

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Programa de Pós Graduação em Zootecnia

Stéphane Cristyne de Oliveira Estevão

***WHITE STRIPING*, QUALIDADE DA CARNE E DESEMPENHO DE FRANGOS DE
CORTE SUBMETIDOS À RESTRIÇÃO ALIMENTAR**

**Diamantina
2020**

Stéphane Cristyne de Oliveira Estevão

***WHITE STRIPING*, QUALIDADE DA CARNE E DESEMPENHO DE FRANGOS
DE CORTE SUBMETIDOS À RESTRIÇÃO ALIMENTAR**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Sandra Regina Freitas Pinheiro

Catálogo na fonte - Sisbi/UFVJM

E84w Estevão, Stéphane Cristyne de Oliveira Estevão
2024 WHITE STRIPING, QUALIDADE DA CARNE E DESEMPENHO DE FRANGOS
DE CORTE SUBMETIDOS À RESTRIÇÃO ALIMENTAR [manuscrito] /
Stéphane Cristyne de Oliveira Estevão Estevão. -- Diamantina,
2024.
68 p. : il.

Orientadora: Prof.^a Sandra Regina Freitas Pinheiro.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -- Universidade Federal
dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia, Diamantina, 2020.

1. estrias brancas. 2. linhagem de frango. 3. genótipo. 4.
restrição alimentar. I. Pinheiro, Sandra Regina Freitas . II.
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. III.
Título.

STÉPHANE CRISTYNE DE OLIVEIRA ESTEVÃO

**WHITE STRIPING, QUALIDADE DA CARNE E DESEMPENHO DE
FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS À RESTRIÇÃO ALIMENTAR**

Dissertação apresentada ao
MESTRADO EM ZOOTECNIA, nível
de MESTRADO como parte dos
requisitos para obtenção do título de
MESTRA EM ZOOTECNIA

Orientador (a): Prof.^a Dr.^a Sandra
Regina Freitas Pinheiro

Data da aprovação : 29/06/2020


Prof.Dr.^a SANDRA REGINA FREITAS PINHEIRO - UFVJM


Prof.Dr. CLEUBE ANDRADE BOARI - UFVJM


Prof.Dr. WAGNER AZIS GARCIA DE ARAÚJO - IFNM


Prof.Dr.^a SIMARA MÁRCIA MARCATO - UEM



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
DIAMANTINA – MINAS GERAIS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



ATESTADO DE DEFESA POR VIDEOCONFERÊNCIA

Atesto para os devidos fins que no dia **29** de junho de 2020, às 14h, nas dependências da UFVJM em Diamantina, foi realizada a defesa de dissertação/tese da discente **Stéphane Cristyne de Oliveira Estevão** com o trabalho intitulado “White striping, qualidade da carne e desempenho de frangos de corte submetidos à restrição alimentar”, no Programa de Pós-graduação em **Zootecnia**.

Na qualidade de presidente da banca, atesto que a Prof.^a Dr.^a Simara Márcia Marcato (docente da **Universidade Estadual de Maringá**), participou através de videoconferência.

Em virtude da participação remota do membro da banca acima indicado, eu, **Sandra Regina Freitas Pinheiro**, enquanto servidor público, no gozo de fé pública, assino no lugar desse na Ata de Defesa e na Folha de Aprovação da referida defesa.

Por ser verdade, dou fé e assino o presente atestado.

Diamantina, 29 de junho de 2020.

Presidente da Banca



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
DIAMANTINA – MINAS GERAIS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



ATESTADO DE DEFESA POR VIDEOCONFERÊNCIA

Atesto para os devidos fins que no dia **29** de junho de 2020, às 14h, nas dependências da UFVJM em Diamantina, foi realizada a defesa de dissertação/tese da discente **Stéphane Cristyne de Oliveira Estevão** com o trabalho intitulado “White striping, qualidade da carne e desempenho de frangos de corte submetidos à restrição alimentar”, no Programa de Pós-graduação em **Zootecnia**.

Na qualidade de presidente da banca, atesto que o Prof. Dr. Wagner Azis Garcia de Araújo (docente do **Instituto Federal do Norte de Minas Gerais**), participou através de videoconferência.

Em virtude da participação remota do membro da banca acima indicado, eu, **Sandra Regina Freitas Pinheiro**, enquanto servidor público, no gozo de fé pública, assino no lugar desse na Ata de Defesa e na Folha de Aprovação da referida defesa.

Por ser verdade, dou fé e assino o presente atestado.

Diamantina, 29 de junho de 2020.



Presidente da Banca

Dedico ao espírito de
luz da minha avó
Belchiolina Estevão.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar à DEUS.

Aos meus pais Baltazar e Edna, por todo amor, apoio, paciência, confiança e dedicação durante a minha vida e a todos os ensinamentos que foram fundamentais para formação do meu caráter.

À minha orientadora Dr^a. Sandra Regina Freitas Pinheiro, por todo companheirismo, amizade, oportunidades concedidas e conhecimentos ensinados, fazendo com que a minha admiração, respeito e carinho crescessem cada vez mais, representando uma grande fonte de inspiração.

A todos meus familiares e amigos que me incentivaram e apoiaram incondicionalmente.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e funcionários, especialmente Geraldo, Julião, Mariana e Elizângela.

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

RESUMO

A escolha de linhagens visando otimizar o rendimento muscular e melhorar o desempenho pode ser um fator relevante no contexto da miopatia *white striping* (WS), influenciando diretamente a qualidade final da carne. Objetivou-se avaliar o desempenho produtivo e a qualidade da carne de frangos de corte das linhagens Cobb e Ross, submetidos a diferentes manejos alimentares. O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial $2 \times 2 \times 2$ (duas linhagens \times dois sexos \times dois tipos de manejo alimentar), com oito tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 aves por parcela experimental. Os manejos alimentares incluíram alimentação à vontade (*ad libitum*) e restrição alimentar quantitativa (RAQ), em que as aves sob RAQ receberam 70% da quantidade consumida pelas aves alimentadas *ad libitum* no dia anterior. As características de desempenho avaliadas foram: consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso corporal (PC), rendimento de coxa e sobrecoxa (RCS), rendimento de carcaça (RC) e rendimento de peito (RP). Além disso, foram analisadas características físicas da carne, como cor (L^* , a^* , b^*), pH, perda de peso por cocção (PPC), força de cisalhamento (FC) e capacidade de retenção de água (CRA) aos 26 e 41 dias de idade. Aos 26 dias, o sexo influenciou ($P < 0,05$) o CR, GP, CA, PC, RCS, RC e RP, com os machos apresentando melhor desempenho em comparação às fêmeas. A linhagem também afetou o CR, GP, CA e PC, com a linhagem Cobb exibindo melhores resultados. Os diferentes manejos alimentares impactaram o CR, GP, CA, PC, RCS e RP, com o grupo *ad libitum* apresentando os melhores resultados. Foram observadas interações ($P < 0,05$) entre sexo e linhagem para CR, GP, PC e RP, bem como interações entre sexo e manejo alimentar para CA, PC e RC. Quanto às características físicas da carne de peito, o sexo influenciou a cor (L^* , a^* , b^*), pH e a severidade da WS. Os machos apresentaram maiores valores de L^* e pH, além de maior severidade da WS, enquanto as fêmeas tiveram maiores valores de a^* e b^* . A linhagem Ross demonstrou maiores valores de L^* e b^* , além de uma maior PPC. A RAQ influenciou apenas a PPC, que foi maior nas aves alimentadas *ad libitum*. Também foram observadas interações significativas entre sexo e linhagem para a variável a^* , e uma interação tripla entre sexo, linhagem e manejo alimentar para a severidade das WS. Na segunda fase, aos 41 dias, o sexo influenciou ($P < 0,05$) o CR, GP, CA, PC e RP, com os machos mantendo desempenho superior. A linhagem Cobb obteve melhores resultados em GP, PC, RCS e CA. Em termos de manejo alimentar, as aves sob RAQ apresentaram maior GP, enquanto as alimentadas *ad libitum* tiveram melhor CA. Houve interações significativas entre sexo e linhagem para GP, CA e PC, além de uma interação tripla entre sexo, linhagem e manejo alimentar para GP e RCS. A qualidade da carne também foi alterada pelo sexo das aves, com machos apresentando maiores valores de L^* , pH e CRA, enquanto fêmeas tiveram maiores valores de a^* e b^* . A linhagem influenciou a variável a^* , com a Ross exibindo valores superiores. O manejo alimentar afetou a variável b^* , sendo maior no grupo RAQ. As linhagens Cobb e Ross apresentaram diferenças no desempenho e na qualidade da carne, com os frangos Cobb destacando-se em ambas as fases avaliadas. Os machos apresentaram melhor desempenho que as fêmeas, e os diferentes manejos alimentares influenciaram tanto o desempenho quanto a qualidade da carne, com o manejo *ad libitum* favorecendo melhores resultados.

Palavras chave: estrias brancas; genótipo; linhagem de frango; restrição alimentar

ABSTRACT

The selection of broiler strains aiming to optimize muscle yield and improve performance can be a relevant factor in the context of white striping (WS) myopathy, directly influencing the final meat quality. This study aimed to evaluate the productive performance and meat quality of broiler chickens from the Cobb and Ross strains, subjected to different feeding managements. The experiment followed a completely randomized design in a $2 \times 2 \times 2$ factorial arrangement (two strains \times two sexes \times two feeding managements), with eight treatments and five replicates, totaling 20 birds per experimental unit. The feeding strategies included ad libitum feeding and quantitative feed restriction (QFR), where birds under QFR received 70% of the amount consumed by the ad libitum-fed birds the previous day. The performance traits evaluated were feed intake (FI), weight gain (WG), feed conversion ratio (FCR), body weight (BW), thigh and drumstick yield (TDY), carcass yield (CY), and breast yield (BY). Additionally, physical meat characteristics, such as color (L^* , a^* , b^*), pH, cooking loss (CL), shear force (SF), and water-holding capacity (WHC), were analyzed at 26 and 41 days of age. At 26 days, sex significantly influenced ($P < 0.05$) FI, WG, FCR, BW, TDY, CY, and BY, with males outperforming females. Strain also affected FI, WG, FCR, and BW, with Cobb birds showing better results. The different feeding strategies impacted FI, WG, FCR, BW, TDY, and BY, with the ad libitum group showing the best results. Significant interactions ($P < 0.05$) were observed between sex and strain for FI, WG, BW, and BY, as well as interactions between sex and feeding management for FCR, BW, and CY. Regarding the physical characteristics of breast meat, sex influenced color (L^* , a^* , b^*), pH, and the severity of WS. Males exhibited higher L^* and pH values and greater WS severity, while females showed higher a^* and b^* values. The Ross strain demonstrated higher L^* and b^* values, along with greater CL. QFR only affected CL, which was higher in ad libitum-fed birds. Significant interactions between sex and strain were observed for a^* , and a triple interaction between sex, strain, and feeding management was found for WS severity. In the second phase, at 41 days, sex influenced ($P < 0.05$) FI, WG, FCR, BW, and BY, with males maintaining superior performance. The Cobb strain showed better results for WG, BW, TDY, and FCR. Regarding feeding management, QFR birds had higher WG, while ad libitum-fed birds showed better FCR. Significant interactions were observed between sex and strain for WG, FCR, and BW, as well as a triple interaction between sex, strain, and feeding management for WG and TDY. Meat quality was also affected by bird sex, with males showing higher L^* , pH, and WHC values, while females had higher a^* and b^* values. Strain influenced a^* , with Ross birds showing higher values. Feeding management affected b^* , with QFR birds showing higher values. The Cobb and Ross broiler strains demonstrated differences in performance and meat quality, with Cobb birds standing out in both evaluated phases. Males outperformed females, and different feeding managements influenced both performance and meat quality, with ad libitum feeding generally favoring better results.

Keywords: broiler strain; feed restriction; genotype; white striping

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Classificação de graus de *white striping* em peitos de frangos N° 25
- Figura 2 – Desdobramento da interação entre sexo, linhagem e manejo alimentar para a *white striping* de frangos de corte aos 26 dias de idade N° 44
- Figura 3 – Desdobramento da interação entre sexo, linhagem e manejo alimentar no ganho de peso de frangos de corte aos 41 dias de idade N° 48
- Figura 4 – Desdobramento da interação entre sexo, linhagem e manejo alimentar para rendimento de coxa+sobrecoxa de frangos de corte aos 41 dias de idade.....N° 52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações para frangos de corte fêmeas e machos na fase inicial (1 a 7 dias), crescimento (8 a 21 dias) e final (22 a 41 dias).....	Nº 30
Tabela 2 - Desempenho de frangos de corte aos 26 dias de idade	Nº 34
Tabela 3 - Desdobramento da interação entre sexo e linhagem para consumo de ração, ganho de peso, peso corporal, rendimento de coxa+sobrecoxa e rendimento de peito em frangos de corte aos 26 dias de idade	Nº 36
Tabela 4 - Desdobramento da interação entre sexo e manejo alimentar para conversão alimentar, peso corporal e rendimento de carcaça em frangos de corte aos 26 dias de idade	Nº 36
Tabela 5 - Dados referentes a qualidade da carne em frangos de corte aos 26 dias de idade	Nº 41
Tabela 6 - Desdobramento da interação entre sexo e linhagem para teor de a* em frangos de corte aos 26 dias de idade	Nº 42
Tabela 7 - Desempenho de frangos de corte aos 41 dias de idade	Nº 46
Tabela 8 - Desdobramento da interação entre sexo e linhagem para conversão alimentar e peso corporal em frangos de corte aos 41 dias de idade	Nº 49
Tabela 9 - Desdobramento da interação entre linhagem e manejo alimentar para rendimento de carcaça em frangos de corte aos 41 dias de idade	Nº 52
Tabela 10 – Qualidade da carne em frangos de corte aos 41 dias de idade	Nº 54
Tabela 11 – Desdobramento da interação entre linhagem e manejo alimentar para o teor de a* e perda de peso por cocção em frangos de corte aos 41 dias de idade	Nº 55

LISTA DE SIGLAS

a* - Vermelho

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal

b* - Amarelo

CA - Conversão alimentar

CR - Consumo de ração

CRA - Capacidade de retenção de água

GP - Ganho de peso

L* - Luminosidade

FC - Força de cisalhamento

MA - Manejo alimentar

pH - Potencial hidrogeniônico

PC - Peso corporal

PPC – Perda de peso por cocção

RAQ - Restrição alimentar quantitativa

RC - Rendimento de carcaça

RCS - Rendimento de coxa+sobrecoxa

RP - Rendimento de peito

WS - *White striping*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	21
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	22
2.1 Qualidade da carne.....	22
2.2 <i>White striping</i>	25
2.3 Linhagens genéticas e sexo	26
2.4 Restrição alimentar quantitativa	27
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1 Desempenho dos frangos no período de 1 a 26 dias de idade	33
4.2 Desempenho dos frangos no período de 27 a 41 dias de idade	45
5 CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

1 INTRODUÇÃO GERAL

De acordo com a Associação Brasileira de Proteína Animal - ABPA (2020) em 2019 a produção brasileira foi de 13,245 milhões de toneladas de carne de frango, que gerou um consumo aproximado de 42,84 kg de carne por pessoa e 4,214 milhões de toneladas de carne exportada. Além de tudo, os grandes investimentos nas áreas de nutrição, melhoramento genético, manejo e biossegurança fez com que o país se tornasse um dos mais produtivos e reconhecidos em todo o mundo. Paralelamente ao progresso zootécnico, as demandas da sociedade, como segurança alimentar, rastreabilidade, proteção ambiental e sustentabilidade, também evoluíram (BENEVIDES *et al.*, 2016).

Sabe-se o consumidor visa o aspecto visual e aparência da qualidade da carne como principal critério para a compra. Porém, outras características também são levadas em consideração após a compra, como a vida útil, suculência, sabor, maciez, entre outras. Entretanto, a indústria seleciona a produção de frangos de corte, para crescimento, conversão alimentar e acúmulo de massa muscular, incluindo músculo peitoral maior (*Pectoralis major*) ou rendimento de peito. A crescente busca por um aumento nos rendimentos de cortes dos frangos pode ser um dos fatores no aparecimento de miopatias, alterando a qualidade física das mesmas.

Uma das miopatias que surgiram nos últimos anos denomina-se *white striping* (WS) ou estria branca, devido às suas características apresentadas pelo músculo do peito. A WS é caracterizada por estriações brancas paralelas à fibra muscular, afetando principalmente a região cranial do músculo *Pectoralis major* (KUTTAPPAN *et al.*, 2013a). O alto rendimento de corte das linhagens comerciais em curto espaço de tempo trata-se de uma hipótese para o aparecimento da miopatia. Os autores Petracci *et al.* (2013) relataram que linhagens para alto rendimento de peito apresentam uma maior incidência da miopatia em comparação com aves de rendimento padrão. Desta forma, a genética tem se tornado uma das principais responsáveis pelo aumento do aparecimento das lesões musculares principalmente no peito das aves, mas ainda não se sabe a origem da causa que pode ser multifatorial, associadas, além de fatores genéticos, por fatores ambientais, nutricionais, de manejo ou fisiológicos (ZAMBONELLI, 2016).

Estudos demonstram que a ocorrência da miopatia WS em filés de peito de frango de corte é mais comum em frangos machos de elevado desempenho, abatidos com um maior

peso vivo (RUSSO, 2015). Porém, os autores Alnahhas *et al.* (2016), demonstraram que a seleção de linhagens de frangos de corte é outro fator que pode vir a contribuir com a diminuição da ocorrência das estrias no peito da ave. Em frangos de corte, a restrição alimentar pode ser usada para controlar as curvas de crescimento e a ocorrência de alguns distúrbios metabólicos e doenças associadas às altas taxas de crescimento de linhagens geneticamente selecionadas (De JONG *et al.*, 2012; SAHRAEI, 2012; BUTZEN *et al.*, 2013). No entanto, os planos de restrição alimentar devem garantir o mesmo desempenho produtivo e qualidade de carcaça da alimentação *ad libitum* ao final do programa.

