



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**Ganho de peso compensatório em diferentes fases na  
criação de frangos de corte**

Janaina Correia Teodoro

Orientador: Prof. Dr. Marcos Barcellos Café

GOIÂNIA  
2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES  
E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFMG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFMG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

**1. Identificação do material bibliográfico**

Dissertação     Tese

**2. Nome completo do autor**

JANAÍNA CORREIA TEODORO

**3. Título do trabalho**

Ganho de peso compensatório em diferentes fases na criação de frangos de corte

**4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)**

Concorda com a liberação total do documento  SIM     NÃO<sup>a</sup>

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
- b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

**Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.**



Documento assinado eletronicamente por **Marcos Barcellos Café, Professor do Magistério Superior**, em 23/06/2021, às 11:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **JANAÍNA CORREIA TEODORO, Usuário Externo**, em 23/06/2021, às 19:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2153720** e o código CRC **88F9170F**.

## **Ganho de peso compensatório em diferentes fases na criação de frangos de corte**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em 2021, da faculdade Escola de Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal de Goiás (UFG), como requisito para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

### **Área de Concentração:**

Produção animal

### **Linha de pesquisa:**

Nutrição e produção animal

### **Orientador:**

Prof. Dr. Marcos Barcellos Café

### **Coorientador:**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Nadja Susana Mogyca Leandro

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Alessandra Gimenez Mascarenhas

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Teodoro, Janaina Correia

Ganho de peso compensatório em diferentes fases na criação de frangos de corte [manuscrito] / Janaina Correia Teodoro. - 2021. LXII, 62 f.

Orientador: Profa. Dra. Marcos Barcellos Café; co-orientadora Dra. Alessandra Gimenez Mascarenhas; co-orientador Dr. Nadja Susana Mogyca Leandro.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Goiânia, 2021.

Bibliografia.

Inclui gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. avicultura. 2. restrição alimentar. 3. recuperação de peso. I. Café, Marcos Barcellos, orient. II. Título.

CDU 639.09

10/06/2021

SEI/UFG - 2059498 - Ata de Defesa de Dissertação



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Ata nº 92 da sessão de Defesa de Dissertação de **Janaina Correia Teodoro** que confere o título de **Mestre (a) em Zootecnia** pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na área de concentração em Produção Animal.

Aos **dezoito dias do mês de maio de dois mil e vinte e um – (18/05/2021)** a partir das **08h30min**, cuja participação ocorreu por meio de videoconferência, realizou-se em sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada **“Ganho de peso compensatório em diferentes fases na criação de frangos de corte”**. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, **Marcos Barcellos Café** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: **Fabyola Barros de Carvalho - EVZ/UFG**, membro titular interno e **Hugo Jayme Mathias Coelho Peron - IFGoiano**, membro titular externo. Também, presente **Alessandra Gimenez Mascarenhas - EVZ/UFG (coorientadora)**. Durante a arguição os membros da banca não fizeram sugestão de alteração do título. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação tendo sido o candidato **Aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Presidente da Banca Examinadora **Marcos Barcellos Café**, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora.

## TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Marcos Barcellos Café, Professor do Magistério Superior**, em 18/05/2021, às 11:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Hugo Jayme Mathias Coelho Peron, Usuário Externo**, em 18/05/2021, às 11:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fabyola Barros De Carvalho, Professor do Magistério Superior**, em 18/05/2021, às 11:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alessandra Gimenez Mascarenhas, Professora do Magistério Superior**, em 18/05/2021, às 11:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2059498** e o código CRC **6A6D8DD4**.

Referência: Processo nº 23070.023592/2021-42

SEI nº 2059498

Dedico aos meus pais  
Jaime Teodoro de Queiroz e  
Sheyla Cristina Correia Pires

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por estar comigo em cada momento da minha vida. Por me fazer sonhar, e o melhor, me permitir realizar esses sonhos. Com toda certeza, a conclusão desse mestrado é a realização de um desses sonhos.

Agradeço com todo meu amor aos meus pais, que nunca mediram esforços para a realização dos meus sonhos. Meu pai Jaime Teodoro de Queiroz que é meu braço forte, meu apoio e meu alicerce; a minha mãe Sheyla C. C. Pires que sempre me apoiou em todas as minhas decisões, me dando amor e força para continuar minha jornada. Agradeço aos meus irmãos por serem meu refúgio, Bruna Pires de Queiroz e Samuel Silva Teodoro de Queiroz que sempre alegraram minha vida em meio às dificuldades. Obrigada Rodrigo Rodrigues da Cunha Marques, por todo companheirismo, amor e sabedoria, você se tornou o meu ponto de paz, quem eu sempre recorro nos meus momentos de incertezas e desesperos, você com seu jeito durão me mostra a realidade do mundo que vivemos e me inspira a sempre buscar o meu melhor.

Obrigada a todos que estiveram presentes durante a fase de campo do experimento, Júlio César, Júlia Marixara, Ana Paula Martins, Helder Oliveira, Allan Gabriel, em especial meu agradecimento à João Marcos e Patrick que foram fundamentais para realização do meu experimento. Sem a ajuda de vocês nada seria possível.

Muito obrigada Prof. Dr. Marcos Barcellos Café, por todos ensinamentos. Obrigada pela oportunidade de aprender com o senhor. Serei muito realizada profissionalmente se algum dia conseguir me tornar 1% do profissional que o senhor é, que ajuda a todos (orientados ou não), e sempre frizou a importância do trabalho em equipe.

Agradeço à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Alessandra Gimenez Mascarenhas pelo apoio nos desempenhos do experimento, à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Nadja Susana Mogyca Leandro e à Marília Ferreira Pires por me ensinarem e ajudarem na estatística. E a todos os demais professores de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Goiás.

O meu muito obrigada aos colaboradores da Escola de Veterinária e Zootecnia da UFG - Charles, Kellen, Felipe por todo apoio e ajuda durante o período de experimento, agradeço por sempre poder contar com vocês em todos os momentos.

Enfim, agradeço a você, que de alguma forma me deu sua ajuda, seu conselho, sua amizade, seus ouvidos, sua mão de obra, seu abraço, pois me marcaram de todo meu coração.

**SUMÁRIO**

1.	INTRODUÇÃO.....	8
2.	REVISÃO DE LITERATURA .....	9
2.1	Fisiologia do crescimento .....	9
2.2	Restrição alimentar .....	13
2.3	Ganho de peso compensatório .....	14
2.4	Anomalias musculares peitorais.....	17
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1	Desempenho .....	24
4.2	Orgãos e tecidos .....	33
4.3	Histomorfometria de intestino.....	42
4.4	Avaliação macroscópica de Wooden breast (WB) e White striping (WS).....	47
4.5	Avaliação microscópica do músculo <i>pectoralis major</i> .....	49
5.	CONCLUSÃO.....	52
6.	REFERÊNCIAS.....	53

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 -</b>	Desenvolvimento corporal das aves.....	11
<b>Figura 2 -</b>	Curva de crescimento do frango de corte.....	12
<b>Figura 3 -</b>	Localização anatômica do músculo <i>Pectoralis major</i> em frangos de corte .....	21
<b>Figura 4 -</b>	Graus de variação de Wooden breast no músculo <i>Pectoralis major</i> .....	22
<b>Figura 5 -</b>	Fotomicrografia de duodeno, de frango de corte, na qual é possível observar-se organologia do órgão. Evidenciando-se criptas e vilos intestinais.....	23
<b>Figura 6 -</b>	A: Fotomicrografia do músculo pectoralis major de frangos de corte com presença de degeneração, necrose e edema no tecido. B: Presença de infiltrado inflamatório e tecido adiposo no tecido peitoral.....	24
<b>Figura 7 -</b>	Efeito da restrição alimentar quantitativa, no consumo médio de ração, em frangos de corte, nos diferentes grupos de tratamento.....	25
<b>Figura 8 -</b>	Efeito da restrição alimentar quantitativa, no peso médio de ração, em frangos de corte, nos diferentes grupos de tratamento.....	26
<b>Figura 9 -</b>	Efeito da restrição alimentar quantitativa, na conversão alimentar, em frangos de corte, nos diferentes grupos de tratamento.....	26
<b>Figura 10 -</b>	Efeito da restrição alimentar na percentagem do trato digestório durante todo período experimental.....	33

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 -</b>	Esquema de distribuição , a ser adotados, para restrição alimentar quantitativa em 20%, realizada por um período de sete dias, em frangos de corte de diferentes idades, para cinco grupos de tratamento.....	19
<b>Tabela 2 -</b>	Quantidade de ração ofertada de acordo com o consumo esperado semanal, com restrição de 20%, para frangos de corte submetidos a restrição alimentar quantitativa, por período de sete dias, em diferentes idades.....	20
<b>Tabela 3 -</b>	Desempenho de frangos de corte submetidos à restrição alimentar na segunda semana de criação (7- 14 dias) .....	27
<b>Tabela 4 -</b>	Desempenho de frangos de corte submetidos à restrição alimentar na terceira semana de criação (15 – 21 dias) .....	28
<b>Tabela 5 -</b>	Desempenho de frangos de corte submetidos à restrição alimentar na quarta semana de criação (22 – 28 dias) .....	29
<b>Tabela 6 -</b>	Desempenho de frangos de corte submetidos à restrição alimentar na quinta semana de criação ( 29 – 35 dias).....	30
<b>Tabela 7 -</b>	Desempenho de frangos de corte com alimentação <i>ad libitum</i> para todos os tratamentos na sexta semana de criação (36 – 42 dias).....	32
<b>Tabela 8 -</b>	Desempenho de frangos de corte no período total de 1 – 42 dias.....	33
<b>Tabela 9 -</b>	Desempenho de frangos de corte com alimentação no período total de 1 – 42 dias.....	33
<b>Tabela 10 -</b>	Pesos dos órgãos em percentagem do peso corporal coletados dos frangos de corte aos 14 dias de idade.....	34
<b>Tabela 11 -</b>	Pesos dos órgãos, tecido muscular e ósseo em percentagem do peso corporal coletados dos frangos de corte aos 14 dias de idade.....	35
<b>Tabela 12 -</b>	Pesos dos órgãos em percentagem do peso corporal coletados dos frangos de corte aos 21 dias de idade .....	35
<b>Tabela 13 -</b>	Pesos dos órgãos, tecido muscular e ósseo em percentagem do peso corporal, coletados dos frangos de corte aos 28 dias de idade.....	36
<b>Tabela 14 -</b>	Pesos dos órgãos em percentagem do peso corporal, coletados dos frangos de corte aos 28 dias de idade.....	36

<b>Tabela 15 -</b>	Pesos dos órgãos, tecido muscular e ósseo em percentagem do peso corporal, coletados dos frangos de corte aos 28 dias de idade.....	37
<b>Tabela 16 -</b>	Pesos dos órgãos em percentagem do peso corporal, coletados dos frangos de corte aos 35 dias de idade.....	38
<b>Tabela 17 -</b>	Pesos dos órgãos, tecido muscular e ósseo em percentagem do peso corporal, coletados dos frangos de corte aos 35 dias de idade.....	38
<b>Tabela 18 -</b>	Rendimento de carcaça (%) dos frangos de corte abatidos aos 35 dias de idade.....	39
<b>Tabela 19 -</b>	Pesos dos órgãos em percentagem do peso corporal, coletados dos frangos de corte aos 42 dias de idade.....	40
<b>Tabela 20 -</b>	Pesos dos órgãos, tecido muscular e ósseo em percentagem do peso corporal, coletados dos frangos de corte aos 42 dias de idade.....	41
<b>Tabela 21 -</b>	Rendimento de carcaça (%) dos frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade .....	41
<b>Tabela 22 -</b>	Altura de vilo do duodeno (VD) e vilo do íleo (VI), profundidade de cripta do duodeno (CD) e da cripta do íleo (CI) e relação vilo-cripta do duodeno (RD) e vilo-cripta do íleo (RI) aos 14 dias de idade.....	43
<b>Tabela 23 -</b>	Altura de vilo do duodeno (VD) e vilo do íleo (VI), profundidade de cripta do duodeno (CD) e da cripta do íleo (CI) e relação vilo-cripta do duodeno (RD) e vilo-cripta do íleo (RI) aos 21 dias de idade.....	44
<b>Tabela 24 -</b>	Altura de vilo do duodeno (VD) e vilo do íleo (VI), profundidade de cripta do duodeno (CD) e da cripta do íleo (CI) e relação vilo-cripta do duodeno (RD) e vilo-cripta do íleo (RI) aos 28 dias de idade.....	45
<b>Tabela 25 -</b>	Altura de vilo do duodeno (VD) e vilo do íleo (VI), profundidade de cripta do duodeno (CD) e da cripta do íleo (CI) e relação vilo-cripta do duodeno (RD) e vilo-cripta do íleo (RI) aos 35 dias de idade.....	46
<b>Tabela 26 -</b>	Altura de vilo do duodeno (VD) e vilo do íleo (VI), profundidade de cripta do duodeno (CD) e da cripta do íleo (CI) e relação vilo-cripta do duodeno (RD) e vilo-cripta do íleo (RI) aos 42 dias de idade.....	47
<b>Tabela 27 -</b>	Avaliação de wooden breast e white striping aos 35 dias de idade....	48
<b>Tabela 28 -</b>	Avaliação de wooden breast e white striping aos 42 dias de idade....	49

<b>Tabela 29 -</b>	Variáveis (degeneração, necrose, edema, tecido adiposo, infiltrado inflamatório) do músculo <i>pectoralis major</i> de frangos de corte aos 35 dias de idade.....	50
<b>Tabela 30 -</b>	Variáveis (degeneração, necrose, edema, tecido adiposo, infiltrado inflamatório) do músculo <i>pectoralis major</i> de frangos de corte aos 42 dias de idade.....	51

## RESUMO

Este ensaio experimental foi delineado com objetivo de avaliar um possível ganho de peso compensatório em frangos de corte em diferentes idades submetidas a um programa de restrição alimentar quantitativo. Delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com 5 tratamentos e 7 repetições com 32 aves por repetição, totalizando 35 parcelas experimentais, totalizando 1.120 aves. Os tratamentos consistiam em restrição alimentar quantitativa de 20% do consumo semanal esperado da tabela cobb, separados por semana: tratamento com restrição alimentar na segunda semana, tratamento com restrição alimentar na terceira semana, tratamento com restrição na quarta semana, tratamento com restrição na quinta semana, sexta semana com alimentação a vontade para todos os tratamentos e, tratamento controle sem restrição. Os dados coletados foram submetidos à ANOVA e foram avaliados por contraste. No desempenho semanal o consumo de ração foi sempre baixo no tratamento da restrição da semana quando comparado com tratamento controle, em consequência, o peso médio também foi menor na mesma semana, e a conversão sempre maior na semana da restrição. Aos 42 dias, essas diferenças não foram observadas, sugerindo que as houve a recuperação de peso, ou seja, o frango de corte com restrição de 20% conseguiu apresentar ganho de peso compensatório. Para órgãos e tecidos, houve diferença significativa entre os tratamentos no peso relativo para trato gastrointestinal e intestino grosso, apresentando menor índice na semana que as aves passaram por restrição alimentar. Quanto a histomorfometria intestinal, de forma geral, altura de vilos e profundidade de cripta foram maiores nos tratamentos que passaram por restrição alimentar, visto que o epitélio intestinal das aves é constantemente renovado por mecanismos de reparo da mucosa intestinal, que pode ser alterado por agente nutricionais, o que os torna hiperplástico, com profundidade de cripta mais profunda. Para avaliação de graus de peito amadeirado, houve melhor resultado (diminuição da incidência) para os animais que passaram por restrição na segunda e quinta semana. Ao examinar as médias de lesões microscópicas do músculo pectoralis major, observa-se diferença somente no tecido adiposo. Conclui-se que as aves com restrição de 20% foram capazes de recuperar o peso e apresentarem o ganho de peso compensatório. Com relação à órgãos e tecidos, houve a diminuição do peso dos órgãos intestinais devido a diminuição de movimentos peristálticos frente a um período de restrição, exigindo menos do intestino e conseqüentemente, diminuindo o peso relativo deste. Da mesma forma, o organismo das aves reagem a restrição alimentar a nível celular, aumentando a altura de vilos e profundidade de cripta como mecanismo para melhorar absorção de nutrientes e aumentar o reparado tecidual. Com relação as alterações musculares peitorais, a restrição aplicada neste trabalho, foi capaz de reduzir a incidência de peito madeira.

Palavras chave: avicultura; restrição alimentar, recuperação de peso

## ABSTRACT

This experimental trial was designed with the objective of evaluating a possible compensatory weight gain in broilers at different ages submitted to a quantitative food restriction program. Fully randomized experimental design (DIC), with 5 treatments and 7 repetitions with 32 birds per repetition, totaling 35 experimental plots, totaling 1,120 birds. The treatments consisted of quantitative food restriction of 20% of the expected weekly consumption of the Cobb table, separated by week: treatment with food restriction in the second week, treatment with food restriction in the third week, treatment with restriction in the fourth week, treatment with restriction in the fifth week, sixth week with free feeding for all treatments and control treatment without restriction. The collected data were submitted to ANOVA and were evaluated by contrast. In the weekly performance the feed consumption was always low in the treatment of the week restriction when compared to the control treatment, in consequence, the average weight was also lower in the same week, and the conversion was always higher in the week of the restriction. At 42 days, these differences were not observed, suggesting that there was weight recovery, that is, the broiler chicken with a 20% restriction managed to show compensatory weight gain. For organs and tissues, there was a significant difference between treatments in the relative weight for gastrointestinal tract and large intestine, presenting a lower index in the week that the birds went through food restriction. As for intestinal histomorphometry, in general, villus height and crypt depth were higher in treatments that underwent food restriction, since the intestinal epithelium of birds is constantly renewed by mechanisms of intestinal mucosa repair, which can be changed by agent nutrients, which makes them hyperplastic, with deeper crypt depth. For evaluation of woody chest degrees, there was a better result (reduced incidence) for the animals that underwent restriction in the second and fifth week. When examining the means of microscopic lesions of the pectoralis major muscle, a difference is observed only in adipose tissue. It was concluded that birds with a 20% restriction were able to regain weight and present compensatory weight gain. With regard to organs and tissues, there was a decrease in the weight of intestinal organs due to a decrease in peristaltic movements in the face of a period of restriction, requiring less from the intestine and, consequently, decreasing its relative weight. Likewise, the birds' organisms react to food restriction at the cellular level, increasing villus height and crypt depth as a mechanism to improve nutrient absorption and increase tissue repair. With regard to pectoral muscle changes, the restriction applied in this study was able to reduce the incidence of wooden breast.

Keywords: poultry; food restriction; weight recovery

## 1. INTRODUÇÃO

O frango de corte atual possui desempenho zootécnico com excelentes índices de produtividade, podendo chegar a ganhar em média mais de 70 gramas de peso vivo por dia, em um rápido ciclo de produção. O melhoramento genético proporcionou ao frango moderno uma alta velocidade de crescimento em um curto período de vida, uma excelente conversão alimentar e uma baixa mortalidade.

O sucesso na produção industrial das aves está relacionada ao pacote produtivo do frango, composto pelo melhoramento genético, nutrição, ambiência, manejo e sanidade. A nutrição visa formulações voltadas à nutrição de precisão, buscando o ajuste mais preciso entre as exigências nutricionais da ave e os nutrientes fornecidos na dieta aos animais. A ambiência, conta com galpão climatizado que permite total controle de temperatura, umidade e luminosidade, proporcionando um ambiente adequado para que a ave seja capaz de aumentar consumo de ração, melhorar ganho de peso e conversão alimentar, aliado a uma baixa mortalidade.

Essa expansão da produção avícola no Brasil, no ponto de vista contemporâneo de produtividade, está diretamente relacionado ao status sanitário dos plantéis. Medidas de biossegurança são implantadas para prevenir doenças nas aves. A adequada execução dos procedimentos de biossegurança previstos na legislação, visam minimizar riscos à saúde das aves e dos seres humanos e, auxiliam no processo produtivo, permitindo que a ave esteja hígida para alcançar as metas de produtividade.

O manejo é outro fator chave na produção avícola. O sistema de produção industrial é caracterizado pela parceria produtor rural e agroindústria. O sucesso e os bons resultados obtidos em todo o processo de criação das aves depende do adequado manejo. Desde a chegada dos pintainhos com 1 dia de idade, até o término do ciclo (geralmente 42/46 dias), as medidas adotadas no manejo de comedouros e bebedouros, controle de temperatura, viragem da cama, retirada de refugos, estímulos luminosos e sonoros para melhor consumo de ração, vão determinar o bom ou mau desempenho das aves, assim como, a condenação no abatedouro pela presença de calos de peito, fraturas, lesões de patas.

