

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**



TESE

Potencial produtivo, qualidade de ovos, características de carcaça e óssea da poedeira Embrapa 051 submetida a diferentes arraçoamentos e alojadas em sistema alternativo

Juliana Forgiarini

Pelotas, 2019.

Juliana Forgiarini

POTENCIAL PRODUTIVO, QUALIDADE DE OVOS, CARACTERÍSTICAS DE CARÇA E ÓSSEA DA POEDEIRA EMBRAPA 051 SUBMETIDA A DIFERENTES ARRAÇOAMENTOS E ALOJADAS EM SISTEMA ALTERNATIVO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (Área do conhecimento: Produção animal/avicultura).

Orientador: Prof. Dr. Victor Fernando Buttow Roll

Coorientador: Profa. Dr^a Débora Cristina Nichelle Lopes

Prof. Ph.D. Eduardo Gonçalves Xavier

Pesq. Dr. Everton Luis Krabbe

Pelotas, 2019.

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

F722p Forgiarini, Juliana

Potencial produtivo, qualidade de ovos, características de carcaça e óssea da poedeira Embrapa 051 submetida a diferentes arraçoamentos e alojadas em sistema alternativo / Juliana Forgiarini ; Victor Fernando Buttow Roll, orientador. — Pelotas, 2019.

77 f.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2019.

1. Poedeiras - Volumes alimentares. 2. Poedeiras - Linhagem nacional. 3. Lohmann brown. 4. Qualidade de ovos e carne. 5. Tíbia. I. Roll, Victor Fernando Buttow, orient. II. Título.

CDD : 636.6

JULIANA FORGIARINI

Tese defendida e aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 28 de fevereiro de 2019

Banca examinadora:

Prof. Dr. Victor Fernando Buttow Roll (Orientador). Doutor em Produção Animal pela Universidad de Zaragoza.

Dra. Aline Arassiana Picinni Roll. Doutora em Ciências - Nutrição Animal pela Universidade Federal de Pelotas.

Prof^a. Dra. Fernanda Medeiros Gonçalves. Doutora em Ciências – Nutrição Animal pela Universidade Federal de Pelotas.

Prof. Ph.D. Fernando Rutz. Doutor em Nutrição e Alimentação Animal pela University Of Kentucky.

Dra. Juliana Klug Nunes. Doutora em Ciências – Produção Animal pela Universidade Federal de Pelotas.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade concedida na realização do curso de doutorado e pela formação profissional e crescimento pessoal.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos. Este auxílio é fundamental, pois é dele que nos mantemos durante esses quartos anos de estudo e dedicação. Muito obrigada.

Ao Prof. Dr. Victor Fernando Büttow Roll, pela orientação, compreensão, paciência e auxílio no crescimento profissional durante a realização do doutorado. Muito obrigada!

Aos meus coorientadores, Prof.^a Dra. Debora Cristina Nichelli Lopes e Prof. Ph.D. Eduardo Gonçalves Xavier pela orientação e auxílio.

Aos pesquisadores da Embrapa Suínos e Aves (CNPSA), Dr. Everton Luis Krabbe, e ao Dr. Valdir Silveira de Avila, pela oportunidade de realizar trabalhos na Embrapa e ensinamentos.

Ao analista da Embrapa Suínos e Aves (CNPSA), Marcio Gilberto Saatkamp, você foi fundamental para a condução experimental, por toda a parceria, dedicação e alto-astral. Muito Obrigada.

Aos donos da granja (Seu Leocir Gross e Dona Salete Gross) onde foi conduzido o experimento, por toda a incansável ajuda e trabalho prestado com extrema dedicação. Muito obrigada.

Aos colegas da Pós-graduação pela amizade, ajuda e convivência. Aos funcionários da Embrapa Suínos e Aves e do Departamento de Zootecnia pela grande ajuda e convivência. A todos participantes do grupo GEASPEL pelo convívio.

Aos meus pais Janice e Valdomiro, pela educação, carinho, dedicação e ensinamentos. Pelo apoio incondicional para realização de mais essa caminhada. À minha irmã Fernanda, que sempre torceu por mim, pelo carinho, força e incentivo. Ao meu namorado, Dargon, pelo companheirismo, incentivo e amor, por tudo que já passamos até aqui; obrigada por estar ao meu lado. Obrigada por vocês estarem comigo. Amo vocês!!

A luz divina de Deus, que sempre me iluminou, agradeço por esta conquista tão importante para mim!

Enfim, agradeço de coração a todos (familiares, amigos, conhecidos...), que direta ou indiretamente torceram por mim, em mais esta etapa da minha vida... Muito obrigada por tudo!

“O impossível existe até que alguém duvide dele e prove o contrário”.
(Albert Einstein)

“Seja a mudança que você quer ver no mundo”.
(Mahatma Gandhi)

Resumo

FORGIARINI, Juliana. **Potencial produtivo, qualidade de ovos, características de carcaça e óssea da poedeira Embrapa 051 submetida a diferentes arraçoamentos e alojadas em sistema alternativo.** 2019. 77p. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

O presente estudo foi realizado para avaliar os efeitos de diferentes arraçoamentos para poedeiras Embrapa 051 (E051) no período de 37 a 73 semanas de idade sobre o desempenho produtivo, qualidade de ovos, rendimentos de cortes, qualidade físico-química da carne de peito (*Pectoralis major*) e características ósseas, tendo como referência a linhagem comercial *Lohmann Brown* (LB). Foram utilizadas 555 poedeiras da linhagem E051 e 185 poedeiras da linhagem LB alojadas em 20 boxes com 37 aves cada de acordo com um delineamento inteiramente casualizado, totalizando cinco repetições dos seguintes tratamentos: Controle (LB arraçoada com 100% de suas exigências nutricionais), E051 arraçoada com 93% da dieta controle, E051 arraçoada com 100% da dieta controle e E051 arraçoada com 107% da dieta controle. Todos os tratamentos foram suplementados diariamente com 30 g/ave de gramíneas trituradas. Às 40 e 73 semanas de idade e ao final do ciclo de postura (73 semanas) 15 aves por tratamento para variáveis de rendimento de cortes e qualidade físico-química da carne de peito. A linhagem LB teve melhores resultados ($P < 0,05$) na maioria das variáveis de desempenho, tais como peso de ovo, taxa de postura, conversão alimentar, porcentagem de albúmen e casca, gravidade específica, espessura e resistência de casca. Os diferentes arraçoamentos fornecidos à linhagem E051 afetaram apenas o peso corporal e taxa de postura, onde foram significativamente menores nas aves que a quantidade arraçoada foi 7% abaixo do controle. Os diferentes arraçoamentos não alteraram a qualidade físico-química da carne e o rendimento de cortes. No entanto, o peso corporal e da carcaça fria foi superior ($P < 0,05$) na linhagem E051 recebendo 100 e 107% da dieta referência em comparação com a linhagem LB ou E051 93%. A intensidade de cor amarelo (b^*) foi maior na linhagem E051 em comparação com a LB. Para variáveis de qualidade óssea da tíbia, a linhagem E051 obteve a melhor resposta ($P < 0,05$) para peso “in natura”, comprimento e índice Seedor. Por sua vez, as aves E051 93% apresentaram maior resistência de tíbia, cinzas, cálcio e fósforo nas 40 semanas, porém, ao final do ciclo de postura (73 semanas de idade) as diferenças observadas foram apenas entre linhagens ($P < 0,05$). A taxa de postura nas aves LB foi superior ($P < 0,05$) durante todo o ciclo de postura. Também foi observado uma correlação negativa entre a resistência óssea com a taxa de postura e os níveis de minerais presente na matriz óssea. Logo, o arraçoamento de 100% da dieta utilizada como referência, é o mais indicado para a poedeira Embrapa 051, na fase de 37 a 73 semanas de idade.

Palavras-chave: diferentes volumes alimentares; linhagem nacional; Lohmann Brown; qualidade de ovos e carne; tíbia.

Abstract

FORGIARINI, Juliana. **Potential performance, egg quality, carcass and bone traits of 051 Embrapa laying hens exposed to different feeding systems under alternative raising condition.** 2019. 77p. Dissertation (Doctor of science) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

This study aimed to investigate the productive performance, egg quality, breast meat physico-chemical traits, bone traits of 051 Embrapa laying hens (35 to 73 weeks of age) under different feeding systems as compared to *Lohmann Brown* (LB) commercial layers. A total of 555 051 Embrapa layers and 185 LB hens were allocated in 20 pens with 37 animals each and subjected to a total randomized experimental design. A total of 5 replicates per treatment was used. Treatments consisted of Control (LB fed 100% Lohmann nutritional requirement), E051 Embrapa fed 93% of control diet, E051 Embrapa fed 100% control diet and E051 Embrapa fed 107% control diet. All birds were fed 30 g / bird cut grass. At 40 and 73 weeks of age, 15 birds per treatment were sacrificed to examine breast meat yield and physico-chemical traits. The LB hens showed better egg weight, egg production, feed conversion, albumen and shell quality, specific gravity, and shell thickness and strength. The 051 Embrapa birds fed 93% of control diet showed lower body weight and lower egg production. Breast meat yield and physico-chemical meat traits were not affected by dietary treatments. However, body weight and cold carcass weight were higher in 051 Embrapa layers fed 100% and 107% amount of feed, as compared to LB hens and 051 Embrapa (93%) layers. The yellow color intensity (b*) was higher in 051 Embrapa layers as compared to LB hens. Tibia bone weight, length and Seedor index were higher in 051 Embrapa layers. The 051 Embrapa layers showed higher tibia strength and calcium and phosphorus content at 40 weeks of age, but at 73 weeks, differences were only observed between strains. Egg production was higher in LB hens throughout the whole experimental period. A negative correlation between bone strength and egg production and bone mineral content was observed. These results indicate that the 100% Lohmann nutritional requirement reference diet is the most indicated to 051 Embrapa laying hens from 37 to 73 weeks of age.

keywords: Different feeding levels, domestic laying strain, Lohmann Brown, egg and meat quality, tibia

Lista de Figuras

Capítulo I

- Figura 1 Variáveis analisadas: a) peso corporal (g), b) peso de ovo (g), c) taxa de postura (%/ave/alojada), d) conversão alimentar (kg/dúzia), e) conversão energética (cal/g) e f) massa de ovo (g/ave/dia) de poedeiras da linhagem *Lohmann Brown* - LB 100% (●) e Embrapa 051 com diferentes arraçoamento: E051 93% (■), E051 100% (▲) e E051 107% (◐), de 37 a 72 semanas de idade..... 28

Lista de Tabelas

Capítulo I

Tabela 1	Ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais de 37 a 64 e de 65 a 72 semanas de idade das aves.....	24
Tabela 2	Caracterização bromatológica do azevém e do capim elefante anão.....	25
Tabela 3	Médias de porcentagem de albúmen (%) e gema (%) de ovos de poedeiras de 37 a 72 semanas de idade submetidas a diferentes arraçoamentos.....	32
Tabela 4	Médias de porcentagem de albúmen (%) e gema (%) de ovos de poedeiras de 37 a 72 semanas de idade submetidas a diferentes arraçoamentos	34
Tabela 5	Médias de espessura de casca (mm) e resistência da casca à quebra (kg/força) de ovos de poedeiras de 37 a 72 semanas de idade submetidas a diferentes arraçoamentos.....	34
Tabela 6	Médias de unidade Haugh (HU) e parâmetro colorimétrico de coordenadas colorimétricas L* (Luminosidade) de gemas ovos de poedeiras de 37 a 72 semanas de idade submetidas a diferentes arraçoamentos.....	35
Tabela 7	Médias de parâmetros colorimétricos de coordenadas a* (teor de verde ao vermelho) e b* (teor de azul ao amarelo) de gemas ovos de poedeiras de 37 a 72 semanas de idade submetidas a diferentes arraçoamentos.....	36

Capítulo II

Tabela 1	Ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais de poedeiras em diferentes fases de postura.....	41
Tabela 2	Caracterização bromatológica do azevém e do capim elefante anão.....	42
Tabela 3	Peso corporal, carcaça fria, rendimento de corte em relação a carcaça fria e gordura abdominal (média \pm desvio padrão) de poedeiras com 73 semanas de idade submetidas a diferentes arraçoamentos.....	44

Tabela 4	Qualidade de carne de peito - <i>Pectoralis major</i> de poedeiras com 73 semanas de idade submetidas a diferentes arraçoamentos (média \pm desvio padrão)	45
----------	--	----

Capítulo III

Tabela 1	Ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais de poedeiras em diferentes fases de postura.....	53
----------	---	----

Tabela 2	Características de tibia e taxa de postura de poedeiras com 40 semanas de idade submetidas a diferentes arraçoamentos, alojadas em sistema alternativo (médias \pm desvio padrão)	57
----------	---	----

Tabela 3	Características de tibia e taxa de postura de poedeiras com 73 semanas de idade submetidas a diferentes arraçoamentos alojadas em sistema alternativo (médias \pm desvio padrão)	58
----------	--	----

Sumário

1 INTRODUÇÃO GERAL	14
1.1 Cenário nacional da avicultura de postura	14
1.2 Linhagem de poedeira Embrapa 051	17
1.3 Linhagem de poedeira <i>Lohmann Brown</i>	18
1.4. Alimentação e nutrição para poedeiras comerciais.....	18
2 CAPÍTULO I	22
Desempenho produtivo e qualidade de ovos de poedeiras Embrapa 051 submetidas a diferentes arraçoamentos e alojadas em sistema alternativo	22
2.1 Introdução	23
2.2 Material e métodos	24
2.2.1 <i>Localização, animais e instalações</i>	24
2.2.2 <i>Dietas, delineamento experimental e manejo</i>	25
2.2.3 <i>Desempenho produtivo e qualidade de ovos</i>	26
2.2.4 <i>Análise estatística</i>	28
2.3 Resultados e Discussão	28
2.3.1 <i>Desempenho produtivo das aves</i>	28
2.3.2 <i>Qualidade de ovos</i>	32
2.4 Conclusões	38
3 CAPÍTULO II	39
Rendimento de cortes e qualidade de carne em poedeiras Embrapa 051 alojadas em sistema alternativo e submetidas a diferentes arraçoamentos durante 55 semanas ...	39
3.1 Introdução	40
3.2 Material e métodos	41
3.2.1 <i>Localização, animais, dietas, delineamento experimental</i>	41
3.2.2. <i>Rendimento de carcaça e qualidade físico-química do músculo do peito (Pectoralis major)</i>	43
3.2.3. <i>Análise Estatística</i>	45
3.3. Resultados e discussão	45
3.3.1. <i>Resultados</i>	45
3.3.2 <i>Discussão</i>	46
3.4 Conclusões	50
4 CAPÍTULO III	51
Características ósseas de poedeiras Embrapa 051 submetidas a diferentes arraçoamentos e alojadas em sistema alternativo	51
4.1 Introdução	52

4.2 Material e métodos	53
4.2.1 <i>Localização, animais, instalação, dietas e delineamento experimental</i>	53
4.2.2 <i>Qualidade óssea</i>	55
4.2.3. <i>Análise estatística</i>	56
4.3 Resultados e Discussão	56
4.3.1 <i>Análise de correlação linear: três níveis de arraçoamento da linhagem Embrapa 051</i>	60
4.4 Conclusões	62
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
Referências	64

1 INTRODUÇÃO GERAL

A avicultura brasileira é um setor bem organizado e dinâmico que possui excelentes resultados produtivos. A genética, nutrição, manejo, sanidade e o bem-estar animal são pilares fundamentais para que a produção de ovos, bem como de carne, apresente resultados satisfatórios. Contudo, pode-se afirmar que o melhoramento genético animal é o principal aspecto desses pilares (HAVENSTEIN et al., 2003), direcionando a seleção de aves para alcançar os melhores índices zootécnicos, aliado à nutrição; sendo esta última o componente mais oneroso no custo final da produção animal.

1.1 Cenário nacional da avicultura de postura

Segundo relatório anual de 2018, da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), a produção brasileira de ovos comerciais, no ano de 2017, foi de 39,9 bilhões de unidades, atingindo um novo recorde produtivo, aumentando em quase 2% em comparação ao produzido no ano anterior (ABPA, 2018). De acordo com o mesmo relatório, 99,74% da produção brasileira de ovos é destinada ao mercado interno, exportando apenas 0,26% da produção em 2017, sendo que 61% dessas exportações é o produto *in natura* e 39% são industrializados.

O consumo *per capita* (unidades por habitantes/ano) foi de 192 ovos no ano de 2017, superando assim o ano de 2015 que, até o momento, tinha apresentado o maior consumo, com 191 ovos por habitante (ABPA, 2018). O aumento no consumo de ovos, nos últimos anos, deve-se, grande parte à desmitificação do ovo, que durante muito tempo foi considerado vilão devido a sua vinculação com o aumento da taxa de colesterol e de doenças cardiovasculares. Entretanto, sabe-se que o ovo é um alimento com elevado valor nutritivo, de fácil digestão e considerado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como um alimento de proteína padrão de alto valor biológico (ALBINO et al., 2014).

O ovo é um alimento com baixo custo e uma excelente fonte de vários nutrientes, tais como folato, riboflavina, selênio, colina e vitaminas A, D, E, K e B12, além de sais minerais (SANTOS et al., 2013). Segundo os mesmos autores, o ovo possui proteína de alta qualidade e lipídeo, que tornam biodisponíveis importantes

nutrientes, como luteína e zeaxantina, associadas com a prevenção da degeneração macular, além de fonte de gorduras saturadas e colesterol. Os lipídeos, minerais e vitaminas presente no ovo estão quase que totalmente na gema, sendo a clara constituída especialmente pelas proteínas, muito utilizada para ganhar e manutenção da massa muscular magra. Mas, apesar do aumento no consumo de ovos dos últimos anos, o Brasil está muito aquém de países como o México e o Japão, que consomem mais de 300 ovos/habitante/ano.