Sabe-se que as descobertas mais recentes sobre a correlação entre alta taxa de crescimento, alto rendimento muscular do peito e a ocorrência de miopatias como a WS, que afetam o músculo peitoral maior e outros músculos (Kuttappan *et al.*, 2012a, 2013a; Lorenzi *et al.*, 2014; Sihvo *et al.*, 2014), vêm se tornando cada vez mais discutidas podendo ser um dos fatores na escolha da carne pelos consumidores. Existem poucos estudos que avaliaram o efeito da linhagem e suas características individuais como fator no surgimento da miopatia WS em frangos de corte e a composição e perfil qualitativo das mesmas (LUCCA *et al.*, 2019). Desta forma, objetivou-se determinar o desempenho de frangos de corte de ambos os sexos, a prevalência de *white striping* e a qualidade da carne de duas linhagens de alto desempenho submetidas à manejos alimentares.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Qualidade da carne

O conceito de qualidade de carne é bastante amplo e complexo, relacionado com questões socioeconômicas, técnico-científicas e culturais de uma determinada população, prevalecendo a preferência individual. As concepções analíticas de qualidade envolvem a qualidade percebida pelo consumidor e a qualidade objetiva do produto (CONTRERAS CASTILLO & CUSTODIO, 2002). Segundo Mendes (2001), a qualidade da carne pode ser compreendida por seus atributos sensoriais (cor, textura, sabor e odor), físicos (pH e capacidade de retenção de água), nutricionais (quantidade de gordura, perfil dos ácidos graxos, porcentagem de proteínas, vitaminas e minerais) e sanitários (ausência de agentes contaminantes).

Os atributos exigidos pelo consumidor estabelecem uma relação entre qualidade/valor sendo observadas características de textura, aparência e sabor, no entanto, os aspectos relacionados com a segurança alimentar, ambiental e bem-estar animal estão sendo

considerados em função das mudanças de padrão de consumo ocorridas (FANATICO *et al.*, 2007).

O pH final (após 24 horas) é determinante para qualidade da carne, pois está relacionado com as proteínas e com os pigmentos da carne. Assim, o valor no qual ele se estabiliza influencia os parâmetros de cor, capacidade de retenção de água, maciez, perda de água por cozimento, suculência e estabilidade microbiológica (FLETCHER, 2002).

A cor é um fator que afeta diretamente a decisão do consumidor na hora da compra, já que eles podem associar esta característica aos produtos frescos e de boa qualidade (CASTILLO, 2006). Conforme Pardi *et al.* (2001), a cor da carne é determinada pela mioglobina e pela hemoglobina, sendo que, a hemoglobina tem menor influência.

A palidez da carne está ligada a desnaturação proteica causada pelo baixo pH e pela elevada temperatura da carcaça. A cor observada na superfície das carnes é o resultado da absorção da mioglobina, provocada pela distribuição da luz que sai da carne. Com a diminuição do pH, desnaturação proteica e a expulsão da água, aumenta a interação entre as proteínas, logo aumenta a birrefringência, com menos luz sendo transmitida através das fibras e mais luz dispersa (SHIMOKOMAKI *et al.*, 2006).

A perda de peso por cocção é um parâmetro importante na avaliação da qualidade de produtos cárneos, por estar diretamente associado ao rendimento da carne no momento de consumo e a fatores sensoriais após cocção (PARDI *et al.*, 1993). Carnes com elevadas perdas de líquidos durante o cozimento apresentam redução da suculência quando degustadas (COSTA *et al.*, 2002).

A capacidade de retenção de água é uma propriedade de importância fundamental em termos de qualidade tanto para a carne destinada ao consumo direto, como para a carne destinada à industrialização (ROÇA, 2020). Quando os tecidos têm pouca capacidade de retenção de água, a perda de umidade e, conseqüentemente, de peso durante seu armazenamento é grande (VENTURINI *et al.*, 2007). Segundo Bressan (1998), esta retenção é uma das propriedades funcionais mais importantes da carne, pois influencia seu aspecto, sua palatabilidade e está diretamente relacionada às perdas antes e durante o cozimento.

A necessidade de avaliação da retenção de água está ligada diretamente com o aspecto geral do produto na hora da compra ou quando processado. Uma menor capacidade de retenção de água da carne implica em perdas do valor nutritivo pelo exsudato liberado, resultando em carne mais seca e com menor maciez (ZEOLA *et al.*, 2007).

Características de maciez como firmeza e sensações tácteis estão intimamente relacionadas com a capacidade de retenção de água, pH, grau de gordura de cobertura e características do tecido conjuntivo e da fibra muscular (PARDI *et al.*, 2001).

De acordo com Bressan (1998), a força de cisalhamento determina a textura da carne. Já a maciez pode ser definida como a facilidade com que a carne se deixa mastigar e pode estar composta por três sensações percebidas pelo consumidor: uma inicial descrita como a facilidade de penetração com os dentes, outra mais prolongada que seria a resistência que oferece a carne à ruptura ao longo da mastigação e a final, que se refere sensação de resíduo na boca (MENEZES *et al.*, 2009).

As qualidades físicas e químicas dos peitos de frango de corte são atributos importantes para a indústria avícola e pode ser diretamente afetada pelas estrias brancas (Kuttapan *et al.*, 2013a); carnes com intensidade maior de estrias apresentam coloração mais amarelada. Estudos demonstraram que os filés com maior peso e com maiores graus de estrias apresentaram maior porcentagem de gordura e umidade em relação aos filés normais, além de maior perda por cozimento (MUDALAL *et al.*, 2014).

Kuttapan *et al.* (2013c) avaliaram as dimensões dos filés (comprimento, largura, espessura craniana e espessura caudal), pH, perda de peso por cozimento, cor (L^* , a^* , e b^*) e força de cisalhamento de amostras de peitos classificados como normais, moderados e severos quanto à intensidade da miopatia *white striping*. Cerca de 55,8% dos peitos analisados no experimento apresentaram algum grau de estrias classificadas como moderada (47,5%) e severa (8,3%). Os peitos classificados como severos apresentaram um aumento na intensidade de amarelo da carne e os demais parâmetros qualitativos não apresentaram diferença significativa entre os graus de classificação. Os autores concluíram que há maior ocorrência de estrias brancas em aves mais pesadas, sem grandes alterações químicas e físicas na qualidade da carne.

Tijare *et al.* (2016) observaram que as variáveis perda de água por descongelamento, cozimento e capacidade de retenção de água foram afetadas de forma crescente à medida que aumentou o grau de severidade das estrias, em aves com aproximadamente nove semanas. Os autores observaram que peitos de frangos com miopatia classificadas como severas apresentaram o tamanho de sarcômero maior, entretanto, a força de cisalhamento não diferiu entre as amostras com diferentes graus de severidade.

Tasoniero *et al.* (2016) desenvolveram uma pesquisa no qual analisaram a qualidade das carnes de peito de frangos de corte machos com idade de abate aos 51 dias e coletaram peitos normais e com estrias brancas. Os autores verificaram que os peitos com

miopatia apresentaram pH maiores e filés mais amarelos que os normais. A perda por descongelamento não diferenciou entre os tratamentos e os peitos com miopatia apresentaram menor concentração de matéria mineral.

2.2 *White striping*

O aspecto visual da carne é a principal característica que irá incidir sobre a decisão da compra de um produto embalado em um supermercado. Qualquer diferença da aparência normal resultará na rejeição do produto no mercado de carnes, independentemente de outras características importantes.

A WS afeta a qualidade da carne, pois aves acometidas pelos graus mais severos apresentam maiores níveis de pH e gordura, menor conteúdo proteico, além de maiores perdas por cozimento (%) quando comparado aos filés de peito normais (Pettracci *et al.*, 2013, 2014). Outro aspecto importante é a aceitabilidade negativa pelos consumidores em relação a WS.

Kuttappan *et al.* (2012b) relatam que as WS são uma condição que pode reduzir a aceitação do consumidor e a intenção de compra dos filés de peito de frango desossados e sem pele. A condição é caracterizada por estrias brancas vistas paralelas à direção das fibras musculares nos filés, no qual, pode haver severidade variável (Figura 1). Com base nisso, os filés podem ser classificados como normal (0), moderado (1), severo (2) e grave (3).



Figura 1. Classificação de graus de *white striping* em peitos de frangos.

Fonte: Kuttappan *et al.* (2016).

A etiologia da WS ainda é desconhecida, porém sugere-se estar relacionada com o aumento da taxa de ganho de peso e com a idade da ave. Estudos recentes informaram que a severidade desta condição aumenta em frangos abatidos com oito semanas de vida quando comparados a seis semanas (BAUERMEISTER *et al.*, 2009). Também tem sido demonstrado que, devido ao maior peso corporal, os machos possuem maior incidência desta miopatia, apresentando-a de uma forma mais severa (KUTTAPPAN *et al.*, 2009).

Kuttappan *et al.* (2012b) ao analisarem a aceitação e intenção de compra dos consumidores em relação aos filés de peito de frangos de corte com WS, verificaram que os consumidores, com base na aparência, não comprariam filés de peito nos graus moderado ou severo e conforme o aumento da severidade, menor era a aceitação por parte dos consumidores. Os principais motivos que levaram os consumidores a rejeitarem os filés com WS foram a aparência gordurosa, presença de estrias brancas e a coloração da carne.

Os autores Kuttappan *et al.* (2013b) relatam que a ocorrência do grau severo de linha branca está associada a maior teor de gordura em filés de peito de aves de mesma linhagem alimentada com a mesma formulação de dieta. Atualmente, os produtores e a indústria estão preocupados com a influência das estrias brancas no peito para o mercado de carne de aves. No entanto, pouco se sabe sobre as alterações teciduais associadas à ocorrência dessa condição em frangos de corte e a possível etiologia.

Apesar do desconhecimento do agente causador, há fatores que desencadeiam este quadro. Aves de linhagem com alto rendimento de peito; machos; dietas com alta energia e aves mais pesadas ao abate são fatores que favorecem o aparecimento das lesões (KUTTAPPAN *et al.*, 2012b; 2013b; LORENZI *et al.*, 2014; PETRACCI *et al.*, 2015).

Porém, todos esses fatores parecem estar vinculados à taxa de ganho de peso e peso ao abate.

2.3 Linhagens genéticas e sexo

A qualidade de carcaça em frangos de corte pode ser influenciada por fatores genéticos, os quais têm sido estudados ao longo dos anos. Atualmente, diversas linhagens são utilizadas na produção de frangos de corte e existem diferenças significativas em características de desempenho e de carcaça, entre as linhagens comerciais de frangos de corte (AVILA *et al.*, 1993).

Os frangos machos apresentam melhores rendimentos de carcaça com cabeça e pés, melhor rendimento de coxas, menor porcentagem de pele de peito e menor porcentagem

de gordura abdominal e gordura da periferia da moela (SHIROMA *et al.*, 1996). Da mesma forma, Vargas Junior *et al.* (1996) verificaram que os machos obtiveram melhores rendimentos de carcaça e coxa, porém, os rendimentos de peito e sobrecoxas não foram influenciados pelo sexo das aves. Segundo Stringhini *et al.* (2003), os machos apresentaram maior peso de carcaça e melhor rendimento de carcaça expresso em termos de carcaça eviscerada/peso vivo e carcaça eviscerada/carcaça depenada e sangrada.

As fêmeas dos frangos de corte acumulam maior quantidade de gordura corporal, o que compromete seu ganho de peso e conversão alimentar (STRINGHINI *et al.*, 2003). Isto é causado, principalmente, pela existência de adipócitos de maior tamanho em fêmeas (VIEIRA, 1999). Avila *et al.* (1993) observaram que as fêmeas apresentam menor peso vivo, peso de carcaça e rendimento de carcaça e maior percentagem de gordura abdominal, aos 50 dias de idade.

A ocorrência da miopatia WS em filés de peitos de frangos de corte é mais comum em frangos machos com alto desenvolvimento padrão e de idade avançada (RUSSO *et al.*, 2015). Dietas menos calóricas ocasionaram menor incidência de estrias quando comparadas a dietas de alta energia (Kuttappan *et al.*, 2013a), entretanto, com desempenho inferior.

A seleção de linhagens de frangos de corte pode vir a contribuir com a diminuição da ocorrência das WS (Alnahhas *et al.*, 2016); poucos são os estudos que avaliaram o efeito da linhagem sobre a incidência da miopatia WS em frangos de corte, assim como a composição e o perfil qualitativo das carnes dessas aves, considerando as características individuais de cada linhagem disponível no mercado (LUCCA *et al.*, 2019).

Russo *et al.* (2015) notaram alta prevalência de WS (78%) e encontraram maiores lesões macroscópicas e histológicas em frangos de corte pesados (3,64 kg e 55 dias de idade) quando comparados com frangos de peso médio (2,59 kg e 46 dias de idade). Essa diferença, segundo os autores, foi relacionada a idade avançada e a maior massa muscular.

Kuttappan *et al.* (2013a) demonstraram que aves mais pesadas e com peito maior apresentam uma maior incidência de estrias em comparação com aves mais leves, sendo ainda que a ocorrência pode ser afetada pelo peso final do abate, afetado pelo genótipo, gênero e tipo de alimentação.

2.4 Restrição alimentar quantitativa

A prática de restrição alimentar tem sido pesquisada como forma de manejo para melhorar a qualidade da carcaça, sem afetar o desempenho produtivo e econômico das aves. Os programas de restrição alimentar fundamentam-se em melhorar a eficiência alimentar, reduzindo a gordura abdominal e gordura total da carcaça das aves (ALBANEZ, 1995).

Programas de restrição alimentar têm sido utilizados em frangos com o objetivo de controlar o consumo de alimentos, limitando o crescimento e diminuindo o risco de desordens metabólicas e esqueléticas resultantes da alta velocidade de crescimento destes animais (BENYI *et al.*, 2011; TSIOURIS *et al.*, 2014). Por outro lado, estes programas podem ser vistos como estratégias de melhoria dos índices de desempenho por explorar o ganho compensatório dos animais, pois, após um período de restrição, o animal adapta seu metabolismo e melhora sua eficiência alimentar, tornando-se mais resistente a desafios sanitários ou ambientais (LEE & LEESON, 2001).

A restrição alimentar pode ser feita de duas maneiras. No primeiro caso é fornecida aos animais uma quantidade menor de alimento do que comeria livremente, para esse fim, é necessário pesar continuamente os alimentos e a colocação de alimentadores extras para garantir que todas as aves consumam a mesma quantidade de alimentos (YU & ROBINSON, 1992). O segundo caso seria limitar a quantidade de horas que as aves têm acesso à comida (ARCE *et al.*, 1992).

O método quantitativo pode ser feito por meio da limitação na quantidade de ração fornecida (Pokniak; Comejo, 1982), limitação do tempo de acesso aos comedouros (Proudfoot; Hurlan, 1983), em função do tempo de jejum, com diferentes intensidades e frequências (Washburn; Bondari, 1978), por intermédio do uso de iluminação intermitente (Beane; Cherry, 1979), restringindo o acesso ao alimento pela escuridão.

Após um período de restrição alimentar, os frangos de corte normalmente experimentam um período de crescimento rápido, chamado crescimento compensatório (HORNICK *et al.*, 2000). A forma na qual os frangos apresentam crescimento compensatório depende de muitos fatores, como ambiente, período, método de restrição, estresse e sexo aplicados (LIPPENS *et al.*, 2000; LEE & LEESON, 2001; KHETANI *et al.*, 2009).

O crescimento compensatório envolve fatores genéticos, fisiológicos, nutricionais, metabólicos, endócrinos e aspectos comportamentais. A linhagem comercial Ross 508, por exemplo, é selecionada geneticamente para ter um menor crescimento inicial, seguido de ganho compensatório e, por isso, o *catch-up growth* ou ganho compensatório induzido por restrição alimentar precoce pode ser limitado nessa linhagem (LIPPENS *et al.*, 2000). Já a

linhagem Cobb 500 cresce em velocidade mais rápida no início do ciclo e poderia ser passível de sofrer restrição com resultados mais eficientes.

A maioria das pesquisas sobre restrição alimentar e crescimento compensatório foram feitas há duas décadas, mas as empresas de genética continuam a aumentar o potencial de crescimento de frangos (Zuidhof *et al.*, 2014); portanto, alguns dos resultados de pesquisa podem não ser aplicáveis hoje.

Dados mais recentes mostram que a restrição alimentar de 20% durante a primeira semana de vida pode aumentar a deposição de gordura no músculo do peito, mas quando feita a restrição de 20% durante a segunda semana não resulta em diferença na gordura intramuscular ou gordura abdominal (JALAL; ZAKARIA, 2012; VELLEMAN *et al.*, 2014).

Além disso, Butzen *et al.* (2013) mostraram que frangos que consomem 80% da ingestão *ad libitum* de 8 a 16 dias de idade não diferem no peso final, eficiência alimentar, peso muscular do peito ou teor de gordura aos 35 dias de idade, em comparação com aves alimentadas *ad libitum*. Eles também mostraram que o sexo das galinhas era um fator importante, pois apenas as fêmeas restritas à alimentação tinham um teor de gordura significativamente maior aos 42 dias de idade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Aviário da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus JK, Diamantina, MG no período de 27/06/2019 a 07/08/2019. Todos os procedimentos de criação dos animais e de coleta de material biológico foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais em Experimentação (Protocolo nº 10/2019).

