

**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES**  
**URI - CAMPUS ERECHIM**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**STAEI DAÍSE MARX**

**ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO E VIABILIDADE DE OBTENÇÃO E**  
**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE**  
**GORDURA ABDOMINAL DE FRANGO**

**ERECHIM - RS**

**2014**

**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES**  
**URI - CAMPUS ERECHIM**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

STAEL DAÍSE MARX

**ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO E VIABILIDADE DE OBTENÇÃO E**  
**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE**  
**GORDURA ABDOMINAL DE FRANGO**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI).

Orientadoras: Dra. Geciane Toniazco Backes  
Dra. Juliana Steffens

ERECHIM - RS  
2014

# **ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO E VIABILIDADE DE OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE GORDURA ABDOMINAL DE FRANGO**

Stael Daíse Marx

Dissertação de Mestrado submetida à Comissão Julgadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos.

Comissão Julgadora:

---

Dra. Geciane Toniazzo Backes  
Orientadora

---

Dra. Juliana Steffens  
Orientadora

---

Dr. Ivo Mottin Demiate  
UEPG-Ponta Grossa

---

Dra. Jamile Zeni  
URI-Erechim

---

Dra. Clarissa Dalla Rosa  
UFFS-Erechim

ERECHIM - RS

2014

NESTA PÁGINA DEVERÁ SER INCLUÍDA A FICHA CATALOGRÁFICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. ESTA FICHA SERÁ ELABORADA DE ACORDO COM OS PADRÕES DEFINIDOS PELO SETOR DE PROCESSOS TÉCNICOS DA BIBLIOTECA DA URI – CAMPUS ERECHIM.

“Eu não posso acreditar nisto!” – disse Alice.

“Você não pode?” – A Rainha disse em um tom piedoso. “Tente novamente, respire profundamente e feche os olhos.”

Alice riu e disse: “Não é preciso tentar. Ninguém pode acreditar em coisas impossíveis”.

“Eu suponho que você não tenha muita prática.” – disse a Rainha. “Quando eu tinha a sua idade, eu sempre fazia isto por pelo menos meia hora ao dia. Isto porque às vezes eu acreditava em até seis coisas impossíveis antes de tomar o café da manhã...”

*Lewis, Carrol. Trecho do livro As aventuras de Alice do País das Maravilhas e Através do Espelho. Cleveland; Collins World, 1974.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu grande amor Geno, pelo apoio, pela compreensão nas horas mais difíceis e pelo companheirismo de todo dia. Sem você eu não teria chegado até aqui. E como não agradecer a minha pequena Lia, que acompanhou a mamãe em todos os momentos finais. Mamãe te aguarda, estamos ansiosos com sua chegada.

A minha família pelo constante apoio e incentivo. Mãe, pai, mana e mano obrigada por tudo, pela presença e pelo amor!

As minhas orientadoras Juliana Sttefens e Geciane Toniazco Backes, e a professora Jamile pela paciência, dedicação, incentivo, orientação e apoio que foram fundamentais para a realização deste estudo.

A minha amiga do peito que me ajudou durante todo o período de análises deste trabalho, pelo incentivo, pelo ombro amigo e pela amizade. Ju, tu é 10! Foi ótimo conhecer você.

Aos meus colegas que conheci ao longo desta caminhada, pelas risadas, pelas aulas e trocas de ideias. Vocês moram no meu coração.

À banca examinadora desta dissertação, pelas opiniões e correções, que em muito valorizaram este trabalho.

A empresa por permitir a realização do trabalho e possibilitar a realização de um sonho.

A URI pela estrutura física e profissional e pelo apoio para a realização deste trabalho.

A todos que de alguma maneira me ajudaram no decorrer deste trabalho.

E por último, mas não menos importante agradeço a Deus por me dar força e guiar meu caminho e também por proporcionar mais um momento de crescimento e vitória na minha vida.

Resumo da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos.

## **ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO E VIABILIDADE DE OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE GORDURA ABDOMINAL DE FRANGO**

Stael Daíse Marx

Julho/2014

Orientadoras: Geciane Toniazzo Backes

Juliana Steffens

A gordura abdominal de frango representa o maior depósito de gordura nas aves, sendo que esta pode ser utilizada como subproduto na produção de rações, biocombustíveis, cosméticos e como ingrediente em formulações de embutidos. O objetivo desse trabalho foi estudar um fluxograma de obtenção, além de caracterizar física e quimicamente e avaliar o *shelf life* de gordura abdominal de frango da linhagem Cobb, comparando sempre a influência do sexo em cada parâmetro avaliado. Inicialmente foi realizada a avaliação e implantação de um fluxograma para obtenção de gordura abdominal de frango em uma indústria de grande porte, de acordo com os parâmetros exigidos pela legislação (Portaria 210/98), que possibilitou o desenvolvimento do projeto de obtenção do produto no setor de evisceração. Após o início das atividades desta linha de produção, foi realizada a avaliação da quantidade de gordura abdominal presente em carcaças de frango, as quais corresponderam a 1,86% em fêmeas e 1,49% em machos, da composição total do frango, demonstrando que o sexo influencia na quantidade de gordura presente nas carcaças de frango. Durante a determinação de características físicas e químicas, os resultados demonstraram que o sexo também influencia nos parâmetros de lipídios e umidade e que a maior proporção da composição química de gordura abdominal é de lipídios (70,68 e 74,36 g/100g de amostra), seguida da umidade (27,87 e 24,09 g/100g de amostra), proteína (0,91 e 0,95 g/100g de

amostra) e cinzas (0,038 e 0,041 g/100g de amostra) para macho e fêmea, respectivamente. Em relação à composição de ácidos graxos na gordura abdominal, as amostras demonstraram resultados com diferença significativa em relação ao sexo das aves, com exceção do ácido palmítico. As amostras de gordura abdominal de fêmea apresentaram maior proporção de ácido oleico (53,87%) seguido do ácido palmítico (30,07%), enquanto que no macho foi encontrado ácido palmítico (34,69%), seguido do oleico (31,92%) e linoleico (25,71%). A cor também foi um parâmetro influenciado pelo sexo, onde na avaliação dos componentes de cor, L\*, a\*, b\*, foi possível observar valores de L\*, 58,67 e 55,42, a\*, 4,95 e 3,44, e b\*, 7,36 e 8,18, para macho e fêmea, respectivamente. A análise da vida de prateleira do produto foi realizada durante 150 dias sob congelamento (-23°C), através de análises de pH, potencial de peróxidos e TBA. Os valores demonstraram que as fêmeas possuem maior tendência a oxidação lipídica do que as amostras de macho; porém as amostras não demonstraram qualquer tipo de alteração oxidativa, o que garante qualidade do produto quando armazenadas num período de 150 dias sob congelamento (-23°C). Com base nisso, a obtenção de gordura abdominal de frango torna-se uma atividade interessante para as indústrias devido a sua possibilidade de industrialização é viável, já que na avaliação de custos, foi possível observar que tanto os gastos com implantação como para produção de gordura abdominal foram baixos.

Palavras chaves: Gordura abdominal de frango, *shelf life*, caracterização físico-química.

Abstract of Dissertation presented to Food Engineering Program as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Food Engineering

## **STUDY OF IMPLANTATION AND VIABILITY OF OBTAINMENT AND PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF FAT ABDOMINAL CHICKEN**

Stael Daíse Marx

July/2014

Supervisors: Geciane Toniazzo Backes

Juliana Steffens

Chicken abdominal fat is the largest chicken fat deposit in poultry, and this can be used as a by-product in the production of animal feed, biofuel, cosmetics and as ingredient in meat products formulations. The aim of this study was to obtain a process flow diagram, characterize physically and chemically and evaluate the shelf life of chicken abdominal fat of Cobb lineage, always comparing the influence of gender on each parameter evaluated. Initially, an assessment and implementation of a flow diagram for abdominal chicken fat process in a large industry was carried out in accordance with the standards required by legislation (Directive 210/98), which enabled the development of the project of obtaining the product in evisceration area. After starting the activities in this production line, an evaluation of the amount of chicken abdominal fat present on carcasses was performed, which corresponded to 1.86% in females and in males 1.49% of the total composition of chicken, demonstrating that gender influences the amount of fat present in chicken carcasses. During the determination of physical and chemical characteristics, the results showed that gender also influences the parameters of lipids and moisture and that the largest proportion of the chemical composition of abdominal fat is lipid (70.68 and 74.36 g/100g of sample), followed by moisture (27.87 and 24.09 g/100g of sample), protein (0.91 and 0.95 g/100g sample) and ash (0.038 and 0.041 g/100g of sample) for male and female, respectively. Regarding the composition of fatty acids in abdominal fat samples results showed significant differences in relation to the gender of the birds: female samples showed a higher proportion of oleic acid (53.87%) followed by

palmitic acid (30.07%), while the male presented palmitic acid (34.69%), followed by oleic (31.92%) and linoleic acid (25.71%). The color is also influenced by gender where the evaluation of color components L \*, a \*, b \*, it could be observed L \* values 58.67 and 55.42, a \*, 4.95 and 3.44 and b \*, 7.36 and 8.18 for males and females respectively. Product shelf life evaluation carried out within 150 days during storage under low temperature (-23 °C) by pH, potential peroxides and TBA analysis. The figures show that the females samples have a greater tendency to lipid oxidation than the male samples; however the samples did not show any kind of oxidative modification, ensuring the quality of the product while stored over a period of 150 days under freezing. Based on this, chicken abdominal fat production becomes an interesting activity for industries due to its possibility of industrialization and economic feasibility, since measuring the cost assessment, it was observed that both implementation and production cost for abdominal fat were low.

Keywords: Chicken, abdominal fat, shelf-life, physical-chemical characterization.

	<b>SUMÁRIO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
<b>2.</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>19</b>
2.1	Produção de carne de frango	19
2.2	Características de gordura em frango de corte	21
2.3	Gorduras do frango de corte como subproduto para industrialização	22
2.4	Gordura e sua deposição nas aves	24
2.5	Gordura abdominal de frango e sua utilização na indústria	28
2.6	Considerações finais	31
<b>3.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>32</b>
3.1	Implantação do processo produtivo para obtenção de gordura abdominal de frango, avaliação dos custos de implantação e viabilidade de produção	32
3.2	Determinação do percentual de gordura abdominal em frangos	33
3.3	Caracterização físico-química da gordura abdominal de frango	34
3.3.1	Determinação de propriedades químicas	34
3.3.2	Determinação de propriedades físicas	37
3.4	Caracterização de ácidos graxos presentes na gordura abdominal de frango	38
3.5	Determinação de <i>shelf life</i>	40
3.6	Análise estatística	42
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>43</b>
4.1	Implantação de um fluxograma de produção para obtenção de gordura abdominal de frango, avaliação dos custos de implantação do processo produtivo e viabilidade de produção	43
4.1.1	Avaliação preliminar do processo para implantação do fluxograma	43
4.1.2	Implantação de fluxograma de um processo produtivo para aproveitamento de gordura abdominal	45
4.1.3	Avaliação de custos de implantação do processo de obtenção e viabilidade de produção de gordura abdominal de frango	50

4.2	Determinação do percentual de gordura abdominal em relação ao sexo de frango	53
4.3	Determinação das propriedades físicas de gordura abdominal de frango	55
4.3.1	Determinação da cor	55
4.4	Determinação das propriedades químicas de gordura abdominal de frango	58
4.5	Determinação de ácidos graxos em gordura abdominal de frango	61
4.6	Determinação de <i>shelf life</i> de amostras de gordura abdominal de frango	63
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E SUGESTÕES</b>	<b>70</b>
5.1	Conclusões	70
5.2	Sugestões	71
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>73</b>

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
%	Porcentagem
pH	Potencial hidrogeniônico
G	Gramma
Kg	Quilograma
°C	Graus Centígrados
C	Carbono
°n	Número
M	Molar
µL	Microlitros
min	Minutos
He	Gás hélio
NaCl	Cloreto de sódio
NAOH	Hidróxido de sódio
TBA	Ácido tiobarbitúrico
MDA	Malonaldeído
TCA	Ácido tricloroacético
BHT	Antioxidante sintético butilhidroxitolueno
L*	Luminosidade ou percentagem de refletância
a*	Medida de luminosidade entre o vermelho e verde
b*	Media de luminosidade entre o amarelo e azul
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
ANOVA	Análise de variância
CMS	Carne mecanicamente separada
meq/kg	Miliequivalente (de peróxido) por quilograma
mg MDA/kg	Miligrama de malonaldeído por quilograma
Ω	Ômega
±	Entre ou aproximadamente
<	Menor que
R\$/kg	Reais por quilograma de produto
R\$/ton	Reais por tonelada
R\$/mês	Reais por mês

TACO  
UBABEF

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos  
União Brasileira de Avicultura

## LISTA DE FIGURAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>FIGURA 1 -</b> Tecido adiposo abdominal visceral de frango, envolvendo a moela (a, b). Moela após limpeza com traços de gordura abdominal (c).	29
<b>FIGURA 2 -</b> Amostras de gordura abdominal de frango acondicionadas em embalagens identificadas	34
<b>FIGURA 3 -</b> Preparo das amostras para caracterização: (a) gordura antes da trituração e (b) gordura triturada homogeneizada	35
<b>FIGURA 4 -</b> Determinação do pH em gordura abdominal de frango	35
<b>FIGURA 5-</b> Fração lipídica de amostras de gordura abdominal de frango, macho e fêmea	39
<b>FIGURA 6 -</b> Fluxograma básico de processamento de aves da indústria, demonstrando os 2 pontos de possível retirada da gordura abdominal de frango (A – presente nas vísceras e B – presente na carcaça)	44
<b>FIGURA 7 -</b> Gordura abdominal visceral presente no “pacote” de vísceras (a) e gordura abdominal na carcaça próxima a cavidade abdominal (b)	45
<b>FIGURA 8 -</b> Pacote de vísceras onde é realizada a retirada da gordura abdominal de frango (a) e moela com gordura abdominal (b)	46
<b>FIGURA 9 -</b> Fluxograma final de obtenção e processamento de gordura abdominal de frango	47
<b>FIGURA 10 -</b> Esquema simplificado demonstrando o processo de obtenção e produção de gordura abdominal de frango	49
<b>FIGURA 11 -</b> Amostra de gordura abdominal de frango demonstrando coloração	57

## LISTA DE TABELAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>TABELA 1 -</b> Relação dos ácidos graxos presentes na gordura abdominal de aves domésticas	30
<b>TABELA 2 -</b> Análise de custos para produção mensal de 40 toneladas de gordura abdominal de frango	51
<b>TABELA 3 -</b> Análise de viabilidade de produção com base na venda de 40 toneladas de gordura abdominal de frango em um mês	52
<b>TABELA 4 -</b> Médias da quantidade de gordura abdominal em frango para macho e fêmea	53
<b>TABELA 5 -</b> Médias de coloração [luminosidade (L*), teor de vermelho (a*) e teor de amarelo (b*)] para gordura abdominal de frango para macho e fêmea.	55
<b>TABELA 6 -</b> Características químicas de gordura abdominal de frangos machos e fêmeas (%/g de amostra)	58
<b>TABELA 7 -</b> Relação dos ácidos graxos presentes na gordura abdominal de frango em machos e fêmeas	61
<b>TABELA 8 -</b> Avaliação do potencial de peróxido em amostras de gordura abdominal de macho e fêmea (meq/kg)	64
<b>TABELA 9 -</b> Avaliação de pH para amostras de gordura abdominal de frango para macho e fêmea	65
<b>TABELA 10 -</b> Avaliação de TBA para amostras de gordura abdominal de macho e fêmea (mg de MDA/kg)	67

## 1. INTRODUÇÃO

O consumo e a produção de carne de aves vêm aumentando constantemente no Brasil. O país está entre os três maiores produtores de carne de frango no mundo, ao lado dos Estados Unidos e da China e é considerado o maior exportador desde 2004 de acordo com a UBABEF (União Brasileira de Avicultura, 2014). A indústria brasileira é uma das mais modernas do mundo, com uma grande diversificação de itens que proporcionam cada vez mais, conveniência e praticidade aos consumidores, rendimento e valor agregado às empresas processadoras (OLIVO e OLIVO, 2006).

A carne de frango apresenta grandes vantagens, pois em função do custo relativamente baixo de produção, é a mais barata entre as proteínas cárneas. Além disso, é rica em proteínas, e é considerada grande fonte de energia e de outros nutrientes como ferro e vitaminas do complexo B (TONETTI, 2012). Sua composição é ainda, rica em ácidos graxos essenciais e, portanto, pode ser considerada como *omegafrango* conforme Pereda (2005), já que seus componentes proporcionam possibilidade de redução nos níveis de colesterol no sangue em indivíduos não-hipertriglicênicos (CHIU, 2001).

