amostras do óleo extraído da pele de frango, representado o Espectro de absorbância das duas amostras, in natura e após a fritura



Fonte: AUTORA (2020)

As vibrações no FTIR correspondem a níveis de energia molecular, que são frequências que dependem da superfície de energia potencial da molécula, da massa de átomos e do acoplamento vibrônico (FARFÁN *et al.*, 2012). As amostras apresentaram vibrações atribuídas à composição química comum de óleos e gorduras.

As amostras não apresentaram frequência de absorção de oxidação lipídica, presentes nas frequências acima de 3000 cm^{-1} . Segundo Jiang *et al.* (2020), o óleo, após a fritura, formou uma banda com frequência de 3.545 cm^{-1} , no qual esse resultado indicou a formação de produtos secundários gerados por meio de reação de oxidação. Ospicos de absorção próximos a 3.300 cm^{-1} indicam a formação de hidroperóxidos, formados normalmente durante a oxidação lipídica em processo de fritura (SOUSA *et al.*, 2019).

5.4 Análise do perfil de ácidos graxos do óleo da pele de frango por GC/EM

Na Tabela 4 encontra-se os dados obtidos na análise do perfil de ácidos graxos do óleo da pele de frango obtidos por GC/EM.

Tabela 4 - Perfil de ácidos graxos; OFSC, óleo de frango sem aquecimento; OFCC1, óleo de frango após aquecimento; OFCC20, óleo de frango após 20 aquecimentos sucessivos

Ácidos graxos	OFSC	OFCC1	OFCC20
Ácido caprílico C8:0	<0,01 ^a	0,01 ± 0,00 ^a	0,01 ± 0,00 ^a
Ácido cáprico C10:0	<0,01 ^a	nd	<0,01 ^a
Ácido láurico C12:0	<0,01 ^a	0,01 ± 0,00 ^a	0,01 ± 0,00 ^a
Ácido mirístico C14:0	0,33 ± 0,03 ^a	0,36 ± 0,05 ^a	0,36 ± 0,01 ^a
Ácido miristoleico C14:1	0,07 ± 0,01 ^a	0,09 ± 0,00 ^a	0,09 ± 0,00 ^a
Ácido pentadecanoico C15:0	0,04 ± 0,00 ^a	0,05 ± 0,01 ^a	0,05 ± 0,00 ^a
Ácido palmítico C16:0	18,92 ± 0,00 ^a	19,30 ± 1,19 ^a	19,06 ± 0,32 ^a
Ni	0,29 ± 0,02 ^a	0,32 ± 0,02 ^a	0,30 ± 0,01 ^a
Ácido palmitoleico C16:1	3,58 ± 0,22 ^a	3,81 ± 0,26 ^a	3,68 ± 0,06 ^a
Ni	0,04 ± 0,00 ^a	0,03 ± 0,00 ^a	0,03 ± 0,01 ^a
Ácido margárico C17:0	0,08 ± 0,00 ^a	0,08 ± 0,01 ^a	0,11 ± 0,01 ^a
Ni	0,25 ± 0,03 ^a	0,17 ± 0,05 ^a	0,32 ± 0,01 ^a
Ácido cis10-Heptadecanóico C17:1	0,06 ± 0,00 ^a	0,06 ± 0,00 ^a	0,06 ± 0,00 ^a
Ácido esteárico C18:0	6,11 ± 0,21 ^a	5,88 ± 0,27 ^a	5,40 ± 0,05 ^a
Ácido oléico (ω9) C18:1	35,87 ± 0,64 ^a	35,41 ± 0,70 ^a	32,62 ± 0,19 ^b
Ni	1,65 ± 0,00 ^a	1,65 ± 0,03 ^a	1,58 ± 0,00 ^a
Ni	0,05 ± 0,01 ^a	0,04 ± 0,00 ^a	0,04 ± 0,01 ^a
Ácido linoléico (ω6) C18:2	29,36 ± 0,37 ^b	29,07 ± 0,53 ^b	32,33 ± 0,16 ^a
Ni	0,21 ± 0,00 ^b	0,22 ± 0,01 ^{ab}	0,24 ± 0,00 ^a
Ácido linolênico (ω3) C18:3	2,73 ± 0,07 ^a	2,71 ± 0,05 ^a	2,90 ± 0,03 ^a
Ácido araquídico C20:0	0,14 ± 0,02 ^a	0,12 ± 0,02 ^a	0,15 ± 0,03 ^a
Ni	0,05 ± 0,01 ^a	0,05 ± 0,01 ^a	0,04 ± 0,01 ^a
Ni	0,08 ± 0,01 ^a	0,09 ± 0,00 ^a	0,10 ± 0,04 ^a
Ni	0,32 ± 0,01 ^a	0,34 ± 0,02 ^a	0,33 ± 0,05 ^a
Ni	0,15 ± 0,02 ^a	0,15 ± 0,01 ^a	0,20 ± 0,02 ^a
Saturados	25,53 ± 0,82 ^a	25,80 ± 1,00 ^a	25,14 ± 0,24 ^a
Monoinsaturados	39,42 ± 0,41 ^a	39,37 ± 0,44 ^a	36,46 ± 0,12 ^b
Poli-insaturados	31,96 ± 0,44 ^b	31,78 ± 0,58 ^b	35,23 ± 0,19 ^a
Total insaturados	71,38 ± 0,85 ^a	71,15 ± 1,02 ^a	71,69 ± 0,31 ^a

Resultados foram expressos em Média (%) ± desvio padrão (n=2). Ni: não identificado; nd: não detectado. Médias com mesmas letras nas linhas não diferiram significativamente (p ≤ 0,05).

Nos resultados da Tabela 4 foram identificados 15 tipos de ácidos graxos e, dentre estes, o ácido oleico (ômega 9) em maior quantidade. Do mesmo modo, Niu *et al.* (2016) verificaram o efeito da temperatura no perfil dos ácidos graxos do óleo de frango, com e

sem aquecimento, e detectaram na amostra padrão (sem aquecimento) treze tipos de ácidos graxos iguais ao do presente estudo, exceto o ácido C16:2.

O perfil dos ácidos graxos é semelhante ao da gordura residual presente no estudo de Farmani & Rostammiri (2015), com valores próximos entre os ácidos oleico (33,93), linoleico (28,54), linolênico (2,36) e palmítico (23,99), que são os principais ácidos graxos do presente trabalho.

O óleo de frango possui características de ácidos insaturados e saturados, de acordo com Ciconello (2018), com os ácidos oleico- ω 9, linoleico- ω 6 e linolênico- ω 3 fazendo parte dessa composição lipídica, junto com o ácido palmítico, que é um dos ácidos graxos saturados mais comuns em animais e plantas (SOUZA *et al.*, 1998).

Em comparação com outros ácidos graxos de origem animal, o óleo de peixe possui valores menor em comparação aos do presente, com o total de ácidos graxos insaturados de 47,63%, com presença de ácido oleico (8,08), linoleico (5,25) e linolênico (2,43) (CARDOSO, 2017).

