

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL

**CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARNE DE  
FRANGO DE CORTE PROVENIENTE DE DIFERENTES  
SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

Aline Giampietro Ganeco  
Médica Veterinária

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL

**CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARNE DE  
FRANGO DE CORTE PROVENIENTE DE DIFERENTES  
SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

Aline Giampietro Ganeco

Orientadora: Profa. Dra. Hirasilva Borba

Co-orientador: Prof. Dr. Oswaldo Durival Rossi Junior

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

2016

## **DADOS CURRICULARES DA AUTORA**

**ALINE GIAMPIETRO GANECO** – nascida em Jaboticabal – SP no dia 01 de outubro de 1981, graduou-se em Medicina Veterinária pelo Centro Universitário Barão de Mauá em dezembro de 2006. Em março de 2010 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela FCAV - Campus de Jaboticabal, no Departamento de Tecnologia, laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal, com a defesa de dissertação no dia 16 de fevereiro de 2012. Em março de 2012 iniciou o curso de Doutorado também em Zootecnia pela FCAV - Campus de Jaboticabal, no Departamento de Tecnologia, laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal.

*Senhor, fazei-me instrumento de vossa paz.*

*Onde houver ódio, que eu leve o amor;*

*Onde houver ofensa, que eu leve o perdão;*

*Onde houver discórdia, que eu leve a união;*

*Onde houver dúvida, que eu leve a fé;*

*Onde houver erro, que eu leve a verdade;*

*Onde houver desespero, que eu leve a esperança;*

*Onde houver tristeza, que eu leve a alegria;*

*Onde houver trevas, que eu leve a luz.*

*Ó Mestre, Fazei que eu procure mais*

*Consolar, que ser consolado;*

*compreender, que ser compreendido;*

*amar, que ser amado.*

*Pois é dando que se recebe,*

*é perdoando que se é perdoado,*

*e é morrendo que se vive para a vida eterna.*

*(São Francisco de Assis)*

À minha família...

meu querido marido, **Rodrigo**,

*pelo companheirismo, pelo grande amor, enorme incentivo, paciência nipônica, e por sempre me acompanhar e apoiar em todas as fases da vida,*

minha amada mãe, **Helenice**,

*pelo apoio oferecido, gigante incentivo e excelentes palavras e pensamentos motivadores e principalmente, juntamente com meu amado pai, **José Luiz**, pelo amor que sempre mostraram a mim e meu irmão, por me ensinarem sempre respeitar e seguir em frente*

meu irmão, **Rodrigo**, minha cunhada, **Letícia** e minha sobrinha **Marina**,

aos meus Avós **Apparecida** e **Walter** (in memorian),

as minhas tias **Elizete** e **Joana**, ao **Éder**,

as minhas filhas caninas, **Hanna** (in memorian) e **Noa** por nos mostrarem todos os minutos como devemos ser, sempre alegres, saltitantes e brincalhonas,

e a minha amiga e irmã **Aline Scatolini Silva**,

*por toda atenção, dedicação, paciência, incentivo, por ser mãe de todos os meus aprendizados e pelas excelentes lições de vida.*

*a todas minhas amigas de infância pelo apoio e por entenderem minha ausência em alguns momentos e sempre me apoiando mesmo quando distantes,*

a minha orientadora **Hirasilva Borba**, por tornar tudo isso possível,

*... vocês todos que são meus exemplos, meus orgulhos, minha vida.*

*Pelo amor, preocupação e compreensão, apoio e incentivo que sempre demonstram por mim... e por fazerem meus dias mais felizes!*

Com respeito e amor, **Ofereço**

## **Agradecimento especial**

A **Deus**,

*por sempre iluminar o meu caminho, ter abençoado cada etapa desse estudo, por dar forças para enfrentar todos os obstáculos da vida, por estar comigo em todas as fases da minha vida, pela minha saúde, força e edificação.*

À minha orientadora, **Profa. Dra. Hirasilva Borba**,

*Pela confiança em mim depositada, por ter batalhado por mim, por ter me proporcionado a oportunidade, pela amizade, pela companhia nas horas mais difíceis e por ter me acolhido como filha desde o primeiro dia que iniciei em seu grupo de pesquisa.*

Ao professor **Dr. Oswaldo Durival Rossi Junior**, pela co-orientação e excelentes contribuições.

Ao professor **Dr. Pedro Alves de Souza**, pela confiança e oportunidade no desenvolvimento das pesquisas.

A **Profa. Dra. Maria Regina Barbieri de Carvalho**, por sempre me ensinar mais, por todo carinho e por excelente atenção em todos os momentos,

À **Korin Agropecuária** pela dedicação, confiança, apoio à pesquisa e por permitirem que a pesquisa acontecesse,

À **Tânia Mara**, pela dedicação, confiança e amizade.

ao meu amigo **Marcel**, pelos sempre excelentes ensinamentos estatísticos, pela amizade, incentivo e ótimas gargalhadas,

À **Casey M. Owens-Hanning** e toda a equipe do Departamento de Poultry Science & The Center of Excellence for Poultry Science, da Universidade de Arkansas, pela excelente recepção, atenção e dedicação no período do sanduíche,

**Muito Obrigada!**

## **Agradecimentos**

*Aos professores que se disponibilizaram a participar da defesa com excelentes contribuições, Profa. Dra. Maria Regina Barbieri de Carvalho, Profa. Dra. Lizandra Amoroso, Prof. Dr. Marcel Manente Boiago e Profa. Dra. Cristiane Soares da Silva Araújo;*

*Aos professores que participaram e muito contribuíram no exame geral de qualificação, Profa. Dra. Maria Regina Barbieri de Carvalho, Prof. Dr. Pedro Alves de Souza, Profa. Dra. Isabel Cristina Boleli, Profa. Dra. Lizandra Amoroso;*

*Ao Prof. Dr. Marcel Manente Boiago, por todo aprendizado, amizade, atenção na análise estatística;*

*Ao Prof. Dr. Oswaldo Durival Rossi Junior (Duri), pela co-orientação e, juntamente com a equipe do Lab. de Análise Microbiológica de Água e Alimento de Origem Animal (Dibelo e Lila), pela contribuição nas análises microbiológicas;*

*A toda a equipe do Laboratório de TPOA por toda contribuição nas análises, por conseguirem madrugar para realizar as coletas das amostras no abatedouro,*

*Juliana, Rodrigo, Mariana, Leonardo, Fábio, Carol, Beto, Luiz, Ana Beatriz, Bia;*

*À equipe da Korin Agropecuária Ltda, Cecília, Leikka e Amarilis por toda colaboração nas coletas das amostras,*

*À Fábio Bento Takeda, por permitir que essa etapa se tornasse mais gostosa, indicar e ensinar excelentes itens, mostrando com muita paciência como a Tecnologia é linda e contribui com facilidades na nossa vida;*

*As minhas amigas de infância, pelo incentivo e apoio, por me suportarem estressada e preocupada;*

*Às secretaria do Depto de Tecnologia, Beth e Renata, pela atenção e paciência;*

*Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação, pelos serviços prestados;*

*Ao CNPq , pela concessão da bolsa de estudos e à FAPESP, pelo auxílio financeiro dessa pesquisa,*

*À FCAV/Unesp, por mais uma oportunidade de crescimento...*

**Obrigada!**

## SUMÁRIO

	Página
<b>RESUMO</b> .....	xiv
<b>SUMMARY</b> .....	xv
<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	16
1. Introdução.....	16
2. Situação atual da avicultura de corte.....	17
3. Sistemas de produção de frango de corte.....	18
3.1.Sistema convencional.....	18
3.2. Sistema orgânico.....	19
3.3. Sistema tipo “colonial” ou caipira.....	20
3.4. Sistema livre de antibiótico ou antibiotic free.....	20
4. Qualidade da carne de frango de corte.....	21
5. Congelamento da carne.....	23
6. Referências bibliográficas.....	25
<b>CAPÍTULO 2 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA E OXIDAÇÃO LIPÍDICA DE CORTES COMERCIAIS DE FRANGOS DE CORTE PRODUZIDOS EM DIFERENTES SISTEMAS</b> .....	27
1. Resumo.....	27
2. Summary.....	28
3. Introdução.....	29
4. Material e métodos.....	30
5. Resultados e discussão.....	33
6. Conclusões.....	39
7. Referências Bibliográficas.....	39

<b>CAPÍTULO 3 – LIPÍDEOS, PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E COLESTEROL DA CARNE DE FRANGO DE CORTE DE DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....</b>	<b>42</b>
1. Resumo.....	42
2. Summary.....	43
3. Introdução.....	44
4. Material e métodos.....	45
5. Resultados e discussão.....	47
6. Conclusões.....	55
7. Referências bibliográficas.....	55
<b>CAPÍTULO 4 – O ARMAZENAMENTO SOB TEMPERATURA DE CONGELAMENTO INFLUENCIA OS PARÂMETROS QUALITATIVOS DA TEXTURA DA CARNE DE FRANGO DE CORTE DE DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....</b>	<b>57</b>
1. Resumo.....	57
2. Summary.....	58
3. Introdução.....	59
4. Material e métodos.....	60
5. Resultados e discussão.....	67
6. Conclusões.....	78
7. Referências bibliográficas.....	79
<b>CAPÍTULO 5 – QUALIDADE DA CARNE DE FRANGO DE CORTE PROVENIENTE DE DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO E PERÍODOS DE CONGELAMENTO.....</b>	<b>81</b>
1. Resumo.....	81
2. Summary.....	82

3. Introdução.....	83
4. Material e Métodos.....	85
5. Resultados e Discussão.....	90
6. Conclusões.....	103
7. Referências Bibliográficas.....	103
<b>CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>105</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO 2	Página
<b>Tabela 1.</b> Composição química e teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs) da carne do <b>peito</b> de frango de corte criados sob diferentes sistemas de produção.....	33
<b>Tabela 2.</b> Composição química e teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs) da carne do <b>sobrecoxa</b> de frango de corte criados sob diferentes sistemas de produção.....	36
<b>Tabela 3.</b> Composição química e teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs) da carne da <b>coxa</b> de frango de corte criados sob diferentes sistemas de produção.....	37
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>Tabela 1.</b> Lipídeos e teor de colesterol da carne do <b>peito</b> de frango de corte criados sob diferentes sistemas de produção.....	48
<b>Tabela 2.</b> Composição de ácidos graxos, em porcentagem, da gordura da carne do <b>peito</b> de frango de corte criados em diferentes sistemas de produção.....	49
<b>Tabela 3.</b> Lipídeos e teor de colesterol da carne do <b>sobrecoxa</b> de frango de corte criados sob diferentes sistemas de produção.....	51
<b>Tabela 4.</b> Composição de ácidos graxos, em porcentagem, da gordura da carne da <b>sobrecoxa</b> de frango de corte criados em diferentes sistemas de produção.....	52
<b>Tabela 5.</b> Lipídeos e teor de colesterol da carne do <b>coxa</b> de frango de corte criados sob diferentes sistemas de produção.....	53
<b>Tabela 6.</b> Composição de ácidos graxos, em porcentagem, da gordura da carne da <b>coxa</b> de frango de corte criados em diferentes sistemas de produção.....	54
<b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>Tabela 1.</b> Médias obtidas para capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso no cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e porcentagem de colágeno da carne	

do <b>peito</b> de frangos criados sob diferentes sistemas.....	67
<b>Tabela 2.</b> Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso no cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) da carne do <b>peito</b> de frango .....	68
<b>Tabela 3.</b> Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e porcentagem de colágeno da carne do <b>peito</b> de frango de corte.....	71
<b>Tabela 4.</b> Médias obtidas para capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso no cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e porcentagem de colágeno da carne da <b>sobrecoxa</b> de frangos criados sob diferentes sistemas de produção....	72
<b>Tabela 5.</b> Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso no cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) da carne da <b>sobrecoxa</b> de frango de corte.....	73
<b>Tabela 6.</b> Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e porcentagem de colágeno da carne da <b>sobrecoxa</b> de frango de corte.....	74
<b>Tabela 7.</b> Médias obtidas para capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso no cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e porcentagem de colágeno da carne da <b>coxa</b> de frangos criados sob diferentes sistemas de produção.....	75
<b>Tabela 8.</b> Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso no cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) da carne da <b>coxa</b> de frango de corte.....	76
<b>Tabela 9.</b> Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e porcentagem de colágeno da carne da <b>coxa</b> de frango de corte.....	78

## CAPÍTULO 5

<b>Tabela 1.</b> Médias obtidas para luminosidade (L), intensidade de vermelho (a*), intensidade de amarelo (b*), pH, atividade de água ( $A_w$ ) e teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs) da carne do peito de frangos criados sob diferentes sistemas de produção e armazenamento em meses.....	90
<b>Tabela 2.</b> Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para luminosidade ( $L^*$ ), intensidade de vermelho (a*) e intensidade de amarelo (b*) da carne do peito de frango de corte.....	91
<b>Tabela 3.</b> Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para pH, atividade de água ( $A_w$ ) e teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs) da carne do peito de frango de corte.....	93
<b>Tabela 4.</b> Médias obtidas para luminosidade (L), intensidade de vermelho (a*), intensidade de amarelo (b*), pH, atividade de água ( $A_w$ ) e teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs) da carne da sobrecoxa de frangos criados sob diferentes sistemas de produção e armazenamento em meses.....	96
<b>Tabela 5.</b> Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para luminosidade ( $L^*$ ), intensidade de vermelho (a*) e intensidade de amarelo (b*) da carne da sobrecoxa de frango de corte.....	97
<b>Tabela 6.</b> Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para pH e atividade de água ( $A_w$ ) da carne da sobrecoxa de frango de corte.....	98
<b>Tabela 7.</b> Médias obtidas para luminosidade (L), intensidade de vermelho (a*), intensidade de amarelo (b*), pH, atividade de água ( $A_w$ ) e teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs) da carne da coxa de frangos criados sob diferentes sistemas de produção e armazenamento em meses.....	99

<b>Tabela 8.</b> Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para luminosidade ( $L^*$ ), intensidade de vermelho ( $a^*$ ) e intensidade de amarelo ( $b^*$ ) da carne da coxa de frango de corte.....	100
<b>Tabela 9.</b> Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para pH e atividade de água ( $A_w$ ) da carne da coxa de frango de corte.....	102

## **CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARNE DE FRANGO DE CORTE PROVENIENTE DE DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

**RESUMO** – o objetivo geral do estudo foi avaliar a qualidade da carne do peito, sobrecoxa e coxa de frango de corte proveniente de diferentes sistemas de produção, e verificar as possíveis alterações destes cortes armazenados sob congelamento (-18 °C) por diferentes períodos. Foram coletadas 800 carcaças de frango de corte, machos, provenientes de quatro sistemas de produção: sistema convencional, orgânico, caipira e livre de antibiótico. Nas carcaças de frangos foram coletadas e após a divisão nos principais cortes comercializados (peito, sobrecoxa e coxa), destinadas às análises. Os cortes de frangos foram analisados no dia da coleta (refrigerados), e aos 3, 6, 9 e 12 meses de congelamento (-18 °C). Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos, os sistemas de criação de frango (convencional, orgânico, caipira e livre de antibiótico), com 50 repetições cada para as análises de composição química, colesterol (%), perfil de ácidos graxos. O DIC em esquema fatorial 4x5, sendo quatro sistemas de criação de frango (convencional, orgânico, caipira e livre de antibiótico) e cinco períodos de armazenamento (refrigeradas, 3, 6, 9 e 12 meses de congelamento) com 25 repetições cada para as análises de capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso no cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), índice de fragmentação miofibrilar (IFM), colágeno, pH, cor, oxidação lipídica e atividade de água ( $A_w$ ). As médias dos resultados obtidos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os diferentes sistemas de produção de frango de corte disponíveis no mercado influenciaram a composição química, colesterol e perfil de ácidos graxos da carne do peito, sobrecoxa e coxa. Os sistemas alternativos destaque-se por apresentarem maiores quantidades de gorduras na forma de ácidos graxos poli-insaturados os quais são benéficos para organismo humano. O armazenamento sob congelamento influenciou à maciez das carnes de frango estudadas e não foi capaz de preservar todos os parâmetros qualitativos e não evita a oxidação lipídica da carne.

**Palavras chave:** armazenamento, cortes comerciais, congelamento, perfil ácidos graxos, qualidade, textura.

## QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF MEAT BROILERS FROM DIFFERENT PRODUCTION SYSTEMS

**SUMMARY** – The aim of the study was to evaluate the breast's, thigh's and drumstick's meat broilers quality from different production systems, and to verify the possible alterations from these cuts stored under freezing (-18°C) for different periods. Eight hundred broiler carcasses were collected, males, from four production systems: conventional system, organic, free-range and antibiotic-free. The broilers carcasses were collected and after the division of the main commercial cuts (breast, thigh and drumstick), destined to the analysis. The broilers cuts were analyzed on the gathering day (refrigerated), and with 3, 6, 9 and 12 months of freezing (-18 °C). Completely randomized experimental design (CRD) was used with four treatments, the chicken breeding systems (conventional, organic, free-range and antibiotic-free), with 50 repetitions each for the chemical composition analysis, cholesterol (%), fatty acids profile. The CRD in factorial arrangement 4x5, with four chicken breeding systems (conventional, organic, free-range and antibiotic-free) and five storage periods (refrigerated, 3, 6, 9 and 12 months of freezing) with 25 repetitions each for the water holding capacity analysis (WHC), weight loss in cooking (WLC), shear force (SF), myofibrillar fragmentation index (MFI), collagen, pH, color, lipid oxidation and water activity ( $a_w$ ). The differences between the means were compared using Tukey's test with the significance level at 5%. The different broiler production systems available on the market influenced the chemical composition, cholesterol and fatty acids profile of the breast meat, thigh and drumstick. The alternative systems stand out because they present higher fat amounts on the form of polyunsaturated fatty acids, which are beneficial for the human organism. The storage under freezing influenced the softness of the studied broiler meats and it was not able to preserve all the qualitative parameters and does not avoid the meat's lipid oxidation.

**Key words:** commercial cuts, fatty acids profile, freezing, quality, storage, texture

## **CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **1. Introdução**

A avicultura brasileira é considerada uma das atividades agropecuárias mais desenvolvida no mundo e com liderança em exportação, produção e qualidade da proteína animal. Isto é possível mediante a implantação de técnicas de produção, sustentabilidade produtiva, a prevenção sanitária, o bem estar animal, a ambiência, a gestão na sua produção e industrialização.

A manutenção e crescimento brasileiro no setor avícola mundial e, principalmente, no mercado de carne de frango, consiste na busca constante por meio de pesquisas para manter a excelência de todo o setor produtivo. Isto envolve o desenvolvimento das linhagens, melhoramento genético, nutrição, sistemas de produção, dentre outros, que proporcionem o fornecimento de produtos com padrões de qualidade estáveis, que garantam a segurança e satisfação do consumidor.

A busca da população por alimentos saudáveis, com qualidade e características sensoriais diferenciadas tem tornado o consumidor cada vez mais exigente quanto aos produtos disponíveis no mercado, dentre eles, de origem animal, assim como a carne de frango.

Além dos consumidores serem exigentes em relação à qualidade dos alimentos, esses estão também mais preocupados com o impacto da produção agropecuária sobre o meio ambiente. Desta forma, foram desenvolvidos os sistemas alternativos de produção de frango de corte, como o caipira, o natural e o orgânico, que buscam atender uma parcela dos consumidores que prioriza o consumo destes produtos.

A carne de frango apresenta-se como uma das mais consumidas no mundo e dentre as principais características que beneficiam o consumo destacam-se: o preço, a disponibilidade para o mercado consumidor, a percepção de segurança quanto à origem da carne, a preocupação com a saúde por buscar produtos mais saudáveis. Além disto, não apresenta restrições religiosas ou culturais no consumo, são práticas no preparo e com as famílias atuais menores, a busca por cortes da carne tem se destacado.

A conservação da carne de frango também torna-se importante, pois por meio deste processo é possível o transporte dos produtos a regiões distantes. Desta maneira o congelamento é um instrumento fundamental para preservação e manutenção da qualidade do produto. Praticamente é um recurso capaz de impedir o desenvolvimento de micro-organismos nocivos, adiar algumas reações químicas indesejáveis e garantir a higiene sanitária na manipulação de alimentos.

Classificada como um alimento saudável, as pessoas de todas as faixas etárias podem consumir a carne de frango, devido ao seu rico teor de proteínas de boa qualidade o que passa a ser recomendado por médicos e nutricionistas. Uma opção para o consumo, por aqueles que tenham riscos cardiovasculares é a carne de frango sem pele pois dessa forma apresenta baixa taxa de colesterol. A carne de frango é rica em aminoácidos indispensáveis, constitui fonte importante de proteínas e contém bom valor biológico quando comparado as outras carnes (VENTURINI et al., 2007).

Dessa forma, o objetivo geral do estudo foi avaliar a qualidade do peito, sobrecoxa e coxa de frango de corte proveniente de diferentes sistemas de produção, e durante o armazenamento destes cortes armazenados sob congelamento (-18°C) por diferentes períodos.

## **2. Situação atual da avicultura de corte**

Na produção mundial de carne de frango, o Brasil ocupa posição de destaque no cenário internacional. Atualmente assumiu a posição de segundo maior produtor de carne de frango, com 13,13 milhões toneladas do produto, ficando somente atrás dos Estados Unidos da América com 17.254 mil toneladas. O Brasil superou a China em 2015, com a produção mensal da carne de frango de corte aumentando, dessa forma, finalizou o ano de 2015 na segunda posição em volume de produção (ABPA, 2016).

O Brasil assume também grande importância nas exportações, pois ainda de acordo com ABPA (2016), é o maior exportador de carne de frango com 4.304 mil toneladas do produto e seus principais destinos são Oriente Médio, Ásia, África, União Européia, América e Oceania. Porém, o principal destino da produção

brasileira é o mercado interno com 67,7% e apenas 32,3 % da produção destinada as exportações citadas anteriormente.

A produção brasileira de carne de frango está direcionada à carne *in natura*, onde apresenta-se com 95% total da produção e apenas 5% de industrializados. Nas exportações, o Brasil exporta 54,13% de cortes, 34,87% em inteiros, 4,60% de salgados, 3,85% de industrializados e 2,55% de embutidos (ABPA, 2016).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), no 3º trimestre de 2013 quando comparado ao 2º semestre de 2012, a região sul obteve maior importância nacional em relação ao número de frangos abatidos (de 58,8% para 60,3%) e, a segunda mais importante, a região sudeste, mesmo com pequena redução, de 21,7% para 20,4%. O estado de Minas Gerais proporcionou maior contribuição, com aumento de 24,7% no número de frangos abatidos. Totalizando 1,44 bilhões de cabeças no 3º trimestre de 2013, pesando 3,19 milhões de toneladas de carne de frango e na exportação de carne de frango *in natura*, o Paraná superou os outros estados brasileiros, sendo 29,35% de sua produção destinada à exportação.

### **3. Sistemas de produção de frangos de corte**

#### **3.1. Sistema convencional**

É o sistema utilizado em granjas de exploração comercial, criados em sistemas intensivos segundo as normas sanitárias vigentes, com linhagens geneticamente selecionadas para alta taxa de crescimento e excelente eficiência alimentar. Permite-se o uso de antibióticos, anticoccidianos, melhoradores de crescimento, quimioterápicos e ingredientes de origem animal e as aves são abatidas, em média, com 42 dias (LIMA, 2005).

As aves são criadas em sistema intensivo de produção, sob confinamento em galpões fechados e com alta densidade populacional. Dessa forma, esses animais estão sujeitos a enfermidades que afetam os sistemas intestinais e respiratórios, assim, permite-se o uso contínuo de medicamentos como os promotores de crescimento, antimicrobianos e os anticoccidianos são práticas rotineiras utilizadas

na prevenção de doenças. Isto também melhora a produtividade, a conversão alimentar e reduz a idade de abate (GARCIA et al., 2002).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) monitora regularmente os tipos de aditivos utilizados neste sistema de produção e o cumprimento dos limites máximos de resíduos estabelecidos para qualquer produto de origem animal. Isto é possível por meio do Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes (PNCRC) Animal, que constitui uma ferramenta de “Gerenciamento de Risco” com o objetivo de promover a garantia de qualidade do sistema de produção de alimentos de origem animal ao longo das cadeias produtivas. Os procedimentos executados no âmbito do PNCRC/Animal envolvem amostragem homogênea e aleatória das diversas matrizes e espécies animais monitoradas, bem como de análises realizadas em laboratórios oficiais ou credenciados.

### **3.2. Sistema orgânico**

No sistema de produção orgânico de aves não é permitido o uso de substâncias que coloquem em risco a saúde humana e o meio ambiente. Dessa maneira, não são utilizados fertilizantes sintéticos solúveis, agrotóxicos e transgênicos. Para ser considerado e certificado como orgânico, o produto tem que ser produzido em um ambiente de produção orgânica, este utiliza-se como base no processo produtivo os princípios agroecológicos que contemplam o uso responsável do solo, da água, do ar e dos demais recursos naturais, respeitando as relações sociais e culturais.

A produção de frango de corte em sistema orgânico no Brasil é regulamentada por meio da Instrução Normativa nº 7 de 17 de maio de 1999 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento que abordam produtos obtidos pelo sistema orgânico, ecológico, biológico, biodinâmico, sustentável, regenerativo e agroecológico. As aves são criadas em área de pastejo e com alimentação que contém ingredientes vegetais orgânicos certificados. Os produtos quimioterápicos não devem ser usados na criação (BRASIL, 1999b).

A Instrução Normativa nº46 de 6 de outubro de 2011 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal, bem como padroniza a lista de

substâncias permitidas para uso nos sistemas orgânicos de produção animal e vegetal (BRASIL, 2011).

### **3.3. Sistema tipo “colonial” ou caipira**

A produção de frango de corte tipo “colonial” ou caipira está regulamentada no Brasil pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) por meio do Ofício Circular DOI/DIPOA nº 007/99 (BRASIL, 1999a), complementado pelo Ofício Circular DOI/DIPOA nº 014/2000 (BRASIL, 2000). Este ofício define as condições de manejo do sistema tipo “colonial” ou caipira, onde também é proibido o uso de melhoradores de crescimento e a ave não pode receber produtos quimioterápicos e ingredientes de origem animal na ração. A partir do 28º dia de idade, as aves devem ter acesso a piquetes e os mesmos devem possuir no mínimo três metros quadrados de área disponível para cada ave alojada. A idade mínima de abate é de 85 dias e é necessário o uso de linhagens específicas para este tipo de criação.