O mercado consumidor de carne de aves vem exigindo grandes mudanças na produção do frango de corte, que são obtidas através de intenso melhoramento genético nas linhagens e nos valores nutricionais das dietas fornecidas pelas raças, já que, o frango possui uma intensa capacidade de conversão de alimento em músculo, proporcionando melhores rendimentos de cortes nobres, em um curto espaço de tempo (SILVA, 2010).

O frango inteiro é o mais consumido no Brasil, embora a cada ano o consumo de cortes aumente sua participação no mercado (OLIVO, 2006). Com isso, a preocupação das indústrias, está voltada cada vez mais para o aumento do rendimento da carcaça, no aproveitamento de subprodutos e na diminuição de resíduos orgânicos, devido ao seu efeito contaminante ao meio ambiente, como sangue, vísceras e gordura (CHIU, 2007), que representam entre 15 a 25 % do peso total da carcaça (BERAQUET, 1990).

A gordura abdominal do frango corresponde a aproximadamente 2 % do peso da ave abatida, e na maioria dos abatedouros é descartada juntamente com os demais resíduos (CHIU, 2001). Esta gordura pode ser aproveitada para a produção de alimentos industrializados, como embutidos cárneos, margarinas e cremes cosméticos, pois possibilita melhor consistência da massa dos mesmos durante a produção, devido a sua característica física (líquida ou semi-líquida à temperatura ambiente). Além disso, contém em sua composição, ácidos graxos insaturados, desejáveis nos alimentos, no que se refere à redução dos riscos de doenças coronárias (CHIU, 2007).

A gordura abdominal de frango é comumente perdida durante a etapa de evisceração das aves e pouco explorada pelas indústrias. Portanto, suas características físicas, odor, *flavor* natural desejável e sua composição rica em ácidos graxos insaturados, a torna um subproduto adequado e com grande potencial para utilização como ingredientes e como base gordurosa na produção de formulações alimentícias (CHIU, 2001).

Com base neste contexto, o presente trabalho visou implantar um processo de aproveitamento de gordura abdominal de frango em um abatedouro de aves em nível industrial, caracterizar físico-quimicamente e determinar *shelf life* da gordura.

Para atingir este objetivo, as seguintes atividades foram desenvolvidas:

- Implantação de um fluxograma de produção para obtenção da gordura abdominal de frango em escala de processamento industrial;
- Avaliação dos custos de implantação do processo de obtenção da gordura abdominal em termos de mão-de-obra e equipamentos e verificação da viabilidade de produção;
- Determinação do percentual de gordura abdominal em frangos do sexo feminino e masculino;
- Avaliação das características físicas (cor) e químicas (pH, proteína, cinzas e lipídios) de gorduras abdominais de frangos de diferentes sexos;
- Caracterização dos ácidos graxos presentes em amostras de gordura abdominal de macho e fêmea;
- Avaliação do *shelf life* das amostras de gordura abdominal armazenadas sob congelamento, por um período de até 150 dias pela análise do potencial de oxidação

lipídica.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será apresentada a fundamentação teórica sobre a carne de frango, características do frango de corte, além da importância e características da gordura abdominal.

### 2.1 Produção de carne de frango

A produção de cortes a base de aves, bem como de produtos industrializados, vem crescendo acentuadamente. Segundo Olivo (2006) na década de 80, houve um grande aumento da exportação de cortes e industrializados a base de frango. A partir daí as empresas aumentaram sua capacidade de abate e automatizaram o processo a fim de competir pelo mercado internacional. O consumo de carne de frango alavancou seu crescimento após o Plano Cruzado, em 1986, estabelecido pelo Governo Federal que estipulou contenção de preços para carne bovina estimulando a população ao consumo de carne de frango. Porém, foi na década de 90, que não só o volume de produção, mas principalmente a qualidade tornou-se o diferencial de mercado.

Desde então, a avicultura é uma das atividades mais desenvolvidas no Brasil e o consumo de carne de frango nos últimos anos tem sido incorporado cada vez mais na dieta da população. Em 2013, as exportações de carne de frango totalizaram 3,891 milhões de toneladas e o consumo per capita atingiu a média nacional de 41,8 quilos por habitante/ano (UBABEF, 2014).

Junior et al. (2007) afirmam que a maior parte dos frigoríficos que caracterizam o ramo industrial avícola estão localizados na Região Sul do país, expandindo-se para a Região Sudeste e mais recentemente para a Região Centro-Oeste, predominando as grandes tecnologias nas empresas de grande porte.

Segundo Tonetti (2012), o aumento de produção é possível, pois as empresas têm investido alto na modernização e no modo de integração adotado para a atividade, com acompanhamento técnico em todas as etapas do processo, desde o crescimento das aves junto aos produtores no campo. Mohallem (2008)

complementa que além de qualidade e preço, a avicultura brasileira é responsável pela geração de 4 milhões de empregos no país e no ramo estão concentradas as tecnologias mais modernas do mundo.

A carne de frango se destaca pelo baixo preço e pelo seu excelente valor nutricional, pois além de ser rica principalmente em proteínas, é fonte de energia e nutrientes como ferro, vitaminas do complexo B, niacina (músculo escuro) e riboflavina (músculo claro) (TONETTI, 2012).

O aumento do consumo tem sido acompanhado consequentemente pela alta produção de frango de corte. Nas empresas é visível o empenho na busca constante por aumentar o rendimento, destacar valor nos cortes produzidos, inovar no desenvolvimento de produtos diferenciados, propiciar conveniência, praticidade e valor agregado, com destino de estimular cada vez mais o consumo (MENDES et al., 2004).

Segundo Mendes et al. (2004), a criação de frangos é feita, preponderantemente por criadores integrados aos abatedouros de empresas integradas ou corporativas. Estas, geralmente, produzem os pintos em granjas próprias de matrizes ou terceirizadas, os quais nascem em incubatórios próprios das empresas.

Os frangos de corte utilizados para a produção industrial são da mesma espécie dos criados em fundos de quintal, porém diversos aperfeiçoamentos genéticos possibilitaram o surgimento de linhagens comerciais “híbridas”, que permitem maior qualidade das carcaças com uma melhor conversão alimentar. A maioria das empresas adquire suplementos vitamínicos de indústrias especializadas, geralmente a partir de fórmulas definidas para cada integração. Nas últimas décadas as linhagens mais utilizadas para produção de frango de corte do Brasil são apenas as linhagem Ross e Cobb (OLIVO, 2006).

O desenvolvimento genético da linhagem Ross, representante de 40% dos frangos de corte criados no Brasil foi desenvolvida toda no país pela empresa Agrocere de Rio Claro, São Paulo. Já a linhagem Cobb, passou a ser produzida parcialmente no Brasil, com o objetivo de atender as necessidades do mercado e hoje é a preferida pelas indústrias devido ao seu maior rendimento nos cortes (MENDES et al., 2004).

Em função deste promissor mercado, as linhas operantes do Brasil além de produzirem os cortes básicos (peito, coxa, asa e miúdos), têm investido cada vez mais nos produtos industrializados. Além dos custos da carne de frango em relação às demais carnes, ao longo dos anos, a tecnologia da produção tem trazido ao mercado produtos como hambúrgueres, salsichas, linguiças, *nuggets*, entre outros pré ou semi-processados que aumentam o consumo devido à facilidade de preparo (OLIVO, 2006).

## **2.2 Características de gordura em frango de corte**

O frango de corte é muito diferente daquele produzido há 20 anos. O grande progresso na criação do frango de corte é sem dúvida, a redução do tempo de abate; sendo assim, é importante a qualidade em toda a cadeia de crescimento, desde o início da produção de pintos. Segundo Mendes et al. (2004), estima-se que o frango ganhou por ano, um dia na idade de abate durante os últimos 50 anos, antecipando assim o abate em 50 dias, caracterizando o “frango moderno” de hoje. O peso do lote é a característica mais avaliada antes do abate, sendo comum o “dimorfismo sexual”, ou seja, uma diferença significativa entre os sexos (macho e fêmea), o que faz com que as empresas engordem frangos separadamente, com manejo e alimentação específica para cada sexo, aproveitando assim o potencial genético do frango.

Segundo Santos e Sakomura (2005), os fatores que mais interferem no desempenho do frango de corte são a idade de abate, sexo e a linhagem (genética) que hoje é o fator mais importante para retorno econômico da atividade, já que, influencia diretamente na idade e rendimento das partes mais nobres da carcaça de frango (peito e pernas).

Assim como os fatores de desempenho, a composição da ração é importante para o rendimento dos frangos de corte durante seu crescimento. Potença et al. (2008) demonstraram que os lipídeos presentes nas rações estão diretamente associados à composição lipídica da carcaça de frango. A deposição lipídica tende a aumentar quando o animal em crescimento atinge a máxima deposição de proteína,

afirma Toledo (2006). Quando a deposição de proteínas se estabiliza, a parte lipídica pode ocorrer em demasia, caso a energia esteja acima da demanda do metabolismo da ave e, portanto, o controle da porção proteica na alimentação das aves, torna-se fundamental para evitar o acúmulo excessivo de gordura nas carcaças.

Com todo esse desenvolvimento e mudanças no crescimento das aves no campo, e para atender aos mercados mais diversos, a produção de frango demanda pesos e características de carcaças diferenciadas. Vieira et al. (2007) afirmam que as fêmeas são, em geral, utilizadas para produzir carcaças ou cortes de baixo peso, pois o seu tamanho adulto é inferior ao dos machos.

Com base nisso, a seleção intensa de características e o cruzamento de raças de frangos de corte proporcionaram a criação de um animal com crescimento rápido e grande desempenho no rendimento de cortes. Essas transformações trouxeram aumento na proporção/quantidade de gordura nas aves, modificação do tamanho dos cortes, forma e função de alguns órgãos (CENTENARO et al., 2008).

Centenaro et al. (2008) complementam ainda que o rápido ganho de peso causa deposição proteica, desbalanço de nutrientes e principalmente grande acúmulo de gordura abdominal gerada pela hipertrofia e hiperplasia das células adiposas. A deposição excessiva de gordura nas aves não apenas reduz o rendimento da carcaça e eficiência alimentar, como também resulta em custos para a empresa devido à obrigatoriedade de destino final, assim como leva o consumidor a rejeição, já que hoje o mercado busque carnes mais magras (GAYA, 2003).

### **2.3 Gorduras do frango de corte como subprodutos para industrialização**

As gorduras constituem um grupo de moléculas insolúveis em água que possuem cinco funções específicas: componentes estruturais das membranas celulares, depósitos intracelulares de energia, precursores de componentes orgânicos como os sais biliares e hormônios esteroides, substâncias veiculadoras de vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K) na dieta e isolante térmico como proteção de órgãos internos (FENNEMA et al., 2010).

O excesso de gordura em mamíferos e aves garante a homeostasia energética nas situações de ingestão intermitente de alimentos, durante a hibernação em alguns animais e durante as deslocamentos migratórias. Porém hoje, com a domesticação e criação de animais em confinamento para produção de alimento, a reserva de gordura tem aumentado, se tornando uma característica indesejável das carcaças pela visão de interesse econômico (MACARI et al., 2002).

As gorduras animais são comumente classificadas como sebos, apresentando em temperatura ambiente, estado sólido, devido a sua composição rica em ácidos graxos saturados, como o esteárico (FORREST et al., 1979). Já as gorduras oriundas de aves, são classificadas como óleos de frango, pois sua composição percentual é muito similar aos óleos de soja, por exemplo, apresentando baixo índice de ácido esteárico, estado líquido em temperatura ambiente, o que possibilita maior facilidade em reações de transesterificação, onde o óleo pode ser convertido em biodiesel (ZANETTI, 2012).

Nesse contexto, Centenaro et al. (2008) citam que a qualidade para aceitação de um produto pode ser comprometida pela presença de gordura indesejada na carcaça das aves, gordura abdominal próxima a região da cloaca, como cobertura presente em cortes, ou propriamente dita a pele em quantidade exagerada. Neste ponto, cabe às indústrias conquistarem consumidores atendendo suas necessidades e espaço no mercado, além de destinarem corretamente estes materiais.

Centenaro et al. (2008) comenta que nos abatedouros de aves, cerca de 30% das aves são matérias de descarte, entre elas, penas, intestino, pé, cabeça, pele, sangue e gordura. Gioielli et al. (2007) citam também a preocupação das indústrias com os resíduos descartados, pois o trato inadequado causa problemas ambientais; sendo assim torna-se importante a minimização de resíduos gerados e o aproveitamento de subprodutos.

As sobras da carcaça e dos cortes podem ser utilizadas como matéria-prima, para outros produtos, como o dorso, por exemplo, para preparação da carne mecanicamente separada, utilizada na industrialização de embutidos como mortadela e salsicha. Outros subprodutos também estão sendo aproveitados como a gordura abdominal, a glândula de óleo da sambiquira e a pele de pescoço para utilização em industrializados (CHIU, 2001).

Conforme Gioielli et al. (2007), a gordura abdominal de frango hoje pode ser considerada como um subproduto da sua industrialização. Chiu (2001) ressalta que a gordura abdominal tem grande potencial de utilização na produção de embutidos, pois sua composição lipídica possui elevado teor energético, baixo custo de processamento e outras propriedades físicas importantes.

Chiu (2001) destaca que a cada 100 kg de dorso podem ser retirados aproximadamente 30 kg de gordura abdominal, o que pode representar cerca de 2 a 2,5 % do peso de cada ave. Atualmente, a maioria das indústrias descarta esse produto juntamente com as vísceras, penas e sangue.

A gordura abdominal segundo Chiu (2001) além de poder ser utilizada na produção de rações e na industrialização de embutidos, apresenta a possível utilização, também como matéria prima em formulações de alimentos, tais como massas de panificação, bolos, frituras, condimentos e caldos desidratados para sopas. Devido ao alto teor de ácidos palmíticos, essa gordura fornece ainda a possibilidade de emprego na fabricação de margarinas.

Além disso, Centenaro et al. (2008) afirmam que a gordura abdominal também pode ser utilizada nas indústrias de sabão, pois devido ao seu alto teor de colesterol (cerca de 45,27 %) quando em solução aquosa com hidróxido de sódio, fornece um produto de alta qualidade que pode ser utilizada na higienização em geral.

Devido à possibilidade de emprego da gordura abdominal em novos produtos e na busca de fontes renováveis de energias, as empresas estão investindo em tecnologias alternativas, como é o caso da produção de biodiesel utilizando a gordura de frango em sua composição (JUNIOR et al., 2007; GOMES, 2010; ZANETTI, 2012).

## **2.4 Gordura e sua deposição nas aves**

O tecido adiposo é um tipo de tecido conjuntivo composto predominantemente de células adiposas que exercem diferentes funções, tais como, reservatório de

energia, composição, por preencher espaços entre os tecidos e/ou atuando como barreira térmica e de fonte de calor (GUIMARÃES e ADELL, 1995).

Os lipídeos são substâncias solúveis em solventes orgânicos e insolúveis ou ligeiramente solúveis em água. Segundo Macari et al. (2002), os lipídeos incluem uma grande variedade de nutrientes, que diferem entre si pela sua composição química, sendo dentre eles, os mais comuns, os triglicerídeos e os fosfolipídeos. Os triglicerídeos, conhecidos também como gorduras neutras, são ácidos graxos esterificados de glicerol que servem como fonte de energia para as aves. Já os fosfolipídeos, comumente encontrados em animais e vegetais, são lipídeos, que quando hidrolisados, resultam na formação de glicerol, ácidos graxos e ácido fosfórico que estão entre os principais componentes das membranas celulares.

Os lipídeos têm um papel importante na qualidade dos alimentos, pois contribuem para a textura e o sabor dos produtos, sendo seu conteúdo variável conforme o animal (FENNEMA et al., 2010). Os alimentos lipídicos são conhecidos como gorduras ou óleos, diferenciando-se pela sua forma física; sendo as gorduras sólidas e os óleos líquidos em temperatura ambiente (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

Os ácidos graxos são os principais componentes dos lipídios, sendo sua propriedade física, o ponto de fusão, determinante para a firmeza do tecido muscular. A composição dos ácidos graxos nas gorduras determina o grau de saturação, sendo as gorduras saturadas solidificadas mais facilmente com o resfriamento, afetando diretamente a palatabilidade, enquanto que as gorduras menos saturadas propiciam maior possibilidade de oxidação, causando a rancidez (MAHGOUB et al., 2002).

Os ácidos graxos esterificados diferem entre si, pela sua cadeia de átomos de carbono e o tipo de ligação presente entre os átomos. A grande maioria dos ácidos graxos de origem animal tem número par de átomos carbonos (2 a 24), por mais que possam estar presentes em pequena quantidade em cadeias ímpar (15 a 21). Já os ácidos graxos saturados costumam apresentar 12 a 20 carbonos e os insaturados de 14 a 22 (FENNEMA et al., 2010).