Os poli-insaturados das amostras OFSC e OFCC1 não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$), enquanto a amostra OFCC20 teve um pequeno aumento. Esses resultados diferem dos dados encontrados no trabalho de Aniołowska & Kita (2015), que utilizaram o óleo de soja em processamento de fritura, e identificaram que este sofreu diminuição em seu conteúdo de ácidos graxos insaturados. Outros autores, a citar, Li *et al.* (2017) e de Jiang *et al.* (2020), que realizaram o processo de fritura em óleos vegetais, identificaram uma diminuição no conteúdo dos ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados dos óleos estudados em ambos trabalhos.

Todo óleo utilizado para o processo de cocção em fritura sofre a oxidação lipídica (GOLLAKOTA *et al.*, 2019). Devido a um fenômeno atribuído à instabilidade dos ácidos graxos poli-insaturados, que são mais facilmente oxidados do que outros ácidos graxos quando colocados em processo de aquecimento (NIU *et al.*, 2016; LI *et al.*, 2017; Jiang *et al.*, 2020).

Na amostra OFCC20, em que o óleo de frango foi aquecido sucessivamente por 20 vezes em tempo curto, sem adição de alimento, os ácidos graxos oleico e linoleico apresentaram-se com valores próximos às amostras OFSC E OFCC1, verificando-se que o aquecimento não apresentou efeitos negativos quanto a estes dois componentes. Em contrapartida, no trabalho de Romano *et al.* (2021), o óleo vegetal estudado passou por alguns aquecimentos, sem adição de alimento, ocasionando a diminuição de 84,13% para

8,35% dos poli-insaturados, e de 85,46% para 8,08% monoinsaturados, diferente do resultado do presente estudo.

Os ácidos graxos estão de acordo com a IN nº 87/21 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que determina a composição de ácidos graxos presentes em óleos e gorduras de origem vegetal. A exceção está no ácido miristoleico (C14:1), comum em aves e plantas (SOUZA *et al.*, 1998), e no ácido pentadecanoico (C15:0), que é um ácido saturado essencial presentes em manteiga e em algumas plantas para proteger a repartição nutricional relacionada à idade (SANTIN, 2020).

Dentre os ácidos graxos dos óleos vegetais identificados no trabalho de Yuenyong *et al.* (2021), o ácido oleico está em maior quantidade em comparação ao óleo do presente estudo e com menores quantidades de ácidos graxos insaturados do grupo ômega-6. E, no grupo do ômega-3, apenas o óleo de amêndoa e de coco tiveram valores maiores do que a amostra OFSC. Dos saturados, o óleo de amêndoa e de coco possuem maior quantidade de ácido palmítico, enquanto para o ácido esteárico apenas o óleo de caju está acima do perfil do óleo de frango.

Na Tabela 5 encontram-se os perfis dos ácidos graxos da amostra OFSC (*in natura*) e de alguns óleos vegetais.

Tabela 5 - Porcentagem do perfil dos ácidos graxos das amostras OFSC (*in natura*) e alguns óleos vegetais frescos

Ácidos graxos (%)	OFSCC (<i>in natura</i>)	Óleo de amêndoa	Óleo de caju	Óleo de coco	Óleo de avelã
Oleico - ω 9	35,87	49,08	62,73	37,52	73, 19
Linoleico- ω 6	29,36	21,43	13,27	10,73	16,63
Linolênico- ω 3	2,73	7,41	0,21	9,87	0,12
Ácido palmítico	18,92	19,21	14,61	21,47	7,95
Ácido esteárico	6,11	2,87	8,75	5,56	2,11

Resultados das amostras OFSC (*in natura*) comparada a alguns óleos vegetais (YUENYONG J. et al., 2021).

Os poli-insaturados os ω 6 e ω 3, conhecidos como ácidos graxos essenciais porque o organismo humano não pode fabricá-los, desempenham um papel fundamental para a saúde, principalmente o ômega-3, que é responsável pelo desenvolvimento do cérebro, saúde do coração e efeitos protetores em doenças neurodegenerativas (SEMENOVA, 2017).

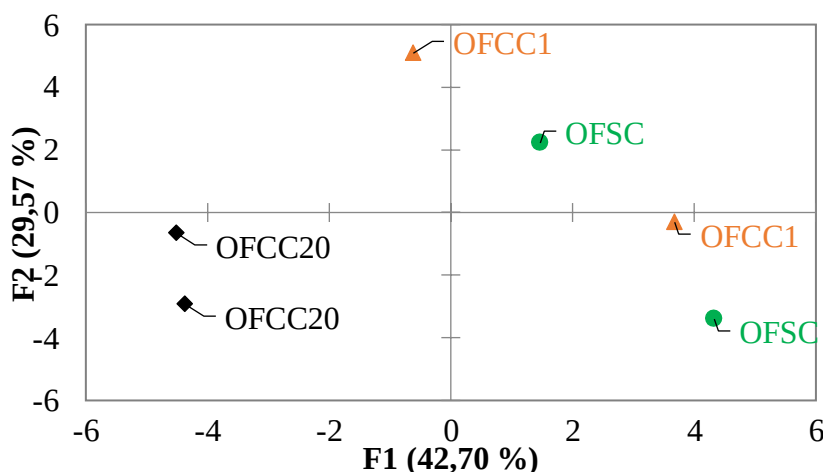
A causa dessa composição de ácidos graxos insaturados é por conta de alguns fatores biológicos que são induzidos em virtude da alimentação dos frangos. As rações das dietas avícolas são elaboradas com milho e suplementos que atuam diminuindo a composição dos ácidos graxos saturados e aumentando a quantidade de ácidos graxos insaturados (CHERIAN, 2015; SALEH *et al.*, 2017; MIR NASIR AKBAR *et al.*, 2018; ALAGAWANY *et al.*, 2018; LEE; WHENHAM, 2019; REDA *et al.*, 2020, ABBASI *et al.*, 2020).

Os ácidos graxos essenciais estão se destacando e ganhando uma importância na alimentação das aves, visando a importância da produtividade do animal e melhorando a qualidade da carne e, ao mesmo tempo, caracterizando esse perfil lipídico com presença maior de ácidos graxos insaturados (CHERIAN, 2015; LEE; WHENHAM, 2019).