Foram utilizados 800 pintos com um dia de idade, sendo 400 da linhagem Cobb 500 e 400 da Ross. Os mesmos foram vacinados contra Marek no incubatório e, em seguida, encaminhados para o galpão de frango de corte e distribuídos aleatoriamente nos boxes.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial $2 \times 2 \times 2$ (2 linhagens \times 2 sexos \times 2 manejos alimentares), com oito tratamentos e cinco repetições de 20 aves por parcela experimental. O tratamento experimental do manejo alimentar foi adotado com restrição alimentar quantitativa (RAQ), em que um grupo de aves não recebeu a RAQ e os demais receberam a RAQ durante 13 dias, sendo que até o 13º dia de idade todos

receberam *ad libitum*, e o grupo RAQ passou a receber a partir do 14° até o 26° dia da restrição.

As aves do grupo RAQ receberam 70% da quantidade consumida pelos frangos alimentados *ad libitum* no dia anterior. Todas as dietas foram formuladas de acordo com Rostagno *et al.* (2017), seguindo as recomendações para o sexo e desempenho superior (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações para frangos de corte fêmeas e machos na fase inicial (1 a 7 dias), crescimento (8 a 21 dias) e final (22 a 41 dias)

Ingredientes	Fêmeas			Machos		
	Inicial	Crescimento	Final	Inicial	Crescimento	Final
Milho moído	51,87	59,14	61,55	48,30	48,58	56,36
Farelo de soja	40,50	33,35	31,00	43,65	42,43	34,96
Óleo de soja	3,00	3,00	4,36	3,69	5,06	5,37
Fosfato bicálcico	1,95	1,70	1,08	1,87	1,62	1,20
Calcário calcítico	1,16	1,05	0,86	1,14	1,04	0,91
Sal comum	0,48	0,47	0,43	0,51	0,50	0,46
DL-Metionina	0,38	0,38	0,24	0,34	0,33	0,28
L-Lisina HCl	0,26	0,39	0,19	0,18	0,15	0,18
L-Treonina	0,12	0,17	0,06	0,07	0,07	0,06
L-Valina	0,06	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00
Premix mineral ¹	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Premix vitamínico ²	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Coxistac ³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
BHT ⁴	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Composição Calculada						
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	3.000	3.100	3.225	3.000	3.100	3.225
Cálcio (%)	1,02	0,91	0,68	1,01	0,90	0,74
Fósforo disponível (%)	0,49	0,43	0,31	0,48	0,43	0,34
Sódio (%)	0,21	0,21	0,19	0,22	0,22	0,20
Proteína bruta (%)	23,35	20,95	19,66	24,30	23,73	21,00
Arginina digestível (%)	1,47	1,27	1,20	1,55	1,55	1,31
Isoleucina digestível (%)	0,91	0,79	0,75	0,96	0,94	0,81
Lisina digestível (%)	1,34	1,27	1,07	1,36	1,30	1,15
Metionina + Cistina digestível (%)	0,99	0,94	0,79	0,98	0,96	0,85
Treonina digestível (%)	0,88	0,84	0,70	0,88	0,86	0,75
Triptofano digestível (%)	0,26	0,23	0,21	0,27	0,27	0,23
Valina digestível (%)	1,03	0,98	0,82	1,02	1,00	0,88

¹Por quilograma do produto: Cobre 2500,00 mg; Colina 27,00 mg; Ferro 12,5 mg; Iodo 2500,00 mg; Manganês 7,5 mg; Metionina 130,00 g; Selênio 20,00 mg; Sódio 120,00 g; Zinco 4500,00 mg.

²Por quilograma do produto: Ácido Fólico 175,00 mg; Ácido Nicotínico 28000,00 mg; Ácido Pantotênico 2500,00 mg; Bacitracina de Zinco 5100,00 mg; BHA 500,00 mg; BHT 500,00 mg; Biotina 12,50 mg; Vitamina A 500.000,00 UI; Vitamina B1 150,00 mg; Vitamina B12 2500,00 mg; Vitamina B2 800,00 mg; Vitamina B6 250,00 mg; Vitamina D3 170.000,00 UI; Vitamina E 2100,00 UI; Vitamina K3 400,00 mg; Salinomicina 12500,00 mg/kg. ³Salinomicina 6%. ⁴Butil hidroxitolueno.

As variáveis de desempenho e qualidade da carne avaliadas ao final de cada período experimental foram o consumo de ração (kg/ave), ganho de peso (kg/ave), conversão alimentar (kg ração consumida/ kg de ganho), capacidade de retenção de água (%), perda de peso por cocção (%), pH, cor e luminosidade (L^* , a^* , b^*), força de cisalhamento, rendimento de carcaça e cortes (%) e WS.

O consumo de ração foi calculado como a diferença entre o total de ração fornecida menos as sobras de cada unidade experimental. O ganho de peso, sendo a diferença do peso final menos peso inicial. Com base no consumo de ração, corrigido pela data da mortalidade e no ganho de peso, foi calculada a conversão alimentar.

A determinação da capacidade de retenção de água foi baseada na medição da água liberada, quando aplicada uma pressão sobre o tecido muscular. Para isso cubos de carne de 0,5 grama foram dispostos entre dois papéis de filtro (12,5 cm de diâmetro) e, estes entre duas placas de vidro (12 cm × 12 cm × 1 cm), no qual foi aplicado o peso de 10 kg/5 min. (10 cm de diâmetro). As amostras de carne de peito, após a pressão, foram pesadas e por diferença calculadas a quantidade de água perdida. O resultado foi expresso em porcentagem de água exsudada em relação ao peso inicial.

Para as análises de perda de peso por cocção, amostras de filés íntegros foram embaladas em papel laminado, cozidas em chapa metálica de dupla face, com aquecimento em ambas as faces, pré-aquecida e regulada para 180° C, e permaneceram por quatro minutos para cada lado do filé, num total de oito minutos de cozimento atingindo uma temperatura interna de 82 a 85° C. Após o cozimento, os filés foram retirados do papel laminado e resfriados sobre papel absorvente à temperatura ambiente. Posteriormente, as amostras foram pesadas para averiguação da perda de peso antes e após cozimento. A diferença entre o peso inicial (peito “*in natura*”) e final (peito cozido) corresponde à perda de peso por cocção.

As medições de pH foram efetuadas, diretamente, nas amostras de carne utilizando um potenciômetro digital portátil (Analyzer) após inserção do eletrodo de penetração no músculo peitoral direito, sendo realizadas três leituras no equipamento por amostra.

A cor do peito foi determinada por uso de colorímetro (Minolta), no sistema CIELAB, no qual foram avaliados os parâmetros L^* (luminosidade), a^* (teor de vermelho) e b^* (teor de amarelo). Os valores L^* , a^* e b^* foram medidos em três diferentes pontos na superfície ventral e no meio da seção cranial do músculo *Pectoralis major*.

A força de cisalhamento foi avaliada utilizando o texturômetro Stable Micro Systems TAXT 2 plus, equipado com o conjunto de lâmina Warner-Bratzler (probe blade set V). O equipamento foi calibrado com um peso padrão de cinco quilogramas e padrão rastreável. A velocidade de descida e corte do dispositivo foi ajustada para 200 mm/min. As amostras utilizadas foram as mesmas da determinação da perda de peso por cozimento. De cada filé de peito, foi retirada uma amostra em formato de paralelepípedo com dimensões de $1 \times 1 \times 2$ cm (altura, largura e comprimento), posicionada de forma que as fibras estivessem orientadas perpendicularmente à lâmina do probe Warner-Bratzler.

O rendimento de carcaça foi calculado por meio da relação do peso da carcaça eviscerada, com cabeça e pés, dividido pelo peso vivo em jejum e multiplicado por 100. E o rendimento de cortes foi determinado dividindo o peso de cada parte, pelo peso da carcaça eviscerada e o resultado multiplicado por 100, sendo expressos como percentagem do peso da carcaça eviscerada.

A avaliação da *white striping* foi realizada macroscopicamente de acordo com a severidade das estrias aparentes no músculo, classificadas como normal (NORM), moderada (MOD) e severa (SEV), seguindo a metodologia descrita por Kuttappan *et al.* (2012b).

Os dados foram submetidos a análises estatísticas utilizando o programa R (R CORE TEAM, 2019) e seus pacotes. Foi adotado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + L_j + R_k + (SL)_{ij} + SMA_{ik} + (LMA)_{jk} + (SLMA)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Em que Y_{ijkl} é o valor observado para a variável resposta na sua l -ésima repetição da combinação entre o i -ésimo sexo, a j -ésima linhagem e o k -ésimo manejo alimentar, μ é a média geral, S_i é o efeito do i -ésimo sexo, L_j é o efeito da j -ésima linhagem, R_k é o efeito do k -ésimo manejo alimentar $(SL)_{ij}$ é o efeito da interação entre o i -ésimo sexo e a j -ésima linhagem, SMA_{ik} é o efeito da interação entre o i -ésimo sexo e o k -ésimo manejo alimentar, $(LMA)_{jk}$ é o efeito da interação entre a j -ésima linhagem e a k -ésimo manejo alimentar, $(SLMA)_{ijk}$ é o efeito da interação entre o i -ésimo sexo, a j -ésima linhagem e a k -ésimo manejo alimentar; e ε_{ijkl} é o erro experimental.

A análise de variância foi conduzida por meio do teste F (ANOVA). As pressuposições de normalidade dos resíduos, homogeneidade de variância e independência das observações foram avaliadas de forma gráfica e pelos testes de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965), Bartlett (BARTLETT, 1937) e Durbin-Watson (DURBIN; WATSON, 1950,

1951), respectivamente e adotando um nível de significância de 5% de probabilidade. A transformação de Box-Cox (BOX; COX, 1964) foi empregada para variáveis que as pressuposições não foram atendidas ($P < 0,05$). O valor de λ foi estimado pela função *boxcox* do pacote MASS (VENABLES; RIPLEY, 2002) sendo as pressuposições novamente avaliadas. Se ainda assim não fosse constatado o atendimento das pressuposições, adotou-se uma transformação não paramétrica por metodologia Aligned Rank Transformation, sendo essa específica para esquema fatorial (WOBBROCK *et al.*, 2011), por meio da função *art* do pacote ARTool (KAY; WOBBROCK, 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desempenho dos frangos de corte no período de 1 a 26 dias de idade

Para o consumo de ração (CR) e ganho de peso (GP), houve diferença ($P < 0,05$) de acordo com o sexo, linhagem e manejo alimentar (Tabela 2), com análise mais detalhada sobre a interação entre sexo \times linhagem na Tabela 3. Observa-se que no que diz respeito ao manejo alimentar (Tabela 2), as aves do grupo *ad libitum* obtiveram uma média de consumo de ração maior ($1,96 \pm 0,08$) em comparação com as aves alimentadas por RAQ ($1,88 \pm 0,06$). Desdobrando a interação entre sexo e linhagem, constatou-se que os machos das linhagens Cobb e Ross consumiram mais ração do que as fêmeas de suas respectivas linhagens. Entre os machos e fêmeas das diferentes linhagens, observa-se que tanto os machos quanto as fêmeas Cobb apresentaram um consumo maior do que os machos e fêmeas Ross, respectivamente.

Conforme demonstrado na Tabela 2, as aves alimentadas por RAQ apresentaram valores médios menores para o ganho de peso ($1,34 \pm 0,09$), enquanto aquelas alimentadas *ad libitum* alcançaram valores médios mais elevados ($1,43 \pm 0,08$). Os machos das linhagens Cobb e Ross resultaram em um ganho de peso maior em comparação com as fêmeas de suas respectivas linhagens. Por outro lado, entre os sexos, apenas os machos Cobb resultaram em um ganho de peso maior, não havendo diferença significativa entre as fêmeas Cobb e Ross (Tabela 3).

Tabela 2. Desempenho de frangos de corte aos 26 dias de idade

Item ¹	Sexo		Linhagem		Manejo alimentar		DP ²	Significância ³						
	Macho	Fêmea	Cobb	Ross	<i>Ad libitum</i>	RAQ		S	L	MA	S×L	S×MA	L×MA	S×L×MA
CR (Kg)	1,96 ± 0,08	1,89 ± 0,06	1,96 ± 0,08	1,88 ± 0,06	1,96 ± 0,08	1,88 ± 0,06	0,08	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,01	0,41	0,67	0,29
GP (Kg)	1,46 ± 0,06	1,31 ± 0,06	1,40 ± 0,10	1,37 ± 0,08	1,43 ± 0,08	1,34 ± 0,09	0,09	< 0,001	0,003	< 0,001	0,01	0,31	0,92	0,36
CA (Kg/(Kg))	1,34 ± 0,03	1,44 ± 0,05	1,41 ± 0,06	1,38 ± 0,06	1,38 ± 0,05	1,41 ± 0,07	0,06	< 0,001	0,003	0,002	0,67	0,03	0,59	0,052
PC (Kg)	1,51 ± 0,07	1,36 ± 0,06	1,46 ± 0,11	1,41 ± 0,08	1,48 ± 0,09	1,39 ± 0,09	0,10	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,01	0,02	0,24	0,55
RCS (%)	30,88 ± 0,02	27,06 ± 0,02	29,42 ± 0,03	28,53 ± 0,03	29,26 ± 0,03	28,69 ± 0,03	0,03	< 0,001	0,25	0,09	0,06	0,30	0,22	0,054
RC (%)	10,70 ± 0,10	9,75 ± 0,05	10,37 ± 0,08	10,07 ± 0,10	10,46 ± 0,10	9,99 ± 0,07	0,09	< 0,001	0,09	< 0,001	0,007	0,04	0,38	0,76
RP (%)	34,04 ± 0,03	31,24 ± 0,02	33,24 ± 0,04	32,04 ± 0,03	34,04 ± 0,04	31,24 ± 0,02	0,03	< 0,001	0,10	< 0,001	0,01	0,26	0,12	0,68

¹CR = Consumo de ração; GP = Ganho de peso; CA = Conversão alimentar; PC = Peso corporal; RCS = Rendimento de coxa+sobrecoxa; RC = Rendimento de carcaça; RP = Rendimento de peito; ²DP = Desvio padrão; ³S = Sexo; L = Linhagem; MA = Manejo alimentar; S × L = Interação entre sexo e linhagem; S × MA = Interação entre sexo e manejo alimentar; L × MA = Interação entre linhagem e manejo alimentar; S × L × MA = Interação entre sexo, linhagem e manejo alimentar.

Segundo Lara *et al.* (2008) a linhagem Cobb apresenta o melhor desempenho produtivo devido ao melhor ganho de peso, maior rusticidade e resistência ao manejo de temperatura e alta densidade de criação. Além disso, possui alta capacidade de deposição de músculo, obtendo melhor conversão alimentar. No entanto, devido ao alto ganho de peso, sua estrutura óssea torna-se limitante, predispondo a ocorrência de problemas locomotores, menor viabilidade do lote em virtude da mortalidade por infarto e problemas de locomoção. Destaca-se ainda que a linhagem Ross, de acordo com Vieira *et al.* (2007a), apresenta desempenho produtivo semelhante à linhagem Cobb, entretanto, possui crescimento inicial inferior, com o ganho compensatório após os 21 dias de idade, obtendo alto ganho de peso final, ou seja, o peso de abate é semelhante a linhagem Cobb. Flemming *et al.* (1999) afirmam que em condições semelhantes de manejo e de nutrição, o ganho de peso dos frangos de corte machos apresenta-se superior ao das fêmeas, podendo ser justificado pela melhor eficiência no aproveitamento dos alimentos, melhorando a conversão alimentar com maior deposição de tecido muscular.

Vários trabalhos demonstram que, após a restrição alimentar, o frango de corte apresenta ganho compensatório em relação às aves alimentadas à vontade. Por outro lado, a recuperação total ou parcial do peso perdido durante a restrição alimentar dependerá de vários fatores, entre eles: sexo, natureza (qualitativa ou quantitativa), severidade da restrição, linhagem e idade do frango (OSBOURN; WILSON, 1960; ROBINSON *et al.*, 1992). Ressalta-se que uma das preocupações com relação à introdução da técnica de restrição alimentar está relacionada ao ganho compensatório, pois o peso corporal do frango, no período de abate, ainda é parâmetro importante para a sua comercialização. No entanto, neste estudo, os animais foram abatidos no último dia da RAQ (26 dias). Devido à continuidade da restrição alimentar, eles não tiveram a oportunidade de minimizar os efeitos do consumo de ração e ganho de peso antes do abate.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre sexo e linhagem para consumo de ração, ganho de peso, peso corporal, rendimento de coxa+sobrecoxa e rendimento de peito em frangos de corte aos 26 dias de idade

Sexo	Linhagem	
	Cobb	Ross
<i>Consumo de ração¹</i>		
Macho	2,02 ± 0,07 aA	1,90 ± 0,05 aB
Fêmea	1,91 ± 0,05 bA	1,86 ± 0,06 bB
<i>Ganho de peso¹</i>		
Macho	1,49 ± 0,05 aA	1,43 ± 0,05 aB
Fêmea	1,31 ± 0,07 bA	1,31 ± 0,06 bA
<i>Peso corporal¹</i>		
Macho	1,55 ± 0,05 aA	1,47 ± 0,06 aB
Fêmea	1,37 ± 0,06 bA	1,36 ± 0,06 bA
<i>Rendimento de carcaça¹</i>		
Macho	1,11 ± 0,03 aA	1,03 ± 0,12 aA
Fêmea	0,97 ± 0,05 bB	0,98 ± 0,05 aA
<i>Rendimento de peito¹</i>		
Macho	0,36 ± 0,03 aA	0,33 ± 0,04 aA
Fêmea	0,31 ± 0,03 bB	0,32 ± 0,02 aA

¹ Médias ± desvio padrão seguidas por letras minúsculas diferentes nas colunas e maiúsculas nas linhas são estatisticamente diferentes (P < 0,05).

A conversão alimentar dos frangos mostrou diferença (P < 0,05) em relação ao sexo, linhagem e manejo alimentar (Tabela 2), além de evidenciar interação entre sexo × manejo alimentar (Tabela 4). Ao analisar detalhadamente esses fatores, constatou-se que os frangos machos apresentaram uma conversão alimentar pior do que as fêmeas, independentemente do tipo de manejo alimentar (*ad libitum* ou restrito). No entanto, as aves fêmeas alimentadas à vontade demonstraram uma conversão alimentar mais eficiente do que aquelas submetidas à restrição alimentar.