Nas aves, suínos e pescados, animais não ruminantes, a composição de ácidos graxos presentes, depende parcialmente dos componentes da ração durante a dieta. O nível de ácidos graxos saturados em gorduras é maior na gordura do leite e na carne bovina e suína quando comparada a gordura da carne de frango, sendo os ácidos palmítico e esteárico os principais ácidos graxos saturados presentes (FENNEMA et al., 2010). A gordura das aves é mais insaturada, quando comparada as carnes bovinas e suínas (PEREDA, 2005).

Os ácidos graxos insaturados são os majoritários nos triglicerídeos da gordura da carne de frango, entre eles o ácido oleico (C18:1) e o linoleico (C18:2). Já os ácidos graxos saturados presentes na carne de aves, em maior para menor quantidade são: palmítico (C16:0), o esteárico (C18:0) e o mirístico (C14:0). (PEREDA, 2005).

Além disso, a carne de frango tem naturalmente alto conteúdo de ácidos graxos poli-insaturados n-3, também denominados ômega 3 ( $\omega$  3), do que as outras carnes (PEREDA, 2005). Os níveis de ácidos graxos  $\omega$  3, na dieta, são importantes, já que promovem a manutenção da saúde, desempenhando papel vital na fluidez de membranas na sinalização celular e expressão de genes (FENNEMA et al., 2010).

Com base no peso seco, é apropriado que a ração das aves contenha 29 % de proteínas, 69 % de carboidratos e 1 % de gordura, o que propiciará uma carcaça com 77 % de proteína, 20 % de gordura e uma quantidade insignificante de carboidratos. As aves regulam o volume de ração que consomem com a finalidade de atender as suas necessidades de energia para crescimento. Além da ração, outras condições como temperatura e confinamento confortável são fundamentais para uma boa conversão alimentar. Caso a ingestão de ração pelas aves seja em excesso, a energia disponível será aumentada e as sobras serão convertidas em gordura estocada no corpo (MORENG e AVENS, 1990).

Gonzales (2002) e Previero (2009) explicam que o consumo de alimentos pelo frango de corte não diminui durante todo o crescimento e por isso ele deposita uma grande quantidade de gordura abdominal. Gaya (2003) afirma que o critério de seleção aplicado atualmente na produção, induz as aves a se alimentarem muito além de suas necessidades metabólicas, o que excede sua capacidade de depositar proteína e conseqüentemente aumenta a deposição de gordura.

Entre as razões pela qual a ave deposita gordura, conforme citado por Nascimento (2003), estão a baixa capacidade de armazenamento de carboidratos e proteína e maior de gordura, visto que a usa para armazenamento de energia; além disso, todo o excesso de carboidrato e/ou proteína ingerida pela ave é convertida em gordura, visto que a síntese de proteína é muito mais complexa.

Segundo Pereda (2005) a gordura acumula-se principalmente em quatro regiões: cavidade corporal, zona subcutânea e as que estão intra e inter musculares. Gaya (2003) afirma que a placa de gordura abdominal é uma das principais regiões de deposição de gordura em frangos de corte, sendo que cada localização de deposição de gordura possui um papel contínuo e importante no metabolismo energético. De acordo com Gaiotto (2004), a absorção da gordura é reduzida na fase inicial de vida das aves, devido à baixa capacidade de produção de lipase pancreática e sais biliares durante a digestão. A composição dos tecidos, rica em ácidos graxos saturados e insaturados, também tem papel importante na absorção de gordura nas aves.

A deposição de gordura abdominal é fortemente influenciada por fatores como sexo, idade e raça. Para Pereda (2005) o conteúdo de gordura é sempre maior nos animais que foram menos submetidos a seleção genética. A idade influencia na composição, sendo que à medida que o frango envelhece, ele apresenta um maior acúmulo de gordura. O sexo das aves afeta consideravelmente a presença de gordura intramuscular, sendo este acúmulo sempre menor nos machos do que nas fêmeas. O mesmo foi observado por Murakami et al. (2010), que afirmam que o processo fisiológico específico para reprodução das fêmeas e grande quantidade de adipócitos presentes, propicia um maior depósito de gordura, acentuando conforme a idade.

Os fatores extrínsecos, como a alimentação, também influenciam diretamente na composição e quantidade de gorduras nas aves e está diretamente ligada a raça do animal. Cobb-Vantress (2001) relata que a linhagem Cobb possui um desempenho rápido de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar superior nos machos em relação às fêmeas. As exigências nutricionais durante toda a fase de crescimento das aves é distinta, inclusive quando relacionado ao sexo, já

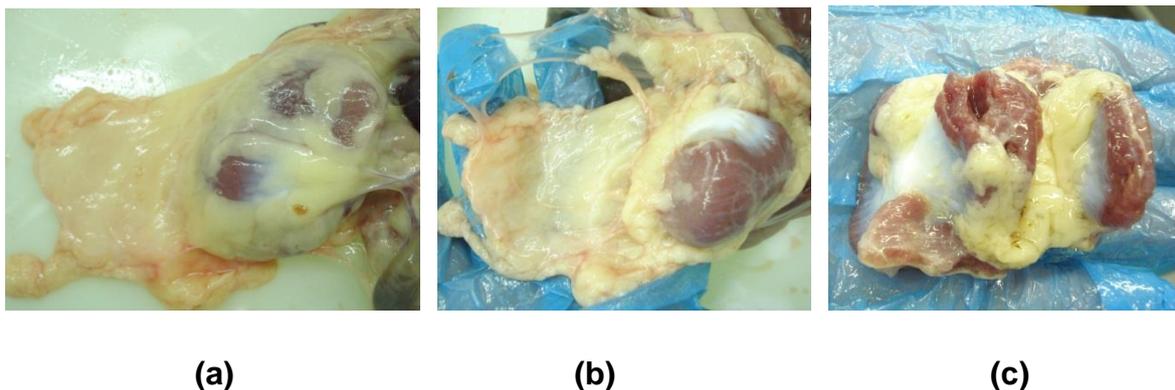
que o macho necessita de uma ração com maior densidade nutricional por possuir maior demanda energética do que as fêmeas (ROSTAGNO, 2005).

Murakami et al. (2010) ressaltam que a ração das aves quando fornecida igualmente para ambos os sexos, pode causar um menor desempenho de ganho de peso na fase final do crescimento para os machos e propiciar um aumento de deposição de gordura abdominal nas fêmeas.

Previero (2009) associou o alto depósito de gordura abdominal nas aves ao aumento da relação de energia metabolizável/proteína bruta, que proporciona um maior consumo de energia para cada unidade de proteína ingerida, sendo o excesso de energia disponível, convertida em gordura. Além disso, verificou que a redução de proteína bruta na dieta das aves, provocou um aumento na deposição de gordura abdominal nas aves, além disso, as linhagens de crescimento lento mostraram menor deposição de gordura abdominal.

## **2.5 Gordura abdominal de frango e sua utilização na indústria**

O teor de gordura abdominal em uma carcaça de frango é influenciado por diversos fatores, como a origem genética, idade, sexo e alimentação das aves. De acordo com Centenaro et al. (2008), o principal depósito de gordura nas aves está localizado nas regiões abdominal e da moela, conforme demonstrado no Quadro 1, sendo gerada através da hipertrofia e hiperplasia das células adiposas durante o crescimento. Previero (2009) reporta que a gordura abdominal é definida como o tecido adiposo presente ao redor da cloaca, *Bursa de Fabricius*, e dos músculos abdominais adjacentes. Segundo Chiu e Gioielli (2002) a gordura abdominal do frango corresponde a aproximadamente entre 2 a 2,5 % do peso total da carcaça.



**FIGURA 1** – Tecido adiposo abdominal visceral de frango, envolvendo a moela (a, b). Moela após limpeza com traços de gordura abdominal (c).

A composição da gordura abdominal de frango apresenta uma maior proporção de ácidos graxos insaturados quando comparada com a gordura de outros animais, tornando-a semi-líquida devido ao seu alto grau de insaturação (CENTENARO et al., 2008). De acordo com Chiu (2001) a gordura contém aproximadamente, 60 % de ácidos graxos insaturados, sendo em maior quantidade os monoinsaturados, cerca de 45 a 50 % da composição. Os ácidos graxos predominantes na gordura abdominal de frango são o palmítico e o oleico, e assim, pode ser considerada como uma forte fonte de ácidos graxos importante no combate de doenças coronárias, por reduzirem os níveis de colesterol no sangue. Além disso, conforme Chiu e Gioielli (2002), essa característica define um substancial valor nutritivo, quando comparada com outras gorduras, como a de bovino, por exemplo, a Tabela 1 que apresenta a relação dos ácidos graxos encontrados na gordura abdominal de aves domésticas.

A gordura abdominal de frango apresenta uma característica física intermediária, líquida ou semilíquida à temperatura ambiente (CHIU, 2007). A composição formada por ácidos graxos insaturados, também influencia fortemente no ponto de fusão, diminuindo-o em torno de 63 a 70°C (CENTENARO et al., 2008).

**TABELA 1** – Relação dos ácidos graxos presentes na gordura abdominal de aves domésticas

Ácidos graxos	Série	Saturação	% em massa
16:0 – palmítico	-	Saturado	18,4 – 19,3
18:0 – esteárico	-	Saturado	7,5 – 8,9
18:1 – oleico	$\omega$ -9	Insaturado	54,7 – 55,4
18:2 – linoleico	$\omega$ -6	Insaturado	17,8 – 17,9

**Fonte:** Chiu (2001)

Entre as características sensoriais, a gordura apresenta odor e *flavor*, sendo possível sua utilização como ingrediente de alimentos e como base em formulações alimentícias. Por estas características, a gordura de frango se torna muito mais interessante para utilização na produção de outros alimentos do que a gordura de outros animais e pode ser incorporada usualmente no desenvolvimento de produtos cárneos (CHIU, 2001).

A indústria têm buscado alternativas para utilização da gordura como na produção de ração animal, sabão e biocombustível. O uso em ração animal é o mais frequente, já que a ração produzida, apenas à base de farelo de soja e milho, não consegue atender os níveis energéticos recomendados. O baixo custo e o alto conteúdo energético impulsionam as indústrias a utilizarem esse subproduto em grande escala durante a produção de ração, o que pode favorecer o aparecimento de rancidez oxidativa no produto final, devido à presença e o perfil dos ácidos graxos da gordura (CENTENARO et al., 2008).

Segundo Rodrigues et al. (2005) é cada vez mais crescente o mercado de produtos avícolas. O mercado brasileiro descartou, só em 2006, um equivalente entre 93.000 a 167.000 toneladas de gordura abdominal, e continua perdendo essa matéria prima durante o abate das aves. Segundo os mesmos autores, a proporção de gordura abdominal em uma carcaça com peso médio de 2,4 kg, pode chegar a 34 g, sendo essa proporção maior em fêmeas. Gaya (2003) relata ainda que a deposição excessiva de gordura nas aves, oriunda do desbalanço nutricional, causado pelo crescimento acelerado, não apenas reduz o rendimento das carcaças nas indústrias, como também proporciona rejeição pelo consumidor, que está em busca constante de alimentos mais saudáveis.

## 2.6 Considerações finais

Além da preocupação com o consumidor final, o mercado sugere ainda uma busca incessante por formas de diminuição de desperdícios ao meio ambiente e aproveitamento de resíduos. É de responsabilidade das empresas produtoras darem destino correto aos seus resíduos gerados, o que torna interessante a utilização de subprodutos, como alternativa de matéria-prima em novos produtos. Sabe-se que a gordura abdominal é um subproduto geralmente desperdiçado por grande parte das indústrias, juntamente com vísceras no setor de evisceração, porém devido as suas características físicas, conforme citado anteriormente, torna-se sugestivo para a utilização como matéria-prima em produtos cárneos embutidos.

Um fluxograma de produção para obtenção e/ou aproveitamento de um subproduto, como a gordura abdominal de frango, ainda é desconhecido pela literatura. Em vista disso, torna-se interessante o desenvolvimento de um projeto de obtenção em escala industrial, provando assim, que o sistema é possível de funcionamento.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Neste capítulo serão descritos os procedimentos adotados na implantação do processo produtivo do aproveitamento da gordura abdominal em um abatedouro de aves, bem como o detalhamento da metodologia empregada para a caracterização físico-química da gordura abdominal e avaliação do seu *shelf life* num período de 150 dias sob congelamento.

#### **3.1 Implantação do processo produtivo para obtenção de gordura abdominal de frango, avaliação dos custos de implantação e viabilidade de produção**

A implantação do processo de produção da gordura abdominal foi realizada em escala industrial em um abatedouro de aves de grande porte do extremo oeste catarinense. O layout do processo foi avaliado pela equipe de produção, engenharia, manutenção e qualidade definindo assim o melhor fluxo de processamento de acordo com a linha de produção e atendendo os requisitos da legislação Portaria 210/98 - Regulamento técnico da inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves (BRASIL, 1998).

O aproveitamento de gordura abdominal em carcaças de aves é permitido por legislação com base na Portaria 210/98 (BRASIL, 1998) a qual define que a gordura cavitária e de cobertura da moela, poderá ser utilizada para fins comestíveis, quando retirada durante o processo de evisceração, antes da retirada e abertura da moela e ainda sob o mesmo tratamento de miúdos comestíveis.

Com base nisso, foi elaborado um fluxograma de produção, onde a escolha do local de aproveitamento de gordura abdominal, assim como os equipamentos necessários se deteve na análise do processo atual e em atendimento aos requisitos da Portaria 210/98. Depois de estabelecido o fluxograma de produção, os equipamentos e utensílios necessários foram adquiridos de fornecedores credenciados.

Para definição do número de funcionários para processo de aproveitamento foi observado espaço físico no local da retirada, etapas do processo subsequentes a sua retirada e a quantidade em quilograma de gordura abdominal retirada por uma pessoa em um intervalo de tempo de 5 minutos.

Após a implantação do processo produtivo de aproveitamento da gordura abdominal de frango foi realizada uma avaliação de custos levando em conta infraestrutura, equipamentos, mão de obra e serviços necessários para implantação do processo, os custos foram avaliados com base num processo de produção definido em 40 toneladas/mês.

Todos os dados de custos foram obtidos com base em valores apresentados por fornecedores e uma análise dos resultados foi realizada posteriormente, a fim de verificar a viabilidade de produção.

### **3.2 Determinação do percentual de gordura abdominal em frangos**

A quantidade total de gordura abdominal presente em carcaças de frango foi determinada através da avaliação de dados obtidos pelo procedimento denominado “cirúrgico”, tendo sido utilizadas 200 aves da linhagem Cobb, 100 machos e 100 fêmeas, com peso de carcaça entre 2,7 e 2,9 kg. O procedimento “cirúrgico” teve como base a realização de desossa completa das aves com obtenção máxima do rendimento dos cortes a fim de avaliar a proporção de gordura abdominal em relação ao peso das aves em relação ao sexo.

As carcaças utilizadas para avaliação do procedimento “cirúrgico” foram retiradas da linha normal de abate, após a etapa de depenagem. Após a retirada de todos os cortes/partes das aves, foi realizada a pesagem de cada parte retirada e avaliação percentual com base no peso total da ave.

### 3.3 Caracterização físico-química da gordura abdominal de frango

Para o estudo, foram coletadas amostras de 13 lotes de aves do sexo macho e 13 lotes do sexo fêmea da linhagem Cobb. Após a etapa de seleção da gordura abdominal e antes da etapa de embalagem e congelamento, foram coletadas 400g de amostras. Estas foram dispostas em embalagens transparentes, seladas, identificadas (Figura 2) e submetidas às análises físico-químicas (pH, cinzas, proteína, umidade, lipídios, ácidos graxo e cor) e determinação do *shelf life* (pH, TBA e potencial de peróxidos). Todas as análises foram realizadas em triplicata.



**FIGURA 2** - Amostras de gordura abdominal de frango acondicionadas em embalagens identificadas

#### 3.3.1 Determinação de propriedades químicas

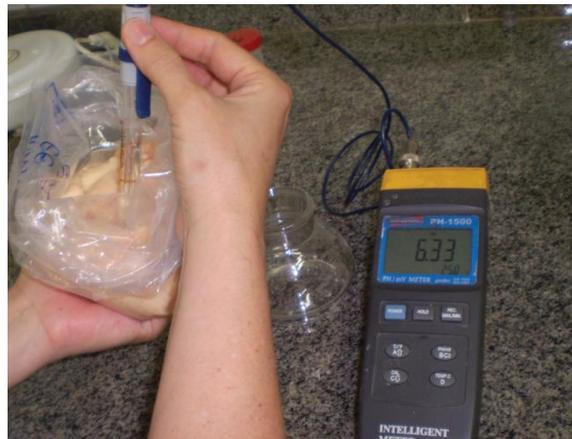
Para a caracterização físico-química e a determinação do *shelf life*, as amostras foram trituradas em aparelho moedor (Mega Master) por 3 minutos, até obtenção de uma mistura homogênea (Figura 3 (a) e (b)). Logo após, as amostras foram novamente embaladas e identificadas.