A produção de ovos, no Brasil, na sua maior parte é realizada de forma intensiva (convencional), com aves criadas em gaiolas na condição de 350 a 450 cm² por ave (SILVA; MIRANDA, 2009). Esse sistema tem sido alvo de críticas relacionadas ao bem-estar animal; e, são os consumidores que ditam o rumo do mercado. A exigência do consumidor por produtos que respeitem o bem-estar animal, e/ou produtos diferenciados, tem influenciado os sistemas de produção de ovos, de uma forma geral.

A publicação do livro *Animal Machines* na década de 60 (HARRISON, 1964) no Reino Unido, teve um grande impacto internacional, aumentando a conscientização sobre métodos agrícolas intensivos, incluindo gaiolas para galinhas poedeiras, e preocupação com o bem-estar dos animais. Desde então, teve ampla pressão pública na Europa - apoiada por instituições europeias - para “proibir baterias de gaiolas”. Em 1986, a União Europeia aprovou uma diretiva que especifica um tamanho mínimo para gaiolas (APPLEBY, 2003). Segundo os mesmos autores, é amplamente reconhecido que as gaiolas convencionais causam muitos problemas de bem-estar, pois, comprometem a maioria das cinco liberdades da FAWC, 1997, (livre de fome e de sede; de desconforto; de dor, lesão e doença; expressar comportamento normal; e de medo e angústia).

Com base nessas graduais mudanças, sistemas alternativos aos convencionais, com melhores práticas de criação das aves estão sendo utilizados, como o sistema de criação em gaiolas enriquecidas. Na Europa, as gaiolas convencionais foram proibidas no início de 2012 (DIRECTIVE, E.U., 1999), e a maior parte dos ovos é produzida em sistemas de gaiolas enriquecidas, sendo considerada a principal norma sobre o bem-estar das aves poedeiras (DIRECTIVE, 1999).

Outra opção de alojamento de galinhas poedeiras é em sistemas alternativos, como o sistema *cage-free*, que prevê a criação de galinhas poedeiras livres de gaiolas, sendo uma tendência que vem ganhando adesão no mundo todo. Segundo

Xin & Liu (2017), o sistema *cage-free* favorece a movimentação das aves, oferecendo espaço e liberdade para elas expressarem os comportamentos que lhes são considerados essenciais e de conforto. Além do sistema *cage-free* existem outros sistemas alternativos para a criação de poedeiras, tais como *free-range*, colonial ou tipo caipira e o sistema orgânico.

No sistema *free-range* as aves são criadas em liberdade e com o acesso diário a uma área externa aberta para pastoreio, quando o clima permitir. Na União Europeia, a criação nesse sistema prevê pelo menos um ninho para cada sete aves, ao menos 15 cm de poleiro por ave e uma densidade populacional máxima de nove aves por metro quadrado, entre outras especificações (OFFICIAL JOURNAL OF EUROPEAN COMMUNITIES, 1999). Esse sistema oferece maior bem-estar às aves, contudo é desvantajoso do ponto de vista econômico em relação ao sistema de gaiolas (PRAES et al., 2012).

A legislação brasileira prevê o sistema de produção colonial. Nesse sistema, são empregadas as linhagens rústicas que são adaptadas à criação colonial, como é o caso da linhagem Embrapa 051, em que as aves ficam livres ao pastoreio, com pelo menos 3 m² de pasto por ave. Assim, há a preservação do bem-estar das aves, que se reflete em menor uso de medicamentos quimioterápicos, pois essa prática fortalece o sistema imunológico, diminuindo o risco de doenças (AMARAL et al., 2016). A alimentação é exclusivamente de origem vegetal, sendo proibida a adição de pigmentos sintéticos e promotores de crescimento (BRASIL, 1999a; 1999b). Um dos principais problemas desse sistema é a credibilidade quanto ao cumprimento das normas de criação (DONATO et al., 2009). Cabe destacar que no interior do país também existe o tradicional sistema de criação de ovos caipiras (muito utilizado na complementação da renda de pequenas propriedades), em que as galinhas são criadas soltas, com alimentação livre à pasto, podendo ser suplementadas com ração ou milho, sendo que ao final da vida produtiva a ave é abatida para o consumo familiar.

No sistema orgânico, o manejo em geral deve ser realizado de forma calma, sem agitações, e é vedada qualquer prática que possa causar medo ou sofrimento aos animais. Além disso, a ração é estritamente orgânica, sendo esta a principal diferença entre esse sistema e os outros sistemas de criações alternativos. No Brasil, a criação orgânica obedece à Instrução Normativa 17/2014 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) (BRASIL, 2014).

Para o mercado consumidor, os ovos podem ser diferenciados pelo sistema de criação e manejo, como enriquecidos, convencionais (de granja com gaiola), coloniais ou caipiras, orgânicos, *cage-free* e *free-range*. Aves mantidas com dieta diferenciada, de melhor valor nutritivo, geram ovos enriquecidos com nutrientes específicos. Segundo Mazzuco (2008), diversas estratégias nutricionais têm sido exploradas na formulação da dieta das aves, modificando-se a composição de lipídeos, aumentando o conteúdo em vitaminas e minerais, melhorando assim o valor nutritivo dos ovos, tornando-os enriquecidos em nutrientes específicos. Atualmente no mercado, na tentativa de expandir e diversificar o comércio, surgem os ovos enriquecidos com vitaminas selênio (oriundo de selênio orgânico) ou com ácidos graxos poli-insaturados (da família ômega 3) (LEESON; SUMMERS, 2005, STEFANELLO, 2011). Ovos enriquecidos com ácidos graxos Ômega 3, selênio e vitaminas são opções disponíveis ao consumidor, porém, por serem de alto valor comercial, abrangem um nicho específico de consumidores (LOT et al., 2005).

1.2 Linhagem de poedeira Embrapa 051

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Suínos e Aves foi criada em 1975, sendo inicialmente denominada de Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e, em 1978, como Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. Em seu planejamento estratégico, os rumos da unidade passaram por sua missão em gerar e promover conhecimentos, tecnologias, serviços e insumos para o desenvolvimento da suinocultura e avicultura, em benefício da sociedade (SOUZA et al., 2011).

Em 1985, a Granja Guanabara, que detinha de 5 a 10% do mercado brasileiro de aves para carne e postura, teve seu patrocínio físico e genético transferido para o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que repassou à Embrapa. A partir de então, a Embrapa Suínos e Aves recebeu a responsabilidade de dar continuidade ao programa de melhoramento genético da Granja Guanabara (SOUZA et al., 2011). Tendo em vista a total dependência em material genético que o Brasil apresentava na época, tornou-se imprescindível a implantação de pesquisas visando o desenvolvimento de tecnologias de produção de linhagens nacionais de aves geneticamente melhoradas e comercialmente competitivas (LEDUR et al., 2011). Assim, foi desenvolvida a linhagem híbrida Embrapa 051, resultante do cruzamento entre duas raças *Rhode Island Red* e *Plymouth Rock White*. Essas aves

são especializadas para a produção de ovos de casca de cor e se caracterizam por serem resistentes e de fácil adaptação em sistemas menos intensivos (SOUZA et al., 2011). As aves da linhagem Embrapa 051 pesam cerca de 1900 g, no início da postura, que ocorre por volta das 20 semanas de vida, e, ao final da vida produtiva, pesam em torno de 2820 g, com cerca de 80 semanas de idade. O pico de produção ocorre entre as semanas 30 e 31 de vida da poedeira, e a produção de ovos gira em torno de 86 a 88%, nesse período (FIGUEIREDO; ALBINO, 2004).

O programa de seleção das aves, para serem criadas em sistema caipira ou colonial procura encontrar um ponto de equilíbrio entre o passado e o futuro, entre a rusticidade e a produtividade, apresentando aves com potencial de produção de 270 a 300 ovos ao ano (PAISAN; GAMAERO, 2007), e também especializadas para a produção de carne (ave de duplo propósito), com a vantagem da comercialização de um produto diferenciado com melhor remuneração por parte do mercado consumidor.

1.3 Linhagem de poedeira *Lohmann Brown*

Segundo o manual da linhagem *Lohmann Brown* (LOHMANN DO BRASIL, 2011), nas últimas décadas, métodos avançados melhoraram significativamente a qualidade da seleção genética, com isso, tornou-se possível colocar em prática a teoria da seleção sistematizada, transformando assim, características genéticas quantitativas modernas em realidade.

A linhagem *Lohmann Brown* é uma linhagem de aves de postura híbrida e semipesada, utilizadas para produção de ovos, principalmente no sistema convencional. São aves consideradas precoces, no pico de produção de ovos a postura atinge entre 94 a 96%. Com 90 semanas de idade, a produção pode chegar de 400 a 410 ovos por ave alojada, com um peso médio de ovo de 68,3 a 69,3 gramas (LOHMANN DO BRASIL, 2011).

1.4. Alimentação e nutrição para poedeiras comerciais

A assertiva nutrição tem como objetivo principal dar plenas condições para que a ave possa expressar o máximo do seu potencial genético. As recomendações nutricionais entre as linhagens variam de acordo com a curva e a velocidade de crescimento e as características específicas que foram estabelecidas pela empresa de melhoramento no desenvolvimento genético da ave de postura (STRINGHINI et

al., 2014). As linhagens de galinhas poedeiras têm aumentando a produtividade ao longo dos últimos anos e esses ganhos genéticos promoveram a redução do peso corporal, do consumo de ração, uma melhor conversão alimentar e um aumento da massa de ovos produzida (SANTOS, 2008), reforçando assim a importância do fornecimento de uma alimentação com nutrientes balanceados (PESSOA et al., 2015).

Segundo Sakomura (1996), dois pontos são considerados essenciais na formulação de dietas para aves: o conhecimento do consumo alimentar e a determinação das exigências nutricionais para cada fase de criação. Santos (2008) relata que nas formulações de dietas é importante considerar que os valores de energia dos alimentos apresentam variações, e as necessidades das aves também variam de acordo com a idade, linhagem, peso, estado fisiológico e temperatura ambiente. Portanto, segundo o mesmo autor, em função do constante melhoramento genético, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas que permitam avaliar constantemente as exigências nutricionais, visando estabelecer programas de alimentação mais adequados. Fato este comprovado pelas tabelas brasileiras de exigência nutricional para aves e suínos (ROSTAGNO et al., 2017).

A nutrição de poedeiras também tem melhorado significativamente nos últimos anos, pois, antigamente, as dietas eram formuladas somente para um mínimo de proteína bruta e as especificações de aminoácidos eram limitadas à metionina, metionina mais cistina e lisina, formuladas na base total (ELLIOT, 2012). Leeson & Summers (2005) defendem a ideia de que a questão não é aumentar a proteína bruta, mas sim os níveis de aminoácidos essenciais. Hoje em dia, os nutricionistas formulam dietas para poedeiras usando o conceito de proteína ideal, através da utilização dos valores de aminoácidos (AAs) digestíveis. Dessa forma é possível atender as exigências de lisina e de um perfil de proteína ideal adequado para cada fase de criação (PESSOA et al., 2015), mas sempre respeitando o mínimo de proteína bruta. À medida que mais AAs industriais se tornem disponíveis, mais fácil e exato será o estabelecimento e a formulação de dietas fundamentadas no conceito do perfil da proteína ideal e conseqüentemente menor será a excreção de nitrogênio no ambiente, além de contribuir para a redução dos custos de produção.

Leeson & Summers (2005) relatam que as necessidades de pico de energia das poedeiras são provavelmente alcançadas, por volta das 35 semanas de idade, quando a produção de ovos e a massa de ovos diária são maximizadas. No entanto,

os mesmos autores afirmam que as aves ajustam com precisão a sua ingestão de acordo com as necessidades de energia. Assim, compreender a ingestão de energia da poedeira moderna tornou-se cada vez mais importante para melhorar a eficiência da utilização de energia na dieta e para controlar os custos com alimentação (MURUGESAN; PERSIA 2013).

As ofertas alimentares superiores e sub-ótimas de energia metabolizável e proteína bruta não só influenciam no desempenho das aves, como também aumentam os custos de produção (RAO et al., 2014). Em termos gerais, para poedeiras, as concentrações de nutrientes da dieta diminuem com o tempo, com a notável exceção da necessidade de cálcio. Assim, proteína e aminoácidos, expressos como porcentagem da dieta ou como uma razão para a energia, diminuem à medida que a idade da ave avança através do ciclo de postura.

O termo programa nutricional abrange vários outros conceitos, como: alimentação por fases, curva de produção, exigências nutricionais, etc. Todos eles visando proporcionar às aves todas as condições necessárias para um ótimo crescimento e produção, expressando assim seu máximo potencial genético (PESSOA et al., 2015). Atualmente é prática comum descrever programas de alimentação para poedeiras, de acordo com o nível de ingestão de alimento, mas sabe-se que, em condições ambientais e de manejo normais, o consumo de ração varia de acordo com a produção de ovos, genética e/ou a idade das aves, e isso deve ser levado em conta na formulação de dietas (LEESON; SUMMERS, 2005).

Conhecer o potencial da genética utilizada é de fundamental importância para que se possa dar todo o suporte para que essa ave consiga expressar o máximo de seu desempenho produtivo. Em galinhas poedeiras, os níveis nutricionais inadequados das dietas, assim como um manejo aquém, subestimam às aves demonstrarem todo o seu potencial genético. Portanto, é importante e necessário o desenvolvimento de pesquisas que permitam avaliar as exigências nutricionais de linhagens de poedeiras em contínuo melhoramento genético, visando estabelecer programas de alimentação mais adequados, otimizando a alimentação e, conseqüentemente, tendo maior rentabilidade na avicultura de postura.

Embora vários estudos (HARMS et al., 2000, LEESON et al., 2001, COSTA et al., 2004, JALAL et al., 2006, JALAL et al., 2007, MURUGESAN; PERSIA 2013, LI et al., 2013, entre outros), tenham sido realizados para avaliar os efeitos de dietas com diferentes níveis nutricionais em diferentes linhagens de poedeiras e fases de

produção, existe carência de informação em relação à linhagem de poedeira Embrapa 051 alojada em sistema alternativo. Neste contexto, objetivou-se com a elaboração da presente tese avaliar o desempenho produtivo, a qualidade de ovos, o rendimento de cortes, a qualidade físico-química da carne de peito e as características ósseas de poedeiras Embrapa 051 submetidas a diferentes arraçoamentos tendo como linhagem referência a *Lohmann Brown*; para a determinação de um programa alimentar mais preciso às exigências da linhagem Embrapa 051, na fase pós-pico de postura, alojadas em sistema alternativo.

2 CAPÍTULO I

Desempenho produtivo e qualidade de ovos de poedeiras Embrapa 051 submetidas a diferentes arraçoamentos e alojadas em sistema alternativo

2.1 Introdução

Analisando a importância da avicultura brasileira e sua total dependência por material genético importado, se tornou necessário a implantação de pesquisas visando o desenvolvimento de tecnologias para a produção de linhagens nacionais de aves geneticamente melhoradas e comercialmente competitivas (LEDUR et al., 2011). Neste contexto, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Suínos e Aves desenvolveu projetos de pesquisa em melhoramento genético de aves, conduzidos desde o ano de 1982. No ano 2000, foram iniciados os estudos para formação dos pacotes genéticos para uso na agricultura familiar, onde está inserida a linhagem comercial de postura Embrapa 051 (LEDUR et al., 2011). Por ser uma ave semipesada e com um maior grau de rusticidade é comum utilizar-se desta ave para produção de ovos caipiras, criando-as sobre piso e com acesso a piquetes. E, como o material genético da poedeira Embrapa 051 encontra-se em contínuo processo de seleção e cruzamento (melhoramento genético), é de extrema importância acompanhar os ganhos genéticos alcançados ao longo do tempo.

A melhora no desempenho das poedeiras, de uma forma geral, coincidiu com uma diminuição significativa do peso corporal e da capacidade de consumo de ração das aves, aumentando assim a importância do fornecimento de uma nutrição balanceada (PESSOA et al., 2015). Portanto, a compreensão da ingestão de energia da poedeira moderna tornou-se cada vez mais importante para melhorar a eficiência da utilização de energia da ração e para controlar os custos com alimentação (MURUGESAN; PERSIA, 2013). As ofertas alimentares superiores e sub-ótimas de energia metabolizável e proteína bruta não só influenciarão o desempenho das aves, como também aumentarão os custos de produção (RAO et al., 2014). De modo mais simplificado, os ganhos de produção podem ser obtidos basicamente de duas formas: produzindo mais ovos consumindo o mesmo volume de nutrientes; ou produzindo o mesmo com um volume de nutrientes menor (maior eficiência no aproveitamento de nutrientes) (KRABBE et al., 2016).

No contexto de mercado, é primordial também avaliar a linhagem Embrapa 051 em relação a outra genética de grande aceitação pela cadeia produtiva. Desta forma, optou-se pela *Lohmann Brown* como ave referência. Embora muitos estudos tenham sido realizados para avaliar os efeitos de dietas com diferentes níveis nutricionais em diferentes linhagens de poedeiras e fases de produção, existe

carência de informação em relação à linhagem de poedeira Embrapa 051. O fornecimento de gramíneas as aves promovem um sistema de produção com um nível de bem-estar satisfatório, uma vez que esse tipo de alimento prolonga a sensação de saciedade, deixando as aves mais calmas. O volumoso também tem o propósito de deixar o ambiente mais próximo do seu habitat natural, onde a ave tem o hábito de ingerir gramíneas, o que se caracteriza um sistema alternativo de produção de ovos. Desta forma, o estudo teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo e a qualidade de ovos de poedeiras Embrapa 051 submetidas a diferentes arraçoamentos e alojadas em sistema alternativo.

2.2 Material e métodos

Os métodos e protocolos para este experimento foram aprovados pela Comissão de Ética em Experimentação Animal (CEEA) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) sob o registro número 8469/2016.