Tabela 4. Desdobramento da interação entre sexo e manejo alimentar para conversão alimentar, peso corporal e rendimento de carcaça em frangos de corte aos 26 dias de idade

Sexo	Manejo alimentar	
	<i>Ad libitum</i>	RAQ
<i>Conversão alimentar¹</i>		
Macho	1,34 ± 0,04 bA	1,35 ± 0,02 bA
Fêmea	1,41 ± 0,03 aB	1,47 ± 0,04 aA
<i>Peso corporal¹</i>		
Macho	1,55 ± 0,06 aA	1,47 ± 0,06 aB
Fêmea	1,41 ± 0,03 bA	1,32 ± 0,02 bB
<i>Rendimento de carcaça¹</i>		
Macho	1,08 ± 0,14 aA	1,06 ± 0,03 aA
Fêmea	1,01 ± 0,03 aA	0,94 ± 0,02 bB

¹ Médias ± desvio padrão seguidas por letras minúsculas diferentes nas colunas e maiúsculas nas linhas são estatisticamente diferentes (P < 0,05).

Sabe-se que animais selecionados geneticamente para melhor deposição de cortes e ganho de peso geralmente apresentam um menor consumo de ração, resultando em melhorias na sua conversão alimentar. No entanto, as duas linhagens em questão são de

animais de alto desenvolvimento, o que faz com que seus valores de conversão alimentar sejam próximos. O fato de as fêmeas do grupo *ad libitum* apresentarem uma melhor conversão alimentar do que as fêmeas do grupo RAQ pode ser atribuído a uma forma de compensação. As fêmeas do grupo RAQ foram submetidas a uma restrição de 70% em comparação com o grupo *ad libitum*. Quando essas aves tinham acesso livre à alimentação, acabavam consumindo uma quantidade maior de ração, o que pode resultar em uma piora na conversão alimentar.

O peso corporal apresentou diferença ($P < 0,05$) em relação ao sexo, linhagem e manejo alimentar (Tabela 2), com interação entre sexo \times linhagem e sexo \times manejo alimentar ($P < 0,05$). Observa-se na interação entre sexo \times linhagem (Tabela 3) que os frangos machos das linhagens Cobb e Ross evidenciaram um peso corporal maior do que as fêmeas de suas respectivas linhagens. Além disso, tanto os machos quanto as fêmeas da linhagem Cobb apresentaram um peso corporal maior do que os frangos da linhagem Ross.

Estes resultados corroboram com os autores Marcato *et al.* (2010), Vieira *et al.* (2007a) e Stringhini *et al.* (2003), os quais indicam que os machos da linhagem Cobb apresentam resultados para maior peso corporal nesta faixa etária. No entanto, salientam que a linhagem Cobb demonstra um crescimento acelerado na fase inicial, enquanto a linhagem Ross alcança resultados semelhantes ou maiores em termos de peso vivo posteriormente. Os autores apontam ainda que os melhores resultados para os machos, em relação às fêmeas, são atribuídos ao melhor aproveitamento dos nutrientes, resultando em uma melhoria na característica de peso.

Na interação entre sexo \times manejo alimentar para peso corporal (Tabela 4), os machos apresentaram resultados maiores do que as fêmeas, em ambos os grupos, tanto *ad libitum* quanto RAQ. Ao comparar o manejo alimentar, observou-se que as aves alimentadas *ad libitum* apresentaram peso corporal maior que aquelas que receberam RAQ, independentemente do sexo.

Em frangos de corte, a restrição alimentar pode ser usada para controlar as curvas de crescimento e a ocorrência de alguns distúrbios metabólicos e doenças associadas às altas taxas de crescimento de linhas genéticas selecionadas (DE JONG *et al.*, 2012; SAHRAEI, 2012; BUTZEN *et al.*, 2013; BUTZEN *et al.*, 2013). No entanto, os planos de restrição alimentar devem garantir o mesmo desempenho produtivo e qualidade de carcaça daqueles animais alimentados de forma *ad libitum* (GRATTA *et al.*, 2019).

A restrição alimentar afeta a taxa de crescimento à medida que é usada, diminuindo o peso corporal final, enquanto melhora a conversão alimentar de frangos

(MELOCHE *et al.*, 2018; LIVINGSTON *et al.*, 2019). Em um estudo realizado por Gratta *et al.* (2019) a restrição alimentar comprometeu a taxa de crescimento de galinhas com restrição inicial durante o primeiro período (0 a 22 dias; restrição de 13 a 22 dias) e a de galinhas restritas posteriormente durante o segundo período (23 a 47 dias; restrição de 23 a 37 dias de idade).

De acordo com a Tabela 2, destaca-se que para o rendimento de coxa+sobrecoxa dos frangos apenas foi observado efeito ($P < 0,05$) para sexo. Observa-se que os frangos machos apresentam um rendimento de coxa+sobrecoxa maior do que as fêmeas. Tal fato pode estar relacionado ao fato de os machos serem mais precoces do que as fêmeas em termos de taxas de crescimento, desenvolvimento de órgãos, deposição de proteínas, entre outros. Com um melhor desempenho, as aves alcançariam um rendimento do corte superior (MARCATO *et al.*, 2008; 2010). Outros estudos (Stringhini *et al.*, 2003; Brunelli *et al.*, 2006; Schettino *et al.*, 2006; Almeida *et al.*, 2009) verificaram maior rendimento de coxa e sobrecoxas dos frangos machos. Em relação a linhagem Cobb, Santos *et al.* (2005) e Vieira *et al.* (2007a) encontraram os melhores rendimentos para este corte.

Aponta-se que para o rendimento de carcaça nota-se diferença ($P < 0,05$) para sexo e manejo alimentar (Tabela 2) com desdobramento para sexo \times linhagem (Tabela 3) e sexo \times manejo alimentar (Tabela 4).

Ao analisar a Tabela 3 (sexo \times linhagem), constatou-se que os machos da linhagem Cobb exibiram um maior rendimento de carcaça em comparação com as fêmeas da mesma linhagem, enquanto não houve diferença entre machos e fêmeas Ross. Não foram observadas diferenças entre os frangos machos das duas linhagens. No entanto, entre as fêmeas, notou-se um rendimento de carcaça maior para as aves da linhagem Ross.

Desdobrando os fatores da interação entre sexo das aves \times manejo alimentar (Tabela 4), observa-se que os frangos machos alimentados com RAQ apresentaram melhor rendimento de carcaça que as fêmeas, isso demonstra o melhor desempenho dos machos em relação as fêmeas. Isso se deve à maior eficiência no aproveitamento dos nutrientes, resultando em um melhor ganho de peso e características de carcaça, o que está em conformidade com as descobertas de Flemming *et al.* (1999). Verificou-se também que as aves fêmeas alimentadas *ad libitum* indicaram um melhor rendimento de carcaça do que aquelas alimentadas com RAQ, sem diferenças entre os machos dos grupos *ad libitum* e RAQ.

Stringhini *et al.* (2003) ressaltaram que o maior peso de carcaça, bem como o maior rendimento da carcaça obtido pelos machos, pode ser justificado pela maior percentagem de gordura apresentada pelas fêmeas, que acaba interferindo no ganho de peso e

na conversão alimentar. Alguns pesquisadores (Lesson *et al.*, 1991; Palo *et al.*, 1995; Lippens *et al.*, 2000; Arcar *et al.*, 2001), não encontraram efeito negativo sobre o rendimento de carcaça ou de peito sugerindo um ganho compensatório, no qual as fêmeas submetidas à restrição alimentar conseguiram se recuperar de uma forma mais rápida que os machos.

Sabe-se que durante o período de restrição alimentar, a deposição de gordura na carcaça pode ser menor, porém, quando as aves voltam a ser alimentadas *ad libitum*, estudos demonstram que esta gordura depositada passa a ser similar às aves que não passaram por uma restrição (Lippens *et al.*, 2000; Leeson 2001; Özkan *et al.*, 2006; Khajali *et al.*, 2007); indicando o motivo das fêmeas alimentadas *ad libitum* apresentarem maior rendimento de carcaça que as aves restritas.

O rendimento de peito dos frangos foi influenciado ($P < 0,05$) pelo sexo e manejo alimentar, com interação significativa entre sexo e linhagem (Tabela 2). Os machos apresentaram maior rendimento de peito em comparação às fêmeas, e as aves submetidas ao manejo alimentar *ad libitum* tiveram resultados superiores para essa variável. Conforme a Tabela 3, entre os frangos da linhagem Cobb, os machos se destacaram em relação às fêmeas no rendimento de peito, enquanto na linhagem Ross, não houve diferença significativa entre os sexos. Em relação às linhagens, não foi observada diferença significativa entre os machos Cobb e Ross, mas as fêmeas da linhagem Ross apresentaram maior rendimento de peito que as fêmeas Cobb.

O peso do peito dos frangos de corte merece uma grande atenção nos programas de restrição alimentar, devido a sua importância econômica. Pesquisas sobre restrição alimentar quantitativa demonstraram menores pesos de peitos para aves em restrição em relação ao grupo sem restrição, sendo que, quanto maior o tempo destes animais em fase de restrição maior será o tempo para recuperação (URDANETA-RINCON e LEESON, 2002; SCHEURMANN *et al.*, 2003; BUTZEN, 2012). Isso se dá, pois, a carne do peito apresenta uma maturação tardia, ou seja, cresce em um ritmo mais lento que o restante do corpo, isso pode contribuir para uma recuperação lenta/tardia dos animais em RAQ, sendo evidenciado apenas em fêmeas devido a sua menor taxa de crescimento. Togashi (2004) e Urdaneta- Rincon e Leeson (2002) observaram que o rendimento de peito das aves que foram alimentadas à vontade foi superior ao de aves que tiveram acesso restrito a ração. Entretanto, Lana *et al.* (1999); Albanez *et al.* (2000) e Zubair e Leeson (1994), não encontraram diferenças para o rendimento do peito em estudos de restrição alimentar.

Vários autores sugerem que exista uma forte correlação genética com as características de desempenho das aves, sendo que, as herdabilidades genéticas são

responsáveis para melhores rendimentos do corte (CAMPOS; PEREIRA, 1999; GAYA *et al.*, 2006). Entre o peso vivo e peso do peito, as estimativas de correlação genética encontradas na literatura estiveram entre $0,76 \pm 0,03$ (Le Bihan-Duval *et al.*, 1998) e $0,86 \pm 0,20$ (SING; TREHAN, 1994). Entre peso vivo e peso de pernas, as estimativas variaram entre 0,87 (Argentão *et al.*, 2002) e 0,93 (Gaya, 2003). Desta forma, estes resultados reforçam as afirmações de Chambers (1990) de que, a seleção para peso vivo pode ser capaz de aumentar os rendimentos de carcaça e cortes em frangos de corte. Da mesma forma, as estimativas de correlação genética entre peso vivo e peso eviscerado, que variaram entre 0,85 e 0,97 (palodo peso vivo pode ser capaz de incrementar o peso eviscerado e vice-versa, assim, ao selecionar-se para peso vivo, aumenta-se a produção de carne indiretamente (GAYA *et al.*, 2006).

Percebe-se que o pH (Tabela 05) da carne de peito evidenciou efeito ($P < 0,05$) pelo sexo das aves, sendo, maior nos machos ($6,15 \pm 0,07$). Souza (2004) reportou que na linhagem Paraíso Pedrês foi verificada tendência semelhante, com valores mais elevados em machos aos 85 dias. Lonergan *et al.* (2003); Quentin *et al.* (2003); Santos *et al.* (2005); encontraram médias semelhantes entre sexo, com efeito significativo somente de linhagens. Em maiores valores de pH as proteases (calpaínas) são mais ativas, podendo degradar as proteínas musculares rapidamente se o pH do tecido for mais alto (Kendall *et al.*, 1993; Huff- Lonergan; Lonergan, 1999), portanto, um pH elevado do tecido favorece a atividade do sistema calpaína. Os autores Marsh *et al.* (1981) indicaram que maiores valores de pH durante o *post-mortis* foram relacionados a carne mais macia quando a queda de temperatura não for rápida (temperatura muscular de $<15^{\circ}\text{C}$ antes do desenvolvimento do rigor mortis).

De acordo com a Tabela 5, a variável L^* (luminosidade) foi influenciada ($P < 0,05$) pelo sexo e linhagem das aves. Observa-se que os machos resultaram em maiores médias de L^* ($49,47 \pm 2,32$) do que as fêmeas ($48,11 \pm 2,31$). Ainda é possível observar que a linhagem Ross ($49,94 \pm 2,46$) resultou em maior L^* quando comparada a Cobb ($47,64 \pm 1,68$). Os valores encontrados para o valor L^* dos peitos de frango podem ser classificados como pálidos, estando de comum acordo com Allen *et al.* (1998), em que os filés de peito de frango classificados como claros apresentaram $L^* > 50,0$, enquanto os escuros apresentam $L^* < 45,0$.

Tabela 5. Qualidade da carne em frangos de corte aos 26 dias de idade

Item ¹	Sexo		Linhagem		Manejo Alimentar		DP ²	Significância ³						
	Macho	Fêmea	Cobb	Ross	<i>Ad libitum</i>	RAQ		S	L	MA	S × L	S × MA	L × MA	S × L × MA
pH	6,15 ± 0,07	6,10 ± 0,07	6,14 ± 0,08	6,11 ± 0,05	6,11 ± 0,07	6,14 ± 0,07	0,07	0,04	0,17	0,13	0,20	0,40	0,07	0,65
L*	49,47 ± 2,32	48,11 ± 2,31	47,64 ± 1,68	49,94 ± 2,46	48,77 ± 2,64	48,82 ± 2,17	2,39	0,04	0,001	0,94	0,33	0,53	0,70	0,07
a*	3,98 ± 0,8	4,29 ± 0,6	3,99 ± 0,76	4,28 ± 0,66	4,32 ± 0,76	3,95 ± 0,66	0,72	0,04	0,08	0,07	0,001	0,15	0,51	0,32
b*	5,82 ± 1,75	7,04 ± 1,86	5,52 ± 1,36	7,34 ± 1,93	6,86 ± 1,91	6,00 ± 1,81	1,89	0,02	< 0,001	0,09	0,67	0,24	0,83	0,18
PPC (%)	15,00 ± 1,50	14,92 ± 2,18	14,24 ± 1,70	15,69 ± 1,74	15,76 ± 1,77	14,17 ± 1,60	1,85	0,87	0,007	0,004	0,42	0,83	0,39	0,40
CRA (%)	0,19 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,20 ± 0,01	0,20 ± 0,01	0,01	0,62	0,93	0,34	0,07	0,15	0,18	0,77
FC (Kg)	5,75 ± 1,61	5,63 ± 1,48	5,29 ± 1,32	6,10 ± 1,64	5,60 ± 1,87	5,78 ± 1,13	1,53	0,81	0,11	0,71	0,14	0,92	0,47	0,71
WS	0,40 ± 0,17	0,31 ± 0,13	0,35 ± 0,12	0,36 ± 0,18	0,40 ± 0,15	0,31 ± 0,14	0,15	0,01	0,39	0,02	0,28	0,006	0,55	0,004

¹ pH = Potencial hidrogeniônico; L* = Luminosidade; a* = Teor de vermelho; b* = Teor de amarelo; PPC = Perda de peso por cocção; CRA = Capacidade de retenção de água; FC = Força de cisalhamento; WS = *White striping*; ² DP = Desvio padrão; ³ S = Sexo; L = Linhagem; MA = Manejo Alimentar; S × L = Interação entre sexo e linhagem; S × MA = Interação entre sexo e manejo alimentar; L × MA = Interação entre linhagem e manejo alimentar; S × L × MA = Interação entre sexo, linhagem e manejo alimentar.

A luminosidade está correlacionada positivamente com peso corporal e peso de peito, tendo sido obtidas por Le Bihan-Duval *et al.* (1999) estimativas de correlação genética de $0,51 \pm 0,08$ e $0,37 \pm 0,05$ entre estas características, respectivamente. Segundo os mesmos autores, a seleção para peso corporal e, desenvolvimento de músculo peitoral, pode resultar em aumento da luminosidade da carne. Tal fato pode justificar os resultados encontrados nesta pesquisa, no qual os machos evidenciaram maior valores para L^* do que fêmeas. Segundo Vieira *et al.* (2007a) a linhagem Ross apresenta maior rendimento de peito quando comparada a Cobb. Neste experimento houveram diferenças entre a característica de rendimento de peito das duas linhagens, o que pode justificar afirmação de Le Bihan-Duval *et al.* (1999) para o teor de L^* .

Para a variável a^* , observou-se efeito ($P < 0,05$) do sexo e da interação entre sexo \times linhagem. Os machos da linhagem Ross apresentaram um índice de a^* superior (4,44) em comparação às fêmeas (4,12). No entanto, o comportamento inverso foi observado na linhagem Cobb, em que as fêmeas apresentaram maior teor de vermelho (4,46) em relação aos machos (3,53). Embora esses resultados indiquem variação na coloração vermelha da carne de peito em função do sexo e da linhagem, a literatura não relata influência do sexo sobre o teor de vermelho (LONERGAN *et al.*, 2003; SOUZA, 2004; SANTOS *et al.*, 2005; FANATICO *et al.*, 2005). No entanto, ao comparar as linhagens, observa-se que os machos Ross exibiram uma coloração mais avermelhada em relação aos machos Cobb, enquanto entre as fêmeas das duas linhagens não houve diferença significativa.

Tabela 6. Desdobramento da interação entre sexo e linhagem para teor de a^* em frangos de corte aos 26 dias de idade

Sexo	Linhagem	
	Cobb	Ross
	a^{*1}	
Macho	3,53 \pm 0,53 bB	4,44 \pm 0,79 aA
Fêmea	4,46 \pm 0,66 aA	4,12 \pm 0,50 aA

¹Médias \pm desvio padrão seguidas por letras minúsculas diferentes nas colunas e maiúsculas nas linhas são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$).