**FIGURA 3** - Preparo das amostras para caracterização: (a) gordura antes da trituração e (b) gordura triturada homogeneizada.

#### *Determinação do pH*

O pH foi determinado com auxílio de pHmetro (modelo PH-1500) (Figura 3), previamente calibrado no interior da peça de gordura abdominal. A metodologia utilizada foi adaptada através do método Adolfo Lutz (LUTZ, 1985), o eletrodo de pH com leitura digital foi inserido em diferentes pontos das 400 g de amostra de gordura abdominal.



**FIGURA 4** - Determinação do pH em gordura abdominal de frango.

### *Determinação de cinzas*

A determinação de cinzas foi realizada conforme metodologia descrita na Instrução Normativa nº 20 (BRASIL, 1999). Foram pesadas 5 g de amostra em cadinho de porcelana. As amostras foram aquecidas em estufa (modelo JUNG) a 550°C durante 30 minutos. A determinação da quantidade de cinzas foi realizada através da avaliação de variação de peso das amostras antes e após o processo de incineração. O resultado foi determinado em valor percentual.

### *Determinação de proteína*

A determinação de proteína foi realizada conforme metodologia descrita na AOAC (1995), baseada na determinação de nitrogênio, obtido através do processo de digestão ácida pelo método Kjeldahl. Foram pesadas 0,5 g de amostra, transferidas para tubos de digestão, submetendo assim a amostra a uma digestão ácida com ácido sulfúrico, acelerada por catalisadores. Utilizou-se o fator de 6,25 na conversão do nitrogênio. O resultado foi expresso em percentagem de proteína na amostra.

### *Determinação de umidade*

A umidade foi determinada segundo o método de secagem direta em estufa (modelo MARCONI – MA 035), com circulação e renovação de ar a 130 °C por 2 horas, com base na Instrução Normativa nº 20 (BRASIL, 1999). Pesou-se 5g de amostra que foi transferida para uma cápsula de porcelana, sendo que o teor de umidade foi calculado através da avaliação de peso das amostras antes e após o processo de secagem em estufa e o resultado obtido em percentagem de umidade na amostra.

### *Determinação de lipídios*

A determinação da fração lipídica das amostras foi realizada segundo metodologia adaptada pelo Instituto Adolfo Lutz (1985) e conforme Instrução Normativa nº 20 (BRASIL, 1999). As amostras foram inseridas em um cartucho e submetidas ao método de extração Soxhlet em extrator de gordura MARCONI MA-491, que permite a extração dos lipídios através da contínua passagem de um solvente pela amostra. As amostras, após extração, foram dispostas em estufa a 105°C por aproximadamente 1 hora e logo após resfriadas em dessecador a temperatura ambiente e então pesados. O resultado foi expresso em percentual de extrato seco etéreo ou lipídios por grama de amostra.

### **3.3.2 Determinação de propriedades físicas**

#### *Determinação de cor*

A determinação da cor objetiva foi realizada através do Sistema *CIELAB* (do francês: *Commission Internationale de L'éclairage* - Comissão Internacional de Iluminação/cor), sendo que o uso de \* caracteriza os padrões determinados por esta comissão, medida em colorímetro de CR-400 Minolta Chromameter (Minolta Cia Ltda.), o qual fornece três variáveis: o valor de L\*, situado no eixo vertical do diagrama no qual mede a luminosidade ou a percentagem de refletância, variando de 0 (branco) a 100 (preto). Através desta informação é possível determinar de forma objetiva a cor da gordura entre os padrões pálida, normal ou escura. O valor de a\* situado no eixo horizontal mede a variação do teor de vermelho a verde, o valor de b\* mede a variação entre o teor de amarelo e o azul e o valor de L\* situado no eixo vertical do diagrama, mede a luminosidade ou porcentagem de refletância, variando de 0 (preto) para 100 (branco), (OLIVO, 2004).

A determinação da cor foi realizada no interior da peça. Foram avaliadas 6 amostras de macho e de fêmea, com avaliação em triplicata, obtendo assim como resposta de cor  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  para cada peça.

### **3.4 Caracterização de ácidos graxos presentes na gordura abdominal de frango**

Para análise de ácidos graxos, amostras de 200g de tecido adiposo abdominal de fêmeas e machos com peso entre 2,7 a 2,9kg foram coletas, identificadas e congeladas em câmara de congelamento com temperatura controlada de  $-23^{\circ}\text{C}$ , sendo este procedimento realizado em triplicata.

Primeiramente foram extraídos os lipídios através do método adaptado de Bligh Dyer (1959) que possibilita extração sem aquecimento, o que permite uma melhor conservação dos compostos extraídos. Vinte gramas de amostra de gordura abdominal foram previamente cortadas com auxílio de uma faca, logo após submetidas a uma mistura com 10 mL de clorofórmio, 20 mL de metanol e 8mL de água destilada e agitadas em agitador orbital por 30 minutos a uma temperatura de  $27^{\circ}\text{C}$ . Logo após, adicionou-se 10 mL de clorofórmio e 10 mL de solução de sulfato de sódio 1,5% e submeteu-se a uma nova agitação por 2 minutos. As amostras foram filtradas e deixadas em repouso para separação de fases. A parte inferior (amarela) foi então submetida ao evaporador com temperatura controlada de  $70^{\circ}\text{C}$  para total evaporação do solvente, restando apenas a fração lipídica (Figura 5). As amostras foram submetidas ao congelamento com temperatura de  $-80^{\circ}\text{C}$ .



**FIGURA 5** – Fração lipídica de amostras de gordura abdominal de frango, macho e fêmea

A fração lipídica obtida foi submetida à esterificação dos ácidos conforme Hartman e Lago (1973) e injetado em cromatógrafo segundo a norma DIN EM 14103 para determinação de ésteres etílicos. Para tanto, foram pesados 30g de gordura, adicionados N-heptano a 99,5%, NaOH a 0,5M e aquecidas em banho-maria com temperatura de 65 a 70°C até completa descoloração das amostras. As amostras foram resfriadas com água corrente sobre o tubo e submetidas à nova mistura com solução esterificante e seguidas de solução saturada de NaCl e N-heptano 99,5% com aquecimento em banho-maria. Os tubos foram então reservados até completa separação de fases, para retirada da proporção de ácidos graxos das amostras.

Os ácidos graxos foram submetidos à determinação em cromatógrafo a gás (CG-2010 Plus) (Shimadzu, Kyoto, Japão) em rodadas de 25 minutos. As condições cromatográficas de acordo com a norma DIN EN14103 para determinação dos ésteres metílicos de ácidos graxos. As condições cromatográficas foram as seguintes: gás de arraste He, modo de injeção split com razão de 1:50, temperatura do injetor e do detector a 250°C com volume de injeção de 1  $\mu$ L. A temperatura da coluna mantida a 120°C em 10°C/min durante 2 min a 180°C em 5°C/min durante 3 min e mantida a 230°C por 2 min. Foi utilizado o método de padronização interna, sendo o padrão utilizado o heptadecanoato de metila.

### 3.5 Determinação de *shelf life*

Para a determinação de *shelf life* amostras de 400g de gordura abdominal de fêmea e macho foram coletadas, identificadas e congeladas em túnel de congelamento com temperatura controlada de -23°C ao abrigo da luz.

As amostras foram avaliadas a fim de determinar o potencial de oxidação em termos de peróxido, TBA e pH. O pH foi determinado conforme descrito no item 3.2.

#### *Determinação de potencial de peróxido*

A análise de potencial de peróxido é complementar à análise de índice de peróxido. Certos componentes dos alimentos são afetados de forma adversa pelo oxigênio do ar, tornando-se rançosos. A oxidação das substâncias gordurosas ocorre mediante uma reação em cadeia autocatalítica, através da qual são formados radicais livres que fazem perdurar o processo de oxidação.

A peroxidação lipídica é iniciada por formas químicas de oxigênio e é acelerada por diversos fatores como luz, temperatura e presença de metais. Os peróxidos formados podem se ligar a um grande número de produtos instáveis, que destroem as moléculas de ácidos graxos, originando os produtos da oxidação que são tóxicos. Esta etapa é geralmente lenta, podendo durar horas, semanas ou meses, dependendo do tipo de gordura e das condições ambientais.

O procedimento de análise teve como base o método descrito no Manual de Procedimentos Analíticos do Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2009). A análise tem como princípio a realização da extração a frio da gordura. Caso haja peróxido presente na amostra, este oxida o iodeto a iodo elementar que por sua vez, forma com o amido, um complexo de inclusão de cor característica escura. Após realizar o aquecimento da gordura, forja-se uma condição favorável ao desenvolvimento da reação de peroxidação lipídica, o que demonstra início da rancidez.

A avaliação do potencial de peróxido presente na gordura foi determinada a partir da extração de lipídios das amostras, onde foram pesadas 5 g de amostra em um erlenmeyer de 250 mL, aquecidas em estufa a uma temperatura de 105°C por aproximadamente 1 hora. Logo após, as amostras foram submetidas a uma mistura contendo 30 mL de ácido acético e clorofórmio e 0,5 mL de solução de iodeto de potássio saturado. Após 1 minuto de repouso da amostra, foi adicionada água destilada e 1 mL de solução indicadora de amido. Durante o repouso, ocorre separação de fases, com a formação de uma camada superior. Se a amostra apresentar coloração escura (cinza a marrom), essa será proporcional à quantidade de peróxido, portanto deve-se titular a amostra com solução de tiosulfato de sódio 0,01 N, agitando vigorosamente até a viragem da coloração para incolor (ausência de peróxido). Caso ocorra formação de coloração deve-se realizar o cálculo conforme fórmula abaixo. O resultado é expresso em meq/kg (miliequivalente de peróxido por 1 quilograma de amostra), conforme a Equação 1.

$$\text{Potencial de peróxido} = \frac{V \times N \times 1000}{P} \quad (1)$$

onde:

V = Volume em mL de solução de tiosulfato de sódio 0,01 N gastos para titular a amostra

N = normalidade da solução de tiosulfato de sódio 0,01 N

P = massa em g de óleo extraído

Caso não haja formação de coloração, não haverá formação de peróxido, ou seja, não há indícios de rancidez na amostra.

#### *Análise de TBA*

O procedimento para determinação de ácido tiobarbitúrico (TBA) teve como metodologia uma adaptação da descrita por OSAWA (2005), a fim de avaliar o grau de oxidação lipídica das gorduras abdominais. O princípio fundamenta-se na

formação de um composto de coloração vermelha resultante da condensação de 2 moles de ácido 2-tiobarbitúrico com 1 mol de aldeído malônico. O teste de TBA quantifica o malonaldeído (MDA), um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poli-insaturados e outras substâncias capazes de reagir com ácido 2-tiobarbitúrico, formado durante o processo oxidativo.

As amostras após moídas em *cutter*, foram misturas com 1 mL de solução oxidante de BHT 0,15% (antioxidante sintético butilhidroxitolueno) e 40 mL de solução TCA 5% (ácido tricloroacético), filtradas, misturas com ácido acético e submetidas a banhos com água fervente e fria, respectivamente. Logo após, as amostras foram submetidas à leitura em espectrofotômetro visível e ultravioleta (Modelo HACH DR5000) com comprimento de onda de 530 nm para obtenção do valor de absorvância. Os resultados foram expressos em mg/kg TBA.

### **3.6 Análise estatística**

Para análise estatística, as amostras foram submetidas à Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey com nível de significância de 95 % ( $p < 0,05$ ) utilizando o programa Statistica<sup>®</sup> 8.0 (STADISTIC).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

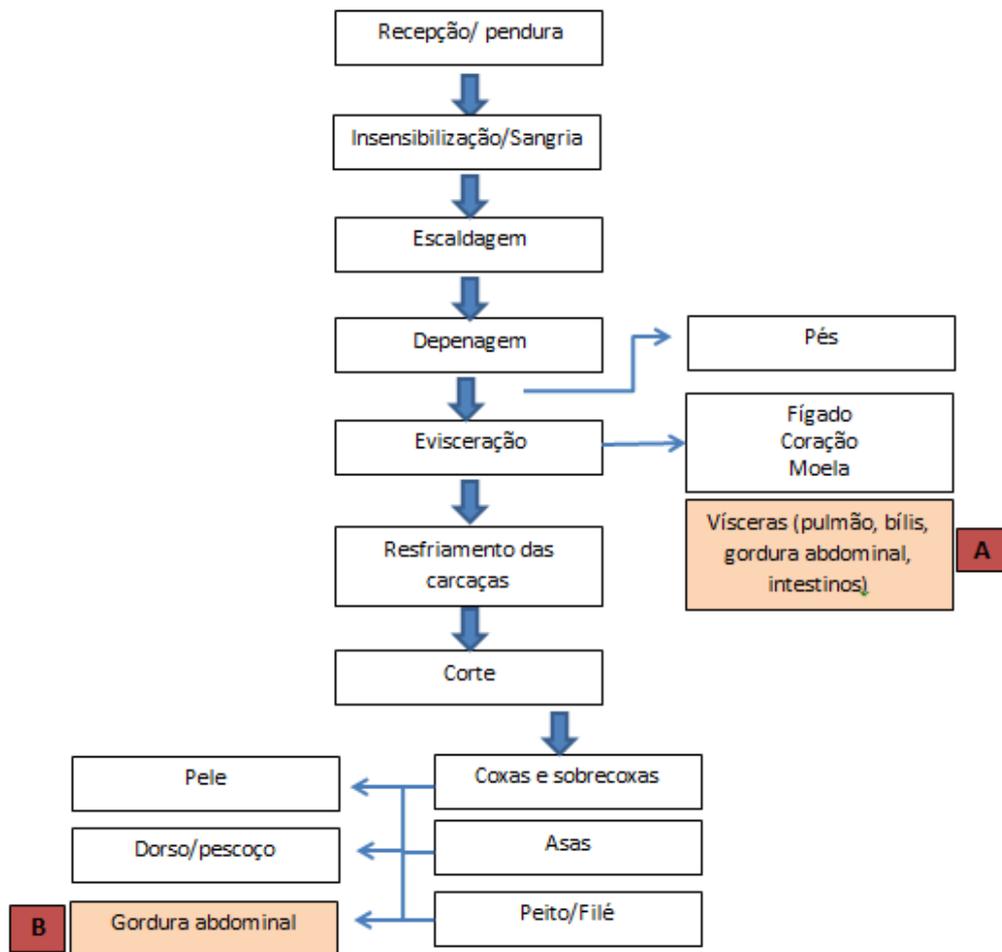
Neste item serão apresentados os resultados referentes ao estudo para obtenção e caracterização físico-química de gordura abdominal de frango e posteriormente a demonstração dos custos de processamento e sua viabilidade de produção.

### **4.1 Implantação de um fluxograma de produção para obtenção de gordura abdominal de frango, avaliação dos custos de implantação do processo produtivo e viabilidade de produção**

#### **4.1.1 Avaliação preliminar do processo para implantação do fluxograma**

O fluxograma de um processo é um esquema capaz de demonstrar todos os equipamentos necessários para operar uma indústria, todas as linhas de processamento e indicações de onde são necessárias demais etapas de produção. O fluxograma do processo não é desenhado em escala contemplando as relações espaciais, mas inclui as etapas mais importantes no processo demonstrando de forma simples o fluxo de processamento de um determinado produto (BAASEL, 1978).

Primeiramente foi descrito o fluxograma demonstrando o abate das aves e os pontos onde se obtinha a gordura abdominal de frango na indústria conforme mostrado na Figura 6.



**FIGURA 6** - Fluxograma básico de processamento de aves da indústria, demonstrando os 2 pontos de possível retirada da gordura abdominal de frango (A – presente nas vísceras e B – presente na carcaça).

O fluxograma permite as indústrias visualizarem o que ocorre com as matérias-primas desde o momento de sua entrada na planta de processamento passando por todas as etapas do processo até a embalagem final. Após a composição do fluxograma foi possível observar que a obtenção da gordura abdominal é possível em dois momentos durante o processamento: no setor de evisceração durante a retirada do “pacote de vísceras” para separação dos miúdos e no setor de cortes e desossa, presa a cavidade abdominal na carcaça. A Figura 7 mostra a gordura abdominal visceral presente no “pacote” de vísceras e gordura abdominal na carcaça próxima a cavidade abdominal.