2.2.1 Localização, animais e instalações

O experimento a campo foi conduzido em um aviário comercial de postura no município de Ouro, em Santa Catarina, no período de março a dezembro de 2016 e, a pesquisa foi desenvolvida em parceria com a Embrapa Suínos e Aves, no município de Concórdia, Santa Catarina. Foram utilizadas 740 poedeiras, sendo 555 aves da linhagem híbrida Embrapa 051 (E051) e 185 aves da linhagem comercial *Lohmann Brown* (LB), todas com idade inicial de 37 semanas. As aves foram distribuídas em boxes, onde cada boxe continha um comedouro tubular e um prato (para o fornecimento de gramíneas trituradas), bebedouros do tipo *nipple* (cinco por boxe), três andares de poleiro e oito bocas de ninho. O piso dos boxes foi recoberto por maravalha e a área externa de 5,6 m² foi revestida com oito centímetros de areia, configurando em uma criação em sistema alternativo.

A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar foram registradas por *datalogger*, obtendo-se uma temperatura média no período experimental foi de 21,35°C e umidade relativa do ar foi de 82,17%. O sistema de controle de temperatura foi realizado através do manejo de cortinas. A iluminação do aviário foi fornecida com lâmpadas fluorescentes e controlada por relógio *timer* para fornecer 16 horas de luz diárias.

2.2.2 Dietas, delineamento experimental e manejo

A dieta experimental foi formulada à base de milho e farelo de soja com a composição nutricional estabelecida para atender as exigências de manutenção e produção de ovos de acordo com as exigências da linhagem referência *Lohmann Brown* (LOHMANN DO BRASIL, 2011) e seguindo o perfil de proteína ideal, como recomendado pelas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011). Na Tabela 1 está apresentada a composição da dieta experimental na fase de produção, de 37 a 64 e de 65 a 72 semanas de idade.

Tabela 1. Ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais de 37 a 64 e de 65 a 72 semanas de idade das aves.

Ingredientes (%)	37 – 64 semanas	65 – 72 semanas
Milho grão	60,00	60,00
Farelo de soja	23,76	17,75
Calcário calcítico	9,19	9,53
Farelo de trigo	5,35	10,71
Óleo de soja	0,56	1,03
Premix postura I e II ¹	0,40	0,40
Sal comum	0,35	0,35
Fosfato bicálcico	0,14	0,00
DL-metionina	0,10	0,05
Sequestrante de micotoxinas ²	0,10	0,10
L-lisina	0,00	0,04
L-treonina	0,03	0,03
BHT	0,01	0,01
Fitase ³	0,005	0,005
TOTAL	100	100
Composição nutricional calculada		
Energia metabolizável (kcal/kg)	2750	2750
Proteína bruta (%)	16,00	14,12
Fibra bruta (%)	2,81	3,00
Cálcio (%)	3,74	3,83
Gordura (%)	3,34	3,88
Sódio (%)	0,15	0,15
Ácido linoleico (%)	1,77	2,07
Fósforo disponível (%)	0,33	0,31
Metionina digestível (%)	0,41	0,33
Metionina+cistina digestível (%)	0,67	0,57
Lisina digestível (%)	0,72	0,63
Treonina digestível (%)	0,55	0,48
Triptofano digestível (%)	0,17	0,15
Arginina digestível (%)	0,95	0,82
Isoleucina digestível (%)	0,59	0,50
Valina digestível (%)	0,68	0,60

¹Composição do produto – Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit A = 2250000 UI; Vit D3 = 750000 UI; Vit E = 3750 UI; Vit K3 = 625 mg; Vit B1 = 375 mg; Vit B2 = 1250 mg; Vit B6 = 750 mg; Vit B12 = 3750 mcg; Ácido pantotênico = 2000 mg; Niacina = 6250 mg; Ácido fólico 250 mg; Colina = 75 g; Biotina = 25 mg; Cobre = 2500 mg; Ferro = 12,5 g; Manganês = 20 g; Iodo = 250 mg; Zinco = 15 g; Selênio = 75 mg; Metionina = 245 g; Halquinol = 7500 mg

²Zeotek® (sequestrante organoaluminossilicato).

³Phyzyme® =10.000 FTU.

O período experimental compreendeu a fase de pós pico de postura, de 37 a 72 semanas de idade, totalizando um período experimental de 35 semanas (252 dias de coleta de dados), subdividido em nove períodos de 28 dias cada. Às 37 semanas de idade, deu-se início ao experimento com uma pesagem individual total das aves. Sendo que as aves foram alojadas às 18 semanas de idade e submetidas aos diferentes tratamentos desde então (SILVA, 2017).

Foram testados quatro tratamentos que diferiram pela quantidade de alimento arraçoada as aves (diferentes arraçoamentos): T1 - *Lohmann Brown* – arraçoamento controle (LB 100%); T2 - Embrapa 051 recebendo 93% do arraçoamento controle (E051 93%); T3 - Embrapa 051 recebendo 100% do arraçoamento controle (E051 100%) e T4 - Embrapa 051 recebendo 107% do arraçoamento controle (E051 107%). A ração farelada era pesada de acordo com cada tratamento e o número de aves em cada boxe, sendo fornecida uma vez ao dia, pela manhã e a água fornecida à vontade. No período da tarde todas as aves receberam gramíneas trituradas (30g/ave/dia) variando entre Capim Elefante anão (*Pennisetum purpureum Schum. Cv. Mott*) e Azevém (*Lolium multiflorum*) de acordo com a estação do ano. A caracterização bromatológica é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização bromatológica do azevém e do capim elefante anão.

Composição¹	Azevém	Capim elefante anão
Matéria seca (%)	14,89	13,87
Energia bruta (kcal/kg)	628,33	550,33
Fibra bruta (%)	3,59	3,30
Cinza (%)	1,92	2,32
Fósforo (mg/kg)	834,00	725,00
Cálcio (mg/kg)	938,00	758,00
Nitrogênio (mg/kg)	4062,00	3794,00
Sódio (mg/kg)	34,00	19,66

¹Laboratório Físico-Químico, Embrapa Suínos e Aves, Concórdia. SC.

2.2.3 Desempenho produtivo e qualidade de ovos

No final de cada período de 28 dias, todas as aves foram pesadas individualmente utilizando-se um dinamômetro digital (precisão 0,01 g). No mesmo dia, todos ovos do dia foram coletados e pesados em balança digital (precisão 0,01 g) para o cálculo do peso médio, onde dez ovos, dentro do peso médio (+/- 2,5%), por repetição foram separados para análises de qualidade interna e externa. A taxa de postura de ovos, medida como porcentagem (%) foi obtida através da produção. O índice de conversão alimentar por dúzia de ovos (ICA/DZ) foi determinado pela

fórmula: $ICA/DZ = \text{consumo total de alimento (kg)} / \text{número de dúzias de ovos}$. A conversão de energia foi calculada utilizando-se a fórmula: $\text{Conv. energ} = \text{calorias (ingeridas)} / \text{gramas de ovo}$. A massa de ovo foi obtida pelo produto da porcentagem de ovos produzidos (ave dia^{-1}) e o peso médio dos ovos de cada repetição multiplicado por 100.

Os ovos foram levados ao laboratório da Embrapa Suínos e Aves para realizações das análises de qualidade interna e externa. Primeiramente, foi realizada a gravidade específica (ZUMBADO, 1983), soluções salinas, de menor a maior concentração de cloreto de sódio (95,5 a 154,5 g de NaCl/litro de solução), indicando uma variação na gravidade específica de 1,066 a 1,102, com um intervalo de 0,004, totalizando 10 soluções. Posteriormente, os ovos foram cuidadosamente abertos e colocados individualmente em placas de Petri, onde foi aferida a cor da gema usando-se um colorímetro digital (Marca Konica Minolta®). Os parâmetros medidos pelo colorímetro digital foram os da Comissão Internacional da Eclairage (CIEL) (LOPES, 2009): L^* (luminosidade), a^* (coordenada vermelha / verde) e b^* (coordenada amarelo / azul). Após, foi medida a altura de albúmen com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. Esta medida, juntamente com o peso do ovo, foi utilizada para o cálculo da unidade Haugh, através da fórmula $HU = 100 \log (A + 7,57 - 1,7O^{0,37})$, onde A é a altura de albúmen, em milímetros, e O é o peso do ovo, em gramas. Posteriormente, a gema e o albúmen foram separados com o auxílio de um separador. As gemas foram pesadas individualmente em uma balança digital com precisão de 0,01 g. O peso do albúmen, em gramas, foi obtido calculando a diferença entre o peso total do ovo e o peso da casca e da gema; com o peso em gramas, foi possível calcular a porcentagem de albúmen. As cascas identificadas foram lavadas e secas a temperatura ambiente, durante três dias, para posterior obtenção do seu peso e espessura. A espessura da casca (mm) foi mensurada em três pontos da região equatorial da casca do ovo, utilizando-se um micrômetro externo digital (Marca Digimess, com precisão de 0,001 mm), sendo a média dos três pontos utilizada para o resultado. Seis ovos por repetição, dentro do peso médio, foram usados para determinar a resistência da casca do ovo à quebra por meio do aparelho penetrômetro digital (Instrutherm PTR-300) usando como probe uma ponta de aço inoxidável de 3 mm, aplicando-se força constante no ovo na posição horizontal, região equatorial do ovo, até sua ruptura.

2.2.4 Análise estatística

Para verificar os efeitos dos tratamentos e da idade das poedeiras sobre as variáveis de desempenho produtivo e qualidade de ovos foi realizada a análise estatística de acordo o delineamento inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo usando o pacote “nlme - Linear and Nonlinear Mixed Effects Models” do software estatístico R (R Core Team, 2016) de acordo com o seguinte modelo: $Y_{ijk} = \mu + d_i + h_{ij} + w_k + dw_{jk} + e_{ijk}$, em que: μ = média geral, d_i = efeito fixo dos tratamentos ($i = 1$ a 4), h_{ij} = efeito aleatório dos boxes dentro de cada tratamento (j = número de boxes por tratamento), w_k = efeito fixo da idade das poedeiras ($k = 40, 44, 48, 52, 56, 60, 64, 68$ e 72 semanas), e dw_{jk} = interação entre dieta e idade das poedeiras (tratamento \times período), e_{ijk} = erro aleatório (erro residual). A interação entre tratamentos \times idade foi considerada como efeito fixo. A seleção das estruturas de matriz de covariância residual no ajuste dos modelos foi realizada em função do menor valor encontrado no critério de informação de Akaike (AIC). Após realizar ANOVA foi utilizado o procedimento “LSM- *Least Squares Means*” sendo a comparação das médias ajustadas através do teste Tukey. Todos os testes estatísticos foram realizados com o nível de significância de 5%.

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Desempenho produtivo das aves

Os diferentes arraçoamentos e linhagens afetaram significativamente a maioria das variáveis de desempenho produtivo das aves (Figura 1).

O peso corporal das poedeiras (Figura 1a) seguiu a tendência natural de cada linhagem, a poedeira E051 é uma ave ligeiramente maior que a LB (T1), resultados estes estão de acordo com os manuais das linhagens. Houve interação significativa ($P < 0,01$) tratamento \times semana, para peso corporal, sendo que os tratamentos da linhagem E051 se mantiveram equidistantes, com um aumento médio de 2,7%, se equivalendo em média a 63 gramas de peso corporal para cada nível de volume de alimento proposto. Este resultado está de acordo com o obtido por Harms et al. (2000), que estudaram quatro linhagens de poedeiras comerciais e três dietas (controle, alta e baixa energia), e relatam que galinhas que receberam a dieta com alta energia ganharam mais peso que as aves que receberam dietas com pouca energia. Segundo os mesmos autores, as galinhas se ajustam mais rapidamente a uma diminuição da energia alimentar do que ao aumento, ou seja, são mais

sensíveis à redução da energia na dieta do que ao aumento da mesma. Também Murugesan & Persia (2013), sugerem que a energia seja usada seguindo o padrão de manutenção e produção antes dos requisitos de armazenamento de energia (gordura), podendo esta ser o indicador mais sensível do estado energético da dieta em curto prazo nas poedeiras

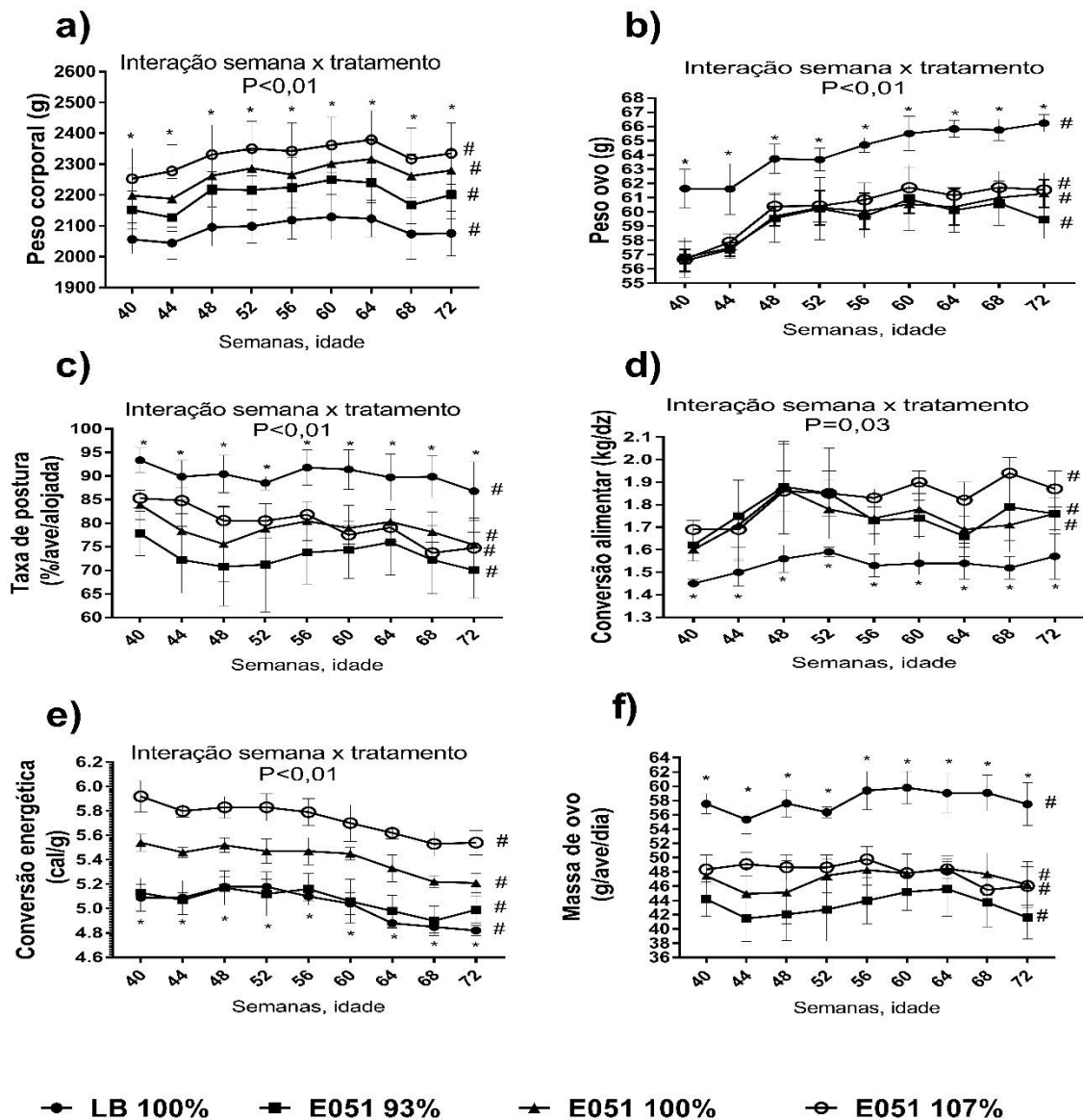


Figura 1. Variáveis analisadas: a) peso corporal (g), b) peso de ovo (g), c) taxa de postura (%/ave/alojada), d) conversão alimentar (kg/dúzia), e) conversão energética (cal/g) e f) massa de ovo (g/ave/dia) de poedeiras da linhagem *Lohmann Brown* LB 100% (●) e Embrapa 051 com três níveis de arraçoamento: E051 93% (■), E051 100% (▲) e E051 107% (○), de 37 a 72 semanas de idade. Os pontos de dados são as médias de cada tratamento \pm desvio padrão ($n = 5$). Variáveis com interação tratamento x semana significativa foram descritas acima do gráfico, * significa diferença significativa entre tratamentos e # significa diferença significativa entre semanas dentro do tratamento ($P < 0,05$).

Para a variável peso de ovo, houve interação significativa ($P < 0,01$) tratamento x semana (Figura 1b), sendo que a LB 100% apresentou maior peso de ovo que os demais tratamentos em todas as semanas avaliadas. No entanto, os tratamentos da linhagem E051 não diferiram entre si para a variável peso de ovo, mesmo recebendo diferentes quantidades de ração, por consequência oferta de nutrientes. A redução de 7%, do volume de nutrientes (E051 93%) e o aumento da oferta de nutrientes em 7% (E051 107%), totalizando 22 kcal de energia metabolizável (ave/dia) de diferença em relação ao tratamento T3 que recebeu 100% da quantidade padrão, não foram suficientes para aumentar o peso do ovo. Possivelmente, porque os níveis de aminoácidos sulfurados e ácido linoleico não aumentaram significativamente a ponto de aumentar o tamanho dos ovos.

Leeson & Summer (2009) relatam que, do ponto de vista nutricional, o tamanho do ovo pode ser melhor manipulado com proteínas dietéticas, em especial com maior concentração de aminoácidos sulfurados, principalmente metionina. Jalal et al. (2007) também não encontraram diferenças significativas no peso de ovo ofertando em diferentes níveis de EM (moderado - 2900 kcal/kg, baixo - 2810 kcal/kg) e baixo com suplementação enzimática), porém encontraram diferenças entre linhagens (Hy-Line W-36, Hy-Line Brown, Babcock B300 e Shaver White), corroborando com este trabalho. Ao reduzirem a energia metabolizável em diversos níveis, outros trabalhos não encontraram diferença no peso dos ovos de poedeiras (JALAL et al., 2006; MURUGESAN; PERSIA, 2013), concordando com os resultados de peso de ovos deste trabalho, e indicando assim, que a diferença de peso de ovos está relacionada à genética da ave.