A cor da carne de frango pode ser afetada por fatores como: idade, dieta, gordura intramuscular, conteúdo de umidade, linhagem, atividade física e condição pré-abate (Fletcher, 2002; Contreras Castillo, 2001), outro fator pode ser a sangria, um animal no qual a sangria foi boa a mioglobina constitui 80 a 90% do total de pigmentos (HEDRICK *et al.*, 1994), sendo que, a sangria incompleta ou imprópria pode produzir carcaças avermelhadas.

O teor de a^* (vermelho) está correlacionado ao peso corporal e desenvolvimento do músculo peitoral, animais selecionados para estas características apresentam-se menos

expressivos, justificando o fato das fêmeas, apresentarem maiores médias para a variável quando comparadas aos machos. Na literatura, foram encontradas estimativas de correlação genética que variaram de $-0,25 \pm 0,05$ a $-0,48 \pm 0,03$ entre estas características (Le Bihan Duval *et al.*, 1999; 2001), que é um indicativo de que a seleção realizada usualmente em frangos de corte para maior peso de peito e peso ao abate pode piorar o aspecto da carne.

O teor de b* (teor de amarelo) foi influenciado ($P < 0,05$) pelo sexo e linhagem das aves (Tabela 5). O teor de amarelo também está associado negativamente ao peso corporal e rendimento de peito, sendo que as estimativas de correlação genética encontradas na literatura variaram de $-0,49 \pm 0,15$ a $-0,13 \pm 0,05$ (LE BIHAN DUVAL *et al.*, 2001; 2003).

Ao analisar as correlações entre os parâmetros de cor L* (luminosidade), a* (tonalidade de vermelho) e b* (tonalidade de amarelo), observa-se que os machos apresentaram cores menos intensas, com menores valores de a* e b*, em comparação às fêmeas. Além disso, as aves da linhagem Cobb exibiram menores níveis de vermelho e amarelo em relação às aves da linhagem Ross. Considerando que os machos alcançaram maior peso final (Tabela 2), é possível sugerir que animais com maior capacidade de ganho de peso ao abate e maior peso de peito possam apresentar carnes mais pálidas, caracterizadas por maior luminosidade (L*) e menores intensidades de vermelho (a*) e amarelo (b*).

A perda de peso por cocção variou ($P < 0,05$) em função da linhagem e do manejo alimentar (Tabela 5). A linhagem Ross apresentou maior perda de peso por cocção ($15,69 \pm 1,74$) em comparação à Cobb ($14,24 \pm 1,70$). Além disso, os frangos alimentados *ad libitum* mostraram perdas superiores em relação aos submetidos à RAQ. Observou-se que o rendimento de peito foi superior na linhagem Cobb, o que pode explicar, em parte, a maior perda de água observada nos frangos Ross. Além disso, a genética da linhagem pode ser um dos fatores que influenciam essa variável. Conforme Vieira *et al.* (2007b), a perda de peso por cocção pode estar relacionada ao tamanho do peito, sendo maior em peitos de menor tamanho. Isso sugere que peitos menores, com menor densidade de tecido muscular, podem ter maior perda de água durante o cozimento, o que contribui para uma maior redução de peso. Segundo Lawrie (2005), carnes com maior quantidade de tecido muscular e menor teor de gordura ou tecido adiposo tendem a apresentar maiores perdas líquidas durante o cozimento. Uma maior perda de peso por cocção está associada à liberação de líquidos, resultando em uma carne mais seca e menos suculenta, sendo a retenção de água um importante indicador de qualidade da carne.

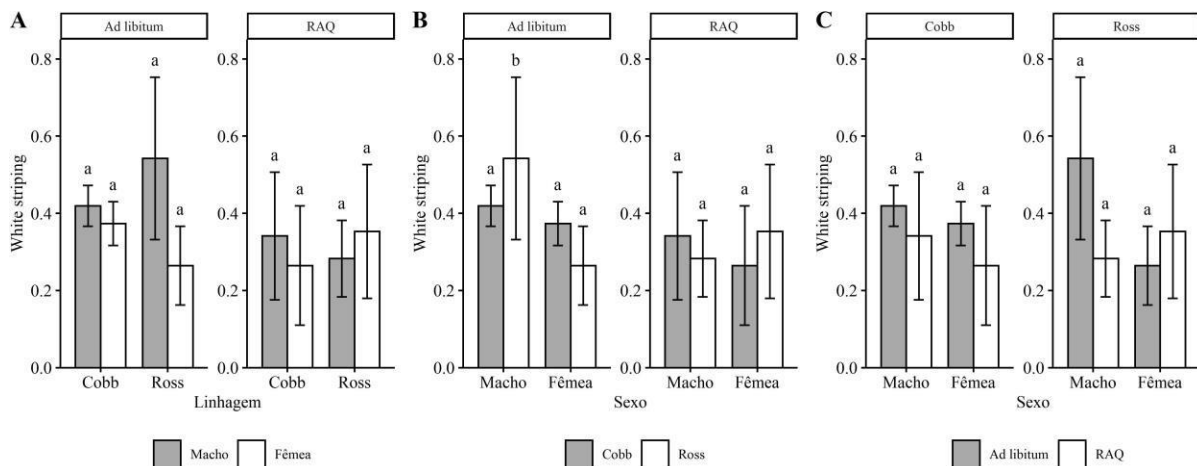
De acordo com a Tabela 5, a capacidade de retenção de água e a força de cisalhamento dos peitos de frangos de corte não apresentaram diferenças ($P > 0,05$) diante dos tratamentos avaliados.

Para a ocorrência de estrias brancas, ou seja, WS no peito dos frangos de corte houve efeito do sexo e manejo alimentar, com interações entre sexo \times manejo alimentar e sexo \times linhagem \times manejo alimentar (Tabela 5).

Desdobrando o efeito da interação tripla (Figura 2A), vimos que, a interação entre os manejos alimentares (*ad libitum* e RAQ) com as linhagens (Cobb e Ross) não apresentou diferenças significativas, sobre o sexo dos animais. Porém, quando comparados os manejos alimentares em função do sexo (Figura 2B), os machos Ross do grupo *ad libitum* obtiveram uma maior severidade das WS que os da Cobb.

Desdobrando o efeito da interação tripla (Figura 2C), observou-se que a interação entre linhagem e manejo alimentar não resultou em diferenças significativas na ocorrência de *white striping* dentro de cada grupo. Tanto machos quanto fêmeas das linhagens Cobb e Ross apresentaram valores semelhantes de WS, independentemente do manejo alimentar. No entanto, ao comparar as linhagens dentro de cada sexo e tipo de manejo alimentar, observa-se uma tendência numérica de maior severidade de WS nos machos Ross alimentados *ad libitum* em relação aos machos Cobb, embora sem diferença estatística. Isso sugere que o impacto da linhagem e do manejo alimentar sobre a ocorrência de WS pode ser mais consistente em machos, mas a variabilidade não permitiu observar diferenças significativas.

Figura 2. Desdobramento da interação entre sexo, linhagem e manejo alimentar para a *white striping* de frangos de corte aos 26 dias de idade (média \pm desvio padrão). Colunas seguidas por letras diferentes em cada fator diferem estatisticamente ($P < 0,05$).



Apesar do desconhecimento do agente causador das WS na carne do peito de frangos de corte, sabe-se que há fatores que desencadeiam este quadro. Aves de linhagem com alto rendimento de peito; machos; dietas com alta energia e aves mais pesadas ao abate são fatores relacionados ao aparecimento das lesões (Kuttappan *et al.*, 2012a; Kuttappan *et*

al., 2013a; Lorenzi *et al.*, 2014; Petracci *et al.*, 2015). Kuttappan *et al.* (2012b) demonstraram que frangos machos apresentaram maior incidência desta miopatia em comparação com as fêmeas (63% e 47%, respectivamente), provavelmente apresentando relação com o tamanho corporal e diferença de massa muscular, visto que machos apresentam maior peso corporal que fêmeas adultas com a mesma idade para abate.

Comparando as curvas de crescimento e a deposição corporal de nutrientes para frangos machos e fêmeas de duas linhagens genéticas de frangos de corte (Cobb 500 e Ross 308), Marcato *et al.* (2008) observaram que os frangos de linhagem Cobb 500 apresentaram maior taxa de crescimento até os 35 dias de vida e a partir daí menor taxa de crescimento em comparação com frangos da linhagem Ross 308, o que indica que os primeiros deveriam ser abatidos mais precocemente (entre 35 e 42 dias) em relação aos demais. Para Sihvo *et al.* (2014) a seleção genética realizada para o rápido crescimento e melhor desempenho do músculo peitoral desempenha um papel na manifestação de miopatias musculares do peito. Entretanto, ainda há pouca informação publicada a respeito de estimativas genéticas de miopatias musculares do peito em frangos de corte (PETRACCI *et al.*, 2015).

Realizando um estudo sobre prevalência e fatores predisponentes para a ocorrência de *white striping* em frangos de médio e alto peso ao abate, Russo *et al.* (2015) observaram alta correlação entre a ocorrência de *white striping* e a observação do escore severo da miopatia com o peso médio ao abate, bem como com o ganho diário médio, o último tendo sido considerado o principal fator associado com a ocorrência da miopatia e com o grau severo da mesma. Por outro lado, neste estudo a linhagem genética não teve significativa associação com a ocorrência de *white striping* ou com a observação de seu grau severo, diferindo parcialmente do que foi observado anteriormente por Kuttappan *et al.* (2013b), que identificaram a genética como um potencial fator predisponente para *white striping*. Essa diferente observação entre os dois estudos poderia ser explicada em função de que os híbridos genéticos de maior ganho diário médio apresentam maior prevalência de *white striping* (SCHUCK, 2016).

4.2 Desempenho dos frangos no período de 27 a 41 dias de idade

O consumo de ração demonstrou diferença ($P < 0,05$) em função do sexo dos animais, de modo que os machos apresentaram uma maior taxa de consumo de ração ($2,80 \pm 0,26$) em relação às fêmeas ($2,51 \pm 0,10$) (Tabela 7).

Tabela 7. Desempenho de frangos de corte aos 41 dias de idade

Item ¹	Sexo		Linhagem		Manejo alimentar		DP ²	Significância ³						
	Macho	Fêmea	Cobb	Ross	<i>Ad libitum</i>	RAQ		S	L	MA	S×L	S×MA	L×MA	S×L×MA
CR (Kg)	2,80 ± 0,26	2,51 ± 0,10	2,69 ± 0,26	2,62 ± 0,21	2,66 ± 0,30	2,64 ± 0,16	0,24	< 0,001	0,18	0,68	0,60	0,29	0,30	0,33
GP (Kg)	1,61 ± 0,14	1,39 ± 0,06	1,57 ± 0,16	1,44 ± 0,11	1,47 ± 0,16	1,53 ± 0,14	0,15	< 0,001	< 0,001	0,003	< 0,001	0,27	0,08	0,03
CA (Kg/(Kg))	1,74 ± 0,21	1,81 ± 0,06	1,72 ± 0,13	1,83 ± 0,16	1,82 ± 0,18	1,73 ± 0,12	0,16	0,02	0,001	0,02	0,049	0,07	0,55	0,18
PC (Kg)	3,17 ± 0,16	2,74 ± 0,07	3,00 ± 0,29	2,90 ± 0,19	2,97 ± 0,25	2,93 ± 0,25	0,25	< 0,001	0,005	0,18	0,002	0,31	0,10	0,22
RCS (%)	21,89 ± 0,82	21,72 ± 0,83	21,32 ± 0,59	22,29 ± 0,73	21,77 ± 0,84	21,84 ± 0,82	0,82	0,37	< 0,001	0,71	0,15	0,13	0,21	0,002
RC (%)	80,10 ± 2,94	80,37 ± 0,97	80,12 ± 2,31	80,34 ± 2,07	79,94 ± 2,54	80,52 ± 1,73	2,17	0,48	0,61	0,70	0,76	0,18	0,01	0,32
RP (%)	28,12 ± 0,78	28,87 ± 0,94	28,57 ± 1,00	28,42 ± 0,88	28,65 ± 0,88	28,34 ± 0,99	0,93	0,01	0,62	0,30	0,60	0,82	0,82	0,85

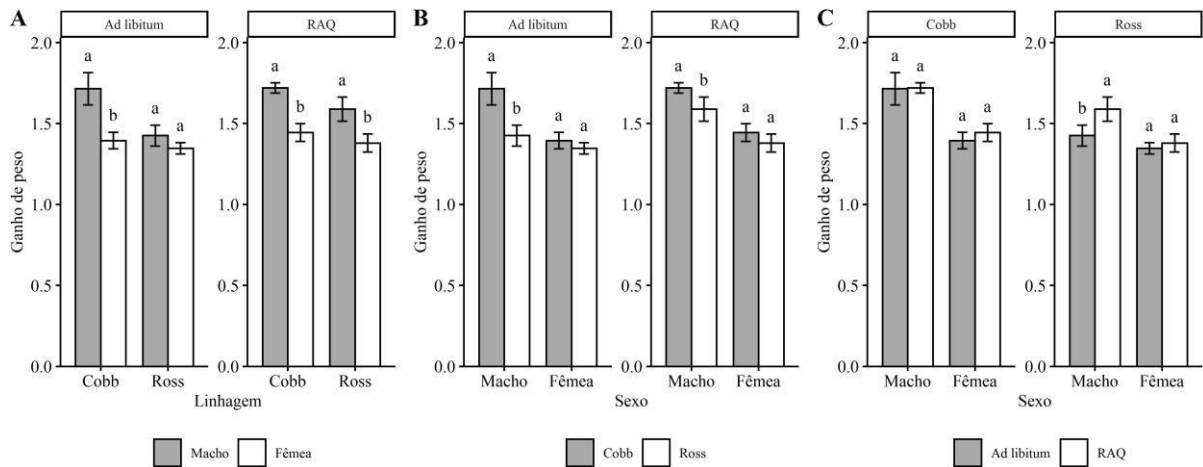
¹ CR = Consumo de ração; GP = Ganho de peso; CA = Conversão alimentar; PC = Peso corporal; RCS = Rendimento de coxa+sobrecoxa; RC = Rendimento de carcaça; RP = Rendimento de peito; ² DP = Desvio padrão; ³ S = Sexo; L = Linhagem; MA = Manejo alimentar; S × L = Interação entre sexo e linhagem; S × MA = Interação entre sexo e manejo alimentar; L × MA = Interação entre linhagem e manejo alimentar; S × L × MA = Interação entre sexo, linhagem e manejo alimentar.

A taxa de crescimento em frangos, tanto machos como em fêmeas, é semelhante até os 21 dias de idade, diferindo a partir dos 28 dias, quando os machos começam a apresentar o crescimento mais acelerado, com melhor eficiência de utilização do alimento, conseqüentemente, uma melhor conversão alimentar (SANTOS *et al.*, 2005). Além disso, os machos são favorecidos por aspectos fisiológicos e anatômicos, pois, eles exibem maior extensão do trato gastrointestinal, o que proporciona uma melhor capacidade absorptiva de nutrientes, justificando o maior ganho em peso, rendimento de carcaça e conversão alimentar (TAKAHASHI *et al.*, 2006). Resultados semelhantes foram encontrados por Moreira *et al.* (2004) ao avaliarem o rendimento de carcaça e qualidade da carne em frangos de corte de diferentes linhagens comerciais em diferentes períodos. Os autores constataram que o sexo dos frangos pode influenciar o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar, confirmando os resultados encontrados neste trabalho.

O ganho de peso revelou efeito ($P < 0,05$) do sexo, da linhagem e do manejo alimentar dos frangos (Tabela 7), com interações entre os fatores sexo \times linhagem e sexo \times linhagem \times manejo alimentar (Figura 3). Ao analisar a interação entre manejo alimentar \times linhagem (Figura 3A) observa-se que os frangos machos da linhagem Cobb alcançaram maior ganho de peso em comparação com as fêmeas da mesma linhagem, enquanto na linhagem Ross não houve diferenças entre machos e fêmeas do grupo *ad libitum*. Além disso, os frangos machos das linhagens Cobb e Ross submetidos à RAQ apresentaram maior ganho de peso do que as fêmeas das respectivas linhagens.

A interação entre manejo alimentar \times sexo, mostrou que os machos Cobb do grupo *ad libitum* e RAQ obtiveram maior ganho de peso em comparação com os machos Ross, enquanto não houve diferenças entre as fêmeas das duas linhagens (Figura 3B). Ao considerar a interação entre linhagem \times sexo, para a linhagem Cobb, os frangos machos e fêmeas submetidos aos manejos alimentares não apresentaram diferenças significativas (Figura 3C). No entanto, os machos da linhagem Ross alimentados com RAQ evidenciaram maior ganho de peso, não havendo diferença entre as fêmeas desta mesma linhagem submetidas aos mesmos manejos alimentares.

Figura 3. Desdobramento da interação entre sexo, linhagem e manejo alimentar no ganho de peso de frangos de corte aos 41 dias de idade (média \pm desvio padrão). Colunas seguidas por letras diferentes em cada fator diferem estatisticamente ($P < 0,05$).



Programas de restrição alimentar numa fase inicial são usados para reduzir a gordura abdominal e da carcaça, e dependem de um evento chamado de crescimento compensatório, que tem o objetivo de os frangos acabarem com um peso igual ou superior aos grupos de *ad libitum* (YU; ROBINSON, 1992). Segundo Bilgili *et al.* (1992) a idade ao abate, sexo e linhagem (genética) são os principais fatores que interferem no desempenho de frangos de corte. Em estudos feitos por Santos *et al.* (2005) para o efeito do sexo, houve superioridade do crescimento dos machos em relação ao das fêmeas, que vai acentuando com a idade. Aos 7 dias, o peso médio dos machos é apenas 8% superior ao das fêmeas, aos 28 dias é 13% e aos 49 dias em 21%. Pires *et al.* (2019) observaram que a linhagem Cobb apresentou maior ganho de peso e consumo de ração em diferentes períodos em relação a Ross. Os autores correlacionaram que o alto consumo de ração de linhagens melhoradas é atribuído à maior demanda de nutrientes para atender ao maior potencial de ganho de peso destas linhagens.