Todo esse pacote produtivo previamente mencionado, garante que a ave expresse seu potencial genético para rápido ganho de peso em um curto período. Qualquer falha que ocorra em algum desses fatores, pode comprometer o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

Porém, há uma dúvida na literatura e nas empresas se um atraso no desenvolvimento dos frangos poderia gerar a possibilidade de recuperação posterior. A limitação do consumo de alimentos por exemplo, minimiza a taxa de crescimento dos animais durante o período de restrição; no entanto, o reduzido ganho de peso pode ser compensado após um período de realimentação <sup>1</sup>. Este aumento na taxa de crescimento, seguido a um período de menor crescimento, tem sido definido como ganho compensatório <sup>2</sup>.

Na literatura, existe a afirmação de que quando o alimento volta a ser abundante depois de um período de restrição alimentar, as taxas de crescimento tornam-se mais aceleradas e excedem aquelas dos animais que receberam alimentação normal durante todo o período. O ganho compensatório pode estar associado ao menor consumo de alimentos <sup>3</sup>, à melhor conversão alimentar <sup>4</sup>, ao maior ganho de peso <sup>5</sup> e, principalmente, ao melhor aproveitamento dos nutrientes, em consequência as modificações que ocorrem no tamanho dos órgãos internos. Mas o ganho compensatório depende do nível e da severidade da restrição alimentar aplicada, podendo apresentar, ou não, crescimento acelerado durante o período de realimentação.

Bem como, a utilização da restrição alimentar como alternativa de manejo para reduzir a ocorrência de miopatias pode apresentar bons resultados sobre melhoria na integridade do tecido muscular<sup>6</sup>. Estratégias nutricionais têm sido estudadas como forma de reduzir a incidência de alterações musculares peitorais em frangos de corte. Entretanto, a maioria dos estudos que visaram reduzir miopatias, como o de Cruz et al<sup>7</sup>, têm demonstrado que fatores nutricionais que afetam o ganho de peso das aves, como a suplementação de níveis de lisina digestível, indiretamente são capazes de aumentar a incidência de “*White Striping*” (estrias brancas) e “*Wooden breast*” (peito madeira), uma vez que estão inteiramente relacionados com o aumento do ganho de peso e rendimento de peito das aves<sup>6</sup>.

Apesar de não ser indicada na avicultura de corte moderna, este ensaio experimental foi delineado com a utilização da restrição alimentar quantitativa como método para diminuir ganho de peso semanal, para posterior recuperação do peso, com objetivo de avaliar um possível ganho de peso compensatório em frangos de corte em diferentes idades. De modo que, também será possível avaliar a diminuição da incidência de alterações musculares peitorais em frangos de corte submetidos a um período de subnutrição.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Fisiologia do Crescimento

O crescimento é um processo dinâmico, regulado por uma série de mecanismos

intrínsecos e extrínsecos ao animal, que tem início logo após a fecundação, com a primeira divisão celular, e persiste até a maturidade <sup>7</sup>. Constitui-se na associação do aumento da massa celular total e da diferenciação dessas células. A diferenciação faz com que certos tecidos, órgãos ou partes apresentem diferentes taxas de crescimento e levam a uma mudança em sua forma e tamanho <sup>8</sup>.

As linhagens genéticas que aplicam o melhoramento genético em frangos proporcionam ao setor avícola produtos com diferentes características de crescimento. Conhecer o crescimento corporal das linhagens, o desenvolvimento de carcaça e partes de frango de corte são imprescindíveis para atender a exigência das empresas e mercados consumidores <sup>9</sup>.

O crescimento dos tecidos é dividido em dois processos. Durante a fase pré-natal, acontecem inúmeras transformações celulares, caracterizado pelo aumento na quantidade de células do organismo e pela diferenciação celular <sup>7;10</sup>. Após o nascimento, as células aumentam de tamanho, promovendo aumento da massa de tecido com pouca alteração no número de células <sup>7;10</sup>.

O desenvolvimento do tecido ósseo é mais rápido que o do tecido muscular, por causa de sua função de sustentação ao corpo do animal e, além disso, apresenta sítios de fixação que proporcionam o desenvolvimento da musculatura esquelética. Já o tecido muscular, é mais rápido que o tecido adiposo, ocorrendo, desse modo, um comportamento característico de crescimento, onde são desenvolvidos sucessivamente, visto que cada tecido recebe impulsos distintos de crescimento nas diferentes fases de vida do animal <sup>7,11</sup>.

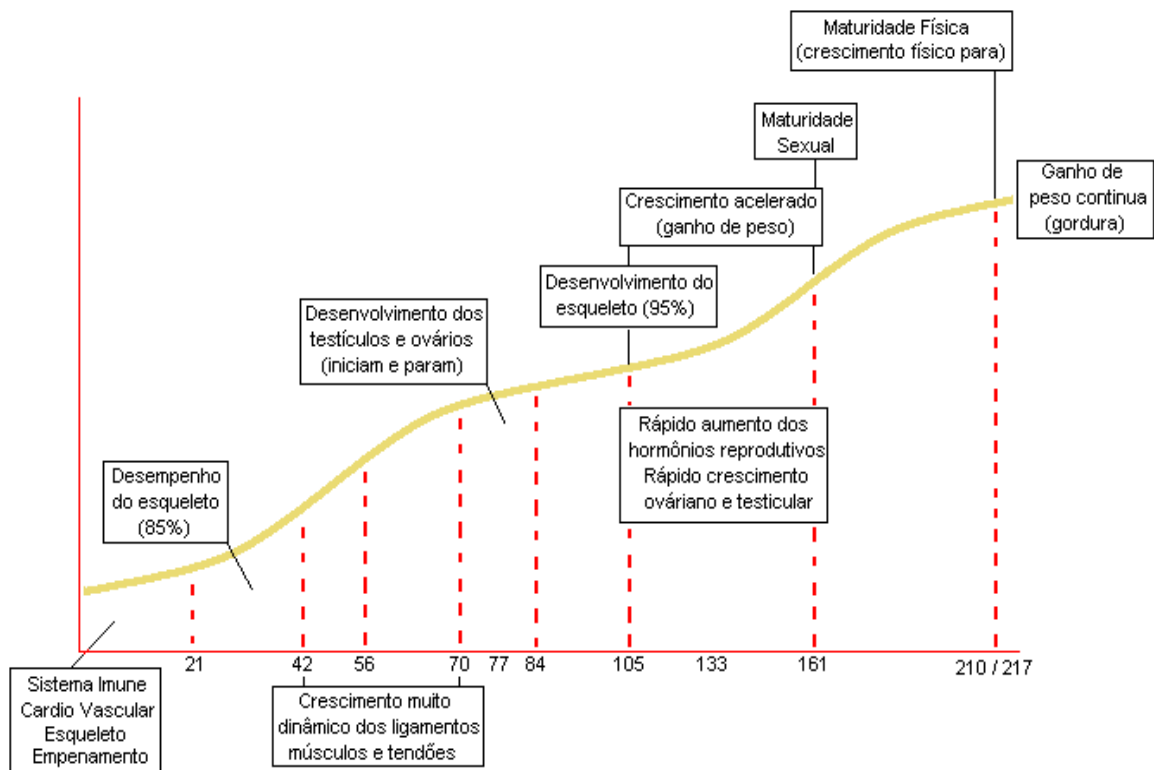


FIGURA 1: Desenvolvimento corporal das aves.

O acúmulo de gordura acontece tardiamente, pois devido sua função extrutural, o desenvolvimento muscular é mais importante. A gordura é o componente de carcaça mais instável, pois a quantidade depositada depende de fatores genéticos e exógenos. A principal função do tecido adiposo é manter a homeostase de energia e, atua como uma notável ação endócrina e parácrina <sup>11;12</sup>.

O direcionamento do melhoramento genético de frangos de corte com objetivo de alcançar alta taxa de ganho de peso, está correlacionado ao aumento da sua capacidade de consumo de ração, com a consequente aumento da deposição de gordura <sup>13;14</sup>. Além disso, diferenças no crescimento dos órgãos podem ter alterado a fisiologia dos frangos de corte. Segundo Rance <sup>14</sup>, a seleção resultou em alterações no tamanho, na forma e na função de alguns órgãos das aves, entre eles, o coração, o fígado e o trato digestório.

A variação nas taxas de crescimento entre os tecidos é consequência de uma mudança nas propriedades básicas de metabolismo de cada tecido. Sendo assim, o peso de um animal em relação a sua idade, forma uma curva sigmoide <sup>8,11</sup>. Ou seja, no início do crescimento a taxa de ganho de peso é mais acelerada, logo após, observa-se um leve declínio na taxa de crescimento (fase de desaceleração), embora o animal não deixe de crescer <sup>7</sup>.

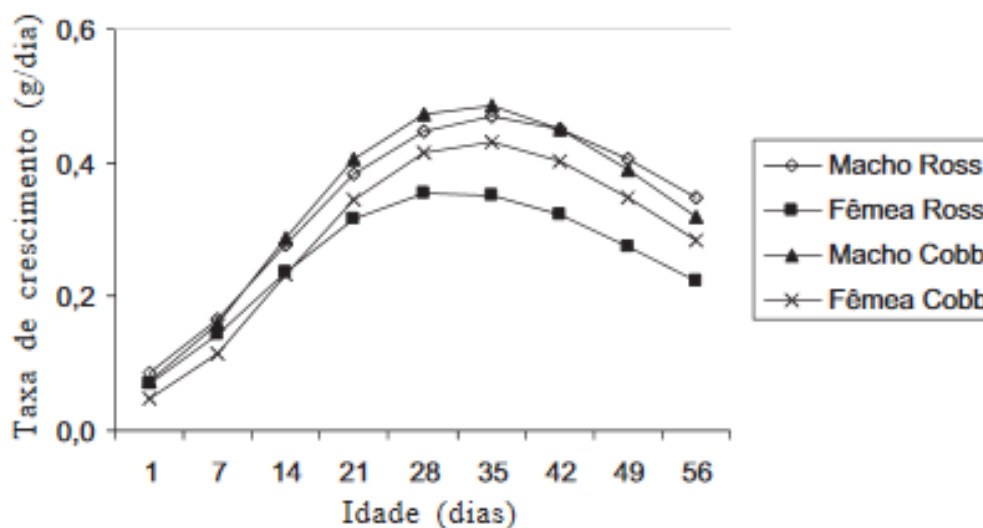


FIGURA 2: Curva de crescimento do frango de corte.

Adaptado: Marcato et al, 2010

A taxa de crescimento sofre alteração em consequência do balanço entre os processos anabólicos e catabólicos teciduais. No início a taxa de anabolismo é maior que a taxa de catabolismo e consequentemente, ocorre o crescimento dos tecidos. Com o passar do tempo, a diferença entre esses processos diminui e o tecido para de crescer <sup>11</sup>.

Inúmeros fatores podem afetar as diferentes taxas crescimento, desenvolvimento e deposição de nutrientes em frangos de corte, no entanto os mais importantes são a dieta e genética. Cahaner et al. <sup>15</sup> que trabalharam com machos e fêmeas de frangos de corte com duas linhagens, selecionadas para alta e baixa deposição de gordura, observaram que na 4ª semana de idade, as fêmeas apresentaram maior peso relativo de tecido adiposo na moela do que os machos. O contrário aconteceu na 9ª semana de idade, onde o peso do tecido adiposo da moela foi maior nos machos do que nas fêmeas. Entre as linhagens, foi observado que o peso relativo do tecido adiposo abdominal, moela e pescoço foram maiores na selecionada para alta quantidade de gordura.

O desenvolvimento intestinal das aves não é semelhante em seus diferentes segmentos. O duodeno apresenta desenvolvimento mais precoce que o jejuno e o íleo <sup>16</sup>. Marchini <sup>17</sup> afirmaram que o aumento na profundidade da cripta é observado em todos os segmentos do intestino delgado, sendo que no duodeno e jejuno este aumento é estabilizado até o 14º dia de idade da ave.

O fígado é considerado o principal órgão metabólico do corpo, sendo assim, fatores nutricionais podem intervir em seu funcionamento. A diminuição ou aumento do tamanho do

fígado pode ser ocasionado pela redução ou pelo aumento da atividade metabólica. Isso ocorre em aves submetidas a restrição alimentar, que têm o tamanho do fígado reduzido. Ou seja, taxa de crescimento dos órgãos pode sofrer alteração em consequência a dieta oferecida<sup>18</sup>.

## 2.2 Restrição Alimentar

O método utilizado para restrição alimentar pode ser quantitativo ou qualitativo. A quantitativa consiste na diminuição diária do volume de ração fornecida. Na restrição qualitativa, dilui-se a dieta com um ingrediente de baixo valor nutritivo, fazendo com que as exigências para o ótimo ganho de peso não sejam atendidas. Ambas as estratégias reduzem a ingestão de energia e, portanto, reduzem o ganho de peso. No entanto, essas estratégias podem ter diferentes efeitos no comportamento e na resposta metabólica dos animais<sup>19</sup>.

Para que a utilização da restrição alimentar como método utilizado nesse trabalho para diminuir a taxa de crescimento para posterior ganho de peso compensatório, é necessário que, após o período de jejum, as aves apresentem compensação no peso que deixou de ganhar enquanto em jejum.

Essa redução na velocidade de crescimento durante determinado período pode ser importante para prevenir problemas de pernas, reduzindo o número de aves refugos e diminuindo a incidência de doenças metabólicas<sup>20</sup>.

Neste sentido, a restrição alimentar foi um método utilizado em meados da década de 90, como forma de manejo que proporcionava melhora na qualidade da carcaça, sem afetar características como o desempenho produtivo das aves. Os programas de restrição alimentar que eram realizados, baseavam-se em aprimorar a eficiência alimentar, diminuindo a gordura total da carcaça das aves e, o mais desejável, reduzindo a gordura abdominal<sup>21</sup>.

Segundo Rosa et al.<sup>22</sup>, a restrição alimentar em idade precoce destina-se a alterar a curva de crescimento do frango. O autor sugere esse manejo de restrição como uma opção de método para a diminuição da gordura total, sem comprometimento do peso de abate e consequente melhoria da eficiência alimentar e qualidade da carcaça.

Sugeta<sup>23</sup>, utilizando restrição alimentar quantitativa, em frangos de corte machos, em 30% e 70% do consumo diário das aves que eram alimentadas *ad libitum*, entre o 8º e o 14º dias de idade e realimentados *ad libitum* até 42 dias de idade, observou que os animais apresentaram crescimento acelerado durante o período de realimentação e que a restrição alimentar de 70% foi muito severa, afetando de forma negativa o desempenho e a qualidade da carcaça dos frangos.

Pelicano<sup>24</sup>, realizando restrição qualitativa energética (2.565kcal de EM/kg e 20%

de proteína bruta) ou proteica (2.850kcal de EM/kg e 15% de proteína bruta) do 8º ao 14º dia, concluiu que a restrição proteica na segunda semana de vida reduziu o ganho de peso e o crescimento ósseo (diâmetro e o comprimento) do fêmur de frangos de corte. O ganho de peso e o crescimento do fêmur não foram influenciados pela restrição energética.

Butzen et al. <sup>25</sup>, realizando experimento com aves submetidas à restrição alimentar de 13 a 21 dias, confirmaram que o uso de restrições alimentares quantitativas pode ser pensado como estratégia de manejo para reduzir o ganho de peso inicial, porém, sem afetar o desempenho final de machos e fêmeas da linhagem Cobb, bem como o peso do peito pode ser recuperado em frangos abatidos aos 42 dias quando comparadas a aves que receberam alimentação *ad libitum* durante toda fase de criação.

O período de restrição alimentar pode ainda estar relacionado com a diminuição da incidência de alterações musculares peitorais, como a miopatia “White Striping” (estriação branca) e “Wooden breast” (peito amadeirado) <sup>27</sup>, considerada um problema emergente na carne do peito de frangos de corte, que está associada com a taxa de crescimento acelerada das aves híbridas modernas <sup>28</sup>.

A maioria das pesquisas sobre restrição alimentar e ganho compensatório foram realizadas a mais de duas décadas atrás, porém, as empresas genéticas continuam a aumentar o potencial de crescimento do frango de corte <sup>29</sup>. Além disso, o resultados controversos são encontrados na literatura, e nem sempre a recuperação do peso das aves foi atingida, não compensando o déficit de crescimento ocasionado pelo período de restrição, não havendo ganho compensatório. A instabilidade observada na resposta das aves aos períodos de restrição pode ser referida a fatores como, linhagens diferentes, tempo de duração e severidade do programa adotado, aspectos que influem na capacidade da ave em realizar o ganho compensatório <sup>30</sup>.

### 2.3 Ganho de Peso Compensatório.

O uso do termo “ganho compensatório” passou a ser utilizado e reconhecido em meados da década de 70, principalmente para bovinos em confinamento <sup>31</sup>. No entanto, a existência do ganho compensatório para frangos de corte não tem sido muito aceita como um conceito definido, devido a divergências nos resultados descritos na literatura quanto à capacidade desses animais em compensar o crescimento.

Acreditava-se que o frango, com seu relativo curto ciclo de vida, não teria tempo suficiente para ter compensação no crescimento após um período de restrição alimentar <sup>32</sup>. Porém, vários trabalhos apresentam resultados positivos, como Sugeta <sup>23</sup>, constatou que frangos de corte submetidos a um período de restrição alimentar, apresentam crescimento acelerado

durante o período de realimentação.

Na avicultura de corte, as aves geralmente tem acesso, *ad libitum*, à dieta com altos níveis de nutrientes. Entende-se que quanto mais rápido for a taxa de crescimento, melhor a utilização da alimentação. Porém, quando se tem uma taxa de crescimento inicial rápida gera-se problemas como o aumento da incidência de distúrbios metabólicos. No entanto, a taxa de crescimento precoce pode ser reduzida sem perda de peso por idade aos 42-56 dias, gerando o conceito de ganho compensatório<sup>33</sup>.

Para Ben Salem e Smith<sup>34</sup>, o ganho compensatório refere-se ao fenômeno que ocorre em mamíferos e aves, no qual, após um período de restrição alimentar capaz de deprimir o crescimento contínuo, os animais apresentam taxa de crescimento acima do normal, ao acabar a restrição e recomeçar a alimentação adequada.

Ryan<sup>35</sup> definiu ganho compensatório como crescimento além do normal, geralmente verificado após um período de restrição nutricional, que tenha como resultado resultado em rápido aumento em manutenção ou redução do peso vivo do animal, e cuja duração seja suficiente para permitir sua adaptação ao estado nutricional mais baixo, podendo ocorrer completa ou parcial recuperação do ganho de peso quando realimentadas normalmente. O crescimento compensatório também pode ser explicado como um rápido crescimento anormal relativo à idade, dentro de uma linhagem<sup>36,37</sup>.

São várias as definições encontradas para o termo ganho compensatório, diversos autores citam esse fenômeno em aves e mamíferos. Porém a intensidade e magnitude das respostas estão inteiramente relacionadas a fatores como idade, linhagem e sexo dos animais, intensidade e duração da restrição, resposta animal ao estresse imposto e intervalo entre o final da restrição e o abate<sup>38,39,40</sup>.

De acordo com Gonzales<sup>41</sup>, há necessidade de três semanas após o término da restrição para ocorrer uma completa recuperação do peso das aves. Para Moran Jr.<sup>42</sup>, tem-se a necessidade de seis semanas para que as aves consigam recuperar. Já para Rosa et al.<sup>42</sup>, a restrição alimentar objetivando melhorias no desempenho de frangos de corte é pouco explorada devido a inconsistência dos resultados da maioria das pesquisas.

Alguns pesquisadores mencionam que o momento mais propício para utilização de um programa de restrição é entre a segunda e a terceira semanas de idade das aves. Pois, na primeira semana, o pintainho ainda é muito frágil para aguentar o estresse do jejum e, após os 21 dias, conforme a idade de abate, não haveria tempo suficiente para recuperação do peso ocasionalmente perdido durante o período de restrição<sup>43</sup>.

Existem duas hipóteses que são consideradas para explicar os mecanismos que

envolvem o crescimento (ganho) compensatório para diferentes espécies. A primeira é a do “controle central”, a qual menciona que o corpo tem um padrão para o tamanho corporal, adequado para uma idade específica, e que esse controle seria realizado pelo no sistema nervoso central<sup>44,45</sup>. Logo após um período de subnutrição, o corpo tenta alcançar o tamanho que é apropriado para a idade no menor tempo possível. A segunda hipótese é a do “controle periférico”, a qual sugere que o controle do tamanho corporal é determinado pelos tecidos, onde o número de células ou, mais precisamente, o DNA determina o grau de crescimento que segue após um período de subnutrição ou doença<sup>46,47</sup>.