Nos gráficos de taxa de postura/ave alojada (Figura 1c), fica evidente a diferença entre as linhagens. A linhagem LB em comparação com a E051, ficou acima de 90% de produção na maioria das semanas estudadas. Também se observa que a linhagem E051, recebendo 7% a menos da quantidade da ração padrão obteve uma taxa de postura em torno de 6% menor que a linhagem recebendo 7% a mais da dieta considerada padrão ($P < 0,01$). Esse resultado demonstra que a restrição alimentar em 7% impediu que a linhagem E051 expressasse seu potencial produtivo na sua totalidade. Isso ocorre porque a ave prioriza a maior parte dos nutrientes para manutenção e processos fisiológicos vitais em detrimento da produção.

Os resultados encontrados neste trabalho concordam com os de Murugesan

& Persia (2013), que relataram redução na produção de ovos com a restrição de energia metabolizável de 2880 kcal/kg de EM para 2790 kcal/kg de EM. Diversos estudos testaram a redução de EM da dieta, com redução de 3097 a 2990 kcal/kg, com redução de 3,45% (JALAL et al., 2006), ou também de 2900 e 2810 kcal/kg, com redução de 3% (JALAL et al., 2007), e não conseguiram alterar significativamente o desempenho (taxa de postura e peso do ovo) das galinhas poedeiras Hy-Line W36. Também De Parsio et al. (2015) avaliaram os efeitos da alimentação de cinco diferentes dietas (85, 90, 95, 100 e 105%) para as galinhas Hy-Line W-36, e notaram um aumento na produção de ovos com o aumento da densidade de energia e nutrientes da dieta. Leeson et al. (2001) observaram resultados semelhantes, quando as aves alimentadas com dietas com a menor densidade de nutrientes produziram o menor número de ovos, corroborando com os resultados deste estudo.

A LB apresentou melhor conversão alimentar por dúzias de ovos produzidos, em comparação com os demais tratamentos e com interação significativa ($P=0,03$) tratamento x semanas (Figura 1d). Estes resultados demonstram que a linhagem LB tem uma melhor eficiência alimentar, conseqüentemente maior produção de ovos, consumindo menos. Costa et al. (2004) testaram três diferentes níveis de energia metabolizável em dietas de poedeiras da linhagem *Lohmann Brown* e não observaram diferença significativa para a variável conversão alimentar por grama de ovo. Já para conversão energética ou eficiência energética (Figura 1e), que expressa quantas calorias foram ingeridas para produzir um grama de ovo, os tratamentos LB e E051 93% foram estatisticamente superiores aos demais, com interação ($P<0,01$) tratamento x semana, deste modo, foram os tratamentos que mais otimizaram as calorias ingeridas para a produção de um grama de ovo. Este resultado corrobora com Ribeiro et al. (2013) que, ao estudar a resposta produtiva de poedeiras da linhagem *Lohmann LSL* velhas frente a diferentes níveis de energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) presente na dieta (2700 kcal/kg, 2775 kcal/kg, 2850 kcal/kg, 2925 kcal/kg e 3000 kcal/kg), observaram uma piora na conversão energética com o aumento da EMAn.

Para a variável massa de ovo (Figura 1f), o tratamento com a linhagem LB produziu em torno de 10 g/ave/dia a mais que o tratamento da E051 com o mesmo nível de oferta de nutrientes (100%). Já o tratamento E051 recebendo 93% da dieta base apresentou a pior média, resultando em uma massa de ovo de apenas 43,38

g/ave/dia, resultado este que pode relacionar com a menor taxa de postura desse tratamento. Resultado similar encontraram Novak et al. (2008), onde houve redução do peso do ovo e da massa de ovo com 2785 kcal/kg de EM em comparação com 2871 kcal/kg de EM em galinhas *Bovans White Leghorn*. Entretanto, há na literatura diversos trabalhos que ao diminuírem a EM da dieta não geraram diferença significativa na massa de ovos (JALAL et al., 2006; JALAL et al., 2007; MURUGESAN; PERSIA, 2013; LI et al. 2013).

2.3.2 Qualidade de ovos

Como elucidado na Tabela 3, as variáveis de porcentagem de albúmen e gema não apresentaram interações significativas entre tratamento x semanas ($P > 0,05$). A linhagem LB apresentou maior percentual de albúmen ($P < 0,01$) em relação aos demais tratamentos da linhagem E051. Independente da linhagem, a porcentagem de albúmen reduziu significativamente com o avançar da idade ($P < 0,01$). Por outro lado, a porcentagem de gema, independentemente do volume ofertado da ração, foi maior ($P < 0,01$) na E051 em comparação com a LB.

Scott & Silversides (2000) compararam duas linhagens comerciais e observaram que quanto mais velha a poedeira maior o tamanho do ovo e a porcentagem de gema e conseqüentemente redução na porcentagem de albúmen. Do mesmo modo, Carvalho et al. (2007) estudaram a influência de linhagens leves (*Babcock B 300*, *Hy Line W36*, *Lohmann White* e *Hisex*) em três diferentes idades (29, 60 e 69 semanas de idade), sobre a qualidade interna e da casca do ovo recém-posto e concluíram que o ovo aumenta de tamanho com o avançar da idade, e, independentemente da linhagem da ave, a qualidade interna do ovo tende a piorar. Outros estudos, como o de Jalal et al. (2007) também encontram diferenças na porcentagem de albúmen e gema, e relacionaram diretamente com a linhagem, e não com o nível de energia da dieta.

Houve interação entre tratamento x semana ($P < 0,01$) para a variável porcentagem de casca (Tabela 4). O percentual de casca de ovo, em geral, foi diminuindo no decorrer do estudo. Isso acontece porque os ovos aumentam de tamanho com o avançar da idade das aves e a deposição de carbonato de cálcio na casca não aumenta na mesma proporção que os demais componentes do ovo (MOURA et al., 2017). A linhagem *Lohmann Brown* apresentou a maior porcentagem de casca em relação aos demais tratamentos ($P < 0,01$), demonstrando que o fator

linhagem nessa variável estudada.

Tabela 3. Médias de porcentagem de albúmen (%) e gema (%) de ovos de poedeiras de 37 a 72 semanas de idade submetidas a diferentes arraçoamentos

Variável	Idade	Tratamentos				DPM	Valor P		
		LB 100%	E051 93%	E051 100%	E051 107%		Trat.	Sem.	Interação Trat. X Sem.
Albúmen (%)	37 - 40	65,08 A ab	64,03 AB ab	64,60 AB a	63,69 B a	0,356	<0,001	<0,001	0,072
	41 - 44	65,70 A a	64,46 AB a	63,69 B ab	63,74 B a				
	45 - 48	64,04 A bcd	62,94 A bc	63,59 A ab	62,97 A ab				
	49 - 52	65,17 A ab	63,20 B b	63,54 B ab	63,23 B ab				
	53 - 56	64,36 A bc	63,24 AB ab	62,71 B b	62,70 B ab				
	57 - 60	64,25 A bcd	63,08 AB b	62,73 B b	62,85 B ab				
	61 - 64	63,85 A cd	63,10 AB b	63,02 AB b	62,25 B b				
	65 - 68	64,81 A abcd	62,98 B bc	63,20 B b	62,22 B b				
	69 - 72	63,70 A d	61,77 B c	63,00 AB b	62,20 B b				
Total	64,55 A	63,20 B	63,34 B	62,87 B					
Gema (%)	37 - 40	25,13 B cd	26,89 A d	26,76 A c	27,65 A de	0,324	<0,001	<0,001	0,461
	41 - 44	24,75 B d	27,08 A bc	27,65 A bc	27,62 A e				
	45 - 48	25,92 B abc	28,09 A bc	27,63 A bc	28,45 A bcde				
	49 - 52	25,44 B bcd	28,05 A bc	27,85 A bc	28,27 A cde				
	53 - 56	26,07 B abc	28,18 A bc	28,46 A ab	28,83 A abc				
	57 - 60	26,57 B a	28,43 A b	28,67 A ab	28,77 A abcd				
	61 - 64	26,39 B ab	28,34 A b	28,46 A ab	29,29 A abc				
	65 - 68	25,92 B abc	28,78 A ab	28,52 A ab	29,44 A ab				
	69 - 72	26,90 B a	29,64 A a	29,11 A a	29,67 A a				
Total	25,90 B	28,17 A	28,12 A	28,66 A					

LB 100% - linhagem *Lohmann Brown* arraçoamento controle 100% da dieta, E051 93% - linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 93% da dieta controle, E051 100%- linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 100% da dieta controle e E051 107% - linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 107% da dieta controle. Letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna distintas diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

Baião & Lúcio (2005) afirmaram que a porcentagem de casca em relação ao peso do ovo e peso da casca são os melhores métodos para predizer a incidência de ovos trincados e/ou quebrados. Também para a variável gravidade específica (Tabela 4) houve interação entre tratamento x semana ($P < 0,01$). O tratamento LB apresentou a maior gravidade específica e obteve uma gravidade acima de 1080, já o tratamento que recebeu o arraçoamento de 93% (E051 93%) não diferiu entre os tratamentos da E051 e LB que receberam o mesmo arraçoamento (100%). Esse achado pode ser explicado pelo fato do tratamento E051 93% ter apresentado uma menor taxa de postura e principalmente menor peso do ovo, mantendo assim uma melhor qualidade de casca.

Segundo Harder et al. (2008), 1080 é o valor limite entre a alta e a baixa qualidade da casca, sendo considerado o valor mínimo para que os ovos comerciais resistam ao transporte e ao processamento, valor que apenas foi alcançado pela LB. A LB produziu ovos com maior espessura de casca (interação significativa entre tratamento x semana $P < 0,01$), e maior resistência da casca a quebra ($P < 0,01$) em comparação com a E051, independentemente do nível de arraçoamento.

Mac Gregor (1979) afirmou que do início ao final do ciclo produtivo, o peso do ovo aumenta à medida que a poedeira envelhece não ocorrendo, no entanto, um aumento da quantidade de casca, não proporcional a gema e a clara. Conseqüentemente, ocorre uma piora na qualidade interna dos ovos e uma redução da espessura e da resistência da casca no envelhecimento das aves que do início ao final do ciclo produtivo, o peso do ovo aumenta à medida que a poedeira envelhece, não ocorrendo, no entanto, um aumento proporcional da casca. Havendo, ainda, uma piora na qualidade interna dos ovos e uma redução da espessura e da resistência da casca no envelhecimento das aves (GIAMPAULI et al., 2005). Segundo Brake (1996), essa redução ocorre devido a maior extensão da superfície dos ovos e conseqüente menor deposição de carbonato de cálcio por unidade de área. Pode-se observar nas Tabelas 4 e 5, que as variáveis de qualidade de casca apresentadas neste estudo, tais como porcentagem de casca, gravidade específica, espessura e resistência da casca a quebra estão correlacionadas entre si. A gravidade específica observada na E051 indica uma perda de 10% dos ovos por qualidade de casca (Zumbado, 1983).

Além do aumento do tamanho do ovo, segundo Leeson & Summers (1997), aves mais velhas possuem menor capacidade de absorção de cálcio pelo intestino devido à redução na capacidade de converter a forma inativa (25-OH) da vitamina D na forma ativa (1,25-(OH)₂). E, ainda os mesmos autores, relatam que há menor taxa de retenção do cálcio absorvido, assim como menor capacidade de mobilização do cálcio ósseo. Sengor et al. (2007) afirmam que, com o avançar da idade, as células da mucosa intestinal enfraquecem, e há uma diminuição na altura das vilosidades do duodeno, o que prejudica a absorção dos nutrientes necessários para a formação da casca de ovo.

Tabela 4. Médias de porcentagem de casca e gravidade específica de ovos de poedeiras de 37 a 72 semanas de idade submetidas a diferentes arraçoamentos

Variável	Idade	Tratamentos				DPM	Valor P		
		LB 100%	E051 93%	E051 100%	E051 107%		Trat.	Sem.	Interação Trat. X Sem.
Casca (%)	37 - 40	9,74 A ab	9,06 B a	8,64 BC ab	8,62 C a	0,116	<0,001	<0,001	<0,001
	41 - 44	9,54 A bc	8,47 B c	8,65 B ab	8,63 B a				
	45 - 48	10,02 A a	8,95 B ab	8,76 B a	8,57 B a				
	49 - 52	9,36 A bc	8,73 B abc	8,61 B ab	8,50 B ab				
	53 - 56	9,55 A bc	8,56 B bc	8,82 B a	8,47 B ab				
	57 - 60	9,16 A c	8,54 B bc	8,51 B ab	8,40 B ab				
	61 - 64	9,72 A ab	8,59 B bc	8,48 B ab	8,45 B ab				
	65 - 68	9,23 A c	8,35 B c	8,22 B bc	8,33 B ab				
	69 - 72	9,40 A bc	8,47 B c	7,94 C c	8,07 BC c				
	Total	9,52 A	8,64 B	8,51 B	8,45 B				
Gravidade Específica	37 - 40	1085,9Aab	1081,6Ba	1078,2Ca	1078,3Ca	0,785	<0,001	<0,001	0,003
	41 - 44	1081,3Acde	1075,8Bc	1077,0Bab	1076,8Bab				
	45 - 48	1086,8A a	1080,1Ba	1078,7Ba	1077,3Ba				
	49 - 52	1083,6Abc	1079,3 Bab	1077,8Ba	1077,1Bab				
	53 - 56	1083,0Abc	1076,4ABbc	1079,0 Ba	1075,5Cab				
	57 - 60	1079,2Adef	1075,0Bc	1074,7Bbc	1074,2B bcd				
	61 - 64	1081,6Acd	1075,0Bc	1074,0Bbc	1073,3Bcd				
	65 - 68	1078,2Aef	1073,4Bcd	1072,2Bcd	1072,3Bde				
	69 - 72	1077,4Af	1071,6Bd	1069,9Bd	1069,8Be				
	Total	1081,92 A	1076,47 AB	1075,74 B	1074,96 C				

LB 100% - linhagem *Lohmann Brown* arraçoamento controle 100% da dieta, E051 93% - linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 93% da dieta controle, E051 100% - linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 100% da dieta controle e E051 107% - linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 107% da dieta controle. Letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna distintas diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 5. Médias de espessura de casca (mm) e resistência de casca à quebra (kg/força) de ovos de poedeiras de 37 a 72 semanas de idade submetidas a diferentes arraçoamentos

Variável	Idade	Tratamentos				DPM	Valor P		
		LB 100%	E051 93%	E051 100%	E051 107%		Trat.	Sem.	Interação Trat. X Sem.
Espessura de casca (mm)	37 - 40	0,41 A ab	0,37 B b	0,36 B b	0,37 B b	0,002	<0,001	<0,001	<0,001
	41 - 44	0,43 A a	0,39 B ab	0,40 B a	0,40 B a				
	45 - 48	0,40 A abc	0,40 A a	0,40 A a	0,41 A a				
	49 - 52	0,39 A cde	0,35 B c	0,35 B bc	0,34 B c				
	53 - 56	0,39 A cde	0,33 B cd	0,34 B bcd	0,33 Bcde				
	57 - 60	0,37 A ef	0,31 B d	0,32 B de	0,32 B de				
	61 - 64	0,38 A def	0,32 B d	0,32 B de	0,31 B e				
	65 - 68	0,39 A cdef	0,33 B cd	0,32 B de	0,33 B cd				
	69 - 72	0,36 A f	0,32 B d	0,31 B e	0,31 B e				
	Total	0,39 A	0,35 B	0,34 B	0,35 B				
Resistência de casca (kg/força)	37 - 40	3,451 A a	2,403 B a	2,271 B ab	2,420 B a	0,123	<0,001	<0,01	0,102
	41 - 44	3,110 A abc	2,540 B a	2,587 B a	2,349 B a				
	45 - 48	3,101 A abc	2,297 B a	2,469 B a	2,317 B a				
	49 - 52	3,132 A ab	2,403 B a	2,319 B ab	2,215 B ab				
	53 - 56	2,824 A bcd	2,316 B a	2,273 B ab	2,092 B ab				
	57 - 60	2,554 A d	2,438 A Ba	2,163 A B ab	1,996 B ab				
	61 - 64	2,686 A bcd	2,418 A a	2,338 A B ab	1,980 B ab				
	65 - 68	2,976 A abcd	2,275 B a	2,141 B ab	2,181 B ab				
	69 - 72	2,593 A cd	2,310 A Ba	2,064 A B b	1,949 B b				

Total	2,936 A	2,378 B	2,292 B	2,166 B
-------	---------	---------	---------	---------

LB 100% - linhagem *Lohmann Brown* arraçoamento controle 100% da dieta, E051 93% - linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 93% da dieta controle, E051 100%- linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 100% da dieta controle e E051 107% - linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 107% da dieta controle. Letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna distintas diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

Os diferentes arraçoamentos e linhagens não afetaram estatisticamente ($P > 0,05$) as variáveis de unidade Haugh (HU) (Tabela 6), e os parâmetros das coordenadas colorimétricas L^* e a^* (Tabelas 6 e 7). A unidade Haugh é obtida através da altura do albúmen denso que está em volta da gema, relacionado com o peso do ovo e, representa em seu maior valor, melhor qualidade do ovo. Dados de USDA (2006) afirmam que são considerados ovos de alta qualidade aqueles que obtêm valores de HU iguais ou superiores a 72, sendo que no presente estudo os valores encontrados foram todos acima de 80, independentemente da linhagem ou arraçoamento utilizado. Segundo Murakami et al. (2007), a medida da altura do albúmen permite determinar a sua qualidade, pois ao passo que o ovo envelhece a proporção de albumina líquida aumenta em detrimento da albumina densa.