**FIGURA 7** - Gordura abdominal visceral presente no “pacote” de vísceras (a) e gordura abdominal na carcaça próxima a cavidade abdominal (b).

#### **4.1.2 Implantação de fluxograma de um processo produtivo para aproveitamento de gordura abdominal**

A produção de carcaças, cortes ou subprodutos de aves deve seguir as exigências estabelecidas pelo MAPA, mais especificamente na Portaria 210/98 - Regulamento técnico da inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves. Sendo assim, o fluxograma de um novo produto, cuja matéria-prima é a base de frango, deve respeitar as exigências citadas na legislação específica. Para aproveitamento de gordura abdominal de frango, faz-se necessário seguir os seguintes itens da Portaria:

4.4.17: “A gordura cavitária e de cobertura da moela, poderá ser utilizada para fins comestíveis, quando retirada durante o processo de evisceração, antes da retirada e abertura da moela e ainda sob o mesmo tratamento de miúdos comestíveis.” (BRASIL, 1998)

4.4.16: “As vísceras deverão ser processadas em seção própria e com fluxo adequado. Os miúdos devem ser pré-resfriados, imediatamente, após a coleta e preparação.” (BRASIL, 1998)

A partir do estabelecido pela Portaria, foi definido que o aproveitamento do subproduto gordura abdominal de frango seria realizado no setor de evisceração, logo após a extração de vísceras e retirada dos miúdos (fígado e coração). Esta atividade foi definida para ser realizada por dois funcionários capacitados, que retiram a gordura remanescente na parte externa da moela.

A Figura 8 mostra o pacote de vísceras onde é realizada a retirada de gordura abdominal de frango e a moela envolta por gordura abdominal.

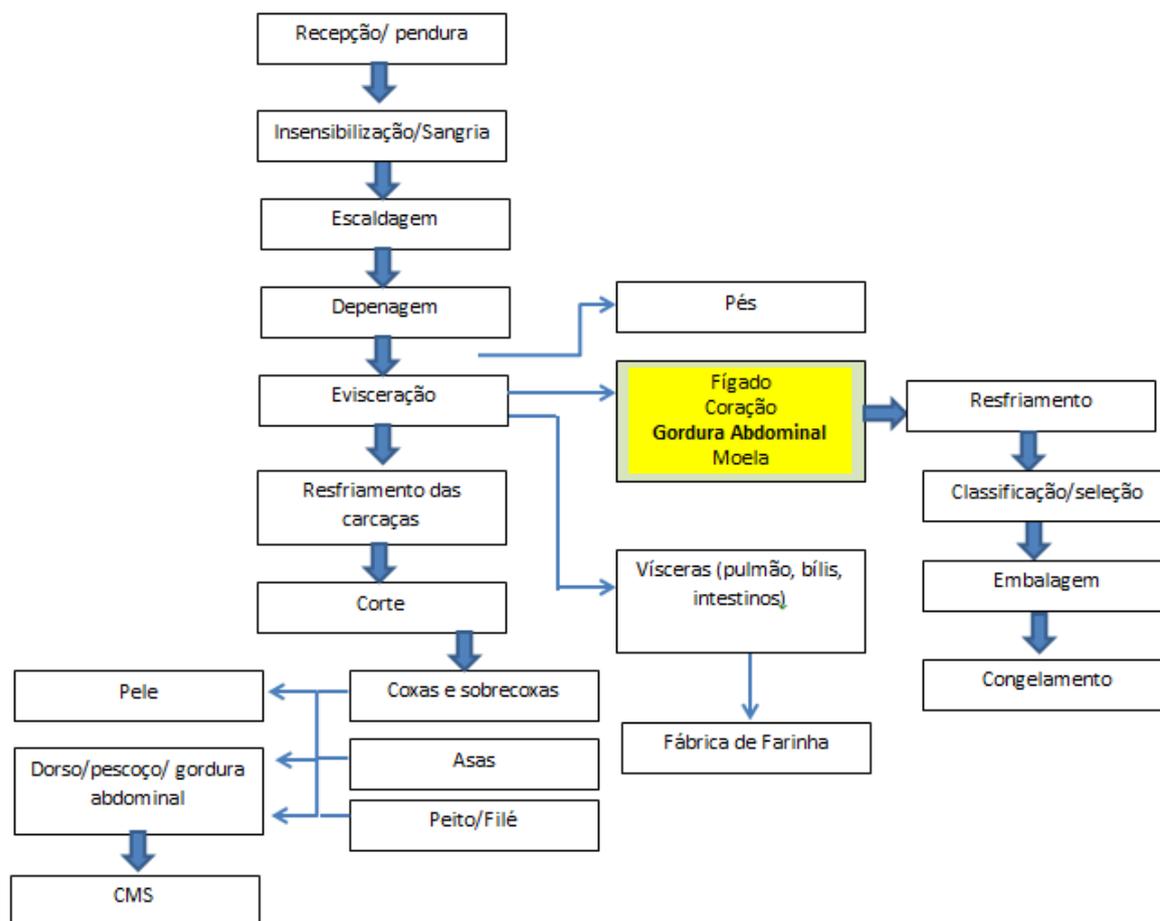


(a)

(b)

**FIGURA 8** - Pacote de vísceras onde é realizada a retirada da gordura abdominal de frango (a) e moela com gordura abdominal (b).

Com base, também na Portaria 210/98, foi estabelecido um fluxograma específico para processamento da gordura abdominal de frango, sendo este, independente dos demais miúdos obtidos. A Figura 9 mostra o fluxograma final de obtenção e processamento da gordura abdominal de frango.



**FIGURA 9** - Fluxograma final de obtenção e processamento de gordura abdominal de frango.

Para o aproveitamento e processamento de gordura abdominal de frango, foram necessários os seguintes equipamentos/estrutura:

- 1 tanque para recebimento da gordura abdominal de frango após a retirada;
- 1 tubulação com sistema de chute pneumático a fim de transportar a gordura abdominal de frango até a sala de resfriamento;
- 1 tanque contínuo helicoidal (*chiller*) para resfriamento;
- 1 mesa vazada para classificação do produto após resfriamento.

Foram incluídos três colaboradores para produção completa de obtenção da gordura abdominal, sendo dois colaboradores para realizar a retirada da gordura

abdominal de frango e um colaborador para realizar a classificação do produto antes da embalagem.

Para processamento da gordura abdominal de frango, conforme estabelecido na Portaria 210/98, também foi necessária a implementação de alguns controles de processo, a fim de garantir a qualidade e segurança alimentar do produto final:

4.5.2: “A temperatura da água do sistema de pré-resfriamento por imersão não deve ser superior a 4°C.” (BRASIL, 1998)

4.5.9: “Os miúdos devem ser pré-resfriados em resfriadores contínuos, por imersão, tipo rosca sem fim, obedecendo a temperatura máxima de 4°C e renovação constante da água, no sentido contrário aos movimentos dos mesmos, na proporção de 1,5 litros por quilo.” (BRASIL, 1998)

A etapa de pré-resfriamento mais utilizada para carcaças e produtos oriundos da carne de aves é o resfriamento por imersão, que consiste na passagem do produto por tanques contínuos, denominados *chillers*, contendo água gelada e gelo em seu interior (OLIVO, 2006). O resfriamento imediato das carcaças ou subprodutos, logo após a evisceração das aves, é uma exigência da legislação nacional, sendo necessário o controle de temperatura da água de resfriamento e do produto final após o mesmo (BRASIL, 1998).

Para tanto, a água de resfriamento para gordura abdominal de frango foi ajustada e monitorada a uma temperatura máxima de 4°C, medida na água de alimentação do *chiller* com uso de termômetro tipo espeto em um período de cada hora de produção.

A Figura 10 demonstra o processo produtivo de obtenção de gordura abdominal de forma simplificada.



**FIGURA 10** – Esquema simplificado demonstrando o processo de obtenção e produção de gordura abdominal de frango

A temperatura do produto final, após resfriamento é mantida no máximo em 4°C, controlada com uso de termômetro tipo espeto no interior da peça. Logo após o produto é classificado, embalado e congelado a uma temperatura mínima de -12°C.

O processo de imersão dos produtos na etapa de resfriamento causa absorção de água pelos mesmos, como ocorre também durante o processo de resfriamento para a gordura abdominal. O excesso de água absorvida, não necessariamente, com intensão fraudulenta, pode ser devido a falhas no processo e, portanto faz-se fundamental o ajuste e adequação do fluxograma a fim de torná-lo efetivo e eficiente, sem ocasionar prejuízos para os consumidores e à empresa. A legislação regulamenta limites máximos permitidos para volume de água absorvida para carcaças de frango e impõe necessidade de controle de vazão de água necessária para manutenção e garantia de todas as etapas que realizam resfriamento de carcaças, cortes, miúdos ou subprodutos, a fim de defender os interesses dos consumidores (SANT'ANNA, 2008).

O monitoramento de controle de vazão é realizado através de controle de volume de água, utilizado no sistema de resfriamento, em atendimento a Portaria 210/98, a qual exige o mínimo de vazão de 1,5 litros de água por quilo de produto produzido. Sendo assim, foi definido procedimento de controle de vazão dos *chillers* realizado a cada duas horas, com avaliação do volume de água registrado no hidrômetro e o volume de produto produzido no intervalo de uma hora.

#### **4.1.3 Avaliação de custos de implantação do processo de obtenção e viabilidade de produção**

Para obtenção de gordura abdominal de frango no processo produtivo foi necessário avaliar os valores envolvidos na implantação do projeto na empresa. Dessa forma, o conhecimento dos custos de produção para uma análise da rentabilidade e viabilidade de produção do produto em escala industrial foi de fundamental importância.

Com base no levantamento dos itens necessários para início da produção, verificou-se que o custo de implantação inicial foi de R\$ 45.000, divididos em custos fixos e variáveis. Considerando uma produtividade esperada de 40 toneladas por mês de gordura abdominal de frango, a análise de custos foi baseada em dados do primeiro mês de produção, sem contemplar parâmetros de depreciação de estrutura e equipamentos. Conforme demonstrado na Tabela 2, foi possível observar que o custo total para produção mensal foi de aproximadamente R\$ 25.250,00 ou de R\$ 0,63 para cada kg de produto produzido.

**TABELA 2 – Análise de custos para produção mensal de 40 toneladas de gordura abdominal de frango.**

<b>Custos fixos</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor</b>
Mão de obra fixa (salário mais encargos)	9 pessoas	19.000,00
<b>Custos variáveis</b>		
Matéria prima	-	4.500,00
Insumos	2600 embalagens	1.050,00
Energia, água para resfriamento, gelo	-	500,00
Tratamento de água e de efluente	-	200,00
<b>Custo total mensal (R\$/40ton)</b>	-	<b>25.250,00</b>
<b>Custo total mensal (R\$/kg)</b>	-	<b>0,63</b>

Antes da implantação do processo produtivo, esta gordura abdominal não era aproveitada, e sim direcionada ao processamento de farinha de vísceras e ossos, juntamente com outros subprodutos. Essa atividade propiciava um faturamento mensal aproximado de R\$ 46.250,00 conforme apresentado na Tabela 3, onde R\$ 7.560 era oriundo do faturamento com óleo e R\$ 980,00 de farinhas. Após a obtenção e aproveitamento do produto, o mesmo pode ser comercializado entre as unidades da mesma empresa por um valor aproximado de R\$ 2,00/kg de produto embalado, possibilitando um faturamento de R\$ 1,37/kg de gordura abdominal produzida. Considerando uma produção de 40 toneladas no primeiro mês, o lucro

com a venda do produto resultaria em R\$ 54.800, valor este superior ao custo de implantação.

**TABELA 3** – Análise de viabilidade de produção com base na venda de 40 toneladas de gordura abdominal de frango em um mês

<b>Demonstrativo</b>	<b>Valor (R\$/kg)</b>	
	<b>Entrada</b>	<b>Saída</b>
Preço de venda (R\$/kg)	2,00	-
Custo para produção (R\$/kg)	-	0,63
<b>Lucro/sobra (R\$/kg)</b>	<b>1,37</b>	
<b>Lucro/sobra (R\$/40ton)</b>	<b>54.800,00</b>	
Faturamento da matéria em óleo (R\$/mês)	-	7.560
Faturamento da matéria em farinha (R\$/mês)	-	980
<b>Lucro real (R\$/mês)</b>	<b>46.260,00</b>	
Preço de compra gordura bovina (R\$/kg)	-	6,9
<b>Custo para obtenção de 40ton (R\$/mês)</b>	<b>276.000,00</b>	
Economia para a empresa (R\$/mês)	<b>250.750,00</b>	

A Tabela 3, também demonstra a avaliação do retorno financeiro geral para toda empresa, visto que essa gordura, porém de origem bovina, era adquirida de outros fornecedores externos a um valor aproximado de R\$ 6,9/kg, produto este importante na produção de hambúrguer. Considerando uma produção de 40 toneladas de gordura abdominal de frango, a unidade, na qual o projeto foi desenvolvido, pode suprir a necessidade de compra do produto de fornecedores externos, atendendo toda a necessidade de matéria-prima para fabricação de hambúrguer. Portanto, no primeiro mês, a empresa deixaria de gastar, em aquisição externa um valor aproximado de R\$ 250.750,00.

Através destes dados foi possível concluir que o projeto torna-se viável, visto que, além de lucro para a unidade, haverá também um melhor aproveitamento de

um subproduto, proporcionando uma economia considerável para a empresa como um todo.

#### 4.2 Determinação do percentual de gordura abdominal em relação ao sexo de frango

A Tabela 4 representa os dados referentes ao percentual da quantidade de gordura abdominal de frango, na carcaça, região visceral e cavidade abdominal, em relação ao sexo da ave.

**TABELA 4** – Médias da quantidade de gordura abdominal em frango para macho e fêmea.

<b>Amostra</b>	<b>% Total gordura abdominal na carcaça</b>	<b>% Gordura presente na região visceral</b>	<b>% Gordura presente na cavidade abdominal</b>
Macho	1,49 <sup>b</sup> ± 0,0025	23,73 <sup>a</sup> ± 0,99	76,27 <sup>b</sup> ± 0,99
Fêmea	1,86 <sup>a</sup> ± 0,0036	15,95 <sup>b</sup> ± 2,36	84,05 <sup>a</sup> ± 2,36

\* Médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem significativamente ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

Segundo Souza, Soares e Siewerdt (2005) a quantidade de gordura é um fator de medida de qualidade da carne do animal. Nas aves, a região do peito possui um teor menor de gordura devido à reduzida necessidade de estocar energia nestes músculos, diferentemente da região da sobrecoxa e de depósitos subcutâneos, como por exemplo, na cavidade abdominal, que além de facilitar atividades físicas de longa duração é importante para manutenção do isolamento térmico da ave.

Conforme a Tabela 4 é possível observar que é grande o percentual de gordura abdominal no frango em relação ao peso das aves, demonstrando depósito de 1,49% e 1,86% de gordura abdominal total nas carcaças de machos e fêmeas respectivamente. Portanto é possível admitir que o sexo influencie diretamente na

proporção de gordura abdominal, demonstrando que o depósito de gordura abdominal é maior nas fêmeas do que nos machos.

Queiroz (2014) afirmou que o macho reserva gordura como fonte única de energia, visto que tem uma maior conversão alimentar resultando em crescimento mais acentuado e ganho de peso mais rápido. Já a fêmea além da produção de carne, possui características genéticas relacionadas à reprodução devido à produção de ovos e procriação da espécie. Sendo assim, a fêmea desenvolve depósitos de gordura mais acentuados, sendo este subcutâneo, cavidade abdominal e sobrecoxas. Por sua vez, Souza Soares e Siewerdt (2005) complementam justificando que os depósitos de gordura são proporcionalmente maiores em fêmeas do que em machos, principalmente devido à existência de adipócitos de maior tamanho em fêmeas.

Essa afirmação já foi mencionada por vários autores como: Pereda (2005), Murakami et al. (2010), Coob-Vantress (2001), Chiu (2001), Rostagno (2005), Centenaro et al. (2008) e Olivo (2006).

Conforme Pereda (2005), a gordura presente no frango acumula-se principalmente em quatro regiões: cavidade corporal, zona subcutânea e as que estão intra e inter musculares. Souza Soares e Siewerdt (2005) complementam afirmando que os maiores acúmulos estão nos depósitos subcutâneos e ao redor das vísceras. Avaliando o processo industrial, a etapa de evisceração automática das aves proporciona a separação dessa gordura abdominal em duas partes, sendo que uma parte permanece presa à cavidade abdominal e a outra envolvendo a moela. Segundo a Tabela 4, a maior proporção de gordura, depois de retirada das vísceras, está presente na cavidade abdominal, cerca de 76,27% e 84,05% em machos e fêmeas, respectivamente. O restante permanece envolvendo a moela, como gordura visceral na moela com 23,73% e 15,05% em machos e fêmeas, respectivamente. Por mais que os resultados demonstrem o parâmetro sexo influente diretamente na proporção de gordura remanescente nas duas regiões após o processo de extração das vísceras, vale lembrar que o processo de evisceração é realizado por máquinas, sendo influenciada diretamente pelo tamanho, formato (proporção dos cortes) e ajuste do equipamento à ave. Não há relatos na literatura sobre essa avaliação.