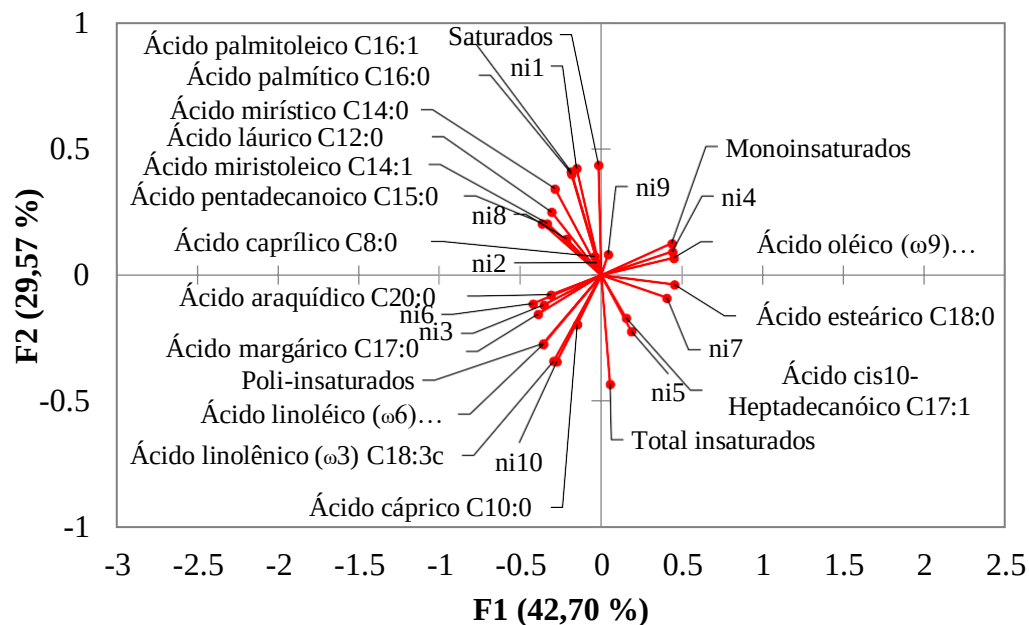
O total do perfil dos ácidos graxos foi de 71% de insaturados, 25% de saturados e 4% de não identificados. Na literatura, alguns trabalhos relatam que nos triglicerídeos dos frangos os ácidos graxos insaturados estão em maior quantidade, principalmente quando comparados com outras gorduras de origem animal, como a bovina e suína (LEE; FOGLIA, 2000; FARMANI; ROSTAMMIRI, 2015; NIU *et al.*, 2016; CHEN *et al.*, 2016; CICONELLO, 2018; BUDYGHIFARI *et al.*, 2019; FARIA, 2019). A Figura 12 expressa os componentes principais referentes ao perfil dos ácidos graxos.

Figura 12 - Gráfico de escores (A) e carregamentos (B) da ACP gerados com os dados de composição de ácidos graxos do óleo de frango extraído de resíduos de abate e submetidos ao processo de fritura.

A



B



Fonte: AUTORA (2020).

Nos eixos dos componentes principais da variância total as amostras se encontram em diferentes posições, OFSC estão próximo do eixo de 42,70%, com a presença dos totais dos ácidos graxos insaturados, os monoinsaturados o ômega-9, heptadecanoíco C17: 1, e o ácido esteárico C18:0 que é um dos ácidos graxos considerado neutro porque não representa alteração significativa nos níveis LDL (RHEE et al., 2000; SILVA, 2017).

A amostra OFCC1, está no mesmo eixo escores da OFSC, inclinando-se para o eixo de 29,57 % do gráfico, com a presença de monoinsaturados-ômega -9, ácido miristoleico C14:1, ácidos saturados, palmitoleico C16:0, palmítico C16:0, mirístico C14:0, láurico C12:0, pentadecanoico C15:0, caprílico C8:0, e abaixo desse eixo está a amostra OFCC20, com presença de ácido araquídico C 20:0, margárico C17:0, e os poli-insaturados o ômega-6 e ômega-3. Confirmando a presença dos mesmos ácidos graxos presentes na tabela 4, do presente estudo.

Nas três amostras, existe a presença dos ácidos graxos insaturados, principalmente os poli-insaturados que permaneceram intactos na amostra OFCC20, junto com a presença do ômega-3 que é importante para a redução de doenças cardiovasculares (LEUNG Y. et al., 2014). E os ácidos saturados, mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e láurico, prejudica a saúde devido à elevação do teor de LDL no sangue, esses ácidos são comuns em óleos e gorduras de origem animal e vegetal (SILVA, 2017).

De acordo com a Tabela 4, o óleo de frango contém 70% de ácidos graxos insaturados a mais do que os ácidos saturados, o que não explicaria a resistência à oxidação lipídica. A degradação oxidativa em processo de fritura ocorre nos ácidos graxos insaturados (SOUSA *et al.*, 2019) e os ácidos saturados são estáveis à termooxidação (SAYON-OREA *et al.*, 2015).

As amostras OFCC1 e OFCC20 não sofreram frituras prolongadas, apenas testes em minutos de aquecimento de fritura com e sem a presença da pele de frango, e os triglicerídeos durante o processo de fritura prolongada começam a sofrer reações que causam a diminuição dos ácidos graxos poli-insaturados (ALADEDUNYE, 2015; GOLLAKOTA *et al.*, 2019).

Jiang *et al.* (2020) deduziram que o tempo de fritura em curto prazo poderia contribuir com a estabilidade oxidativa, mas é preciso um estudo detalhado para essa possibilidade. No presente estudo, o tempo de cocção foi menor em comparação a outros trabalhos que utilizou processo de fritura com óleos e obtiveram diminuição dos ácidos graxos insaturados (KMIECIK KOBUS-CISOWSKA & KORCZAK, 2017 ; MEKAWI, SHAROBA E RAMADÃ, 2019).

A fritura mista em água pode ser uma das hipóteses da estabilidade oxidativa. No presente trabalho, durante o método de extração, o óleo esteve presente com a água até o processo de sua evaporação, por alguns minutos. Salienta-se que os lipídeos são moléculas apolares, em outras palavras, não possuem carga elétrica, fazendo com que não aconteça a solubilidade com água (FENNEMA, 2018).

De acordo com Ma *et al.* (2016) foram abordados dois tipos de fritura, com o uso do óleo de soja para fazer costelas de frango frita: uma fritura com apenas o óleo e outra, mista (óleo em água). A fritura mista conferiu menor degradação oxidativa e polimérica, em relação ao processo com óleo puro, argumentando-se que:

A fritura mista óleo-água é uma alternativa válida para retardar a deterioração oxidativa e polimérica do óleo e produzir produtos de carne frita mais saudáveis, seguros e de melhor qualidade. No entanto, seria recomendado para pesquisas futuras sobre a tomada de medidas para mitigar a taxa de hidrólise do óleo durante a fritura mista de óleo-água. (MA RUIXUE *et al.*, 2016).

A aplicação de sistemas com emulsões de óleo em água pode proteger o óleo contra a oxidação, formando uma barreira física entre o óleo e o oxigênio ou como pró-oxidantes (radicais livres e íons metálicos) (MORENO *et al.*, 2016).

Outros trabalhos relatam que o emprego de proteínas com propriedades antioxidantes podem propor a estabilidade na interface, retardando a oxidação de óleo em água (MORENO *et al.*, 2016; BENJAMIN *et al.*, 2014; BERTON-CARABIN *et al.*, 2014).