Tabela 6. Médias de unidade Haugh (HU) e parâmetro colorimétrico de coordenadas colorimétricas L^* (Luminosidade) de gemas ovos de poedeiras de 37 a 72 semanas de idade submetidas a diferentes arraçoamentos

Variável	Idade	Tratamentos				DPM	Valor P		
		LB 100%	E051 93%	E051 100%	E051 107%		Trat.	Sem.	Interação Trat. X Sem.
Unidade Haugh (HU)	37 - 40	83,13 A a	82,34 A a	81,12 A a	81,28 A a	8,490	0,998	0,460	0,996
	41 - 44	83,23 A a	82,41 A a	81,13 A a	81,25 A a				
	45 - 48	83,24 A a	82,40 A a	81,12 A a	81,32 A a				
	49 - 52	83,27 A a	82,35 A a	81,10 A a	81,36 A a				
	53 - 56	83,14 A a	82,32 A a	81,11 A a	81,31 A a				
	57 - 60	83,13 A a	82,37 A a	81,10 A a	81,25 A a				
	61 - 64	83,08 A a	82,37 A a	81,05 A a	81,17 A a				
	65 - 68	83,20 A a	82,38 A a	81,06 A a	81,19 A a				
	69 - 72	83,21 A a	82,35 A a	81,07 A a	81,19 A a				
	Total	83,18 A	82,37 A	81,10 A	81,26 A				
L^*	37 - 40	52,34 A a	51,45 A a	53,11 A a	53,33 A a	3,070	0,971	0,847	0,513
	41 - 44	52,33 A a	51,68 A a	53,08 A a	53,34 A a				
	45 - 48	52,35 A a	51,53 A a	53,06 A a	53,34 A a				
	49 - 52	52,36 A a	51,50 A a	53,08 A a	53,34 A a				
	53 - 56	52,32 A a	51,53 A a	53,09 A a	53,35 A a				
	57 - 60	52,35 A a	51,52 A a	53,10 A a	53,32 A a				
	61 - 64	52,32 A a	51,48 A a	53,08 A a	53,34 A a				
	65 - 68	52,31 A a	51,51 A a	53,08 A a	53,34 A a				
	69 - 72	52,33 A a	51,30 A a	53,14 A a	53,34 A a				
	Total	52,33 A	51,50 A	53,09 A	53,34 A				

LB 100% - linhagem *Lohmann Brown* arraçoamento controle 100% da dieta, E051 93% - linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 93% da dieta controle, E051 100%- linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 100% da dieta controle e E051 107% - linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 107% da dieta controle. Letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna distintas diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

Os diferentes tratamentos diferiram estatisticamente na variável coordenada colorimétrica b* (Tabela 7) que representa o teor de cor azul (-60) ao amarelo (+60), os tratamentos LB, E051 100% e E051 107% demonstraram um maior teor de amarelo maior que o E051 93% ($P < 0,01$), essa ocorrência pode ser pelo fato do tratamento E051 93% ter tido um arraçoamento de 7% a menos de ração, e conseqüentemente menor ingestão de carotenoides advindos da ração, principalmente do ingrediente milho. Segundo Leeson & Summers (2009), a cor da gema é controlada por pigmentos de xantofila, incluindo luteína e zeaxantina, que geralmente são obtidos a partir do milho.

Tabela 7. Médias de parâmetros colorimétricos de coordenadas a* (teor de verde ao vermelho) e b* (teor de azul ao amarelo) de gemas de ovos de poedeiras de 37 a 72 semanas de idade submetidas a diferentes arraçoamentos

Variável	Idade	Tratamentos				Valor P			
		LB 100%	E051 93%	E051 100%	E051 107%	DPM	Trat.	Sem.	Interação Trat. X Sem.
a*	37 - 40	-4,33 A a	-4,01 A a	-3,69 A a	-3,65 A a	2,218	0,991	0,389	0,534
	41 - 44	-4,10 A a	-3,98 A a	-3,65 A a	-3,65 A a				
	45 - 48	-4,29 A a	-3,98 A a	-3,65 A a	-3,63 A a				
	49 - 52	-4,38 A a	-4,00 A a	-3,68 A a	-3,62 A a				
	53 - 56	-4,40 A a	-3,98 A a	-3,65 A a	-3,63 A a				
	57 - 60	-4,45 A a	-3,98 A a	-3,62 A a	-3,64 A a				
	61 - 64	-4,55 A a	-3,98 A a	3,67 A a	-3,62 A a				
	65 - 68	-4,52 A a	-3,98 A a	3,65 A a	-3,63 A a				
	69 - 72	-4,58 A a	-3,98 A a	-3,65 A a	-3,63 A a				
	Total	-4,40 A	-3,99 A	-3,66 A	-3,63 A				
b*	37 - 40	40,44 A a	38,52 AB a	38,50 B a	38,79 AB a	0,523	<0,001	<0,001	0,528
	41 - 44	38,93 AB ab	37,21 B ab	38,65 AB a	39,17 A a				
	45 - 48	36,39 A cd	36,69 A ab	37,14 A ab	37,55 A a				
	49 - 52	36,02 A cd	35,27 A bc	36,07 A bc	37,14 A a				
	53 - 56	34,12 A d	33,14 A c	33,73 A d	34,61 A bc				
	57 - 60	37,88 A bc	37,79 A a	38,93 A a	38,24 A a				
	61 - 64	34,31 A d	33,81 A c	34,05 A cd	34,13 A c				
	65 - 68	38,17 A abc	37,45 A ab	37,70 A ab	38,29 A a				
	69 - 72	35,96 A cd	35,40 A bc	37,00 A ab	36,91 A ab				
	Total	36,91 A	36,14 B	36,86 A	37,20 A				

LB 100% - linhagem Lohmann Brown arraçoamento controle 100% da dieta, E051 93% - linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 93% da dieta controle, E051 100%- linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 100% da dieta controle e E051 107% - linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 107% da dieta controle. Letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna distintas diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

2.4 Conclusões

Poedeiras da linhagem Embrapa 051 apresentam potencial produtivo e índices de qualidade de ovos satisfatórios na condição de arraçoamento de 100%, equivalente ao recomendado para a linhagem comercial *Lohmann Brown*.

Poedeiras Embrapa 051, quando submetida menor arraçoamento, apresentam taxa de postura prejudicada, enquanto que o arraçoamento de 7% acima do recomendado para a linhagem *Lohmann Brown*, não resultaram em melhoria, os índices de desempenho produtivo da Embrapa 051.

Nas condições experimentais, as duas linhagens testadas *Lohmann Brown* e Embrapa 051 apresentam exigência nutricionais similares.

3 CAPÍTULO II

Rendimento de cortes e qualidade de carne em poedeiras Embrapa 051 alojadas em sistema alternativo e submetidas a diferentes arraçoamentos durante 55 semanas

3.1 Introdução

As novas exigências dos consumidores em relação à segurança alimentar e ao bem-estar animal têm ocasionado aumento na demanda por produtos mais naturais, produzidos em sistemas alternativos. Os sistemas de produção em que as aves têm mais liberdade e acesso exterior são percebidos como naturais, ecológicos e amigáveis ao bem-estar animal (HUSAK et al., 2008). A grande parte dos consumidores acredita que a criação de aves em sistemas convencionais de confinamento leva o animal ao estresse, a respostas fisiológicas e comportamentais prejudicadas e a um pior desempenho produtivo (LI et al., 2017).

No Brasil, existe a linhagem comercial de poedeiras caipiras Embrapa 051 (E051). Estas são galinhas híbridas de postura resultantes do cruzamento entre as raças *Rhode Island Red* e *Plymouth Rock White*. Por serem rústicas se adaptam bem aos sistemas menos intensivos (FIGUEIREDO et al., 2007), além de ser a única linhagem brasileira disponível para pequenos e médios agricultores. (MIELE et al., 2008)

O desempenho da E051, conforme recomendações da Embrapa é ideal para criações alternativas, pois apresenta boa capacidade para a produção de ovos e, por ser uma ave considerada de duplo propósito, a carcaça pode ser consumida ao final do ciclo produtivo. Uma alternativa viável é o abate destas aves em abatedouros comerciais quando estas chegam ao final de seu ciclo de postura. Portanto, o aproveitamento desta carne, utilizando técnica de desossa e de amaciamento da carne, é uma opção para a avicultura brasileira (SANFELICE et al., 2010). Uma forma de comercialização, geralmente utilizada para a carne de matrizes, é a preparação de carne mecanicamente separada de aves (CMSA) que é utilizada na formulação da maioria dos embutidos emulsionados tais como, salsichas, mortadelas, hambúrgueres, apresuntados, ou ainda, podendo ser vendida a um preço inferior ao do frango (BORBA, 2008).

Atender a todas as especificações de qualidade é, sem dúvida, o principal desafio da indústria da carne atual, sendo importante o conhecimento sobre as propriedades físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, bem como se esses atributos determinam a qualidade do produto final, essencial para obtenção de produtos de qualidade. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar rendimentos

de cortes e qualidade físico-química da carne de peito (*Pectoralis major*) de poedeiras Embrapa 051 submetidas a diferentes arranjos alojadas em sistema alternativo.

3.2 Material e métodos

Os métodos e protocolos para este experimento foram aprovados pela Comissão de Ética em Experimentação Animal (CEEA) da Universidade Federal de Pelotas, RS, Brasil, sob o registro número 8469/2016.

3.2.1 Localização, animais, dietas, delineamento experimental

O experimento foi conduzido em um aviário comercial de postura no município de Ouro, SC, em parceria com a Embrapa Suínos e Aves. Foi alojado um total de 740 aves poedeiras, sendo 555 da linhagem híbrida Embrapa 051 (E051) e 185 da linhagem comercial *Lohmann Brown* (LB). Aves foram distribuídas em 20 boxes com 37 aves cada, em delineamento inteiramente casualizado. O piso dos boxes foi recoberto por maravalha e a área externa de 5,6 m² foi revestida com oito centímetros de areia, configurando uma criação alternativa. A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar foram registradas por *datalogger*, obtendo-se uma temperatura média no período experimental foi de 21,3°C e umidade relativa do ar foi de 82,1%, a iluminação do aviário foi fornecida com lâmpadas fluorescentes e controlada por relógio timer para fornecer 16 horas de luz diárias.

As aves foram alimentadas da 18 a 73 semana de idade com dieta experimental formulada à base de milho e farelo de soja com a composição nutricional estabelecida para atender as exigências de manutenção e de produção de ovos, de acordo com as exigências da linhagem referência, descrito no manual da *Lohmann Brown* (LOHMANN DO BRASIL, 2011) e seguindo o perfil de proteína ideal, como recomendado pelas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011). Na Tabela 1 são apresentadas as composições das dietas experimentais para a fase de produção das aves.

Foram testados quatro tratamentos que diferiram pela quantidade de alimento arraçado as aves (diferentes arranjos): T1 - *Lohmann Brown* – arranjo controle (LB 100%); T2 - Embrapa 051 recebendo 93% do arranjo controle

(E051 93%); T3 - Embrapa 051 recebendo 100% do arraçoamento controle (E051 100%) e T4 - Embrapa 051 recebendo 107% do arraçoamento controle (E051 107%).

Tabela 1. Ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais de poedeiras em diferentes fases de postura

Ingredientes (%)	Pré-postura	Postura I	Postura II	Postura III
Milho grão	55,00	60,00	60,00	60,00
Farelo de soja	28,62	16,08	23,76	17,75
Calcário calcítico	8,70	9,37	9,19	9,53
Farelo de trigo	5,55	13,26	5,35	10,71
Óleo de soja	1,21	0,33	0,56	1,03
Suplemento de vit. e minerais ¹	0,40	0,40	0,40	0,40
Sal comum	0,38	0,43	0,35	0,35
Fosfato bicálcico	0,00	0,00	0,14	0,00
DL-metionina	0,00	0,05	0,10	0,05
Sequestrante de micotoxinas ²	0,10	0,10	0,10	0,10
L-lisina	0,00	0,05	0,00	0,04
L-treonina	0,00	0,0002	0,03	0,03
L-triptofano	0,00	0,0052	0,00	0,00
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01
Fitase ³	0,01	0,01	0,005	0,005
TOTAL	100	100	100	100
Composição nutricional calculada				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2800	2750	2750	2750
Proteína bruta (%)	18,00	13,96	16,00	14,12
Fibra bruta (%)	2,99	3,15	2,81	3,00
Cálcio (%)	3,70	3,90	3,74	3,83
Gordura (%)	3,89	3,25	3,34	3,88
Sódio (%)	0,16	0,18	0,15	0,15
Ácido linoleico (%)	2,06	1,74	1,77	2,07
Fósforo disponível (%)	0,51	0,50	0,33	0,31
Metionina digestível (%)	0,33	0,33	0,41	0,33
Metionina+cistina digestível (%)	0,61	0,57	0,67	0,57
Lisina digestível (%)	0,84	0,62	0,72	0,63
Treonina digestível (%)	0,60	0,45	0,55	0,48
Triptofano digestível (%)	0,20	0,15	0,17	0,15
Arginina digestível (%)	0,80	0,80	0,95	0,82
Isoleucina digestível (%)	0,68	0,49	0,59	0,50
Valina digestível (%)	0,78	0,59	0,68	0,60

¹Composição do produto (níveis de garantia por kg do produto): Vit A = 2250000 UI; Vit D3 = 750000 UI; Vit E = 3750 UI; Vit K3 = 625 mg; Vit B1 = 375 mg; Vit B2 = 1250 mg; Vit B6 = 750 mg; Vit B12 = 3750 mcg; Ácido pantotênico = 2000 mg; Niacina = 6250 mg; Ácido fólico 250 mg; Colina = 75 g; Biotina = 25 mg; Cobre = 2500 mg; Ferro = 12,5 g; Manganês = 20 g; Iodo = 250 mg; Zinco = 15 g; Selênio = 75 mg; Metionina = 245 g; Halquinol = 7,500 mg.

²Zeotek®, sequestrante organoaluminossilicato.

³Phyzyme® 10.000 FTU.

A ração farelada era pesada de acordo com cada tratamento e o número de aves em cada boxe, sendo fornecida uma vez ao dia, pela manhã, e a água foi fornecida à vontade. No período da tarde todas as aves receberam gramíneas

trituras (30g/ave/dia) variando entre Capim Elefante Anão (*Pennisetum purpureum* Schum. Cv. Mott) e Azevém (*Lolium multiflorum*) de acordo com a estação do ano. A caracterização bromatológica é apresentada na Tabela 2. O intuito de fornecer gramíneas às aves foi promover um sistema de produção mais natural e com um nível de bem-estar satisfatório.

Tabela 2. Caracterização bromatológica do azevém e do capim elefante anão

Composição¹	Azevém	Capim elefante anão
Matéria seca (%)	14,89	13,87
Energia bruta (kcal/kg)	628,33	550,33
Fibra bruta (%)	3,59	3,30
Cinza (%)	1,92	2,32
Fósforo (mg/kg)	834,00	725,00
Cálcio (mg/kg)	938,00	758,00
Nitrogênio (mg/kg)	4062,00	3794,00
Sódio (mg/kg)	34,00	19,66

¹Laboratório Físico-Químico, Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC.

3.2.2. *Rendimento de carcaça e qualidade físico-química do músculo do peito (Pectoralis major)*

Às 73 semanas de idade das aves foi avaliado o rendimento de cortes e a qualidade físico-química da carne de peito. Foram selecionadas três aves por repetição (15 aves por tratamento) com o peso corporal dentro do peso médio da repetição ($\pm 2,5\%$). As aves foram devidamente identificadas com lacres numerados, abatidas em uma planta experimental de processamento da Embrapa Suínos e Aves Concórdia, em SC, seguindo o fluxograma de abate comercial e manutenção da cadeia de frio, conforme a legislação brasileira pela portaria nº 210 (BRASIL,1998) para a manipulação das carcaças. Imediatamente após o abate, as aves foram escaldadas em água a temperatura entre 60 – 62 °C, as penas foram removidas em uma máquina de depenar e, posteriormente foram determinados o peso da carcaça eviscerada quente. Foram mensurados o pH do músculo do peito (*Pectoralis major*) após o processo de resfriamento, em *chiller*, da carcaça, através do medidor portátil de pH/temperatura (HANNA, MODELO HI 99163).

O peso da carcaça resfriada foi determinado após as carcaças permanecerem por 24 horas, em câmara de resfriamento (0-5 °C). Depois do corte da carcaça, o peso do peito, coxas e das sobrecoxas, do dorso e pescoço, das asas e da gordura abdominal, foram registrados individualmente, em balança analítica. Os rendimentos das partes foram calculados de acordo com a fórmula: Rendimento = [(peso da peça

/ peso da carcaça refrigerada) * 100]. Posteriormente, foram coletados os peitos para análises físico-químicas da carne (cor em 24 horas *post-mortem*, perda por cocção, capacidade de retenção de água e força de cisalhamento). A análise de cor foi feita na amostra *in natura* através de corte longitudinais em três diferentes pontos do peito, por meio do colorímetro digital (Konica Minolta, modelo CR-400), no sistema CIELab, em que foram avaliados os parâmetros L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo).

Para estas determinações, os filés de peito foram expostos, ao ar livre por 30 minutos, à uma temperatura de ± 15 °C, antes da avaliação das medidas da cor (VAN LAACK et al., 2000). A capacidade de retenção de água (CRA) foi realizada segundo a metodologia descrita por Hamm (1960), ou seja, baseada na medição da perda de água liberada quando aplicada uma pressão ($10 \text{ kg}/5 \text{ min}^{-1}$) sobre o tecido muscular, aproximadamente 2,0 g de amostra de cada peito desossado. Para a análise de perda de peso por cocção (PC), foi seguido o método descrito por Honikel (1998), onde amostras de carne de peito *in natura*, 100 g (± 5 g) foram pesadas e embaladas, sendo em seguida transferidas para banho-maria, onde foram cozidas até a temperatura interna do filé atingir 82 °C (monitorando com um termômetro culinário digital tipo espeto nas amostras, sempre cuidando para não danificar as fibras musculares). Após este procedimento, as amostras foram retiradas do banho-maria, resfriadas em temperatura ambiente e novamente pesadas, onde a diferença entre o peso inicial e final das amostras correspondeu à perda de água na cocção (HONIKEL, 1987).