A conversão alimentar variou ($P < 0,05$) em função do sexo, linhagem e o manejo alimentar, e houve interação para sexo \times linhagem. Ao analisar o manejo alimentar (Tabela 7), observa-se que os frangos alimentados *ad libitum* apresentam pior conversão alimentar ($1,82 \pm 0,18$) do que aqueles submetidos à RAQ ($1,73 \pm 0,12$). Ao verificar o desdobramento entre sexo \times linhagem (Tabela 8), verifica-se a melhor conversão alimentar com machos Cobb em relação às fêmeas da sua linhagem, não havendo diferenças entre machos e fêmeas da linhagem Ross. Não foram evidenciadas diferenças entre machos e fêmeas das linhagens Cobb e Ross.

Tabela 8. Desdobramento da interação entre sexo e linhagem para conversão alimentar e peso corporal em frangos de corte aos 41 dias de idade

Sexo	Linhagem	
	Cobb	Ross
<i>Conversão alimentar¹</i>		
Macho	1,66 ± 0,15 bA	1,83 ± 0,23 aA
Fêmea	1,79 ± 0,06 aA	1,83 ± 0,05 aA
<i>Peso corporal¹</i>		
Macho	3,26 ± 0,13 aA	3,07 ± 0,12 aB
Fêmea	2,73 ± 0,07 bA	2,74 ± 0,06 bA

¹ Médias ± desvio padrão seguidas por letras minúsculas diferentes nas colunas e maiúsculas nas linhas são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$).

Segundo Urdaneta-Rincon e Leeson (2002) a melhora da conversão alimentar dos frangos submetidos à restrição alimentar é devido à redução das exigências de manutenção. Este fato parece estar relacionado com a diminuição no metabolismo basal e menor peso corporal levando a uma menor exigência para manutenção; justificando o fato de não haver grandes diferenças entre a conversão alimentar das aves. Api *et al.* (2017) afirmaram que o desempenho produtivo das aves recebe influência das linhagens avaliadas de acordo com a variável e o período observado; entretanto, em seus estudos, o desempenho dos machos apresentou melhor conversão alimentar e ganho de peso.

Em estudo realizado por Stringhini *et al.* (2003) a linhagem Ross apresentou melhor conversão alimentar em relação a Cobb, aos 44 dias de idade. Lara *et al.* (2008) relataram que a linhagem Cobb apresentou alta capacidade de deposição de músculo, obtendo melhor conversão alimentar. Segundo Tauchert (2013) as médias encontradas para a conversão alimentar das linhagens Cobb e Ross são muito próximas, por tal motivo, as duas linhagens alcançariam um ganho de peso similar. Api (2014) em seu estudo observou que em todas as fases não foram encontradas diferenças significativas entre as linhagens, mas que a Ross apresentou ao final do experimento, consumo de ração maior quando comparada à Cobb.

Giachetto (1998) submetendo frangos de corte a uma restrição alimentar quantitativa de 70% na segunda semana de vida, verificou ganho compensatório ao final do experimento (49 dias). Estes resultados evidenciam que o ganho compensatório está na dependência do nível de restrição alimentar imposto e do período de restrição e realimentação. Assim, quando a compensação no peso corporal não é obtida ao final do período normal de criação (entre 35 e 49 dias de idade), o aumento do período de realimentação é requerido para permitir um ganho similar ao das aves alimentadas *ad libitum*. Robinson *et al.* (1992) constataram que a diferença no peso final entre os frangos restritos e os alimentados *ad libitum* pode ser eliminada por meio do aumento do ciclo produtivo, porém

com o aumento nos custos de produção, atenuando, desta forma, as possíveis vantagens do programa de restrição.

Houve efeito para o peso corporal das aves ($P < 0,05$) em função do sexo e da linhagem, havendo também interação entre sexo \times linhagem (Tabela 7). Os machos das linhagens Cobb e Ross apresentaram maiores pesos corporais do que as fêmeas (Tabela 8). Em relação às linhagens, destaca-se que os machos Cobb alcançaram um peso corporal maior do que os Ross, enquanto não se observou diferença entre as fêmeas das linhagens Cobb e Ross.

De acordo com Martins *et al.* (2012) em um estudo envolvendo duas linhagens (Yield Plus \times Ross 708), foi observado que o sexo exerceu influência significativa no desempenho dessas linhagens. Em termos de peso médio, os machos registraram uma média de 2.712 gramas, em comparação com 2.323 gramas para as fêmeas. O ganho médio de peso foi de 61,34 gramas para as fêmeas e 62,11 gramas para os machos. Além disso, os machos demonstraram uma melhor conversão alimentar, com um valor de 1,77, em comparação com 1,83 para as fêmeas e 1,80 para os lotes mistos da mesma linhagem. Estes resultados são semelhantes aos de Moro *et al.* (2005) em que os machos apresentaram maior consumo de ração, melhor conversão alimentar e desempenho superior em ganho de peso quando comparados às fêmeas.

A linhagem Cobb é reconhecida por sua robustez e resistência em diversas condições, incluindo manejo, temperatura, estresse e densidade populacional, já a linhagem Ross demonstra menor tolerância a essas adversidades, o que influencia seu desempenho em campo (Nowicki *et al.*, 2011). Essa diferença sugere uma possível adaptação superior da linhagem Cobb em comparação com a Ross. Em um estudo conduzido por Marcato *et al.* (2010) observou-se que as aves da linhagem Cobb atingem a idade de máximo crescimento intestinal 7,33 dias mais cedo do que as aves da linhagem Ross. Além disso, as aves Ross apresentam taxas crescentes de crescimento intestinal até os 42 dias de idade, enquanto as aves Cobb essas taxas são crescentes até os 35 dias. Esses achados podem explicar a maior massa corporal observada nas aves da linhagem Cobb em comparação com a Ross, uma vez que, o desenvolvimento precoce do intestino contribui para uma melhor digestão e absorção dos alimentos, resultando em maior ganho de peso, melhor conversão alimentar e precocidade em alcançar um peso corporal elevado.

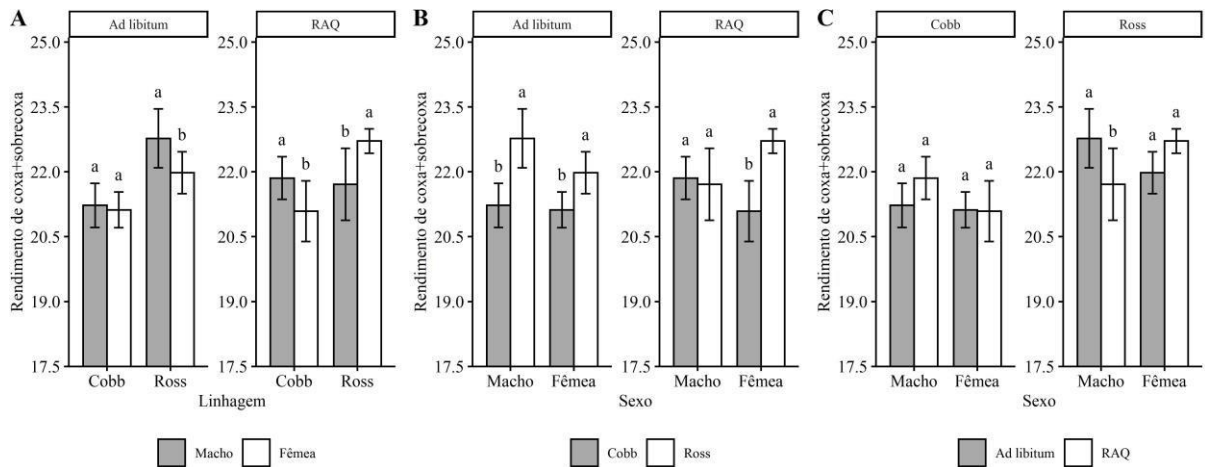
O rendimento de coxa+sobrecoxa mostrou variação ($P < 0,05$) de acordo com a linhagem das aves, havendo uma interação tripla entre sexo \times linhagem \times manejo alimentar (Tabela 7). Ao verificar a interação tripla (Figura 4), observamos que o desdobramento entre

os manejos alimentares \times linhagens não apresentou diferenças entre machos e fêmeas Cobb alimentados *ad libitum*, porém, entre os frangos *ad libitum* Ross, os machos demonstraram maior rendimento do corte (Figura 4A). Dentre os frangos submetidos a RAQ, também houve diferenças entre machos e fêmeas, sendo que os machos Cobb e as fêmeas Ross demonstraram maior rendimento de coxa+sobrecoxa.

Ao analisar o manejo alimentar \times sexo (Figura 4B), observa-se que as aves Ross de ambos os sexos alimentadas *ad libitum* resultaram em maior rendimento de coxa+sobrecoxa do que a Cobb. Porém, para o grupo RAQ, não houve diferença entre os machos das duas linhagens, enquanto as fêmeas Ross apresentaram maior rendimento do que as fêmeas Cobb. Avaliando a Figura 4C, com desdobramento da interação entre as linhagens \times sexo, percebe-se que não houve diferença para machos e fêmeas alimentados *ad libitum* e RAQ da linhagem Cobb. Entretanto, os frangos Ross apresentaram diferenças entre os machos, com maior rendimento de coxa+sobrecoxa para aqueles alimentados *ad libitum*; porém, as fêmeas da mesma linhagem não apresentaram diferença entre si quando submetidas aos dois manejos alimentares.

Em pesquisa realizada por Api *et al.* (2017) ao analisarem três linhagens (Cobb, Ross, Hubbard) com sexagem feita para fêmea, macho e misto, os autores obtiveram maiores resultados de sobrecoxas para as linhagens Ross e Hubbard, apresentando a primeira diferença significativa em relação à Cobb, de modo que os machos demonstraram maior rendimento deste corte. Avaliando o efeito do sexo sobre o rendimento de carcaça, Mendes *et al.* (1993) verificaram que os machos apresentaram maior rendimento de coxa que as fêmeas. Porém Lisboa *et al.* (1999) ao analisarem três linhagens não encontraram diferenças entre os grupos genéticos e o sexo das aves.

Figura 4. Desdobramento da interação entre sexo, linhagem e manejo alimentar para rendimento de coxa+sobrecoxa de frangos de corte aos 41 dias de idade (média \pm desvio padrão). Colunas seguidas por letras diferentes em cada fator diferem estatisticamente ($P < 0,05$).



Houve interação entre linhagem \times manejo alimentar para o rendimento de carcaça ($P < 0,05$) de acordo com a Tabela 7. Desdobrando a interação, observa-se conforme a Tabela 9, que não houve diferença para as aves da linhagem Cobb submetidas aos dois manejos alimentares, enquanto as aves Ross do grupo *ad libitum* alcançaram maior rendimento de carcaça do que aquelas alimentadas com RAQ. Para os manejos alimentares, não houve diferenças entre as linhagens. Quanto ao rendimento de peito, as aves fêmeas apresentaram um melhor resultado ($P < 0,05$) em comparação com os machos.

Tabela 9. Desdobramento da interação entre linhagem e manejo alimentar para rendimento de carcaça em frangos de corte aos 41 dias de idade

Manejo alimentar	Linhagem	
	Cobb	Ross
<i>Ad libitum</i>	79,15 \pm 2,41 aA	80,74 \pm 2,54 aA
RAQ	81,10 \pm 1,83 aA	79,95 \pm 1,50 bA

¹ Médias \pm desvio padrão seguidas por letras minúsculas diferentes nas colunas e maiúsculas nas linhas são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$).

De acordo com Vieira (2004) o sexo também pode afetar o rendimento da carne de peito e, o crescimento do peito em frangos é contínuo com a idade, em que os machos e as fêmeas apresentam crescimento semelhante até os 35 dias. A partir daí, as fêmeas passam a apresentar um maior crescimento relativo à carcaça do que os machos (MENDES *et al.*, 2003). Shiroma *et al.* (1996) também observaram que as fêmeas apresentam a maior porcentagem de peito. No entanto, Garcia *et al.* (2002) verificaram que os machos apresentam maiores valores médios de espessura, comprimento e largura, em centímetros, do peito do que as fêmeas. Já Api *et al.* (2017) não encontraram influência do sexo no rendimento de peito. Os

efeitos significativos do sexo sobre características de carcaças e de desempenho reforçam a importância das práticas de criação em sexos separados, visando à obtenção de melhores desempenhos na criação dos frangos (SILVA *et al.*, 2017).

A Tabela 10 expressa os resultados de qualidade da carne das aves aos 41 dias de vida. O pH foi influenciado ($P < 0,05$) pelo sexo das aves, sendo que os machos apresentaram o valor médio de $6,11 \pm 0,07$, enquanto verificou-se valor de $6,06 \pm 0,06$ para fêmeas. Castro (2006) relata que quanto mais elevado for o valor do pH, mais escura será a cor da carne e menor quantidade de umidade retida no músculo, conseqüentemente ocorre uma maior perda por gotejamento, entretanto, há uma correlação positiva entre o valor do pH e a capacidade de retenção de água.

Observa-se que a L^* (luminosidade) foi influenciada ($P < 0,05$) pelo sexo dos animais, os machos apresentaram uma maior tonalidade ($50,82 \pm 1,71$) do que fêmeas ($48,56 \pm 3,81$). Lippens *et al.* (2000) avaliaram a restrição quantitativa sobre a qualidade da carne e encontraram diferença apenas na cor da carne de machos e fêmeas, sendo explicado pelo fato de que a carne de frangos de corte das fêmeas é aparentemente mais pálida, podendo estar relacionado ao maior teor de gordura das carcaças, com isso, a luminosidade pode ser menor.

Tabela 10. Qualidade da carne em frangos de corte aos 41 dias de idade

Item ¹	Sexo		Linhagem		Manejo Alimentar		DP ²	Significância ³						
	Macho	Fêmea	Cobb	Ross	<i>Ad libitum</i>	RAQ		S	L	MA	S × L	S × MA	L × MA	S × L × MA
pH	6,11 ± 0,07	6,06 ± 0,06	6,09 ± 0,07	6,08 ± 0,07	6,08 ± 0,07	6,09 ± 0,06	0,07	0,005	0,43	0,68	0,69	0,52	0,06	0,57
L*	50,82 ± 1,71	48,56 ± 3,81	49,59 ± 2,67	49,79 ± 3,61	50,03 ± 2,56	49,35 ± 3,66	3,14	0,02	0,54	0,62	0,22	0,28	0,39	0,34
a*	3,49 ± 0,50	4,08 ± 2,66	3,44 ± 0,49	4,12 ± 2,65	3,34 ± 0,39	4,22 ± 2,63	1,91	0,08	0,02	0,002	0,07	0,11	0,006	0,71
b*	4,92 ± 0,83	5,50 ± 0,84	5,22 ± 0,73	5,20 ± 1,02	5,35 ± 0,85	5,08 ± 0,90	0,87	0,04	0,94	0,33	0,53	0,86	0,51	0,86
PPC (%)	27,09 ± 4,48	25,87 ± 4,13	25,59 ± 4,23	27,37 ± 4,28	25,77 ± 5,11	27,19 ± 3,28	4,3	0,36	0,19	0,29	0,93	0,55	0,03	0,64
CRA (%)	0,23 ± 0,02	0,22 ± 0,02	0,22 ± 0,02	0,22 ± 0,02	0,22 ± 0,02	0,22 ± 0,02	0,02	0,05	0,91	0,83	0,73	0,19	0,54	0,64
FC (kg)	5,08 ± 1,32	6,78 ± 1,82	5,77 ± 2,16	6,10 ± 1,36	5,86 ± 1,74	6,01 ± 1,91	1,79	< 0,001	0,17	0,76	0,07	0,48	0,71	0,92
WS	0,58 ± 0,14	0,58 ± 0,14	0,58 ± 0,15	0,58 ± 0,13	0,59 ± 0,16	0,57 ± 0,12	0,14	0,90	0,89	0,83	0,31	0,46	0,79	0,50

¹ pH = Potencial hidrogeniônico; L* = Luminosidade; a* = Teor de vermelho; b* = Teor de amarelo; PPC = Perda de pesa por cocção; CRA = Capacidade de retenção de água; FC = Força de cisalhamento; WS = *White striping*; ² DP = Desvio padrão; ³ S = Sexo; L = Linhagem; MA = Manejo alimentar; S × L = Interação entre sexo e linhagem; S × MA = Interação entre sexo e manejo alimentar; L × MA = Interação entre linhagem e manejo alimentar; S × L × MA = Interação entre sexo, linhagem e manejo alimentar.

O teor de a^* (vermelho) foi influenciado ($P < 0,05$) pelos fatores linhagem e manejo alimentar e pela interação entre linhagem \times manejo alimentar. De acordo com a Tabela 11, a linhagem Cobb submetida aos dois métodos de alimentação (*ad libitum* e RAQ) apresentou diferença para o teor de a^* , em que as aves do grupo com RAQ demonstraram maior teor de vermelho na carne de peito do que aquelas alimentadas *ad libitum*; não havendo diferença para a linhagem Ross, independentemente do manejo alimentar. Entre as linhagens, as aves alimentadas *ad libitum*, temos que a Cobb apresentou uma maior predisposição para o teor de a^* , enquanto que, para o grupo RAQ não houve diferença entre as aves Cobb e Ross.