As proteínas são utilizadas como emulsificante por conta das suas propriedades alifáticas, atuando no desdobramento da interface e estabilizando as gotículas do óleo por repulsão eletrostática, causando, assim, a estabilidade na oxidação na emulsão de óleo-em-água (BERTON-CARABIN *et al.*, 2014). O frango tem proteínas presentes na pele em partes do peito (38,10%), coxa (38,59%) e asa (39,59%) (FARMANI; ROSTAMMIRI, 2015).

É necessário que haja um estudo aprofundado devido aos resultados que foram encontrados, totalmente diferentes em comparação a outros óleos comestíveis utilizados para o processamento de fritura (ALADEDUNYE, 2015; NASCIMENTO, 2016; KMIĘCIK; KOBUS-CISOWSKA; KORCZAK, 2017; MEKAWI SHARABA RAMADÃ, 2019; ROMANO *et al.*, 2021).

6 CONCLUSÃO

Os resíduos gerados na produção do abate de frango podem ser utilizados com subprodutos. O lipídio extraído da pele de frango demonstrou ser rico em ácidos graxos insaturados, com destaque para os ácidos oleico e linoleico.

As amostras OFSC e OFCC1, passaram por análises físico-químicas referentes à acidez, índice de refração e umidade, com resultados sem diferença significativa, exceto para a umidade, que teve perda significativa durante o procedimento de fritura. As amostras tiveram valores próximos aos de óleos vegetais e dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente. Na análise física da cor, o óleo de frango apresentou tonalidade amarela escura e tons próximos à cor vermelha.

As análises realizadas pelo FTIR mostraram bandas de absorção referentes às vibrações simétricas e assimétricas relacionadas à presença de ácidos graxos insaturados, e nas frequências de absorção referentes aos ésteres, sem banda de absorção de degradação por oxidação lipídica, que ocorre por conta do processo de fritura.

As análises cromatográficas, realizadas em três tipos de amostras (OFSC, OFCC1 e OFCC20) apresentou um perfil dos ácidos graxos, com íons totais para os ésteres metílicos de ácidos graxos. A Análise de Componentes Principais (ACP) das amostras OFSC e OFCC1 indicou que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) na composição dos ácidos graxos, além das amostras não sofrerem alterações decorrentes do processo de fritura.

Verificou-se que o lipídeo extraído de forma artesanal da pele de frango apresentou boa estabilidade oxidativa, uma vez que seu perfil de ácidos graxos não sofreu alterações consideráveis quando submetida ao processo de fritura.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Apesar dos pontos positivos quanto aos ácidos graxos, cor, acidez, índice de refração e composição química pelo FTIR, são necessários outros estudos para qualificar o óleo extraído artesanal da pele de frango.

É preciso avaliar o perfil de colesterol e o valor de peróxidos, que mostra os produtos primários da oxidação. Assim como, avaliar a presença de nutrientes (proteína, ferro e fósforo), que estão presentes na gordura residual do frango (FARMANI & ROSTAMMIRI, 2015). Além disso, as análises físico-químicas de determinação índice

de saponificação, índice de iodo pelo método de Wijs, ponto de fusão, impurezas insolúveis em éter, cinzas, densidade e Teste do frio, que não puderam ser feitas durante o percurso do presente estudo, devem ser realizadas para potencializar a caracterização do perfil do óleo extraído artesanalmente da pele de frango. É importante ressaltar que o óleo de frango avaliado no presente trabalho, não passou por nenhum processo de refino, que tem a finalidade de melhorar a aparência e remover todos os componentes que prejudicam a sua qualidade.

REFERÊNCIAS

- ABBASI M. et al. Influence of dietary plant fats and antioxidant supplementations on performance, apparent metabolizable energy and protein digestibility, lipid oxidation and fatty acid composition of meat in broiler chicken. **Hassan Veterinary Medicine and Science**, v.6, 2020.
- ABRAHAM J. et al. Yield and Quality Characteristics of Rendered Chicken Oil for Biodiesel Production. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.91, p.133-141, 2014.
- ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Disponível em: < <http://abpa-br.com.br/>> Acesso em: 15/12/2019.
- ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa-IN Nº 87, 15 de março de 2021- *Estabelece a lista de espécies vegetais autorizadas, as designações, a composição de ácidos graxos e os valores máximos de acidez e de índice de peróxidos para óleos e gorduras vegetais*. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2021.
- ALBUQUERQUE T.; OLIVEIRA M.; SANCHES-SILVA; COSTA H. Cholesterol determination in foods: Comparison between high performance and ultra-high performance liquid chromatography. **Food Chemistry**, v.193, p.18-25, 2016.
- ALADEDUNYE F. Limitando a degradação termo-oxidativa de óleos de fritura: conhecimentos e desafios atuais. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v.117, p.1867-1881, 2015.
- ALMEIDA T. et al. Synthesis of ethyl biodiesel from soybean oil, frying oil and chicken fat, using catalysts based on vanadium pentoxide. **Energy (Oxford)**, v. 97, p. 528- 3315, 2016.
- ALBINO L.; TAVERNARI F. **Produção e Manejo de Frango de Corte**. Viçosa: UFV, 2010.
- ALAGAWANY M. et al. Dietary supplementation of Yucca schidigera extract enhances productive and reproductive performances, blood profile, immune function, and antioxidant status in laying Japanese quails exposed to lead in the diet. **Poult. Sci.**, v.97, p.3126-3137, 2018.
- ALAGAWANY M. et al. Use of licorice herb (Glycyrrhiza glabra) as a food additive in poultry: current knowledge and perspectives. **Animals**, v. 9, p. 536, 2019.
- ALTHAUS D. et al. Analysis of a poultry slaughter process: Influence of process stages on the microbiological contamination of broiler carcasses. **Italian Journal of Food Safety**, v.6, 2017.
- ANIOŁOWSKA, MAGDA; KITA AGNIESZKA. ffThe Eect of Type of Oil and Degree of Degradation on Glycidyl Esters Content During The Frying of French Fries. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.92, p.11-12, 2015.

ANIL KUMAR, K.; VISWANATHAN K. Study of UV Transmission through a Few Edible Oils and Chicken Oil. **Journal of Spectroscopy**, 2013.

ARAÚJO W. et al. Commercial chicken meat and egg production. **Springer**, p.162 -167, 2002.

AVISITE – O Portal da Avicultura. **Cai a competitividade do frango brasileiro**. Disponível em: < <http://www.avisite.com.br> > Acesso em: 11 dezembro 2019.

BASTIDA S.; SÁNCHEZ-MUNIZ F. Frying: a cultural way of cooking in the Mediterranean diet. In: Preedy VR, Watson RR, editors. The Mediterranean diet: an evidence-based approach. **London, SanDiego, Waltham, Oxford: Academic Press**, p. 217–233, 2015.