Ainda de acordo com Ofício Circular DOI/DIPOA nº 014/2000 (BRASIL, 2000), as aves de corte criadas no sistema caipira ou colonial precisam provir de linhagens específicas resultantes do cruzamento de raças pesadas de corte com raças semipesadas de postura, sendo vedado pela legislação o uso de linhagens utilizadas no sistema convencional intensivo. Para este sistema de produção utiliza-se linhagens de aves consideradas caipiras e dentre as linhagens comerciais indicadas encontra-se a Galinha Caipira Negra, Label Rouge (frango caipira de pescoço pelado) e frango Paraíso Pedrês.

As linhagens caipiras proporcionam aves bastante rústicas que permitem a sua criação semiconfinadas com acesso a uma área de “pastejo” no qual estas podem se alimentar de capins, insetos e sementes. Este sistema de criação permite consideráveis índices de produtividade, baixos custos de produção, maior valor agregado e diferenciação do produto final para o mercado consumidor (HELLMEISTER FILHO, 2002).

### **3.4. Sistema livre de antibiótico ou “antibiotic-free”**

De acordo com a Associação da Avicultura Alternativa (AVAL, 2015), as aves criadas sob o sistema livre de antibiótico são mantidas sob manejo intensivo, em

galpões convencionais e sem acesso a área de pastejo. Neste sistema não há restrição de linhagens e a alimentação é exclusivamente vegetal, complementada com vitaminas e minerais. As aves devem ser criadas sem o uso de antibióticos, anticoccidianos, melhoradores de desempenho, quimioterápicos e ingredientes de origem animal na alimentação. O uso de substâncias naturais como extrato de plantas, óleos, essenciais e probióticos mantém a saúde e o desempenho dos animais.

A avicultura natural surgiu como alternativa de produção de carne sem o uso de antibióticos e melhoradores de crescimento antimicrobianos. O sistema livre de antibiótico utiliza os preceitos da agricultura natural estabelecidos pelo centro de pesquisa da fundação Mokiti Okada, onde está o total respeito à natureza.

O conceito “antibiotic-free system” engloba opções do uso de alimentos naturais na dieta dos frango de corte, sem emprego de antibióticos, melhoradores de crescimento antimicrobianos, anticoccidianos, quimioterápicos e ingredientes de origem animal. Isto pode conferir vantagem na segurança e saúde do consumidor e se tornar competitiva em termos de produtos diferenciados. A proibição de uso dessas substâncias citadas é total e se houver necessidade de uso para fins terapêuticos, o lote deverá ser comercializado como convencional, isto implica em perda da qualidade deste sistema (DEMATTÊ FILHO, 2004).

O sistema de produção de frango de corte livre de antibiótico é diferenciado dos demais, pois é possível utilizar o modelo intensivo de produção com ração que pode ser composta por ingredientes orgânicos, que garante excelente qualidade da carne e estando dentro dos padrões de saúde e bem-estar das aves (FONSECA, 2008).

#### **4. Qualidade da carne de frango de corte**

De acordo Bliska (2000), qualidade é um conceito complexo porque pode variar conforme a região geográfica, classe sócio econômica, cultura do consumidor e com o estágio de desenvolvimento tecnológico do setor. A qualidade de um produto pode ser definida como o conjunto de atributos que satisfaçam o consumidor ou até

mesmo que superem suas expectativas iniciais. Esse conceito pode, portanto, sofrer variações de acordo com o mercado ao qual o produto se destina.

Dessa forma, a qualidade de um produto tem definição complexa, pois varia com o consumidor e possui variáveis que vão desde sua composição nutricional à facilidade em sua utilização. A perda de qualidade é mais evidenciada em alimentos ricos em proteínas e ácidos graxos como as carnes e seus derivados.

A qualidade dos alimentos é um conjunto de fatores que diz respeito às suas características físicas, químicas, nutricionais e sensoriais e bem como a outros componentes como o seu custo, apresentação, facilidade de manuseio, consumo e embalagens. A qualidade também está ligada à saúde e segurança do consumidor e a forma como este visualiza o produto.

Qualidade de carne é conceito bastante amplo e complexo por tratar-se de características objetivas e subjetivas. As objetivas abrangem as físicas, nutricionais e higiênicas e as subjetivas englobam as sensoriais e formas de apresentação do produto. Os principais atributos avaliados na qualidade de carne das aves são aparência, coloração, textura, suculência, propriedades funcionais e nutricionais.

As variações que normalmente afetam a qualidade da carne são complexas e podem ocorrer em toda a cadeia produtiva. É importante a compreensão de todos os pontos críticos aliado às tecnologias que reduzam os fatores de risco em toda a cadeia produtiva, assim como o investimento na resolução dos problemas críticos, que poderão levar ao melhor controle e gestão das operações, com consequente redução de perdas e produção de carne de melhor qualidade. O bem-estar, boas práticas de manejo e o processamento adequado da carne de frango devem ser observados em todos os momentos da produção para se obter a eficiência e garantia da qualidade do produto avícola (BARACHO et al., 2006).

As exigências pela qualidade da carne de frango são cada vez maiores, tanto em relação ao mercado interno como o externo, pois o consumidor está cada vez mais atento aos atributos de qualidade em relação a carne. Essas exigências refletem em mudanças na gestão de todos os setores envolvidos na carne de frango, com melhorias na cadeia produtiva. Destaca-se principalmente a importância com alto padrão em processos de congelamento e também da logística na comercialização deste produto (VIEIRA, 2007).

Ainda de acordo com Vieira (2007), a qualidade da carne de frango é cada vez mais exigida e recentemente houve uma série de mudanças no hábito de consumo da população. Com essas mudanças, destaca-se o crescimento da procura por consumo de alimentos com facilidade e rápido preparo, como cortes, produtos desossados e processados.

Para a produção das aves, muitos aspectos podem influenciar a qualidade da carne incluindo o conteúdo nutricional e propriedades funcionais, além do genótipo, idade, sexo e sistema de criação utilizados para frangos de corte. No caso das aves criadas com acesso a piquete ou ao ar livre, a influência do ambiente tem se mostrado relevante, como as mudanças de temperatura e fotoperíodo, que podem tornar a produção variável (FANÁTICO et al., 2005).

## **5. Congelamento da carne**

O uso do congelamento para a preservação de alimentos foi descoberto desde tempos pré-históricos, em que homens primitivos observaram que, em condições climáticas baixas, os alimentos perecíveis se conservavam por mais tempo. Dessa forma podiam manter os alimentos por períodos maiores durante o tempo em que estes permaneciam congelados (JUL, 1984).

A cadeia de resfriamento e congelamento como forma de conservação da carne de frango tem sido recomendada ao setor, assim como utilizada na maioria dos alimentos perecíveis. Isto por apresentar grande capacidade de preservar as características químicas, organolépticas e nutritivas do produto o mais próximo possível das características iniciais, e ainda dificultar a ação dos micro-organismos e enzimas (VIEIRA, 2007).

A qualidade da carne de frango congelada depende da temperatura do tecido muscular na velocidade de resfriamento após o processo de abate, sendo que podem ser reduzidas em baixas temperaturas as velocidades que ocorrem as reações bioquímicas no produto. Essa qualidade pode ser identificada por meio de parâmetros físico-químicos, tais como: aparência, textura, suculência, pH, sabor, entre outros (VENTURINI et al., 2007).

Associado a esses fatores, o congelamento torna-se um dos melhores métodos para se manter alguns atributos da carne. Este processo pode preservar a cor, o aroma e a aparência dos alimentos e dessa maneira proporcionar boa qualidade do produto alimentício a ser comercializado (VIEIRA, 2007).

Bueno (2008) ressalta que, para atender às exigências do mercado consumidor, a qualidade da carne de frango depende de fatores, tais como, a velocidade da temperatura de resfriamento deste processo. A demanda do produto no mercado pode depender da percepção dos aspectos qualitativos do cliente consumidor. Dentre esses aspectos, pode ser considerados como critérios para boa aceitação alguns itens, como aparência, capacidade de retenção de água, suculência, maciez, cor da pele, cor da carne, perdas de peso por cozimento e vida útil.

Os processos de conservação por meio do congelamento da carne de frango podem alterá-la fisicamente e modificar seus componentes, mesmo espaçando seu tempo de conservação e prolongando sua vida útil assim como de seus derivados. À medida em que a temperatura do alimento é reduzida, as reações físicas, químicas e bioquímicas que alteram estes produtos passam a ocorrer em baixa velocidade, mas não são completamente paralisadas, mesmo quando o alimento é armazenado à temperatura de  $-30^{\circ}\text{C}$  (VIEIRA, 2007).

Podem ocorrer modificações estruturais nos diferentes componentes dos alimentos mesmo congelados. Essas mudanças podem ser sensoriais e conseqüentemente diminuem a qualidade do produto final após o processamento de congelamento. Souza (2007) relata que o processo de conservação sob congelamento pode alterar os aspectos físicos da carne de frango e promover alterações em vários componentes.

Geralmente, a carne congelada possui como parâmetro de qualidade, o grau de desnaturação protéica que ocorre durante o armazenamento. A desnaturação de proteínas ocorre devido às condições do congelamento e descongelamento e oscilações na temperatura de armazenamento. Com o processo de desnaturação, as proteínas perdem a capacidade de reter água, o que altera a textura da carne e suas propriedades funcionais após o descongelamento, além da possibilidade de

desidratação da superfície, oxidação de gordura e alterações na cor (SARANTOPOULOS et al., 2001).

O congelamento retarda, mas não para as reações físico-químicas e bioquímicas que levam à deterioração dos alimentos, e durante o armazenamento da carne de frango congelada ocorre a mudança lenta e progressiva na qualidade sensorial dos produtos alimentícios. Porém a atividade de água do alimento é reduzida, o que proporciona um aumento da vida útil do produto (RAHMAN; RUIZ, 2007).

## 6. Referências bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO DE AVICULTURA ALTERNATIVA – AVAL. Informativo Aval. Disponível em: <<http://www.aval.org.br/>>. Acesso em: 07 abril 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA. Relatório anual base 2015, 2016.
- BARACHO, MS; CAMARGO, GA; LIMA, AMC; MENTEM, JF; MOURA, DJ; MOREIRA, J; NAAS, IA. Variables impacting poultry meat quality from production to pre- slaughter: a review. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 8, n. 4, p. 201-12, 2006.
- BLISKA, F. M. M. Qualidade na cadeia produtiva da carne bovina: elaboração e implementação de um sistema de controle. **Boletim de Conexão Industrial do Centro de Tecnologia de Carnes do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 9-10, p. 12-16, 1999-2000.
- BRASIL. Ofício Circular DOI/DIPOA nº 007/99, de 19 de maio de 1999. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 1999a.
- BRASIL. Instrução Normativa n.º 7, de 17 de maio de 1999. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 1999b.
- BRASIL. Ofício Circular DOI/DIPOA nº 14/2000, de 11 de maio de 2000. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2000.
- BRASIL. Instrução Normativa n.º 46, de 6 de outubro de 2011. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2011.
- BUENO, L. G.F. Diagnóstico do Uso de um Frigorífico de Frangos de Corte enfatizando Medidas de Eficiência Energética. Universidade Estadual de Campinas. 2008 Disponível em <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000444266>. Acesso em 2 de abril de 2015.
- DEMATTE FILHO, L.C.; MENDES, C.M.I.F.; KODAWARA, L.M. **Produção de frango orgânico: desafios e perspectivas**. 2004. Disponível em: <[http://naturalrural.com.br/conteudo/producao\\_frango\\_organico.pdf](http://naturalrural.com.br/conteudo/producao_frango_organico.pdf)>. Acesso em: 06 abril 2015.
- FANATICO, AC; CAVITT, LC; PILLAI, PB; EMMERT, JL; OWENS, CM. Evaluation of slowing-growing broiler genotypes grown with and without access: meat quality. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, p. 1785-90, 2005.

- FONSECA, C.H. Reflexos do estilo de vida no consumo de carne de frango em Juiz de Fora, Minas Gerais. 2008. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – **Universidade Federal de Viçosa**, Viçosa, 2008.
- GARCIA, R.G., CALDARA, F.R., ABREU, A.P.N., DEMATTÊ FILHO, L.C.D.; PEROSA, J.M.Y. Perspectivas de mercado do frango certificado alternativo no Estado de São Paulo. **Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 2002.p.32. Botucatu.
- HELLMEISTER FILHO, P. Efeitos dos fatores genéticos e do sistema de criação sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos de corte tipo caipira. 2002. 77p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queirós” – **Universidade de São Paulo**, Piracicaba, 2002.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da Produção Pecuária**. 2013. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuarpr/abate-leite-couro-ovos\\_201303\\_publ\\_completa.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuarpr/abate-leite-couro-ovos_201303_publ_completa.pdf)>. Acesso em: 15 abril 2015.
- JUL, M. The quality of frozen foods. London: **Academic Press**, 1984.
- LIMA, A.M.C. Avaliação de dois sistemas de produção de frango de corte: uma visão multidisciplinar. 2005.111p. Tese de Doutorado (Construções Rurais e Ambiente). Faculdade de Engenharia Agrícola, **Universidade Estadual de Campinas**, Campinas.
- RAHMAN, M. S.; RUIZ, J. F. V. Food Preservation by Freezing. In: RAHMAN, M. S. **Handbook of Food Preservation**. Boca Raton: CRC Press, p. 635-657, 2007.
- SARANTOPOULOS, C.I.G.L.; OLIVEIRA, L.M.; CANAVESI, E. Requisitos de Conservação de Alimentos em Embalagens Flexíveis. Campinas. **CETEA/ITAL**, 213p. 2001. Disponível em [www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612007000500005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612007000500005&script=sci_arttext). Acesso em 02 de fevereiro de 2009.
- SOUZA, G.C. Detecção de Betalactamases de Espectro Expandido (ESBL) em Cepas de Coliformes Isoladas da Carne de Frango Comercializada na Cidade de Fortaleza, Ceará. **Universidade Federal do Ceará**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia dos Alimentos. 2007. Disponível em [http://biblioteca.universia.net/irARecurso.do?page=http%3A%2F%2Fwww.teses.ufc.br%2Ftd\\_e\\_busca%2Farquivo.php%3FcodArquivo%3D1492&id=36772019](http://biblioteca.universia.net/irARecurso.do?page=http%3A%2F%2Fwww.teses.ufc.br%2Ftd_e_busca%2Farquivo.php%3FcodArquivo%3D1492&id=36772019). Acesso em 25 de maio de 2011.
- UBABEF. União Brasileira de Avicultura. **Annual Report**. Relatório Anual de 2014. Brazilian Chicken. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/8ca705e70f0cb110ae3aed67d29c8842.pdf>>. Acesso em: 06 abril 2015.
- VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C.; Características da Carne de Frango. **Universidade Federal do Espírito Santo**. UFES. Pró-Reitoria de Extensão Programa Institucional de extensão. 2007.
- VIEIRA, E.T.T. Influência no Processo de Congelamento na Qualidade do Peito de Frango. 2007. **Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões**. URI. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Alimentos. Disponível em: [http://www.uricer.edu.br/cursos/arq\\_trabalhos\\_usuario/569.pdf](http://www.uricer.edu.br/cursos/arq_trabalhos_usuario/569.pdf). Acesso em 06 de abril de 2015.

## **CAPÍTULO 2 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA E OXIDAÇÃO LIPÍDICA COMERCIAIS DE FRANGOS DE CORTE PRODUZIDOS EM DIFERENTES SISTEMAS**

**RESUMO-** Este estudo objetivou avaliar a composição química e a oxidação lipídica de cortes comerciais de frango de corte proveniente de diferentes sistemas de produção. Foram utilizadas 200 carcaças de frango de corte, machos, abatidos em escala comercial e analisado a proteína, lipídeos, umidade, cinzas e teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs). Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos, sistemas de produção de frango (convencional, orgânico, caipira e livre de antibiótico), com 50 repetições cada e as médias dos resultados obtidos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. No sistema de produção convencional, observou-se menores quantidades para a porcentagem de proteínas na carne do peito e da coxa e nos três cortes (peito, sobrecoxa e coxa) apresentaram menores porcentagem de umidade. O lipídeo foi maior nas carnes da sobrecoxa e coxa provenientes do sistema caipira e no peito notou-se maiores porcentagens para o sistema convencional. No sistema livre de antibiótico, verificou-se maiores valores de cinzas na carne do peito, sobrecoxa e coxa. A oxidação lipídica, determinada por meio do TBARs foi maior nas carnes do sistema convencional de produção no peito e sobrecoxa e o mesmo ocorreu na coxa para o sistema orgânico. Conclui-se que a composição química e a oxidação lipídica da carne de frango de corte disponíveis no mercado são influenciadas pelo sistemas de produção utilizados.

**Palavras chave: caipira, coxa, livre de antibiótico, orgânico, peito, sobrecoxa**

## **CHAPTER 2 - CHEMICAL COMPOSITION AND LIPID OXIDATION AND WATER OF BROILERS CUTS COMMERCIAL PRODUCED IN DIFFERENT SYSTEMS**

**SUMMARY** – The aim was to evaluate the chemical composition, lipid oxidation and water activity of cutting broilers from different production systems. Used 200 broilers carcasses, males, commercial slaughtered and analyzed the protein, lipids, moisture, ash and test thiobarbituric acid reactive substances (TBARs). We used a completely randomized design (CRD) with four treatments, broilers production systems (conventional, organic, free-range and antibiotic-free), with 50 repetitions each. The average results were compared by Tukey test at 5% significance level. In the conventional production system was observed smaller amounts to the percentage of protein in the meat three cuts (breast, drumstick and thigh) had the lowest percentage of moisture. The ether extract was higher in meat from drumstick and thigh from the free-range system and breast was noted higher percentages to the conventional system. The antibiotic-free system, it found higher gray values in the breast meat, drumstick and thigh. The lipid oxidation, determined using the TBARs was higher in the conventional system of meat production in the breast and thigh and the same occurred in the thigh to production system. It is concluded that the different broiler meat production systems on the market influence the chemical composition, lipid oxidation and water activity of commercial cutting.

**Key words: antibiotic-free, breast, drumstick, free-range, organic, thigh**

## 1. Introdução

O crescimento do setor avícola mundial, e principalmente do mercado de carne de frango consiste na excelência de todo o setor. Isto envolve estudos e desenvolvimento de linhagens, genética, nutrição, sistemas de produção, dentre outros, que proporcionem o fornecimento de produtos com padrões de qualidade saudáveis, que garantam a satisfação do consumidor.

A crescente produção de frangos no sistema convencional e a preocupação com o meio ambiente, impulsionou uma visão de produção de frango em sistemas produtivos mais sustentáveis, surgindo o frango natural, que visa questões ambientais, sociais e a saúde da população (FONSECA, 2008). Porém, segundo Duarte (2009), o mercado do frango orgânico ou natural não compete com o frango convencional, pois há espaço no mercado para ambos os sistemas, visto que a produção orgânica se destina a um mercado específico.

A carne em geral é um alimento rico em gordura, motivo a qual é questionada quanto ao aspecto de alimentação saudável, mas este conteúdo depende de vários fatores como, por exemplo, espécie, raça, sexo, alimentação, tipos de músculos (cortes), entre outros. De forma geral, a carne das aves apresenta menos gordura saturada que bovinos e suínos (GOMIDE et al., 2013).

A carne de frango apresenta-se como uma das mais consumidas no mundo e dentre as principais características que beneficiam o consumo destacam-se o preço, a disponibilidade para o mercado consumidor, a percepção de segurança quanto à origem da carne, a preocupação com a saúde por buscar produtos mais saudáveis, não apresenta restrições religiosas ou culturais, possui praticidade de preparo e com as famílias menores atuais, a busca por cortes da carne.

Pode ser utilizada na alimentação humana, por classificar-se como um alimento saudável, pobre em gorduras, quando comparada a outras espécies animais, porém se for consumida sem pele. Essa carne apresenta rico teor de proteínas, com excelente qualidade e é recomendada para o consumo pela população em todas as idades (SARCINELLI et al., 2007).

As proteínas presentes na musculatura são as principais responsáveis pela retenção de umidade na carne, contribuindo de forma direta no rendimento, na estrutura, na qualidade e nos aspectos sensoriais e nutricionais. A perda da umidade compromete a qualidade da carne, pois confere textura dura, seca e fibrosa, bem como predispõe à rancificação e outras alterações físico-químicas indesejáveis (OLIVO, 2006).

A rancificação ocorre devido a oxidação lipídica por produção de compostos que são responsáveis pela ocorrência de um elevado número de reações da cadeia dos lipídeos. Estas reações diminuem a vida de prateleira dos produtos alimentares e também podem diminuir o valor nutritivo por gerar alguns compostos nocivos.

Este estudo objetivou avaliar a composição química e a oxidação lipídica de cortes comerciais de frango de corte proveniente de diferentes sistemas de produção.

## **2. Material e métodos**

### **Local**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp, Campus de Jaboticabal. As coletas de amostras foram em abatedouros de escala comercial localizados no Estado de São Paulo e as análises realizadas nos meses de janeiro de 2013 à abril de 2014.

### **Material**

Utilizou-se 200 carcaças de frango de corte, machos, provenientes de quatro sistemas de produção, sendo eles, sistema convencional, orgânico, caipira e livre de antibiótico.

Para o sistema convencional foi utilizada linhagem Cobb, com idade de abate de 42 dias. As aves foram confinadas em galpões fechados, receberam rações contendo melhoradores de desempenho e com densidade de no máximo 40 kg/m<sup>2</sup>.

Para a criação no sistema orgânico foram utilizadas aves da linhagem Cobb, abatidas aos 48 dias de idade. As rações das aves foram formuladas com

ingredientes orgânicos certificados (milho e farelo de soja) e desprovidas de ingredientes de origem animal e antibióticos, alimentação contendo ingredientes vegetais orgânicos certificados e produtos quimioterápicos não foram utilizados na produção. As aves foram produzidas em sistema semi confinado, em área de pastejo com densidade de no máximo 30 kg/m<sup>2</sup>, tendo a partir dos 25 dias de idade livre acesso a área de pastejo.

Para o sistema de criação tipo “colonial” ou caipira, que são aves bastante rústicas e de linhagens caipiras de crescimento lento, foi utilizada a linhagem Label Rouge Pescoço Pelado e que foram abatidas com 85 dias de idade. Neste tipo de produção não é permitido o uso de melhoradores de desempenho e a ave não receberam produtos quimioterápicos e ingredientes de origem animal na ração. Os galpões de criação eram fechados com densidade de no máximo 30 kg/m<sup>2</sup> e a partir do 28º dia de idade, as aves passaram a ter acesso a piquetes com densidade de no mínimo três metros quadrados de área disponível para cada ave alojada.

Para o sistema livre de antibiótico ou “*antibiotic-free*”, foram utilizadas aves da linhagem Cobb, abatidas aos 45 dias de idade. As aves foram criadas em galpões fechados convencionais e sem acesso ao pastejo e densidade de no máximo 30 kg/m<sup>2</sup>. A ração foi a base de milho e farelo de soja, desprovida de ingredientes de origem animal e sem o uso de melhoradores de desempenho.

Todas as carcaças de frangos utilizadas para o experimento foram coletadas seguindo o fluxograma de abate comercial e atendendo as exigências de bem estar animal e normas dos Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Após as carcaças atingirem o *rigor mortis*, na sala de cortes realizou-se o preparo das amostras com a divisão das carcaças de frangos nos principais cortes nobres comercializados (peito, sobrecoxa e coxa).

As amostras foram transportadas sob temperatura controlada, preservando a cadeia de frio (4°C a 6°C) para o Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal no qual foram acondicionadas corretamente para realização das análises.

Os cortes da carne dos peitos, sobrecoxas e coxas dos frangos referentes a cada sistemas de produção foram desossados. Após a desossa foram retiradas todas as peles dos cortes e somente os músculos foram triturados para as análises de composição química e oxidação lipídica no dia da coleta das amostras.

## **Características avaliadas**

**Composição química:** A composição química foi realizada em amostras do peito, sobrecoxa e coxa. Foram analisadas umidade, lipídeos, proteína e cinzas conforme procedimentos preconizados pela association of official analytical chemists (AOAC, 2007). A carne de cada corte foi separada, triturada e distribuída em bandejas de alumínio. A secagem das amostras foi realizada em estufa de circulação forçada de ar com temperatura de + ou - 65°C, em torno de 72 horas e determinado a umidade. Para a verificação da proteína por meio do nitrogênio total das amostras, utilizou-se o método de Kjeldahl, em que 0,1 gramas de amostra seca de cada carne foi acondicionada em um tubo de vidro, contendo mistura digestora (sulfato de cobre penta-hidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) e dióxido de selênio ( $\text{SeO}_2$ ) e 4ml ácido sulfúrico concentrado). As amostras foram digeridas em bloco digestor com temperatura à 350°C. Em seguida, as amostras foram encaminhadas ao aparelho de destilação de amônia por arraste de vapor, neutralizado por hidróxido de sódio liberando amônia ( $\text{NH}_3$ ) e recolhido em solução de ácido bórico. A titulação foi conduzida com a amônia na solução de ácido bórico e solução de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 0,05N. Foi determinando o teor de nitrogênio das amostras e com fator de correção de 6,25, foi estimado a porcentagem de proteína presente nas amostras. Para determinação de lipídeos utilizou-se 3 gramas de amostra seca de cada carne em cartucho de papel de filtro e tampado com algodão, para evitar perdas durante a extração. As amostras foram acondicionadas no aparelho extrator Soxhlet que lava a amostra com éter de petróleo por 2 horas. Após a extração, foi realizado o cálculo da diferença de peso entre os tubos de vidro e foi determinada a percentagem de lipídeos. Para a determinação das cinzas, utilizou-se 3 gramas da amostra seca. As amostras foram colocadas em cadinhos de porcelana e levadas à mufla e queimados em temperatura de 600°C, por um período de 5 horas para completa carbonização das amostras e por diferença de peso entre os cadinhos foi possível verificar a porcentagem de cinzas nas amostras.

**Oxidação lipídica:** foi determinada no peito, sobrecoxa e coxa pelo teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs), segundo a metodologia descrita por VYNCKE et al. (1970). Utiliza para extração com ácido tricloroacético 5 gramas de amostra moídas e após a reação de coloração sob aquecimento com

ácido tiobarbitúrico, foi realizada a leitura no comprimento de onda 538 nm e o resultado expresso em mg de tetrametoxipropano (TMP)/Kg de amostra.