Para a determinação objetiva da maciez foi utilizado um equipamento de analisador de textura (Stable Micros SyTexture Analyzer TA-XT2i) acoplado à sonda Warner-Bratzler. As amostras de carne de peito cozidas, utilizadas nesta avaliação foram as mesmas empregadas na determinação das perdas por cozimento. Após as amostras de peito terem atingido a temperatura ambiente, foram cortadas em tiras (no mínimo em triplicata) de aproximadamente 1,5 cm de largura, apresentando em média 3 cm² de área de corte, sendo colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular às lâminas do analisador de textura pré-calibrado com um peso de 5 kg, com velocidade de 5 mm/s (Test speed) e distância percorrida para cortar a amostra de 35 mm (Distance rupture test) determinando-se então a força máxima (kgf/cm²) necessária para efetuar seu corte (LYON et al., 1998).

3.2.3. Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, posteriormente, as médias dos tratamentos foram comparadas através do teste de Tukey ao nível de significância de 5% usando o software estatístico R (R CORE TEAM, 2017).

3.3. Resultados e discussão

3.3.1. Resultados

Os efeitos dos diferentes arraçoamentos para as poedeiras alojadas em sistema alternativo para variáveis de peso corporal e rendimento de cortes estão apresentados na Tabela 3. Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos para os rendimentos de coxa/sobrecoxa e de dorso/pescoço ($P=0,393$ e $P=0,051$, respectivamente). No entanto, aves da linhagem E051 alimentadas com 7% a mais de ração em relação ao controle apresentaram maior peso corporal ($P<0,001$) em relação ao tratamento 2. Já a linhagem referência (LB) apresentou o menor peso corporal, uma vez que a linhagem Embrapa 051 é ligeiramente maior que a linhagem *Lohmann Brown*. Logo, para variável peso da carcaça fria, os tratamentos da E051 100% e 107% apresentaram em média 250 gramas a mais de peso de carcaça em relação ao tratamento com menor peso de carcaça fria, LB e aproximadamente 150g em relação ao tratamento da E051 93% ($P<0,05$)

Tabela 3. Peso corporal, carcaça fria, rendimento de corte em relação a carcaça fria e gordura abdominal (média \pm desvio padrão) de poedeiras com 73 semanas de idade submetidas a diferentes arraçoamentos alojadas em sistema alternativo

Parâmetros	Tratamentos				Valor de P	CV (%)
	LB 100%	E051 93%	E051 100%	E051 107%		
Peso corporal (g)	1973,33 \pm 116,00 b	1980,00 \pm 132,32 b	2097,73 \pm 277,25 ab	2243,66 \pm 120,73 a	<0,001	7,47
Carcaça fria (g)	1376,00 \pm 106,74 c	1467,51 \pm 103,79 b	1628,80 \pm 58,30 a	1623,47 \pm 107,20 a	<0,001	5,26
Peito (%)	22,36 \pm 0,91 b	23,56 \pm 1,73 a	23,69 \pm 0,88 a	23,55 \pm 1,10 a	0,017	5,31
Coxa/sobrecoxa (%)	28,69 \pm 1,06	28,45 \pm 0,89	29,06 \pm 0,92	28,77 \pm 1,62	0,393	3,44
Dorso e Pescoço (%)	28,55 \pm 1,33	28,42 \pm 2,05	26,98 \pm 1,76	28,40 \pm 1,92	0,051	6,09
Asas (%)	9,91 \pm 0,27 ab	10,05 \pm 0,22 a	9,71 \pm 0,40 b	9,68 \pm 0,47 b	0,024	3,73
Gordura Abdominal (%)	2,19 \pm 0,75 ab	1,50 \pm 0,63 b	2,61 \pm 0,79 a	2,50 \pm 0,68 a	0,003	32,41

LB 100% - linhagem Lohmann Brown arraçoamento controle 100% da dieta, E051 93% - linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 93% da dieta controle, E051 100%- linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 100% da dieta controle e E051 107% - linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 107% da dieta controle. Letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey ($P\leq 0,05$).

Os diferentes arraçoamentos não influenciaram o rendimento de peito, porém a linhagem E051 foi superior nesta variável ($P=0,017$) em comparação a linhagem LB. O tratamento E051 93% apresentou maior rendimento de asa diferindo do E051 107% e do E051 100% ($P<0,05$). Contudo, os tratamentos da Linhagem E051 com 100% e 107% apresentaram maior porcentagem de gordura abdominal, 2,61% e 2,50%, respectivamente, em comparação com o tratamento E051 93%, que recebeu uma oferta de dieta 7% menor que do controle ($P=0,003$). Os resultados dos diferentes níveis de alimentação sobre as variáveis de qualidade de carne de peito estão apresentados na Tabela 4.

Não foram encontradas diferenças significativas para as variáveis pH, perda de peso por cocção, capacidade de retenção de água (CRA), cor – luminosidade (L^*), cor – teor de vermelho (A^*) e força de cisalhamento. No entanto, a linhagem E051 apresentou cor da carne do peito mais amarelada (b^*) que a *Lohmann Brown* 100% ($P=0,004$), independentemente do nível de alimento ofertado (Tabela 4).

Tabela 4. Qualidade de carne de peito (*Pectoralis major*) (média \pm desvio padrão). de poedeiras com 73 semanas de idade submetidas a diferentes arraçoamentos alojadas em sistema alternativo

Parâmetros	Tratamentos				Valor de P	CV (%)
	LB 100%	E051 93%	E051 100%	E051 107%		
pH	5,94 \pm 0,10	5,90 \pm 0,12	5,95 \pm 0,15	5,93 \pm 0,07	0,690	2,00
CRA (%)	14,74 \pm 4,20	17,89 \pm 4,47	17,40 \pm 3,95	17,51 \pm 5,24	0,083	21,66
Perda de peso por cocção (%)	33,55 \pm 2,80	34,37 \pm 2,06	33,30 \pm 2,55	32,64 \pm 2,32	0,121	5,81
Luminosidade (L^*)	48,18 \pm 1,99	49,37 \pm 2,21	49,26 \pm 2,32	48,00 \pm 2,31	0,219	4,58
Teor de vermelho (a^*)	-1,90 \pm 0,64	-2,01 \pm 0,64	-1,81 \pm 0,53	-1,55 \pm 0,68	0,223	34,24
Teor de amarelo (b^*)	1,20 \pm 0,77 b	2,29 \pm 1,11 a	2,18 \pm 0,89 a	2,54 \pm 1,32 a	0,004	49,36
Força de cisalhamento (kgf/cm ²)	2,05 \pm 0,35	2,11 \pm 0,30	2,04 \pm 0,23	1,94 \pm 0,23	0,417	14,02

LB 100% - linhagem Lohmann Brown arraçoamento controle 100% da dieta, E051 93% - linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 93% da dieta controle, E051 100%- linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 100% da dieta controle e E051 107% - linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 107% da dieta controle. Letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey ($P\leq 0,05$).

3.3.2 Discussão

O peso corporal e conseqüentemente o peso da carcaça fria ($P<0,001$) das poedeiras seguiu a tendência natural de cada linhagem. A poedeira E051 é uma ave ligeiramente maior que a LB, de acordo com os manuais das linhagens. As aves E051 que foram arraçadas 7% acima do grupo controle apresentaram maior peso

vivo e peso de carcaça. A explicação para este resultado é simples, pois aves que recebem mais energia ganham mais peso que aquelas que recebem uma dieta menos energética (HARMS et al., 2000). Murugesan & Persia (2013), sugerem que a energia da dieta é usada seguindo o padrão de manutenção e produção antes das exigências de armazenamento de energia (gordura), podendo ser o indicador mais sensível do estado energético da dieta em curto prazo nas poedeiras.

Por outro lado, os resultados mostram que os diferentes arraçoamento não interferem de modo tão efetivo no rendimento dos cortes ao final do ciclo de postura. Isto ocorre em virtude de que o rendimento de cortes é uma medida proporcional ao peso inicial da carcaça. Também, como as aves poedeiras não apresentam grande aptidão para ganho muscular, o rendimento de cortes não se distingue significativamente. Contudo, aspectos da produção animal como herança genética, manejo antes do abate (transporte, descanso, insensibilização e sangria) e nutrição também podem influenciar as propriedades musculares (MENDES; KOMIYAMA, 2011).

No momento do sacrifício da ave, o pH fisiológico (*in vivo* é de aproximadamente 7,0) inicia sua queda como resultado da instalação do rigor mortis, com a produção de ácido láctico, devido a glicólise anaeróbica (LAWRIE, 1998). A conversão do músculo em carne ocorre durante a instalação do *rigor mortis*, e é um processo de degradação lento, que se continuasse indefinidamente levaria a completa quebra dos tecidos e seus constituintes (HEDRICK et al., 1993). O tempo aproximado para instalação do *rigor mortis* em frangos é menor ou igual a 30 minutos (OLIVO et al., 2006; KOMIYAMA et al., 2010). Entretanto a velocidade de queda de pH pode variar entre linhagens e indivíduos.

De acordo com Olivo et al. (2001), a cor observada na superfície das carnes é o resultado da absorção seletiva da luz pela mioglobina e por outros importantes componentes, como as fibras musculares e suas proteínas, sendo também influenciada pela quantidade de líquido livre presente na carne. Segundo Praxedes (2007), a medida de cor L^* tem sido utilizada para classificar as carnes de frango em pálida ($L^* > 53$), escura ($L^* < 44$) e normal ($44 \leq L^* \leq 53$). Olivo et al. (2006) descrevem que o pH do músculo *post-mortem* se situa na faixa de 5,70 a 5,85 e valores de L^* superiores a 53 acarretam o desenvolvimento de carne de frango com característica PSE (*Pale*=pálida, *Soft*=mole, *Exudative*=exsudativa). Por outro lado, Soares et al. (2002) relatam que valores de pH superiores a 6,05 e valores de L^*

inferiores a 44 levam a carne de frango ser caracterizada como DFD (*Dark*=escura, *Firm*=firme, *Dry*=seca).

A diferença entre PSE e DFD é que o primeiro está associado ao estresse rápido, que ocorre imediatamente antes do abate, enquanto que o DFD se caracteriza ao estresse de longo período antes do abate. Sendo ambas (PSE e DFD) resultantes de alterações do metabolismo *post mortem*. Cabe ressaltar que as condições pré-abate influenciam diretamente no pH da carne, portanto, é possível concluir que independentemente do tratamento, as aves não passaram por estresse longo e/ou estresse momentâneo devido aos valores que apresentaram de pH e luminosidade (L^*).

No peito prevalecem as fibras brancas que possuem baixo teor de citocromo e mioglobina, com metabolismo anaeróbico (OBANU, 1984). Komiyama et al. (2010) ao avaliarem qualidade de carne de matrizes pesadas, encontraram valores de L^* semelhantes ao desse estudo, já para valor de a^* e b^* foram distintos. Faria et al. (2009) afirmam que a ingestão de maior quantidade de forragens, ricas em carotenoides, por aves de crescimento lento determina maior intensidade de cor amarela da carcaça (carne e pele), resultando em maior valor de b^* . Apesar da quantidade de forragem fornecida ter sido a mesma para todas as aves, as poedeiras da linhagem E051 obtiveram maior valor de b^* com comparação da linhagem LB indicando, portanto, um efeito genético na deposição dos pigmentos nestas aves, agregando valor ao produto final, a galinha caipira.

A capacidade de retenção de água (CRA) é um parâmetro bio-físico-químico que pode ser definido pela maior ou menor capacidade de fixação de água nas cadeias de actino-miosina que compõem o músculo (OSÓRIO et al., 2009). A capacidade de retenção de água é influenciada pelo desenvolvimento do *rigor mortis*, além de outros parâmetros, como: suculência, maciez, espécie, raça, idade, tipo de músculo, temperatura e tratamentos *ante e post mortem* (JAMES; JAMES, 2002) acarretando na sensação de maior ou menor suculência no momento da mastigação. Este parâmetro apresenta relevância para qualidade da carne, seja ela para o consumo direto ou para industrialização, pois quanto maior a capacidade de retenção de água, menor será a perda durante o armazenamento, a comercialização e o processamento (GOMIDE et al., 2013). A umidade natural da carne é essencial para a obtenção do rendimento e qualidade final dos produtos, contribuindo para a textura, suculência, sabor e palatabilidade da carne como alimento.

Segundo Lawrie (2005), a capacidade de retenção de água está relacionada à velocidade de redução do pH durante o *rigor mortis* e com seu valor final. Quanto maior o pH, maior será a capacidade de reter água. Apesar dessas variáveis não terem diferido entre os tratamentos ($P > 0,05$), o valor da capacidade de retenção de água e de perda de água por cocção foram baixos, possivelmente devido à idade avançada das aves. Bridi & Constantino (2009), relatam que com o aumento da idade dos animais, aumentam também o número de ligações cruzadas intra e entre as moléculas de tropocolágeno do colágeno. Essas ligações, chamadas de piridinolina, conferem maior estabilidade à molécula, mas em contrapartida aumentam a insolubilidade do colágeno. Como consequência, com o avançar da idade do animal, a carne torna-se mais rígida.

A textura da carne está intimamente relacionada à quantidade de água intramuscular e, portanto, à capacidade de retenção de água da carne, de modo que quanto maior o conteúdo de água fixada no músculo, maior a maciez da carne (ANADÓN, 2002). Sebranek (2011) relata que a redução das perdas de água é importante para manter o sabor, a textura e a suculência do produto, que são características sensoriais importantes para o consumidor.

A força de cisalhamento da carne do peito (*Pectoralis major*) foi em torno a 2,00 kg/f em todos os tratamentos. Pinto et al. (2010) relatam que, atualmente, a força de cisalhamento Warner-Bratzler é o método mais empregado para avaliar a resistência (tensão) do corte; assim, quanto maior a força de cisalhamento, maior a dureza da mesma. Mueller et al. (2018) encontraram valores em torno de 1,2 kg/f para força de cisalhamento de aves *Lohmann Dual*, nova linhagem de dupla finalidade, e de duas linhagens tradicionais de dupla finalidade (*Belgian Malines* e *Schweizerhuhn*) e de uma linhagem de poedeira (*Lohmann Brown Plus*).

Os valores da força de cisalhamento, no presente estudo, foram similares ao da carne de peito de aves abatidas em torno de 1,5 anos de idade (78 semanas de idade) (LOETSCHER et al., 2014). Os efeitos da idade sobre a força de cisalhamento são frequentemente resultantes de alterações nas características do colágeno, como o aumento da ligação cruzada de colágeno no músculo (CHUEACHUAYCHOO et al., 2011). Conforme Sterten et al. (2009), variações no pH da carne também podem influenciar a força de cisalhamento e a perda de peso por cozimento, os quais são importantes para a aceitação da carne pelo consumidor e para a sua satisfação no preparo e no consumo.

3.4 Conclusões

A alteração do arraçoamento em 7% acima ou abaixo do padrão não afeta a qualidade físico-química da carne e o rendimento de cortes de poedeiras Embrapa 051. No entanto, a redução em 7% da oferta de alimento reduz o peso corporal e o peso da carcaça fria.

A linhagem Embrapa 051 apresentou ao final do ciclo produtivo, características de qualidade tecnológica compatíveis para a utilização como matéria-prima na elaboração de produtos industrializados e preparo para o consumo doméstico.

4 CAPÍTULO III

**Características ósseas de poedeiras Embrapa 051 submetidas a diferentes
arraçoamentos e alojadas em sistema alternativo**

4.1 Introdução

Galinhas poedeiras alojadas em gaiolas convencionais são propensas à osteoporose, principalmente devido à restrição de movimentos, falta de exercício e demanda de cálcio para a produção da casca do ovo (FLEMING et al., 1994; WHITEHEAD; FLEMING, 2000).

Durante a etapa de calcificação da casca do ovo, nas poedeiras, em torno de 2,4 g de cálcio são necessários, em aproximadamente 20 h, para produzir a casca de um ovo de peso médio de 60 g. Apenas 60 a 70 % do cálcio da casca podem ser providos via alimentação, o restante, deve ser mobilizado das reservas corporais (DRIGGERS; COMAR, 1949), no caso das aves em postura, dos ossos medulares. A calcificação de cada casca é acompanhada pela reabsorção óssea, associada com uma intensa atividade osteoclástica. O aumento da absorção de cálcio, no intestino, durante o período de formação da casca, não é suficiente para satisfazer a alta exigência de cálcio.

De acordo com Lopes (2009) o tecido ósseo sofre influência dos fatores endógenos e exógenos, como produção hormonal, nutrição e temperatura, durante todas as fases da vida, tendo a possibilidade de haver variações na massa óssea. A rigidez desse tecido é resultante da deposição de cálcio e fósforo, na forma de hidroxiapatita, durante o processo de mineralização (ARAÚJO et al., 2012). Segundo os mesmos autores, os transtornos ósseos são ocasionados pela alteração do processo de crescimento normal e da homeostase, ocasionando prejuízo na indústria avícola. Desta maneira, as compreensões dos inúmeros fatores nutricionais envolvidos no desenvolvimento ósseo, como deficiências de proteína e aminoácidos, vitaminas, minerais (OLIVEIRA, 2008), bem como linhagem e tipo de sistema de criação são de importância na ocorrência de desordens esqueléticas. A nutrição desempenha um papel essencial para a obtenção de um tecido ósseo de alta qualidade, dentre os nutrientes, o cálcio e fósforo são os principais formadores da matriz mineral, contribuindo com 95% (RATH et al., 2000).

Evidências preliminares demonstraram que a criação de poedeiras em sistemas livres de gaiolas melhora a composição e a força óssea geral dos ossos em 16 semanas (REGMI et al., 2015; CASEY-TROTT et al., 2017b) e reduz a lesão óssea em quilha ao longo da fase de postura (VITS et al., 2005; CASEY-TROTT et al., 2017a). A adição de poleiros, durante a criação em gaiolas convencionais,

também forneceu alguns benefícios, a longo prazo, para a saúde óssea de galinhas com 71 semanas de idade (HESTER et al., 2013), e Regmi et al. (2016) relataram que um efeito positivo na composição óssea detectada nas 16 semanas de idade foi mantido durante a fase de postura.