BAKHSABADI H. et al. The influence of pulsed electric fields and microwave pretreatments on some selected physicochemical properties of oil extracted from black cumin seed. **Food Sci.**, v.6, p.111-118, 2018.

BENJAMIN et al. Emulsifying properties of legume proteins compared to β -lactoglobulin and tween 20 and the volatile release from oil-in-water emulsions. **Journal of Food Science**, v.79, p. 2014 - 2022, 2014.

BERTON-CARABIN ET AL. Lipid oxidation in oil-in-water emulsions: Involvement of the interfacial layer. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 13, p. 945 - 977, 2014.

BETTRIDGE J. et al. O papel da adaptação local na produção sustentável de galinhas da aldeia. **Nat. Sustentar**, v.1, p. 574 - 582, 2018.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005. Aprova o "*Regulamento Técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal*". Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 set. 2005. Disponível em: Acesso em: 29 de abril de 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000. *Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Linguiça*. Brasília, DF. 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 3, de 17 de janeiro de 2000. *Regulamento técnico de métodos de insensibilização para abate humanitário de animais de açougue*. Brasília, DF. 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 41/2009. *Aprovar os procedimentos a serem adotados na fiscalização de alimentos de ruminantes em estabelecimentos de criação e na destinação dos ruminantes que tiveram acesso a alimentos compostos por subprodutos de origem animal proibidos na sua alimentação*. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa de nº 49/2006. *Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Óleos Vegetais Refinados*. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) Instrução Normativa de nº 34 / 2008. *Regulamento Técnico da Inspeção Higiênico-Sanitária e Tecnológica do Processamento de Resíduos de Animais*. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2008.

BRASIL- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria nº 62, de 10 de maio de 2018. Diário oficial da união, Brasília, DF, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Departamento de Instrução de Origem Animal. Decreto-Lei nº 24. 645, de 10 de julho de (1934). *Dispõe sobre a proteção animal*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Departamento de Instrução de Origem Animal. Instrução Normativa Nº 56, de 06 de novembro. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2008.

BRASIL. Secretaria de Defesa Agropecuária. *Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico Sanitária de Carne de Aves*. Portaria SDA nº 210 de 10 nov 1998. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1998.

BUDYGHIFARI L. et al. Profile of Decreasing Fat and Cholesterol in Chicken Meat Using Lipase Enzyme from Coconut Haustorium. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 355, 2019.

CALLEGARI et al. "Preliminary trial of biological desulfonation in anaerobic digestors from pig farm". **Environmental Engineering and Management Journal**, v. 12 n. 4, p. 815-819, 2013.

CARDOSO LUANA D. **Caracterização de óleo de peixe e potencial de produção de biodiesel**. 2017. Mestrado (Bioenergia, Área de concentração Biocombustível) - Universidade Estadual de Maringá.

CARVALHO ANA C. **Características físico-químicas de óleos vegetais comestíveis puros e adulterados**. 2017. Tese (Licenciado em Química) - Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, CAMPOS DOS GOYTACAZES- RJ.

CESARI V. et al. Toschi Environmental impact assessment of an Italian vertically integrated broiler system through a Life Cycle approachJ. **Clean. Prod.**, v.143, p. 904-911, 2017.

CESUR IDRIS. Investigation of the effects of steam injection on the emissions and performance of a diesel engine using waste chicken oil methyl ester. **Journal of Mechanical Science and Technology**, v. 30, p. 4773 - 4779, 2016.

CHERIAN G. Nutrição e metabolismo em aves: papel dos lipídios na dieta precoce. **J. Anim. Sci. Biotechnol**, v.6, p.28. 2015.

CHEN H. et al. Man State of the art on food waste research: a bibliometrics study from 1997 to 2014 J. **Clean. Prod.**, v.140, p. 840 - 846, 2016.

CRIADO M. et al. Enzymatic Interesterification of Extra Virgin Olive Oil with a Fully Hydrogenated Fat: Characterization of the Reaction and Its Products. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, v. 84, p.717-726, 2007.

CHIU M. C.; GRIMALDI, R.; GIOIELLI, L. A., Fracionamento a seco da gordura de frango em escala piloto. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 43, n. 3, p. 421-434, 2007.

CHAMBERS J. **Genética do crescimento e produção de carne em galinhas**. Nova York: Elsevier Science; 1990. p. 599-643.

CICONELLO WELLINTON. **Produção de biodiesel a partir de óleo residual de frango**. 2018. Tese. (licenciatura em química) - departamento acadêmico em química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION (FAO/WHO). Codex standards for named vegetable oils, CODEX STAN 210-1999 (Amendment-2015). **Codex Alimentarius**, Roma, Italia, 2015.

DAMACENO F. et al. Semi-continuous anaerobic co-digestion of flotation sludge from broiler chicken slaughter and sweet potato: Nutrients and energy recovery. **Science of the Total Environment**, v.683, p.773-781, 2019.

DALZIEL C. et al. Fat and fatty acid composition of cooked meat from UK retail chickens labelled as from organic and non-organic production systems D. **Ian Food Chemistry**, V.179, p.103-108, 2015.

DORJI N; SUNAR S. K. Morphometric variations among five Bhutanese indigenous chicken. **Journal of Animal and Poultry Sciences**, v. 3, p.76 - 85, 2014.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos proteicos de origem animal**. Disponível em:< <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/>> Acesso em: 11 dezembro 2019.

FARFÁN R. et al. Structural and Spectroscopic Properties of Two New Isostructural Complexes of Lapacholate with Cobalt and Copper. **International Journal of Inorganic Chemistry**, p.6, 2012.

FARMANI J; ROSTAMMIRI, L. Characterization of chicken waste fat for application in food technology. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 9, p.143-150, 2015.

FARIA P.B. Perfil lipídico da carne de frangos de corte de diferentes cruzamentos criados em sistema alternativo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, V.71, p.677-686, 2019.

FAYYAZI E. et al. An ultrasound-assisted system for the optimization of biodiesel production from chicken fat oil using a genetic algorithm and response surface methodology. **National Library of Medicine**, v. 26, p. 312 – 320, 2015.

FENG Y. et al. Comparação de compostos aroma-ativos em caldo de galinha e caldo de galinha nativo por análise de diluição de extrato de aroma (AEDA), valor de atividade de odor (OAV) e experimento de omissão. **Food Chem**, v. 265, p.274 - 280, 2018.

FENNEMA, DAMODARAN S.; PARKIN K.; BRANDELLI A. **Química de alimentos de Fennema**. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2018.

GARCIA S. et al. Life Cycle Assessment of broiler chicken production: a Portuguese case study J. **Clean. Prod.**, v.74, p. 125-13, 2014.

GAMEIRO M. et al. Carbon dioxide-based integrated continuous extraction of oil from chicken feather meal, and its conversion to biodiesel in a packed-bed enzymatic reactor at pilot scale. **Fuel**, v.153, p. 135-142, 2015.