### Delineamento estatístico

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos, sistemas de produção de frango (convencional, orgânico, caipira e livre de antibiótico), com 50 repetições (carcaças) para cada sistema de produção. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando o GLM *Procedure* do sistema operacional SAS® (2002) e as médias dos resultados obtidos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

### 3. Resultados e discussão

Na Tabela 1, apresentam-se as médias dos dados encontrados para proteína, lipídeos, umidade, cinzas e teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs) da carne do peito de frango de corte provenientes de diferentes sistemas de produção. Observa-se que houve diferença ( $P \leq 0,05$ ) para todos os parâmetros avaliados.

Tabela 1. Composição química e Teste de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARs) da carne do **peito** de frango de corte criados sob diferentes sistemas de produção.

Sistemas de Produção	Proteína (%) <sup>*</sup>	Lipídeos (%) <sup>*</sup>	Umidade (%)	Cinzas (%) <sup>*</sup>	TBARs (mgTMP/kg)
Livre de Antibiótico	22,19 A	0,93 B	70,17 BC	1,87 A	0,064B
Caipira	21,79 A	1,11 AB	69,19 C	1,46 B	0,058B
Convencional	17,99 B	1,47 A	70,86 B	1,32 BC	0,105A
Orgânico	20,75 A	1,09 AB	73,86 A	1,22 C	0,067B
<b>P-value</b>	<0,0001	0,0400	<0,0001	<0,0001	<0,0001
<b>CV(%)</b>	6,03	11,24	1,15	12,52	23,71

Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); <sup>\*</sup>( $P < 0,05$ ); <sup>\*\*</sup>( $P < 0,01$ ); CV= Coeficiente de variação; <sup>\*</sup>: na matéria original.

A carne do peito dos frangos provenientes do sistema de produção convencional apresentou menores porcentagens de proteína em relação à carne do peito dos demais frangos analisados, sendo que estes não se diferenciaram entre si. A proteína é o segundo maior componente químico da carne e representa entre 21% a 22% do seu peso, é o constituinte mais importante da carne, não apenas pela quantidade, mas também devido o seu alto valor nutritivo.

Rossa (2011), ao estudar a qualidade físico-química da carne de frangos disponíveis no mercado, criados no sistema convencional e orgânico, não encontrou diferença significativa entre a porcentagem de proteína da carne para os frangos convencionais (23,44%) e para frangos orgânicos (23,46%). Os resultados obtidos neste estudo diferem do autor, pois houve diferença para proteína da carne do peito entre os dois sistemas de produção.

Castellini et al. (2006) estudaram dois genótipos diferentes de frangos criados em sistema orgânico e verificaram que a porcentagem de proteína no peito de frangos das linhagens Kabir e Ross são parecidas, em torno de 22,32% e 22,77%, com valores pouco superiores aos encontrados no presente estudo.

A gordura é dos componentes da carcaça que apresenta maior variação e pode ser influenciada pelo sistema de produção, pelo genótipo, pelo peso do animal ao abate, a espécie, a raça, o sexo, o manejo, a alimentação, a região anatômica, a idade do animal e até mesmo o clima. Observa-se que a carne do peito dos frangos criados em sistema convencional apresentou maior porcentagem (1,47%) de lipídeos em relação à carne do sistema livre de antibiótico.

De acordo com o Departamento norte-americano, United States Department of Agriculture (USDA, 2014), os valores para o lipídeo deve estar em torno de 2,23%. Esta porcentagem é maior do que as encontradas nas carnes do peito dos frangos avaliados neste trabalho, sendo interessante para a população consumidora que busca a carne de frango como alimento saudável, com menores quantidades de gordura.

Ao avaliarem a carne de frangos produzidos sob sistema caipira e a influência do pasto presentes em piquetes na concentração de lipídeos, composição de ácidos graxos e colesterol, Ponte et al. (2008) verificaram que não houve diferença estatística para a porcentagem de lipídeos entre os sistemas de produção

convencional (linhagem Ross) e o caipira. Visualiza-se este fato neste estudo, que também não encontrou diferença entre estes sistemas de produção para esta variável, porém houve diferença significativa entre o sistema convencional e livre de antibiótico dos frangos de corte estudados.

Souza et al. (2012), ao estudarem a influência de três linhagens de frango de corte abatidos em diferentes idades, observaram que quanto maior a idade do animal abatido, maior a porcentagem de lipídeos na carne do peito. A idade do animal ao abate e porcentagem de lipídeos na carne do peito de frango de corte não foram observadas neste estudo, pois os frangos do sistema convencional, orgânico e livre de antibiótico tinham menor idade ao abate.

A água, entre os componentes do tecido muscular, é o maior constituinte e pode ser expressa por meio da porcentagem de umidade presente na amostra. A carne do peito dos frangos provenientes do sistema de produção orgânico apresentou maior valor de umidade (73,86%) em comparação à carne dos outros sistemas ( $P < 0,05$ ). Rossa (2011) encontrou valores aproximados de umidade da carne de frango criados em sistemas de produção orgânico (73,40%), porém não observou diferença para essa variável entre as carnes dos frangos de criação orgânica e convencional.

Os minerais presentes na carne dos animais são associados com a fração de água e proteína da carne, de forma que as porções mais magras contêm uma maior quantidade de sais minerais do que as porções mais gordas. Os minerais são expressos por meio do conteúdo de cinzas ou resíduo mineral fixo e neste estudo a carne do peito dos frangos produzidos em sistema livre de antibiótico apresentou maiores porcentagem de cinzas comparada à carne dos outros sistemas de produção e conseqüentemente, menores valores para o lipídeo.

Hamilton, et al. (1983) relatam que a quantidade de água presente nos produtos podem afetar a estabilidade oxidativa dos lipídeos, pois verificaram que as velocidades mais baixas do processo de oxidação dos lipídios são observadas para valores baixos de atividade da água.

Nas carnes do peito proveniente de frangos do sistema convencional obteve-se maiores porcentagens de lipídeos e de valores para TBARs em relação aos demais sistemas de produção avaliados. A oxidação lipídica está na origem do

desenvolvimento do ranço e ocorre em maiores quantidades em produtos com ácidos graxos, principalmente os poli-insaturados, podendo causar modificações no odor e sabor das carnes.

Na Tabela 2 encontram-se as médias dos valores para as porcentagens de proteína, lipídeo, umidade, cinzas e TBARs obtidas na matéria original para a carne da sobrecoxa de frangos provenientes de diferentes sistemas de produção. Não houve diferença estatística para proteína da sobrecoxa entre os diferentes sistemas de produção, mas houve diferenças estatísticas nos demais parâmetros estudados.

Tabela 2. Composição química e Teste de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARs) da carne do **sobrecoxa** de frango de corte criados sob diferentes sistemas de produção.

<b>Sistemas de Produção</b>	<b>Proteína (%)*</b>	<b>Lipídeos (%)*</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>Cinzas (%)*</b>	<b>TBARs (mgTMP/kg)</b>
<b>Livre de Antibiótico</b>	16,94	3,30 C	72,19 A	1,14 A	0,052B
<b>Caipira</b>	17,16	7,53 A	64,06 B	0,96AB	0,050B
<b>Convencional</b>	16,87	4,82 B	69,65 A	0,86 B	0,115A
<b>Orgânico</b>	18,34	6,57 A	70,32 A	0,99AB	0,046B
<b>P-value</b>	0,3006	<0,0001	<0,0001	0,0317	<0,001
<b>CV(%)</b>	11,04	10,38	3,57	10,67	24,37

Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); \*(P<0,05); \*\* (P<0,01); CV= Coeficiente de variação \*: na matéria original.

A carne da sobrecoxa dos frangos provenientes do sistema de produção caipira e orgânico apresentou maiores porcentagens de lipídeos (P<0,05). E os frangos criados sob sistema caipira apresentaram menores valores de umidade em relação à carne da sobrecoxa dos outros sistemas de produção.

A maior porcentagem de cinzas na carne da sobrecoxa foi proveniente do sistema livre de antibiótico em relação ao convencional (0,86%), assim como ocorreu na carne do peito. O sistema livre de antibiótico apresentou também menores quantidades de lipídeo, pois carnes mais magras, apresentam maiores quantidades de minerais.

Gomide et al. (2013) afirmaram que carnes mais magras, com menor teor de lipídeo, possui maior teor de cinzas em sua composição, explicando o ocorrido neste

trabalho, os altos valores de cinzas (1,14%) e baixos valores de lipídeo (3,30%) no sistema livre de antibiótico.

No sistema de produção caipira, nota-se diferença estatística para a porcentagem de umidade em relação aos demais sistemas. Para ambas variáveis, verifica-se menores valores. Este fato é interessante pois a umidade obtida no alimento é a determinação total de água contida no mesmo e a atividade de água é a quantidade de água disponível, dessa forma, pode direcionar o desenvolvimento de micro-organismo, migração da água, estabilidade química e físicas dentre outras.

A carne da sobrecoxa produzida no sistema convencional apresentou diferença ( $P < 0,05$ ) aos demais sistemas avaliados para o TBARs, com maiores valores na oxidação lipídica. O processo de oxidação lipídica provoca alterações nas características sensoriais (perda de cor) e redução do valor nutritivo, em especial, alteração de ácidos graxos essenciais, que são insaturados. Isto influi diretamente na vida de prateleira destes alimentos, ou seja, diminui o tempo de conservação dessas carnes.

Na Tabela 3, são apresentadas as médias dos dados encontrados para as porcentagens de proteína, lipídeo, umidade, cinzas e TBARs obtidas na matéria original para a carne da coxa de frangos provenientes de diferentes sistemas de produção. Observa-se que houve diferença ( $P < 0,05$ ) para todas as características avaliadas.

Tabela 3. Composição química e Teste de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARs) da carne da **coxa** de frango de corte criados sob diferentes sistemas de produção.

<b>Sistemas de Produção</b>	<b>Proteína (%)*</b>	<b>Lipídeos (%)*</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>Cinzas (%)*</b>	<b>TBARs (mg TMP/kg)</b>
<b>Livre de Antibiótico</b>	19,33 A	3,55 B	73,42 A	1,18 A	0,126A
<b>Caipira</b>	18,28 A	4,73 A	70,02 B	0,99 B	0,128A
<b>Convencional</b>	15,44 B	3,30 B	73,55 A	0,85 B	0,116A
<b>Orgânico</b>	19,36 A	3,51 B	74,31 A	0,94 B	0,079B
<b>P-value</b>	<0,0001	0,0003	<0,0001	0,0003	<0,001
<b>CV(%)</b>	6,95	11,23	1,43	11,64	26,49

Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); \*( $P < 0,05$ ); \*\* ( $P < 0,01$ ); CV= Coeficiente de variação; \*: na matéria original.

A carne da coxa dos frangos provenientes do sistema de produção convencional apresentou menores porcentagens de proteína em relação à carne da coxa dos demais frangos analisados, com 15,44%, aproximando-se ao teor de proteína preconizado pela United States Department of Agriculture (USDA, 2014) de 16,71%.

Os resultados deste estudo confirmam os encontrados por Faria et al. (2009) no estudo de composição proximal e qualidade da carne de frangos das linhagens Paraíso Pedrês e Pescoço Pelado, no qual relataram que a idade mais avançada de abate, leva a aumento do teor de proteína nas coxas dos frangos. O sistema convencional apresentou diferença ( $P < 0,05$ ) aos demais sistemas, com menores valores encontrados para porcentagens de proteína e menor idade ao abate.

Funaro et al. (2014), ao compararem as características de qualidade de carne e estabilidade oxidativa de frangos de corte criados sob o sistema convencional e caipira, também encontraram quantidades superiores na porcentagem de proteína nas carnes das coxas das aves criadas no sistema caipira, assim como encontrado nesse estudo.

A carne da coxa dos frangos criados em sistema de produção caipira apresentou maiores porcentagens de lipídeo à carne da coxa dos outros sistemas de criação. Os dados de lipídeos encontrados por de Souza et al. (2012) também foram superiores, em que observaram que linhagens caipiras com idade ao abate de 70 dias continham 2,32% de lipídeo e com 110 dias, 2,68%, ocorrendo aumento do lipídeo com o aumento da idade ao abate, no entanto, a porcentagem de lipídeo na coxa dos frangos do sistema caipira encontrada neste trabalho foi de 4,73%, maior do que o encontrado por Souza et al. (2012).

Faria et al. (2009) ao analisarem a influência de duas linhagens caipiras, macho e fêmea e de diferentes idades ao abate, obtiveram uma interação entre linhagem, sexo e idade. Animais de linhagem pescoço pelado, machos e com maior idade continham mais lipídeo na composição da coxa. Este fato condiz com este estudo, pois a carne das coxas dos frangos criados no sistema caipira obteve diferença ( $P < 0,05$ ) aos demais sistemas estudados, com maiores valores para lipídeo, e as aves do sistema caipira deste trabalho também eram machos de linhagem caipira de pescoço pelado.

A carne da coxa dos frangos provenientes do sistema de produção caipira apresentou menores valores de umidade em relação à carne da coxa dos demais frangos analisados, com 70,02%. Isto difere dos resultados encontrados por Faria et al. (2009) citado anteriormente, na linhagem caipira de pescoço pelado, encontraram teores mais elevados (76,58%). Os frangos criados em sistema livre de antibiótico apresentaram maiores porcentagens de cinzas na carne da coxa em comparação com os outros frangos analisados.

Takahashi et al. (2012), em estudo da qualidade da carne de frango de corte tipo colonial e industrial, avaliaram a composição química da carne do peito e da coxa de frango de corte tipo colonial oriundos de dois sistemas de produção, com e sem acesso a piquetes. Para a linhagem pescoço pelado, a utilizada neste estudo, encontraram na composição química da carne da coxa 74,23% de umidade, 19,82% de proteína, 3,80% de lipídeo e 0,77% de cinzas. Os dados encontrados na carne da coxa de frangos criados no sistema caipira tiveram valores aproximados para porcentagem de proteína (18,28%), inferiores para umidade (70,02%), e superiores na porcentagem de lipídeos (4,73%) e cinzas (0,99%).

Assim como foi possível observar na carne do peito e da sobrecoxa, também nas carnes da coxa proveniente do sistema de produção caipira também apresentaram menores valores na porcentagem de umidade.

#### **4. Conclusões**

Conclui-se que a composição química e a oxidação lipídica da carne de frango de corte disponíveis no mercado são influenciadas pelo sistemas de produção utilizados.

#### **5. Referências bibliográficas**

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC). **Official methods of analysis**. 18.ed. Gaithersburg: AOAC International, 2007. xxix, 1v.
- BLIGH G. E; DYER J. W. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, p. 911-917, 1959.
- CASTELLINI, C.; DAL BOSCO, A.; MUGNAL, C.; PEDRAZZOLI, M. Comparison of two chicken genotypes organically reared: oxidative stability and other

- qualitative traits of the meat. **Italian Journal Animal Science**. v.5, p.355-363, 2006.
- DUARTE, K.F. Carne de frango saudável e nutritiva, 2009. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/colunistas/ColunaDetalhe.aspx?CodColuna=3514>. Acesso em 03 de abril de 2015.
- FARIA, P.B.; BRESSAN, M.C.; SOUZA, X.R.; RODRIGUES, E.C.; CARDOSO, G.P.; GAMA, L.T. Composição proximal e qualidade da carne de frangos das linhagens Paraíso Pedrês e Pescoço Pelado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2455-2464, 2009.
- FOLCH, J. et al. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal Biological Chemistry**, v. 226, n.1, p.497-509. 1957.
- FONSECA, C.H. **Reflexos do estilo de vida no consumo de carne de frango em Juiz de Fora, Minas Gerais**. 2008. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- FUNARO, A., CARDENIA, V., PETRACCI, M., RIMINI, S., RODRIGUEZ-ESTRADA, M. T. AND CAVANI, C. Comparison of meat quality characteristics and oxidative stability between conventional and free-range chickens. **Poultry Science** 93:1511–1522, 2014. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2013-03486>.
- GOMIDE, L.A.M.; RAMOS, E.M.; FONTES, P.R. **Ciência e Qualidade da Carne: Fundamentos**. Viçosa: Editora UFV, 2013.
- HAMILTON, R. J. et al. In *Rancidity in Foods*; Allen J. C., Hamilton R. J., Ed.; **Applied Science Publishers LTD.**; London, 1983, p. 1.
- MAIA, E. L.; RODRIGUES-AMAYA, D. Avaliação de um método simples e econômico para metilação de ácidos graxos de lipídeos de diversas espécies de peixes. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 53, p.27-35, 1993.
- OLIVO, R. Estrutura, composição e funcionalidade do tecido muscular. In: OLIVO, R. **O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango**. Criciúma: Cap. 20, p. 240-272, 2006.
- PIKUL, J. et al. Evaluation of tree modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 37, p.1309-1313, 1989.
- PONTE, P. I. P., MENDES, I., QUARESMA, M. et al. Cholesterol Levels and Sensory Characteristics of Meat from Broilers Consuming Moderate to High Levels of Alfalfa. **Poultry Science** 83:810–814, 2004.
- ROSSA, L.S. **Perfil da qualidade e consumo da carne de frango orgânico ofertada no comércio varejista do sul e sudeste do Brasil**. 2011. 132. Dissertação (Mestrando em Ciência Animal) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, São José dos Pinhais, 2011.
- SARCINELLI, M.F., VENTURINI, K.S., SILVA, L.C. Produção de Bovinos - Tipo Carne. **Universidade Federal do Espírito Santo – UFES**. Pró-Reitoria de Extensão – Programa Institucional de Extensão. Boletim Técnico. 2007.
- SAS Institute. **SAS user's guide: statistics**. Release 8.02. Cary, 2002.

- SOUZA, X.R.; FARIA, P.B.; BRESSAN, M.C. Qualidade da carne de frangos caipiras abatidos em diferentes idades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.64, n.2, p.479-487, 2012.
- TAKAHASHI, S.E., MENDES, A. A., MORI, C. et.al. Qualidade da carne de frangos de corte tipo colonial e industrial. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária**. Ano IX – n.18, 2012.
- USDA. **National nutrient database for standard reference**. Washington DC, USA: Agriculture Handbook, n.26, United States Department of Agriculture, 2014.
- VYNCKE, B. W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette Seifen Anstrichm.**, Leinfelden, v.72, n.12, p.1084-1087, 1970.

### **CAPÍTULO 3 – LIPÍDEOS, PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E COLESTEROL DA CARNE DE FRANGO DE CORTE DE DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

**RESUMO-** Este estudo objetivou avaliar os lipídeos, perfil de ácidos graxos e colesterol da carne de peito, sobrecoxa e coxa de frango proveniente de diferentes sistemas de produção. Foram utilizadas 200 carcaças de frango de corte, machos, distribuído em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com quatro sistemas de produção de frango (convencional, orgânico, caipira e livre de antibiótico) e 50 repetições cada e as médias dos resultados obtidos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. A carne do peito dos frangos proveniente do sistema de produção convencional apresentou maiores porcentagens de lipídeos. A carne do peito das aves criadas sob o sistema convencional e livre de antibiótico apresentou maiores quantidades de colesterol. A carne da sobrecoxa dos frangos proveniente do sistema de produção caipira e orgânico apresentaram maiores porcentagens de lipídeos. O peito, sobrecoxa e coxa das aves do sistema de produção convencional apresentaram maiores quantidades no total de ácido graxos monoinsaturados. Todos os cortes comerciais apresentaram maiores quantidades de  $\omega 3$  e  $\omega 6$  nas aves dos sistemas alternativos de produção. Conclui-se que os diferentes sistemas de produção de frango de corte disponíveis no mercado influenciam os lipídeos, colesterol e perfil de ácidos graxos da carne do peito, sobrecoxa e coxa. Os sistemas alternativos de produção da carne de frango se destaca por apresentarem maiores quantidades de gorduras na forma de ácidos graxos poli-insaturados e estes são benéficos para organismo humano.

**Palavras chave: caipira, coxa, livre de antibiótico, orgânico, peito, sobrecoxa**

### **CHAPTER 3 – LIPID, FATTY ACID PROFILE AND CHOLESTEROL OF BROILERS MEAT IN DIFFERENTS PRODUCTION SYSTEMS**

**SUMMARY** – This study aimed to evaluate the lipid, fatty acid profile and cholesterol from meat broiler cutting from different production systems. Used 200 broiler carcasses, males, slaughtered commercial for fats analysis and was used completely randomized design (CRD) with four treatments, broilers production systems (conventional, organic, free-range and antibiotic-free), with 50 repetitions each. The average results were compared by Tukey test at 5% significance level. The breast meat of broilers from the conventional system showed higher percentages of lipids. The breast meat from broilers reared in the conventional system and antibiotic-free showed higher amounts of cholesterol. The meat of the thigh of the broilers from the free-range and organic production system showed higher percentages of lipids. The breast, drumstick and thigh conventional system showed higher amounts of monounsaturated fatty acid. All commercial cutting had higher amounts of  $\omega 3$  and  $\omega 6$  in broilers of alternative production systems. It is concluded that the different broiler production systems available in the market influence lipids, cholesterol and fatty acid profile of breast meat, drumstick and thigh. Alternative systems for production of poultry has highlighted by larger amounts of fats in the form of poly-unsaturated acids and these are beneficial for human consumption.

**Key words:** antibiotic-free, breast, drumstick, free-range, organic, thigh

## 1. Introdução

Os lipídeos são gorduras essenciais para o crescimento e desenvolvimento normais de todos os animais. Suas funções variam desde fonte de energia, transporte e absorção de vitaminas, proteção dos órgãos, isolante térmico e físico, precursor de hormônios para os organismos como são de extrema importância na textura, sabor, palatabilidade, cor e conservação dos alimentos.

A qualidade intrínseca das gorduras é obtida pela sua composição de ácidos graxos, bem como pelo grau de saturação, os quais estão diretamente relacionados com a digestibilidade da energia contida nas fontes de gordura (BELLAVÉ, 2004).

Dessa forma, a qualidade de um produto tem definição complexa, pois varia com o mercado consumidor e também possui variáveis que abrangem desde a composição nutricional até facilidade na preparação. A perda da qualidade pode ser mais evidenciada em alimentos ricos em proteínas e ácidos graxos, como são as carnes e seus derivados.

A carne de frango é considerada uma carne de baixo teor de gordura e colesterol, sendo mais saudável do que outras fontes de proteína animal, principalmente as carnes vermelhas originárias de mamíferos (PONTE et al., 2004). E o perfil de ácidos graxos da gordura de frango de corte pode ser diretamente influenciado pela fonte lipídica utilizada nas rações da dieta animal (HUSAK et al., 2008).

Segundo o Arquivo Brasileiro de Cardiologia (2007), as quantidades ingeridas de gordura total e colesterol bem como o grau de saturação dos ácidos graxos estão associadas à elevação do LDL-colesterol, e conseqüentemente, do colesterol total sanguíneo, aumentando o risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

Os ácidos graxos são classificados de acordo com o grau de saturação. Os ácidos graxos saturados são considerados hipercolesterolêmicos e os mais preocupantes, pois aumentam o nível de colesterol sanguíneo por reduzirem a atividade do receptor LDL-colesterol e reduzirem o espaço livre de LDL na corrente sanguínea, dentre eles pode-se citar o láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0). Além disso, segundo Sinclair (1993), o esteárico (C18:0) apresenta função neutra, pois o organismo o transforma imediatamente em ácido oléico (C18:1).

Os ácidos graxos insaturados, os que se destacam ou por serem mais preocupantes no alimentos são os ácidos graxos *trans* oriundos do processamento e da hidrogenação dos óleos e gorduras. Estes considerados mais aterogênicos que os saturados, pois além de aumentarem o nível de LDL, diminuem o nível de HDL (LAMBERTSON, 1992). Já os ácidos graxos poli-insaturados naturalmente *cis* são benéficos uma vez reduzem agregações das plaquetas e os triacilgliceróis e, conseqüentemente, o risco de doenças cardíacas (KINSELLA et al., 1990).

Diante do exposto, este estudo objetivou avaliar os lipídeos, perfil de ácidos graxos e colesterol da carne de cortes comerciais de frango de corte proveniente de diferentes sistemas de produção.

## **2. Material e métodos**

### **Local**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp, Campus de Jaboticabal. As coletas de amostras foram em abatedouros de escala comercial localizados no Estado de São Paulo e as análises realizadas nos meses de janeiro de 2013 à abril de 2014.

### **Material**

Utilizou-se 200 carcaças de frango de corte, machos, provenientes de quatro sistemas de produção, sendo eles, sistema convencional, orgânico, caipira e livre de antibiótico.

Para o sistema convencional foi utilizada linhagem Cobb, com idade de abate de 42 dias. As aves foram confinadas em galpões fechados, receberam rações contendo melhoradores de desempenho e com densidade de no máximo 40 kg/m<sup>2</sup>.

Para a criação no sistema orgânico foram utilizadas aves da linhagem Cobb, abatidas aos 48 dias de idade. As rações das aves foram formuladas com ingredientes orgânicos certificados (milho e farelo de soja) e desprovidas de ingredientes de origem animal e antibióticos, alimentação contendo ingredientes vegetais orgânicos certificados e produtos quimioterápicos não foram utilizados na produção. As aves foram produzidas em sistema semi confinado, em área de

pastejo com densidade de no máximo 30 kg/m<sup>2</sup>, tendo a partir dos 25 dias de idade livre acesso a área de pastejo.

Para o sistema de criação tipo “colonial” ou caipira, que são aves bastante rústicas e de linhagens caipiras de crescimento lento, foi utilizada a linhagem Label Rouge Pescoço Pelado e que foram abatidas com 85 dias de idade. Neste tipo de produção não é permitido o uso de melhoradores de desempenho e a ave não receberam produtos quimioterápicos e ingredientes de origem animal na ração. Os galpões de criação eram fechados com densidade de no máximo 30 kg/m<sup>2</sup> e a partir do 28º dia de idade, as aves passaram a ter acesso a piquetes com densidade de no mínimo três metros quadrados de área disponível para cada ave alojada.

Para o sistema livre de antibiótico ou “*antibiotic-free*”, foram utilizadas aves da linhagem Cobb, abatidas aos 45 dias de idade. As aves foram criadas em galpões fechados convencionais e sem acesso ao pastejo e densidade de no máximo 30 kg/m<sup>2</sup>. A ração foi a base de milho e farelo de soja, desprovida de ingredientes de origem animal e sem o uso de melhoradores de desempenho.