Segundo Guyton<sup>48</sup>, o controle da ingestão alimentar é realizado à nível de hipotálamo, pelo centro da fome e da saciedade. Podem ser regulados por fatores extrínsecos, oriundos de receptores periféricos encontrados no trato gastrointestinal e fígado; e fatores intrínsecos, que são os que atuam através do desequilíbrio de nutrientes a nível plasmático, como glicose, aminoácidos, e lipídeos, que ativam o centro da fome, até que o equilíbrio orgânico seja restabelecido, conseqüentemente, ativando o centro da saciedade. Sendo assim, após passar por um período de jejum, as aves apresentariam desequilíbrio orgânico e tenderiam a alimentar-se mais que o necessário para manutenção das atividades metabólicas orgânicas.

Como resposta à restrição alimentar, as aves expressam ajustes enzimáticos e hormonais, como a presença de níveis mais altos das enzimas intestinais, maltase e sacarase<sup>49</sup>, enzimas pancreáticas<sup>50</sup> e hormônios pancreáticos e adrenais<sup>51</sup>. Após o manejo de restrição, há aumento da capacidade volumétrica do papo, diminuição da taxa de passagem e liberação gradual da digesta<sup>52,53,54,55</sup>. O maior tempo do alimento no papo possibilita maior ataque enzimático ao amido, pela ação da amilase salivar e microbiota presente no mesmo, sendo verificada absorção de ácidos e álcoois derivados da fermentação<sup>56</sup>. Essas alterações pós restrição, possibilitam melhor digestão e absorção dos alimentos, devido à menor competição entre glicose e aminoácidos por sítios de absorção<sup>57</sup>.

Esse fenômeno do crescimento compensatório, resulta da redução das exigências de manutenção durante o período de realimentação, e quanto mais severa a restrição, maior o intervalo para recuperação exigido. Em grande parte dos trabalhos, a eficiência alimentar (conversão alimentar) foi incrementada durante o período pós restrição<sup>1,58,59</sup>.

Enfim, o manejo de restrição tem sido indicado como método eficiente no controle da mortalidade total e nas causas de doenças metabólicas, e também como alternativa para a diminuição da gordura total e abdominal, sem comprometimento do peso de abate, com total ou parcial recuperação do peso ao final de 42 dias através do ganho compensatório.

## 2.4 Anomalias Musculares Peitorais

A crescente procura pela carne de frango em âmbito mundial, obrigou a produção avícola a aumentar a taxa de crescimento das aves, a eficiência alimentar e também o tamanho do músculo *Pectoralis major*. Com essa seleção, os músculos do peito atualmente são dez vezes maiores que dos frangos de corte comercializados em 1955 na mesma idade<sup>60</sup>.

De acordo com Kuttapan<sup>27</sup>, a alta seleção genética dos frangos de corte apresenta musculatura com dobro de fibras musculares e maior diâmetro quando comparadas com as linhagens tradicionais. Este maior número de fibras musculares caracteriza aves com hipertrofia peitoral pronunciada.

Esse aumento tem como consequência a maior incidência de “*White Striping*” e “*Wooden breast*”, que foram descritas pela primeira vez por Sihvo et al.<sup>61</sup> e que recebem esses nomes devido às alterações características apresentadas pelo músculo do peito, tanto de rigidez como de coloração, propiciando elevados níveis de ácido lático, redução do pH e ativação de enzimas de necrose<sup>62</sup>. Pesquisas recentes relacionam crescimento dos escores de degeneração, necrose, lipidose e fibrose de acordo com aumento do grau de estriação branca, estando relacionada também com áreas de degeneração<sup>63</sup>. À análise macroscópica, observam-se lesões no *Pectoralis major* com vários graus de estrias esbranquiçadas na superfície do músculo<sup>64</sup>.

De acordo com Decreto nº 9.013 de 29 de Março de 2017 Art. 143, as carcaças, as partes das carcaças e os órgãos com aspecto repugnante, congestos, com coloração anormal ou com degenerações devem ser condenados. O correto a se fazer é a não comercialização das carcaças acometidas, conseqüentemente o não aproveitamento total dos frangos, sendo que os filés de peito afetados são processados e vendidos como subprodutos, o qual possui menor valor de mercado.

Quando os peitos acometidos adentram ao mercado, devido a sua aparência visual e textura rígida, estas alterações musculares impactam na decisão dos consumidores. Conseqüentemente, muitos peitos de frango são condenados no abatedouro ou perdem seu valor comercial quando destinados à produção de industrializados, ocasionando perdas econômicas para o setor.

Aa exame microscópico de acordo com Mazzoni et al.<sup>65</sup> verifica-se alterações no diâmetro das fibras musculares e perda do arranjo hexagonal dos filamentos de actina e miosina, espessamento difuso da rede perimisial, com quantidade variável de tecido conjuntivo frouxo, tecido de granulação ou tecido conjuntivo fibroso. Para Sihvo et al.<sup>66</sup> as miopatias podem ser histologicamente categorizada de acordo com o grau de degeneração muscular, de vasculite, infiltração de células perivasculares e quantidade de tecido adiposo perivascular.

Embora a etiologia destas miopatias ainda não seja claramente atribuída a uma causa única e específica, pesquisas apontam que as ocorrências estejam relacionadas com fatores como: ambientais, genéticos, nutricionais e velocidade de crescimento<sup>67</sup>. Visto o exposto, estratégias nutricionais como a restrição alimentar, podem expressar resultados satisfatórios sobre a velocidade de crescimento dos tecidos, e conseqüentemente sobre a integridade do tecido muscular<sup>68</sup>.

A taxa de ocorrência e as perdas no frigorífico justificam o grande interesse pelo tema. Em condições comerciais Lorenzi et al.<sup>69</sup> mediram prevalência média de 43,1% de white striping em aves examinadas no abate, que atingiu 60,3% nos animais mais pesados. Em condições experimentais, Kuttappan et al<sup>70</sup> encontraram média de 55,8% de white striping moderado e severo em frangos de corte.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Aviário Escola do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária e Zootecnia da UFG, Campus Samambaia, durante o período de maio de 2020 à julho de 2020. Todos os procedimentos foram realizados com a aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Goiás, registrado sob o protocolo N° 077/20.

As aves eram provenientes de incubatório comercial da empresa avícola Abatedouro São Salvador/Super Frango, em Itaberaí – GO. Foram utilizados 1.120 pintos machos da linhagem Cobb-500®, selecionados por peso dentro o lote no comercial do Aviário Escola do setor de Avicultura. Foi realizada a pesagem das aves por parcela para cálculo do peso médio inicial dos tratamentos e cálculo da média geral.

O experimento teve início com as aves com um dia de idade distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos e sete repetições com 32 aves por repetição, totalizando 35 parcelas experimentais. O período experimental foi de 42 dias.

Os pintos foram alojados em um galpão de alvenaria com dimensões de 125 m (C) x 12 m (L) (1.500 m<sup>2</sup>) e orientação Leste-Oeste. A área central do galpão foi dividida em 35 boxes móveis de 2,88 m<sup>2</sup>, contendo 10 bebedouros *nipple* e um comedouro tubular do início até o final do experimento, adequado para cada fase de crescimento. O aquecimento interno do galpão foi realizado por aquecedor a óleo diesel/lenha e monitorado 24 h por painel automático de acordo com a temperatura e umidade do galpão, sendo associado ao manejo das cortinas e

dos equipamentos de climatização; exaustores e nebulizadores distribuídos uniformemente pelo galpão, e com instalação de uma placa evaporativa na entrada de ar em uma extremidade (modelo pressão negativa). O programa de luz foi igual do início ao final do experimento, para que não influenciasse nos resultados dos tratamentos.

As rações e fases de criação seguiram os padrões industriais da empresa São Salvador Alimentos (SSA) e foram utilizados quatro tipos de rações farelada, considerando quatro fases de criação: pré-inicial (1 a 7 dias); inicial (8 a 21 dias); crescimento (22 a 35 dias); e final (36 a 42 dias). Todo o manejo de criação seguiu as normas preconizadas pelos manuais de manejo Cobb.

Os tratamentos experimentais (Tabela 1) consistiram em restrição alimentar quantitativa, calculada com objetivo de restringir 20% do consumo esperado na semana:

TABELA 1: Esquema de distribuição, a ser adotados, para restrição alimentar quantitativa em 20%, realizada por um período de sete dias, em frangos de corte de diferentes idades, para cinco grupos de tratamento

Tratamentos	Esquema de Restrição de Ração				
	8 a 14 dias (2ª Semana)	15 a 21 dias (3ª Semana)	22 a 28 dias (4ª Semana)	29 a 35 dias (5ª Semana)	36 a 42 dias (6ª Semana)
(2ª Sem)	<b>Restrição</b>	A vontade	A vontade	A vontade	A vontade
(3ª Sem)	A vontade	<b>Restrição</b>	A vontade	A vontade	A vontade
(4ª Sem)	A vontade	A vontade	<b>Restrição</b>	A vontade	A vontade
(5ª Sem)	A vontade	A vontade	A vontade	<b>Restrição</b>	A vontade
Controle (SR)	A vontade	A vontade	A vontade	A vontade	A vontade

Na primeira semana as aves não foram submetidas a restrição alimentar, pois o manejo nos primeiros sete dias de vida é fundamental para obtenção de resultados com excelência, nesse período os frangos de corte passam por uma série de transições críticas que afetam a maneira como as aves processam os nutrientes <sup>71</sup>.

A oferta da ração foi calculada com base no consumo semanal do manual da Cobb, para ser fornecida a quantidade da restrição vezes a quantidade de aves por boxe (32) dividida pela quantidade de dias da semana 7, de modo que a quantidade de ração calculada era fornecida diariamente, e sempre de manhã, notava-se comedouros vazios. Na Tabela 3, observa-se o cálculo da restrição realizada a partir da segunda semana:

TABELA 2: Quantidade de ração ofertada de acordo com o consumo esperado semanal, com restrição de 20%, para frangos de corte submetidos a restrição alimentar quantitativa, por período de sete dias, em diferentes idades

<b>Tratamentos</b>	<b>Consumo Esperado *</b>	<b>Restrição de 20%</b>	<b>Ração por dia(kg)</b>
Restrição 2ª Sem	401 g/ave	320,8 g/ave	1,466
Restrição 3ª Sem	716 g/ave	572,8 g/ave	2,614
Restrição 4ª Sem	1.010 g/ave	808 g/ave	3,693
Restrição 5ª Sem	1.267 g/ave	1.013,6 g/ave	4,630
<b>Controle</b>	À vontade	À vontade	À vontade

\* de acordo com manual de manejo Cobb 500

As aves receberam água e ração à vontade durante todo o período experimental, exceto durante a semana de restrição, onde receberam a quantidade de alimento calculada. O desempenho foi avaliado ao final de cada semana, sendo as variáveis estudadas:

Ganho de peso: calculado pela diferença entre os pesos médios das aves obtidos pelas pesagens das aves em cada idade.

- Consumo de ração: obtido pela diferença entre a quantidade de ração oferecida no início e as sobras ao final de cada fase e considerando o número de aves mortas no intervalo como critério para correção dos valores de consumo.

- Conversão alimentar: obtida pela relação entre o consumo de ração e o peso médio das aves,

- Uniformidade: calculada com base nos pesos individuais das aves da parcela expressa em percentagem ( o percentual de aves que estão com peso dentro da faixa correspondente a 10% acima e 10% abaixo do peso médio do lote).

Semanalmente quatro aves por tratamento foram sacrificadas por deslocamento cervical, como recomendado pelos manuais de bem estar animal, representando a média do boxe, para avaliação do peso relativo dos órgãos. Para obtenção desses dados, foi coletado o peso da ave viva, peso total do trato digestório, sem moela, intestino delgado, intestino grosso, moela, proventrículo, fígado, pâncreas, coração, coxa/sobrecoxa, peito, pés, peso do dorso, asa. Os valores obtidos foram tabulados e relacionados ao peso vivo das aves, sendo apresentados em percentagem. Para uma amostragem de índice de tecido muscular, fez-se a soma das médias de peito com coxa/sobrecoxa sem osso. Já para avaliação do índice de tecido ósseo, o peso dos pés e ossos foram somados.

Aos 35 e 42 dias de idade também foi realizado o rendimento de carcaça e de cortes. Para determinação desses dados, além dos cortes já colhidos, foram pesados o conjunto de pés, pescoço e cabeça (PPC), asa e peso do dorso. Os valores encontrados foram tabulados e relacionados ao peso da carcaça peso vivo sendo apresentados em porcentagem.

As coxas e sobrecoxas coletadas foram pesadas como já mencionado, e congeladas até a realização do processo de cozimento para retirada da tíbia/fíbula e fêmur. Essas amostras foram colocadas em água a 70°C durante 30 minutos. Depois de cozidas, foi realizado a desossa. Os ossos passaram por secagem em estufa ventilada à 55° C durante 72 horas e posteriormente pesados em balança de precisão de 0,001g a 0,0001g e somados com peso dos pés obtendo assim, uma amostra da parte óssea das aves. Para amostragem do tecido muscular, fez-se a soma das coxas/sobrecoxas desossadas com peso de peito coletados.

Para a avaliação das anomalias musculares peitoral, a região do músculo *Pectoralis major* (Figura 3) foi retirada aos 35 e 42 dias de idade, e avaliada pelas lesões macroscópicas (avaliação visual e por palpação) de “*White Striping*” e “*Wooden breast*” com presença de hipertrofia, rigidez e alteração na coloração do músculo.

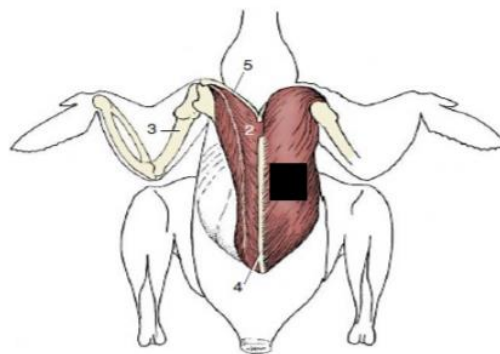


FIGURA 3: Localização anatômica do músculo *Pectoralis major* em frangos de corte

Adaptado: Dyce e Wensing, 2010

Para classificação do músculo para “*White striping*” foi utilizada a metodologia de Kuttapaaan et al <sup>72</sup>. definindo-se quatro escores:

- 0 – normal;
- 1 – estrias menores que 2mm;
- 2 – estrias maiores que 2mm;
- 3 – deposição de gordura.

Para a análise de “*Woodden Breast*”, foi seguido a metodologia proposta por Tijare et al <sup>73</sup> e Petracci et al <sup>74</sup>, definindo cinco escores para as características (Figura 4):

- 0 – normal;
- 1 – leve (região cranial do peito com menos de 40% de dureza);
- 2 – moderado (região cranial do peito com entre 40 e 80% de dureza);
- 3 – severo (totalmente rígido);
- 4 – extremo (totalmente rígido com presença de regiões hemorrágicas).

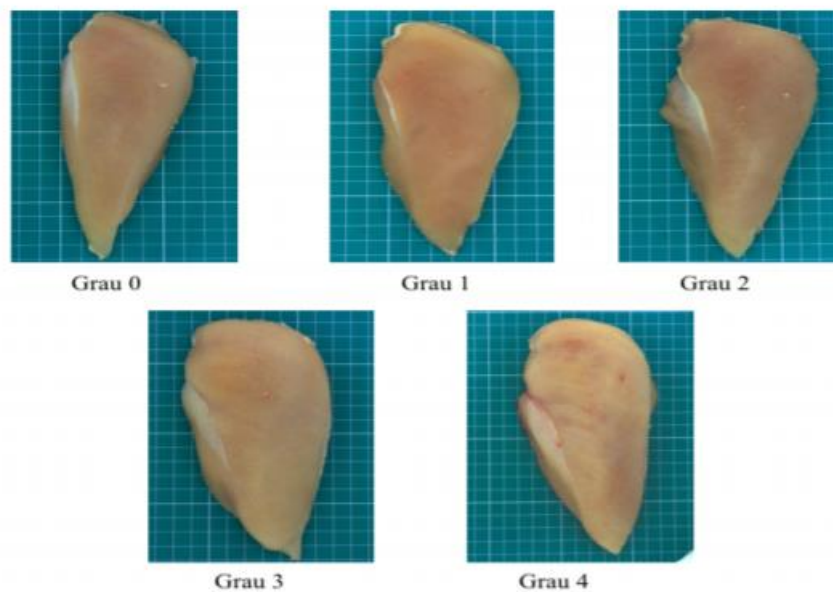


FIGURA 4: Graus de variação de Wooden breast no músculo *pectoralis major* de frangos de corte.

Adaptado: Vieira et al, 2017

Para a análise microscópica, os fragmentos de intestino e músculo foram fixados em formalina tamponada a 10% durante 48 horas. Em seguida, todos os fragmentos foram processados segundo técnicas histológicas de rotina do Laboratório de Histopatologia do Setor de Patologia Animal da EVZ/UFG, incluindo desidratação em soluções crescentes de álcool etílico, diafanização em xilol, inclusão em parafina e recorte à espessura de 05µm. Os cortes foram corados pela técnica de hematoxilina eosina (HE). Os cortes histológicos foram analisados em microscópio óptico (Leica DM 400) e as fotomicrografias digitais obtidas a partir de um sistema de captura de imagens (Leica Application – LAS) acoplado ao microscópio óptico. Na avaliação microscópica inicialmente foi utilizado o aumento de 10x para observação da organização histológica geral, seguindo-se aos aumentos de 20x e 40x, que

permitiram a avaliação minuciosa, sendo assim realizada a descrição dos dados obtidos à avaliação microscópica em HE.

As medidas de altura de vilosidades foram tomadas a partir da base superior da cripta até o ápice da vilosidade, e as criptas medidas entre as vilosidades da base inferior da vilosidade até a base inferior da cripta. Na figura 5, observa-se a fotomicrografia de fragmento do duodeno, a qual foi realizada a leitura de acordo com a metodologia acima citada. A relação de vilos/cripta foi calculada com valor encontrado dos vilos dividido pelo valor de cripta de cada segmento do intestino.



FIGURA 5: Fotomicrografia de duodeno, de frango de corte, na qual é possível observar-se a organização do órgão. Evidenciando-se criptas e vilos intestinais.

A parte do músculo *Pectoralis major* coletado aos 35 e 42 dias de idade, também passou pelo mesmo processo de fixação e confecção de lâminas. Posteriormente, foi realizado o estudo histopatológico do tecido peitoral em microscopia óptica, no setor de patologia animal da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, para os quais foram atribuídos escores 0 a 3 (0- normal; 1- discreto; 2- moderado; 3- acentuado) respectivamente para os diferentes graus de degeneração, necrose, edema, tecido adiposo, infiltrado inflamatório. O grau 3 para tecido adiposo e infiltrado inflamatório foram considerados quando a presença destes já era observada infiltrando nas fibras musculares. Para a presença de apenas um ponto de infiltrado inflamatório por toda a lâmina, a análise foi considerada como grau 0. Na figura 6, observa-se algumas das características avaliadas.

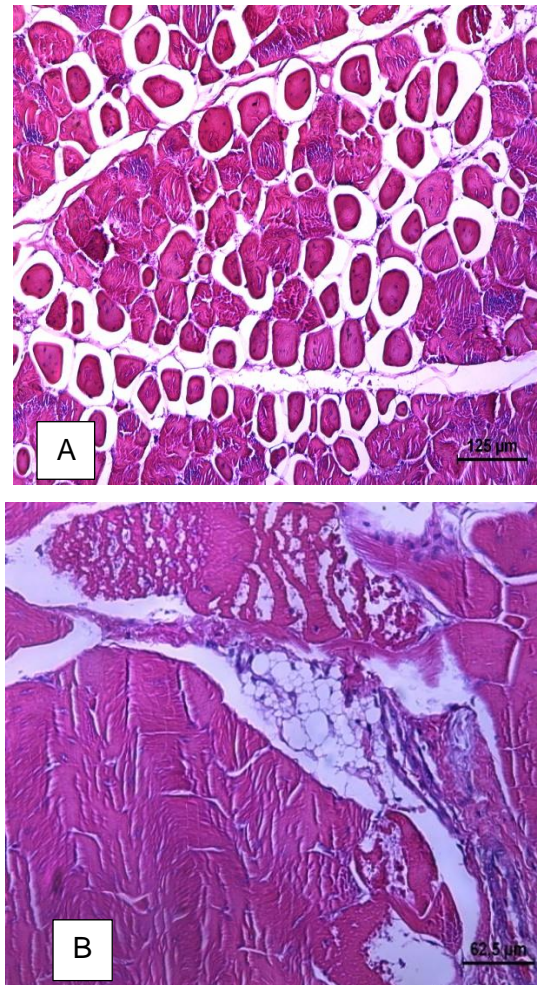


Figura 6 A: Fotomicrografia do músculo pectoralis major de frangos de corte com presença de degeneração, necrose e edema no tecido. B: Presença de infiltrado inflamatório e tecido adiposo no tecido peitoral

As análises estatísticas foram realizadas com o software R<sup>75</sup>. Diferenças foram consideradas significativas para  $p < 0,05$ . Para dados não-paramétricos (escore de “*White Striping*” e “*Wooden breast*”,) foi utilizado o teste de Kruskal Wallis para as medianas dos escores avaliados, enquanto para as demais variáveis, utilizou-se teste de contraste, para possível comparação entre médias.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

##### 4.1 Desempenho.

A avaliação semanal das variáveis para verificação de desempenho, analisadas pelo peso médio final (PMF), consumo de ração (CMR), conversão alimentar (CA) e ganho de peso (GP), mostrou que houve influenciados tratamentos estudados, diferindo estatisticamente entre

si ( $p < 0,05$ ). Em todos os tratamentos foi observado que o consumo de ração foi sempre mais baixo na semana da restrição quando comparada ao tratamento controle, em consequência, o peso médio também foi menor na mesma semana. Tal efeito encontrado, pode ser observado nas Figuras 7 e 8.