GAUCHER MARIE et al. Broiler chicken carcasses and their associated abattoirs as a source of enterotoxigenic *Clostridium perfringens*: Prevalence and critical steps for contamination. **AIMS microbiology**, v. 4, p.439-454, 2018.

GOLLAKOTA A. et al. Transesterification of waste cooking oil using pyrolysis residue supported eggshell catalyst. **Sci. Total Environ**. V.661, pp.316 - 325, 2019.

GURUSALA NARESH KUMAR; SELVA V ARUL MOZHI. Effects of alumina nanoparticles in waste chicken fat biodiesel on the operating characteristics of a compression ignition engine. **Clean Technol Environ Policy**, v.17, p. 681-692, 2015.

HANAFI, S. et al. Hydrocracking of waste chicken fat as a cost effective feedstock for renewable fuel production: A kinetic study. **Egyptian journal of petroleum**, v. 25, p. 531-537, 2016.

HU, Y; CHENG, H; TAO, S. Environmental and human health challenges of industrial livestock and poultry farming in China and their mitigation. **Environment International**, v. 107, p. 111-130, 2017.

HOLANDA, F.; GOMES, L. **Indicadores de sustentabilidade ambiental**. São Cristóvão: UFS, 2014.

HU, Y; ZHANG, W; CHENG, H; TAO, A. Public health risk of arsenic species in chicken tissues from live poultry markets of Guangdong province, China. **Environ. Sci. Technol**, v. 51, p. 3508-3517, 2017.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters. **Laboratory Practice**, v. 22, n. 6, p. 475-494, 1973.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em :<<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2020.

IAL. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz v.1: **métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4ª ed. São Paulo, 2005.

JIANG HE.; CHEN, W., JIA, Z.; TAO, F. Physiochemical properties of short-term frying oil for chicken wing and its oxidative stability in an oil-in-water emulsion. **Food Sci Nutr**, v.8, p. 668-674, 2020.

JUNGA R. et al. Experimental tests of co-combustion of laying hens manure with coal by using thermogravimetric analysis. **Renewable Energy**, v.111, p. 245-255, 2017.

KALHOR T.; RAJABIPOUR A.; AKRAM A. SharifiEnvironmental impact assessment of chicken meat production using life cycle assessment. **Information Processing in Agriculture**, v.3, p. 262-271, 2016.

KANAKRI K. et al. The Effect of Different Dietary Fats on the Fatty Acid Composition of Several Tissues in Broiler Chickens. **European Journal of Lipid Science and Technology**, 2018.

KHASKHELI A. et al. Emission and Noise Characteristics of a Diesel Engine Fuelled with Diesel-Chicken Oil Biodiesel Blends. **Engineering, technology & applied science research**, v.10, 2020.

KIM, H. et al. Quality Evaluation of Chicken Nugget Formulated with Various Contents of Chicken Skin and Wheat Fiber Mixture. **Korean J Food Sci Anim Resour**, v. 35, p. 19 - 26, 2015.

KMIECIK D.; KOBUS-CISOWSKA, J.; KORCZAK J. The content of anti-nutritional components in frozen fried-potato products. **Lwt-food Science and Technology**, v. 85, p. 275 – 282, 2017.

KONIECZKA P. et al. Efeitos benéficos do enriquecimento de carne de frango com ácidos graxos poliinsaturados n-3, vitamina E e selênio nos parâmetros de saúde: um estudo em ratos machos. **Animal**, v.11, p.1412 - 1420, 2017.

LAKSHMANAN P et al. An Experimental Investigation to Study the Performance and Emission Characteristics of Chicken Fat Oil Fuelled DI Diesel Engine. **Journal of Applied Fluid Mechanics**, v.10, p.85-91, 2017.

LAWLER A. **Why Did The Chicken Cross The World? The Epic Saga Of The Bird That Powers Civilization**. Atria Books; New York. 2014.

LEE PERRY-GAL; ADI ERLICH; AYELET GILBOA; GUY BAR-OZ. First economic exploration of chicken outside East Asia: evidence from the Southern Hellenistic Uprising. **Pnas**, v.112, p. 9849–9854, 2015.

LEE AS; WHENHAM N. Revisão de Bedford MR sobre o ácido docosahexaenóico na nutrição de aves e suínos: consequência de produtos animais enriquecidos nas características de desempenho e saúde. **Anim. Nutr**, v. 5, p.11–21. 2019.

LEE K. T.; FOGLIA T. A. Synthesis, purification, and characterization of structured lipids produced from chicken fat. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 77, n. 10, p. 1027-1034, 2000.

LEUNG Y.; STARK K.; THANASSOULIS L.; PILOTE L. Consumo de peixes e síndrome coronariana aguda: uma meta-análise. **Am J Med**, v.9, p. 848 – 57, 2014.

LI XINHUI; KONG WEI; SHI WEIMIN; SHEN Q. A combination of chemometrics methods and GC–MS for the classification of edible vegetable oils. **Chemometrics and intelligent laboratory systems**, V.155, p.145-150, 2016.

LI X et al. Effects of polar compounds generated from the deep-Frying process of palm oil on lipid metabolism and glucose tolerance in Kunming mice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 65, p. 208– 215, 2017.

LIST G. et al. Low-*Trans* Shortening and Spread Fats Produced by Electrochemical Hydrogenation. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, v. 84, p. 497–501, 2007.

LIMA JULIANA L.; ASSIS BIANCA B. T.; ARCANJO NARCIZA M. O.; GALVÃO MERCIA; OLEGÁRIO LARY; BEZERRA TALIANA K.; MADRUGA MARTA S. Impact of use of byproducts (chicken skin and abdominal fat) the oxidation of chicken sausage stored under freezing. **Journal of Food Science**, v.85, p.1114-1124, 2020.

LÓPEZ-ANDRÉS et al. Environmental impact assessment of chicken meat production via an integrated methodology based on LCA, simulation and genetic algorithms. **Journal of Cleaner Production**, Vol.174, pp.477-491, 2018.

LUNA A.; LÁBAQUE M.; ZYGADLO J.; MARIN R. Effects of thymol and carvacrol feed supplementation on lipid oxidation in broiler meat. **Poult Sci**, v. 89, p. 366 -70, 2010.

MULTARI S. et al. Changes in the volatile profile, fatty acid composition and other markers of lipid oxidation of six different vegetable oils during short-term deep-frying. **Food Research International**, v. 122, p. 318–329, 2019.

MEKAWI E. et al. Reduction of acrylamide formation in potato chips during deep-frying in sunflower oil using pomegranate peel nanoparticles extract. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v.13, p. 3298–3306, 2019.

MORENO P.; GUADIX A.; GUADIX, E.; JACOBSEN, C. Physical and oxidative stability of fish oil-in-water emulsions stabilized with fish protein hydrolysates. **Food chemistry**, v. 203, p.124-135, 2016.

MARCINKOWSKA-LESIK M. et al. Effect of packaging method and cold-storage time on chicken meat quality. **CYTA – Journal of Food**, v. 14, pp. 41- 46, 2016.