Todas as carcaças de frangos utilizadas para o experimento foram coletadas seguindo o fluxograma de abate comercial e atendendo as exigências de bem estar animal e normas dos Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Após as carcaças atingirem o *rigor mortis*, na sala de cortes realizou-se o preparo das amostras com a divisão das carcaças de frangos nos principais cortes nobres comercializados (peito, sobrecoxa e coxa).

As amostras foram transportadas sob temperatura controlada, preservando a cadeia de frio (4°C a 6°C) para o Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal no qual foram acondicionadas corretamente para realização das análises. No dia da coleta das amostras nos abatedouros, os peitos, sobrecoxas e coxas dos frangos referentes a cada sistema de produção foram desossadas e preparadas para realização das análises de lipídeos, perfil de ácidos graxos e colesterol.

### **Características avaliadas**

**Lipídeos:** conforme procedimentos preconizados pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2007). A carne de cada corte foi separada, triturada e distribuída em bandejas de alumínio. A secagem das amostras foi realizada em

estufa de circulação forçada de ar com temperatura de + ou - 65°C, em torno de 72 horas. Para determinação de lipídeo utilizou-se 3 gramas de amostra seca de cada carne em cartucho de papel de filtro e tampado com algodão, para evitar perdas durante a extração. As amostras foram acondicionadas no aparelho extrator Soxhlet que lava a amostra com éter de petróleo por 2 horas. Após a extração, foi realizado o cálculo da diferença de peso entre os tubos de vidro e foi determinada a percentagem de lipídeo.

**Colesterol e perfil de ácidos graxos:** foi realizada no peito, sobrecoxa e coxa utilizando a técnica descrita por Folch et al. (1957). Os ácidos graxos foram isolados pelo método descrito por Bligh; Dyer (1959), que retira a fase lipídica da amostra. Posteriormente, foi feita a esterificação dos ácidos graxos segundo Maia; Rodrigues-Amaya (1993) e foram analisados em cromatógrafo gasoso Shimadzu 14B, equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida. A identificação dos picos foi feita por comparação dos tempos de retenção com os de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos da Sigma.

### **Delineamento estatístico**

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro sistemas de produção de frango (convencional, orgânico, caipira e livre de antibiótico), com 50 repetições (carcaças) para cada sistema de produção. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando o *GLM Procedure* do sistema operacional SAS® (2002) e as médias dos resultados obtidos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

### **3. Resultados e discussão**

Na Tabela 1, apresentam-se as médias dos dados encontrados para lipídeos e colesterol da carne do peito de frango de corte proveniente de diferentes sistemas de produção. Observa-se que houve diferença ( $P \leq 0,05$ ) para os parâmetros avaliados na carne do peito dos frangos. As carnes do peito de aves produzidas no sistema convencional apresentaram maiores porcentagem de lipídeos, não diferindo do sistema caipira e orgânico.

Tabela 1. Lipídeos e teor de colesterol da carne do **peito** de frango de corte criados sob diferentes sistemas de produção.

	Sistemas de produção				<i>P-value</i>	CV(%)
	Livre de Antibiótico	Caipira	Convencional	Orgânico		
<b>Lipídeos (%)*</b>	0,93 B	1,11AB	1,47 A	1,09 AB	0,0400	11,24
<b>Colesterol (mg/100g)</b>	36,78 A	30,78B	34,13 A	23,51 C	<0,0001	8,57

Na mesma linha, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); \*( $P < 0,05$ ); \*\* ( $P < 0,01$ ); CV= Coeficiente de variação; \*: na matéria original.

Ao avaliarem a carne de frangos criados sob sistema caipira e influência do pasto presentes em piquetes na composição de ácidos graxos e colesterol, Ponte et al. (2008) verificaram que não houve diferença estatística para a porcentagem de lipídeos entre os sistemas de produção convencional (linhagem Ross) e o caipira. Visualiza-se este fato neste estudo, que também não houve diferença entre estes sistemas de produção para esta variável, porém observou-se diferença significativa entre os outros sistemas de frango de corte estudados.

Na carne estão presentes também substâncias, como colesterol, que deve ser evitada o consumo em elevadas concentrações. O colesterol é uma substância encontrada na membrana celular de toda célula animal e necessária para sua existência, pois participa em diversas funções no organismo. A carne do peito das aves criadas sob o sistema de produção convencional e livre de antibiótico apresentaram maiores níveis de colesterol, seguido pelo sistema caipira e com menores níveis para as carnes de frangos do sistema orgânico.

Na Tabela 2, apresentam-se as médias da composição de ácidos graxos da carne do peito de frango de corte proveniente de diferentes sistemas de produção. Observa-se que não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para os ácidos graxos cáprico (C10:0), linoléico conjugado (C18:2c9,t11) e araquídico (C20:0) na carne do peito de frango de corte proveniente dos diferentes sistemas de produção.

Tabela 2. Composição de ácidos graxos, em porcentagem, da gordura da carne do peito de frango de corte criados em diferentes sistemas de produção.

Ácidos	Sistemas de Produção				P-value	CV (%)
	Livre de Antibiótico	Caipira	Convencional	Orgânico		
<b>Ácidos graxos saturados (%)</b>						
Cáprico (C10:0)	0,012A	0,012A	0,010 A	0,010A	0,4363	5,66
Láurico (C12:0)	0,020B	0,020B	0,040 A	0,020B	<0,001	0,1
Mirístico (C14:0)	0,478C	0,477C	0,752 A	0,527B	<0,001	3,83
Pentadecanoico(C15:0)	0,082B	0,082B	0,135 A	0,097B	<0,001	8,59
Palmítico (C16:0)	21,992C	21,99C	27,770 A	23,407B	<0,001	1,63
Heptadecanoico(C17:0)	0,142B	0,142B	0,197 A	0,152B	<0,001	5,25
Esteárico (C18:0)	6,400B	6,400B	9,492 A	9,302A	<0,001	4,86
Araquídico (C20:0)	0,080A	0,080A	0,077 A	0,080A	0,8436	6,03
<b>Total saturados</b>	<b>29,206</b>	<b>29,205</b>	<b>38,473</b>	<b>33,595</b>		
<b>Ácidos graxos monoinsaturados (%)</b>						
Miristoleico (C14:1)	0,102 B	0,102 B	0,162 A	0,090 B	0,0002	12,55
Palmitoleico (C16:1)	3,382 B	3,382 B	5,185 A	3,005 C	<0,001	3,34
Heptadecenoico(C 17:1)	0,165 A	0,165 A	0,270 A	0,150 B	0,0026	4,87
Oleico (C18:1n9c)	27,995 B	27,995B	38,520 A	30,215 B	<0,001	3,70
Cis-vacênico (C18:1n7)	1,595 C	1,595 C	2,615 A	2,145 B	<0,001	7,11
Eicosenoico (C20:1n9)	0,200 C	0,200 C	0,375 A	0,265 B	<0,001	3,51
Nervônico (C24:1n9)	0,335 B	0,335 B	0,087 C	0,762 A	<0,001	5,65
<b>Total monoinsaturados</b>	<b>33,774</b>	<b>33,774</b>	<b>47,214</b>	<b>36,632</b>		
<b>Ácidos graxos poli-insaturados (%)</b>						
Linoleico (C18:2n6c)	30,095 A	30,095A	15,192 C	20,597 B	<0,001	3,51
γ linolênico (C18:3n6)	0,177 B	0,177 B	0,055 C	0,215 A	<0,001	9,24
α linolênico (C18:3n3)	2,235 A	2,235 A	0,405 C	0,960 B	<0,001	4,04
linoleico conjugado (C18:2c9,t11)	0,047 A	0,047 A	0,062 A	0,050 A	0,5048	3,18
Eicosadienoico (C20:2)	0,255 C	0,255 C	0,387 B	0,470 A	<0,001	5,35
Eicosatrienoico (C20:3n6)	0,355 B	0,355 B	0,407 B	0,842 A	<0,001	8,61
Araquidônico (C20:4n6)	2,370 B	2,370 B	1,237 C	4,720 A	<0,001	13,04
Eicosatrienoico (C20:3n3)	0,037 A	0,037 A	0,020 B	0,027 AB	0,0030	17,42
Eicosapentaenoico(C20:5n3)	0,042 B	0,042 B	0,015 C	0,197 A	<0,001	9,03
Docosatetraenóico(C22:4n6)	0,490 B	0,490 B	0,502 B	1,387 A	<0,001	5,60
Docosahexaenóico(C22:6n3)	0,280 B	0,280 B	0,052 C	0,415 A	<0,001	7,98
<b>Total Poli-insaturados</b>	<b>36,383</b>	<b>36,383</b>	<b>18,334</b>	<b>29,88</b>		
<b>Total ω3</b>	<b>0,359</b>	<b>0,359</b>	<b>0,087</b>	<b>0,639</b>		
<b>Total ω6</b>	<b>3,215</b>	<b>3,215</b>	<b>2,146</b>	<b>6,949</b>		
<b>Monoinsaturados/ Saturados</b>	<b>1,156</b>	<b>0,928</b>	<b>1,227</b>	<b>1,090</b>		
<b>ω6/ω3</b>	<b>8,955</b>	<b>8,955</b>	<b>24,666</b>	<b>10,874</b>		
<b>Poli-insaturados/ Saturados</b>	<b>1,245</b>	<b>1,245</b>	<b>0,476</b>	<b>0,889</b>		

Médias seguidas por letras na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Com relação aos ácidos graxos saturados, a carne do peito das aves proveniente do sistema convencional apresenta-se em maiores níveis, em que há diferença significativa ( $P < 0,05$ ) dentre estes ácidos para os sistemas de produção estudado. Os mais preocupantes, pois quando presentes na alimentação humana aumentam o nível de colesterol sanguíneo são os láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) e esses foram encontrados em maiores quantidades nas carnes do peito do sistema convencional.

Funaro et al. (2014), ao estudarem a comparação da qualidade da carne e estabilidade oxidativa entre os frangos criados em sistema caipira e convencional, também encontraram diferença estatística entre os sistemas de produção para a composição de ácido graxos da carne do peito das aves, assim como neste estudo. Os autores verificaram maiores quantidades dos ácidos saturados na carne do peito das aves do sistema convencional, estes resultados corroboram com esta pesquisa.

Nos ácidos graxos monoinsaturados nota-se diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para quase todos estes ácidos na carne do peito de frango de corte proveniente dos diferentes sistemas de produção. Na carne do sistema convencional notam-se maiores valores em quase todos os ácidos graxos monoinsaturados, não ocorrendo somente para os ácidos heptadecenóico e nervônico. Entre os ácidos graxos poli-insaturados da carne do peito não houve diferença ( $P > 0,05$ ) para o ácido linoleico conjugado (C18:2c9,t11) dentre os sistemas de produção avaliados.

Observa-se maiores quantidades no total de poli-insaturados nas carnes do peitos de aves produzidas nos sistemas alternativos. Fato este importante, pois os ácidos graxos poli-insaturados exercem efeito protetor ao organismo por reduzirem os níveis sanguíneos de LDL (colesterol ruim) e triglicérides, resultando em proteção cardiovascular. A carne do peito de frangos criados no sistema orgânico apresenta maiores quantidades dos ácidos:  $\gamma$  linolênico (C18:3n6), eicosadienoico (C20:2), eicosatrienoico (C20:3n6), araquidônico (C20:4n6), eicosapentaenoico (C20:5n3), docosatetraenóico (C22:4n6) e docosahexaenóico (C22:6n3). Dessa forma, as carnes dos frangos produzidos neste sistema orgânico destacam-se, pois apresentam maiores quantidades o total de  $\omega 6$  e  $\omega 3$  e esses quando incorporados na dieta humana possuem poder anti-inflamatório, ajuda a proteger os músculos cardíacos, dentre outras.

Os resultados encontrados por Husak et al. (2008) ao estudarem os sistemas de produção de frango de corte comercialmente disponíveis (orgânico, caipira e convencional) foram semelhantes aos dados encontrados nesse trabalho. Os autores também encontraram maiores quantidades dos ácidos graxos saturados e monoinsaturados nas carnes do peito das aves criadas sob o sistema convencional e os ácidos graxos poli-insaturados nas carnes proveniente do sistema orgânico.

Na Tabela 3 encontram-se as médias dos valores encontrados para as porcentagens de lipídeos e colesterol obtidas na matéria original e nota-se que houve diferença estatística ( $P < 0,05$ ) nos parâmetros estudados para a sobrecoxa.

Tabela 3. Lipídeos e teor de colesterol da carne do **sobrecoxa** de frango de corte criados sob diferentes sistemas de produção.

	Sistemas de produção				<i>P-value</i>	CV(%)
	Livre de Antibiótico	Caipira	Convencional	Orgânico		
<b>Lipídeos (%)</b> *	3,30 C	7,53 A	4,82 B	6,57 A	<0,0001	10,38
<b>Colesterol (mg/100g)</b>	33,59 C	45,55A	35,33 C	39,58 B	<0,0001	4,76

Na mesma linha, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); \*( $P < 0,05$ ); \*\* ( $P < 0,01$ ); CV= Coeficiente de variação \*: na matéria original.

Na carne da sobrecoxa de frangos proveniente do sistema de produção caipira detectaram-se maiores quantidades lipídeos e de colesterol. Menores teores de colesterol foram observado nos sistemas livre de antibiótico e convencional, em que não houve diferença ( $P > 0,05$ ) para esta variável entre estes sistemas de produção.

Na Tabela 4, encontram-se as médias da composição de ácidos graxos da carne da sobrecoxa de frango de corte proveniente de diferentes sistemas de produção. Observa-se que não houve diferença ( $P > 0,05$ ) somente para o ácido cáprico (C10:0) na carne da sobrecoxa de frango de corte proveniente dos diferentes sistemas de produção. Assim como na carne do peito, o sistema convencional apresenta maiores quantidades do ácido mirístico (C14:0).

Tabela 4. Composição de ácidos graxos, em porcentagem, da gordura da carne da **sobrecoxa** de frango de corte criados em diferentes sistemas de produção.

<b>Sistemas de Produção</b>						
<b>Ácidos</b>	<b>Livre de Antibiótico</b>	<b>Caipira</b>	<b>Convencional</b>	<b>Orgânico</b>	<b>P-value</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Ácidos graxos saturados (%)</b>						
Cáprico (C10:0)	0,010 A	0,012 A	0,010 A	0,015 A	0,3272	5,08
Láurico (C12:0)	0,025AB	0,030AB	0,035 A	0,022 B	0,0381	8,97
Mirístico (C14:0)	0,575 B	0,575 B	0,785 A	0,562 B	0,0003	7,79
Pentadecanoico (C15:0)	0,092 B	0,087 B	0,137 A	0,072 B	0,0003	3,01
Palmitico (C16:0)	34,435 A	22,227C	27,477 B	23,997 C	<0,001	4,77
Heptadecanoico (C17:0)	0,132 B	0,147 B	0,207 A	0,112 B	0,0013	5,15
Estearico (C18:0)	8,732 A	6,085 B	7,662 AB	7,327 AB	0,0051	9,94
Araquídico (C20:0)	0,130 A	0,100AB	0,085 B	0,0925 B	0,0067	13,71
<b>Total saturados</b>	<b>0,092 B</b>	<b>0,087 B</b>	<b>0,137 A</b>	<b>0,072 B</b>	<b>0,0003</b>	<b>3,01</b>
<b>Ácidos graxos monoinsaturados (%)</b>						
Miristoleico (C14:1)	0,125 B	0,115 B	0,182 A	0,122 B	0,0079	6,63
Palmitoleico (C16:1)	4,812 AB	3,352 B	6,112 A	4,332 AB	0,0116	9,12
Heptadecenoico (C 17:1)	0,067 C	0,082 B	0,157 A	0,080 B	<0,001	3,55
Oleico (C18:1n9c)	38,228 B	30,393C	44,045 A	35,060 B	<0,001	6,44
Cis-vacênico (C18:1n7)	1,752 AB	1,497 B	1,935 A	1,642 AB	0,0332	8,08
Eicosenoico (C20:1n9)	0,392 A	0,237 C	0,367 AB	0,270 BC	0,0022	4,15
Nervônico (C24:1n9)	0,185 A	0,040 B	0,017 B	0,147 A	<0,001	2,29
<b>Total monoinsaturados</b>	<b>45,561</b>	<b>35,716</b>	<b>52,815</b>	<b>41,653</b>		
<b>Ácidos graxos poli-insaturados (%)</b>						
Linoleico (C18:2n6c)	22,757 B	31,025A	9,735 C	22,935 B	<0,001	4,41
γ linolênico (C18:3n6)	0,222 A	0,167 B	0,037 C	0,217 A	<0,001	11,65
α linolênico (C18:3n3)	1,420 B	2,245 A	0,170 C	1,347 B	<0,001	5,45
linoleico conjugado (C18:2c9,t11)	0,025 B	0,040AB	0,040 AB	0,045 A	0,0132	8,67
Eicosadienoico (C20:2)	0,190 AB	0,207 A	0,072 C	0,160 B	<0,001	8,98
Eicosatrienoico (C20:3n6)	0,232 A	0,150 B	0,045 C	0,280 A	<0,001	13,20
Araquidônico (C20:4n6)	1,275 A	0,430 B	0,115 C	1,242 B	<0,001	14,98
Eicosatrienoico (C20:3n3)	0,010 B	0,020 A	0,010 B	0,010 B	<0,001	0
Eicosapentaenoico (C20:5n3)	0,017 AB	0,032AB	---	0,045 A	<0,001	2,16
Docosatetraenóico (C22:4n6)	0,322 A	0,132 A	0,032 C	0,355 A	<0,001	9,83
Docosahexaenóico (C22:6n3)	0,055 B	0,035 C	0,010 D	0,080 A	<0,001	6,56
<b>Total Poli-insaturados</b>	<b>26,525</b>	<b>34,483</b>	<b>10,266</b>	<b>26,716</b>		
<b>Total ω3</b>	<b>0,082</b>	<b>0,087</b>	<b>0,02</b>	<b>0,135</b>		
<b>Total ω6</b>	<b>1,829</b>	<b>0,712</b>	<b>0,192</b>	<b>1,877</b>		
<b>Monoinsaturados/ Saturados</b>	<b>1,032</b>	<b>1,220</b>	<b>1,451</b>	<b>1,293</b>		
<b>Poli-insaturados/ Saturados</b>	<b>0,601</b>	<b>1,178</b>	<b>0,282</b>	<b>0,829</b>		
<b>ω6/ω3</b>	<b>22,304</b>	<b>8,183</b>	<b>9,600</b>	<b>13,903</b>		

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

O total dos ácidos graxos monoinsaturados está presente em maiores quantidades na carne da sobrecoxa dos frangos de cortes criados no sistema convencional com destaque para o miristoleico (C14:1), heptadecenoico (C17:1) e oleíco (C18:1n9c).

Na Tabela 5, são apresentadas as médias dos dados encontrados para as porcentagens de lipídeos e colesterol obtidas na matéria original para a carne da coxa de frangos proveniente de diferentes sistemas de produção. Observa-se que houve diferença estatística para os parâmetros avaliados.

Ao avaliar os níveis de colesterol presente nas carnes da coxa de frango de corte, observa-se diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os sistemas de produção estudados. Assim como nas carnes da sobrecoxas, o sistema caipira apresentou maior quantidade de gordura, pois apresentaram maiores valores na porcentagem de lipídeos e colesterol nas carnes das coxas.

Tabela 5. Lipídeos e teor de colesterol da carne do **coxa** de frango de corte criados sob diferentes sistemas de produção.

	Sistemas de produção				<i>P-value</i>	CV(%)
	Livre de Antibiótico	Caipira	Convencional	Orgânico		
<b>Lipídeos (%)</b> *	3,55 B	4,73 A	3,30 B	3,51 B	0,0003	11,23
<b>Colesterol (mg/100g)</b>	49,02 B	53,65A	37,38 C	46,89 B	<0,0001	6,68

Na mesma linha, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); \*( $P < 0,05$ ); \*\* ( $P < 0,01$ ); CV= Coeficiente de variação; \*: na matéria original.

Na Tabela 6, encontram-se as médias da composição de ácidos graxos da carne da coxa de frango de corte proveniente de diferentes sistemas de produção. É possível observar que houve diferença ( $P < 0,05$ ) para todos os ácidos graxos na carne da coxa de frango de corte proveniente dos diferentes sistemas de produção.

Tabela 6. Composição de ácidos graxos, em porcentagem, da gordura da carne da coxa de frango de corte criados em diferentes sistemas de produção.

Sistemas de Produção						
Ácidos	Livre de Antibiótico	Caipira	Convencional	Orgânico	P-value	CV (%)
<b>Ácidos graxos saturados (%)</b>						
Cáprico (C10:0)	0,010 B	0,010 B	0,010 B	0,042 A	<0,001	4,71
Láurico (C12:0)	0,027 BC	0,020 C	0,037 B	0,055 A	<0,001	15,05
Mirístico (C14:0)	0,612 C	0,525 D	0,767 A	0,695 B	<0,001	3,68
Pentadecanoico(C15:0)	32,170 A	20,540D	27,980 B	25,042C	<0,001	4,78
Palmitico (C16:0)	0,097 B	0,080 B	0,137 A	0,080 B	0,001	14,26
Heptadecanoico(C17:0)	0,132 B	0,140 B	0,195 A	0,117 B	0,001	10,25
Estearico (C18:0)	9,522 A	6,302 C	8,320 B	8,695 B	<0,001	4,06
Araquídico (C20:0)	0,110 A	0,085 B	0,077 B	0,085 B	0,005	10,91
<b>Total saturados</b>	<b>42,68</b>	<b>27,702</b>	<b>37,523</b>	<b>34,811</b>		
<b>Ácidos graxos monoinsaturados (%)</b>						
Miristoleico (C14:1)	0,142 B	0,107 B	0,207 A	0,155 B	0,001	14,61
Palmitoleico (C16:1)	5,787 A	3,797 B	6,652 A	5,670 A	0,001	8,77
Heptadecenoico (C 17:1)	0,125 B	0,110 B	0,227 A	0,095 B	<0,001	15,04
Oleico (C18:1n9c)	40,895 A	27,480C	41,187 A	34,707B	<0,001	2,66
Cis-vacênico (C18:1n7)	2,157 A	1,552 C	2,192 A	1,832 B	<0,001	3,11
Eicosenoico (C20:1n9)	0,290 AB	0,207 C	0,340 A	0,282 B	0,0003	9,06
Nervônico (C24:1n9)	0,125 A	0,082 B	0,040 B	0,082 B	0,0008	11,71
<b>Total monoinsaturados</b>	<b>49,521</b>	<b>33,335</b>	<b>50,845</b>	<b>42,823</b>	<b>49,521</b>	
<b>Ácidos graxos poli-insaturados (%)</b>						
Linoleico (C18:2n6c)	22,163 B	32,308A	12,758 C	19,788 B	<0,001	12,68
γ linolênico (C18:3n6)	0,220 A	0,165AB	0,067 C	0,197AB	<0,001	12,47
α linolênico (C18:3n3)	1,877 B	2,550 A	0,390 D	0,967 C	<0,001	6,88
linoleico conjugado (C18:2c9,t11)	0,042 AB	0,027 B	0,055 A	0,050 A	0,009	15,51
Eicosadienoico (C20:2)	0,260 AB	0,340 A	0,155 C	0,185BC	0,0005	7,22
Eicosatrienoico (C20:3n6)	0,282 A	0,300 A	0,125 B	0,330 A	0,0002	15,42
Araquidônico (C20:4n6)	0,890 B	1,497 A	0,595 C	0,892 B	<0,001	11,27
Eicosatrienoico (C20:3n3)	0,007 B	0,030 A	0,010 B	0,010 B	0,015	9,40
Eicosapentaenoico (C20:5n3)	0,015 C	0,065 A	0,012 C	0,065 A	<0,001	13,43
Docosatetraenico (C22:4n6)	0,300 B	0,480 A	0,155 C	0,285 B	<0,001	15,28
Docosahexaenico (C22:6n3)	0,030 B	0,185 A	0,030 B	0,020 B	<0,001	8,64
<b>Total Poli-insaturados</b>	<b>26,149</b>	<b>37,947</b>	<b>14,352</b>	<b>22,789</b>		
<b>Total ω3</b>	<b>0,052</b>	<b>0,280</b>	<b>0,052</b>	<b>0,095</b>		
<b>Total ω6</b>	<b>1,472</b>	<b>2,277</b>	<b>0,875</b>	<b>1,507</b>		
<b>Monoinsaturados/Saturados</b>	<b>1,160</b>	<b>1,203</b>	<b>1,355</b>	<b>1,230</b>		
<b>Poli-insaturados/Saturados</b>	<b>0,612</b>	<b>1,369</b>	<b>0,382</b>	<b>0,654</b>		
<b>ω6/ω3</b>	<b>28,307</b>	<b>8,132</b>	<b>16,826</b>	<b>15,863</b>		

Notam-se maiores quantidades dos ácidos graxos Pentadecanoico (C15:0), esteárico (C18:0) e araquídico (C20:0) nas carnes das coxas dos frango de corte proveniente do sistema de produção livre de antibiótico, os ácidos graxos mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), heptadecanoico (C17:0) nas carnes do sistema convencional. Nos ácidos graxos monoinsaturados visualizam-se maiores quantidades nas carnes das coxas oriundas dos frango de corte do sistema convencional, com exceção ao nervônico.

Funaro et al. (2014), no estudo da qualidade de carne e estabilidade oxidativa entre os frangos criados em sistema caipira e convencional, não encontraram diferença significativa para a carne das coxas na avaliação dos ácidos graxos poli-insaturados. Estes dados diferem do verificado nesse trabalho, pois os ácidos graxos poli-insaturados destacam-se nas carnes da coxa do frangos criados no sistema caipira, com maiores valores para estes ácidos quando comparado com os outros sistemas analisados no experimento.

#### **4. Conclusões**

Conclui-se que os diferentes sistemas de produção de frango de corte disponíveis no mercado influenciam os lipídeos, colesterol e perfil de ácidos graxos da carne do peito, sobrecoxa e coxa. Os sistemas alternativos de produção da carne de frango destaque-se por apresentarem maiores quantidades de gorduras na forma de ácidos graxos poli-insaturados os quais são benéficos para organismo humano.