### 4.3 Determinação das propriedades físicas de gordura abdominal de frango

#### 4.3.1 Determinação da cor

Na Tabela 5, são apresentados os dados de análise de cor de gordura abdominal de frango para os sexos macho e fêmea da linhagem Cobb. Segundo Oda et al. (2003) a cor do músculo em frangos pode sofrer alteração em função da dieta e do fator genético do animal. Duarte (2007) cita que a luminosidade ( $L^*$ ) está associada aos níveis de água nos tecidos e com a evolução das reações bioquímicas durante o processo de *post mortem*, e conforme Lopes et al. (2013), para valores mais altos de  $L^*$  temos uma carne mais clara e para valores menores de  $L^*$  uma carne mais vermelha.

Os resultados apresentados na Tabela 5 demonstraram que as amostras de fêmea e macho, em relação à coloração são estatisticamente diferentes entre si, a um nível de significância de 95%, portanto o sexo influencia na intensidade de luminosidade das amostras de gordura abdominal de frango. Na avaliação dos componentes de cor,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , foi possível observar valores mais altos de  $L^*$  e  $a^*$  nas amostras de macho, enquanto para  $b^*$  a fêmea mostrou o maior valor.

**TABELA 5** – Médias de coloração [luminosidade ( $L^*$ ), teor de vermelho ( $a^*$ ) e teor de amarelo ( $b^*$ )] para gordura abdominal de frango para macho e fêmea

Amostra	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$a^*/b^*$
Macho	58,67 <sup>a</sup> ±0,76	4,95 <sup>a</sup> ±0,27	7,36 <sup>b</sup> ±0,37	0,67
Fêmea	55,42 <sup>b</sup> ±1,82	3,44 <sup>b</sup> ±0,36	8,18 <sup>a</sup> ±0,32	0,42

$L^*$  luminosidade,  $a^*$  teor de vermelho e  $b^*$  teor de amarelo. Médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem significativamente ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

Os resultados apresentados na Tabela 5 demonstraram que as amostras de fêmea e macho, em relação à coloração são estatisticamente diferentes entre si, a

um nível de significância de 95%, portanto o sexo influencia na intensidade de luminosidade das amostras de gordura abdominal de frango. Na avaliação dos componentes de cor,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , foi possível observar valores mais altos de  $L^*$  e  $a^*$  nas amostras de macho, enquanto para  $b^*$  a fêmea mostrou o maior valor.

Segundo Esteve-Garcia et al. (1999) a cor da gordura intramuscular é influenciada pelos tipos de lipídios presentes durante a alimentação das aves, porém conforme Lopes et al. (2013) não há estudos que demonstrem mudanças de pigmentação da carne e gordura intramuscular relacionada aos tipos de lipídeos presentes na carcaça das aves. Le Bihan Duval et al. (2001) avaliou a luminosidade da carne de frango e encontrou valores de  $0,41 \pm 0,15$ . Além disso, os mesmos autores citam que há uma correlação positiva entre a luminosidade e o percentual de gordura abdominal, onde encontrou os teores de vermelho da carne e o peso da gordura abdominal variaram de  $0,13 \pm 0,05$  a  $0,38 \pm 0,11$ , o que sugere que a porcentagem de gordura abdominal de frango pode reduzir a coloração vermelha da carne.

Mendes (2004) apresentou como padrão normal para análise de  $L^*$  em carne de frango os valores entre 46,4 a 49,7, enquanto que Schneider (2004) apresenta valores de 44 a 53. Allen et al. (1998) simplifica os resultados para análise de luminosidade em carne de frango como: escura ( $L^* > 50$ ), normal ( $45 < L^* < 50$ ) e clara ( $L^* < 45$ ). Porém não há na literatura valores padrões sugeridos para análise de cor em gordura abdominal de frango.

A Tabela 5 apresentou valores de  $L^*$  de 58,67 para Macho e 55,42 para Fêmea, valores superiores aos definidos por literatura para carne de frango. Lopes et al. (2013) em seu estudo avaliaram a luminosidade de carne e gordura abdominal de frango obtendo valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  de 70,90, 6,24 e 5,77, respectivamente. Os resultados mostrados no estudo foram inferiores aos obtidos por Lopes et al. (2013), porém sugerem concluir que a gordura abdominal de frango possui maior valor de  $L^*$  o que a torna mais clara do que a carne de frango, independente do sexo do animal.

Em relação aos valores dos componentes  $a^*$  e  $b^*$ , obtidos no presente estudo (Tabela 5), para gordura abdominal de frango na linhagem Cobb em diferentes sexos, foram inferiores aos valores obtidos por Lopes et al. (2013) para gordura

abdominal de frango da linhagem Ross. Com os resultados é possível sugerir que a linhagem pode ser um fator determinante na coloração de gordura abdominal de frango.

O teor e o estado químico da hemoglobina, segundo Lawrie (2005) influencia nos valores de  $a^*$  e  $b^*$ , enquanto que valores mais elevados de  $a^*$  estão relacionados a oxidação da mioglobina e menor de  $b^*$  ( cor amarela) provavelmente a menor quantidade deste pigmento nas amostras. Os valores obtidos demonstram valores mais altos de  $b^*$  do que do parâmetro  $a^*$ , sugerindo uma coloração mais próxima ao amarelo do que ao vermelho, como visualmente perceptível nas amostras (Figura 11).



**FIGURA 11** - Amostra de gordura abdominal de frango demonstrando coloração

Segundo Olivo (1999), a razão entre os valores de  $a^*$  /  $b^*$  pode ser utilizada para estimar o teor de mioglobina em uma amostra. A mioglobina é o principal elemento para determinação da coloração da carne e seus derivados, sendo mais intensa quanto maior for sua quantidade (OLIVO, 2006). Conforme os resultados obtidos no presente estudo, foi possível concluir que além da influência significativa do sexo da ave para aos componentes de determinação de cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) em amostras de gordura abdominal de frango, o teor de mioglobina encontrado no macho foi superior ao encontrado na amostra de fêmea (0,67 e 0,42 respectivamente). O mesmo foi citado por Olivo (2006) quando afirmou que um dos

fatores que podem influenciar na concentração de pigmentos heme na amostra pode ser dependente do sexo, afirmando que as aves do sexo masculino geralmente contêm mais pigmento do que as do sexo feminino.

#### 4.4 Determinação das propriedades químicas de gordura abdominal de frango

A Tabela 6 apresenta a determinação de propriedades químicas para a gordura abdominal de frango de corte da linhagem Cobb, com peso entre 2,7 a 2,8kg para os diferentes sexos. Segundo a TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2011) o conhecimento da composição dos alimentos é fundamental para se alcançar a segurança alimentar e nutricional. Além disso, o conhecimento da composição de um produto é base para orientação nutricional e para a comercialização nacional e internacional de alimentos. Além disso, vale lembrar, de que a legislação brasileira está ainda bastante defasada, já que a mesma autoriza o uso de subprodutos como pele, recortes e gordura para a produção de novos produtos, porém não estabelece parâmetros para regulamentação e inspeção dos mesmos.

**TABELA 6** – Características químicas de gordura abdominal de frangos machos e fêmeas (%/g de amostra)

Amostra	Umidade (%/g)	Proteína (%/g)	Cinzas (%/g)	Lipídios (%/g)	pH
Macho	27,87 <sup>a</sup> ± 1,56	0,91 <sup>a</sup> ± 0,09	0,038 <sup>a</sup> ± 0,015	70,68 <sup>b</sup> ± 1,74	6,71 <sup>a</sup> ± 0,11
Fêmea	24,09 <sup>b</sup> ± 1,57	0,95 <sup>a</sup> ± 0,07	0,041 <sup>a</sup> ± 0,009	74,36 <sup>a</sup> ± 1,94	6,63 <sup>a</sup> ± 0,16

Médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem significativamente ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

A gordura abdominal de aves pode ser aproveitada pelas indústrias para utilização na produção de mortadelas, hambúrgueres e demais embutidos, devido ao seu grande potencial relacionado ao baixo custo e propriedades sensoriais, físicas e

químicas adequadas (CHIU, 2007). A afirmação de que a gordura abdominal de frango possui propriedades físicas e químicas interessantes para a produção de embutidos possui como base, o que demonstra a literatura, o conhecimento de seu ponto de fusão, interessante para a preparação dos produtos processados com adição desta gordura, como citado por Centeraro et al. (2008) e Mahgoub et al. (2002).

Sendo assim, a grande maioria dos autores como Chiu (2001), Mahgoub et al. (2002), Pereda (2005), Chiu (2007), Centenaro et al. (2008), Gomes (2010) e Forrest et al. (1979) se concentraram tão somente na avaliação e determinação dos ácidos graxos presentes na gordura abdominal, já que a composição dos ácidos graxos determina o grau de saturação da gordura e conseqüentemente estabelece o ponto de fusão. Não há registros na literatura de caracterização da composição química da gordura abdominal de frango.

Os resultados apontam que a composição química da gordura abdominal de frango, em sua totalidade, é principalmente composta por lipídios, aproximadamente 70,7% para machos e 74,3% para fêmeas, seguida de umidade com 27,9% para machos e 24,1% para fêmeas. Esses resultados sugerem ainda, que o sexo da ave pode influenciar na proporção de lipídios e umidade na gordura abdominal de frango. Tonetti (2012), em sua determinação química de cortes de frango com pele/gordura em dois lotes diferentes, encontrou valores de umidade de 45,14 e 44,21 e de 44,82 e 45,36 para proteína, valores muito aquém dos encontrados no presente estudo. Roça (2014) em seu trabalho sobre as características químicas das gorduras suínas e bovinas, não relatou dados sobre o frango, porém, segundo ele as proporções de umidade, proteína, gordura e matéria mineral são respectivamente de 7,7%; 2,9%; 88,7% e 0,7% para gordura suína e de 4%; 1,5%; 94%; 0,1% para a bovina, o que demonstra valores diferenciados quando comparados aos resultados de gordura abdominal de frango encontrados neste trabalho.

A conclusão de que a composição de lipídios na gordura abdominal é maior nas fêmeas e menor nos machos, pode estar correlacionada com a genética e crescimento do animal. Segundo MORENG e AVENS (1990), a gordura digerida e absorvida no sangue é primeiramente transportada para as células do corpo da ave, que precisam de sua oxidação para produção de calor e energia. Logo após, todo

excesso de gordura no sangue pode ser usado para sintetizar óleos da pele e finalmente, gordura para armazenamento no corpo. Outra relação pode estar no depósito de gordura abdominal correlacionada ao sexo e a função da reserva de gordura no organismo das aves. O macho reserva gordura como fonte única de energia, visto que tem uma maior conversão alimentar resultando em crescimento mais acentuado e ganho de peso mais rápido. Já a fêmea, além da produção de carne, possui características genéticas relacionadas à reprodução devido à produção de ovos, procriação da espécie e maior tamanho dos adipócitos. Sendo assim, a fêmea desenvolve depósitos de gordura mais acentuados, sendo este subcutâneo, cavidade abdominal e sobrecoxas (QUEIROZ, 2014).

Na avaliação dos resultados de proteína e matéria mineral é possível perceber que uma pequena percentagem da gordura abdominal é composta por tais componentes, sendo para proteína 0,91% e 0,95% e para matéria mineral 0,38% e 0,41% para macho e fêmea, respectivamente. Com base nos resultados é possível sugerir que o sexo não tem influencia significativa a um nível de 95% na determinação destes elementos na composição de gordura abdominal de frango. Tonetti (2012) encontrou valores de 8,21% e 7,92% para proteína e 0,97% e 1% para cinzas em sua caracterização físico-química em pele/gordura em coxas e peito de frango, demonstrando valores superiores encontrados no presente trabalho.

Em relação ao pH, a Tabela 6 demonstra os valores obtidos para gordura abdominal de frango, sendo os valores encontrados de 6,71 e 6,63 para macho e fêmea, respectivamente. Segundo OLIVO (2006), o pH final é importante na determinação das propriedades funcionais. Após o abate do animal, várias transformações ocorrem, relacionada ao abaixamento do pH e produção de ácido láctico em função da glicólise anaeróbica, cessando completamente instalação do *rigor mortis*. Normalmente o pH fisiológico do animal vivo se encontra aproximadamente em 7,0 e terá alterações, sendo o pH muscular normal da carne de frango inicial com  $6,3 \pm 0,5$  e finaliza com  $5,8 \pm 0,5$ . Os resultados encontrados demonstram valores um pouco acima do pH inicial da carne logo após o abate, o que é justificável, visto que a gordura não participa da instalação total do *rigor mortis*, onde o músculo se transforma em carne. É possível observar que não há influência do sexo na determinação do pH para gordura abdominal de frango, sendo considerados iguais a um nível de significância de 95%.

#### 4.5 Determinação dos ácidos graxos em gordura abdominal de frango

A Tabela 07 mostrada abaixo representa o percentual em massa de ácidos graxos nas gorduras abdominais para macho e fêmea.

**TABELA 07** - Relação dos ácidos graxos presentes na gordura abdominal de frango em machos e fêmeas

Ácidos graxos	Simbologia	Insaturação	Macho	Fêmea
			% de ácido graxo em massa	
16:0 – palmítico	-	Saturado	34,69 <sup>a</sup> ±4,051	30,07 <sup>a</sup> ±0,519
18:0 – esteárico	-	Saturado	5,52 <sup>b</sup> ±0,392	7,83 <sup>a</sup> ±0,0581
18:1 – oleico	ω-9	Insaturado	31,92 <sup>b</sup> ±2,054	53,87 <sup>a</sup> ±0,399
18:2 – linoleico	ω-6	Insaturado	25,71 <sup>a</sup> ±1,671	5,26 <sup>b</sup> ±0,039
18:3 – linolênico	ω-3	Insaturado	2,47 <sup>b</sup> ±0,320	2,97 <sup>a</sup> ±0,022

\* Médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem significativamente ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey

Verifica-se que a gordura abdominal de frango possui em sua composição diferentes tipos de ácidos graxos, entre eles saturados e insaturados. Com relação ao sexo da ave, a maior proporção de ácidos graxos na fêmea é do ácido oleico seguida do ácido palmítico, enquanto que no macho a maior proporção é de ácido palmítico, seguido do oleico. Houve uma grande variação na proporção de ácido linoleico entre os sexos, sendo que o macho apresentou cerca de cinco vezes maior, do que foi encontrado nas fêmeas. Os ácidos graxos, esteárico e linolênico foram encontrados em quantidades menores e sem muita variação com base no sexo. Pode-se observar também que o sexo da ave proporcionou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na maioria dos ácidos graxos encontrados (esteárico, oleico, linoleico, linolênico). No ácido palmítico o sexo não foi um fator determinante.

Conforme Chiu (2001), as gorduras de frango em geral possuem uma grande proporção em sua composição de ácidos graxos insaturados. Em seu estudo foi possível confirmar esta afirmação, visto que neste trabalho foram encontrados valores de 60,1% e 62,1% da composição total apresentaram ácidos graxos insaturados, tanto para macho como para fêmea, respectivamente. Esses resultados confirmam também a relação dessa composição com as características físicas da gordura de frango, citadas pelo mesmo autor, se apresentando em estado semi-líquida à temperatura ambiente, devido ao alto grau de insaturação.

Ainda segundo Chiu (2001) o ácido oleico é o principal ácido graxo presente na gordura de frango, com 43,4% do conteúdo total. No presente trabalho é possível observar que o sexo da ave influencia na composição de ácidos graxos nas gorduras abdominais de frango. E, portanto, nas fêmeas foi possível confirmar a citação de Chiu (2001), sendo que a mesma possui cerca de 53,87% de sua composição total de ácido oleico, enquanto que o macho representa 31,92%. Em relação aos ácidos graxos saturados o autor afirma que a maior proporção deve-se ao ácido palmítico (24,7%), que também foi encontrado neste trabalho, com 34,69% e 30,07% em massa para macho e fêmea, respectivamente.

Conforme citado por Chiu e Gioielli (2002) a gordura abdominal de frango possui baixo teor de ácido esteárico (6%) quando comparados com gorduras de outros animais como em toucinho (10,8%) e em sebo bovino (28,3%). Estes resultados corroboram os valores encontrados no presente estudo, 5,52% e 7,83% para machos e fêmeas, respectivamente. Valores entre 7,5 e 8,9 também foram encontrados por Hilditch (1941).