Tabela 11. Desdobramento da interação entre linhagem e manejo alimentar para o teor de a^* e perda de peso por cocção em frangos de corte aos 41 dias de idade

Manejo alimentar	Linhagem	
	Cobb	Ross
	a^{*1}	
<i>Ad libitum</i>	3,38 \pm 0,35 bA	3,31 \pm 0,45 aB
RAQ	3,51 \pm 0,61 aA	4,93 \pm 3,62 aA
	<i>Perda de peso por cocção¹</i>	
<i>Ad libitum</i>	23,42 \pm 4,00 bB	28,13 \pm 5,18 aA
RAQ	27,75 \pm 3,38 aA	26,62 \pm 3,26 aA

¹ Médias \pm desvio padrão seguidas por letras minúsculas diferentes nas colunas e maiúsculas nas linhas são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$).

A concentração de pigmento amarelo (b^*) foi influenciada pelo sexo das aves ($P < 0,05$), com as fêmeas apresentando níveis mais altos de b^* ($5,50 \pm 0,84$) em comparação com os machos ($4,92 \pm 0,83$). Outros autores (Lonergan *et al.*, 2003; Souza, 2004, Cruz *et al.*, 2017) também evidenciaram efeito do fator sexo para a variável b^* .

A perda de peso durante a cocção foi influenciada pela interação entre linhagem e manejo alimentar, com a linhagem Cobb mostrando maior perda de peso quando submetida ao manejo alimentar RAQ, enquanto para a linhagem Ross não houve diferença entre os manejos alimentares. Além disso, para as aves Cobb e Ross alimentadas *ad libitum*, as Ross apresentaram maior perda de peso durante a cocção, sem diferença entre as linhagens para o grupo RAQ (Tabela 11).

A capacidade de retenção de água foi influenciada pelo sexo das aves ($P < 0,05$), com os machos apresentando maiores perdas de água ($0,23 \pm 0,02$) em comparação às fêmeas ($0,22 \pm 0,02$). Em relação à força de cisalhamento, os machos demonstraram maior maciez da carne ($5089,6 \pm 1323,75$) em comparação às fêmeas ($6788,8 \pm 1827,30$).

Allen *et al.* (1998) afirmaram que a capacidade de retenção de água reflete a fração de água mantida no músculo, sendo que amostras com menores porcentagens de perda por gotejamento e perda por cocção apresentam maior retenção hídrica. De acordo com Olivo

(2004), valores mais altos de L* (luminosidade) e menores de pH estão associados a uma menor capacidade de retenção de água.

Os resultados deste estudo corroboram os achados de Dalanezi *et al.* (2004), que também observaram influência do sexo na capacidade de retenção de água e maciez da carne. Além disso, a força de cisalhamento está diretamente relacionada ao teor de água intramuscular e, conseqüentemente, à capacidade de retenção de água da carne. Quanto maior o conteúdo de água fixada no músculo, maior será a maciez da carne (Fletcher, 2002; Anadón, 2002).

As *white stripings* não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelos tratamentos aplicados, é possível verificar que as médias para todos os fatores encontraram valores muito próximos.

5 CONCLUSÃO

As linhagens de frangos de corte Cobb e Ross possuem desempenho e qualidade de carne diferenciados, sendo que, os frangos Cobb possuem melhores resultados que os da linhagem Ross em ambos os períodos avaliados.

Os frangos machos possuem melhor desempenho do que fêmeas.

Os manejos alimentares avaliados (alimentação à vontade e a restrição alimentar quantitativa) interferiram no desempenho e qualidade da carne dos frangos. Para a maioria das variáveis os melhores resultados foram obtidos com frangos alimentados à vontade em ambos os períodos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. Protocolo de Bem-Estar para Frangos de Corte. 2016. Disponível em :< <http://abpa-br.com.br> >. Acesso em 28 de março de 2020.

Albarez, J. R. **Efeito da restrição alimentar sobre o desempenho produtivo e a composição da carcaça de frangos de corte**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. p. 85, 1995.

Albarez, J. R.; Fonseca, J. B.; Silva, M. A.; Soares, R. T. R. N.; Costa, F. A. C.; Soares, P. R. Efeito da restrição alimentar sobre o desempenho produtivo e a qualidade da carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, p.1727-1734, 2000.

Allen, C. D.; Fletcher, D. L.; Northcutt, J. K.; Russell, S. M. The relationship of broiler breast color to meat quality and shelf-life. **Poultry Science**, v. 77, p. 361-366, 1998.

Almeida, A.P.S.; Pinto, M.F.; Poloni, L.B.; Ponsano, E.H.G.; Garcia Neto, M. Efeito do consumo de óleo de linhaça e de vitamina E no desempenho e nas características de carcaças de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p. 698-705, 2009.

Alnahhas, N.; Berri, C.; Chabault, M.; Chartrin, P.; Boulay, M.; Bourin, M. C.; Le Bihan-Duva, E. Genetic parameters of white striping in relation to body weight, carcass composition, and meat quality traits in two broiler lines divergently selected for the ultimate pH of the pectoralis major muscle. **BMC Genetics**, v.19, p.17- 61, 2016.

Anadón, H. L. S. **Biological, nutritional and processing factors affecting breast meat quality of broilers**. Thesis (Doctor of Philosophy in Animal and Poultry Sciences) – Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, 171 f., 2002.

Api, I. **Efeito da sexagem e de linhagens no desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte**. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 63f., 2014.

Api, I.; Takahashi, S. E.; Mendes, A. S.; Paixão, S. J.; Refati, R.; Restelatto, R. Efeito da sexagem e linhagens sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v.18, p.1-10, e-32691. 2017.

Arcar, N.; Hulet, R. M.; Barbato, G. F., Effect of dietary lysine on yield losses occurring during early feed restriction to reduce ascites. **Journal of Applied Poultry Research**, v 10, p 211-220, 2001.

Arce, J. M.; Berger, M.; Coello, C. L. Control of ascites syndrome by feed restriction techniques. **Journal of applied poultry research**. v.1, p. 1-5, 1992.

Argentão, C.; Michelin Filho, T.; Marques, J. L. B.; Souza, E. M.; Eler, J. P.; Ferraz, J. B. S. Genetic and phenotypic parameters of growth and carcass traits of a male line of broilers raised in tropical conditions. **In: 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production Montpellier**. Proceedings, 2002.

Avila, V. S.; Ledur, M. C.; Barioni Junior, W.; Schmidt, G. S.; Costa, C. N. Desempenho e Qualidade de Carcaça em Linhagens Comerciais de Frangos de Corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 6, p. 649-656, 1993.

Bartlett, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Society of London Series A**, v. 160, n. 901, p. 268-282, 1937.

Bauermeister, L. J.; Morey, A. U.; Moran, E. T.; Singh, M.; Owens, C. M.; McKee, S. R. Occurrence of white striping in chicken breast fillets in relation to broiler size. **Poultry Science**. 88(Suppl. 1):33, (Abstr.), 2009.

Beane, W. L.; Cherry, J. A.; Weaver Júnior, W. D. Intermittent light and restricted feeding of broiler chickens. **Poultry Science**, v.58, n 3 p. 567-571, 1979.

Benevides, W. S; Pizarro-Díaz, M.; Guano, L. E.; Almeida, A. R.; Frota, L. O.; Campos, W. O.; P.; Lácido W. C. Study of animal welfare through analysis and comparison of the presence of foot pad dermatitis in broilers raised in controlled environments in Brazil and Spain. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 10, p. 330-350, 2016.

Benyi, K.; Acheampong-Boateng, O.; Norris, D. Effects of strain and different skip-a-day feed restriction periods on the growth performance of broiler chickens. **Tropical Animal Health and Production**, v.43, p. 871-876, 2011.

Bilgili, S. F.; Moran, J. R.; Acar, N. Strain-cross response of male broilers to dietary lysine in the finisher feed: live performance further-processing yields. **Poultry Science**, v.71, p.850-858, 1992.

Box, G. E. P.; Cox, D. R. An Analysis of Transformations. **Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)**, v. 26, n. 2, p. 211-252, 1964.

Bressan, M. C. **Efeitos dos fatores pré e pós abate sobre a qualidade da carne de peito de frango**. 1998. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1998, 218p.

Brunelli, S. R.; Pinheiro, J. W.; Silva, C. A.; Fonseca, N. A. N.; Oliveira, D. D.; Cunha, G. E.; Souza, L. F. A. Inclusão de farelo de gérmen de milho desengordurado na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p.1349-1358, 2006.

Butzen, F. M.; Ribeiro, A. M. L.; Vieira, M. M.; Kessler, A. M.; Dadalt, J. C.; Della, M. P. Early feed restriction in broilers. I–Performance, body fraction weights, and meat quality. **Journal of applied poultry research**. v. 22, p. 251–259, 2013.

Butzen, F. M. **Programas de restrição alimentar precoce e seu efeito sobre índices zootécnicos e qualidade de carne de frangos de corte**. Dissertação (Mestre em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 206 f., 2012.

Campos, E. J.; Pereira, J. C. C. Melhoramento genético das aves. **In: Melhoramento genético aplicado à produção animal**. Belo Horizonte: FEP-MVZ, cap.17, p.284-314, 1999.

Castillo, C. J. C. Atributos de qualidade em carcaças e cortes de frangos. **In:** AZEVEDO, Lucio C. et al. Qualidade da Carne. São Paulo: Varela, p. 133- 152, 2006.

Castro, J. B. J. **Jejum alimentar na qualidade da carne de frangos de corte criados em sistema convencional.** Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 44p., 2006.

Chambers, J. R. Genetics of growth and meat production in chickens. **In:** Poultry breeding and genetics, 1990.

Contreras Castillo, C. J; Custodio, C. V. Atributos de qualidade em carcaça de frangos: vale à pena avaliar em nível de produção industrial? In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2002. v.1, p. 31-46. 2002.

Contreras Castillo, C. J. Qualidade de carcaça e carne de aves. Congresso brasileiro de ciência e tecnologia de carnes, 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro: ITAL, p.79-99. 2001.

Costa, E. C. da; Restle, J.; Brondani, I. L.; Perottoni, J.; Faturi, C.; Menezes, L. F. G. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Red Angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 417-428, 2002.

Cruz, F. L.; Espósito, M.; Fassani, É. J.; Faria, P. B; Esteves, C. Qualidade da carne de aves da raça rodhe island red criadas em sistema alternativo. **Ciência animal brasileira**, v. 18, p. 1-16, 2017.

Dalanezi, J. A.; Mendes, A. A.; Garcia, E. A.; Garcia, R. G.; Moreira, J.; Takyta, T. S.; Paz, I. C. L. A. Efeito da idade da matriz sobre o rendimento e qualidade da carne de frangos de corte. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, p. 685-690, 2004.

De Jong, I.; Berg, C.; Butterworth, A.; Estevéz, I. Scientific report updating the EFSA opinions on the welfare of broilers and broiler breeders. **External Scientific Report**, v. 295, p. 116, 2012.

Durbin, J.; Watson, G. S. Testing for serial correlation in least squares regression I. **Biometrika**, v. 37, n. 3-4, p. 409-428, 1950.

Durbin, J.; Watson, G. S. Testing for serial correlation in least squares regression II. **Biometrika**, v. 38, n. 1-2, p. 159-178, 1951.

Fanatico, A. C.; Cavitt, L. C.; Pillai, P. B.; Emmert, J. L; Owens, C. M. Evaluation of slower-growing broiler genotype grown with and without outdoor access: meat quality. **Poultry Science**, v.84, p.1785-1790, 2005.

Fanatico, A. C.; Pillai, P. B.; Emmert, J. L; Gbur, E. E.; Meullenet, J. F.; Owens, C. M. Sensory attributes of slow- and fast-growing chicken genotypes raised indoors or with outdoor access. **Poultry Science**, v.86, p. 2441-2449, 2007.

Flemming, J. S.; Janzen, S. A.; Endo, M. A. Rendimento de carcaças em linhagens comerciais de frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, v.4, p.61-63, 1999.

Fletcher, D. L. Poultry meat quality. **World's Poultry Science Journal**, v.58, n.2, p.131-145, 2002.

Garcia, R. G.; Mendes, A. A.; Garcia, E. A.; Nääs, I. A.; Moreira, J., Almeida, I. C. L.; Takita, T. S. Efeito da densidade de criação e do sexo sobre o empenamento, incidência de lesões na carcaça e qualidade da carne de peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n. 1, p. 001-009, 2002.

Gaya, L. G. **Estudo genético da deposição de gordura abdominal e de características de desempenho, carcaça e composição corporal em linhagem macho de frangos de corte**. 99 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo; 2003.

Gaya, L. G.; Mourão, G. B.; Ferraz, J. B. Aspectos genético-quantitativos de características de desempenho, carcaça e composição corporal em frangos. **Ciência Rural**, v.36, p.709-716, 2006.

Giachetto, P. F. **Mecanismos hormonais do ganho compensatório e composição de carcaça em frangos de corte submetidos a restrição alimentar com diferentes níveis energéticos**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 98f., 1998.

Gratta, F.; Birolo, M.; Sacchetto, R.; Radaelli, G.; Xiccato, G.; Ballarin, C.; Bertotto, D.; Piccirillo, A.; Petracci, M.; Maertens, L.; Trocino, A. Effect of feed restriction timing on live performance, breast myopathy occurrence, and muscle fiber degeneration in 2 broiler chicken genetic lines. **Poultry Science**, v. 98, p. 5465-5476, 2019.

Hedrick, H. B.; Aberle, E. D.; Forrest, J. C.; Judge, M. D.; Merkel, R.A. **Principles of meat science**. 3 ed. Kendall/ Hunt Publishing Company-Dubuque, Iowa, 1994.

Hornick, J. L; Van Eenaeme, C.; Gérard, O.; Dufrasne, I.; Istasse, L. Mechanisms of reduced and compensatory growth. **Domestic Animal Endocrinology**, v.19, p.121-132, 2000.

Huff-Lonergan, E. J.; Lonergan, S.M. Postmortem mechanisms of meat tenderization: The roles of the structural proteins and the calpain system. **In: Quality Attributes of Muscle Foods**, (Y.L. Xiong, C. T. Ho. and F. Shahidi (Eds.) p. 229-252, Kluwer Academic/Plenum Press New York. 1999.

Jalal, M. A.; Zakaria, H. A. The effect of quantitative feed restriction during starter period on compensatory growth and carcass characteristics of broiler chickens. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.11, p. 719–724, 2012.

Kay, M.; Wobbrock, J. O. **ARTool: Aligned Rank Transform for Nonparametric Factorial ANOVAs**. version 0.10.4, 2016.

Kendall, T. L.; Koohmaraie, M.; Arbona, J. R.; Williams, S. E.; Young, L. L. Effect of pH and ionic strength on bovine m-calpain and calpastatin activity. **Journal of Animal Science**, v. 71, p.96-104, 1993.

Khajali, F.; Zamani-Moghaddam, A.; Asadi-Khoshoie, E. Application of and early skip-a-day feed restriction on physiological parameters, carcass traits and development of ascites in male broilers reared under regular or cold temperatures at high altitude. **Animal Science Journal**, v. 78, n. 2, p. 159-163, 2007.

Khetani, T. L.; Nkukwana, T. T.; Chimonyo, M.; Muchenje, V. Effect of quantitative feed restriction on broiler performance. **Tropical animal health and production**, v. 41, p. 379–384, 2009.

Kuttappan, V. A., V. B. Brewer, A. Mauromoustakos, S. R. McKee, J. L. Emmert, J. F. Meullenet; C. M. Owens. Estimation of factors associated with the occurrence of white striping in broiler breast fillets. **Poultry Science**, v. 92, p.811–819, 2013a.

Kuttappan, V. A., V. B. Brewer, J. K. Apple, P. W. Waldroup; C. M. Owens. Influence of growth rate on the occurrence of white striping in broiler breast fillets. **Poultry Science**, v. 91, p. 2677–2685, 2012a.

Kuttappan, V. A.; Brewer, V. B.; Clark, F. D.; Mckee, S. R., Meullenet, J. F.; Emmert, J. L.; Owens, C. M. Effect of white striping on the histological and meat quality characteristics of broiler fillets. **Poultry Science**, v. 88, p. 136–139, 2009.

Kuttappan, V. A.; Hargis, B. M.; Owens, C. M. White striping and woody breast myopathies in the modern poultry industry: a review. **Poultry Science**, v.95, p. 2724 - 2733, 2016.

Kuttappan, V. A.; Lee, Y. S.; Erf, G. F.; Meullenet, J. F.; McKee, S. R.; Owens, C. M. Consumer acceptance of visual appearance of broiler breast meat with varying degrees of white striping. **Poultry Science**, v. 91, n. 5, p. 1240-1247, 2012b.

Kuttappan, V. A.; Shivaprasad, H. L.; Shaw, D. P.; Valentine, B. A.; Hargis, B. M.; Clark, F. D.; Mckee, S. R.; Owens, C. M. Pathological changes associated with white striping in broiler breast muscles. **Poultry Science**, v. 92, p. 331-8, 2013b.

Kuttappan, V. A; Huff, G.R; Huff, W.E; Hargis, B.M; Apple, J.K; Coon, C.; Owens, C.M. Comparison of hematologic and serologic profiles of broiler birds with normal and severe degrees of white striping in breast fillets. **Poultry Science Association Inc**, v. 92, p. 339-45, 2013c.

Lana, G. R. Q.; Rostagno, H. S.; Donzele, J. L.; Lana, A. M. Q. Efeito de programas alimentares sobre o desempenho produtivo e econômico e a deposição de gordura nas carcaças de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, p.1302-1309, 1999.

Lara, L. J. C.; Baião, N. C.; Rocha, J. S. R.; Lana, A. M. Q.; Cançado, S. V.; Fontes, D. O.; Leite, R. S. Influência da forma física da ração e da linhagem sobre o desempenho e rendimento de cortes de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p. 970-978, 2008.

Lawrie, R.A. **Ciência da carne**. 6.d. Tradução de Jane Maria Rubensan. Porto Alegre: Artmed, 384p., 2005.