Aos 42 dias de idade (6ª semana), o peso médio dos tratamentos não diferiram estatisticamente, sugerindo que o frango de corte foi capaz de recuperar o peso vivo após o período de restrição alimentar. O ganho de peso compensatório de aves anteriormente submetidas à restrição alimentar também foi observado no estudo de Butzen et al.<sup>25</sup>.

Na sexta semana o consumo médio de ração foi maior no tratamento que passou por restrição na quinta semana em relação ao tratamento controle, indicando que no período pós restrição o frango de corte apresenta um maior consumo de ração, ou seja, quando o oferecimento volta a ser à vontade a procura por alimento é maior. Esse resultado de maior consumo na semana pós restrição foi observado durante todo o período experimental.

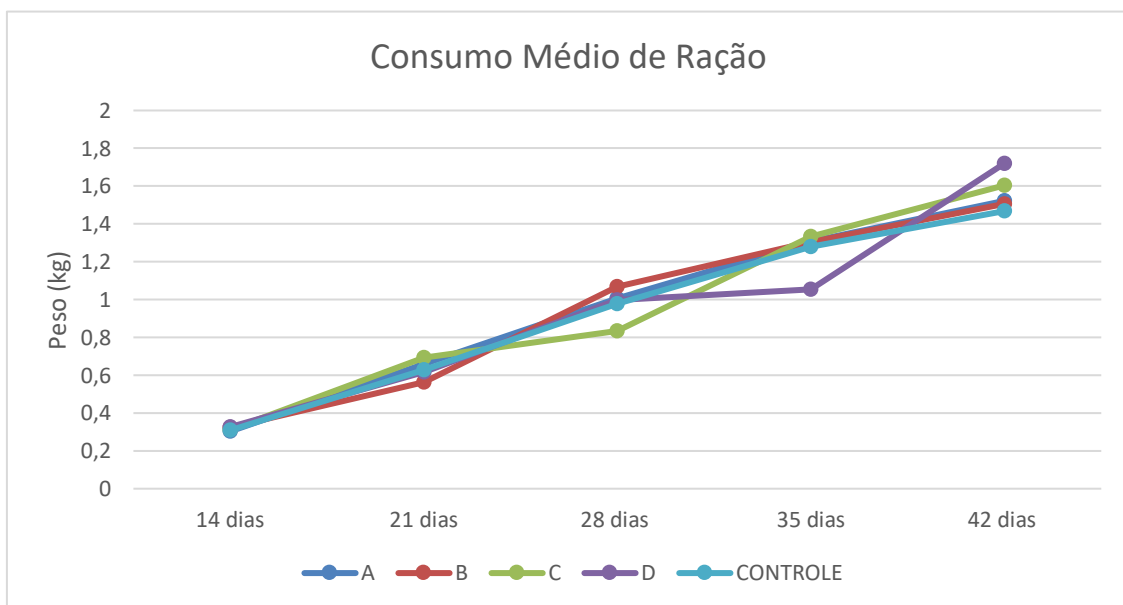


FIGURA 7: Efeito da restrição alimentar quantitativa, no consumo médio de ração, em frangos de corte, nos diferentes grupos de tratamento.

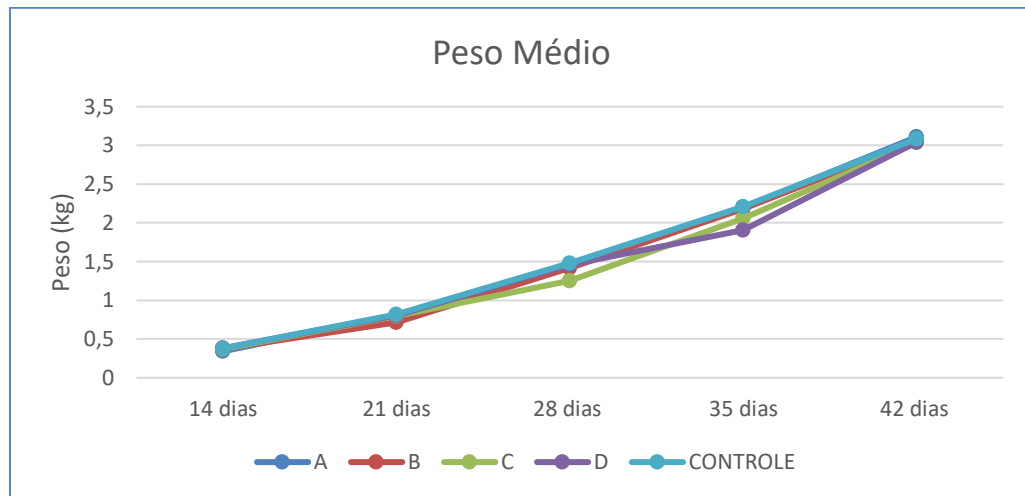


FIGURA 8: Efeito da restrição alimentar quantitativa, no peso médio de ração, em frangos de corte, nos diferentes grupos de tratamento.

Aos 21,28 e 35 dias, a conversão alimentar (Figura 9) nos animais que passaram pela restrição alimentar, apresentaram diferença significativa quando comparada com tratamento controle. A conversão alimentar foi maior durante a semana da restrição em virtude do menor ganho de peso das aves durante o período de subnutrição. Já aos 42 dias de idade, todos os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ). Resultado que corrobora com os dados encontrados por Pan et al. <sup>76</sup>, que também não encontraram diferença na conversão alimentar de 7 à 49 dias de idade e portanto, não sendo afetada pela restrição.

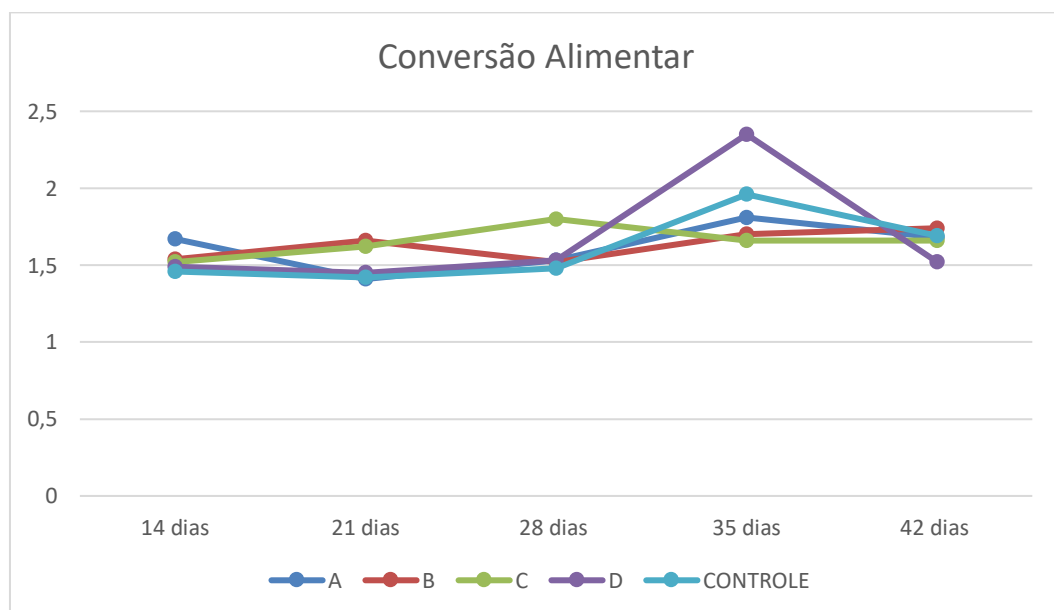


FIGURA 9: Efeito da restrição alimentar quantitativa, na conversão alimentar, em frangos de corte, nos diferentes grupos de tratamento.

O desempenho quando avaliadas semanalmente a partir da segunda semana, sofreu influencia dos tratamentos estudados, diferindo estatisticamente entre si ( $p < 0,05$ ) (Tabela 4).

O peso médio das aves foi influenciado pela restrição alimentar, os animais que receberam esse manejo obtiveram menor ganho de peso na semana. O tratamento com restrição na segunda semana apresentou menor ganho de peso e menor consumo de ração comparando com tratamento controle. Esse resultado era esperado, pois um menor consumo de ração leva naturalmente a um menor ganho de peso. Esses dados estão de acordo com Lana et al.<sup>39</sup> que estudando efeito da restrição alimentar sobre o desempenho, verificaram que os animais submetidos a restrição entre o 8º e 10º dia de idade obtiveram variáveis de desempenho produtivo menores durante esse período, porém ao abate, obtiveram semelhança estatística com animais alimentados à vontade e os animais.

TABELA 3: Desempenho de frangos de corte submetidos à restrição alimentar na segunda semana de criação (7- 14 dias)

TRATAMENTO	PMF	GP	CMR	CA	UNI
A (2ª Sem)	0,342	0,181	0,303	1,67	46,40
B (3ª Sem)	0,374	0,210	0,324	1,54	50,38
C (4ª Sem)	0,369	0,206	0,312	1,52	49,92
D (5ª Sem)	0,382	0,219	0,326	1,49	48,98
Controle (SR)	0,378	0,211	0,309	1,46	55,75
	<i>Contraste</i>				
<i>A x Controle</i>	<i>0,0076</i>	<i>0,031</i>	<i>0,0068</i>	<i>0,2166</i>	<i>0,4663</i>

Aos 21 dias as variáveis de PMF, GP, CMR e CA mostraram diferença estatística, o tratamento da restrição na terceira semana obteve os menores índices quando comparado ao controle. (Tabela 5). Esses resultados estão de acordo com Leu et al.<sup>77</sup> ao final do período da restrição, aos 21 dias, os pesos vivos dos frangos diferiram entre os programas de restrição aplicados. Já para Togashi<sup>78</sup>, que avaliando a restrição quantitativa em frangos de corte, observaram que os diferentes programas alimentares não influenciaram os ganhos de peso dos animais aos 21 dias de idade. Para CMR, este trabalho está de acordo com S. A. S. van der Klein<sup>79</sup>, que também constatou que a restrição alimentar na terceira semana de vida diminuiu a taxa de ingestão alimentar.

Para o tratamento que passou por restrição na segunda semana é possível observar que ele não diferiu estatisticamente do tratamento controle nas variáveis analisadas, mas obteve o melhor ganho de peso. Esse resultado indica que com uma semana pós restrição, o frango de

corte já se mostra capaz de recuperar o índices de desempenho. Zhan et al.<sup>80</sup> e Novel et al.<sup>81</sup>, também trabalhando com restrição alimentar quantitativa na fase inicial de criação do frango de corte, avaliaram a habilidade dos frangos em compensar o ganho de peso nas semanas subsequentes de realimentação.

TABELA 4: Desempenho de frangos de corte submetidos à restrição alimentar na terceira semana de criação (15 – 21 dias)

TRATAMENTO	PMF	GP	CMR	CA	UNI
A (2ª Sem)	0,808	0,466	0,658	1,41	52,43
B (3ª Sem)	0,714	0,340	0,562	1,66	58,28
C (4ª Sem)	0,795	0,426	0,693	1,62	55,67
D (5ª Sem)	0,808	0,426	0,618	1,45	50,75
Controle (SR)	0,819*	0,441*	0,629	1,42	49,77
<i>Contraste</i>					
<i>A x controle</i>	<i>0,945</i>	<i>0,1269</i>	<i>0,8856</i>	<i>0,9998</i>	<i>0,9612</i>
<i>B x controle</i>	<i>&lt;0,001</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>0,2325</i>	<i>0,0531</i>	<i>0,2283</i>
<i>A x B</i>	<i>&lt;0,001</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>0,0349</i>	<i>0,0366</i>	<i>0,5866</i>

Ja aos 28 dias, os resultados são observados na (Tabela 6). Para as mesmas variáveis o PM, GP e CMR foram menores estatisticamente no tratamento que recebeu restrição na quarta semana, e a conversão alimentar foi maior comparando este tratamento com o tratamento com restrição na segunda, terceira semana e o controle. Resultado semelhante foi encontrado por Ramos<sup>82</sup>, que ao analisar a conversão alimentar no período 22-42 dias de idade, constatou que a restrição alimentar resultou em piora nos valores desse parâmetro. Comparando pelo ganho de peso da tabela Cobb, o tratamento C também obteve média bem menor (0,461 kg) do que o esperado na semana (0,633g). Por outro lado, o tratamento que passou por restrição na terceira semana (B) apresentou maior ganho de peso (0,704kg) do que o esperado.

Pode ser observado também que as aves que passaram pela restrição na semana anterior (tratamento B), apresentaram um maior consumo de ração. O que está de acordo com Bokkers<sup>83</sup> que em experimento com restrição alimentar constatou que as aves que passam pela restrição, tem maior motivação para se alimentar após esse período, consequentemente, espera-se maior consumo de ração.

TABELA 5: Desempenho de frangos de corte submetidos à restrição alimentar na quarta semana de criação (22 – 28 dias)

TRATAMENTO	PMF	GP	CMR	CA	UNI
A (2ª Sem)	1,464	0,6551	1,005	1,53	56,38
B (3ª Sem)	1,418	0,7046	1,068	1,52	61,29
C (4ª Sem)	1,256	0,4613	0,833	1,80	63,22
D (5ª Sem)	1,461	0,6526	0,998	1,53	55,58
Controle (SR)	1,481	0,6620	0,978	1,48	62,03
<i>Contraste</i>					
<i>A x controle</i>	<i>0,9275</i>	<i>0,9797</i>	<i>0,9485</i>	<i>0,8465</i>	<i>0,7543</i>
<i>B x controle</i>	<i>0,0499</i>	<i>0,0131</i>	<i>0,1048</i>	<i>0,9502</i>	<i>0,9999</i>
<i>C x controle</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>0,0020</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>0,9991</i>
<i>A x B</i>	<i>0,2471</i>	<i>0,0031</i>	<i>0,3763</i>	<i>0,9983</i>	<i>0,8358</i>
<i>A x C</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>0,0003</i>	<i>0,0002</i>	<i>0,6034</i>
<i>B x C</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>0,0001</i>	<i>0,9938</i>

Para os parâmetros de desempenho aos 35 dias de idade, (Tabela 7), o PMF, GP e o CMR foram menores no tratamento que os animais receberam restrição alimentar na quinta semana e a CA maior. Comparando pelo ganho de peso da tabela Cobb, novamente o tratamento da restrição D apresentou média bem menor (0,450kg) do que o esperado na semana (0,717kg). Da mesma forma, tratamento que passou por restrição na quarta semana (C) apresentou maior ganho de peso (0,803kg) do que o esperado. Resultados semelhantes são descritos por Boostani<sup>84</sup> que trabalhando com restrição aos 21 a 35 dias de idade das aves, observou que o grupo controle obteve maior ganho de peso e maior consumo de ração, quando comparado com o grupo que passou pela restrição.

Nota-se que para todas as variáveis analisadas, as aves que passaram por restrição em semanas anteriores (A, B e C) não diferiram do tratamento controle, indicando o ganho compensatório desses animais. O ganho de peso compensatório de aves anteriormente submetidas à restrição alimentar também foi observado no estudo de Butzen et al<sup>25</sup>.

TABELA 6: Desempenho de frangos de corte submetidos à restrição alimentar na quinta semana de criação ( 29 – 35 dias)

TRATAMENTO	PMF	GP	CMR	CA	UNI
A (2ª Sem)	2,199	0,736	1,309	1,81	56,62
B (3ª Sem)	2,185	0,768	1,306	1,70	58,31
C (4ª Sem)	2,059	0,803	1,333	1,66	60,25
D (5ª Sem)	1,910	0,449	1,054	2,35	65,92
Controle	2,211	0,730	1,279	1,96	54,47
			<i>Contraste</i>		
<i>A x controle</i>	<i>0,9997</i>	<i>1,0000</i>	<i>0,9117</i>	<i>0,9911</i>	<i>0,9916</i>
<i>B x controle</i>	<i>0,9938</i>	<i>0,9541</i>	<i>0,9373</i>	<i>0,9402</i>	<i>0,9307</i>
<i>C x controle</i>	<i>0,1290</i>	<i>0,6601</i>	<i>0,5318</i>	<i>0,9010</i>	<i>0,7542</i>
<i>D x controle</i>	<i>0,0003</i>	<i>0,0001</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>0,2608</i>	<i>0,1528</i>
<i>A x B</i>	<i>0,9995</i>	<i>0,9750</i>	<i>1,0000</i>	<i>0,9979</i>	<i>0,9966</i>
<i>A x C</i>	<i>0,1856</i>	<i>0,7250</i>	<i>0,9526</i>	<i>0,9923</i>	<i>0,9423</i>
<i>A x D</i>	<i>0,0005</i>	<i>0,0001</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>0,1138</i>	<i>0,3280</i>
<i>B x C</i>	<i>0,2705</i>	<i>0,9650</i>	<i>0,9307</i>	<i>0,9999</i>	<i>0,9942</i>
<i>B x D</i>	<i>0,0010</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>0,0592</i>	<i>0,5255</i>
<i>C x D</i>	<i>0,0435</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>0,0448</i>	<i>0,7675</i>

Avaliando a sexta semana (Tabela 8), onde todos os tratamentos receberam ração a vontade não houve diferença ( $p>0,055$ ) no PMF, CA e UNI sugerindo que o frango de corte foi capaz de recuperar o peso mesmo após passar por um período de restrição alimentar e que a última semana no período de criação, é de suma importância para recuperação das aves. Esses resultados corroboram com Pan et al.<sup>76</sup> que também não encontraram diferença a na conversão alimentar de 7 à 49 dias, devido a restrição alimentar. Também estão de acordo com Leone et al.<sup>85</sup> que ao avaliarem a influencia da restrição alimentar protéica e energética não observaram diferença no peso médio aos 42 dias de idade.

De acordo com Figueiredo et al.<sup>86</sup>, intervalo de 2 semanas, após o fim da restrição alimentar, possibilitou completa recuperação de peso das aves, indicando que as aves submetidas à restrição alimentar mais severa são capazes de atingir peso desejado com período maior de realimentação.

De acordo com estudos de Gonzales<sup>87</sup>, que concluiu que a restrição alimentar quantitativa (50%), em frangos de corte, deve ser seguida de no mínimo três semanas de realimentação, período necessário para que a aves sejam capazes de apresentar ganho compensatório e, conseqüentemente, peso médio final próximo ao dos frangos com consumo à vontade.

Entende-se então que, quanto mais severa a restrição, maior o período necessário para que as aves sejam capazes de recuperar o peso e obter ganho compensatório, atingindo peso semelhante às aves alimentadas *ad libitum*. Nesse experimento, com restrição de 20%,

uma semana sem restrição, com ração à vontade foi o suficiente para as aves apresentarem ganho de peso compensatório. Em todas as semanas estudadas, permitindo afirmar que nesse nível de restrição basta um semana para as aves recuperarem o seu peso.

A última semana com oferecimento de ração a vontade para todos os tratamentos mostrou-se importante para proporcionar ao frango a capacidade de compensar no consumo de ração e no peso da aves. Os resultados estão de acordo com Camacho et al <sup>88</sup>, que avaliando o efeito da idade e da restrição alimentar mostraram que a restrição quantitativa, com começo no 7º dia de idade aliada à suplementação levou a redução da mortalidade, dos problemas de patas e permitiu o crescimento compensatório aos 49 dias de idade.