Esta fragilidade óssea típica de poedeiras em gaiolas pode ser reduzida, alojando-se as aves em sistemas alternativos, que proporcionem maior oportunidade para atividade física, como é o caso do sistema *free-range*, juntamente com um aporte nutricional adequado para cada fase de produção, linhagem e sistema de criação. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar como diferentes arraçoamentos afetam a taxa de postura e as características ósseas de poedeiras Embrapa 051 alojadas em sistema alternativo.

4.2 Material e métodos

Os métodos e protocolos para este experimento foram aprovados pela Comissão de Ética em Experimentação Animal (CEEA) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) sob o registro número 8469/2016.

4.2.1 Localização, animais, instalação, dietas e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em um aviário comercial de postura no município de Ouro, SC, sendo a pesquisa desenvolvida em parceria com a Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC. Foi utilizado um total de 740 aves poedeiras, sendo 555 da linhagem híbrida Embrapa 051 (E051) e 185 da linhagem comercial *Lohmann Brown* (LB). As aves foram alojadas às 18 semanas de idade; foram pesadas individualmente e individual total das aves e distribuídas em 20 boxes com 37 aves cada, em delineamento inteiramente casualizado. Cada boxe continha um comedouro tubular para o fornecimento de ração e um prato para o fornecimento de gramíneas trituradas, bebedouros do tipo *nipple* (cinco por boxe), três andares de poleiro e oito bocas de ninho. O piso dos boxes foi recoberto por maravalha e a área externa de 5,6 m² foi revestida com oito centímetros de areia, configurando uma criação alternativa. A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar foram registradas por *datalogger*, obtendo-se uma temperatura média no período experimental foi de 21,35 °C e umidade relativa do ar foi de 82,17 e a umidade relativa do ar foram registradas por *datalogger*, a

iluminação do aviário foi fornecida com lâmpadas fluorescentes e controlada por relógio timer para fornecer 16 horas de luz diárias.

A dieta experimental foi formulada à base de milho e farelo de soja com a composição nutricional estabelecida para atender as exigências de manutenção e produção de ovos da linhagem *Lohmann Brown* (LOHMANN DO BRASIL, 2011) e seguindo o perfil de proteína ideal, como recomendado pelas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011). Na Tabela 1 estão apresentadas as composições das dietas experimentais para as fases de pré-postura, (18 sem. - <5 % de produção). postura I (5% de produção a aprox. 28 semanas), postura II (de 29 a 64 semanas de idade) e de postura III (65 a 73 semanas de idade).

Foram testados quatro tratamentos que diferiram pela quantidade de alimento arraçoado as aves (diferentes arraçoamentos): T1 - *Lohmann Brown* – arraçoamento controle (LB 100%); T2 - Embrapa 051 recebendo 93% do arraçoamento controle (E051 93%); T3 - Embrapa 051 recebendo 100% do arraçoamento controle (E051 100%) e T4 - Embrapa 051 recebendo 107% do arraçoamento controle (E051 107%). A ração farelada era pesada de acordo com cada tratamento e o número de aves em cada boxe, sendo fornecida uma vez ao dia, pela manhã e a água foi fornecida à vontade. No período da tarde todas as aves receberam gramíneas trituradas (30g/ave/dia) variando entre Capim Elefante Anão (*Pennisetum purpureum* Schum. Cv. Mott) e Azevém (*Lolium multiflorum*), de acordo com a estação do ano. O intuito de fornecer gramíneas às aves foi promover um sistema de produção mais natural e com um nível de bem-estar satisfatório.

Tabela 1. Ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais de poedeiras em diferentes fases de postura.

Ingredientes (%)	Pré-postura	Postura I	Postura II	Postura III
Milho grão	55,00	60,00	60,00	60,00
Farelo de soja	28,62	16,08	23,76	17,75
Calcário calcítico	8,70	9,37	9,19	9,53
Farelo de trigo	5,55	13,26	5,35	10,71
Óleo de soja	1,21	0,33	0,56	1,03
Suplemento de vit. e minerais ¹	0,40	0,40	0,40	0,40
Sal comum	0,38	0,43	0,35	0,35
Fosfato bicálcico	0,00	0,00	0,14	0,00
DL-metionina	0,00	0,05	0,10	0,05
Sequestrante de micotoxinas ²	0,10	0,10	0,10	0,10
L-lisina	0,00	0,05	0,00	0,04
L-treonina	0,00	0,0002	0,03	0,03

L-triptofano	0,00	0,0052	0,00	0,00
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01
Fitase ³	0,01	0,01	0,005	0,005
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2800	2750	2750	2750
Proteína bruta (%)	18,00	13,96	16,00	14,12
Fibra bruta (%)	2,99	3,15	2,81	3,00
Cálcio (%)	3,70	3,90	3,74	3,83
Gordura (%)	3,89	3,25	3,34	3,88
Sódio (%)	0,16	0,18	0,15	0,15
Ácido linoleico (%)	2,06	1,74	1,77	2,07
Fósforo disponível (%)	0,51	0,50	0,33	0,31
Metionina digestível (%)	0,33	0,33	0,41	0,33
Metionina+cistina digestível (%)	0,61	0,57	0,67	0,57
Lisina digestível (%)	0,84	0,62	0,72	0,63
Treonina digestível (%)	0,60	0,45	0,55	0,48
Triptofano digestível (%)	0,20	0,15	0,17	0,15
Arginina digestível (%)	0,80	0,80	0,95	0,82
Isoleucina digestível (%)	0,68	0,49	0,59	0,50
Valina digestível (%)	0,78	0,59	0,68	0,60

¹Composição do produto (níveis de garantia por kg do produto): Vit A = 2250000 UI; Vit D3 = 750000 UI; Vit E = 3750 UI; Vit K3 = 625 mg; Vit B1 = 375 mg; Vit B2 = 1250 mg; Vit B6 = 750 mg; Vit B12 = 3750 mcg; Ácido pantotênico = 2000 mg; Niacina = 6250 mg; Ácido fólico 250 mg; Colina = 75 g; Biotina = 25 mg; Cobre = 2500 mg; Ferro = 12,5 g; Manganês = 20 g; Iodo = 250 mg; Zinco = 15 g; Selênio = 75 mg; Metionina = 245 g; Halquinol = 7,500 mg.

²Zeotek®, sequestrante organoaluminossilicato.

³Phyzyme® 10.000 FTU.

4.2.2 Qualidade óssea

Nas 40 e nas 73 semanas de idade foi avaliada a qualidade óssea das tíbias das poedeiras. Nos dois momentos foram selecionadas três aves por repetição experimental (15 aves por tratamento) com o peso corporal dentro do peso médio da repetição ($\pm 2,5\%$). As aves foram devidamente identificadas com lacres numerados, pesadas e eutanasiadas em uma planta experimental de necropsia da EMBRAPA, Concórdia, SC, Brasil.

Foram coletadas as tíbias, através do deslocamento das articulações do côndilo e do maléolo, cortando-se o músculo na articulação com o fêmur e pressionando a tíbia em direção ao corte. As tíbias foram congeladas em *freezer* e posteriormente, descongeladas sob refrigeração, em geladeira por 48 horas. Após o descongelamento, o tecido muscular aderido foi retirado com ajuda de um bisturi, os ossos limpos foram pesados em balança analítica ($\pm 0,0001$ g) e o comprimento e o diâmetro foram medidos na porção média, usando paquímetro eletrônico digital (mm), para cálculo do índice de Seedor (SEEDOR et al., 1991), pela fórmula: Índice de Seedor = peso do osso (mg)/comprimento do osso (mm), proposta inicialmente por Seedor (1991), e que serve como indicativo da densidade óssea, ou seja, quanto

maior o valor, mais denso é o osso. Para o cálculo do índice de robustez (IR) utilizou-se a seguinte fórmula: $IR = \text{comprimento do osso} / \sqrt[3]{\text{peso do osso}}$ (MONTEAGUDO et al., 1997). Para o teste de resistência óssea da tíbia foi utilizado um texturômetro digital (Texture Analyser - TA XT Plus Texture Analyzer®, *Texture Technologies Corporation*) com sonda 3-Point Bending Rig (HDP/3PB e HDP/90) e o uso do *software* Exponent (Stable Micro Systems). Os ossos foram posicionados de forma idêntica sob dois suportes espaçados 40 mm entre si. A resistência à quebra é representada pelo valor de força e está relacionada entre fatores como tamanho e composição mineral do osso. Posteriormente, as tíbias foram pesadas e levadas à estufa a 105 °C, por 24h, e após, foram calcinados em mufla a 600 °C para a determinação do teor de cinzas, cálcio e fósforo, conforme a Association of Official Analytical Chemists (AOAC,2000).

4.2.3. Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e a comparação entre as médias foi realizada através do teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Também foi utilizado análise de regressão e correlação linear de Pearson para estimar os efeitos e a força de associação dos três níveis de oferta de alimentos com as variáveis respostas na Linhagem Embrapa 051. Todas as análises foram executadas no programa estatístico R (R Core Team, 2017).

4.3 Resultados e Discussão

Os resultados para as características da tíbia estão apresentados nas Tabelas 2 e 3. Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos para as características de Índice Robustez e relação cálcio: fósforo, as 40 semanas de idade. De forma semelhante na semana 73, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos para as características de índice robustez, porcentagem de cinzas, cálcio e fósforo e a relação cálcio: fósforo.

Conforme pode ser observado na Tabela 2, às 40 semanas de idade foram encontradas diferenças significativas entre tratamentos para peso de tíbia, comprimento de tíbia, índice Seedor, resistência óssea à quebra, porcentagem de cinzas, porcentagem de cálcio, porcentagem de fósforo e taxa de postura ($P < 0,01$). Para peso e comprimento de tíbia a linhagem E051, independentemente do nível

arraçoamento e da semana de avaliação (40 e 73), apresentou tíbias mais pesadas e compridas em comparação com a linhagem LB ($P < 0,01$). Estes resultados podem ser explicados pela diferença de tamanho entre elas, sendo a E051 maior que a LB, apesar de que ambas são classificadas como galinhas semipesadas.

O índice Seedor foi maior na 40 semana ($P = 0,002$) e na linhagem E051 em todos níveis de arraçoamento e na 73 semana nos tratamentos E051 93% e E051 100% ($P = 0,002$). Índices Seedor maiores indicam ossos mais densos (MONTEAGUDO et al., 1997). Já o índice de robustez, ao contrário do Seedor, quanto maior o índice, mais fraca é a estrutura óssea (REISENFELD, 1972). Neste estudo, apesar de não haver diferenças significativas entre os tratamentos, o índice de robustez foi considerado baixo, mostrando ossos fortes, nos dois períodos analisados. Eastell & Lambert (2002) demonstraram que cerca de 70 a 80% da massa óssea é determinada geneticamente, enquanto 20 a 30% podem ser atribuídos a fatores externos, sendo o manejo e a nutrição os fatores mais importantes.

A análise de resistência óssea, medida em quilogramas força, indica quanto o osso aguenta até a sua ruptura. O tratamento E051 93% apresentou tíbias com maior resistência à quebra (21,86 kg/f), na semana 40 de idade. Essa maior resistência pode ser explicada pela correlação negativa observada com a taxa de postura (78,5%), neste tratamento, no período avaliado. De maneira inversa, o tratamento (LB 100%) que apresentou a pior resistência óssea (15,47 kg/f), também apresentou a maior taxa de postura (94,2%). Aves com maior taxa de postura, exigem maior mobilização de cálcio dos ossos medulares, para a formação da casca do ovo. A rigidez deste tecido é resultante da deposição de cálcio e fósforo, na forma de hidroxapatita, durante o processo de mineralização (ARAÚJO et al., 2012).

Também existem outros fatores associados a resistência óssea tais como, nutrição, desenho do osso, quantidade e qualidade de materiais orgânicos e inorgânicos, matriz orgânica, quantidade e tamanho de materiais minerais (BOSKEY et al., 1999) que poderiam explicar uma pequena parte destes resultados. Já as aves E051, que receberam 93% da oferta recomendada de alimentos, produziram menos ovos, e conseqüentemente, exigiram menos dos ossos medulares, apresentando assim uma maior resistência óssea.

A porcentagem de cinzas, cálcio e fósforo nos ossos, nas 40 semanas de idade, (Tabela 2) foram afetadas pelos diferentes níveis de oferta de alimento ($P < 0,05$), em que a E051 93% apresentou as maiores porcentagens. Segundo Rath et al. (2000), os componentes fundamentais dos ossos são: osteoblastos, osteócitos e osteoclastos. Estes elementos celulares são responsáveis pela síntese da matriz óssea e mineralização e são determinantes para os fatores químicos, geométricos e resistência do osso. Barbosa et al. (2010) relatam que as propriedades químicas, físicas e biomecânicas têm sido utilizadas como parâmetros para avaliação da qualidade óssea.

Tabela 2. Características de tíbia e taxa de postura de poedeiras com 40 semanas de idade e submetidas a diferentes arraçoamentos e alojadas em sistema alternativo (médias \pm desvio padrão)

Variáveis	Níveis de oferta de alimento				Valor de P	Linear
	LB 100%	E051 93%	E051 100%	E051 107%		
40 semanas de idade						
Peso de tíbia <i>in natura</i> (g)	11,45 \pm 0,67 B	12,55 \pm 0,87 A	12,55 \pm 0,75 A	12,59 \pm 1,07 A	<0,001	0,893
Comprimento (mm)	118,86 \pm 2,65B	124,50 \pm 2,66 A	124,61 \pm 3,02A	123,44 \pm 3,54 A	<0,001	0,504
Índice Seedor	96,13 \pm 4,48 B	101,67 \pm 5,96 A	101,68 \pm 6,34 A	101,88 \pm 6,07 A	0,002	0,949
Índice Robustez	53,08 \pm 0,79	53,45 \pm 1,04	53,49 \pm 1,65	53,09 \pm 0,60	0,268	0,472
Resistência óssea (kgf)	15,47 \pm 1,72 C	21,86 \pm 3,40 A	20,34 \pm 2,69 AB	18,50 \pm 2,18 B	<0,001	0,006
Cinzas (%)	29,59 \pm 2,03 B	33,03 \pm 2,20 A	32,17 \pm 1,84 AB	31,32 \pm 1,61 AB	0,002	0,003
Cálcio (%)	9,82 \pm 0,65 C	11,12 \pm 0,85 A	10,72 \pm 0,70 AB	10,28 \pm 0,53 BC	<0,001	0,001
Fósforo (%)	4,47 \pm 0,30 C	4,95 \pm 0,34 A	4,82 \pm 0,31 AB	4,65 \pm 0,24 BC	0,005	0,006
Relação Ca:P	2,19 \pm 0,04	2,24 \pm 0,07	2,21 \pm 0,06	2,21 \pm 0,05	0,177	0,281
Taxa de postura (%)	94,22 \pm 1,82 A	78,57 \pm 3,54 C	85,58 \pm 2,99 B	86,53 \pm 2,32 B	<0,001	0,001

LB 100% - linhagem Lohmann Brown arraçoamento controle 100% da dieta, E051 93% - linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 93% da dieta controle, E051 100%- linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 100% da dieta controle e E051 107% - linhagem Embrapa 051 + arraçoamento de 107% da dieta controle. Letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

Segundo Nunes et al. (2013) as exigências de nutrientes variam com a idade, a linhagem, a taxa de produção, o tamanho do ovo e o clima. Os resultados nas 73 semanas (Tabela 3) mostram que E051 independentemente do volume de arraçoamento, apresentaram ossos significativamente mais resistentes ($P < 0,001$) que as aves LB recebendo dieta controle. Mas, em compensação, a taxa de postura desses tratamentos foi em média 10% menor. Porém, nem sempre a diferença na

resistência óssea é explicada pelas linhagens como é o caso dos resultados observados por Oliveira et al. (2014) em frangos de corte.

Tabela 3. Características de tíbia e taxa de postura de poedeiras com 73 semanas de idade alimentadas com diferentes níveis de oferta de alimentos, alojadas em sistema alternativo (médias \pm desvio padrão)

Variáveis	Níveis de oferta de alimento				Valor de P	Linear
	LB 100%	E051 93%	E051 100%	E051 107%		
73 semanas de idade						
Peso de tíbia <i>in natura</i> (g)	11,41 \pm 0,90 B	12,83 \pm 1,01 A	13,19 \pm 1,32 A	12,41 \pm 0,88 A	<0,001	0,684
Comprimento (mm)	117,53 \pm 3,52B	123,96 \pm 3,21 A	125,84 \pm 4,06 A	123,20 \pm 3,27 A	<0,001	0,061
Índice Seedor	97,08 \pm 6,58 B	103,42 \pm 5,94 A	104,80 \pm 9,75 A	102,02 \pm 5,81 AB	0,002	0,726
Índice Robustez	52,24 \pm 1,44	52,98 \pm 0,74	53,34 \pm 1,95	53,01 \pm 1,10	0,167	0,965
Resistência óssea (kgf)	16,73 \pm 2,96 B	20,5 \pm 3,51 A	21,55 \pm 4,03 A	20,89 \pm 3,08 A	<0,001	0,803
Cinzas (%)	33,99 \pm 3,18	34,45 \pm 3,12	34,89 \pm 2,86	34,65 \pm 2,04	0,856	0,863
Cálcio (%)	15,74 \pm 1,62	15,37 \pm 1,06	15,31 \pm 1,15	15,77 \pm 1,56	0,705	0,479
Fósforo (%)	6,93 \pm 0,76	6,7 \pm 0,44	6,74 \pm 0,51	6,84 \pm 0,62	0,717	0,532
Relação Ca:P	2,27 \pm 0,06	2,28 \pm 0,06	2,26 \pm 0,04	2,3 \pm 0,05	0,137	0,357
Taxa de postura (%)	87,29 \pm 7,15 A	73,98 \pm 5,61 B	79,05 \pm 2,05 AB	78,66 \pm 6,12 AB	0,013	0,158

LB 100% - linhagem Lohmann Brown arraçamento controle 100% da dieta, E051 93% - linhagem Embrapa 051 + arraçamento de 93% da dieta controle, E051 100%- linhagem Embrapa 051 + arraçamento de 100% da dieta controle e E051 107% - linhagem Embrapa 051 + arraçamento de 107% da dieta controle. Letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

No entanto, nas 73 semanas de idade das aves, as porcentagens de cinzas, cálcio e fósforo não diferiam entre os tratamentos (Tabela 3). Possivelmente, fatores como queda na curva de produção de ovos e a redução na retenção do cálcio absorvido com o avançar da idade das aves justificam a ausência de diferenças significativas para estas variáveis. A porcentagem de cinzas também é utilizada como parâmetro de qualidade, pois é um bom indicador de mineralização óssea (GOMIDE, 2010). Neste sentido, Field (2000) atribui diferenças com relação ao teor de cálcio, maior constituinte dos ossos, somente entre a localização anatômica dos ossos e espécies animais, mas não devido a efeito de sexo e linhagens.