A proporção de ácido linolênico foi a menor encontrada para gordura abdominal de frango em ambos os sexos, como também foi evidenciada nas frações de gordura de frango por Chiu e Gioielli (2002) com 1,2%, em massa, e por Viau e Gandmer (1991) com 1,2 a 2% em massa e Chiu e Gomes (1998) com 1,4%. Hilditch (1941) e Chiu (2001) não encontraram esse ácido graxo durante os testes para a caracterização.

Existe grande possibilidade da utilização da gordura de frango na elaboração de outros produtos, entre eles a margarina, conforme citada por Grompone et al. (1998), onde a gordura pode ser empregada devido a sua composição conter grande

proporção de ácido palmítico. Os teores de ácido palmítico obtidos para gordura abdominal de frangos, 34,69% e 30,07% de seu conteúdo total em massa para macho e fêmea, respectivamente, confirmam os resultados obtido por Grompone et al. (1998).

Weber et al. (2005) complementam que ainda que as características físicas estão relacionadas com a composição de ácidos graxos da gordura abdominal de frango e são muito interessantes na produção de embutidos, pois além de seu baixo custo possui parâmetros sensoriais, físicos e químicos desejáveis que possibilitam maior qualidade ao produto final.

#### **4.6 Determinação de *shelf life* de amostras de gordura abdominal de frango**

Para a avaliação de *shelf life* do produto gordura abdominal de frango para fêmea e macho foi realizada a avaliação de características de tendência à oxidação lipídica, através das análises de tendência a rancidez lipídica (potencial de peróxidos) e acompanhamento da rancidez lipídica (análise de TBA), além do acompanhamento do pH das amostras em 150 dias de armazenamento. As gorduras abdominais de macho e fêmea foram mantidas sob temperatura de congelamento ( $\pm 23^{\circ}\text{C}$ ) durante todo este período de acompanhamento.

##### *Potencial de peróxidos*

Quando a oxidação já iniciou, os peróxidos podem participar das reações de decomposição e formação de novos radicais livres na presença de catalisadores, como luz, temperatura, oxigênio entre outros, e portanto, o potencial de oxidação ou de peróxido como pode ser chamado, pode ser obtido. Em relação ao potencial de peróxido é possível observar na Tabela 8 que para as amostras de macho, no período inicial de acompanhamento, o potencial de peróxido apresentou valores de

149,08meq/kg e manteve-se próximo a este valor até o 60º dia de acompanhamento. Após este período as amostras mostraram variação significativa a nível de 95% de significância no valor de potencial de peróxido oscilando os resultados, chegando no seu valor máximo no período de 90 dias e reduzindo novamente significativamente em 120 e 150 dias. Já passa as amostras de fêmea houve alteração significativa do valor de potencial de peróxido logo após o início do armazenamento, até o 60º dias, onde demonstrou novas quedas nos valores do potencial, e continuou a subir até chegar ao seu valor máximo em 150 dias.

É possível observar também que os valores de potencial de peróxido em todo o período de armazenamento não apresentaram crescimento uniforme, sendo observada alteração para mais e menos durante todo o período avaliado. Em comparação ao sexo, pode-se observar que a gordura da fêmea teve um potencial oxidativo superior a de macho quando submetida à presença de catalisadores, visto que desde o início do acompanhamento de vida de prateleira os seus valores de potencial de peróxido foram superiores.

**TABELA 8 –** Avaliação do potencial de peróxido em amostras de gordura abdominal de macho e fêmea (meq/kg)

<b>Tempo (dias)</b>	<b>Macho (meq/kg)</b>	<b>Fêmea (meq/kg)</b>
0	149,0800 <sup>e±</sup> 0,080	166,32 <sup>e±</sup> 0,026
30	147,6500 <sup>e±</sup> 0,454	214,99 <sup>b±</sup> 3,889
45	148,7467 <sup>e±</sup> 0,296	200,68 <sup>c±</sup> 0,928
60	178,0500 <sup>b±</sup> 0,171	123,06 <sup>h±</sup> 0,579
75	164,2267 <sup>c±</sup> 1,937	179,20 <sup>d±</sup> 1,340
90	186,5600 <sup>a±</sup> 1,528	128,03 <sup>g±</sup> 0,339
120	157,6767 <sup>d±</sup> 2,307	148,19 <sup>f±</sup> 1,051
150	178,5600 <sup>b±</sup> 1,869	257,98 <sup>a±</sup> 1,471

Médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem significativamente ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

Trout, Schmidt (1983) e Prändl (1994) afirmam que as gorduras encontradas em todo o tecido muscular estão susceptíveis à formação de peróxidos e são substratos, quando a oxidação das gorduras se inicia. Segundo Queiroz (2006) a

principal causa da deterioração das características de cor, “flavor” e rancidez das gorduras e da carne de frango é a oxidação. O processo de oxidação requer condições para acontecer como, por exemplo: oxigênio, oriundo do próprio ar, um substrato oxidável e um catalisador. O oxigênio antes de danificar o alimento é convertido em peróxidos, onde os lipídios agem vagarosamente na presença do catalisador como luz ou calor. Vieira (2003) afirma ainda que quanto maior a exposição da gordura ao oxigênio mais rápida será a oxidação, já que as gorduras das aves são desprovidas de antioxidantes naturais, levando a uma degradação mais rápida do que nas carnes.

### *pH*

A Tabela 9 demonstra os resultados encontrados para pH nas amostras de gordura abdominal durante o período de armazenamento sob congelamento.

**TABELA 9** – Avaliação de pH para amostras de gordura abdominal de frango para macho e fêmea

<b>Tempo (dias)</b>	<b>Macho</b>	<b>Fêmea</b>
0	6,64 <sup>b±</sup> 0,025	6,70 <sup>a±</sup> 0,020
30	6,50 <sup>c±</sup> 0,035	6,72 <sup>a±</sup> 0,040
45	6,56 <sup>bc±</sup> 0,040	6,52 <sup>b±</sup> 0,047
60	6,71 <sup>ab±</sup> 0,015	6,35 <sup>c±</sup> 0,040
75	6,73 <sup>ab±</sup> 0,015	6,75 <sup>a±</sup> 0,071
90	6,78 <sup>a±</sup> 0,020	6,81 <sup>a±</sup> 0,031
120	6,48 <sup>c±</sup> 0,067	6,50 <sup>b±</sup> 0,035
150	6,45 <sup>c±</sup> 0,020	6,45 <sup>bc±</sup> 0,050

Médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem significativamente ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

Através dos dados encontrados é possível observar que os valores de pH não sofreram alteração durante o período de 150 dias de armazenamento, porém as alterações foram significativas, mostrando que as amostras de fêmea iniciaram com valores próximos de 6,7 até o 30º dia de armazenamento, demonstram uma leve queda e voltam a subir a valores similares aos do início da avaliação em 75 e 90º dias. Já o macho teve inicialmente queda de pH, e aumento significativo até o 90º dia. Para ambos os sexos, após o 90º dia o pH teve decréscimo significativo até chegar em 6,45 no 150º dias de armazenamento.

Osawa et al. (2005) afirmaram que o fator pH é importante para avaliar a velocidade de formação e aumento do número de TBA nos produtos e seu comportamento nos alimentos, já que constitui outro fator influenciador para a oxidação lipídica. Observando os valores encontrados neste trabalho para padronização das características para análise de pH em macho e fêmea, os mesmos apresentaram-se próximos dos encontrados até o 90º dia de armazenamento 6,71 e 6,63 para macho e fêmea, respectivamente, e após este período houve uma queda no pH, chegando a valores de 6,45 para ambos os sexos.

Conforme Shimokomaki et al. (2006) o pH de filé de frango pode variar entre os extremos de 5,5 a 6,3, logo após a instalação do *rigor mortis*, assim como os valores para peito podem variar de 5,8 a 5,96 citado por Castellini et al. (2002). A justificativa citada pelos autores é de que o abaixamento do pH é totalmente necessário para maturação da carne no processo de conversão do músculo em carne, assim como instalação das características sensoriais de qualidade do mesmo. Savio (2010) e Pino (2005) encontraram valores bem próximos de 6,45 quando avaliaram coxas e sobrecoxas de frango mantidas sob resfriamento num período de 8 dias, 6,44 e 6,34, respectivamente.

Não foi encontrada na literatura relação do pH com a vida de prateleira de gorduras de frango, porém, os valores de pH para gordura abdominal após 150 dias de armazenamento demonstraram valores muito superiores aos comuns para a carne logo após o abate, sendo possível justificar uma manutenção positiva deste parâmetro, com o armazenamento e não comprometendo a qualidade do produto final.

## TBA

A Tabela 10 mostra os valores encontrados para TBA, conforme os dados apresentados é possível observar que os valores de TBA para macho iniciaram muito menores do que para a fêmea e tiveram um crescimento praticamente constante em todo o tempo de armazenamento, se mantendo em valor próximo a 0,58 entre 120 e 150 dias. Já a fêmea demonstrou um aumento em 30 dias de armazenamento, chegando ao valor máximo encontrado (0,63) e decaiu durante todo o restante da avaliação chegando a um valor de 0,19 em 150 dias de armazenamento. Por mais que haja indícios de que os valores de TBA estão relacionados aos valores de potencial de peróxido e pH não foi observado comportamento parecido entre as amostras em todo o período de armazenamento.

**TABELA 10** – Avaliação de TBA para amostras de gordura abdominal de macho e fêmea

<b>Tempo (dias)</b>	<b>Fêmea (mg de MDA/kg)</b>	<b>Macho (mg de MDA/kg)</b>
0	0,030 <sup>f±</sup> 0,010	0,007 <sup>e±</sup> 0,011
30	0,64 <sup>a±</sup> 0,005	0,23 <sup>d±</sup> 0,004
45	0,43 <sup>b±</sup> 0,019	0,37 <sup>b±</sup> 0,008
60	0,40 <sup>b±</sup> 0,029	0,33 <sup>c±</sup> 0,011
75	0,20 <sup>e±</sup> 0,000	0,25 <sup>d±</sup> 0,000
90	0,24 <sup>d±</sup> 0,010	0,34 <sup>c±</sup> 0,015
120	0,29 <sup>c±</sup> 0,000	0,58 <sup>a±</sup> 0,001
150	0,20 <sup>e±</sup> 0,006	0,57 <sup>a±</sup> 0,020

Médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem significativamente ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

Segundo Ribeiro e Seravalli (2007), a determinação do potencial de peróxido

é utilizada para acompanhar o desenvolvimento da rancidez nos alimentos; porém na fase final da oxidação, como o potencial de peróxidos é baixo, é necessário outro índice, sendo o mais usado o TBA, que se baseia na reação de ácido tiobarbitúrico com o malonaldeído (produto da fase final da terminação).

A rancificação é uma das principais reações de deterioração dos alimentos, pois limita o tempo de conservação de muitos alimentos devido ao aparecimento de sabores e odores indesejáveis e até na redução do valor nutritivo dos mesmos (DARONCHO, 2012). Osawa et al. (2005) afirmam que a análise de TBA é utilizada satisfatoriamente para avaliação dos estágios de rancidez de gordura, banha e óleos, porém não é muito interessante quando utilizada em amostras de carne.

Savio (2010) em sua análise de vida de prateleira em coxas e sobrecoxas de frango, sob temperatura de resfriamento, encontrou valores máximos de 0,654 mg de MDA/kg em 8 dias de armazenamento, o mesmo apresentado neste trabalho para TBA nas fêmeas em 30 dias de armazenamento sob congelamento e ainda inferiores ao valores para gordura de macho após 150 dias de armazenamento. Segundo a mesma autora os resultados de TBA a partir de 0,50 mg de malonaldeído/kg para carnes resfriadas podem estar relacionados a detecção de alteração de características sensoriais como a formação de odores desagradáveis. Comprovando essa afirmação, a mesma autora evidenciou que no 8º dia de armazenamento (0,654 mg de MDA/kg), as equipes de provadores treinados avaliaram sensorialmente as amostras e detectaram odor ligeiramente desagradável demonstrando início de oxidação. As mesmas amostras mantidas sob temperatura de congelamento em diferentes temperaturas demonstraram valores bem diferentes para TBA. Após 12 meses de armazenamento sob temperatura de -18°C, temperatura próxima a utilizada no presente trabalho, as coxas e sobrecoxas apresentaram valores bem menores do que sob temperatura de resfriamento e que os valores encontrados para gordura abdominal de frango no presente trabalho. Neste parâmetro é possível concluir que além do tempo, a temperatura de armazenamento influencia diretamente nos valores de TBA das amostras, e, portanto, nas reações de oxidação sendo que as gorduras abdominais de frango possuem maior tendência à oxidação quando comparadas as carnes.

Ainda segundo Savio (2010), os valores iniciais de TBA nas amostras dependem da raça e alimentação do animal. Os resultados permitem complementar que os valores iniciais estão relacionados também ao sexo da ave, já que os resultados foram estatisticamente diferenciados quando avaliamos macho e fêmea. Ahmad e Srivastava (2007) afirmam que para amostras mantidas sob temperatura de congelamento, com valores entre 0,5 e 1,0 mg de malonaldeído/kg não é possível verificar odor de ranço e entre 1 e 2 mg de malonaldeído/kg situam-se na faixa detectável sensorialmente.

Diversos autores sugerem que a redução nos valores de TBA observados em função do tempo de armazenamento nas amostras mantidas em congelamento, como demonstrado neste trabalho, está associada provavelmente com o aumento das concentrações de produtos altamente polares, resultantes da polimerização dos produtos de oxidação secundária. O malonaldeído (MDA) reage com uma ampla gama de compostos ou pode formar dienos ou trienos de MDA, o que diminui a quantidade de MDA disponível para reagir com o ácido tiobarbitúrico, em consequência, os valores de TBA avaliados podem demonstrar redução (GRAU et al., 2001; GATELLIER et al., 2007).

Os resultados da caracterização da gordura abdominal de franfo, demonstram que as mesmas podem ser mantidas com segurança por um período de 150 dias sob congelamento (-23°C), visto que não foi observado valores acima dos padrões conhecidos para oxidação do produto.

## 5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

### 5.1 Conclusões

A gordura abdominal de frango pode ser aproveitada para a produção de outros alimentos e pode ser facilmente obtida de abatedouros de aves. Neste sentido este trabalho contribuiu com informações relacionadas à obtenção e caracterização deste produto, conforme conclusões apresentadas a seguir:

- O sexo da ave interferiu em diversos parâmetros de caracterização da gordura abdominal de frango, inclusive em sua quantidade total em massa, já que a fêmea possui mais gordura abdominal que o macho, sendo a maior parte localizada na cavidade abdominal da ave;

- Através da caracterização físico-química foi possível concluir que o sexo da ave também é um fator influenciador, além de outros já conhecidos como alimentação e linhagem. Os valores de umidade, lipídios e cor foram estatisticamente diferentes em machos e fêmeas, enquanto que outros parâmetros como proteína, pH e cinzas não foram influenciados pelo sexo. Também foi possível observar que a fêmea possui em sua composição um maior nível de lipídios, enquanto o macho um teor maior de umidade;

- Na avaliação dos componentes de cor,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , foi possível observar valores mais altos de  $L^*$  e  $a^*$  nas amostras de macho, enquanto que para  $b^*$  a fêmea mostrou o maior valor;

- A gordura abdominal de frango possui em sua composição, ácidos graxos saturados e insaturados, entre eles: palmítico, esteárico, oleico, linoleico e linolênico. O sexo teve interferência significativa na quantidade dos ácidos graxos oleico, linoleico, linolênico e esteárico. A gordura abdominal de fêmea apresentou maior proporção o ácido oleico (53,87%) seguido do ácido palmítico (30,07%), enquanto que no macho foram encontrados ácido palmítico (34,69%), seguido do oleico (31,92%) e linoleico (25,71%).

- Quando avaliada a vida de prateleira do produto, foi possível observar que

as amostras de gordura abdominal de fêmea representaram maior tendência a oxidação em relação a gordura de macho, observada pelo potencial de peróxido que para macho foi de 178,56 meq/kg e fêmea 257,98 meq/kg;

- A análise de TBA apresentou variação durante o período de armazenamento, sendo que em 150 dias apresentou valores de 0,19 mg de MDA/kg para fêmea e 0,58 mg de MDA/kg para macho;

- Os valores de pH apresentaram diferença estatística a nível de 95% para gordura abdominal de macho e fêmea, variando de 6,49 a 6,78 e 6,35 a 6,81, respectivamente;

Durante o desenvolvimento do trabalho houve dificuldade em encontrar informações para a implantação do processo de obtenção da gordura abdominal de frango com relação a literatura e a legislação brasileira que regulamenta a obtenção e aplicação deste produto em alimentos processados. Hoje é crescente a procura de abatedouros de aves para obtenção e aproveitamento dessa gordura abdominal em seus processos, visto que a mesma possui um valor alto para compra. O presente trabalho também demonstrou que os custos de implantação assim como para obtenção/processamento são baixos, tornando-se uma atividade viável para as indústrias.