Para GP, seguiu-se a mesma linha de resultados das semanas anteriores, maior ganho de peso na semana posterior a restrição. Aos 42 dias, o tratamento D alcançou 1,132kg de GP, quando o esperado na tabela Cobb era 0,755kg. Quanto ao CMR no período de 36 a 42 dias, o tratamento controle obteve menor consumo e o tratamento D o maior consumo. Esses dados podem ser explicados pois, após passar por um período de jejum, as aves apresentam desequilíbrio orgânico e tendem a alimentar-se mais que o necessário para manutenção das atividades metabólicas orgânicas, nota-se mudanças no consumo, como aumento na voracidade de alimentação, enchimento exagerado do papo no dia de realimentação e antecipação de consumo quando da aplicação da restrição alimentar May e Lott <sup>89</sup>, citados por Barbarino JR<sup>90</sup>.

Apesar de não ter sido observada diferença estatística, as aves que passaram por restrição alimentar na segunda semana, apresentaram numericamente o maior PMF, o que sugere que a restrição nessa semana foi o melhor período para recuperação do ganho de peso, apresentando ganho compensatório. Esse resultado, corrobora com Urdaneta-Rincon e Leeson<sup>91</sup> que concluíram que a aplicação da restrição alimentar moderada, em idade precoce em vez da tardia, em frangos de corte é sugerida para uma melhor resposta das aves em relação à ganho de peso compensatório, conversão alimentar e a mortalidade.

TABELA 7: Desempenho de frangos de corte com alimentação *ad libitum* para todos os tratamentos na sexta semana de criação (36 – 42 dias)

TRATAMENTO	PMF	GP	CMR	CA	UNI
A (2ª Sem)	3,110	0,911	1,522	1,68	63,34
B (3ª Sem)	3,056	0,870	1,506	1,74	58,37
C (4ª Sem)	3,034	0,974	1,604	1,66	65,37
D (5ª Sem)	3,043	1,132	1,720	1,52	68,06
Controle (SR)	3,087	0,870	1,468	1,69	59,37
			<i>Contraste</i>		
<i>A x controle</i>	<i>0,9930</i>	<i>0,9732</i>	<i>0,5734</i>	<i>0,9999</i>	<i>0,926</i>
<i>B x controle</i>	<i>0,9779</i>	<i>1,0000</i>	<i>0,8172</i>	<i>0,9873</i>	<i>0,9997</i>
<i>C x controle</i>	<i>0,8592</i>	<i>0,4448</i>	<i>0,0058</i>	<i>0,9990</i>	<i>0,7431</i>
<i>D x controle</i>	<i>0,9230</i>	<i>0,0010</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>0,5074</i>	<i>0,4191</i>
<i>A x B</i>	<i>0,8551</i>	<i>0,9556</i>	<i>0,9932</i>	<i>0,9716</i>	<i>0,8555</i>
<i>A x C</i>	<i>0,6270</i>	<i>0,8041</i>	<i>0,1773</i>	<i>0,9999</i>	<i>0,9940</i>
<i>A x D</i>	<i>0,7284</i>	<i>0,0052</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>0,5819</i>	<i>0,8775</i>
<i>B x C</i>	<i>0,9936</i>	<i>0,3929</i>	<i>0,0768</i>	<i>0,9423</i>	<i>0,6316</i>
<i>B x D</i>	<i>0,9992</i>	<i>0,0008</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>0,2480</i>	<i>0,3198</i>
<i>C x D</i>	<i>0,9998</i>	<i>0,0742</i>	<i>0,0221</i>	<i>0,6661</i>	<i>0,9827</i>

As variáveis para verificar o desempenho foram analisadas no período total de 1 a 42 dias (Tabela 9). Não foi observado diferença entre as variáveis para todos os tratamentos. De modo geral como já apresentado, uma semana com alimentação à vontade após a restrição quantitativa de 20%, mostrou-se importante para proporcionar ao frango a capacidade de recuperar o peso. Os resultados estão de acordo com Camacho et al <sup>92</sup>, que avaliando o efeito da idade e da restrição alimentar mostraram que a restrição quantitativa, com começo no 7º dia de idade aliada à suplementação levou a redução da mortalidade, dos problemas de patas e permitiu o crescimento compensatório aos 49 dias de idade.

TABELA 9: Desempenho de frangos de corte no período total de 1 – 42 dias

TRATAMENTO	PMF	CMR	CA	IEP
A (2ª Sem)	3,110	5,036	1,62	457
B (3ª Sem)	3,056	5,017	1,64	443
C (4ª Sem)	3,034	4,962	1,63	440
D (5ª Sem)	3,043	4,843	1,59	455
Controle (SR)	3,087	4,777	1,54	475
<i>Contraste</i>				
<i>A x controle</i>	<i>0,9745</i>	<i>0,1552</i>	<i>0,9561</i>	<i>0,741</i>
<i>B x controle</i>	<i>0,9249</i>	<i>0,2118</i>	<i>0,1421</i>	<i>0,1993</i>
<i>C x controle</i>	<i>0,5717</i>	<i>0,4584</i>	<i>0,1790</i>	<i>0,1411</i>
<i>D x controle</i>	<i>0,7748</i>	<i>0,9739</i>	<i>0,7805</i>	<i>0,6543</i>
<i>A x B</i>	<i>0,6268</i>	<i>0,9998</i>	<i>0,9795</i>	<i>0,8516</i>
<i>A x C</i>	<i>0,2485</i>	<i>0,9606</i>	<i>0,9918</i>	<i>0,7575</i>
<i>A x D</i>	<i>0,4176</i>	<i>0,4164</i>	<i>0,9561</i>	<i>0,9999</i>
<i>B x C</i>	<i>0,9580</i>	<i>0,9864</i>	<i>0,9999</i>	<i>0,9997</i>
<i>B x D</i>	<i>0,9968</i>	<i>0,5169</i>	<i>0,7187</i>	<i>0,9099</i>
<i>C x D</i>	<i>0,9969</i>	<i>0,8136</i>	<i>0,7872</i>	<i>0,8335</i>

#### 4.2 Órgãos e tecidos.

Os órgãos e tecidos coletados semanalmente na presente pesquisa apresentaram diferença ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos. O conhecimento do peso de órgãos na fase inicial de frangos de corte, serve como fator para verificação do desenvolvimento das aves<sup>92</sup>, desta forma, foram coletados trato digestório (TD), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG), moela, proventrículo (PV), fígado, pâncreas, coração, tecido muscular e tecido ósseo. Diferenças foram observadas no trato digestório ao longo das semanas, foram menores na semana da restrição (Figura 10).

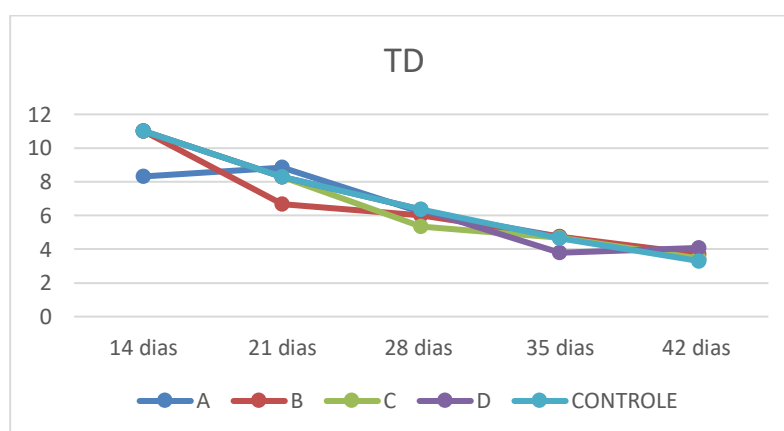


FIGURA 9: Efeito da restrição alimentar na porcentagem do TD durante todo período experimental.

Na Tabela 10, observa-se os resultados encontrados aos 14 dias de idade. Entre as variáveis avaliadas, o TD do tratamento controle apresentou maior percentagem do peso vivo do que o tratamento que recebeu a restrição (A). O melhor aproveitamento dos alimentos está relacionado com a estrutura do sistema digestório, principalmente do intestino delgado, pois parte dos processos digestivos, bem como a absorção dos nutrientes ocorrem nos enterócitos e, nesse estudo, observou que houve uma tendência de melhor peso de ID para tratamento controle assim como, menor peso de IG para tratamento que recebeu restrição.

Os resultados corroboram com Sugeta et al.<sup>23</sup> que avaliando diferentes níveis de restrição observaram que a subnutrição quando induzida pela restrição alimentar, preferencialmente provoca redução no crescimento do intestino em relação a outras partes do corpo.

Para tecido ósseo, o tratamento com restrição alimentar na segunda semana apresentou maior índice quando comparado com tratamento controle (Tabela 11), esse resultado pode ser explicado muito mais de numericamente do que biologicamente, uma vez que em virtude do menor peso médio da aves o peso percentual tende a aumentar. Esse resultado não corrobora com Smith e kabaja<sup>93</sup> e Waldroup<sup>94</sup>, os quais relataram que a deposição de cálcio no esqueleto é mais acentuada na fase de crescimento de forma que, uma suplementação inadequada ou uma restrição alimentar durante essa fase apresenta como consequência um desequilíbrio na homeostase mineral levando a um crescimento e desenvolvimento inapropriado dos ossos das aves.

Para as demais variáveis não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre tratamento controle e o tratamento com restrição alimentar na segunda semana de vida do frango.

TABELA 10: Pesos dos órgãos em percentagem do peso corporal coletados dos frangos de corte aos 14 dias de idade

Tratamento	Peso	TD	Intestino Delgado	Intestino Grosso	Moela	Proventrículo
A (2ª Sem)	0,393	8,31	6,667	1,572	3,915	0,872
Controle (SR)	0,383	11,01	8,507	2,462	3,737	1,037
<i>Contraste</i>						
<i>A x Controle</i>	<i>0,5637</i>	<i>0,0013</i>	<i>0,0598</i>	<i>0,0367</i>	<i>0,5072</i>	<i>0,0901</i>

TABELA 11: Pesos dos órgãos, tecido muscular e ósseo em porcentagem do peso corporal coletados dos frangos de corte aos 14 dias de idade

Tratamento	Fígado	Pâncreas	Coração	Tecido muscular	Tecido ósseo
A (2ª Sem)	3,710	0,457	0,727	21,4	2,80
Controle	3,775	0,535	0,725	20,67	2,63
			<i>Contraste</i>		
<i>A x Controle</i>	<i>0,8154</i>	<i>0,1116</i>	<i>0,965</i>	<i>0,2578</i>	<i>0,037</i>

As variáveis aos 21 dias de idade podem ser observadas na Tabela 12. O TD foi menor no tratamento que recebeu restrição na terceira semana, comparando com tratamento com restrição na segunda semana. Esses dados, corroboram com Furlan et al. <sup>38</sup> mostraram que o peso relativo e o comprimento dos intestinos foram menores ao final do período de restrição alimentar. Também é possível sugerir que as aves que passaram por restrição na semana anterior, desenvolveram o trato digestório na semana de realimentação à vontade, apresentando a maior porcentagem do peso vivo em relação aos outros tratamentos. As demais variáveis (Tabela 13) não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ( $p > 0,05$ ).

TABELA 12: Pesos dos órgãos em porcentagem do peso corporal coletados dos frangos de corte aos 21 dias de idade

Tratamento	Peso	TD	Intestino Delgado	Intestino Grosso	Moela	Proventrículo
A (2ª Sem)	0,799	8,84	6,87	1,96	3,14	0,79
B (3ª Sem)	0,71	6,67	5,33	1,35	3,71	0,59
Controle (SR)	0,762	8,29	6,62	1,69	3,19	0,72
			<i>Contraste</i>			
<i>A x Controle</i>	<i>0,7339</i>	<i>0,7488</i>	<i>0,9202</i>	<i>0,4971</i>	<i>0,9999</i>	<i>0,7554</i>
<i>B x Controle</i>	<i>0,5442</i>	<i>0,1240</i>	<i>0,1635</i>	<i>0,3579</i>	<i>0,4836</i>	<i>0,3455</i>
<i>A x B</i>	<i>0,2081</i>	<i>0,0397</i>	<i>0,0908</i>	<i>0,0651</i>	<i>0,4784</i>	<i>0,1241</i>

TABELA 13: Pesos dos órgãos, tecido muscular e ósseo em porcentagem do peso corporal, coletados dos frangos de corte aos 21 dias de idade

Tratamento	Fígado	Pâncreas	Coração	Tecido muscular	Tecido ósseo
A (2ª Sem)	3,20	0,36	0,72	23,69	2,60
B (3ª Sem)	3,09	0,35	0,79	23,91	2,72
Controle (SR)	3,61	0,36	0,94	24,21	2,52
			<i>Contraste</i>		
<i>A x Controle</i>	<i>0,4919</i>	<i>1,000</i>	<i>0,1089</i>	<i>0,8538</i>	<i>0,6690</i>
<i>B x Controle</i>	<i>0,3351</i>	<i>0,9575</i>	<i>0,3248</i>	<i>0,9474</i>	<i>0,1195</i>
<i>A x B</i>	<i>0,9457</i>	<i>0,9575</i>	<i>0,7338</i>	<i>0,9722</i>	<i>0,1200</i>

Na quarta semana (Tabela 14), o IG foi menor no tratamento que recebeu restrição nessa semana quando comparado com tratamento com restrição na segunda semana, pois a nutrição e os programas alimentares podem gerar mudanças no perfil do crescimento do trato digestivo <sup>95</sup>. Esses resultados são semelhantes ao período anterior, uma vez que os frangos dos tratamentos que não foram submetidos à restrição alimentar nesse período de idade apresentaram um maior índice de IG.

As demais variáveis não apresentaram diferença ( $p>0,05$ ) como exemplo, a gordura abdominal (Tabela 15). A Camacho et al.<sup>88</sup>, citado por Ramos <sup>82</sup> também não observaram efeito da restrição alimentar sobre a deposição de gordura. Esse resultado foi descrito por vários autores, que ao avaliarem diferentes programas de restrição alimentar, não encontraram diferenças significativas nos pesos de gordura abdominal <sup>91,96</sup>.

TABELA 14: Pesos dos órgãos em porcentagem do peso corporal, coletados dos frangos de corte aos 28 dias de idade

Tratamento	Peso	TD	Intestino Delgado	Intestino Grosso	Moela	Proventrículo
A (2ª Sem)	1,375	6,21	4,48	1,73	2,63	0,56
B (3ª Sem)	1,335	6,02	4,55	1,46	2,50	0,61
C (4ª Sem)	1,39	5,33	4,27	1,06	2,36	0,50
Controle (SR)	1,453	6,36	4,71	1,65	2,26	0,55
<i>Contraste</i>						
<i>A x Controle</i>	<i>0,7819</i>	<i>0,9835</i>	<i>0,9394</i>	<i>0,9433</i>	<i>0,3411</i>	<i>0,9955</i>
<i>B x Controle</i>	<i>0,5153</i>	<i>0,8346</i>	<i>0,9790</i>	<i>0,5345</i>	<i>0,6662</i>	<i>0,6041</i>
<i>C x Controle</i>	<i>0,8723</i>	<i>0,1056</i>	<i>0,7027</i>	<i>0,0058</i>	<i>0,9647</i>	<i>0,5709</i>
<i>A x B</i>	<i>0,9646</i>	<i>0,9617</i>	<i>0,9978</i>	<i>0,2652</i>	<i>0,9301</i>	<i>0,7359</i>
<i>AxC</i>	<i>0,9975</i>	<i>0,1874</i>	<i>0,9528</i>	<i>0,0022</i>	<i>0,5893</i>	<i>0,4433</i>
<i>BxC</i>	<i>0,9112</i>	<i>0,3718</i>	<i>0,8955</i>	<i>0,0635</i>	<i>0,9012</i>	<i>0,0977</i>

TABELA 15: Pesos dos órgãos, tecido muscular e ósseo em percentagem do peso corporal, coletados dos frangos de corte aos 28 dias de idade

Tratamento	Fígado	Pâncreas	Coração	Tecido muscular	Tecido ósseo	Gordura
A (2ª Sem)	2,87	0,30	0,69	27,95	2,53	1,51
B (3ª Sem)	3,18	0,29	0,78	28,09	2,45	1,1
C (4ª Sem)	2,54	0,28	0,71	27,16	2,45	0,98
Controle (SR)	2,86	0,27	0,62	28,62	2,19	1,14
<i>Contraste</i>						
<i>A x Controle</i>	<i>1,000</i>	<i>0,7435</i>	<i>0,6686</i>	<i>0,9783</i>	<i>0,0867</i>	<i>0,5086</i>
<i>B x Controle</i>	<i>0,4897</i>	<i>0,9763</i>	<i>0,1201</i>	<i>0,9892</i>	<i>0,2299</i>	<i>0,9991</i>
<i>C x Controle</i>	<i>0,4771</i>	<i>0,9927</i>	<i>0,4924</i>	<i>0,8256</i>	<i>0,2433</i>	<i>0,9335</i>
<i>A x B</i>	<i>0,5151</i>	<i>0,9271</i>	<i>0,5795</i>	<i>0,9998</i>	<i>0,9258</i>	<i>0,4363</i>
<i>AxC</i>	<i>0,4525</i>	<i>0,8770</i>	<i>0,9895</i>	<i>0,9654</i>	<i>0,9129</i>	<i>0,2363</i>
<i>BxC</i>	<i>0,0525</i>	<i>0,9991</i>	<i>0,7551</i>	<i>0,9451</i>	<i>1,0000</i>	<i>0,9672</i>

Aos 35 dias, o IG também foi estatisticamente menor no tratamento que recebeu restrição na quinta semana e a moela, maior no tratamento com restrição na quarta semana C e menor no tratamento com restrição na terceira semana (Tabela 16). Este maior peso em percentagem do peso corporal encontrado na moela no tratamento com restrição na terceira semana, pode estar relacionado ao fato desde tratamento ter passado pela restrição na semana anterior, e após este período, as aves apresentarem maior voracidade em alimentar-se na semana de realimentação a vontade (quinta semana), aumentando a funcionalidade da moela e consequentemente, a hipertrofia da musculatura desse órgão, aumentando o peso deste. De acordo com Susbilla et al <sup>97</sup>, a taxa de crescimento das vísceras após um período de restrição é capaz de contribuir na recuperação do peso (ganho compensatório) das aves. As demais variáveis (Tabela 17) não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ).