Le Bihan-Duval, E.; Berri, C.; Baeza, E.; Millet, N.; Beaumont, C. Estimation of the genetic parameters of meat characteristics and their genetic correlations with grow and body composition in a experimental broiler line. **Poultry Science**, v. 80, n. 7, p. 839-843, 2001.

Le Bihan-Duval, E.; Berri, C.; Baeza, E.; Sante, V.; Astruc, T.; Remington, H.; Le Pottier, G.; Bentley, J.; Beaumont, C. Fernandez, X. Genetic parameters of meat technological quality traits in a grand-parental commercial line of turkey. **Genetics, Selection, Evolution**, v. 35, p. 623-635, 2003.

Le Bihan-Duval, E.; Mignon-Grasteau, S.; Millet, N.; Beaumont, C. Genetic analysis of a selection experiment on increased body weight and breast muscle weight as well as on limited abdominal fat weight. **British Poultry Science**, v.39, p.346-353, 1998.

Le Bihan-Duval, E.; Millet, N.; Remington, H. Broiler meat quality: Effect of selection for increased carcass quality and estimates of genetic parameters. **Poultry Science**, v. 78, p. 822–826, 1999.

Lee, K. H.; Leeson, S. Performance of broilers fed limited quantities of feed or nutrients during seven to fourteen days of age. **Poultry Science**, v. 80, p. 446-454, 2001.

Lesson, S.; Summers, J. D; Caston, L. Diet dilution and compensatory growth in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v 10, p. 867-873, 1991.

Lippens, M.; Room, G.; De Groote, G. and Decuypere, E. Early and temporary quantitative food restriction of broiler chickens. 1. Effects on performance characteristics, mortality and meat quality. **British Poultry Science**, v. 41, p. 343-354, 2000.

Lisboa, J. S.; Silva, D. J.; Silva, M. A.; Soares, P. R.; Albino, L. F. T. Desempenho de três grupos genéticos de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes teores de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.555-559, 1999.

Livingston, M. L., C. Landon, H. J. Barnes; J. Brake. White striping and wooden breast myopathies of broiler breast muscle is affected by time-limited feeding, genetic background, and egg storage. **Poultry Science**, v. 98, p. 217–226, 2019.

Lonergan, S.M.; Deeb, N.; Fedler, C.A.; Lamont, S. J. Breast meat quality and composition in unique chicken populations. **Poultry Science**, v.82, p.1990-1994, 2003.

Lorenzi, M.; Mudalal, S.; Cavani, C.; Petracci, M. Incidence of white striping under commercial conditions in medium and heavy broiler chickens in Italy. **Journal Applied Poultry Research**, v. 23, p. 754-758, 2014.

Lucca, J. W.; Zampar, A.; Borba, H.; de Mello, J. L. M.; Barreta, M.; Boiago, M.M. The White Striping myopathy in different broiler strains and its influence on composition and meat quality. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.71, p.1331-1338, 2019.

Marcato, S. M.; Sakomura, N. K.; Munari, D. P.; Fernandes, J. B. K.; Kawauchi, Í. M.; Bonato, M. A. Growth and body nutrient deposition of two broiler commercial genetic lines. **Brasilian Journal of Poultry Science**, v.10, p.117-123, 2008.

Marcato, S. M.; Sakomura, N. K.; Fernandes, J. B. K.; Siqueira, J. C.; Dourado, L. R. B.; Freitas, E. R. Crescimento e deposição de nutrientes nos órgãos de frangos de corte de duas linhagens comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p.1082 – 1091, 2010.

Marsh, B. B.; Lochner, J. V.; Takahashi, G.; Kragness, D. D. Effects of early post mortem pH and temperature on beef tenderness. **Meat Science**, v.2, p. 479-483, 1981.

Martins, J. M. S.; Taveira, R. Z.; Hitz, F.H.; Henrique Castilhano, H.; Santos, M.P. Desempenho zootécnico de linhagens de frango de corte de crescimento rápido. **PUBVET**, v. 6, Ed. 191, Art. 1287, 2012.

Meloche, K. J.; Fancher, B. I.; Emmerson, D. A.; Bilgili, S. F.; Dozier, W. A. Effects of quantitative nutrient allocation on myopathies of the *Pectoralis major* muscles in broiler chickens at 32, 43, and 50 days of age. **Poultry Science**, v. 97, p.1786–1793, 2018.

Mendes, A. A. Rendimento e qualidade da carcaça de frangos de corte. **In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. Anais. Campinas: FACTA: 2001. v.2, p.79-100, 2001.**

Mendes, A. A., Garcia, E. A., Gonzales, E. et al. Efeito da linhagem e idade de abate sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 22, p.466-472, 1993.

Mendes, A. A.; Moreira, J.; Garcia, R.G. Qualidade da Carne de Peito de Frango de corte. **Revista Nacional da Carne**, ed. 317, 3p., 2003.

Menezes, J. J. L.; Gonçalves, H. C.; Ribeiro, M. S.; Rodrigues, L.; Cañizares, G. I. L.; Medeiros, B. B. L. Efeitos do sexo, do grupo racial e da idade ao abate nas características de carcaça e maciez da carne de caprinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1769-1778, 2009.

Moreira, J.; Mendes, A. A.; Roça, R. O.; Garcia, E. A.; Naas, I. A.; Garcia, R. G.; Paz, I. C. L. Efeito da Densidade Populacional sobre Desempenho, Rendimento de Carcaça e Qualidade da Carne em Frangos de Corte de Diferentes Linhagens Comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1506-1519, 2004.

Moro, D. N., Zanella, I., Figueiredo, E. A. P.; Silva, J. H. S. Desempenho produtivo de quatro linhagens de frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 35, p. 446-449, 2005.

Mudalal, S.; Babini, E.; Cavani, C.; Petrocci, M. Quantity and functionality of protein fractions in chicken breast fillets affected by White striping. **Poultry Science**, v. 93, p. 2108-16, 2014.

Nowicki, R.; Butzge, E.; Otutumi, L. K.; Piau-Júnior, R.; Alberton, L. R.; Merlini, L. S.; Mendes, T. C.; Dalberto, J. L.; Gerônimo, E.; Caetano, I. C. S. Desempenho de frangos de corte criados em aviários convencionais e escuros. **Arquivos de Ciências Veterinárias Zoologia UNIPAR**, v. 14, p. 25-28, 2011.

Olivo, R. Atualidades na qualidade da carne de aves. **Revista Nacional da Carne**. p. 38-50, 2004.

Osbourn, D. F.; Wilson, P. N. Effects of different patterns of allocation of a restricted quantity of food upon the growth rate. **Journal of Agricultural Science**, v. 54, p. 278-289, 1960.

Özkan, S., I. Plavnik; S. Yahav. Effects of early feed restriction on performance and ascites development in broiler chickens subsequently raised at low ambient temperature. **J. Appl. Poult. Res.** v. 15, p.9–19; 2006.

Palo, P. E.; Sell, J. L.; Piquer, F. J.; Vilaseca, L.; Soto-Salanova, M. F. Effect on early nutrient restriction on broilers chickens. 2. Performance and digestive enzyme activities. **Poultry Science**, v. 74, p. 1470-1483, 1995.

Pardi, M. C.; Santos, I. F.; Souza, E. R.; Pardi, H. S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. V.1. Ciência, higiene da carne. Tecnologia da sua obtenção e transformação. CEGRAF – UFG, Goiânia – GO, p. 586, 1993.

Pardi, M. C.; Santos, I. F.; Souza, E. R.; Pardi, H. S. *Ciência, higiene e tecnologia da carne*. 2.ed. Goiânia: UFG, 623p., 2001.

Petracci, M., Mudalal, S., Bonfiglio, A.; Cavani, C. Occurrence of white striping under commercial conditions and its impact on breast meat quality in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 92, p. 1670-1675, 2013.

Petracci, M.; Mudalal, S.; Cavani, C. Meat quality in fast-growing broiler chickens. **World's Poultry Science Journal**, v. 71, n. 02, p. 363-374, 2015.

Petracci, M.; Mudalal, S.; Babini, E.; Cavani, C. Effect of white striping on chemical composition and nutritional value of chicken breast meat. **Italian Journal of Animal Science**, v. 13, p. 179–183, 2014.

Pires, G. A.; Cordeiro, M. B.; Freitas, H. J.; Rodrigues, S. F. C.; Nascimento, A. M. Desempenho zootécnico e rendimento de carcaça de linhagens de frangos de corte criadas sob condições ambientais da amazônia ocidental. **Enciclopédia Biosfera**. Centro Científico Conhecer, v.16, n.29; p. 633, 2019.

Pokniak, J.A.; Cornejo, S.B. Effect of energy and protein undernutrition on reproductive performance and carcass, liver and digestive tract composition of broilers males. **Nutrition Report International**, v.26, n.3, p.319-327,1982.

Proudfoot, F.G.; Hurlan, H.N. Effects of reduced feeding time using all mash or crumble-pellet dietary regimens on chicken broiler performance, including the incidence of acute death syndrome. **Poultry Science**, v.61, n.4, p.750-754, 1983.

Quentin, M.; Bouvarel, I.; Berri, C. et al. Growth, carcass composition and meat quality response to dietary concentrations in fast-, medium- and slow-growing commercial broilers. **Animal Research**, v.52, p.65-77, 2003.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Versão 3.5.3 "Great Truth", 2019.

Robinson, F. E.; Classen, H. L.; Hanson, J. A.; Onderka, D. K. Growth performance, feed efficiency and the incidence of skeletal and metabolic disease in full-fed and feed restricted broiler and roaste chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 1, p. 33-41, 1992.

ROÇA, R. O. **Propriedades da carne**. Disponível em:

<<https://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca107.pdf>>. Acessado em 30 de maio de 2020.

Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Hannas, M.I.; Donzele, J.L.; Sakomura, N.K.; Perazzo, F. G.; Saraiva, A.; Teixeira, M.V.; Rodrigues, P.B.; Oliveira, R.F.; Barreto, S.L.T.; Brito, C.O. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4a edição. Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 488p., 2017.

Russo, E.; Drigo, M.; Longoni, C.; Pezzotti, R.; Fasoli, P.; Recordati, C. Evaluation of White Striping prevalence and predisposing factors in broilers at slaughter. **Poultry Science**, v. 94, p. 1843-1848, 2015.

Sahraei, M. Feed restriction in broiler chickens production: areview. **Global Veterinaria**, v. 8, p. 449-458, 2012.

Santos, A. L.; Sakomura, N. K.; Freitas, E. R.; Fortes, C. M. L. S.; Carrilho, E. N. V.; Fernandes, J. B. K. Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1589-1598, 2005.

Schettino, D. N.; Cançado, S. V.; Baião, N. C.; Lara, L. J. C.; Figueiredo, T. C.; Santos, W. L. M. Efeito do período de jejum pré-abate sobre o rendimento de carcaça de frango de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p.918-924, 2006.

Scheurmann, G. N.; Bilgili, S. F.; Hess, J. B.; Mulvaney, D. R. Breast muscle development in comercial broiler chickens. **Poultry Science**, v. 82, p.1648-1658, 2003.

Schuck, F. **Avaliação da ocorrência de white striping em frangos de corte das diferentes linhagens em faixas etárias distintas**. Monografia (Especialização) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 28f., 2016.

Shapiro, S. S.; Wilk, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, p. 591-611, 1965.

Shimokomaki, M.; Olivo, R.; Terra, N. N.; Franco, B. D. G. M. **Atualidade em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: Varela, p. 29-36, 2006.

Shiroma, N. N.; Zanetti, M. A.; Faria, D. E.; Albuquerque, R. Avaliação de programas de alimentação sobre o rendimento de carcaça em frangos de corte. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, p. 25-28, 1996.

Sihvo, H. K.; Immonen, K.; Puolanne, E. Myodegeneration with fibrosis and regeneration in the *Pectoralis major* muscle of broilers. **Veterinary Pathology**, v. 51, p. 619–623, 2014.

Silva, M. T. P.; Veloso, R.C.; Pires, A.V.; Torres Filho, R. A.; Pinheiro, S. R. F.; Winkelstroter, L. K.; Barros, F. J. M.; Senna, J. A. B. Desempenho e características de carcaça de três genótipos comerciais de frangos de corte alimentados com diferentes dietas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, p.1311-1318, 2017.

Singh, R.; Trehan, P.K. Genetic and phenotypic parameters of body and muscle weights and abdominal fat in meat-type chicken. **Indian Journal of Animal Science**, v.64, p.388-392, 1994.

Souza, X.R. **Características de carcaça, qualidade de carne e composição lipídica de frangos de corte criados em sistemas de produção caipira e convencional**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, 334 f., 2004.

Stringhini, J. H.; Laboissière, M.; Muramatsu, K.; Leandro, N. S. M.; Café, M. B. Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte criadas em Goiás. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 32, p.183-190, 2003.

Takahashi, S. E.; Mendes, A. A.; Saldanha, E. S. P. B.; Pizzolante, C. C.; Pelícia1, K.; Garcia, R. G.; Paz, I. C. L. A.; Quinteiro, R. R. Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, p.624-632, 2006.

Tasoniero, G.; Cullere, M.; Cecchinato, M.; Puolanne, E.; Dalle Zotte, A. Technological quality, mineral profile, and sensory attributes of broiler chicken breasts affected by White Striping and Wooden Breast myopathies. **Poultry Science**, v. 95, p. 2707-2714, 2016.

Tauchert, A. **Estudo exploratório do desempenho zootécnico de duas linhagens de frango de corte à campo**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. p. 22, 2013.

Tijare, V. V.; Yang, F. L.; Kuttappan, V. A.; Alvarado, C. Z.; Coon, C. N.; Owens, C. M. Meat Quality of Broiler Breast Fillets with White Striping and Woody Breast Muscle Myopathies. **Poultry Science**, v. 95, p. 2167-73, 2016.

Togashi, C.K. **Teores de colesterol e ácidos graxos em tecidos e soro de frangos de corte submetidos a diferentes programas nutricionais**. Tese (Doutorado em Zootecnia)- UENF/RJ. Campos dos Goytacazes, 2004. 97f. 2004.

Tsiouris, V.; Georgopoulou, I.; Batzios, C.; Pappaioannou, N.; Ducatelle, R.; Fortomaris. P. Temporary feed restriction partially protects broilers from necrotic enteritis. **Avian Pathology**, v.43, p.139-145, 2014.

Urdaneta-Rincon, M.; Leeson, S. Quantitative and qualitative feed restriction on growth characteristics of male broiler chickens. **Poultry Science**, v.81. p.679-688, 2002.

Vargas Junior, J. G.; Albino, L. F. T.; Rostagno, H. S. et al. Desempenho de Frangos de Corte Submetidos a Restrição Alimentar. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, p. 77-79, 1996.

Velleman, S. G., C. S. Coy; D. A. Emmerson. Effect of the timing of posthatch feed restrictions on the deposition of fat during broiler breast muscle development. **Poultry Science**, v. 93, p. 2622–2627, 2014.

Venables, W. N.; Ripley, B. D. **Modern Applied Statistics with S**. 4. Verlag New York: Springer, p. ISBN 978-0-387-21706-2, 2002.

Venturini, K. S.; Sarcinelli, M. F.; Silva, L. C. Características da Carne de Frango. **Boletim Técnico** – PIE-UFES: 01307. 2007.

Vieira, J. O.; Bressan, M. C.; Faria, P. B.; Ferreira, M. W.; Ferrão, S. P. B.; Souza, X. R. Efeito dos métodos de cocção na composição centesimal e colesterol do peito de frangos de diferentes linhagens. **Ciências e Agrotecnologia**, v. 31, p. 164-170, 2007b.

Vieira, M. M.. **Qualidade de carcaça em frangos de corte**. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 28 f. 2004.

Vieira, S. L. Considerações Sobre as Características de Qualidade de Carne de Frango e Fatores que Podem Afetá-la. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 9 p., 1999.

Vieira, S. L.; Olmos, A. R.; Berres, J.; Freitas, D. M.; Coneglian, J. L. B.; Peña, J. E. M. Respostas de frangos de corte fêmeas de duas linhagens a dietas com diferentes perfis protéicos ideais. **Ciência Rural**, v.37, p. 1753 - 1759, n.6, 2007a.

Wang, L. Z.; McMillan, I.; Chambers, J. R. Genetic correlations among growth, feed and carcass traits of broiler sire and dam populations. **Poultry Science**, v.70, p.719-725, 1991.

Washburn, K.W.; Bondari, K. Effects of timing and duration of restricted feeding on compensatory growth in broilers. **Poultry Science**, v.57, p.1013-1021, 1978.

Wobbrock, J. O.; Findlater, L.; Gergle, D.; Higgins, J. J. (2011) The Aligned Rank Transform for nonparametric factorial analyses using only ANOVA procedures. In: Proceedings of the ACM conference on human factors in computing systems (CHI '11), Vancouver, British Columbia. ACM Press, New York, pp 143–146, 2011.

Yu, M. W.; Robinson F. E. The application of short-term feed restriction to broiler chicken production: a review. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 1, p.147-153, 1992.

Zambonelli, P.; Zappaterra, M.; Soglia, F.; Petracci, M.; Sirri, F.; Cavani, C.; Davoli R. Detection of differentially expressed genes in broiler pectoralis major muscle affected by White Striping – Wooden Breast myopathies. **Poultry Science**, v.95, p.2771-27850, 2016.

Zeola, N. M. B. L.; Souza, P. A.; Souza, H. B. A.; Silva Sobrinho, A. G.; Barbosa, J.C. Cor, capacidade de retenção de água e maciez da carne de cordeiro maturada e injetada com

cloreto de cálcio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, p.1058-1066, 2007.

Zubair, A.K.; Leeson, S. Effect of varying period of early nutrient restriction on growth compensation and carcass characteristics of male broilers. **Poultry Science**, v. 73, p.129-136, 1994.

Zuidhof, M. J., B. L. Schneider, V. L. Carney, D. R. Korver; F.E. Robinson. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. **Poultry Science**, v. 93, p. 2970–2982, 2014.