## 5.2 Sugestões

Como sugestões para trabalhos futuros:

- Acompanhamento de um período maior para avaliação de *shelf life* para a gordura abdominal de frango;

- Avaliação de *shelf life* para o produto resfriado;

- Realização de análises de DSC, a fim de obter maiores informações sobre os comportamentos/transformações da gordura abdominal em função da temperatura;

- Comparar características físicas e químicas entre gordura abdominal e pele de frango a fim de avaliar diferenças durante a produção, assim como do produto elaborado com esta gordura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14141**: escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 1998.
- AHMAD, S.; SRIVASTAVA, P. K. Quality and *shelf life* evaluation of fermented suasages of buffalo meat with different levels of heart and fat. **Meat Science**, v. 75, p. 603-603, 2007.
- ALLEN, C.D.; FLETCHER, D.L.; NORTHCUTT, J.K.; RUSSELL, S.M. The relationship of broiler breast color to meat quality and shelf-life. **Poultry Science**, v.77, n.2, p.361-366, 1998.
- BAASEL, W. D. Prelinary chemical engineering plant design. New York: Elsevier, 1978. 490 p.
- BERAQUET, N. J. Como aproveitar toda a carne de frango. *Avicultura, suinocultura e industrialização de carnes*, n. 966, p.34-44, 1990.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry Physiology**, n.37, p.911-917, 1959.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 20, de 21 de julho de 1999. Métodos Analíticos Físico-Químicos para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes - Sal e Salmoura. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 09 set. 1999, Seção 1, p. 20.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria nº 210, de 10 de novembro de 1998. Regulamento Técnico de Inspeção Tecnológica e Higiênico Sanitária da Carne de Aves. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 26 nov. 1998, Seção 1, p. 226.
- CALGARO, J. T.; BOIAGO, M. M. Carne de frango – mesmo sendo a mais consumida no país, ainda é criticada erroneamente. **Revista SB Rural**. v. 75, 2011.
- CASTELLINI, C.; MUGNAI, C.; DAL BOSCO, A. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. **Meat Science**, v. 60, n. 3, p. 219-225, 2002.
- CENTENARO, G. S.; FURLAN, V. J. M.; SOARES, L. A. S. Gordura de frango: alternativas tecnológicas e nutricionais. **Revista Ciências Agrárias**, v. 29, p. 619-630, 2008.
- CHIU, M. C. Fracionamento a seco da gordura de frango em escala piloto. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 43, n. 3, 2007.

CHIU, M. C. Caracterização, fracionamento e aproveitamento da gordura abdominal de frango. 2001. 113p. **Dissertação de Mestrado** (Mestrado em Tecnologia Bioquímica–Farmacêutica) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

CHIU, M. C.; GIOIELLI, L. A. Conteúdo e gordura sólida da gordura abdominal de frango, de suas estearinas e de suas misturas binárias com toucinho. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n.2, p. 151-157, 2002.

CHIU, M. C.; GOMES, M. Estudo da viabilidade para aproveitamento da gordura de aves de corte (frango). **Simpósio de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo**. São Carlos, 1998. Resumos. São Carlos: EESC, USP, 1998. p. 457. Abstr. N. 11.08.

COBB-VANTRESS. Manual de manejo de frangos Cobb 500: guia de manejo. Cobb-Vantress, São Paulo, 2001. 47p.

Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal, 2009. **Manual de procedimentos analíticos. Índice de Peróxido – Método a Quente**. Método nº 45. Emissão: 2009. Revisão: 2009, p.167-170

Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal. São Paulo: Sincirações/Anfal. Campinas CBNA/SDR/MA. 1998. 371 p.

DARONCHO, M. Metodologia TBA utilizada para verificação de oxidação lipídica nos alimentos. Trabalho apresentada para a UNIFRA (Centro Universitário Franciscan) – Departamento de Nutrição. Santa Maria: RS, 2012.

DUARTE, K. F. Efeito dos níveis de energia e programas de alimentação sobre a qualidade de carcaça e desempenho de frangos de corte abatidos tardiamente. Periódicos UEM, Maringá. v. 29. n. 1, p-39-47, 2007.

ESTEVE-GARCIA, E.; RUIZ, J. A.; GARCIA REGUEIRO, J. A.; DÍAZ, I.; GUERRERO, L.; MARRASCHIELLO, C. Dietary treatment and oxidative stability of broiler meat. Nutritive value, sensory quality and safety. Zaragoza: CIHEAM/IAMZ, 1999.

FENNEMA, O. R.; PARKIN, K. L.; DAMODARAN, S. Química de alimentos de Fenemma. Ed. ARTMED. 4 ed. Porto Alegre: 2010. 900p.

FORREST, J. C.; ABERLE, E. D.; HEDRICK, H. B.; JUDGE, M. D.; MERKEL, R. A. Fundamentos de ciencia de la carne. Zaragoza. 1979. 373 p.

GAIOTTO, J. B. Determinação da energia metabolizável de gorduras e sua aplicação na formulação de dietas para frangos de corte. Piracicaba, 2004. 92 p. **Tese (doutorado)** – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

GATELLIER, P.; GOMEZ, S. GIGAUD, V.; BERRI, C.; BIHAN-DUVAL, E. L.; SANTELHOUTELLIER, V. Use of fluorescence front face technique for measurement

of lipid oxidation during refrigerated storage of chicken meat. *Meat Science*, v. 76, n. 3, p. 543-547, 2007.

GAYA, L. G. Estudo genético da deposição da gordura abdominal e das características de desempenho, carcaça e composição corporal em linhagem macho de frangos de corte. 2003, 99p. **Dissertação de Mestrado** (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

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

GUIMARÃES, J. L.; ADELL, E. A. A. Estrutura e bioquímica do músculo. **Apostila do Laboratório de Carnes**. UNICAMP. São Paulo: 1995.

GOMES, M. A. Obtenção de biodiesel a partir de resíduos gordurosos obtidos de gordura animal – vísceras de frango. 2010, 55p. **Dissertação de Mestrado** (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Lorena, 2010.

GONZALES, E. Ingestão de alimentos: mecanismos regulatórios. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Ed.). *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP. 2002. p. 189-199.

GRAU A.; GARDIOLA, F.; GRIMPA, S.; BARROETA, A. C.; CODONY, R. Oxidative stability of dark chicken meat through frozen storage: Influence of Dietary Fat and  $\alpha$ -tocopherol and ascorbic acid supplementation. **Poultry Science**, v. 80, n. 11, p.1630-1642, 2001.

GROMPONE, M. A.; GUERRA, J. F.; PAZOS, N. A.; MENDEZ, E.; LUCAS, E.; JACHMANIÁN, I.; COLLAZI, P. Fraccionamiento térmico de aceite de pollo. *Grasas Aceites*. Sevilla, v. 49, n. 1, p. 1-8, 1998.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. rapid preparation of fatty acid methyl from lipids. *Laboratory Practice*, v. 22, n. 3, p. 475-473, 1973.

HILDITCH, T. P. *The chemical constitution of natural fats*. New York: Wiley, 1941. p. 64.

Instituto Adolfo Lutz. *Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz: métodos químicos para análise de alimentos*. v. 1. 3 ed. IMESP. São Paulo: 1985.

JUNIOR, C. J.; PAULA, S. R. L.; ORMOND, J. G. P. A cadeia de carne de frango: tensões, desafios e oportunidades. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 26, p. 191-232, set. 2007.

LAWRIE, R.A. *Ciência da carne*. Ed: Artmed, Porto Alegre – RS. 6 ed. 2005. 384 p.

LE BIHAN-DUVAL, E.; MILLET, N.; REMINGON, H. Broiler meat quality: Effect of selection for increased carcass quality and estimates of genetic parameters. **Poultry Science**, v. 78, p. 822–826, 1999.

LE BIHAN-DUVAL, E.; BERRI, C.; BAEZA, E.; MILLET, N.; BEAUMONT, C. Estimation of the genetic parameters of meat characteristics and their genetic correlations with grow and body composition in a experimental broiler line. **Poultry Science**, v. 80, n. 7, p. 839-843, 2001.

LOPES, I. R. V.; ZAPATA, J. F. F.; FREITAS, E. R.; SOUZA, D. V.; VIANA, J. L.; LIMA, J. R. Meat quality and color of abdominal fat of broilers fed diets containing cashew nut meal treated with antioxidant. **Revista Acta Scientiarum Technology**. v. 35, n. 1, p. 169-174, 2013.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Ed: Funep, Jaboticabal. 2 ed. 2002. 375 p.

MAHGOUB, O.; LU, C.D.; HAMEED, M.S.; RICHIE, A.; AL-HALHALI, A.; ANNAMALAI, K. Fatty acid composition of muscle and fat tissues of Omani Jebel Akhdar goats of different sexes and weights. **Meats Science**, p. 381 – 387, 2002.

MENDES, A. A.; NÄÄS, I. A; MACARI, M. Produção de Frangos de Corte. Ed: Facta, Campinas – SP. 2004. 356 p.

MOHALLEM, D. F. Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão em experimentos com frangos de corte. 2008, 45f. **Dissertação de Mestrado** (Mestrado em Ciências Veterinárias - Produção Animal) – Universidade federal do Ceará, Uberlândia, 2008.

MORENG, R. E.; AVENS, J. S. Ciência e produção das aves. Ed: Roca, São Paulo – SP. 1990. 380 p.

MURAKAMI, K. T. T.; PINTO, M. F.; PONSANO, E. H. G.; NETO, M. G. Desempenho produtivo e qualidade da carne de frangos alimentados com ração contendo óleo de linhaça. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 45, n. 4, p. 401 – 4017. Araçatuba: SP, 2010.

NASCIMENTO A. Lisina – principal aminoácido para deposição proteica. *Aveworld* 1:56-60. 2003.

ODA, S. H. I.; SCHNEIDER, J.; SOARES, A. L.; BARBOSA, D. M. L.; IDA, E. I.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Detecção de cor em filés de peito de frango. **Revista Nacional da Carne**, v. 28, p. 30-34, 2003.

OLIVO, R. Carne PSE em aves. 1999, 97p. **Tese de Doutorado** (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade estadual de São Paulo, São Paulo, 1999.

OLIVO, R. **O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango**. Ed: do autor, Criciúma – SC, 2006.

OLIVO, R.; OLIVO, N. **O mundo das carnes: ciência, tecnologia & mercado**. 4 ed. Ed. Metha Ltda, Criciúma – SC. 2006. 214 P.

OLIVO, R. Atualidades na qualidade da carne de aves. **Conferência apinco de ciência e tecnologia avícolas**. 2004, Santos. Anais. Campinas, 2004, p. 143-152.

OSAWA, C. C.; FELICIO, P. E.; GONÇALVES, L. A. G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. v. 28. n. 4. Química nova: 2005.

PEREDA, J. A. O. Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal. Porto Alegre – RS. v. 2. 2005. 279 p.

PINO, L. M. Estabilidade oxidativa da carne de frangos alimentados com diferentes fontes lipídicas e armazenados sob congelamento. 2005, 60f. **Dissertação de mestrado** (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

POTENÇA, A.; MURAKAMI, A.E.; FERNANDES, J.I.M.; MATSUSHITA M.; NAKAGAWA, E.L. Performance, abdominal fat deposition and bone characteristics of broilers fed diets containing different lipid sources. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.10, n. 4, p.239-244, 2008.

PRÄNDL, O.; FISCHER, A.; SCHMIDHOFER, Th.; SINELL, H. J. F. **Tecnologia e higiene de la carne**. Zaragoza (Espanha): Acribia, 1994.

PREVIERO, T. C. Efeito de diferentes níveis proteicos e do ácido linoleico conjugado no desempenho, custos de produção e qualidade de carne de frango de corte. 2009, 130f. **Dissertação de Mestrado** (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

Published by Official Methods of Analysis of AOAC International – 981.10. **Crude Protein in Meat**. 16 ed., v. II, 1995

QUEIROZ, A. M. P. Efeitos do tripolifosfatos de sódio sobre as características microbiológicas, físico-química e vida de prateleira em linguiça frescal de frango. 2006, 85 f. **Dissertação de Mestrado** (Mestrado em Ciências Veterinárias na especialidade de Inspeção e Tecnologia de Produtos de Origem Animal) – Universidade de Porto Alegre, Porto Alegre, 2006.

QUEIROZ, S. A. Melhoramento genético das aves. Disponível em <http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/zootecnia/SANDRAAIDARDEQUEIROZ/mgaves-corte2013-parte1.pdf>. Acesso em: 10 de fev. de 2014.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. Química de alimentos. Ed: Blucher, São Paulo – SP. 2 ed. 2007. 184 p.

ROÇA, R. O. Composição química da carne. Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal – UNESC – Campus de Botucatu – SP. 2008. Disponível em <http://puhrs.campus2.br/~thompson/Roca102.pdf>. Acesso em: 31 de jan. de 2014.

RODRIGUES, K. F.; FRAGA, A. C.; NETO, P. C.; MACIEL, J. A. S.; LOPES, O. C. Potencialidade da gordura de frango para a produção de biodiesel. Biodiesel: o novo combustível do Brasil. CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL. 2005, Brasília. Anais. Brasília, 2005, p. 129-132.

ROSTAGNO, H.S. (Ed.). Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

SANT'ANNA, V. Análise dos fatores que afetam a temperatura e absorção de água em carcaças de frango em *chiller* industrial. 2008, 54p. **Monografia** (Graduação em Engenharia de Alimentos – Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

SANTOS, A. L.; SAKOMURA, N. K. Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n.5, p. 1589 – 1598, 2005. Parte da dissertação de Mestrado a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP Jaboticabal - SP.

SAVIO, J. Avaliação da estabilidade de coxas e sobrecoxas de frango desossadas estocadas sob diferentes condições de armazenamento. 2010, 53f. **Dissertação de Mestrado** (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Regional Integrada, Erechim, 2010.

SCHNEIDER, J. P. Carne DFD em frangos. 2004, 61f. **Dissertação de Mestrado** (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO R.; TERRA N. N.; FRANCO, B. D. G. M. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Livraria Varela, 2006. 236 p.

SILVA, C. L. S. Glicerina proveniente da produção de biodiesel como ingrediente de ração para frangos de corte. 2010, 82f. **Dissertação de Mestrado** (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

SOUZA SOARES, L. A.; SIEWERDT, F. Catálogo: aves e ovos. Ed. UFPEL. Pelotas. 2005. 138 p.

TACO - Tabela brasileira de composição de alimentos /NEPA. UNICAMP. 4 ed. rev. e ampl. Campinas – NEPA – UNICAMP, 2011. 161 p. Disponível em <[http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada](http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada)>. Acesso em 17 de jan. de 2014.

TOLEDO, A. L. Lisina digestível em dietas de frangos de corte nos períodos de 1 aos 11 e 23 aos 36 dias de idade: desempenho e composição corporal. 2006, 81f. **Dissertação de Mestrado** (Mestrado em Nutrição Animal) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

TONETTI, C. R. **Determinação físico-química da carne de frango. SICITE XVII**, Apucarana, 2012. 6f.

TROUT, G. R.; SCHMIDT, G. R. Utilization of phosphates in meat products. **Reciprocal Meat Conference Proceedings For Collins**. p. 24-27, 1983.

VIAU, M.; GANDEMER, G. Principales caracteristiques de composition des graisses de volaille. Ver. Fr. Corps Gras, Paris, v. 38, n. 5-6, p. 171-177, 1991.

VIEIRA, A. **A oxidação lipídica e o uso de antioxidantes sintéticos em produtos cárneos**. Aditivos & Ingredientes, n. 26, p. 71-75, 2003.

VIEIRA, S. L.; OLMOS, A. R.; DIMITRI, J. B.; FREITAS, M.; CONEGLIAN, J. L. B.; PEÑA, J. E. M. Respostas de frangos de corte fêmeas de duas linhagens a dietas com diferentes perfis proteicos ideais. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37; n.6, p. 1753 a 1759, 2007.

ZANETTI, M. Produção de biodiesel a partir de gordura abdominal de frangos. 2012, 107f. **Dissertação de Mestrado** (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

WEBER, C.; VIER, I. A. R.; PEDERSSETTI, M. M.; SCHMIDT, C. A. P. Aplicação de gordura abdominal de frangos em mortadela. **6º Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos**. Campinas, 2005.