TABELA 16: Pesos dos órgãos em porcentagem do peso corporal, coletados dos frangos de corte aos 35 dias de idade

Tratamento	Peso	TD	Intestino Delgado	Intestino Grosso	Moela	Proventrículo
A (2ª Sem)	1,86	4,75	3,64	1,12	2,52	0,46
B (3ª Sem)	1,97	4,74	3,48	1,26	2,21	0,44
C (4ª Sem)	1,98	4,67	3,56	1,12	2,74	0,39
D (5ª Sem)	1,96	3,79	3,19	0,95	2,32	0,35
Controle (SR)	1,99	4,65	3,51	1,14	2,45	0,41
<i>Contraste</i>						
<i>A x Controle</i>	<i>0,3144</i>	<i>0,9997</i>	<i>0,9987</i>	<i>0,9998</i>	<i>0,9942</i>	<i>0,7631</i>
<i>B x Controle</i>	<i>0,9963</i>	<i>0,9997</i>	<i>1,0000</i>	<i>0,7016</i>	<i>0,6118</i>	<i>0,9517</i>
<i>C x Controle</i>	<i>1,0000</i>	<i>1,0000</i>	<i>1,0000</i>	<i>0,9992</i>	<i>0,4586</i>	<i>0,9933</i>
<i>D x Controle</i>	<i>0,9958</i>	<i>0,5007</i>	<i>0,9637</i>	<i>0,3125</i>	<i>0,9281</i>	<i>0,5589</i>
<i>AxB</i>	<i>0,4914</i>	<i>1,0000</i>	<i>0,9971</i>	<i>0,6092</i>	<i>0,3884</i>	<i>0,9889</i>
<i>AxC</i>	<i>0,3358</i>	<i>0,9999</i>	<i>0,9998</i>	<i>1,0000</i>	<i>0,6895</i>	<i>0,5245</i>
<i>AxD</i>	<i>0,4975</i>	<i>0,3973</i>	<i>0,8846</i>	<i>0,3876</i>	<i>0,7557</i>	<i>0,0993</i>
<i>BxC</i>	<i>0,9981</i>	<i>0,9999</i>	<i>0,9998</i>	<i>0,5626</i>	<i>0,0445</i>	<i>0,7940</i>
<i>BxD</i>	<i>1,0000</i>	<i>0,4022</i>	<i>0,9746</i>	<i>0,0343</i>	<i>0,9645</i>	<i>0,2184</i>
<i>CxD</i>	<i>0,9978</i>	<i>0,4792</i>	<i>0,9381</i>	<i>0,4287</i>	<i>0,1423</i>	<i>0,7940</i>

TABELA 17: Pesos dos órgãos, tecido muscular e ósseo em porcentagem do peso corporal, coletados dos frangos de corte aos 35 dias de idade

Tratamento	Fígado	Pâncreas	Coração	Tecido muscular	Tecido ósseo	Gordura
A (2ª Sem)	2,54	0,26	0,58	33,01	4,05	1,37
B (3ª Sem)	2,48	0,36	0,48	32,97	4,19	1,09
C (4ª Sem)	2,39	0,24	0,49	28,56	6,08	1,41
D (5ª Sem)	2,22	0,22	0,55	33,99	4,32	1,23
Controle (SR)	2,73	0,25	0,51	31,68	3,64	1,47
<i>Contraste</i>						
<i>A x Controle</i>	<i>0,8431</i>	<i>0,9996</i>	<i>0,7235</i>	<i>0,9211</i>	<i>0,9942</i>	<i>0,9916</i>
<i>B x Controle</i>	<i>0,6696</i>	<i>0,2286</i>	<i>0,9842</i>	<i>0,9278</i>	<i>0,9824</i>	<i>0,4043</i>
<i>C x Controle</i>	<i>0,385</i>	<i>0,9999</i>	<i>0,9980</i>	<i>0,3451</i>	<i>0,1866</i>	<i>1,0000</i>
<i>D x Controle</i>	<i>0,0872</i>	<i>0,9799</i>	<i>0,9646</i>	<i>0,6229</i>	<i>0,9625</i>	<i>0,7859</i>
<i>AxB</i>	<i>0,9973</i>	<i>0,3083</i>	<i>0,1025</i>	<i>1,0000</i>	<i>0,9999</i>	<i>0,6532</i>
<i>AxC</i>	<i>0,9177</i>	<i>0,9964</i>	<i>0,5471</i>	<i>0,0933</i>	<i>0,3389</i>	<i>0,9835</i>
<i>AxD</i>	<i>0,4274</i>	<i>0,9400</i>	<i>0,9723</i>	<i>0,9719</i>	<i>0,9989</i>	<i>0,9537</i>
<i>BxC</i>	<i>0,9859</i>	<i>0,1800</i>	<i>0,9995</i>	<i>0,0970</i>	<i>0,4063</i>	<i>0,3604</i>
<i>BxD</i>	<i>0,6137</i>	<i>0,0906</i>	<i>0,7708</i>	<i>0,9682</i>	<i>0,9999</i>	<i>0,9592</i>
<i>CxD</i>	<i>0,8781</i>	<i>0,9939</i>	<i>0,8733</i>	<i>0,0304</i>	<i>0,4734</i>	<i>0,7391</i>

Aos 35 dias de idade para rendimento de carcaça avaliando rendimentos de peito, coxa/sobrecoxa, dorso, asa e conjunto de pés, cabeça e pescoço (Tabela 18) não foi observado

diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos estudados. Assim como neste trabalho, ROSA et al.<sup>22</sup> citam a presença de redução significativa do peso vivo nos grupos de aves que sofreram a restrição, mas estes tratamentos não influenciaram no rendimento de carcaça das aves. Albanez et al.<sup>98</sup> encontraram resultados análogos em relação ao rendimento de carcaça também trabalhando com restrição alimentar em até três dias de para frangos de corte. Da mesma forma, não houve influência dos programas de restrição sobre os rendimentos de coxa, sobrecoxa e dorso. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Albanez et al.<sup>98</sup>, Lana et al.<sup>39</sup> e Lee e leeson<sup>95</sup>.

TABELA 18: Rendimento de carcaça (%) dos frangos de corte abatidos aos 35 dias de idade

Tratamento	Peito	Coxa/sobrecoxa	Dorso	Asa	CPP
A (2ª Sem)	19,72	13,93	15,81	8,45	11,2
B (3ª Sem)	20,11	13,56	14,73	8,58	12,26
C (4ª Sem)	17,27	13,59	15,38	8,47	12,04
D (5ª Sem)	21,47	13,19	15,58	8,81	12,03
Controle (SR)	19,04	13,23	14,93	8,39	10,88
Contraste					
A x Controle	0,9905	0,7527	0,8537	0,9998	0,9969
B x Controle	0,9507	0,9798	0,9994	0,9718	0,6089
C x Controle	0,7633	0,9721	0,9855	0,9989	0,7443
D x Controle	0,5096	0,4000	0,9434	0,6768	0,7457
AxB	0,9989	0,9652	0,7432	0,9919	0,7987
AxC	0,5020	0,9742	0,9872	1,0000	0,9012
AxD	0,7704	0,7145	0,9990	0,7737	0,9022
BxC	0,3637	1,0000	0,9470	0,9965	0,9993
BxD	0,8903	0,9691	0,8683	0,9473	0,9992
CxD	0,0854	0,9591	0,9992	0,8178	1,0000

Com 42 dias de idade, após passar por uma semana de alimentação *ad libitum* para todos os tratamentos, o TD foi significamente maior ( $p < 0,05$ ) no tratamento D, que numericamente apresentou ID, IG e proventrículo maiores (Tabela 19). Longo<sup>99</sup> Trabalhando com restrição alimentar qualitativa observou também que para as características do trato gastrintestinal das aves aos 14 e 45 dias de idade, aumento no peso do trato gastrintestinal e intestino das aves que sofreram restrição alimentar em relação às aves alimentadas *ad libitum*. Para Zubair e Leeson<sup>100</sup> a maior taxa de crescimento das vísceras, após o período de restrição alimentar, torna-se pré-requisito para obtenção de uma melhor aproveitamento dos alimentos em aves que sofreram restrição alimentar.

As demais variáveis (Tabela 20) não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ).

Diferenças não significativas na deposição de gordura abominal em aves submetidas a restrição alimentar também foi observado por Vargas Junior<sup>101</sup> e por Sugeta et al.<sup>23</sup> indicando que a deposição de gordura parece estar mais associada a idade, genética e o tipo de dieta. Talvez 20% de restrição não tenha sido suficiente

No modo geral os frangos de corte que passam por um período de restrição alimentar, após a realimentação, centralizam os nutrientes para o crescimento dos órgãos relacionados à digestão para melhor aproveitamento dos alimentos e desenvolvimento corporal.

TABELA 19: Pesos dos órgãos em percentagem do peso corporal, coletados dos frangos de corte aos 42 dias de idade

Tratamento	Peso	TD	Intestino Delgado	Intestino Grosso	Moela	Proventrículo
A (2ª Sem)	3,072	3,39	2,38	0,91	1,81	0,33
B (3ª Sem)	3,088	3,71	2,30	0,91	1,94	0,35
C (4ª Sem)	2,993	3,45	2,55	0,90	1,87	0,34
D (5ª Sem)	3,052	4,08	3,05	1,02	1,89	0,70
Controle (SR)	3,013	3,30	2,25	0,89	1,79	0,31
Contraste						
A x Controle	0,5715	0,9940	0,9850	0,9986	0,9998	1,0000
B x Controle	0,3497	0,6865	0,9307	0,9969	0,5932	0,9997
C x Controle	0,9835	0,9992	1,0000	0,9999	0,9361	0,9999
D x Controle	0,8575	0,0588	0,5147	0,4185	0,8606	0,3482
AxB	0,9950	0,4425	0,9986	1,0000	0,6912	0,9999
AxC	0,2815	0,9666	0,9838	0,9999	0,9719	1,0000
AxD	0,9855	0,0240	0,2474	0,5825	0,9216	0,3821
BxC	0,1439	0,8176	0,9275	0,9997	0,9562	1,0000
BxD	0,8950	0,5420	0,1524	0,6215	0,9882	0,4128
CxD	0,5606	0,0962	0,5210	0,5050	0,9995	0,4128

TABELA 20: Pesos dos órgãos, tecido muscular e ósseo em porcentagem do peso corporal, coletados dos frangos de corte aos 42 dias de idade

Tratamento	Fígado	Pâncreas	Coração	Tecido muscular	Tecido ósseo	Gordura
A (2ª Sem)	2,28	0,17	0,47	32,48	2,48	1,56
B (3ª Sem)	2,11	0,17	0,48	32,37	2,36	1,68
C (4ª Sem)	2,1	0,19	0,46	32,97	2,63	1,51
D (5ª Sem)	2,15	0,19	0,47	29,98	2,52	1,67
Controle (SR)	2,1	0,20	0,45	33,75	2,61	1,43
Contraste						
A x Controle	0,8554	0,3117	0,9592	0,8872	0,7744	0,9864
B x Controle	1,0000	0,3117	0,8808	0,8534	0,1879	0,8445
C x Controle	1,0000	0,8819	0,9969	0,9786	0,9999	0,9975
D x Controle	0,9979	0,9432	0,9896	0,0791	0,9246	0,8599
AxB	0,8752	1,0000	0,999	1,0000	0,7987	0,9849
AxC	0,8713	0,8379	0,9969	0,9965	0,6890	0,9998
AxD	0,9573	0,7413	0,9995	0,3949	0,9967	0,9884
BxC	1,0000	0,8379	0,9746	0,9923	0,1430	0,9558
BxD	0,9989	0,7413	0,9896	0,4399	0,5975	1,0000
CxD	0,9988	0,9997	0,9999	0,2303	0,8696	0,9630

Para rendimento de carcaça aos 42 dias de idade observou-se diferença significativa para rendimento de coxa/sobrecoxa (Tabela 21). Os tratamentos que passaram por restrição na segunda e quinta semana apresentaram os menores índices, ou seja, os frangos que passaram por restrição na segunda semana de vida (A) apesar de conseguirem recuperar o peso médio, apresentaram perda nos cortes de coxa/sobrecoxa. Já para o tratamento D que passou por restrição alimentar na quinta semana, não houve tempo suficiente para a total recuperação. Da mesma forma, alguns autores ao avaliarem a influência da restrição alimentar sobre as características da carcaça, observaram que os valores de peso e rendimento de carcaça foram influenciados negativamente pelos programas de restrição alimentar utilizados<sup>78, 91</sup>.

TABELA 21: Rendimento de carcaça (%) dos frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade

Tratamento	Peito	Coxa/sobrecoxa	Dorso	Asa	CPP
A (2ª Sem)	23,32	9,85	16,27	8,22	10,55
B (3ª Sem)	22,37	10,62	15,52	8,44	10,95
C (4ª Sem)	23,01	10,64	15,44	8,48	11,12
D (5ª Sem)	20,91	9,75	15,79	8,52	11,08
Controle (SR)	24,20	10,29	15,6	8,43	11,03
Contraste					
A x Controle	0,9695	0,2448	0,8932	0,9420	0,7363
B x Controle	0,6934	0,5226	1,0000	1,0000	0,9997
C x Controle	0,9137	0,4655	0,9996	0,9997	0,9991
D x Controle	0,1661	0,1102	0,9989	0,9968	0,9999
AxB	0,9601	0,0087	0,8495	0,9320	0,8377
AxC	0,9994	0,0069	0,8019	0,8797	0,5891
AxD	0,4446	0,9918	0,9663	0,8082	0,6602
BxC	0,9906	1,0000	1,0000	0,9999	0,9918
BxD	0,8352	0,0029	0,9960	0,9980	0,9975
CxD	0,5759	0,0023	0,9900	0,9999	1,0000

#### 4.3 Histomorfometria de intestino.

Para análise do presente estudo, as características histomorfológicas mais relevantes no intestino são a alturas de vilos, profundidade de criptas e relação vilo-cripta. Essas variáveis estão diretamente relacionadas com a capacidade absorptiva dos nutrientes. O comprimento de vilosidade diz respeito a capacidade absorptiva, e a profundidade de cripta e relação vilo-cripta estão associadas à capacidade de renovação celular por ativação da mitose, elementos responsáveis pela manutenção da saúde intestinal. De forma geral a mucosa do intestino delgado vai se tornando mais delicada a partir do duodeno indo em direção ao íleo, desta forma as vilosidades diminuem e as criptas tornam-se mais curtas<sup>102</sup>.

Para histomorfometria do intestino foram avaliados semanalmente as seguintes variáveis ( $\mu\text{m}$ ): vilos do duodeno (VD), cripta do duodeno (CD), vilos do íleo (VI), cripta do íleo (CI), relação vilos/cripta do duodeno (RD) e relação vilos/cripta do íleo (RI).

Nas amostras coletas aos 14 dias de idade (Tabela 22), é possível verificar diferença ( $p < 0,05$ ) em VD, CD, CI e RI com tratamento que passou por restrição na segunda semana apresentando maior altura de vilosidades e profundidade de criptas nos segmentos do intestino e, maior relação vilo/cripta quando comparado com o tratamento controle. O epitélio intestinal das aves é constantemente renovado por mecanismos de desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal, que é alterado por agentes patogênicos e/ou agente nutricionais, o que os torna hiperplástico, com profundidade de cripta mais profunda<sup>103</sup>. Foi uma resposta do organismo

frente a um período de subnutrição, visando aumentar a capacidade absorptiva e promovendo a renovação celular.

TABELA 22: Altura de vilo do duodeno (VD) e vilo do íleo (VI), profundidade de cripta do duodeno (CD) e da cripta do íleo (CI) e relação vilo-cripta do duodeno (RD) e vilo-cripta do íleo (RI) aos 14 dias de idade

Tratamento	Vilo Duodeno VD (µm)	Crípta Duodeno CD (µm)	Vilo Íleo VI (µm)	Crípta Íleo CI (µm)	Relação Vilo-cripta Duodeno RD (µm)	Relação Vilo-Cripta Íleo RI (µm)
A (2ª Sem)	1.262,4	146,0	661,4	159,5	8,8	4,2
Controle (SR)	1.083,3	130,6	662,1	126,8	8,5	5,2
<i>Contraste</i>						
<i>A x Controle</i>	<i>0,0013</i>	<i>0,0118</i>	<i>0,9828</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>0,5441</i>	<i>0,0013</i>

A terceira semana de criação (21 dias) pode ser analisada na Tabela 23, onde o tratamento com restrição na segunda semana continuou com melhores resultados para CD, VI e CI. O bom desempenho das aves depende da ótima absorção da dieta oferecida, e para que isso ocorra, é necessário que o trato digestivo apresente estruturas funcionais desde a ingestão dos alimentos até absorção dos nutrientes<sup>102</sup>, sendo assim, o melhor desempenho e recuperação do peso observado no tratamento A como já mencionado neste trabalho, pode estar relacionado com os melhores dados encontrados nas características morfológicas do intestino, que estão diretamente relacionadas com a capacidade absorptiva dos nutrientes.

Os tratamentos com restrição na terceira semana e o controle, obtiveram as menores altura de vilo e profundidade de cripta nos segmentos, mas não diferiram estatisticamente entre si. Resultado semelhante foi encontrado por Duarte et al<sup>104</sup>, que trabalhando com diferentes níveis de energia na dieta, constatou menor altura de vilo em frangos que receberam dieta com menor valor energético (restrição qualitativa). Da mesma forma, Silva<sup>105</sup>, estudando associações de dietas com aditivos, encontrou altura de visolidade inferior para tratamento controle com nível de 3.202 kcal de energia.

TABELA 23: Altura de vilo do duodeno (VD) e vilo do íleo (VI), profundidade de cripta do duodeno (CD) e da cripta do íleo (CI) e relação vilo-cripta do duodeno (RD) e vilo-cripta do íleo (RI) aos 21 dias de idade

Tratamento	Vilo Duodeno VD ( $\mu\text{m}$ )	Crípta Duodeno CD ( $\mu\text{m}$ )	Vilo Íleo VI ( $\mu\text{m}$ )	Crípta Íleo CI ( $\mu\text{m}$ )	Relação Vilo-cripta Duodeno RD ( $\mu\text{m}$ )	Relação Vilo-cripta Íleo RI ( $\mu\text{m}$ )
A (2ª Sem)	1.331,2	147,1	927,6	128,6	9,3	4,4
B (3ª Sem)	1.491,3	116,2	841,7	114,8	12,9	7,8
Controle	1.262,5	113,6	788,9	110,4	11,5	7,3
<i>Contraste</i>						
<i>A x Controle</i>	<i>0,7906</i>	<i>&lt;0,0001</i>	<i>0,0225</i>	<i>0,0337</i>	<i>0,0819</i>	<i>0,7120</i>
<i>B x Controle</i>	<i>0,0814</i>	<i>0,9284</i>	<i>0,5589</i>	<i>0,8063</i>	<i>0,3062</i>	<i>0,1292</i>
<i>A x B</i>	<i>0,2843</i>	<i>0,0002</i>	<i>0,2192</i>	<i>0,1378</i>	<i>0,0014</i>	<i>0,8248</i>

Na Tabela 24, é possível inferir que o tratamento com restrição na terceira semana apresentou menor VD, ou seja, as aves não conseguiram recuperar ainda as vilosidades do duodeno após a restrição alimentar quando comparadas com tratamento com restrição na segunda semana e controle. Já para VI e RI, o tratamento C apresentou maior profundidade de cripta aos 28 dias e maior relação vilo-cripta do íleo. Resultado que difere daqueles encontrados por Lima<sup>106</sup>, que trabalhando com restrição energética não encontrou efeito nas alturas de vilosidades. Para RD, o tratamento controle foi maior quando comparado com os demais tratamentos.

TABELA 24: Altura de vilo do duodeno (VD) e vilo do íleo (VI), profundidade de cripta do duodeno (CD) e da cripta do íleo (CI) e relação vilo-cripta do duodeno (RD) e vilo-cripta do íleo (RI) aos 28 dias de idade

Tratamento	Vilo Duodeno VD ( $\mu\text{m}$ )	Crípta Duodeno CD ( $\mu\text{m}$ )	Vilo Íleo VI ( $\mu\text{m}$ )	Crípta Íleo CI ( $\mu\text{m}$ )	Relação Vilo-cripta Duodeno RD ( $\mu\text{m}$ )	Relação Vilo-Cripta Íleo RI ( $\mu\text{m}$ )
A (2ª Sem)	1.652,1	120,5	889,3	120,5	14,4	7,8
B (3ª Sem)	1.288,7	120,7	863,1	120,2	11,1	7,4
C (4ª Sem)	1.477,5	121,3	1.225,7	124,2	12,7	10,6
Controle (SR)	1.785,1*	104,1	854,9*	117,9	17,7*	7,5*
<i>Contraste</i>						
<i>AxControle</i>	0,5645	0,1178	0,8649	0,9892	0,0522	0,9596
<i>BxControle</i>	<0,0001	0,1114	0,9977	0,9929	<0,0001	1,0000
<i>CxControle</i>	0,0175	0,0917	<0,0001	0,8732	0,0009	0,0002
<i>AxB</i>	0,0033	1,0000	0,9346	1,0000	0,0485	0,9539
<i>AxC</i>	0,3252	0,9995	<0,0001	0,9707	0,5373	0,0010
<i>BxC</i>	0,2581	0,9998	<0,0001	0,9621	0,5700	0,0002

Aos 35 dias de idade, é possível verificar que para VD os tratamentos com restrição na terceira e quarta semana apresentaram diferença estatística, sendo melhores do que o controle (Tabela 25). Para CD, a maior profundidade de cripta nas aves que receberam restrição alimentar na terceira semana que não diferiu dos tratamentos que passaram por restrição nas semanas subsequentes (C e D) e controle. Para VI, animais com restrição na terceira semana também apresentaram maior altura de vilos, apresentando diferença estatística do tratamento A e controle. Para CI tratamento B apresentou melhor índice, e tratamentos C e D menores que controle.

Na relação vilo-cripta do duodeno e vilo-cripta íleo, os tratamentos que receberam restrição se mostram com maiores valores que o tratamento controle. Isto porque uma parte da energia ingerida pelas aves é designada à manutenção da mucosa então, quanto maior a produção de células epiteliais, maior será o gasto energético destinado à essa manutenção, consequentemente, menor a energia líquida destinada à produção<sup>107</sup>. Portanto de certa forma, em condições normais um diâmetro de cripta menor e as relações entre vilo-cripta poderia ser considerado benéfico às aves, quando se deseja aumento no ganho de peso.