#### **5. Referências bibliográficas**

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC). **Official methods of analysis**. 18.ed. Gaithersburg: AOAC International, 2007. xxix, 1v.
- ARQUIVO BRASILEIRO DE CARDIOLOGIA. IV Diretriz Brasileira sobre dislipidemias e prevenção da aterosclerose., v. 88, p. 537-544, 2007.
- BELLAVER, C. Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos protéicos de origem animal. In: CONFE- RÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2004. Santos-SP. **Anais...** Santos-SP: FACTA, 2004, v.1, p.79-102.
- BLIGH G. E; DYER J. W. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, p. 911-917, 1959.
- FOLCH, J. et al. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal Biological Chemistry**, v. 226, n.1, p.497-509. 1957.

- FUNARO, A., CARDENIA, V., PETRACCI, M., RIMINI, S., RODRIGUEZ-ESTRADA, M. T. AND CAVANI, C. Comparison of meat quality characteristics and oxidative stability between conventional and free-range chickens. **Poultry Science** 93:1511–1522, 2014. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2013-03486>.
- HUSAK, R.L.; SEBRANEK, J.G., BREGENDAHL, K. A Survey of Commercially Available Broilers Marketed as Organic, Free-Range, and Conventional Broilers for Cooked Meat Yields, Meat Composition, and Relative Value. **Poultry Science** 87:2367–2376, 2008.
- KINSELLA, J. E., LOKESH, B., STONE, R. A. Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: possible mechanisms. **American Journal Clinical Nutrition**, 52: 1, 1990.
- LAMBERTSON, G. Trans fatty acids topic for lipidforum. American Oil Chemists' Society, 3: 196, 1992.
- MAIA, E. L.; RODRIGUES-AMAYA, D. Avaliação de um método simples e econômico para metilação de ácidos graxos de lipídeos de diversas espécies de peixes. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 53, p.27-35, 1993.
- PONTE, P. I. P., MENDES, I., QUARESMA, M. et al. Cholesterol Levels and Sensory Characteristics of Meat from Broilers Consuming Moderate to High Levels of Alfalfa. **Poultry Science** 83:810–814, 2004.
- PONTE, P. I. P., ALVES, S.P., BESSA, R. J. B., et al. Influence of Pasture Intake on the Fatty Acid Composition, and Cholesterol, Tocopherols, and Tocotrienols Content in Meat from Free-Range Broilers. **Poultry Science** 87:80–88, 2008. doi:10.3382/ps.2007-00148.
- SAS Institute. **SAS user's guide: statistics**. Release 8.02. Cary, 2002.
- SINCLAIR, A. J. Dietary fat and cardiovascular disease: the significance of recent developments for the food industry. *Food Australia*, 45: 226, 1993.

## **CAPÍTULO 4 – O ARMAZENAMENTO SOB TEMPERATURA DE CONGELAMENTO INFLUENCIA OS PARÂMETROS QUALITATIVOS DA TEXTURA DA CARNE DE FRANGO DE CORTE DE DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

**RESUMO-** o objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros qualitativos da textura da carne do peito, da sobrecoxa e da coxa de frango de corte proveniente de diferentes sistemas de produção, bem como verificar estes cortes em armazenamento sob congelamento (-18°C) prolongado. Foram utilizadas 500 carcaças de frango de corte, machos e analisados os parâmetros qualitativos: capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso no cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e porcentagem de colágeno. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4x5, sendo quatro sistemas de produção de frango (convencional, orgânico, tipo “caipira” e livre de antibiótico) e cinco períodos de armazenamento (refrigeradas, 3, 6, 9 e 12 meses de congelamento) com 25 repetições cada e as médias dos resultados obtidos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. A CRA da carne do peito e da sobrecoxa dos frangos estudados apresentou diminuição de seus valores no armazenamento. A carne do peito do sistema caipira entre todos os sistemas avaliados manteve os valores de PPC obtido na carne refrigerada e por todo o período de congelamento. Os frangos do sistema de produção orgânico apresentaram maiores valores para PPC somente nas carnes das sobrecoxas refrigeradas. A porcentagem de colágeno estudada na carne da coxa das aves foi influenciada pelos sistemas de produção e períodos de armazenamento. O congelamento proporcionou maiores valores para a força de cisalhamento, carnes menos macias às carnes refrigeradas. Conclui-se que o armazenamento sob congelamento das carnes do peito, sobrecoxa e coxa influencia os parâmetros qualitativos referentes a textura das carnes provenientes de frango de corte de diferentes sistemas de produção.

**Palavras chave:** caipira, convencional, cortes cárneos, livre de antibiótico, orgânico

## **CHAPTER 4- STORAGE UNDER FREEZING INFLUENCE PARAMETERS QUALITATIVE TEXTURE OF BROILERS MEAT IN DIFFERENT PRODUCTION SYSTEM**

**SUMMARY** – The aim was to evaluate texture of breast, drumstick and thigh of broilers from different production systems, and their evaluation in freezing storage with cuts (-18°C) extended for different periods. They were used 500 broiler carcasses, males and analyzed qualitative parameters: water holding capacity (WHC), weight loss cooking (WLC), shear force (SF), myofibrillar fragmentation index (MFI) and percentage of collagen. We used a completely randomized design (CRD) in a factorial design 4x5, four broilers production systems (conventional, organic, free-range and antibiotic-free) and five periods of storage (chilled, 3, 6, 9 and 12 months of freezing) with 25 repetitions each. The average results were compared by Tukey test at 5% significance level. The WHC of breast and drumstick meat in the study showed a decrease of its values in storage. The meat of the breast free-range system among all systems evaluated presents the maintenance of WLC values obtained in the refrigerated meats and throughout the freeze period. Broilers organic production system showed higher values for WLC only in refrigerated meat from drumsticks. The percentage of collagen studied in the thigh meat of the broilers was influenced by production systems and storage periods. Freezing provided higher values for shear force, tenderness meats to chilled meat. It was concluded that the storage under freezing of breast meat, drumstick and thigh influences the qualitative parameters of the texture of the meat from broiler of different production systems.

**Key words:** antibiotic-free, conventional, free-range, meat cuts, organic

## 1. Introdução

A carência de proteína animal, em grande parte da população mundial, tem forçado um estímulo cada vez maior às especializações e à adoção de determinadas tecnologias, no sentido de se conseguir máxima produção, com menor custo, em menor tempo, na menor área possível. Diante desse contexto, a avicultura engloba-se perfeitamente como atividade produtora de proteína animal, sendo as aves uma das espécies zootécnicas mais eficientes em transformar alimentos vegetais em alimentos de alto valor protéico para o homem (MORO, 2005).

A comercialização da carne de frango tem mudado consideravelmente quanto a forma de apresentação do produto. No início da década de 90, a maior parte das exportações de frango se apresentava na forma de frangos inteiros, atualmente o perfil do consumidor mudou e o maior consumo é por meio de cortes selecionados (UBABEF, 2015).

Muitos são os efeitos relacionados à variação na maciez da carne, dentre eles estão fatores *ante mortem* ou intrínsecos ligados à genética, sexo do animal, alimentação, idade ao abate, comprimento do sarcômero, presença e quantidade de tecido conjuntivo, deposição de gordura intramuscular; e fatores *post mortem* ou extrínsecos como estimulação elétrica, *rigor mortis*, temperatura de resfriamento, além dos efeitos causados pela ação de enzimas proteolíticas nas fibras musculares (BELEW et al., 2003).

Como um dos fatores que influenciam na maciez e textura da carne é o tipo de alimentação oferecida aos animais, há grande importância entre a relação da nutrição animal com a qualidade da carne final que chega ao consumidor. Dessa maneira, os consumidores se apresentam exigentes em relação à qualidade dos alimentos e sua forma de produção, sendo desenvolvidos os sistemas alternativos de produção de frangos de corte, como o caipira, o natural e o orgânico buscando atender uma parcela dos consumidores que prioriza o consumo de produtos considerados como mais saudáveis e com menor impacto ao meio ambiente na sua produção.

O fator mais crítico associado a qualidade da carne de frango para os consumidores, provavelmente é a textura do produto final. A idade dos frangos antes

do processamento tem uma forte influência sobre a maciez após a desossa e também após o congelamento dos filés de peito. E o estabelecimento do *rigor mortis* parece ser de fundamental importância para a maciez da carne do peito das aves. Se *rigor mortis* não foi concluído, a desossa e o congelamento pode levar à redução da maciez do produto (THIELKE, et al. 2005).

As maiores mudanças que ocorrem na carne de frango durante o armazenamento e congelamento se referem à textura, cor e desenvolvimento de sabores estranhos (YOON, 2002). A textura da carne está intimamente relacionada à quantidade de água intramuscular e, portanto, à capacidade de retenção de água da carne, de modo que quanto maior o conteúdo de água fixada no músculo, maior a maciez da carne (ANADÓN, 2002).

Dentro desse aspecto, o estudo e o conhecimento das propriedades funcionais das matérias-primas e dos fatores que as influenciam, com especial atenção aos efeitos de temperatura, congelamento, descongelamento e armazenagem desses alimentos são imprescindíveis para garantir resultados positivos para toda a cadeia produtiva de carne de frango (MULLER, 2013).

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar os parâmetros qualitativos da textura da carne do peito, da sobrecoxa e da coxa de frango de corte proveniente de diferentes sistemas de produção, bem como verificar estes cortes em armazenamento sob congelamento (-18°C) prolongado.

## **2. Material e métodos**

### **Local**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia e Laboratório de Análise Microbiológica de Água e Alimentos de Origem Animal do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp, Campus de Jaboticabal. As coletas de amostras foram em abatedouros de escala comercial localizados no Estado de São Paulo e as análises realizadas nos meses de janeiro de 2013 à abril de 2014.

## Material

Utilizou-se 500 carcaças de frango de corte, machos, provenientes de quatro sistemas de produção, sendo eles, sistema convencional, orgânico, caipira e livre de antibiótico.

Para o sistema convencional foi utilizada linhagem Cobb, com idade de abate de 42 dias. As aves foram confinadas em galpões fechados, receberam rações contendo melhoradores de desempenho e com densidade de no máximo 40 kg/m<sup>2</sup>.

Para a criação no sistema orgânico foram utilizadas aves da linhagem Cobb, abatidas aos 48 dias de idade. As rações das aves foram formuladas com ingredientes orgânicos certificados (milho e farelo de soja) e desprovidas de ingredientes de origem animal e antibióticos, alimentação contendo ingredientes vegetais orgânicos certificados e produtos quimioterápicos não foram utilizados na produção. As aves foram produzidas em sistema semi confinado, em área de pastejo com densidade de no máximo 30 kg/m<sup>2</sup>, tendo a partir dos 25 dias de idade livre acesso a área de pastejo.

Para o sistema de criação tipo “colonial” ou caipira, que são aves bastante rústicas e de linhagens caipiras de crescimento lento, foi utilizada a linhagem Label Rouge Pescoço Pelado e que foram abatidas com 85 dias de idade. Neste tipo de produção não é permitido o uso de melhoradores de desempenho e a ave não receberam produtos quimioterápicos e ingredientes de origem animal na ração. Os galpões de criação eram fechados com densidade de no máximo 30 kg/m<sup>2</sup> e a partir do 28º dia de idade, as aves passaram a ter acesso a piquetes com densidade de no mínimo três metros quadrados de área disponível para cada ave alojada.

Para o sistema livre de antibiótico ou “*antibiotic-free*”, foram utilizadas aves da linhagem Cobb, abatidas aos 45 dias de idade. As aves foram criadas em galpões fechados convencionais e sem acesso ao pastejo e densidade de no máximo 30 kg/m<sup>2</sup>. A ração foi a base de milho e farelo de soja, desprovida de ingredientes de origem animal e sem o uso de melhoradores de desempenho.

Todas as carcaças de frangos utilizadas para o experimento foram coletadas seguindo o fluxograma de abate comercial e atendendo as exigências de bem estar animal e normas dos Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Após as carcaças atingirem o *rigor mortis*, na sala de cortes realizou-se o preparo das

amostras com a divisão das carcaças de frangos nos principais cortes nobres comercializados (peito, sobrecoxa e coxa).

As amostras foram transportadas sob temperatura controlada, preservando a cadeia de frio (4°C a 6°C) para o Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal no qual foram acondicionadas corretamente para realização das análises. Para controle de qualidade higiênico-sanitária das amostras utilizadas no experimento, na recepção dos abatedouros de cada sistema de produção foram realizados 25 suabes das caixas de transporte das aves aos lotes correspondentes das amostras para pesquisa de presença da bactéria *Salmonella* spp. Durante o processo de abate das aves foram identificados 25 frangos no momento da pendura para que após a saída no chiller fosse realizado o método de enxaguadura nas mesmas carcaças.

Após o abate, as carcaças seguiram para o resfriamento e estabelecimento do *rigor mortis*. Na sala de cortes realizou-se a divisão das carcaças nos principais cortes nobres comercializados (peito, sobrecoxa e coxa). Todos os cortes foram analisados no dia do abate e coleta, considerados como somente refrigerados, ou seja, sem passar por nenhum processo de congelamento. A outra parcela das amostras foram congeladas em túnel de congelamento com temperatura média de -35°C em tempo médio de 6 horas na planta frigorífico seguindo todas as normas de congelamento e posteriormente armazenadas em freezer sob temperatura de -18°C.

As amostras foram transportadas sob temperatura controlada em veículos apropriados para o Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal onde foram acondicionadas corretamente e analisadas de acordo com o tratamento. As amostras foram mantidas sob congelamento (-18°C) por um período total 12 meses de armazenamento, sendo que a cada três meses sob congelamento (3, 6, 9 e 12 meses), as respectivas amostras foram descongeladas sob temperatura de refrigeração (4°C a 6°C) preservando a cadeia de frio e realizadas as análises qualitativas na carne do peito, sobrecoxa e coxa dos frangos proveniente dos diferentes sistemas de produção.

Após o descongelamento, nas respectivas amostras de cada corte foi feita padronização dos músculos a serem utilizados nas análises. Para a carne do peito referente a cada tratamento correspondente, foi utilizado o músculo *Pectoralis major*,

para a sobrecoxa foi padronizado o músculo bíceps femoral, e para coxa, o músculo fibular longo segundo terminologia anatômica de Baumel et al. (1993), e assim, avaliada a capacidade de retenção de água, perda de peso no cozimento, força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar e porcentagem de colágeno da carne dos músculos correspondentes.

### **Identificação de *Salmonella* spp. por PCR**

Foi coletado conteúdo fecal nas caixas de transporte das aves por meio de *suabes* esterilizados na recepção dos animais no frigorífico, e acondicionado em tubos de transporte contendo 10mL de água peptonada tamponada 0,1% esterilizada e carcaças inteiras após a saída do chiller pelo método de enxaguadura, em que se utilizou 300 mL de água peptonada tamponada 0,1% esterilizadas e sacos plásticos também esterilizados para realização do processo de PCR e verificação da presença da bactéria *Salmonella* spp.

Para a extração de DNA procedeu-se a centrifugação das amostras de água da lavagem das carcaças de frango e *suabe* das caixas a 13.400 x *g* por cinco minutos. O líquido foi descartado e ao pellet de células foram acrescentados 750 µL de tampão de extração [Tris-HCl 50mM pH 8.0, EDTA 25mM pH 8.0, NaCl 400mM e SDS 0,5% (p/v)]. As amostras foram agitadas em vortex e mantidas em banho-maria a 65°C por 60 minutos, sendo agitadas a cada 10 minutos, vagarosamente. Posteriormente, foram acrescentados 350 µL de acetato de potássio 5M à solução que foi misturada gentilmente por inversão. Nesta etapa, as amostras foram mantidas no gelo por 30 minutos, invertendo-se os tubos a cada 10 minutos. Após, as amostras foram centrifugadas a 13.400 x *g* por 10 minutos a 10°C e o sobrenadante foi transferido para tubos novos, sendo acrescentado a estes 700 µL de clorofórmio:álcool isoamílico (24:1). As soluções foram agitadas em vortex e, posteriormente, centrifugadas a 13.400 x *g* por 10 minutos a 10°C. Após a centrifugação, o sobrenadante foi transferido para tubos novos, cuidadosamente para não tocar na interface inferior. Posteriormente, foram acrescentados 1000µL de etanol absoluto gelado e a solução, após ser misturada gentilmente, foi mantida em freezer -20°C 'over night'.

Após a precipitação do DNA em etanol, os tubos foram centrifugados a 13.400 x *g* por 15 minutos a 10°C. A fase líquida foi descartada e o *pellet* foi lavado com 800 µL de etanol 70% (v/v). Após a centrifugação sob as mesmas condições anteriores, a fase líquida foi novamente descartada e o *pellet* foi colocado para secar em temperatura ambiente ±25°C por 60 minutos. Posteriormente, o *pellet* foi ressuscitado em 30µL de tampão TE 10:1 (Tris-HCl 10mM pH 8,0; EDTA 1mM pH 8,0).

A identificação da presença de *Salmonella* spp. nas amostras foi realizada mediante amplificação de um fragmento de 284 pb do gene *invA* com o emprego do par de primers 139 (5' – GTG AAA TTA TCG CCA CGT TCG GGC AA - 3') e 141 (5' – TCA TCG CAC CGT CAA AGG AAC C - 3') (RAHN et al., 1992). A amplificação do fragmento foi realizada por meio de PCR utilizando-se tampão 1X [100 mM Tris-HCl pH 8,8; 500 mM KCl; 0,8% (v/v) Nonidet P40]; MgCl<sub>2</sub> 2 mM; dNTP's 0,2 mM, 1,5 U de *Taq DNA polimerase*, 5,0 pmol de cada primer, 5 µL de DNA genômico estoque para DNA proveniente de amostras de fezes e 2 µL de DNA genômico de amostras de carcaça de frango, e água pura estéril q.s.p. 20 µL. A amplificação foi realizada em um termociclador Veriti (Applied Biosystems) programado para realizar 1 ciclo a 94°C por 4 minutos, 40 ciclos a 94°C por 1 minuto, 60°C por 1 minuto e 72°C por 1,5 minuto, e para finalizar um ciclo a 72°C por 10 minutos. O produto de PCR foi submetido à eletroforese em gel de agarose 1% (p/v), GelRed™ 1x (Uniscience) e padrão de concentração 100 pb DNA Ladder (Invitrogen) para verificação da qualidade e quantidade do DNA. O gel foi visualizado sob luz UV em equipamento de fotodocumentação GEL DOC XR (BioRad).

De acordo com a Instrução Normativa n°. 70 do Ministério da Agricultura, da Pecuária e do Abastecimento por meio do “Programa de redução de patógenos - Monitoramento microbiológico e controle de *Salmonella* spp. em carcaças de frangos e perus” (BRASIL, 2003), este experimento apresentou resultado negativo para presença da bactéria *Salmonella* spp. em todas as amostras estudadas nos diferentes sistemas de produção.

## Características avaliadas

**Capacidade de retenção de água (CRA):** foi determinada por meio da metodologia descrita por Hamm (1960), em que foram utilizados aproximadamente 2 g de amostra dos músculos correspondente ao peito, sobrecoxa e coxa desossados. Essas amostras foram inseridas entre dois papéis filtro e placas de acrílico submetidas à pressão exercida pelo peso de 10,0 kg durante cinco minutos. Posteriormente foram novamente pesadas para determinação da CRA por diferença entre os pesos inicial e final, expressa em porcentagem.

**Perdas de peso por cozimento (PPC):** foi determinada em amostras dos músculos correspondentes ao peito, sobrecoxa e coxa desossados utilizando-se a metodologia descrita por Honikel (1987). As amostras foram pesadas, embaladas em sacos plásticos e cozidas em banho-maria (85°C) por 30 minutos. Em seguida, foram retiradas dos sacos plásticos para a eliminação da água exsudada e, após resfriamento em temperatura ambiente, foram novamente pesadas para determinação da PPC por diferença entre os pesos inicial e final, expressa em gramas.

**Força de cisalhamento (FC):** foram utilizadas as amostras proveniente da análise de PPC. Após o resfriamento em temperatura ambiente, as amostras foram cortadas em tiras de, aproximadamente, 1,5 cm de largura, as quais foram colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular à lâmina do texturômetro *Texture Analyser TA-XT2i* acoplado ao dispositivo *Warner-Bratzler*, e submetidas ao corte, o qual expressou a força necessária para cisalhar à amostra expressa em Kg/cm<sup>2</sup> (LYON et al., 1998).

**Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM):** O índice de fragmentação miofibrilar das carnes foi determinado de acordo com Culler et al. (1978). De cada amostra corresponde aos músculos do peito, sobrecoxa e coxa, ainda congelada, foram retiradas duas sub-amostras com 3 gramas cada, as quais foram picadas com bisturi, retirando-se qualquer tecido conjuntivo ou gordura aparente. As amostras foram homogeneizadas no Turrax em três seções de 30 segundos cada, com 30 mL da solução de extração contendo KCl 100mM, fosfato de potássio 20mM, EDTA 1mM, MgCl<sub>2</sub> 1mM e azida sódica 1mM. Em seguida, a solução homogeneizada foi

centrifugada por 15 minutos em 15.000 rpm, a 4°C. Após descartar o sobrenadante, o precipitado foi disperso com 30 mL da solução de extração, agitado com um bastão de vidro e centrifugado novamente, esta operação foi repetida mais uma vez. Após descartar o sobrenadante, ao precipitado foram adicionados 10 mL da solução de extração e a suspensão obtida foi passada através de peneira de polietileno para remoção do tecido conectivo. Na suspensão de miofibrilas foi determinada a concentração de proteína pelo método do biureto, descrito por Gornall et al. (1949). Uma alíquota da suspensão de miofibrilas foi diluída com a solução de extração até uma concentração protéica de  $0,5 \pm 0,05$  mg/mL. A suspensão diluída de miofibrilas foi agitada e colocada na cubeta, sendo logo em seguida feita a leitura da densidade ótica a 540 nm em espectrofotômetro. Para obtenção do índice de fragmentação miofibrilar foi multiplicado o valor obtido de densidade ótica a 540 nm por 200.

**Colágeno Total:** O colágeno total foi quantificado pela determinação do aminoácido hidroxiprolina segundo metodologia proposta por Woessner Junior (1961). Foram utilizadas amostras de cinco gramas de carne dos músculos do peito, sobrecoxa e coxa em tubos de digestão com 15 mL de ácido sulfúrico na concentração 3M e digerido em estufa a 110°C durante 18 horas. Após a digestão, o hidrolisado foi diluído com água destilada a 250 mL e filtrado. Foram retirados 5,0 mL do filtrado e diluído com água destilada a 100 mL para obter concentração de hidroxiprolina entre 0,6 e 2,4 µg/mL. Foram transferidos 4,0 mL da diluição para tubos com tampa e adicionados 2,0 mL do reagente de oxidação (cloramina T) e 2,0 mL do reagente de cor (p-dimetilaminobenzaldeído), segundo Cross et al., (1973). Os tubos foram agitados e levados em banho-maria por 15 minutos à 60°C. Após o resfriamento foi feita leitura das amostras em espectrofotômetro com comprimento de onda igual a 558 nm. Os valores de colágeno total foram calculados através da equação descrita a seguir.

$$\% \text{ Colágeno total} = \% \text{ hidroxiprolina} \times 8$$

### **Delineamento estatístico**

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4x5, sendo quatro sistemas de criação de frango (convencional, orgânico, tipo “caipira” e livre de antibiótico) e cinco períodos de armazenamento (refrigeradas,

3, 6, 9 e 12 meses de congelamento) com 25 repetições (carcaças) para cada sistema de produção e período de armazenamento. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando o GLM *Procedure* do sistema operacional SAS® (2002) e as médias dos resultados obtidos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

### 3. Resultados e discussão

Na Tabela 1, encontram-se as médias obtidas para capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso no cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e porcentagem de colágeno da carne do peito de frangos criados sob os sistemas livre de antibiótico, caipira ou tipo colonial, convencional e orgânico, assim como a avaliação desse corte refrigerado e com 3, 6, 9 e 12 meses de congelamento.

Tabela 1. Médias obtidas para capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso no cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e porcentagem de colágeno da carne do **peito** de frangos criados sob diferentes sistemas.

	CRA (%)	PPC (%)	FC(Kgf/cm <sup>2</sup> )	IFM	Colágeno(%)
<b>Armazenamento em meses (A)</b>					
<b>Refrigerado</b>	68,80A	26,28D	1,929A	115,48D	17,50A
<b>3</b>	65,18B	28,48C	1,561B	204,85A	14,30B
<b>6</b>	63,84C	29,87B	1,711B	149,43B	13,36C
<b>9</b>	61,13D	29,45B	1,966A	132,39C	9,14D
<b>12</b>	60,30D	30,78A	2,09A	115,48D	7,22E
<b>Pr&gt;F</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>Sistemas de Produção (S)</b>					
<b>Livre de Antibiótico</b>	65,69A	27,19C	2,064A	121,65D	8,64D
<b>Caipira</b>	63,90B	27,62C	2,114A	152,61B	15,33A
<b>Convencional</b>	61,75C	29,89B	1,468C	128,86C	11,11C
<b>Orgânico</b>	64,06A	31,19A	1,759B	160,73A	14,12B
<b>Pr&gt;F</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>Pr&gt;F AxS</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>CV (%)</b>	3,21	4,99	15,05	7,74	8,96

Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); \*(P<0,05); \*\* (P<0,01); CV= Coeficiente de variação, Pr (probabilidade).

Observa-se na Tabela 1 que houve interação significativa para as características avaliadas ( $P < 0,01$ ) entre os sistemas de produção e os períodos de armazenamento. Assim os desdobramentos das interações estão apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso no cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) da carne do **peito** de frango.

Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Capacidade de Retenção de Água (CRA) (%)				
	Refrigeradas	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	72,29Aa	64,20ABb	64,66Ab	66,12Ab	61,19Ac
Caipira	65,54Ba	66,37Aa	64,73Aa	60,44Bb	62,45Aab
Convencional	72,21Aa	61,92Bb	59,06Bb	55,96Cc	59,61ABb
Orgânico	65,16Ba	68,25Aa	66,93Aa	62,00Ba	57,94Bb

  

Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Perda de Peso no Cozimento (PPC) (%)				
	Refrigeradas	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	21,93Bc	25,43Bb	29,09ABa	29,80Aa	29,68Ba
Caipira	26,92Aa	27,26Ba	28,18Ba	27,35Ba	28,39Ba
Convencional	27,51Ab	30,21Aa	30,04ABa	30,41Aa	31,30Ba
Orgânico	28,74Ab	31,05Aa	32,15Aa	30,26Aab	33,74Aa

  

Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Força de Cisalhamento (FC) (Kgf/cm <sup>2</sup> )				
	Refrigeradas	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	1,970Ab	1,568ABb	1,845ABb	2,487Aa	2,454Aa
Caipira	1,815Ab	1,960Ab	2,104Aab	2,385Aa	2,307Aa
Convencional	2,064Aa	1,287Bb	1,287Bb	1,295Bb	1,407Bb
Orgânico	1,866Aab	1,430Bb	1,610Bb	1,699ABb	2,193Aa

Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); na mesma linha, médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Na Tabela 2, verifica-se que a capacidade de retenção de água (CRA) da carne do peito dos frangos dos sistemas de produção em temperatura de refrigeração apresentou diminuição de seus valores em relação aos períodos de

armazenamento sob congelamento. Com a redução destes valores, o músculo perde a capacidade de preservar a água no interior das células, dessa forma, a baixa CRA pode promover perda do valor nutritivo devido ao exsudado eliminado da musculatura. Assim, quando a umidade é perdida como consequência a maciez e o sabor são afetados, isso proporciona carnes mais secas e com a maciez comprometida.