MARONEZI L. **Impactos ambientais da criação de frangos de corte no sistema de integração na pequena propriedade rural**. 2011. Tese (tecnólogo em planejamento e gestão para o desenvolvimento rural) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MA RUIXUE et al. Effects of oil-water mixed frying and pure-oil frying on the quality characteristics of soybean oil and chicken chop. **Food Science and Technology**, Vol.36 n.2, p.329-336, 2016.

MENG Z. et al. Comparative Analysis of Lipid Composition and Thermal, Polymorphic, and Crystallization Behaviors of Granular Crystals Formed in Beef Tallow and Palm Oil. **J. Agric. Food Chem**, v.59, p. 1432, 2011.

MIR NASIR AKBAR et al. Inclusion of flaxseed, broken rice and distillers dried grains with solubles (DDGS) in broiler chicken ration alters the fatty acid profile, oxidative stability and other functional properties of meat: Broiler chicken nutrition, and meat quality. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 120, 2018.

MOREIRA R. Fritura a vácuo versus fritura convencional: uma visão geral. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v.116, p. 723-734, 2014.

MOREL ESTHER. A marca norte-americana "Chick N' Skin" anuncia o prato como um petisco leve e saudável, já que cada porção é muito baixa em carboidrato. *Revista menu*, 2019.

NATARAJ G; PRAVINPRABU.T; KARTHIK.S. Performance and Emission Characteristics on Diesel Engine using Waste Chicken Fat Oil Biodiesel as Fuel. **International Journal of Innovations in Engineering and Technology**, V. 6, 2015.

NASCIMENTO KEILA LEMOS DE ALMEIDA. **Avaliação da técnica de espectroscopia no infravermelho com transformada de fourier como ferramenta de classificação de óleos vegetais comestíveis e adulteração do óleo de linhaça**. 2016. Tese (Licenciado em Química) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro- UENF, CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ.

NIU Y.; WU, M.; XIAO, Z.; CHEN, F.; ZHU, J.; ZHU, G. Effect of fatty acids profile with thermal oxidation of chicken fat on characteristic aroma of chicken flavors assessed by gas chromatography-mass spectrometry and descriptive sensory analysis. **Food Science and Technology Research**, V.22, n.2, p.245-254 2016.

OLIVEIRA J. P. D. et al. Caracterização físico-química de resíduos oleosos do saneamento e dos óleos e graxas extraídos visando a conversão em biocombustíveis. **Química Nova**, v. 37, n.4, p. 597-602, 2014.

OLIVEIRA CARVALHO J.; MOTA C.; OLIVEIRA CARNEIRO; SILVA AMORIM; SANTOS B. Diagnóstico ambiental dos resíduos resultantes da produção de frango de corte: um estudo de caso. **Conresol, Ibeas - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais**, 2018.

ONU- Organizações das Nações Unidas. Agricultura e Alimentação. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org>>. Acesso em: 12 abril de 2020.

OSMAN S. A.; YONEZAWA T.; NISHIBORI M. Origin and genetic diversity of Egyptian native chickens based on complete sequence of mitochondrial DNA D-loop region. **Poult. Sci**, v. 95, p.1248–1256, 2016.

OTECKO N. et al. Phenotypic and morphometric differentiation of indigenous chickens from Kenya and other tropical countries augments perspectives for genetic resource improvement and conservation. **Poult Science**, pp. 98, 2019.

PETERSEN K. et al. Chemical and sensory assessment of deep-frying oil alternatives for the processing of French fries. **Eur J Lipid Sci Technol**. p.115:935–945, 2013.

PJ GERBER et al. Tackling Climate Change through Livestock – a Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities. **Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)**, 2013.

POPOVA TEODORA et al. Difference in fatty acid composition and related nutritional indices of meat between two lines of slow-growing chickens slaughtered at different ages. **Archives Animal Breeding**, v.59, p. 319–327, 2016.

PUCHAŁA M. et al. Effect of breed and production system on physicochemical characteristics of meat from multi-purpose hens. **Annals of Animal Science**, v.15, p.247–261, 2015.

PRUDÊNCIO DA SILVA VAMILSON; VAN DER WERF; HAYO M.; SOARES, SEBASTIÃO ROBERTO; CORSON MICHAEL S. CorsonEnvironmental impacts of French and Brazilian broiler chicken production scenarios: an LCA approach J. **Environ. Manag.** , v.133, p. 222-231, 2014.

RAFIEIAN FATEMEH. et al. Physicochemical properties of gelatin extracted from chicken deboner residue. **Food Science and Technology**, v.64, p.1370-1375, 2015.

REDA F. et al. Use of red pepper oil in quail diets and its effect on performance, carcass measurements, intestinal microbiota, antioxidant indices, immunity and blood constituents. **Animal**, v. 14, p. 1025-1033, 2020.

RODRIGUES D. et al. Abate humanitário de aves: Revisão. **PUBVET**, v.10, p. 636-720, 2016.

RHEE, K.S.; WALDRON, D.F.; ZIPRIN, Y.A. et al. Fatty acid composition of goat diets vs intramuscular fat. **Meat Science**, v.54, p.313-318, 2000.

ROMANO RAFFAELE et al. Oxidative stability of high oleic sunflower oil during deep frying process of purple potato Purple Majesty. **Heliyon**, v.7, 2021.

SANTIN JULIANA. Startup americana descobre potencial ácido graxo essencial na manteiga. Disponível em: < milkpoint.com.br>. Acesso em: 10 nov. 2020.

SALA SERENELLA et al. In quest of reducing the environmental impacts of food production and consumption. **Journal of Cleaner Production**, V.140, p.387-398, 2017.

SALEH AHMED; GÁLIK B.; ARPÁŠOVÁ H.; CAPCAROVÁ M.; KALAFOVÁ A.; ŠIMKO M.; JURÁČEK M.; ROLINEC M.; BÍRO D.; ABUDABOS A. M. Synergistic effect of feeding *Aspergillus awamori* and lactic acid bacteria on performance, egg traits, egg yolk cholesterol and fatty acid profile in laying hens. **Italian Journal of Animal Science**, V.16, n.1, pp.132-139, 2017.

SANTOSO A.; SUMARI A.; SALIM S.; MARFU'AH S. Synthesis of Methyl Ester from Chicken Oil and Methanol Using Heterogeneous Catalyst of CaO - MgO as well as Characterization Its Potential as a Biodiesel Fuel. **Journal of Physics: Conference Series**, v.1093, 2018.

SANTHI DHANASEKAR; KALAIKANNAN ATHIAPPAN; NATARAJAN, AMIRTHALINGAM. Characteristics and composition of emulsion-based functional low-fat chicken meatballs fortified with dietary fiber sources. **Journal of Food Process Engineering**, v.43, n.3, 2020.