TABELA 25: Altura de vilo do duodeno (VD) e vilo do íleo (VI), profundidade de cripta do duodeno (CD) e da cripta do íleo (CI) e relação vilo-cripta do duodeno (RD) e vilo-cripta do íleo (RI) aos 35 dias de idade

Tratamento	Vilo Duodeno VD ( $\mu\text{m}$ )	Crípta Duodeno CD ( $\mu\text{m}$ )	Vilo Íleo VI ( $\mu\text{m}$ )	Crípta Íleo CI ( $\mu\text{m}$ )	Relação Vilo-cripta Duodeno RD ( $\mu\text{m}$ )	Relação Vilo-Crípta Íleo RI ( $\mu\text{m}$ )
A (2ª Sem)	1.281,1	134,1	749,3	131,9	9,8	5,9
B (3ª Sem)	1.175,6	161,4	1.005,8	160,9	7,4	6,4
C (4ª Sem)	1.415,0*	147,7	938,7*	125,6*	9,9*	7,7*
D (5ª Sem)	1.342,8*	143,0	966,5*	131,3*	9,6*	7,7*
Controle (SR)	1.063,4*	153,5	802,5*	155,0*	7,2*	5,3*
<i>Contraste</i>						
<i>A x Controle</i>	0,0247	0,1887	0,8402	0,0317	0,0016	0,7924
<i>B x Controle</i>	0,5251	0,8981	0,0013	0,9408	0,9998	0,2157
<i>C x Controle</i>	<0,0001	0,9654	0,0696	0,0026	0,0014	0,0002
<i>D x Controle</i>	0,0016	0,7637	0,0159	0,0252	0,0069	0,0001
<i>A x B</i>	0,5847	0,0207	<0,0001	0,0030	0,0028	0,8544
<i>A x C</i>	0,3423	0,5382	0,0033	0,9286	1,0000	0,0089
<i>A x D</i>	0,9110	0,8469	0,0005	1,0000	0,9924	0,0076
<i>B x C</i>	0,0100	0,5324	0,6906	0,0002	0,0025	0,1311
<i>B x D</i>	0,1435	0,2387	0,9409	0,0022	0,0116	0,1182
<i>C x D</i>	0,8525	0,9848	0,9830	0,9508	0,9901	1,0000

Aos 42 dias de idade (Tabela 26), o comprimento dos vilos foram menores nos tratamentos com restrição na segunda e quinta semana e D, ou seja, sofreu influência da restrição, porém não diferiram estatisticamente do tratamento controle. E a profundidade de cripta menores nos tratamento com restrição na quarta e quinta semana. As demais variáveis não apresentaram diferença ( $p > 0,05$ ). De forma geral, as características da mucosa intestinal, como a altura de vilo, profundidade de cripta são afetados por fatores físicos e químicos da dieta oferecida e/ou por restrição alimentar. Campos et al<sup>103</sup>, evidenciaram que quando é oferecido o maior nível de energia nas dietas, obtém-se maior altura de vilosidades e melhor do desempenho dos animais.

TABELA 26: Altura de vilo do duodeno (VD) e vilo do íleo (VI), profundidade de cripta do duodeno (CD) e da cripta do íleo (CI) e relação vilo-cripta do duodeno (RD) e vilo-cripta do íleo (RI) aos 42 dias de idade

Tratamento	Vilo Duodeno VD (µm)	Crípta Duodeno CD (µm)	Vilo Íleo VI (µm)	Crípta Íleo CI (µm)	Relação Vilo-cripta Duodeno RD (µm)	Relação Vilo-Crípta Íleo RI (µm)
A (2ª Sem)	1.281,5	124,3	997,9	139,1	9,2	7,3
B (3ª Sem)	1.434,8	176,3	980,4	150,3	9,2	6,6
C (4ª Sem)	1.452,6	150,4	970,6	126,1	9,8	7,8
D (5ª Sem)	1.269,1	129,8	1.063,1	130,4	14,8	8,3
Controle (SR)	1.383,6	136,4	978,6	127,8	10,2	7,8
<i>Contraste</i>						
<i>A x Controle</i>	0,2075	0,9966	0,9849	0,1617	0,9859	0,7391
<i>B x Controle</i>	0,8188	0,0862	1,0000	0,0001	0,9867	0,1490
<i>C x Controle</i>	0,5968	0,8239	0,9995	0,9966	0,9995	1,0000
<i>D x Controle</i>	0,1198	0,9917	0,1509	0,9845	0,1792	0,6299
<i>A x B</i>	0,0132	0,1897	0,9896	0,1619	1,0000	0,2916
<i>A x C</i>	0,0039	0,9540	0,9463	0,0716	0,9983	0,7391
<i>A x D</i>	0,9990	0,9296	0,3923	0,4143	0,0540	0,0713
<i>B x C</i>	0,9958	0,5792	0,9989	0,0009	0,9985	0,3490
<i>B x D</i>	0,0060	0,2620	0,1673	<0,0001	0,0560	0,2691
<i>C x D</i>	0,0015	0,5558	0,0918	0,9037	0,1119	0,6299

#### 4.4 Avaliação macroscópica de *Wooden breast* (WB) e *White striping* (WS).

As alterações presentes em WB e WS estão restritas ao músculo *Pectoralis major*, e se caracterizam por áreas pálidas com diversos níveis de rigidez<sup>7,61</sup>. A lesão é detectada manualmente, por meio da palpação do músculo no período de pós morte, e acomete as aves a partir de 3 semanas de idade<sup>107</sup>. Para avaliação dessas alterações musculares a nível macroscópico, foi observado a média entre os escores presentes nos músculos avaliados. Quanto maior o escore, maior a severidade das alterações.

Aos 35 dias, houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos para os graus de WS dos animais avaliados (Tabela 27). O tratamento que recebeu restrição na terceira semana obteve menor índice de WS quando comparada com tratamento que passou por restrição na quinta semana, que por sua vez, apresentou maior incidência que o tratamento controle. Esses dados podem estar relacionados com o fato de os animais do tratamento com restrição na quinta semana, ao receberem alimentação *ad libitum*, aumentaram o consumo, acelerando o desenvolvimento do muscular e, conseqüentemente, de WS.

Esses dados não corroboram com trabalho realizado por Trocino et al<sup>67</sup> para avaliar

a restrição alimentar, que ao comparar as diferenças entre sexo e o fornecimento de ração no aparecimento de WB e WS, verificou que a única diferença significativa foi entre os gêneros, as fêmeas apresentaram praticamente 50% menos casos de WB do que machos, não havendo diferença estatística para incidência de WB e WS relacionado ao fornecimento de ração.

Tabela 27: Avaliação de wooden breast e white striping aos 35 dias de idade

Tratamento	Wooden breast	White striping
A (2ª Sem)	0,50	1,00
B (3ª Sem)	0,25	0,00
C (4ª Sem)	0,25	0,50
D (5ª Sem)	0,75	1,00
Controle (SR)	0,25	0,25
	<i>Contraste</i>	
<i>AxControle</i>	0,538	0,0631
<i>BxControle</i>	1,000	0,4393
<i>CxControle</i>	1,000	0,4393
<i>DxControle</i>	0,402	0,0308
<i>AxB</i>	0,538	0,0134
<i>AxC</i>	0,538	0,2441
<i>AxD</i>	0,820	1,0000
<i>BxC</i>	1,000	0,1329
<i>BxD</i>	0,402	0,0062
<i>CxD</i>	0,402	0,1329

Na Tabela 28, é possível avaliar WB e WS aos 42 dias de idade. Para esses dados, os resultados foram influenciados pelos tratamentos estudados os quais diferiram estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ). Os tratamentos com restrição na segunda e quinta semana apresentaram menor incidência para wooden breast comparando com tratamento controle, apresentando os maiores escores, ou seja, para esse trabalho com restrição de 20% houve melhor resultado (diminuição da severidade e incidência de wooden breast) para os animais que passaram por restrição na segunda e quinta semana. Resultados semelhantes foram encontrados por Moreira et al.<sup>109</sup>, que estudando diferentes níveis de restrição, encontrou diminuição linear no desempenho semanal e rendimento de carcaça bem como, diminuição da ocorrência de WB nos tratamentos com maiores restrições de alimento.

As miopatias peitorais com origem nutricional estão relacionadas ao aporte energético, teor de proteína e aminoácidos ou deficiências de selênio e de vitamina E<sup>110</sup>. Desta forma, alguns trabalhos indicam que restrições alimentares (qualitativa ou quantitativa) podem ser possíveis alternativas para diminuir a incidência de miopatias. Sendo assim, esse trabalho também está de acordo com estudos de Ferreira et al.<sup>68</sup> que observou que realizando restrição qualitativa houve uma redução na ocorrência de miopatias. Radaelli et al.<sup>111</sup> constataram que a

restrição alimentar na fase de crescimento dos 14 aos 21 dias foi eficiente no controle e redução da degeneração da fibra muscular.

Tabela 28: Avaliação de wooden breast e white striping aos 42 dias de idade

Tratamento	Wooden breast	White striping
A (2ª Sem)	0,50	0,66
B (3ª Sem)	1,66	1,66
C (4ª Sem)	1,33	0,50
D (5ª Sem)	0,50	0,33
Controle (SR)	2,00	1,00
	<i>Contraste</i>	
<i>AxControle</i>	0,0272	0,3805
<i>BxControle</i>	0,3109	0,9693
<i>CxControle</i>	0,4669	0,1634
<i>DxControle</i>	0,0272	0,0589
<i>AxB</i>	0,2017	0,3605
<i>AxC</i>	0,1207	0,5917
<i>AxD</i>	1,0000	0,2875
<i>BxC</i>	0,7701	0,1527
<i>BxD</i>	0,2017	0,0544
<i>CxD</i>	0,1207	0,5917

#### 4.5 Avaliação microscópica do músculo *pectoralis major*.

Na avaliação microscópica do músculo *pectoralis major*, foram analisados as seguintes variáveis: degeneração, necrose, edema, tecido adiposo e infiltrado inflamatório.

Nessas variáveis, ao passo que aumenta a severidade das miopatias WS e WB, ao analisar a estrutura tecidual da musculatura são encontradas áreas caracterizadas por infiltrado inflamatório, necrose das fibras musculares com substituição por tecido conjuntivo adjacente e desorganização da estrutura fibrilar, e presença de tecido adiposo<sup>112</sup>.

Ambas as miopatias foram associadas ao aumento da hipertrofia muscular de frangos de corte, que leva a redução da densidade capilar adjacente<sup>112</sup>, afetando assim a regeneração dos músculos esqueléticos<sup>114</sup>. A alteração dessa densidade capilar afeta o suporte vascular, dificultando o mecanismo de reparo mediado por células satélite, resultando em degeneração e fibrose<sup>114</sup>.

Ao examinar as médias das variáveis do músculo *pectoralis major*, observou-se diferença ( $p < 0,05$ ) dos tratamentos estudados somente para tecido adiposo (Tabela 29). As demais variáveis, não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos. Em ensaio realizado por Radaelli et al<sup>111</sup> em animais com restrição alimentar, também não houveram diferenças em todas variáveis à nível histológico de lesões entre os tratamentos.

Aos 35 dias de idade, as restrições na terceira e quarta semana, apresentaram maior

número de tecido adiposo e não diferiram estatisticamente entre si. Os tratamentos A, D e controle, obtiveram menor valor nessa variável. Esses dados corroboram Velleman et al.<sup>114</sup> que realizando restrições alimentares em frangos de corte machos causaram efeitos negativos à carcaça, como aumento da deposição de gordura, necrose.

Tabela 29: Variáveis (degeneração, necrose, edema, tecido adiposo, infiltrado inflamatório) do músculo *pectoralis major* de frangos de corte aos 35 dias de idade

Tratamento	Degeneração	Necrose	Edema	Tecido Adiposo	Infiltrado inflamatório
A (2ª Sem)	8,75	2,5	2,50	1,50	0,25
B (3ª Sem)	3,00	3,00	2,75	2,75	0,75
C (4ª Sem)	2,75	2,50	2,75	2,25	0,25
D (5ª Sem)	2,66	2,66	2,66	1,30	0,00
Controle (SR)	2,80	2,60	2,80	1,20	0,80
<i>Contraste</i>					
<i>AxControle</i>	<i>0,8691</i>	<i>0,5014</i>	<i>0,3112</i>	<i>0,2414</i>	<i>0,0891</i>
<i>BxControle</i>	<i>0,5128</i>	<i>0,4825</i>	<i>0,8918</i>	<i>0,0010</i>	<i>0,8709</i>
<i>CxControle</i>	<i>0,8691</i>	<i>0,8595</i>	<i>0,8918</i>	<i>0,0119</i>	<i>0,0891</i>
<i>DxControle</i>	<i>0,6872</i>	<i>0,8431</i>	<i>0,7395</i>	<i>0,7351</i>	<i>0,0282</i>
<i>AxB</i>	<i>0,4390</i>	<i>0,2012</i>	<i>0,4017</i>	<i>0,0160</i>	<i>0,1377</i>
<i>AxC</i>	<i>1,0000</i>	<i>0,6363</i>	<i>0,4017</i>	<i>0,1401</i>	<i>1,0000</i>
<i>AxD</i>	<i>0,8095</i>	<i>0,6858</i>	<i>0,5596</i>	<i>0,4697</i>	<i>0,4791</i>
<i>BxC</i>	<i>0,4390</i>	<i>0,4065</i>	<i>1,0000</i>	<i>0,2653</i>	<i>0,1377</i>
<i>BxD</i>	<i>0,3420</i>	<i>0,4223</i>	<i>0,8423</i>	<i>0,0053</i>	<i>0,0458</i>
<i>CxD</i>	<i>0,8095</i>	<i>0,9730</i>	<i>0,8423</i>	<i>0,0453</i>	<i>0,4791</i>

Aos 42 dias de idade, também houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) somente no tecido adiposo (Tabela 30). Para esta variável, o tratamento que passou por restrição na terceira semana (B) obteve menor índice. Nos demais, os resultados não foram influenciados pelos tratamentos estudados os quais não diferiram estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ).

O grau de miodegeneração que acomete os peitos com a miopatia referida refletem em ampla modificação da composição química e deficiência notável na capacidade de processamento da carne, pois a carne acometida pelo amadouramento possui propriedades tecnológicas inferiores, tais como capacidade de retenção de água reduzida além de alterações na textura<sup>65</sup>.

Os níveis de gordura nos peitos aumentam conforme o grau de estrias, indicando que a degeneração dos músculos peitorais está relacionada a frangos abatidos com maior idade/tempo de alojamento e maior peso Soglia et al.<sup>116</sup>. Os resultados deste estudo pode ser explicado devido o ganho compensatório dos animais, sendo que as aves foram submetidas à restrição alimentar nas primeiras semanas de vida, ao receberem alimentação ad libitum, as

mesmas aumentaram o consumo e recuperaram o peso inicial, acelerando o desenvolvimento do muscular e, conseqüentemente, de WB e WS.

Tabela 30: Variáveis (degeneração, necrose, edema, tecido adiposo, infiltrado inflamatório) do músculo *pectoralis major* de frangos de corte aos 42 dias de idade

Tratamento	Degeneração	Necrose	Edema	Tecido Adiposo	Infiltrado inflamatório
A (2ª Sem)	2,83	2,83	3,00	3,0	1,16
B (3ª Sem)	2,83	2,83	2,83	1,0	0,33
C (4ª Sem)	3,0	3,00	2,83	3,0	1,50
D (5ª Sem)	3,0	3,00	2,66	2,0	1,16
Controle (SR)	3,0	3,00	2,66	2,5	0,83
<i>Contraste</i>					
<i>AxControle</i>	<i>0,2742</i>	<i>0,2742</i>	<i>0,1778</i>	<i>0,5684</i>	<i>0,7267</i>
<i>BxControle</i>	<i>0,2742</i>	<i>0,2742</i>	<i>0,4945</i>	<i>0,0016</i>	<i>0,4044</i>
<i>CxControle</i>	<i>1,0000</i>	<i>1,0000</i>	<i>0,4945</i>	<i>0,8088</i>	<i>0,4044</i>
<i>DxControle</i>	<i>1,0000</i>	<i>1,0000</i>	<i>1,0000</i>	<i>0,6447</i>	<i>0,7267</i>
<i>AxB</i>	<i>1,0000</i>	<i>1,0000</i>	<i>0,4945</i>	<i>0,0004</i>	<i>0,2408</i>
<i>AxC</i>	<i>0,2742</i>	<i>0,2742</i>	<i>0,4945</i>	<i>0,4186</i>	<i>0,6251</i>
<i>AxD</i>	<i>0,2742</i>	<i>0,2742</i>	<i>0,1778</i>	<i>0,3061</i>	<i>1,0000</i>
<i>BxC</i>	<i>0,2742</i>	<i>0,2742</i>	<i>1,0000</i>	<i>0,0003</i>	<i>0,1022</i>
<i>BxD</i>	<i>0,2742</i>	<i>0,2742</i>	<i>0,4945</i>	<i>0,0051</i>	<i>0,2408</i>
<i>CxD</i>	<i>1,0000</i>	<i>1,0000</i>	<i>0,4945</i>	<i>0,8259</i>	<i>0,6251</i>

## 5 CONCLUSÃO

Nesse experimento, com restrição de 20% o frango de corte foi capaz de recuperar o peso em todos os tratamentos que passaram por restrição, uma semana pós restrição com ração à vontade foi o suficiente para as aves apresentarem ganho de peso compensatório.

A restrição aplicada foi o suficiente para obtenção de melhor resultado quanto a diminuição da incidência e severidade de wooden breast em aves abatidas aos 42 dias de idade que passaram por restrição na segunda e quinta semana.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fontana EA, Weaver Junior WD, Watkins BA, Denbow DM. Effect of early restriction on growth, feed conversion and mortality in broiler chickens. *Poultry Science*, Champaign, v.71, p.1296-1305, 1992.
2. Yu MW, Robinson FE. The application of short-term feed restriction to broiler chicken production: a review. *Journal of Applied Poultry Research*, Athens, v.1, p.147-153, 1992.
3. Kamalzadeh A, Van Bruchem J, Koops WJ. et al. Feed quality restriction and compensatory growth in growing sheep : feed intake, digestion, nitrogen balance and modeelling changes in feed efficiency. *Livestock Production Science*, v.52, p.209-217, 1997.
4. Murphy TA, Loerch SC. Effects of restricted feeding of growing steers on performance, carcass characteristics, and composition. *Journal of Animal Science*, v.72, n.2, p.2497-2509, 1994.
5. Yamba ESK, Price MA, Jones SDM. Compensatory growth of carcass tissues and visceral organs in beef heifers. *Livestock Production Science*, v.46, p.19-32, 1996.
6. Simões CT. Utilização da ultrassonografia na avaliação in vivo de wooden breast em frangos de corte submetidos à restrição alimentar. 2018. Dissertação. Programa de pós-graduação em zootecnia Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
7. Vieira BS, Lima ALF, Weber A, Soares CES, Dahlke F. Crescimento Muscular. In: *Fisiologia Das Aves Comerciais*. 2. Ed. Jaboticabal: Funep, p. 532-593, 2017.
8. Warris PD. The Growth and Body Composition Of Animals. In: *Meat Science: An Introductory Text*. 2 Ed. Cambridge, p 9-25, 2001.
9. Oliveira GA, Oliveira RFM, Donzele JLD, Cecon PR, Vaz RGMV, Orlando UAD. Efeito Da Temperatura Ambiente sobre O Desempenho E As Características De Carcaça De Frangos De Corte Dos 22 Aos 42 Dias. *Revista Brasileira De Zootecnia*. v.35, n.4, p.1398-1405, 2006
10. Junqueira LC, Carneiro J. Tecido Muscular. *Histologia Básica: Texto & Atlas*. 12th Ed. Rio De Janeiro: Guanabara Koogan, 149-175, 2013
11. Gonzales E, Sartori JR, Macari M. Crescimento E Metabolismo Muscular. *Fisiologia Aviária Aplicada A Frangos De Corte*. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002
12. Buyse D, Decuyperre F, Adipose tissue and lipidic metabolism. *Sturkie's Avian Physiology*. 2014

13. Kessler AM, Snizek PN, Brugalli I. Manipulação da quantidade de gordura na carcaça de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. 2000, Campinas. Anais... Campinas: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia, 2000. p.107-133
14. Rance KA, Mcentee GM, Mcdevitt RM. Genetic and phenotypic relationships between and within support and demand tissues in a single line of broiler chicken. *British Poultry Science*, v.43, p.518-527, 2002
15. Cahaner, A., and Z. Nitsan, 1985. Evaluation of simultaneous selection for live body weight and against abdominal fat in broilers. *Poultry Sci.* 64:1257- 1263.
16. Uni Z, Noy Y, Sklan D. Posthatch development of small intestinal function in the poult. *POULTRY SCIENCE*, v.78, p.215-222, 1999.
17. Marchini CFP, Silva PL, Nascimento MRBM, Beletti ME, Silva NM, Guimarães EC. Body weight, intestinal morphometry and cell proliferation of broiler chickens submitted to cyclic heat stress. *International Journal of Poultry Science*, v.10, n.6, p. 455-460, 2011.
18. Marcato SM, Sakomura NK, Fernandez JBK, Nascimento DCN, Furlan RL, Piva GH, Siqueira JC, Dourado LRB, Freitas ER. Crescimento e deposição de nutrientes nos órgãos de frangos de corte de duas linhagens comerciais R. *Bras. Zootec.*, v.39, n.5, p.1082-1091, 2010
19. SARTORI, J.R.; GONZALES, E.; PAI, V.D. et al. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar sobre o desempenho e a composição de fibras musculares esqueléticas de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(6):1779-1790, 2001.
20. Mazzuco H, Jaenisch FR, Guidoni AL. Efeito da restrição alimentar qualitativa no desempenho, na incidência de distúrbios metabólicos e no rendimento de carcaça em frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p. 1333-1339, 1999
21. Albanez JR. Efeito da restrição alimentar sobre o desempenho produtivo e a composição da carcaça de frangos de corte. 1995. 85 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) ¾ Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
22. Rosa PS, Fonseca JB, Rostagno HS, Sila MA. Desempenho e qualidade de carcaça de frangos de corte submetidos a diferentes programas de restrição alimentar . Em: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícola, 1994, Santos. *Trabalhos de Pesquisa...Campinas: FACTA*, 1994. p. 15-16
23. Sugeta SM, Giacheto PF, Malheiros EB, Macari M, Furlan RL. Efeito da restrição alimentar quantitativa sobre o ganho compensatório e composição da carcaça de frangos. *Pesq. agropec. bras.* vol.37 no.7 Brasília July 2002.