Na carne do peito dos frangos provenientes do sistema de produção livre de antibiótico e convencional nota-se essa diminuição dos valores da CRA com três meses de congelamento. No sistema caipira, a CRA das carnes foram preservadas até aos seis meses de congelamento e para o sistema orgânico, ocorreu diminuição da CRA somente com 12 meses de congelamento.

Nas análises de CRA, as carnes do peito das aves do sistema convencional apresentaram menores valores com 3, 6 e 9 meses armazenadas sob congelamento. Sob o aspecto econômico, proteínas miofibrilares são muitos importantes porque a perda da capacidade de reter moléculas de água pode significar menor rendimento dos cortes, devido à perda de água da musculatura. Sebranek (2011) relata que minimizar as perdas de água é importante para ajudar a manter o sabor, textura e suculência do produto, características sensoriais importante para o consumidor.

Na perda de peso no cozimento (PPC), observou-se que a carne do peito das aves do sistema caipira entre todos os sistemas avaliados manteve os valores de PPC obtidas nas carnes refrigeradas por todo o período de armazenamento sob o congelamento. Já nos outros sistemas, houve diferença entre o grupo das carnes avaliadas no dia da coleta (somente refrigeradas) e o congelamento. Dessa forma, é possível visualizar aumento dos valores da PPC nas carnes do peito das aves quando congeladas.

Ao avaliar a força de cisalhamento (FC) da carne do peito dos frangos criados em diferentes sistemas de produção, detecta-se que não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) nas carne refrigeradas entre os sistemas. Isto condiz com Wang et al. (2009), que ao estudarem o efeito do sistema de produção, verificaram que as aves com acesso ao pastejo (caipira) e sem acesso, do sistema

convencional, no desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne, não encontraram diferença para a FC na carne entre os grupos estudados.

Notou-se carnes com a textura mais rígida após 9 e 12 meses mantidas sob o congelamento para os frangos do sistema livre de antibiótico e caipira. E, para a carne dos frangos no sistema orgânico, o mesmo foi observado somente aos 12 meses de congelamento. Já para o sistema convencional não houve alteração da textura das carnes do peito durante o armazenamento sob o congelamento.

O congelamento proporcionou maiores valores para a FC, ou seja, carnes menos macias em relação as carnes refrigeradas. Com o aumento do período de armazenamento sob congelamento, as carnes dos frangos criados nos sistemas livre de antibiótico, caipira e orgânico apresentaram aumento da FC. Isto pode estar relacionado com a desnaturação proteica, que ocorre nos produtos cárneos congelados. Segundo Ardito (1994), com a desnaturação proteica, as proteínas perdem a capacidade de reter água, o que interfere na textura da carne após o descongelamento.

Segundo Olson et al. (1976) o índice de fragmentação miofibrilar é o fenômeno da quebra das miofibrilas em segmentos menores na linha Z ou próximos a ela durante o processo de *post-mortem* do animal. Assim o índice de fragmentação miofibrilar permite a correlação com a maciez da carne, sendo que maiores valores encontrados para essa variável podem ser relacionados com carnes mais macias.

Em todos os sistemas de produção de frangos de cortes estudados visualiza-se na carne do peito das aves diminuição dos valores para o índice de fragmentação miofibrilar (IFM) quando submetidas aos períodos de armazenamento sob o congelamento. Isto indica que o congelamento influencia na textura da carne do peito das aves, à medida que aumenta o tempo de armazenamento, as carnes apresentam-se menos macias.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e porcentagem de colágeno da carne do **peito** de frango de corte.

<b>Sistemas de Produção (S)</b>	<b>Armazenamento em meses (A)</b>				
	<b>Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM)</b>				
	Refrigeradas	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
Livre de Antibiótico	126,58Aba	139,38Ca	136,24Ba	114,58Ba	91,48Bb
Caipira	118,13Bc	261,85Aa	153,26Bb	151,81Ab	78,02Bd
Convencional	141,48Ab	169,53Ba	119,24Bc	122,66Bc	91,39Bd
Orgânico	75,72Cd	248,65Aa	189,01Ab	140,51Ac	149,75Ac

  

<b>Sistemas de Produção (S)</b>	<b>Armazenamento em meses (A)</b>				
	<b>Colágeno (%)</b>				
	Refrigeradas	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
Livre de Antibiótico	11,32Ca	9,12Cb	9,75Cb	7,13Bc	5,90Bc
Caipira	21,13Aa	17,43Bb	16,67Ab	11,26Ac	10,17Ac
Convencional	16,44Ba	10,89Cb	11,73Bb	9,32Bb	7,18Bc
Orgânico	21,13Aa	19,77Aa	15,29Ab	8,88Bc	5,65Bd

Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); na mesma linha, médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre os sistemas de produção estudados para a porcentagem de colágeno na carne do peito das aves, as carnes de frango de corte produzidos sob o sistema orgânico e caipira apresentaram maiores porcentagem de colágeno. O colágeno pode estar relacionado à atividade física, idade e localização no músculo e, nestes sistemas citados a aves tem acesso aos piquetes durante a produção o que pode ter levado a utilização maior da musculatura.

O colágeno no tecido conjuntivo intramuscular do animal atua como parte significativa na determinação da textura da carne, entre os elementos de importância deste tecido. O período de armazenamento sob o congelamento influenciou a porcentagem de colágeno presente na musculatura, porque os valores diminuíram com o tempo de congelamento.

Na Tabela 4 encontram-se as médias obtidas para capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso no cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e porcentagem de colágeno da carne da

sobrecoxa de frangos de diferentes sistemas de produção e armazenamento deste corte refrigerado e com 3, 6, 9 e 12 meses de congelamento.

Observa-se que em todas as características avaliadas da carne da sobrecoxa houve interação significativa ( $P < 0,01$ ) entre os sistemas de produção e os períodos de armazenamento. Assim os desdobramentos das interações estão apresentados nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 4. Médias obtidas para capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso no cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e porcentagem de colágeno da carne da **sobrecoxa** de frangos criados sob diferentes sistemas de produção.

	<b>CRA (%)</b>	<b>PPC (%)</b>	<b>FC(Kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>IFM</b>	<b>Colágeno(%)</b>
<b>Armazenamento em meses (A)</b>					
<b>Refrigerado</b>	71,46B	31,68C	2,520A	88,14D	18,94A
<b>3</b>	76,45A	34,09A	1,452C	167,21A	14,26B
<b>6</b>	68,88C	33,76AB	1,907B	97,88C	13,08C
<b>9</b>	67,52D	32,88B	1,532C	113,08B	11,90D
<b>12</b>	67,37D	33,47AB	1,985B	101,40C	7,28E
<b>Pr&gt;F</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>Sistemas de Produção (S)</b>					
<b>Livre de Antibiótico</b>	69,15B	34,93A	2,049AB	106,13C	12,23B
<b>Caipira</b>	72,85A	31,27B	2,183A	126,04A	17,58A
<b>Convencional</b>	72,71A	31,21B	1,327C	101,59C	12,78B
<b>Orgânico</b>	66,63C	35,29A	1,957B	120,41B	9,78C
<b>Pr&gt;F</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>Pr&gt;F AxS</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>CV (%)</b>	2,33	4,50	19,14	9,13	10,29

Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); \*( $P < 0,05$ ); \*\* ( $P < 0,01$ ); CV= Coeficiente de variação, Pr (probabilidade).

Na Tabela 5, verifica-se que assim como aconteceu na carne do peito, a carne da sobrecoxa dos frangos de todos os sistemas de criação apresentaram

diminuição dos valores de capacidade de retenção de água (CRA) com o aumento do tempo de armazenamento sob congelamento.

Tabela 5. Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso no cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) da carne da **sobrecoxa** de frango de corte.

Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Capacidade de Retenção de Água (CRA) (%)				
	Refrigeradas	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	71,48Ba	70,18Ba	68,08Bab	67,18Bb	68,84Aab
Caipira	75,83Aa	72,58Bb	73,98Aab	70,76Ac	71,08Ac
Convencional	74,22Ab	90,26Aa	66,98Bb	66,85Bb	63,25Bc
Orgânico	64,37Cb	72,78Ba	64,47Cb	65,28Bb	66,32Ab
Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Perda de Peso no Cozimento (PPC) (%)				
	Refrigeradas	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	32,89Bb	35,38Ab	34,20Ab	38,70Aa	33,49Bb
Caipira	30,33Cb	32,96Ba	31,18Bab	30,36Bb	31,49Ba
Convencional	27,12Db	33,51Aba	33,67Aa	29,86Ba	31,89Ba
Orgânico	36,36Aa	34,51Aab	35,98Aa	32,59Bb	37,01Aa
Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Força de Cisalhamento (FC) (Kgf/cm <sup>2</sup> )				
	Refrigeradas	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	2,891Aa	1,438Ab	2,938Aa	1,559Ab	1,420Cb
Caipira	2,448Aba	2,224Aa	1,882Bab	1,512Ab	2,852Aa
Convencional	1,886Ba	0,946Bb	0,968Cb	1,366Aab	1,469Ca
Orgânico	2,857Aa	1,202ABb	1,838Bb	1,691Ab	2,198Bb

Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); na mesma linha, médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Nota-se que os frangos provenientes do sistema de produção orgânico apresentaram maiores perdas de peso no cozimento (PPC) nas sobrecoxas refrigeradas e aos 12 meses de armazenamento sob o congelamento.

No frango convencional verificou-se diferença entre as carnes analisadas no dia da coleta (carnes refrigeradas) e as carnes armazenadas sob o congelamento. Este método de conservação, o congelamento, impediu maior perda de exsudatos na musculatura, reduzindo a perda de peso no cozimento das carnes da sobrecoxa dos frangos criados sob o sistema convencional.

Dentre os sistemas de produção, a força de cisalhamento foi menor nas carnes da sobrecoxa do sistema convencional. Porém nota-se preservação dos valores dessa variável nas carnes do sistema orgânico, onde o processo de congelamento não interferiu na textura da sobrecoxa.

Tabela 6. Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e porcentagem de colágeno da carne da **sobrecoxa** de frango de corte.

Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM)				
	Refrigeradas	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	115,39Aa	121,83Ca	109,59Aa	92,45Bb	91,43Bb
Caipira	73,50Bc	241,44Aa	75,24Bc	126,25Ab	113,80Ab
Convencional	104,66Ab	140,27Ca	88,82Bc	88,46Bc	85,75Bc
Orgânico	59,04Bc	194,71Ba	117,87Ab	115,79Ab	114,64Ab

  

Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Colágeno (%)				
	Refrigeradas	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	16,12Ca	15,40Ba	11,50Bb	11,91Bb	6,23Bc
Caipira	25,74Aa	20,70Ab	19,11Ab	15,55Ac	6,82Bd
Convencional	20,11Ba	12,44Cb	10,29Bb	11,21Bb	9,88Ab
Orgânico	13,79Da	8,53Dc	11,44Bb	8,95Cc	6,19Bd

Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); na mesma linha, médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Observa-se na Tabela 6 que houve diferença entre os sistemas de produção estudados para o índice de fragmentação miofibrilar (IFM). Foi possível observar diferenças entre as carnes da sobrecoxa refrigeradas e mantidas sob o congelamento. Em todos os sistemas de produção avaliados os valores do IFM

diminuíram com o armazenamento, proporcionando carnes mais duras conforme submetidas por mais tempo sob o congelamento.

Assim como na carne do peito dos frangos de corte estudados, na carne da sobrecoxa também verificou-se diminuição da porcentagem de colágeno, o que indica carnes menos macias quando congeladas por diferentes períodos de armazenamento.

Na Tabela 7 encontram-se as médias obtidas para capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso no cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e porcentagem de colágeno da carne da coxa de frangos dos sistemas de produção livre de antibiótico, caipira ou tipo colonial, convencional e orgânico, assim como o acompanhamento deste corte refrigerado e com 3, 6, 9 e 12 meses de congelamento.

Tabela 7. Médias obtidas para capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso no cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e porcentagem de colágeno da carne da **coxa** de frangos criados sob diferentes sistemas de produção.

	<b>CRA (%)</b>	<b>PPC (%)</b>	<b>FC(Kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>IFM</b>	<b>Colágeno(%)</b>
<b>Armazenamento em meses (A)</b>					
<b>Refrigerado</b>	71,89B	32,28C	1,973A	97,07C	20,95A
<b>3</b>	76,09A	33,68B	1,547B	165,80A	15,42B
<b>6</b>	68,78C	32,80BC	1,904A	115,45B	12,60C
<b>9</b>	66,83D	32,73C	2,098A	97,06C	10,04D
<b>12</b>	69,23C	35,17A	1,911A	85,90D	7,80E
<b>Pr&gt;F</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>Sistemas de Produção (S)</b>					
<b>Livre de Antibiótico</b>	71,20AB	35,95A	2,377A	99,87C	16,52A
<b>Caipira</b>	71,37A	30,93D	1,924C	113,99B	11,62C
<b>Convencional</b>	69,23C	31,93C	1,099D	105,02C	13,17B
<b>Orgânico</b>	70,46B	34,52B	2,146B	130,13A	12,15C
<b>Pr&gt;F</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>Pr&gt;F AxSC</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>CV (%)</b>	2,17	4,51	17,76	9,47	10,14

Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); \*(P<0,05); \*\* (P<0,01); CV= Coeficiente de variação, Pr (probabilidade).

Observa-se ( $P < 0,01$ ) nas características avaliadas da carne das coxas entre os sistemas de criação e os períodos de armazenamento e os desdobramentos das interações estão apresentados nas Tabelas 8 e 9.

Na Tabela 8, observa-se que a capacidade de retenção da água (CRA) da carne da coxa de frangos de corte sofreu influência dos sistemas de produção estudados e a forma de armazenamento destes produtos. No sistema livre de antibiótico, não houve diferença para esta variável até aos seis meses de congelamento e no sistema caipira isso já pode ser visualizado aos três meses de armazenamento.

Tabela 8. Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso no cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) da carne da coxa de frango de corte.

Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Capacidade de Retenção de Água (CRA) (%)				
	Refrigeradas	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	72,19ABa	72,28Ba	71,19Aab	69,06Ab	71,25Aab
Caipira	74,57Aa	74,61Ba	69,76Ab	67,87Ab	70,03Ab
Convencional	71,24ABb	83,20Aa	63,78Bc	63,40Bc	65,54Bc
Orgânico	69,55Bb	74,26Ba	70,39Ab	68,00Ab	70,08Ab
Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Perda de Peso no Cozimento (PPC) (%)				
	Refrigeradas	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	33,52Ab	33,96Bb	35,12Ab	36,69Ab	40,42Aa
Caipira	32,17Aa	30,65Cb	29,00Bb	31,30Ba	31,51Ca
Convencional	28,33Bb	33,81Ba	33,59Aa	31,85Ba	32,06Ca
Orgânico	35,09Aa	36,29Aa	33,47Aab	31,09Bb	36,68Ba
Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Força de Cisalhamento (FC) (Kgf/cm <sup>2</sup> )				
	Refrigeradas	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	2,808Aa	1,582Ab	1,934Ab	2,572Aa	2,987Aa
Caipira	1,687Bcb	2,107Aab	1,753Bb	1,770Bb	2,301Aa
Convencional	1,226Ca	1,033Ba	1,114Ca	1,027Ca	1,098Ba
Orgânico	2,170Bb	1,466Ab	1,761Bb	2,313Ab	3,022Aa

Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); na mesma linha, médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Para a perda de peso no cozimento (PPC) é possível verificar que houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para carne da coxa de frangos mantidas em refrigeração proveniente do sistema de produção convencional quando comparada aos demais sistemas alternativos estudados. Ao verificar os períodos de armazenamento, visualiza-se aumento da PPC aos 12 meses de congelamento para os sistema de produção livre de antibiótico e para o sistema caipira a partir de 9 meses. No sistema convencional este aumento foi observado entre as carnes da coxa refrigeradas e congeladas.

Ao analisar a força de cisalhamento (FC) em carnes refrigeradas de frangos proveniente de diferentes sistemas de produção, observam-se menores valores desta variável, ou seja, carnes mais macias para o sistema convencional comparada aos sistemas alternativos. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre as carnes das coxas dos frangos proveniente dos sistemas orgânico e caipira. Estes dados coincidem com Husak et al. (2008), que ao estudarem os sistemas de produção comerciais (convencional, orgânico e caipira) e a composição das carcaças e a qualidade da carne encontraram menores valores para FC da coxa de aves proveniente do sistema convencional ( $1,45 \text{Kg/cm}^2$ ) ao orgânico ( $1,88 \text{ Kg/cm}^2$ ) e caipira ( $1,89 \text{Kg/cm}^2$ ).

Para o sistema convencional de produção não houve diferença na maciez indicada por meio da força de cisalhamento (FC) das carnes das coxas avaliadas, assim o congelamento não interferiu na maciez da carne mantida sob o armazenamento durante 12 meses. Já nos outros sistemas estudados, verifica-se influência dos períodos de armazenamento sobre a maciez, obtendo-se carnes das coxas mais duras, com maiores valores para força de cisalhamento nos últimos seis meses de congelamento.

Na Tabela 9, ao avaliar o índice de fragmentação miofibrilar (IFM) das carnes das coxas estudadas, estas apresentaram diferença entre os sistemas de produção de frango de corte. Com exceção do sistema convencional, nos demais sistemas observou-se diminuição dos valores desta característica com passar dos períodos de armazenamento. No congelamento da carne da coxa nota-se redução dos valores do IFM com os períodos de congelamento proporcionado assim carnes

menos macias, pois as moléculas de água presente nos músculos associadas à estrutura das miofibrilas são perdidas, liberando o exsudato.

Tabela 9. Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e porcentagem de colágeno da carne da **coxa** de frango de corte.

Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM)				
	Refrigeradas	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	121,22Ba	106,19Ca	116,99Aa	89,17Bb	65,83Bc
Caipira	75,59Cc	219,79Ba	98,20Bb	114,58Ab	64,82Bd
Convencional	139,51Aa	86,29Dc	121,02Ab	71,29Cc	107,01Ab
Orgânico	54,96Dc	250,93Aa	125,60Ab	113,21Ab	105,97Ab

  

Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Colágeno (%)				
	Refrigeradas	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	25,29Aa	15,95Ab	14,98Ab	14,08Ab	12,30Ab
Caipira	17,68Ca	13,79Bb	10,81Bc	7,17Bc	8,66Bc
Convencional	19,95Ba	16,27Ab	15,01Ab	10,17Bc	4,44Dd
Orgânico	20,90Ba	15,70Ab	9,62Bc	8,75Bc	5,78Cc

Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); na mesma linha, médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%)

A porcentagem de colágeno estudada na carne da coxa das aves foi influenciada pelos sistemas de produção e períodos de armazenamento. Observa-se diferença ( $P < 0,05$ ) entre as carnes analisadas somente refrigeradas e os períodos de armazenamento sob congelamento. Houve diminuição dos valores obtidos para essa característica com o tempo de armazenamento.

### 3. Conclusões

O armazenamento sob congelamento das carnes do peito, sobrecoxa e coxa influencia os parâmetros qualitativos da textura das carnes proveniente de frango de corte de diferentes sistemas de produção.

#### 4. Referências bibliográficas

- ARDITO, E.F.G.; ALVES, R.M.V. Embalagens para alimentos congelados. **Coletânea do Instituto Tecnológico de Alimentos**, v.24, n.1, p.11-28, 1994.
- ANADÓN, H. L. S. Biological, nutritional and processing factors affecting breast meat quality of broilers. 2002. 171f. Thesis (Doctor of Philosophy in Animal and Poultry Sciences) – **Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University**.
- BAUMEL, J. J.; KING, A. S.; BREAZILE, J. E.; EVANS, H. E.; BERGE, J. C. V. (ed). **Handbook of avian anatomy: Nomina Anatomica Avium**. 2. ed. Cambridge: Berge, 1993. 779p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 70, 10 outubro de 2003. Programa de redução de patógenos monitoramento microbiológico - controle de salmonella sp. em carcaças de frangos e perus. **Diário Oficial** da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 out. 2003b. Seção 1, p. 9.
- BELEW, J. B.; BROOKS, J. C.; MCKENNA, D. R.; SAVELL, J. W. Warner-Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. **Meat Science**, Texas, v. 64, n.4, p. 507-512, 2003.
- CROSS, H. R. et al. Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. **Journal of Food Science**, v. 38, p.998-1003, 1973.
- CULLER, R. D. et al. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. **Journal Food Science**, v. 43, n. 4, p.1177-1180, 1978.
- HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advances in Food Research**. Cleveland, v. 10, n. 2, p.335-443, 1960.
- HONIKEL, K. O. The water binding of meat. **Fleischwirtsch** , v.67, n.2, p.1098-1102, 1987.
- HUSAK, R. L., SEBRANEK, J. G. and BREGENDAHL, K. A Survey of Commercially Available Broilers Marketed as Organic, Free-Range, and Conventional Broilers for Cooked Meat Yields, Meat Composition, and Relative Value. **Poultry Science**, v.87, p.2367–2376, 2008. doi:10.3382/ps.2007-00294.
- GORNALL, A. G. et al. Determination of serum protein by means of the biuret reaction. **Journal Biology Chemical**, v. 177, n. 2, p.751-766, 1949.
- LYON, C. E. et al. Effects of carcass stimulation, deboning time, and marination on color and texture of broiler breast meat. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 7, n. 1, p. 53-60, 1998.
- MORO, D. N.; FIGUEIREDO, E. A. P.; SILVA, J. H. S. Desempenho produtivo de quatro linhagens de frango de corte. **Ciência Rural**. v. 35, n. 29, p. 446-449, mar-abr, 2005.
- MULLER, A.T., PASCHOAL, E.C. E SANTOS, J.M.G. Fatores pós-abate que influenciam a qualidade da carne de frango. Iniciação Científica **CESUMAR**. v. 15, n. 2, p. 111-119 jul./dez, 2013.

- OLSON, D. G., PARRISH, F. C. JR, STROMER, M. H. Myofibril fragmentation and shear resistance of three bovine muscles during postmortem storage. **Jornal Food Science**, v. 41, p. 1036-41, 1976.
- SAS Institute. **SAS user's guide: statistics**. Release 8.02. Cary, 2002.
- SEBRANEK, J. Midiendo la capacidad de retención de agua de los productos cárnicos, 2011. Disponível em: <http://www.carnetec.com/Industry/TechnicalArticles/Details/19413?allowguest=true>. Acesso em: 7 de abril de 2015
- THIELKE, S., LHAFI, S. K. AND KUHN, M. Effects of Aging Prior to Freezing on Poultry Meat Tenderness. **Poultry Science**, v. 84, p. 607–612, 2005.
- YOON, K.S. Texture and microstructure properties of frozen chicken breasts pretreated with salt and phosphate solutions. **Poultry Science**, v. 81, n. 12, p. 1910-1915, 2002.
- UBABEF. UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. Disponível em: <<http://www.abef.com.br/noticias>>. Acesso em: 10 abril 2015.
- WANG, K. H., SHI, S. R., DOU, T. C. and SUN, H. J. Effect of a free-range raising system on growth performance, carcass yield, and meat quality of slow-growing chicken. **Poultry Science**, v.88, p.2219–2223, 2009. doi:10.3382/ps.2008-00423.
- WOESSNER JUNIOR, J. F. The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this imino acid. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, Miami, v. 93, p. 440-447, 1961.

## **CAPÍTULO 5 – QUALIDADE DA CARNE DE FRANGO DE CORTE PROVENIENTE DE DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO E PERÍODOS DE CONGELAMENTO**

**RESUMO-** O objetivo foi estudar as características qualitativas da carne do peito, da sobrecoxa e da coxa de aves proveniente de diferentes sistemas de produção e os efeitos desses cortes com armazenamento em congelamento (-18°C) por diferentes períodos. Foram utilizadas 500 carcaças de frango de corte, machos e analisados os parâmetros qualitativos: pH, cor, oxidação lipídica por meio do teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs) e atividade de água ( $A_w$ ). Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4x5, sendo quatro sistemas de produção de frango (convencional, orgânico, caipira e livre de antibiótico) e cinco períodos de armazenamento (refrigeradas, 3, 6, 9 e 12 meses de congelamento) com 25 repetições cada e as médias dos resultados obtidos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os sistemas de produção estudados influenciaram no aumento da luminosidade ( $L^*$ ) da carne do peito das aves com o período de armazenamento. Os sistemas de produção apresentaram diferença na coloração da carne do peito das aves para a intensidade de amarelo ( $b^*$ ). O processo de congelamento em seus diferentes períodos de armazenamento não preservou os valores de TBARs, pois estes aumentaram com o armazenamento na carne do peito das aves. Nas carnes da sobrecoxa do sistema caipira não foi observada diferença no pH das refrigeradas e em todos os períodos de congelamento. As carnes das coxas refrigeradas apresentaram maiores valores de pH para os frangos do sistema convencional quando comparado aos demais sistemas. A  $A_w$  da carne das coxas de frango de corte não foi influenciada pelos sistemas de produção. As características qualitativas dos cortes cárneos (peito, sobrecoxa e coxa) de frango de corte são influenciadas pelos sistemas de produção. O armazenamento sob congelamento (-18°C) não é capaz de preservar todos os parâmetros qualitativos e não evita a oxidação lipídica da carne de frango de corte produzidos nos diferentes sistemas.