SCHILLING T. **Technological aspects of the slaughter and processing of broilers** 2014. 30p. Monografia (Conclusão do Curso de Medicina Veterinária) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

SCHMIDT, NÁDIA S. & SILVA, CHRISTIAN L. Pesquisa e Desenvolvimento na Cadeia Produtiva de Frangos de Corte no Brasil. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, vol.56, n.3, p.467-482, 2018.

SEMENOVA M. Advances in molecular design of biopolymer-based delivery micro/nanovehicles for essential fatty acids. **Hydrocolloids Food**, V. 68, pp.114–121, 2017.

SIGER A.; DWIECKI, K.; BORZYSZKOWSKI, W.; TURSKI M.; SKA M.R.; NOGALAKAŁUCKA, M. Physicochemical characteristics of the cold-pressed oil obtained from seeds of *Fagus sylvatica* L. **Food Chemistry**, p. 239–245, 2017.

SILVA NATHALIA RIBEIRO F. **Perfil de ácidos graxos de alimentos industrializados**. 2017.Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – RJ.

SILVA VAMILSON P. et al. Corson Environmental impacts of French and Brazilian broiler chicken production scenarios: an LCA approach J. **Environ. Manag.**, v.133,p. 222-231, 2014.

SKUNCA DUBRAVKA et al. Life cycle assessment of the chicken meat chain. **Journal of Cleaner Production**, v.184, p.440-450, 20 May 2018.

SOUSA E. R.; FROTA C. S.; COSTA C.; SILVA G.; SAMPAIO D. Avaliação da Oxidação e de Parâmetros de Qualidade do Óleo de Babaçu por Espectroscopia no Infravermelho Médio com Transformada de Fourier (FTIR) e Calibração Multivariada. **Rev. Virtual Quim**, v.11, n.3, pp. 849-865, 2019.

SOUZA N.; MATSUSHITA M.; VISENTAINER J. Ácidos graxos: Estrutura, Classificação, Nutrição e Saúde. **Arq. Apadec**, v.2. 1998.

SAVIC IVAN; GAJIC IVANA SAVIC; GAJIC DRAGOLJUB. Physico-Chemical Properties and Oxidative Stability of Fixed Oil from Plum Seeds (*Prunus domestica* Linn). **Biomolecules**, v.10, n.2, p. 294, 2020.

TACO - **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos** / NEPA – UNICAMP. 4. ed. Rev. e Ampliada. Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011.

TOMIELLO C. R. **Potencial dos resíduos de abatedouros avícolas como matriz lipídica para produção de biodiesel**. 2014. 51p. Tese. (Engenharia química), Universidade de São Paulo.

UDOMKUN P., INNAWONG, B., SIAKUL, C., & OKAFOR, C. Utilização de adsorventes mistos para estender o ciclo de vida do óleo de fritura no processamento de aves. **Food Chemistry**, v. 248, pp. 225-229, 2018.

USP- Apoio às Disciplinas. Tabelas de Valores de absorção no Infravermelho.pdf. Disponível em: < [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php// Tabelas de Valores de absorção no Infravermelho.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php//Tabelas%20de%20Valores%20de%20absorção%20no%20Infravermelho.pdf) >. Acesso em: 03 nov. 2020.

USDA- United States Department of Agriculture. Disponível em: < <http://www.fas.usda.gov> >. Acesso em: 03 nov. 2020.

WANG JIN-ZHI; DONG, XIAN-BING; YUE JIAN-YING; ZHANG CHUN-HUI; JIA WEI; LI XIA. Preparation of Substrate for Flavorant from Chicken Bone Residue with Hot-Pressure Process. **Journal of Food Science**, v. 81, n.3, p.578-586, 2016.

WANG F.; LIU Y.; SHAN L.; JIN Q.; MENG Z.; WANG X. Effect of Fat Composition on Texture and Bloom of Lauric Compound Chocolate. **Eur. J. Lipid Sci. Technol**, v.112, p.1270–1276, 2010.

WANG JIN-ZHI; YUE JIAN-YING; ZHANG CHUN-HUI; JIA WEI; LI XIA; SUN ZHEN. Preparation of peptone from chicken bone residue by using natural pancreas as catalyst. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology**. v.91, p.2852-2861, 2016.

WANG W.; ZHANG T.; WU C.; WANG S.; WANG Y.; LI H.; WANG N. Imortalização de pré-adipócitos de galinha por transdução retroviral de TERT e TR de galinha. **Jornal pone**, 2017.

WALDEMAR PASZKIEWICZ et al. Effect of Soybean Meal Substitution by Raw Chickpea Seeds on Thermal Properties and Fatty Acid Composition of Subcutaneous Fat Tissue of Broiler Chickens. **Animals (Basel)**, 2020.

WESTHOEK H; INGRAM J. et al. Food Systems and Natural Resources. **UNEP - UN Environment Programme**, p. 164, 2016. UNEP

WEI CHAOKUN; FU JING; LIU DUNHUA; ZHANG ZHONG; LIU GUANRUI. Functional properties of chicken fatbased shortenings: Effects of based oils and emulsifiers. **International Journal of Food Properties**, v.20, p. 3277, 2018. XIANG H. et al. Further discussions confirm early Holocene chicken domestication in northern China Proceedings of the National of America. **Academy of Sciences of the United States E**. v.112, p.1912, 2015.

YANG Y.et al. The effects of raising system on the lipid metabolism and meat quality traits of slow-growing chickens. **Journal Applied Animal Research**, v. 43, p. 147–152, 2015.

YANG DAN et al. The effect of fatty acid composition on the oil absorption behavior and surface morphology of fried potato sticks via LF-NMR, MRI, and SEM. **Food Chemistry:x**, V.7, 2020.

YIN F. et al. Transcriptome Analysis Reveals Regulation of Gene Expression for Lipid Catabolism in Young Broilers by Butyrate Glycerides. **PLoS One**. 2016.

YING L. et al. Effects of different raising systems on growth performance, carcass, and meat quality of medium-growing chickens. **Journal of Applied Animal Research**, v.45, p.326–330, 2017.

YUENYONG JITKUNYA; POKKANTA PIRAMON; PHUANGSAIJAI NUTTHATIDA; KITTIWACHANA SILA; MAHATHEERANONT SUGUNYA; SOOKWONG PHUMON. GC-MS and HPLC-DAD analysis of fatty acid profile and functional phytochemicals in fifty cold-pressed plant oils in Thailand. **Heliyon**, v.7, 2021.

ZHANG L. et al. Comparative study on the physicochemical properties and bioactivities of polysaccharide fractions extracted from Fructus Mori at different temperatures. **Food & Function**, v.10, p. 410- 421, 2019.

ZHANG X. et al. Genetic selection on abdominal fat content alters the reproductive performance of broilers. **Animal**, v.12, p.1232–1241, 2018.

ZHENJIE, X. et al. *Food Analytical Methods* Application of Visible Hyperspectral Imaging for Prediction of Springiness of Fresh Chicken Meat. **Springer**, v.8, p. 380-391, 2015.