24. Pelicano ERL. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar protéica ou energética sobre o ganho de peso e crescimento ósseo de frangos de corte. 2005. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. vol.57 no.3 Belo Horizonte June 2005.
25. Butzen FM, Ribeiro AML, Vieira MM, Kessler AM, Dadalt JC, Della MP. 2013. Early feed restriction in broilers. I-Performance, body fraction weights, and meat quality. J. Appl. Poult. Res. 22:251–259.
26. Ferreira T Z. et al. An investigation of a reported case of White striping in broilers. Journal of Applied Poultry Research, v 23, n. 4 p 748-753, 2014.
27. Kuttapan VA, et al. Effect of Whitt striping on the hisyological and meat quality characteristics of broiler fillets. Poultry Science, Champagnain, v.88 (Suppl. 1), n 447 (Abstr.). 2009.
28. Fraga ST, Dickel EL, Remor A, Jaenisch FRF, Ledur M, Coldebela A. Estudo anátomopatológico do músculo Pectoralis major de frangos de corte acometidos com whit striping e wooden breast. 42º Congresso Bras. de Medicina Veterinária e 1º Congresso Sul-Brasileiro da ANCLIVEPA. 2015 - Curitiba - PR 2015.
29. Zuidhof MJ, Schneider BL, Carney VL, Korver DR, Robinson FE. 2014. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. Poultry Sci. 93:2970–2982
30. Petracci M. et. Al. Effect of white striping on chemical composition and nutritional value of chicken breast meat. Italian Journal of Animal Science, v 13, n. 1, p179- 183. 2014
31. Moreira FB & Prado I N. 2010. Sazonalidade na produção e qualidade de plantas forrageiras. In: Prado, I. N. (ed.) Produção de bovinos de corte e qualidade da carne. Eduem, Maringá, Paraná, Brasil.
32. Auckland JN, Morris TR. Compensatory growth in turkeys: Effect of undernutrition on subsequent protein requirement. British Poultry Science, 12(1):41-48, 1971.
33. Leeson S, Summers JD. Commercial poultry nutrition. 3.ed. Ontario: University Books, p. 98-107, 2005.
34. Ben Salem H, Smith T. Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. Small Ruminant Res., v.77, p.174-194, 2008.
35. Ryan WJ. Compensatory growth in the cattle and sheep. Nutrition Abstracts and Reviews (Series B), v.6, n.9, p.653-664, 1990
36. Bohman VR. Compensatory growth of beef cattle. The effect of hay maturity. Journal of Animal Science 14: 249-255, 1955
37. Wilson PN, Osbourn DF. Compensatory growth after undernutrition in mammals and birds. Biological Reviews, 35:324-363, 1960

38. Furlan RL, Machado JGCF, Giachetto PF. et al. Desempenho e Composição da Carcaça de Frangos de Corte Submetidos a Diferentes Períodos de Arraçoamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.6, p.2265-2273,2002.
39. Lana GRQ, Rostagno HS, Albino LFT. et al. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar sobre o desempenho e a composição da carcaça de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.4, p.1.117-1.123, 2000.
40. Rodrigueiro RJB, Murakami AE, Pozza PC et al. Efeito de Dois Programas de Alimentação sobre o Desempenho e o Rendimento de Carcaça de duas Marcas Comerciais de Frangos de Corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.2, p.502- 506, 2000.
41. Gonzales E. Estudo da síndrome de morte súbita em frangos de corte. Jaboticabal, 1992. 128 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - UNESP/ SP.
42. Moran JR ET. Nutrição e sua relação com a quantidade de carcaça de frangos de corte. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas 1992. Santos. Anais ... Santos: FACTA, p.37-42, 1992.
43. Rosa PS, Ávila VS, Jaenisch FRF. 2000. Restrição alimentar em frangos de corte: como explorar suas potencialidade. *Embrapa suínos e Aves*, CT/250:1-4
44. Wilson PN, Osbourn DF. Compensatory growth after undernutrition in mammals and birds. *Biological Reviews*, 35:324-363, 1960.
45. Mosier HDJr. The control of catch-up growth. *Acta Endocrinology* 113: 1-7, 1986.
46. Winick M, Noble A. Cellular response in rats during malnutrition at various ages. *Journal of Nutrition*, 89: 300-306, 1966.
47. Pitts GC. Cellular aspects of growth and catch-up growth in rats: a reevaluation. *Growth*, 50: 419-436, 1986.
48. Guyton AC. *Tratado de fisiologia médica*. 6 ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1984. 986p.
49. Palo PE, Sell JL, Piquer FJ, Sotosalanova MF, Vilaseca L. Effect of early nutrient restriction on broiler chickens. 1. Performance and development of the gastrointestinal tract. *Poultry Science*, Champaign, v.74, p.88-101, 1995.
50. Pinchasov Y, Jensen LS.1989. Comparison of physical and chemical means of feed restriction in broiler chicks. *Poult. Sci.*, 68(1):61-69.
51. Buonomo FC, Grohs DL, Baile CA. 1987. Effects of nutritional deprivation on insulin-like growth factors I and II (IGF-I and IGF-II), somatotropin (GH) and metabolic hormones in chickens. *Poult. Sci.*, 66:75. (Suppl. 1)

52. Nir I, Nitsan JA, Cherry EA. et al. 1987. Growth associated traits in parental and F1 populations of chickens under different feeding programs. ad libitum and intermittent feeding, *Poult. Sci.*, 60(1):10-22
53. May JD, Branton SL, Deaton JW et al. 1988. Effect of environmental temperature and feeding regimen on quantity of digestive tract contents of broilers. *Poult. Sci.*, 67(2):64-71  
MAY, J.D. 1987. Body temperature of acclimated broilers during exposure to high temperature. *Poult. Sci.*, 66(2):378-380.
54. Katanbaf MN, Jones DE, Dunnington EA et al. 1988. Anatomical and physiological responses of early and late feathering broiler chickens to various feeding regimens. *Archeology Geflügelk*, 52(1):119-126.
55. O'sullivan NP, Dunnington E, Siegel PB. 1991. Growth and carcass characteristics of early and late feathering broilers reared under different feeding regimens. *Poult. Sci.*, 70(6):1323-1332.
56. Reece FN, Mcnaughton JL. 1985. Effects of dietary nutrient density on broiler performance at low and moderate environmental temperatures. *Poult. Sci.*, 61(11):2208-2211
57. Macari M, Furlan RL, Gonzales E. 1994. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNEP/ UNESP. 296p.
58. Plavnik I, Hurwitz S. Response of broiler chickens and turkey poults to food restriction of varied severity during early life. *British Poultry Science*, Abingdon, v.32, p.343-352, 1991
59. Zhong C, Nakaue HS, Hu CY, Mirosh LW. Effect of full feed and early feed restriction on broiler performance, abdominal fat level, cellularity and fat metabolism in broiler chickens. *Poultry Science*, Champaign, v.74, p.1636-1643, 1995
60. Collins KE et al. Growth, livability, feed consumption, and carcass composition of the Athens Canadian Random Bred 1955 meat-type chicken versus the 2012 high-yielding Cobb 500 broiler. *Poultry Science*, Oxford, Volume 93, Pages 2953–2962, dec. 2014.
61. Sihvo HK, Immonen K, Puolanne E. Myodegeneration with fibrosis and regeneration in the pectoralis major muscle of broilers. *Vet Pathology*, Helsinki, p. 5, may 2014
62. Teixeira STF. Estudo anátomo patológico do músculo Pectoralis major de frangos de corte acometidos com whit striping e wooden breast. 2015.
63. Kuttapan VA, Lee YS, Erg GF, Meullenet JFC, Mckee SR, Owens CM. Consumer acceptance of visual appearance of broiler breast meat with varying degrees of whit striping. *Poultry Science*, Champagnan, v 91, n.5, p. 1240-1247, May, 2012
64. Araujo RGAC, Polycarpo GV, Barbieri A, Silva KM, Ventura G, Polycarpo VCC. Performance and Economic Viability of Broiler Chickens Fed with Probiotic and

Organic Acids in an Attempt to Replace Growth-Promoting Antibiotics. *Brazilian Journal of Poultry Science*. ISSN 1516-635X 2019 / v.21 / n.2 / 001-008. Disponível em <<<https://doi.org/10.1590/1806-9061-2018-0912>>>.

65. Mazzoni M, Petracci A, Meluzzi A, Cavani C, Clavenzani P, Sirri F. Relationship between pectoralis major muscle histology and quality traits of chicken meat. *2015 Poultry Science* 94:12-130 <http://dx.doi.org/10.3382/ps/peu043>

66. Sihvo HK, Lindén J, Airas N, Immonen K. Wooden Breast Myodegeneration of Pectoralis Major Muscle Over the Growth Period in Broilers. *Veterinary Pathology, Helsinki*, p. 10. Aug 2016.

67. Trocino A. et al. Effect of genotype, gender and feed restriction on growth, meat quality and the occurrence of white striping and wooden breast in broiler chickens. *Poultry Science, Oxford*, v. 94, n. 12, p. 2996–3004, 2015.

68. Ferreira TZ. Diagnóstico in vivo e caracterização celular das miopatias wooden breast e white striping em frangos de corte. Tese de doutorado apresentada na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2018.

69. Lorenzi M, Mudalal S, Cavani C, Petracci M. 2014. Incidence of white striping under commercial conditions in medium and heavy broiler chickens in Italy. *J. Appl. Poult. Res.* 23:754–758.

70. Kuttappan VA, Brewer VB, Mauromoustakos A, McKee SR, Emmert JL, Meullenet JF, Owens CM. 2013. Estimation of factors associated with the occurrence of white striping in broiler breast fillets. *Poult. Sci.* 92:811–819.

71. Macari M, Mendes AA, Menten FJ, Naas IA. *Aves domésticas- Produção de frangos de corte*. 2ª edição. Campinas – São Paulo. Facta; 2014. P. 187.

72. Kuttappan VA, Brewer VB, Apple JK, Waldroup PW, Owens CM. Influence of growth rate on the occurrence of white striping in broiler breast fillets. *Poultry Science*, 2012, Volume 91, Issue 10, Pages 2677-2685. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02259>

73. Tijare VV, Yang FL, Kuttapan VA, Alvarado CZ, Coon CN, Owens CM. Meat quality of broiler breast fillets with white striping and woody breast muscle myopathies. *Poultry Science* 0:1–7, 2016. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew129>

74. Petracci M, Soglia F, Madruga M, Carvalho L, Ida E, Estévez M. Wooden-Breast, White Striping, and Spaghetti Meat: Causes, Consequences and Consumer Perception of Emerging Broiler Meat Abnormalities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol.18, 2019. DOI: 10.1111/1541-4337.12431.

75. R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

76. Pan JQ, Tan X, Li JC, Sun WD, Wang XL. Effects of early feed restriction and cold temperature on lipid peroxidation, pulmonary vascular remodelling and ascites

morbidity in broilers under normal and cold temperature. *British Poultry Science* 2005; 46:374-381.

77. Leu WMK, Cotta JTB, Oliveira AIG, et al. Desempenho de frangos submetidos à restrição alimentar na fase inicial em diferentes sistemas de criação. *Revista Ciência Agrotécnica*, 26(3):610-617, mai/jun., 2002.

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

79. Van der Klein SAS, Silva FA, Kwakkel RP, Zuidhof MJ . The effect of quantitative feed restriction on allometric growth in broilers. 2016 Poultry Science Association Inc. Received January 20, 2016. Accepted April 18, 2016.

80. Zhan XA, Wang M, Ren H, Zhao RQ, Li JX, Tan ZL. Effect of early feed restriction on metabolic programming and compensatory growth in broiler chickens. *Poultry Sciences*, v. 86, n. 1, p. 654-660, 2007.

81. Novel DJ, Ngambi JW, Norris D, Mbajjorgu CA. Effect different regimes during the starter estage on productivity and carcass characteristics of male and female Ross 308 broiler chickens. *International Journal of Poultry Sciences*, v. 8, n. 1, p. 35-39, 2009.

82. Ramos KCBT. 2007. Restrição alimentar quantitativa para frangos de corte. Dissertação (M.Sc.) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

83. Bokkers EAM, Koene P, Rodenburg TB, Zimmerman PH, Spruijt BM. 2004. Working for food under conditions of varying motivation in broilers. *Anim. Behav.* 68:105–113.

84. Boostani A, Ashayerizadeh A, MahmoodianFard HR, Kamalzadeh A. 2010. Comparison of the effects of several feed restriction periods to control ascites on performance, carcass characteristics and hematological indices of broiler chickens. *Rev. Bras. Cienc. Avic.* 12:171–177.

85. Leone ER, Bernal FEM, Furlan RL, et al. Efeitos da restrição alimentar protéica ou energética sobre o crescimento de frangos de corte criados em diferentes temperaturas ambiente. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(3):1058-1064, 2001.

86. Figueiredo ACS, Soares PRS, Luiz FTA, Graças AS, Gomes PC. Desempenho, Rendimento de Carcaça e Avaliação Econômica de Diferentes Programas de Restrição Alimentar em Frangos de R. Bras. Zootec., 1998; v.27, n.3, p.564-571.

87. Gonzales E, Junqueira OM, Macari M, et al. Uso da restrição alimentar quantitativa para diminuir a mortalidade de frangos de corte machos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 27(1):129-136, 1998.

88. Camacho MA, Suárez ME, Herrera JG et al. Effect of age of feed restriction and microelement supplementation to control ascites on production and carcass characteristics of broilers. *Poultry Science*, 83: 526-532, 2004

89. May JD, Branton SL, Deaton JW, et al 1988. Effect of environmental temperature and feeding regimen on quantity of digestive tract contents of broilers. *Poult. Sci.*, 67(2):64-71
90. Barbarino JR P. Desempenho produtivo e econômico e avaliação da carcaça de frango de corte submetidos à restrição alimentar precoce. Viçosa, MG: UFV, 1995, 93p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa.
91. Urdaneta-rincon M; Leeson S. Quantitative and qualitative feed restriction on growth characteristics of male broiler chickens. *Poultry Science*, 81:679-688, 2002.
92. STRINGHINI, José Henrique; RESENDE, Aletéiadi; CAFÉ Marcos Barcellos; LEANDRO, Nadja Susana Mogyca; ANDRADE, Maria Auxiliadora. Efeito do peso inicial dos pintos e do período da dieta pré-inicial sobre o desempenho de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 2, p. 353-360, 2003.
93. Smith OB; Kabaja E. Efeito da alta de cálcio na dieta e cálcio / phosphorus largura rações em dietas de frangos de corte. *Poltry Ciência*, v.64, p.1713 -1720, 1984.
94. Waldroup PW. Bioensaios continuam a ser necessários para estimar o fósforo, a biodisponibilidade do cálcio. *Alimentos*, v.68, p.13-20, 1996.
95. Macari M, Furlan R, Gonzales E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2ª edição. São Paulo: Editora Funep;2002.
96. Lee KH, Leeson S. Performance of broilers fed limited quantities of feed or nutrients during seven to fourteen days of age. *Poultry Science*, 80: 446-454, 2001
97. Susbila JP, Frankel TL, Parkinson G, Gow CB, Weight of internal organs and carcass yield of early food restricted broilers. *British Poultry Science*, Londres, v.35, p.677-685, 1994.
98. Albanez JR, Fonseca JB, Silva MA et al. Efeito da restrição alimentar sobre o desempenho produtivo e a qualidade da carcaça de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 26(6):1727-1734, 2000.
99. Longo F.A.: 2000. Estudo do metabolismo energético e do crescimento de frangos de corte. Jaboticabal, FCAV-UNESP, 76 p. (Dissertação de Mestrado)
100. Zubair AK, Leeson S. Effect of varying period of early nutrient restriction on growth compensation and carcass characteristics of male broilers. *Poultry Science*, Champaign, v.73, p.129-136, 1994.
101. Vargas Junior JG, Albino LFT, Rostagno HS, Donzele JL. e Silva MA. 1999. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte submetidos à restrição alimentar em diferentes períodos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 28:583-590.
102. Dukes GE. Digestão aviária in: TRAMPEL,D.M; DUKE,G.E. Fisiologia dos animais domésticos, 10.Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, cap.23,p450-461

103. Campos DMB, Filho DEF, Torres KAA, Furlan RL, Macari M. Desenvolvimento da mucosa intestinal e a substituição do milho por sorgo na dieta de pintainhos de corte. *Revista de Ciências Veterinárias*, v. 5, p. 44-48, 2007.
104. Duarte KF, Junqueira OM, Borges LL, Santos ET, Marques RH, DE Quadros TCO, Domingues CHF. Performance and duodenum morphometry of broiler chickens submitted to different metabolizable energy levels and feed programs at 42 to 57 days of age. *Ci. Anim. Bras.*, Goiânia, v.13, n.2, p. 197-204, April/June 2012
105. Silva Filha OL, Barboza WA, Farias FILHO RV, Rabello CBV, Dutra JÚNIOR WM, Oliveira RJF. Efeito do nível energético da ração sobre o desempenho de frangos de corte no período de um a 21 dias de idade. *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*, v. 11, n. 01, p. 07- 20, 2004.
106. Lima LMB, Lara LJ, Baiao NC, Cancado SV, Michell BC, Ferreira FC. Efeitos dos níveis de energia, lisina e metionina + cistina sobre o desempenho e rendimento de frangos de corte. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.37, n. 8, p. 1424-1432, 2008.
107. Maiorka A, Boleli IC, Macari M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Campinas: FACTA, Fundação Apinco de Ciências e Tecnologia Avícolas, 2002. cap. 8, p. 113-124.
108. Mutryn MF, Fu W, Abasht B. 2015. Incidence of Wooden Breast Disease and its correlation with broiler performance and ultimate pH of breast muscle. *Proceedings of XXII European Symposium on Poultry Meat Quality*, Nantes, France.
109. Moreira B, Vieira SL, Simões CT, Lehr W, Vivan PM, Santos TF, França I, Stefanello C. Utilização da ultrassonografia na avaliação de miopatias em frangos de corte in vivo submetidos a restrições alimentares. *28º Congresso Brasileiro de Zootecnia*. 2018
110. Clark D, and Velleman S. 2016. Spatial influence on breast muscle morphological structure, myofiber size, and gene expression associated with the wooden breast myopathy in broilers. *Poult. Sci.* 95:2930–2945
111. Radaelli G, Piccirillo A, Birolo M, et al. Effect of age on the occurrence of muscle fiber degeneration associated with myopathies in broiler chickens submitted to feed restriction. *Poultry Science*, 1-7. 2016.
112. Joiner KS, Hamlin ACGA, Lien ARJ, and Bilgili SFB. 2014. Evaluation of capillary and myofiber density in the Pectoralis Major muscles of rapidly growing, highyield broiler chickens during increased heat stress. *Avian Dis.* 58:377–382
113. Hoving-Bolink AH, KranenRW, Klont RE, Gerritsen CLM, and de Greef KH. 2000. Fibre area and capillary supply in broiler breast muscle in relation to productivity and ascites. *Meat Sci.* 56:397–402
114. Velleman SG, and Clark DL. 2015. Histopathological and myogenic gene

expression changes associated with wooden breast in broiler breast muscles. *Avian Dis.* 59:410–418.

115. Siller WG. 1985. Deep pectoral myopathy: a penalty of successful selection for muscle growth. *Poult. Sci.* 64:1591– 1595.

116. Soglia F, Laghi L, Cananico L, Cavani C, Petracchi M. Functional property issues in broiler breast meat related to emerging. *Food Research International* Volume 89, Part 3, November 2016, Pages 1071-1076. Disponível em: Acesso em: 25 Nov. 2017