**Palavras chave:** caipira, cor, livre de antibiótico, orgânico, oxidação lipídica, pH

## **CHAPTER 5 - MEAT QUALITY OF BROILERS FROM DIFFERENT PRODUCTION SYSTEMS AND PERIODS OF FREEZING**

**SUMMARY** – The aim was to study the qualitative characteristics of breast, drumstick and thigh of broilers from different production systems and to evaluate these freezing storage with cuts (-18 °C) extended for different periods. Were used 500 broiler carcasses, males and analyzed qualitative parameters: pH, color, lipid oxidation and water activity ( $a_w$ ). We used a completely randomized design (CRD) in a factorial design 4x5, four broilers production systems (conventional, organic, free-range and antibiotic-free) and five periods of storage (chilled, 3, 6, 9 and 12 month freezing) with 25 repetitions each. The average results were compared by Tukey test at 5% significance level. Production systems studied influence the increase in luminosity ( $L^*$ ) of the breast meat of poultry according to the storage period. All production systems showed differences in the color of breast meat from broilers to the yellow intensity ( $b^*$ ). The freezing process at different periods of storage didn't preserve the TBARs values, as they increased with storage in the breast meat of broilers. The meat from drumsticks of free-range system was no difference in the pH of refrigerated and in all periods of freezing. Chilled meat from thighs showed higher pH values for chickens the conventional system compared to other systems. The  $a_w$  meat of broiler thighs wasn't affected by production systems. The qualitative characteristics of meat cuts (breast, drumstick and thigh) of broilers are influenced by production systems. The storage under freezing (-18 °C) isn't able to preserve all the qualitative parameters of broiler meat produced in different systems.

**Key words:** antibiotic free, color, free-range, lipid oxidation, organic, pH

## 1. Introdução

As exigências pela qualidade da carne de frango são cada vez maiores, tanto em relação ao mercado interno como o externo, e o consumidor está cada vez mais atento aos atributos de qualidade em relação a carne. Tais exigências refletiram em mudanças na gestão de setores envolvidos com o agronegócio da carne de frango e melhoria na cadeia produtiva, principalmente no que se refere ao alto padrão dos processos de congelamento e da logística na comercialização deste produto (VIEIRA, 2007).

A carne de frango é uma das mais consumidas no mundo. Dentre as principais características que beneficiam o seu consumo destacam-se: o preço, a disponibilidade para o mercado consumidor, a percepção de segurança quanto à origem da carne, a preocupação com a saúde por buscar produtos mais saudáveis, não apresentar restrições religiosas ou culturais, praticidade de preparo e a redução no tamanho da família com a aquisição de cortes da carne.

A crescente conscientização da saúde humana e nutricional levou mercados especializados produzirem aves em sistemas alternativos, tais como caipira ou orgânicos. Esta tendência acarretou em mudanças na produção e processamento do produto, mas pode agregar valor aos produtos avícolas (FANATICO et al., 2007).

Por meio da conservação da carne de frango é possível o transporte dos produtos até regiões distantes. Desta maneira, o congelamento é um instrumento fundamental para preservação e manutenção da qualidade do produto. Praticamente é um recurso capaz de impedir o desenvolvimento de micro-organismos nocivos, adiar reações químicas indesejáveis, conservar a estrutura física inalterada e garantir a higiene sanitária na manipulação de alimentos.

A cor da carne é o mais importante atributo de qualidade que influencia na aceitabilidade de produtos cárneos pelo consumidor, pois é uma característica que influencia tanto a escolha inicial do produto como a aceitação do consumidor no momento da aquisição. As condições e o estado em que se encontram os animais podem vir a afetar a cor da carne (SELANI, 2010).

A coloração da carne é variável de espécie para espécie e também está relacionada com a atividade física. O componente que confere cor a carne é a mioglobina. Quanto maior a atividade muscular do animal e o teor de mioglobina,

mais escura é a carne. Outros fatores que interfere na coloração da carne são a idade, sexo, alimentação e habitat do animal (SARCINELLI et. al., 2007).

A oxidação lipídica ou rancidez é um processo pelo qual ocorre a perda de qualidade da carne e seus produtos, depois da deterioração microbiana. Este processo além da alteração de odor e sabor, está relacionado também com a oxidação dos pigmentos da carne, que provoca perda da cor (PINO, 2005). A oxidação lipídica é determinante na vida útil do produto e obtida por meio do valor das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs), especialmente em carnes e seus derivados e um dos procedimentos utilizados para retardar este processo é o congelamento dos produtos.

Dentre todos os atributos qualitativos da carne de frango, o pH e a atividade de água podem interferir na qualidade do produto final. Segundo Souza (2006), mesmo após o abate, reações bioquímicas da carne continuam transformando as reservas energéticas do músculo em ácido láctico sob ação de enzimas relacionada à glicólise onde o pH diminui para 5,7 - 5,9 em carne normal. E a atividade de água dos alimentos é uma medida qualitativa que possibilita avaliar a disponibilidade de água livre, o que é suscetível a diversas reações como a deterioração da carne, transformações físicas, químicas e microbiológicas.

A carne de frango é muito suscetível à deterioração devido ao seu elevado teor de nutrientes, à atividade de água elevada e ao pH próximo à neutralidade, que são fatores favoráveis ao desenvolvimento de micro-organismos oriundos da própria ave ou de fontes externas, por essas razões deve ser mantida sob refrigeração ou congelamento (SILVA, 2005).

Assim, o objetivo do trabalho proposto foi estudar as características qualitativas do peito, da sobrecoxa e da coxa de aves proveniente de diferentes sistemas de produção e os efeitos sobre estes cortes no armazenamento em congelamento (-18°C) prolongado por diferentes períodos.

## **2. Material e métodos**

### **Local**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia e Laboratório de Análise Microbiológica de Água e Alimentos de Origem Animal do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp, Campus de Jaboticabal. As coletas de amostras foram em abatedouros de escala comercial localizados no Estado de São Paulo e as análises realizadas nos meses de janeiro de 2013 à abril de 2014.

### **Material**

Utilizou-se 500 carcaças de frango de corte, machos, provenientes de quatro sistemas de produção, sendo eles, sistema convencional, orgânico, caipira e livre de antibiótico.

Para o sistema convencional foi utilizada linhagem Cobb, com idade de abate de 42 dias. As aves foram confinadas em galpões fechados, receberam rações contendo melhoradores de desempenho e com densidade de no máximo 40 kg/m<sup>2</sup>.

Para a criação no sistema orgânico foram utilizadas aves da linhagem Cobb, abatidas aos 48 dias de idade. As rações das aves foram formuladas com ingredientes orgânicos certificados (milho e farelo de soja) e desprovidas de ingredientes de origem animal e antibióticos, alimentação contendo ingredientes vegetais orgânicos certificados e produtos quimioterápicos não foram utilizados na produção. As aves foram produzidas em sistema semi confinado, em área de pastejo com densidade de no máximo 30 kg/m<sup>2</sup>, tendo a partir dos 25 dias de idade livre acesso a área de pastejo.

Para o sistema de criação tipo “colonial” ou caipira, que são aves bastante rústicas e de linhagens caipiras de crescimento lento, foi utilizada a linhagem Label Rouge Pescoço Pelado e que foram abatidas com 85 dias de idade. Neste tipo de produção não é permitido o uso de melhoradores de desempenho e a ave não receberam produtos quimioterápicos e ingredientes de origem animal na ração. Os galpões de criação eram fechados com densidade de no máximo 30 kg/m<sup>2</sup> e a partir

do 28º dia de idade, as aves passaram a ter acesso a piquetes com densidade de no mínimo três metros quadrados de área disponível para cada ave alojada.

Para o sistema livre de antibiótico ou “*antibiotic-free*”, foram utilizadas aves da linhagem Cobb, abatidas aos 45 dias de idade. As aves foram criadas em galpões fechados convencionais e sem acesso ao pastejo e densidade de no máximo 30 kg/m<sup>2</sup>. A ração foi a base de milho e farelo de soja, desprovida de ingredientes de origem animal e sem o uso de melhoradores de desempenho.

Todas as carcaças de frangos utilizadas para o experimento foram coletadas seguindo o fluxograma de abate comercial e atendendo as exigências de bem estar animal e normas dos Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Após as carcaças atingirem o *rigor mortis*, na sala de cortes realizou-se o preparo das amostras com a divisão das carcaças de frangos nos principais cortes nobres comercializados (peito, sobrecoxa e coxa).

As amostras foram transportadas sob temperatura controlada, preservando a cadeia de frio (4°C a 6°C) para o Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal no qual foram acondicionadas corretamente para realização das análises. Para controle de qualidade higiênico-sanitária das amostras utilizadas no experimento, na recepção dos abatedouros de cada sistema de produção foram realizados 25 suabes das caixas de transporte das aves aos lotes correspondentes das amostras para pesquisa de presença da bactéria *Salmonella* spp. E no processo de abate foram identificados 25 frangos no momento da pendura das aves para após a saída no chiller realização do método de enxaguadura nas mesmas carcaças.

Após o abate, as carcaças seguiram para o resfriamento e estabelecimento do *rigor mortis*. E na sala de cortes realizou-se a divisão das carcaças nos principais cortes nobres comercializados (peito, sobrecoxa e coxa). Todos os cortes foram analisados no dia do abate e coleta, considerados como somente refrigerados, ou seja, sem passar por nenhum processo de congelamento. A outra parcela das amostras foram congeladas em túnel de congelamento com temperatura média de -35°C em tempo médio de 6 horas na planta frigorífico seguindo todas as normas de congelamento e posteriormente armazenadas em freezer sob temperatura de -18°C.

As amostras foram transportadas sob temperatura controlada em veículos apropriados para o Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal onde

foram acondicionadas corretamente e analisadas de acordo com o tratamento. As amostras foram mantidas sob congelamento (-18°C) por um período total 12 meses de armazenamento, onde a cada três meses sob congelamento (3, 6, 9 e 12 meses), as respectivas amostras foram descongeladas sob temperatura de refrigeração (4°C a 6°C) preservando a cadeia de frio e realizadas as análises qualitativas na carne do peito, sobrecoxa e coxa dos frangos proveniente dos diferentes sistemas de produção.

Após o descongelamento, nas respectivas amostras de cada corte foi feita padronização dos músculos a serem utilizados nas análises. Para a carne do peito referente a cada tratamento correspondente, foi utilizado o músculo *Pectoralis major*, para a sobrecoxa foi padronizado o músculo bíceps femoral e para coxa o músculo fibular longo segundo terminologia anatômica de Baumel et al. (1993), e assim, avaliado o pH, coloração, oxidação lipídica e atividade de água da carne dos músculos correspondentes.

### **Identificação de *Salmonella* spp. por PCR**

Foi coletado conteúdo fecal nas caixas de transporte das aves por meio de *suabes* esterilizados na recepção dos animais no frigorífico, e acondicionado em tubos de transporte contendo 10mL de água peptonada tamponada 0,1% esterilizada e carcaças inteiras após a saída do chiller pelo método de enxaguadura, em que se utilizou 300 mL de água peptonada tamponada 0,1% esterilizadas e sacos plásticos também esterilizados para realização do processo de PCR e verificação da presença da bactéria *Salmonella* spp.

Para a extração de DNA procedeu-se a centrifugação das amostras de água da lavagem das carcaças de frango e *suabe* das caixas a 13.400 x *g* por cinco minutos. O líquido foi descartado e ao pellet de células foram acrescentados 750 µL de tampão de extração [Tris-HCl 50mM pH 8.0, EDTA 25mM pH 8.0, NaCl 400mM e SDS 0,5% (p/v)]. As amostras foram agitadas em vortex e mantidas em banho-maria a 65°C por 60 minutos, sendo agitadas a cada 10 minutos, vagarosamente. Posteriormente, foram acrescentados 350 µL de acetato de potássio 5M à solução que foi misturada gentilmente por inversão. Nesta etapa, as amostras foram mantidas no gelo por 30 minutos, invertendo-se os tubos a cada 10 minutos. Após,

as amostras foram centrifugadas a 13.400 x g por 10 minutos a 10°C e o sobrenadante foi transferido para tubos novos, sendo acrescentado a estes 700 µL de clorofórmio:álcool isoamílico (24:1). As soluções foram agitadas em vortex e, posteriormente, centrifugadas a 13.400 x g por 10 minutos a 10°C. Após a centrifugação, o sobrenadante foi transferido para tubos novos, cuidadosamente para não tocar na interface inferior. Posteriormente, foram acrescentados 1000µL de etanol absoluto gelado e a solução, após ser misturada gentilmente, foi mantida em freezer -20°C 'over night'.

Após a precipitação do DNA em etanol, os tubos foram centrifugados a 13.400 x g por 15 minutos a 10°C. A fase líquida foi descartada e o *pellet* foi lavado com 800 µL de etanol 70% (v/v). Após a centrifugação sob as mesmas condições anteriores, a fase líquida foi novamente descartada e o *pellet* foi colocado para secar em temperatura ambiente ±25°C por 60 minutos. Posteriormente, o *pellet* foi ressuscitado em 30µL de tampão TE 10:1 (Tris-HCl 10mM pH 8,0; EDTA 1mM pH 8,0).

A identificação da presença de *Salmonella* spp. nas amostras foi realizada mediante amplificação de um fragmento de 284 pb do gene *invA* com o emprego do par de primers 139 (5' – GTG AAA TTA TCG CCA CGT TCG GGC AA - 3') e 141 (5' – TCA TCG CAC CGT CAA AGG AAC C - 3') (RAHN et al., 1992). A amplificação do fragmento foi realizada por meio de PCR utilizando-se tampão 1X [100 mM Tris-HCl pH 8,8; 500 mM KCl; 0,8% (v/v) Nonidet P40]; MgCl<sub>2</sub> 2 mM; dNTP's 0,2 mM, 1,5 U de *Taq DNA polimerase*, 5,0 pmol de cada primer, 5 µL de DNA genômico estoque para DNA proveniente de amostras de fezes e 2 µL de DNA genômico de amostras de carcaça de frango, e água pura estéril q.s.p. 20 µL. A amplificação foi realizada em um termociclador Veriti (Applied Biosystems) programado para realizar 1 ciclo a 94°C por 4 minutos, 40 ciclos a 94°C por 1 minuto, 60°C por 1 minuto e 72°C por 1,5 minuto, e para finalizar um ciclo a 72°C por 10 minutos. O produto de PCR foi submetido à eletroforese em gel de agarose 1% (p/v), GelRed™ 1x (Uniscience) e padrão de concentração 100 pb DNA Ladder (Invitrogen) para verificação da qualidade e quantidade do DNA. O gel foi visualizado sob luz UV em equipamento de fotodocumentação GEL DOC XR (BioRad).

De acordo com a Instrução Normativa n°. 70 do Ministério da Agricultura, da Pecuária e do Abastecimento por meio do “Programa de redução de patógenos - Monitoramento microbiológico e controle de *Salmonella* spp. em carcaças de frangos e perus” (BRASIL, 2003), este experimento apresentou resultado negativo para presença da bactéria *Salmonella* spp. em todas as amostras estudadas nos diferentes sistemas de produção.

### **Características avaliadas**

**pH:** O pH foi determinado em triplicata, utilizando um peagômetro digital da marca Testo munido de eletrodo de penetração, por meio da inserção direta do eletrodo no peito, sobrecoxa e coxa.

**Cor:** determinado através do colorímetro Minolta Chrome Meter modelo CR-300, que utiliza o sistema CIELAB (L, a\* e b\*). Foram avaliadas as características como luminosidade (L\*), intensidade de vermelho (a\*) e intensidade de amarelo (b\*) no peito, sobrecoxa e coxa.

**Oxidação lipídica:** foi determinada no peito, sobrecoxa e coxa pelo teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs), segundo a metodologia descrita por VYNCKE et al. (1970). Utiliza para extração com ácido tricloroacético 5 gramas de amostra moídas e após a reação de coloração sob aquecimento com ácido tiobarbitúrico, leitura no comprimento de onda 538 nm e o resultado expresso em mg de tetrametoxipropano (TMP)/Kg de amostra.

**Atividade de Água (A<sub>w</sub>):** as amostras moídas do peito, sobrecoxa e coxa foram inseridas em um recipiente próprio do aparelho analisador de atividade de água “Aqualab” (Decagon Devices Inc.), que utiliza o princípio do ponto de orvalho, metodologia aprovada pela AOAC (2007).

### **Delineamento Estatístico**

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4x5, sendo quatro sistemas de produção de frango (convencional, orgânico, caipira e livre de antibiótico) e cinco períodos de armazenamento (refrigeradas, 3, 6, 9 e 12 meses de congelamento) com 25 repetições (carcaças) para cada sistemas

de produção e período de armazenamento. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando o GLM *Procedure* do sistema operacional SAS® (2002) e as médias dos resultados obtidos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

### 3. Resultados e discussão

Na Tabela 1 encontra-se as médias obtidas para luminosidade (L), intensidade de vermelho (a\*), intensidade de amarelo (b\*), pH, atividade de água ( $A_w$ ) e teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs) da carne do peito de frangos criados sob os sistemas de produção livre de antibiótico, caipira ou tipo colonial, convencional e orgânico, assim como o acompanhamento destes cortes com 3, 6, 9 e 12 meses de congelamento.

Tabela 1. Médias obtidas para luminosidade (L), intensidade de vermelho (a\*), intensidade de amarelo (b\*), pH, atividade de água ( $A_w$ ) e teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs) da carne do peito de frangos criados sob diferentes sistemas de produção e armazenamento em meses.

	L	a*	b*	pH	$A_w$	TBARs (mgTMP/kg)
<b>Armazenamento em meses (A)</b>						
<b>Refrigerada</b>	51,56D	2,12A	4,58D	5,92AB	0,978A	0,073E
<b>3</b>	54,01C	1,49C	7,19B	5,85C	0,972B	0,489D
<b>6</b>	55,41B	2,13A	8,06A	5,94A	0,972B	0,810C
<b>9</b>	54,87B	1,69BC	7,37B	5,91ABC	0,975AB	1,257B
<b>12</b>	57,36A	1,77B	6,27C	5,87BC	0,977A	1,887A
<b>Pr&gt;F</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,004	<0,001	<0,001
<b>Sistemas de Produção (S)</b>						
<b>Livre de Antibiótico</b>	51,30C	1,87B	5,29C	6,01A	0,981A	0,828B
<b>Caipira</b>	55,08B	1,44C	5,92B	5,73C	0,974B	1,188A
<b>Convencional</b>	56,69A	1,38C	9,92A	6,01A	0,977B	0,916B
<b>Orgânico</b>	55,51B	2,66A	5,64BC	5,86B	0,967C	0,682C
<b>Pr&gt;F</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>Pr&gt;F AxS</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,008	<0,001	<0,001
<b>CV (%)</b>	2,21	19,09	11,07	1,77	0,63	23,71

Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); \*(P<0,05); \*\* (P<0,01); CV= Coeficiente de variação, Pr (probabilidade).

Na Tabela 1 observa-se interação significativa ( $P < 0,01$ ) em todas as características qualitativas da carne do peito avaliadas entre os sistemas de produção e os períodos de armazenamento. Assim os desdobramentos das interações estão apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Os sistemas de produção estudados influenciaram no aumento da luminosidade ( $L^*$ ) da carne do peito das aves de acordo com o período de armazenamento (Tabela 2). Nas carnes proveniente dos sistemas livre de antibiótico e orgânico, observa-se diferença para essa variável entre as refrigeradas e congeladas, ou seja, as carnes congeladas obtiveram maiores valores para a luminosidade.

Tabela 2. Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para luminosidade ( $L^*$ ), intensidade de vermelho ( $a^*$ ) e intensidade de amarelo ( $b^*$ ) da carne do peito de frango de corte.

<b>Sistemas de Produção (S)</b>	<b>Armazenamento em meses (A)</b>				
	<b>Luminosidade (<math>L^*</math>)</b>				
	Refrigerada	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	48,07Bb	51,54Ca	52,55Ba	51,73Ca	52,69Ba
Caipira	52,97Ac	54,28Bbc	55,75Aab	55,06Bb	57,35Aa
Convencional	52,80Ac	53,70Bc	56,36Ab	58,28Ab	62,32Aa
Orgânico	52,39Ac	56,53Aa	57,01Aa	54,44Bb	57,18Aa
<b>Sistemas de Produção (S)</b>	<b>Armazenamento em meses (A)</b>				
	<b>Intensidade de vermelho (<math>a^*</math>)</b>				
	Refrigerada	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	1,98Ba	1,84Aab	2,15Aa	1,53Bb	1,88Bab
Caipira	1,48BCa	1,40Ba	1,86Aa	1,26Bb	1,19Cb
Convencional	1,25Cb	1,46Bb	2,10Aa	0,92Bb	1,21Cb
Orgânico	3,78Aa	1,24Bd	2,39Ac	3,04Ab	2,82Abc
<b>Sistemas de Produção (S)</b>	<b>Armazenamento em meses (A)</b>				
	<b>Intensidade de amarelo (<math>b^*</math>)</b>				
	Refrigerada	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	3,36Bb	4,82Cb	6,88Ba	7,02Ba	4,35Cb
Caipira	3,47Bb	6,84Ba	7,59Ba	5,81Ca	5,89Ba
Convencional	8,80Ab	10,29Aa	10,75Aa	9,56Aa	10,22Aa
Orgânico	2,69Bc	6,79Ba	7,02Ba	7,08Ba	4,61Cb

Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); na mesma linha, médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

A cor observada na superfície das carnes é o resultado da absorção seletiva da luz pela mioglobina e por outros importantes componentes, como as fibras musculares e suas proteínas, sendo também influenciada pela quantidade de líquido livre presente na carne (GILL; HOLLEY, 2011). Isto pode indicar que as carnes perderam água com armazenamento sob congelamento, pois foi visualizado aumento da luminosidade ( $L^*$ ) nas carnes dos peitos de frangos de corte avaliados.

Demirok et al. (2013) estudaram a qualidade da carne de frango de corte de três sistemas de refrigeração das carcaças após o processamento, sendo eles resfriamento sob tanque de imersão, resfriamento sob linhas de ar e a combinação dos dois sistemas. Os autores verificaram que as carnes do peito de frangos analisadas após 24 horas armazenadas em refrigeração aumentaram os valores da luminosidade ( $L^*$ ). Neste estudo em todos os tratamentos avaliados também foi visualizado aumento dos valores da luminosidade ( $L^*$ ) nas carnes analisadas nos diferentes períodos de congelamento.

A intensidade de vermelho ( $a^*$ ) ilustra que houve diferença ( $P < 0,05$ ) para os sistemas de produção de frango de corte estudados, o que pode ser justificado por meio da quantidade de mioglobina presente na musculatura da ave. Pois segundo Venturini et al. (2007), a coloração da carne é variável de espécie para espécie e também está relacionada com a atividade física do animal. O componente que confere cor a carne é a mioglobina, assim, quanto maior o teor de mioglobina na musculatura do animal, mais escura será a carne. Outros fatores que interferem na coloração da carne e podem ter influenciados nos resultados desse estudo são a idade, sexo, alimentação e habitat do animal.

Todos os sistemas de produção avaliados apresentaram diferença na coloração da carne do peito das aves para a intensidade de amarelo ( $b^*$ ). Nos sistemas livre de antibiótico, convencional e orgânico nota-se diferença entre as carnes analisadas refrigeradas e congeladas. As carnes que foram congeladas apresentaram também maiores valores na intensidade de amarelo ( $b^*$ ).

Verifica-se que houve diferença ( $P < 0,05$ ) para os sistemas de produção de frango de corte estudados (Tabela 3). O sistema caipira se diferenciou dos demais com menores valores de pH da carne do peito. Fato este confere com Takahashi et al. (2012) que ao estudarem a qualidade da carne de frango de corte tipo colonial e

industrial, também encontraram diferença de valores para o pH das carnes do peito proveniente de aves criadas em sistema convencional (5,72) e caipira (5,63).

Tabela 3. Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para pH, atividade de água ( $A_w$ ) e teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs) da carne do peito de frango de corte.

Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	pH				
	Refrigerada	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	5,96Aa	6,03Aa	6,09Aa	5,98Aa	5,94Aa
Caipira	5,74Ba	5,63Ba	5,76Ba	5,78Ba	5,75Ba
Convencional	6,11Aa	5,97Aa	6,00Aa	6,01Aa	6,01Aa
Orgânico	5,86Aba	5,84Aa	5,93Aa	5,89ABa	5,80ABa

  

Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Atividade de água ( $A_w$ )				
	Refrigerada	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	0,990Aa	0,985Aa	0,968Bb	0,977Aab	0,984Aa
Caipira	0,968Bb	0,963Bb	0,978Aa	0,984Aa	0,981Aa
Convencional	0,990Aa	0,976Ab	0,978Ab	0,969Bb	0,974Ab
Orgânico	0,965Ba	0,965Ba	0,967Ba	0,969Ba	0,970Aa

  

Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Teste de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARs)				
	Refrigerada	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	0,064Ad	0,356Ac	0,762ABb	0,907Bb	2,051Ba
Caipira	0,058Ae	0,404Ad	0,755ABc	2,087Ab	2,634Aa
Convencional	0,105Ad	0,659Ac	1,059Ab	1,058Bb	1,662Ba
Orgânico	0,067Ac	0,501Ab	0,666Bb	0,976Bab	1,202Ba

Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); na mesma linha, médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

GENCHEV et al. (2008) citam que os valores de pH são dependentes do glicogênio armazenado no músculo o qual é altamente influenciado pela atividade locomotora e aos fatores pré-abate, e relatam consumo mais rápido do glicogênio após o abate e produção de ácido láctico em estudo com codornas de idade mais avançada.

O pH também não apresentou alteração entre as carnes refrigeradas e durante o armazenamento sob congelamento. Isto indica que o processo de congelamento permitiu a preservação da variável pH nas carnes de peito estudadas.

Outra característica avaliada foi a atividade de água que mostra a quantidade de água livre ou disponível nos alimentos, altos valores são considerados como perecíveis e apresentam grande chance de sofrer ação microbiana.

A carne do peito das aves proveniente do sistema de produção orgânico, preservou os valores da atividade de água ( $A_w$ ) durante os 12 meses de armazenamento sob congelamento. O congelamento é um dos métodos mais indicados na preservação da qualidade dos produtos considerados perecíveis, pois estes alimentos apresentam maiores valores para atividade de água e quando submetidos ao processo de congelamento, ocorre diminuição desses valores. No sistema convencional verificaram-se menores valores para essa variável nas carnes que foram submetidas ao congelamento nos diferentes períodos de análise.

As reações têm sua velocidade reduzida com a diminuição da atividade de água e em um valor abaixo de 0,2, todas as reações são praticamente inibidas, com exceção da oxidação de lipídica. Dependendo da atividade de água, a oxidação de lipídios passa por um mínimo, depois sofre uma rápida elevação (DITCHFIELD, 2000).

Foi avaliado neste estudo o teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs), observaram-se aumento dos valores finais, o que leva a concluir que houve uma maior reação da oxidação lipídica dos produtos. A reação da oxidação ocorre espontaneamente e pode prejudicar a vida útil do produto pela formação do ranço.

O processo de congelamento em seus diferentes períodos de armazenamento não proporcionou a manutenção dos valores do TBARs, pois estes aumentaram com o armazenamento na carne do peito das aves de todos os sistemas de produção. Conforme Sarantopoulos et. al. (2001), além da desnaturação das proteínas, pode ocorrer nos produtos cárneos congelados, a desidratação da superfície, a oxidação da gordura e alterações na cor.

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) para os TBARs encontrados entre os sistemas de produção estudados até o período de três meses de congelamento. É

interessante ressaltar que o sistema caipira apresentou maior oxidação lipídica nas análises das carnes do peito armazenados com 9 e 12 meses sob congelamento. Os substratos da reação oxidativa são os ácidos graxos insaturados, porque contêm duplas ligações que podem reagir com o oxigênio, assim como com outros substratos como os carotenóides e as vitaminas A e E também podem sofrer reações análogas que podem estar presente em maiores quantidades nas carnes produzidas no sistema caipira.

O presente estudo, concorda com Gomes et al. (2003) no qual relataram que o desenvolvimento da rancidez oxidativa agrava-se durante o armazenamento da carne de frango mesmo sob congelamento, pois, enquanto as reações deteriorativas (microbiológicas e enzimáticas) podem ser inibidas com o emprego de baixas temperaturas, a oxidação lipídica ocorre normalmente à temperaturas baixas, embora numa velocidade reduzida, além disso, este processo destrói as membranas intracelulares, diminuindo a suculência e o peso da carcaça.

Na Tabela 4 encontram-se as médias obtidas para luminosidade (L), intensidade de vermelho ( $a^*$ ), intensidade de amarelo ( $b^*$ ), pH, atividade de água ( $A_w$ ) e teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs) da carne da sobrecoxa de frango criados sob os sistemas de produção livre de antibiótico, caipira ou tipo colonial, convencional e orgânico, assim como o acompanhamento deste corte refrigerado e com 3, 6, 9 e 12 meses de congelamento.

Observa-se em todas as características qualitativas da carne da sobrecoxa avaliada, houve interação ( $P < 0,01$ ) entre os sistemas de produção e os períodos de armazenamento. Assim os desdobramentos das interações estão apresentados nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 4. Médias obtidas para luminosidade (L), intensidade de vermelho (a\*), intensidade de amarelo (b\*), pH, atividade de água (A<sub>w</sub>) e teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs) da carne da sobrecoxa de frangos criados sob diferentes sistemas de produção e armazenamento em meses.

	L	a*	b*	pH	A <sub>w</sub>	TBARs(mg TMP/kg)
<b>Armazenamento em meses (A)</b>						
<b>Refrigerada</b>	50,48C	4,64B	5,03C	6,18AB	0,971B	0,065E
<b>3</b>	50,85C	7,78A	7,13A	6,13B	0,971B	0,528D
<b>6</b>	54,33B	4,35B	7,06A	6,21A	0,984A	1,261C
<b>9</b>	54,44AB	3,87C	6,31B	6,18AB	0,982A	2,456B
<b>12</b>	55,11A	3,15D	4,20D	6,06C	0,984A	3,580A
<b>Pr&gt;F</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>Sistemas de Produção (S)</b>						
<b>Livre de Antibiótico</b>	52,08B	4,47B	5,36B	6,05C	0,981A	1,195B
<b>Caipira</b>	50,72C	5,39A	5,25B	6,20B	0,978BC	1,787A
<b>Convencional</b>	54,47A	4,11B	7,55A	6,32A	0,975C	1,687A
<b>Orgânico</b>	54,90A	5,05A	5,63B	6,02C	0,979AB	1,644A
<b>Pr&gt;F</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>Pr&gt;F AxS</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>CV (%)</b>	2,34	15,99	16,04	6,15	0,63	24,37

Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); \*(P<0,05); \*\* (P<0,01); CV= Coeficiente de variação, Pr (probabilidade).

Um dos atributos que o consumidor avalia na escolha inicial do produto no momento da compra é a cor, assim a luminosidade (L\*) é uma variável que avalia a qualidade da carne juntamente com aceitação do produto. De acordo com a Tabela 5, nota-se que a luminosidade (L\*) apresentou diferenças dentre os sistemas de produção e períodos de armazenamento da carne da sobrecoxa dos frangos e nas carnes analisadas no dia da coleta. Nas carnes das sobrecoxas refrigeradas, o frango caipira apresentou menores valores para essa variável.

Tabela 5. Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para luminosidade ( $L^*$ ), intensidade de vermelho ( $a^*$ ) e intensidade de amarelo ( $b^*$ ) da carne da sobrecoxa de frango de corte.

Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Luminosidade ( $L^*$ )				
	Refrigerada	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	53,15Aa	50,96Ab	52,48Ba	52,66Ba	51,18Bb
Caipira	43,53Bd	46,54Bc	54,54Bab	53,24Bb	55,73Aa
Convencional	52,52Ac	52,25Ac	53,29Bc	58,38Aa	55,90Ab
Orgânico	52,71Ab	53,64Ab	56,99Aa	53,50Bb	57,64Aa
Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Intensidade de vermelho ( $a^*$ )				
	Refrigerada	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	4,34ABb	7,31Ba	3,92ABb	4,10Ab	2,73Ab
Caipira	3,66Bb	11,76Aa	4,81Ab	3,21Bc	3,51Abc
Convencional	5,03Aa	5,04Ca	3,18Bb	3,53ABb	3,78Ab
Orgânico	5,53Ab	7,03Ba	5,53Ab	4,62Ab	2,56Ac
Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Intensidade de amarelo ( $b^*$ )				
	Refrigerada	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	4,43Bab	6,69Aa	5,81Ba	5,79Aa	4,05ABb
Caipira	2,86Bb	6,56Aa	6,83ABa	5,89Aa	4,14Ab
Convencional	8,89Aa	7,87Aa	8,31Aa	7,20Aa	5,48Ab
Orgânico	3,94Bb	7,42Aa	7,31ABa	6,35Aa	3,12Bb

Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); na mesma linha, médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Nota-se que os valores para a intensidade de vermelho ( $a^*$ ) teve grande variação nas carnes refrigeradas para todos os sistemas de produção. No armazenamento sob o congelamento as carnes da sobrecoxa diminuiu os valores para essa variável, pois no processo de descongelamento ocorre perda de exsudato da musculatura. Para a intensidade de amarelo ( $b^*$ ) o armazenamento sob congelamento da carne da sobrecoxa preservou os valores até 9 meses sob congelamento e com 12 meses essas carnes apresentaram queda na intensidade da cor.

Na Tabela 6, permite-se visualizar a ocorrência da variação do pH das sobrecoxas de acordo com o sistema de produção das aves. As carnes oriundas do

sistema convencional apresentaram maiores valores de pH. Na carne proveniente do sistema caipira não foi observada diferença no pH das refrigeradas e em todos os períodos de armazenamento sob o congelamento.

É possível observar que a atividade de água ( $A_w$ ) das carnes das sobrecoxas apresentou diferença nos seus valores em relação aos períodos de armazenamento estudados. Nos sistemas de produção, ocorreu aumento dos valores dessa variável após os 3 meses de congelamento.

Tabela 6. Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para pH e atividade de água ( $A_w$ ) da carne da sobrecoxa de frango de corte.

Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Refrigerada	3	6	9	12
	<b>pH</b>				
Livre de Antibiótico	5,96Cb	6,06Bab	6,17ABa	6,13ABa	5,94Bb
Caipira	6,24Ba	6,14ABa	6,20Aa	6,23Aa	6,17Aa
Convencional	6,51Aa	6,24Ab	6,31Ab	6,27Ab	6,25Ab
Orgânico	5,97Cb	6,07Bab	6,14Ba	6,10Ba	5,86Bb
Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Refrigerada	3	6	9	12
	<b>Atividade de água (<math>A_w</math>)</b>				
Livre de Antibiótico	0,975Ab	0,983Aab	0,982Aab	0,980Aab	0,987Aa
Caipira	0,960Bb	0,969Ab	0,986Aa	0,987Aa	0,988Aa
Convencional	0,979Aa	0,958Bb	0,986Aa	0,979Aa	0,976Ba
Orgânico	0,970Ab	0,976Aab	0,983Aa	0,982Aa	0,986Aa
Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Refrigerada	3	6	9	12
	<b>Teste de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARs)</b>				
Livre de Antibiótico	0,052Bc	0,793Ab	1,093Ab	1,674Bb	2,363Ca
Caipira	0,050Bd	0,283Bc	0,791Bc	3,404Ab	4,406Aa
Convencional	0,115Ad	0,507Ac	1,676Ab	1,815Bb	4,325Aa
Orgânico	0,046Be	0,531Ad	1,485Ac	2,933Ab	3,229Ba

Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); na mesma linha, médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Nota-se em todos os sistemas estudados maiores valores finais obtidos para as substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs) na carne da sobrecoxa.

Quanto maior os valores obtidos, maior é a oxidação lipídica do produto. Assim como para a carne do peito dos frangos de corte analisados, o processo de congelamento em seus diferentes períodos de armazenamento não proporcionou a manutenção dos valores do TBARs, pois estes aumentaram também com o armazenamento da carne da sobrecoxa das aves de todos os sistemas de produção.

Na Tabela 7 encontram-se as médias obtidas para luminosidade (L), intensidade de vermelho ( $a^*$ ), intensidade de amarelo ( $b^*$ ), pH, atividade de água ( $A_w$ ) e teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs) da carne da coxa de frangos criados sob os sistemas de produção livre de antibiótico, caipira ou tipo colonial, convencional e orgânico, assim como o acompanhamento deste corte com 3, 6, 9 e 12 meses de congelamento.

Tabela 7. Médias obtidas para luminosidade (L), intensidade de vermelho ( $a^*$ ), intensidade de amarelo ( $b^*$ ), pH, atividade de água ( $A_w$ ) e teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs) da carne da coxa de frangos criados sob diferentes sistemas de produção e armazenamento em meses.

	L	$a^*$	$b^*$	pH	$A_w$	TBARs(mg TMP/kg)
<b>Armazenamento em meses (A)</b>						
<b>Refrigerada</b>	51,32 D	7,60A	4,55E	6,25A	0,974B	0,112E
<b>3</b>	51,44 D	7,12B	7,29B	6,22AB	0,974B	0,475D
<b>6</b>	53,44 C	6,68B	8,22A	6,29A	0,974B	1,067C
<b>9</b>	56,29 A	4,62D	5,74D	6,25A	0,982A	2,065B
<b>12</b>	54,78B	5,45C	6,58C	6,17B	0,982A	2,624A
<b>Pr&gt;F</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>Sistemas de Produção (S)</b>						
<b>Livre de Antibiótico</b>	52,21B	5,56B	6,14BC	6,15C	0,978AB	1,112B
<b>Caipira</b>	51,73B	7,47A	5,79C	6,24B	0,974B	1,638A
<b>Convencional</b>	54,91A	4,85C	7,69A	6,36A	0,981A	1,182B
<b>Orgânico</b>	54,96A	7,28A	6,29B	6,19C	0,977AB	1,142B
<b>Pr&gt;F</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>Pr&gt;F AxS</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,003	<0,001
<b>CV (%)</b>	2,47	11,81	14,44	1,54	0,67	26,49

Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); \*( $P<0,05$ ); \*\* ( $P<0,01$ ); CV= Coeficiente de variação, Pr (probabilidade).

Pela Tabela 7, observa-se em todas as características qualitativas da carne da coxa avaliada que houve interação ( $P<0,01$ ) entre os sistemas de produção e os

períodos de armazenamento. Assim os desdobramentos das interações estão apresentados nas Tabelas 8 e 9.

Na Tabela 8, detecta-se que a luminosidade ( $L^*$ ) sofreu influência dos sistemas de produção e o períodos de armazenamento. Observa-se para as carnes proveniente dos sistemas convencional e orgânico aumento dos valores desta variável quando as carnes das coxas foram mantidas sob congelamento. Esse processo de aumento da luminosidade ( $L^*$ ), indica que pode ocorrer perda de água no armazenamento, pois a desidratação afeta a reflexão da luz da carne.

Tabela 8. Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para luminosidade ( $L^*$ ), intensidade de vermelho ( $a^*$ ) e intensidade de amarelo ( $b^*$ ) da carne da coxa de frango de corte.

Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Luminosidade ( $L^*$ )				
	Refrigerada	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	54,05 Aa	51,09 Bb	51,60 Bb	55,94 Aa	48,38 Dc
Caipira	49,45 Bc	48,60 Cc	49,95 Bc	56,42 Aa	54,26 Cb
Convencional	49,83 Bc	54,19 Ab	56,86 Aa	56,62 Aa	57,03 Ba
Orgânico	51,95 Ac	51,88 Bc	55,34 Ab	56,19 Ab	59,47 Aa

  

Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Intensidade de vermelho ( $a^*$ )				
	Refrigerada	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	6,10Ca	5,98Ca	6,74Ba	4,27Ab	4,72Bb
Caipira	7,58Bb	9,48Aa	9,25Aa	4,54Ac	6,51Ab
Convencional	5,96Ca	4,76Da	4,00Ca	4,48Aa	5,10ABa
Orgânico	10,75Aa	8,28Bb	6,72Bc	5,21Ad	5,48Ad

  

Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Intensidade de amarelo ( $b^*$ )				
	Refrigerada	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	3,15Cc	5,85Bb	9,39Aa	5,62Bb	6,73Ab
Caipira	3,02Cb	6,16Ba	8,04Aa	4,23Bb	7,50Aa
Convencional	7,13Aa	10,59Aa	5,01Bb	7,74Aa	7,99Aa
Orgânico	4,91Bb	6,59Bb	10,44Aa	5,39Bb	4,12Bb

Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); na mesma linha, médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

É possível observar que as carnes dos frangos em sistema convencional preservaram a intensidade de vermelho ( $a^*$ ) durante todo o período de

armazenamento. Nos seis primeiros meses de congelamento, a carne da coxa dos frangos produzidos sob o sistema caipira obteve maior intensidade de vermelho ( $a^*$ ).

Para a intensidade de amarelo ( $b^*$ ) nota-se nas carnes da coxa do sistema convencional maiores valores para esta variável quando somente refrigeradas. Husak et al. (2008) também encontraram maiores valores para essa variável na carne da coxa proveniente do sistema de produção convencional em estudo que avaliou a qualidade da carne de frango de corte proveniente dos sistemas de criação orgânico, caipira e convencional. O congelamento não preservou os valores da intensidade de amarelo ( $b^*$ ) em seus diferentes períodos de armazenamento.

Na Tabela 9, visualiza-se que carnes somente refrigeradas apresentaram maiores valores de pH para os frangos criados no sistema convencional quando comparado aos demais sistemas. Husak et al. (2008) ao estudarem a qualidade da carne de frangos de corte proveniente dos sistemas de produção orgânico, caipira e convencional, não encontraram diferença para o pH das coxas dos frangos proveniente do sistema orgânico e convencional.

Nas análises das carnes congeladas, não houve diferença significativa entre os sistemas de produção estudados para o pH até os 9 meses sob congelamento. Aos 12 meses de congelamento observa-se diferença significativa do pH para as carne de coxas do frango caipira e convencional com relação ao sistema livre de antibiótico e orgânico. O congelamento das carnes da coxa dos frangos de corte, preservou o pH durante 12 meses para o sistema de produção convencional e por 9 meses para os sistemas livre de antibiótico, caipira e orgânico.

A atividade de água ( $A_w$ ) da carne das coxas de frango de corte não foi influenciada pelos sistemas de produção das aves. Houve influencia somente pelo período de armazenamento dos frangos caipira, convencional e orgânico; pois as carnes do sistema livre de antibiótico mantiveram os valores desta variável por 12 meses de armazenamento sob o congelamento.

Tabela 9. Desdobramento da interação entre armazenamento em meses e sistemas de produção para pH e atividade de água ( $A_w$ ) da carne da coxa de frango de corte.

Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	pH				
	Refrigerada	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	5,97Cc	6,24Aa	6,23Aa	6,25Aa	6,07Bb
Caipira	6,20Ba	6,25Aa	6,28Aa	6,34Aa	6,14Ab
Convencional	6,66Aa	6,29Ab	6,38Ab	6,20Ab	6,30Ab
Orgânico	6,10Bb	6,24Aa	6,25Aa	6,24Aa	6,06Bb

  

Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Atividade de água ( $A_w$ )				
	Refrigerada	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	0,977Aa	0,975Aa	0,975Aa	0,979Aa	0,985Aa
Caipira	0,969Ab	0,970Ab	0,975Aab	0,982Aa	0,977Aa
Convencional	0,977Ab	0,974Ab	0,973Ab	0,988Aa	0,982Aa
Orgânico	0,972Ab	0,970Ab	0,975Ab	0,980Aa	0,986Aa

  

Sistemas de Produção (S)	Armazenamento em meses (A)				
	Teste de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARs)				
	Refrigerada	3	6	9	12
Livre de Antibiótico	0,126Ac	0,586Ac	1,190Ab	1,842Ba	1,818Ba
Caipira	0,128Ac	0,252Ac	0,758Ac	2,677Ab	4,375Aa
Convencional	0,116Ad	0,655Ac	1,256Ab	1,801Ba	2,081Ba
Orgânico	0,079Ad	0,409Ac	1,063Ab	1,939Bb	2,221Ba

Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%); na mesma linha, médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

No teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs), observa-se que não houve diferença entre os sistemas de produção estudados sobre as carnes das coxas analisada até aos 6 meses de congelamento. Após este período, as carnes das coxas das aves do sistema caipira tiveram maiores valores.

Assim como observado na carne do peito e da sobrecoxa das aves proveniente dos diferentes sistemas de produção, o congelamento não foi capaz de evitar a oxidação lipídica das carnes das coxas. Os valores encontrados para o TBARs aumentam conforme aumenta os períodos de armazenamento dessas carnes.

#### 4. Conclusões

As características qualitativas dos cortes cárneos (peito, sobrecoxa e coxa) de frango de corte são influenciadas pelos sistemas de produção. O armazenamento sob congelamento (-18°C) não é capaz de preservar todos os parâmetros qualitativos e não evita a oxidação lipídica da carne de frango de corte produzidos nos diferentes sistemas.

#### 5. Referências bibliográficas

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC). **Official methods of analysis**. 18.ed. Gaithersburg: AOAC International, 2007. xxix, 1v.
- BAUMEL, J. J.; KING, A. S; BREAZILE, J. E.; EVANS, H. E.; BERGE, J. C. V. (ed). **Handbook of avian anatomy: *Nomina Anatomica Avium***. 2. ed. Cambridge: Berge, 1993. 779p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 70, 10 outubro de 2003. Programa de redução de patógenos monitoramento microbiológico - controle de salmonella sp. em carcaças de frangos e perus. **Diário Oficial** da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 out. 2003b. Seção 1, p. 9.
- DEMIROK , E., VELUZ, G., STUYVENBERG, W. V., CASTAÑEDA, M. P, BYRD, A., AND ALVARADO, C. Z. Quality and safety of broiler meat in various chilling systems. **Poultry Science** 92:1117–1126, 2013. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02493>.
- DITCHFIELD, C. Estudos dos métodos para a medida da atividade de água. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 195p., 2000.
- FANATICO, A. C, PILLAI, P.B., EMMERT, J. L. and OWENS, C. M. Meat Quality of Slow- and Fast-Growing Chicken Genotypes Fed LowNutrient or Standard Diets and Raised Indoors or with Outdoor Access. **Poultry Science** 86:2245–2255, 2007.
- GENCHEV, A.G.; RIBARSKI, S.S.; AFANASJEV, G.D.; BLOHIN, G.I. Fattening capacities and meat quality of Japanese quails of Faraon and White English breeds. **Journal Central European Agriculture**, v.6, n.4, p.501- 505, 2008.
- GILL, C. O., HOLLEY, R. A. Mecanismos de mudanças de cor em carnes frescas e processadas. Disponível em: <[http://www.ital.sp.gov.br/ctc/eventos/terceiro\\_congresso/1.doc](http://www.ital.sp.gov.br/ctc/eventos/terceiro_congresso/1.doc)>. Acesso em: 04 de maio de 2015.

- GOMES, H.A et. al. Evaluation of the 2-thiobarbituric acid method for the measurement of lipid oxidation in mechanically deboned gamma irradiated chicken meat. **Food Chemistry**. V.80 p.433-437, 2003.
- HUSAK, R. L., SEBRANEK, J. G., BREGENDAHL, K. A Survey of commercially available broilers marketed as organic, free-range, and conventional broilers for cooked meat yields, meat composition, and relative value. **Poultry Science** 87:2367–2376, 2008. doi:10.3382/ps.2007-00294.
- PINO, L.M. Estabilidade oxidativa da carne de frangos alimentados com diferentes fontes lipídicas, armazenada sob congelamento. 2005. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP, 2005.
- SARANTOPOULOS, C.I.G.L.; OLIVEIRA. L. M.; CANAVESI, E. Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis. Campinas: CETEA/ITAL, 213p. 2001.
- SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C.; VENTURINI, K. S. Processamento da Carne Suína. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, 2007. Disponível em: <[http://www.agais.com/telomc/b01907\\_processamento\\_suinos.pdf](http://www.agais.com/telomc/b01907_processamento_suinos.pdf) >. Acesso em 21 de abril de 2015.
- SAS Institute. **SAS user’s guide: statistics**. Release 8.02. Cary, 2002.
- SELANI, M. M. Extrato de bagaço de uva como antioxidante natural em carne de frango processada e armazenada sob congelamento. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 2010.
- SILVA, J.C.T. Carne de Frango: Aumenta a demanda Mundial e a Produção Brasileira Acompanha o Crescimento. 2005. Disponível em: [http://www.aviculturaindustrial.com.br/site/dinamica.asp?id=1338&tipo\\_tabela=produtos&categoria=frango\\_de\\_corte](http://www.aviculturaindustrial.com.br/site/dinamica.asp?id=1338&tipo_tabela=produtos&categoria=frango_de_corte). Acesso em 26 de abril de 2015.
- SOUZA, H. B. A. Parâmetros Físicos e sensoriais utilizados para Avaliação de Qualidade da Carne de Frango. In: Seminário Internacional de Aves e Suínos, Florianópolis. Aveworld, 2006.
- TAKAHASHI, S.E., MENDES, A. A., MORI, C. et.al. Qualidade da carne de frangos de corte tipo colonial e industrial. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária**. Ano IX – n.18, 2012.
- VENTURINI. K. S. et al., Características da Carne de Frango. Universidade Federal do Espírito Santo - UFES Pró-Reitoria de Extensão – Programa Institucional de Extensão, PIE-UFES:01307, 2007.
- VIEIRA, E.T.T. **Influência no Processo de Congelamento na Qualidade do Peito de Frango**. 2007. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. URI. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Alimentos. Disponível em: [http://www.uricer.edu.br/cursos/arq\\_trabalhos\\_usuario/569.pdf](http://www.uricer.edu.br/cursos/arq_trabalhos_usuario/569.pdf). Acesso em 06 de abril de 2015.
- VYNCKE, B. W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette Seifen Anstrichm.**, Leinfelden, v.72, n.12, p.1084-1087, 1970.

## CAPÍTULO 6- CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conscientização da população sobre os sistemas da produção de alimentos, considerando os efeitos sobre o meio ambiente, sobre os animais e sobre as pessoas aumenta nos últimos anos. O consumidor atualmente, já percebe e se preocupa com atributos como qualidade biológica e segurança alimentar, além das qualidades sensoriais e físico-químicas do alimento.

O consumidor busca informações da forma de produção, muitas vezes apontados como diferencial no consumo de produtos alimentícios. A percepção dos consumidores quanto aos aspectos sanitários, com a conservação do produto, com as características organolépticas e as informações presentes nos rótulos é um indicativo das exigências cada vez mais presentes na população.

O sistema de produção avícola convencional com todo o seu desenvolvimento tecnológico nas diversas áreas, tais como melhoramento genético, nutrição e técnicas na produção, abate e comercialização dos produtos, proporciona a disponibilidade, a qualquer classe social da população, de proteína de excelente qualidade e com preços acessíveis.

A escolha por modelos de produção de alimentos serve como um mecanismo de pressão para modificar o sistema de produção da avicultura atual. Este processo permitiu a abertura para a produção agroecológica, biológica ou orgânica e caipira que deixou de ser apenas um nicho e se transformou em um mercado promissor tanto para o Brasil como para o exportação. Porém ainda não está disponível a toda a população, pois os preços do produto final obtido ainda são superiores ao do frango de corte criados no sistema convencional.

Os estudos de todos os sistemas de produção para a melhoria na qualidade da carne permite utilizar ferramentas que podem trazer implicações nos fenômenos relacionados ao crescimento muscular e transformação de músculo em carne, qualidade nutricional da carne, além da qualidade físico-químicas e microbiológicas que são de grande interesse para a avicultura industrial de corte.

Os diferentes sistemas de produção disponíveis no mercado influenciam a composição química, colesterol e perfil de ácidos graxos da carne do peito, sobrecoxa e coxa de frango de corte. E os sistemas alternativos de produção

destacam-se por maiores quantidades de gorduras na forma de ácidos poli-insaturados e estes são benéficos para consumo humano.

O armazenamento sob congelamento nas carnes de frango proporcionou maiores valores para a força de cisalhamento, carnes menos macias às carnes refrigeradas. O congelamento das carnes do peito, sobrecoxa e coxa influencia os parâmetros qualitativos da textura das carnes provenientes de frango de corte de diferentes sistemas de produção.

A qualidade dos cortes cárneos (peito, sobrecoxa e coxa) de frango de corte são influenciadas pelos sistemas de produção. O armazenamento sob congelamento (-18°C) não é capaz de preservar todos os parâmetros qualitativos da carne de frango de corte produzidos nos diferentes sistemas.

Dessa forma, este estudo disponibiliza mais informações na composição química e da qualidade de outros cortes comerciais na carne de frango pouco avaliados, sobrecoxa e coxa, que assim como o peito, são relevantes na produção e comercialização. Apesar dos sistemas alternativos de produção de frango de corte destacarem-se por proporcionar carnes com gorduras mais benéficas ao organismo humano no comércio, ainda atinge apenas uma parcela da população brasileira por possuir custos elevados, entretanto em diversos países estes sistemas são exigências para mercado consumidor.