Uma das principais causas de osteoporose é a transformação do osso estrutural para o medular, no início da maturidade sexual. No entanto, a perda óssea estrutural é acelerada pela relativa inatividade das aves alojadas em gaiolas. Esta perda poderia ser reduzida em sistemas de aviários que permitam que as aves executem uma maior atividade física (WHITEHEAD; FLEMING, 2000). Os sistemas alternativos com fornecimento de poleiros e maior espaço estão sendo estudados

para mitigar o problema da osteoporose. As aves alojadas em sistemas alternativos possuem maior área para exercícios de carga, como agitar as asas, caminhar e correr, que alteram as características do osso e o tornam mais forte (REGMI et al., 2015). A relação de Ca:P nas tíbias não foi influenciada pelos diferentes níveis de oferta de alimento. Segundo Scott et al., (1982), a relação de Ca:P nos ossos das poedeiras deve ser em torno de 2:1, valor encontrado neste trabalho.

As aves LB apresentaram significativamente maior taxa de postura em comparação à linhagem E051, nos três níveis de arraçoamento, indicando que, neste caso, o fator linhagem foi mais determinante que o fator nutricional. Por outro lado, a redução em 7% no arraçoamento das aves E051 reduziu significativamente a taxa de postura. Neste ponto é interessante enfatizar que o aporte extra de 30g de forragens oferecidas diariamente a todas as aves não foi suficiente para manter a produção de ovos. Como resultado da redução da taxa de postura, as aves E051 apresentaram melhor qualidade óssea pela menor mobilização de cálcio dos ossos. Onde, de acordo com Bertechini (2006), aproximadamente, 30% a 40% da casca do ovo é formada de cálcio de origem óssea.

4.3.1 Análise de correlação linear: três níveis de arraçoamento da linhagem Embrapa 051

A análise de correlação linear, nas 40 semanas de idade das poedeiras mostrou que a quantidade de Ca nos ossos correlaciona-se positivamente com a quantidade de cinzas ($r=0,66$, $P=0,007$), fósforo ($r=0,86$, $P<0,001$), força ($r=0,68$, $P=0,005$) e negativamente com taxa de postura ($r= -0,78$, $P<0,001$). O comprimento da tíbia se correlacionou positivamente com o índice de Seedor ($r=0,57$, $P=0,02$) e peso da tíbia ($r=0,76$, $P=0,001$), enquanto que a quantidade de cinzas se correlacionou positivamente com cálcio ($r=0,66$, $P=0,007$), fósforo ($r=0,78$, $P<0,001$) e força necessária para romper o osso ($r=0,52$, $P=0,04$). Por outro lado, a força para romper o osso esteve positivamente correlacionada com a quantidade de fósforo ($r=0,64$, $P=0,009$) e negativamente com a taxa de postura ($r= -0,62$, $P=0,01$). O índice de robustez esteve negativamente correlacionado com o índice de Seedor ($r= -0,61$, $P=0,01$). O índice de Seedor apresentou correlação positiva com o peso da tíbia ($r= 0,96$, $P<0,0001$), enquanto que a quantidade de fósforo negativa com a taxa de postura ($r= -0,59$, $P=0,02$).

Às 73 semanas de idade, no grupo de aves E051, foram encontradas correlações positivas significativas entre a porcentagem de cálcio nos ossos com a porcentagem de cinzas ($r= 0,70$, $P = 0,003$), fósforo ($r= 0,95$, $P < 0,001$) e força de rompimento dos ossos ($r= 0,72$, $P = 0,002$). O comprimento da tíbia se correlacionou positivamente com a índice de Seedor ($r=0,58$, $P = 0,02$) e peso da tíbia ($r=0,74$, $P = 0,001$), enquanto que a quantidade de cinzas se correlacionou positivamente com força ($r=0,82$, $P = 0,002$), fósforo ($r=0,81$, $P < 0,0002$), peso da tíbia ($r=0,63$, $P < 0,01$), e força necessária para romper o osso ($r=0,82$, $P = 0,0002$) e negativamente com o índice de robustez ($r= -0,52$, $P = 0,04$). A força necessária para romper o osso obteve correlação positiva com o índice de Seedor ($r= 0,57$, $P = 0,02$), o peso da tíbia ($r= 0,55$, $P =0,03$) e com a porcentagem de fósforo ($r= 0,77$, $P =0,0007$), enquanto que o índice de robustez esteve negativamente correlacionado com o índice de Seedor ($r= -0,65$, $P =0,007$). O índice de Seedor esteve positivamente correlacionado com o peso da tíbia ($r= 0,97$, $P <0,0001$).

A biologia do tecido ósseo é alterada no início da maturidade sexual, o osso cortical desenvolve até o início da postura, sendo que o medular se desenvolve a partir de então; osteoblastos passam a sintetizar osso medular e não mais o cortical (HUDSON et al., 1993, WHITEHEAD, 2004). Ao alcançar a maturidade sexual, ocorre um aumento na produção de estrogênio, isto altera a produção de ossos estruturais (cortical + trabecular) para medular, resultando com o tempo em osteoporose (FLEMING et al., 1998). E, ao avançar a postura ocorre maior atresia folicular e com isso há uma diminuição da produção de estrogênio e conseqüentemente menor atividade osteoblastos (menor matriz óssea) e maior atividade osteoclastos (maior desgaste ósseo). Contudo o conteúdo mineral dos ossos aumenta, mas eles se tornam mais quebradiços, conteúdo da fração cortical reduz e a mineral aumenta (HESTER et al., 2002, WHITEHEAD; FLEMING 2000) dados esses que vão ao encontro dos resultados encontrado neste estudo.

Segundo Zhang & Coon (1997), a força à quebra, também denominada resistência óssea, não está em função da porcentagem de cinzas ósseas, mais sim em função do volume do mesmo. O volume ósseo é considerado no cálculo do índice Seedor, ou seja, estas medidas são bastante importantes nas mensurações de qualidade óssea, estando intimamente relacionadas.

4.4 Conclusões

As linhagens de poedeiras *Lohmann Brown* e Embrapa 051 possuem características ósseas distintas, nas condições experimentais do trabalho.

Na linhagem Embrapa 051, a restrição quantitativa de alimentos em até 7% melhora as características ósseas, porém às custas de uma menor taxa de postura. Ao contrário, o fornecimento de um aporte extra de 7% na quantidade de ração não contribuiu para a melhora das características ósseas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A linhagem de poedeira Embrapa 051, nas condições experimentais, apresenta potencial produtivo e índices de qualidade de ovos satisfatórios quando recebe os mesmos níveis de oferta de alimento ao da genética utilizada como referência.

A redução em 7% do arraçoamento reduz o peso corporal e o peso da carcaça fria sem afetar a qualidade físico-química da carne e o rendimento de cortes de poedeiras Embrapa 051.

A linhagem Embrapa 051 apresenta, ao final do ciclo produtivo, características de qualidade tecnológica aceitável para a utilização como matéria-prima na elaboração de produtos industrializados e no preparo para consumo doméstico. Por outro lado, os resultados observados na E051 nesta tese indicam que a restrição quantitativa, do arraçoamento, em até 7%, melhora as características ósseas, porém, à custa de uma menor taxa de postura. Ao contrário, o fornecimento de um aporte extra de 7%, na quantidade de ração, não contribui para a melhora das características ósseas.

Desta forma, levando em consideração todas as variáveis estudadas nesta tese, conclui-se que o arraçoamento utilizando as mesmas recomendações da linhagem *Lohmann Brown* é o mais indicado para a poedeira Embrapa 051, na fase de 37 a 73 semanas de idade e em condições similares às experimentais.

Referências

ABPA – **Associação Brasileira de Proteína Animal**. Relatório Anual de 2018, p.144-160, 2018.

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

AMARAL, G.F.; GUIMARÃES, D.D.; NASCIMENTO, J.C.O. do; CUSTODIO, S. Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.43, p. 167-207, 2016.

ALBINO, L. F. T.; CARVALHO, B. R.; MAIA, R. C.; BARROS, V. R. S. M. **Galinhas Poedeiras – Criação e Alimentação**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2014.

AOAC **Official methods of analysis**, 17th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, 2000.

ARAÚJO, G.M.; VIEITES, F.M.; SOUZA, C.S. Importância do desenvolvimento ósseo na avicultura. **Archivos de Zootecnia**, v.61, p.79-89, 2012.

BAIÃO NC AND LÚCIO CG. Nutrição de matrizes pesadas. In: MACARI M AND MENDES AA. **Manejo de matrizes de corte**. 1ª(ed). Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícola, p.197-212, 2005.

BARBOSA, A.A.; MORAES, G.H.K.; TORRES, R.A. et al. Avaliação da qualidade óssea mediante parâmetros morfométricos, bioquímicos e biomecânicos em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.772-778, 2010. BECK, M. M.; HANSEN, K. K. Role of estrogen in avian osteoporosis. **Poultry science**, v. 83, n. 2, p. 200-206, 2004

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Editora UFLA, Lavras,.301p., 2006.

BORBA, H. **Utilização do processo de maturação e marinação sobre as características qualitativas da carne de matrizes de descarte de corte e galinhas poedeiras de descarte**. 50f. (Livre Docência) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual. 2008.

BOSKEY, A. L.; WRIGHT, T. M.; BLANK, R. D. Collagen and bone strength. **Journal Bone and mineral research**. v. 14, p. 330-335, 1999.

BRAKE JT. Optimización del almacenaje de huevos fértiles. **Avicultura Profesional** v.14, p 26-31, 1996.

BRASIL.-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Ofício Circular DOI/DIPOA 007**, 19 maio 1999a.

BRASIL-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Ofício Circular 60**, 4 nov. 1999b.

BRASIL. **Ministério da Agricultura**, DIPOA. Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiénico-Sanitária de Carne de Aves. Portaria SDA nº 210, de 10 de novembro de 1998, publicada em D.O.U. em 26/11/98, 1998.

BRASIL-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 17**, 18 jun. 2014.

BRIDI, A.M., CONSTANTINO, C. Qualidade e Avaliação de Carcaças e Carnes Bovinas. In: **Congresso Paranaense dos Estudantes de Zootecnia**, Anais... Maringá, CD-ROM. Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2009.

CARVALHO FB, STRINGHINI JH, JARDIM FILHO RM, LEANDRO NSM, CAFÉ MB E DEUS HASB. Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades. **Ciências Animal Brasileira**. v 8, p.25-29, 2007.

CASEY-TROTT, TM; KORVER, DR; GUERIN, M; SANDILANDS, V; TORREY, S; WIDOWSKI TM. Opportunities for exercise during pullet rearing, Part I: Effect on the musculoskeletal characteristics of pullets. **Poultry Science**, v.96, p. 2509–2517, 2017. <https://doi.org/10.3382/ps/pex059>

CASEY-TROTT, T.M; KORVER, D.R. GUERIN, M.T; SANDILANDS, V; TORREY, S; WIDOWSKI T.M.; Opportunities for exercise during pullet rearing, Part II: Long-term

effects on bone characteristics of adult laying hens at the end-of-lay, **Poultry Science**, V. 96, p. 2518–2527, 2017. <https://doi.org/10.3382/ps/pex060>

CHUEACHUAYCHOO, A., S. WATTANACHANT, AND S. BENJAKUL. Quality characteristics of raw and cooked spent hen Pectoralis major muscles during chilled storage: effect of salt and phosphate. Int. **Journal of Food Research**, v.18, p. 601–613, 2011.

COSTA FGP, SOUZA HC, GOMES CAV, BARROS LR, BRANDÃO PA, NASCIMENTO GAJ, SANTOS AWR DOS AND AMARANTE JUNIOR VS DO. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na produção e qualidade dos ovos de poedeiras da linhagem *Lohmann Brown*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p 421-1427, 2004.

DEBUT M. BERRI C. BAEZA E. SELIER N. ARNOULD C. GUEMENE D. JEHL N. BOUTTEN B. JEGO Y. BEAUMONT C. LE BIHAN-DUVAL E... Variation of chicken technological meat quality in relation to genotype and preslaughter stress conditions **Poultry Science**, v.82, p.1829–1838, 2003.

DE PERSIO S, UTTERBACK PL, UTTERBACK CW, ROCHELL SJ, O’SULLIVAN N, BREGENDAHL K, ARANGO J, PARSONS CM AND KOELKEBECK KW. Effects of feeding diets varying in energy and nutrient density to Hy-Line W-36 laying hens on production performance and economics. **Poultry Science**, v 94, p.195–206, 2015.

DIRECTIVE 99/74/CE du Conseil du 19-07-99 concernant les volailles de l’espèce *Gallus gallus* élevées pour la ponte. **Journal Officiel des Communautés Européennes**, JO L:203/53, p.53-57, 1999.

DONATO, D.C.Z.; GANDRA, E.R.S.; GARCIA, P.D.S.R.; REIS, C.B.M.; GAMEIRO, A.H. A questão da qualidade no sistema agroindustrial do ovo. In: CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL. Porto Alegre, 2009. Disponível em: www.sober.org.br/palestra/13/439.pdf. Acesso em: 12/11/2017

DRIGGERS JC, COMAR CL. The secretion of radioactive calcium in the hens egg. **Poultry Science**.; v. 28, p. 420-424, 1949.

EASTELL, Richard; LAMBERT, Helen. Diet and healthy bones. **Calcified Tissue International**, v. 70, n. 5, p. 400-404, 2002.

ELLIOT, M.A. News concepts in layer nutrition. In: 23° Annual Australian Poultry Science Symposium, New South Wales, Sydney. **Anais...**2012

EMBRAPA. **Qualidade da carne bovina: curso conhecendo a carne que você consome**, 1. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte,.25p.,1999.

FARIA, PB; BRESSAN, MC; SOUZA, XR; RODRIGUES, EC; CARDOSO, GP; GAMA, LT. Composição proximal e qualidade da carne de frangos das linhagens Paraíso Pedrês e Pesçoço Pelado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 12, p. 2455-2464, 2009.

FAWC (Farm Animal Welfare Council). **Report on the welfare of laying hens**. Tolworth, England: Author, 1997.

FIELD, R. A. Ash and calcium as measures of boné in meat and bone mixtures. **Meat Science**., v. 55, n. 3, p. 255-264, 2000.

FIGUEIREDO, E. A. P.; ALBINO, J. Linhagens comerciais de galinhas para corte e postura. Concórdia: **Embrapa Suínos e Aves**. 2004.

FIGUEIREDO, E.A.P.; JAENISCH, F.R.F., SCHIMIDT, G.S. et al. Sistema para a produção de ovos com a poedeira Embrapa 051. EMBRAPA – **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2007.

FLEMING, R. H., MCCORMACK, H. A., MCTEIR, L., & WHITEHEAD, C. C. Medullary bone and humeral breaking strength in laying hens. **Research in Veterinary Science**, 64(1), p.63-67, 1998.

FLEMING, R.H.; WHITEHEAD, C.C; ALVEY, D; GREGORY N.G; & WILKINS L. J; Bone structure and breaking strength in laying hens housed in different husbandry systems, **British Poultry Science**, v. 35:5, p. 651-662, 1994. DOI: [10.1080/00071669408417731](https://doi.org/10.1080/00071669408417731)

FREITAS ER. FUENTES MDF AND ESPINDOLA GB. Efeito da suplementação enzimática de dietas à base de farinha de milho / soja sobre o desempenho de galinhas poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1103-1109, 2000.

GALOBART J. MORAN E. T. JR. Changes in light reflectance and extent of thawing loss after extended freezing with breast fillets from late marketed broiler males using population representatives having L* above and below the median. Int. **Poultry Science**, v.83, p.586–587, 2004 a.

GALOBART J. MORAN E. T. JR. Refrigeration and freeze-thaw effects on broiler fillets having extreme L* values. **Poultry Science**.v.83, p.1433–1439, 2004 b.

GALOBART J. MORAN E. T. JR. Freeze-thaw and cooking effects on broiler breast fillets with extreme initial L* values. **Poultry Science**. v.83 p. 2093–2097, 2004 c.

GIAMPAULI J, PEDROSO AAP AND MORAES VMB. Desempenho e qualidade de ovos de poedeiras após a muda forçada suplementadas com probiótico em diferentes fases de criação. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, p.179-186, 2005.

GOMIDE, E. M. **Redução dos níveis de proteína bruta, cálcio e fósforo em rações com fitase e aminoácidos para frangos de corte**. 2010. 134 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. A carne com alimento; Propriedades da carne fresca. In: **Ciência e qualidade da carne: fundamentos**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 155 p. 2013.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydratation: **Advances in Food Research**, Cleveland, v. 10, n. 2, p. 335-443, 1960.

HARDER MNC, BRAZACA SGC, SAVINO VJM AND COELHO AAD. Efeito de *Bixa orellana* na alteração de características de ovos de galinhas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p 1232-1237, 2008.

HARRISON, R. **Animal machines**. London: Stuart, 1964.

HARMS RH, RUSSELL GB AND SLOAN DR. Performance of four strains of commercial layers with major changes in dietary energy. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 9, p. 535–541, 2000.

HARMS RH AND RUSSELL GB Performance of Commercial Laying Hens When Fed Diets with Various Sources of Energy. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 3, p. 365–369, 2004.

HAVENSTEIN, G., FERKET, P., & QURESHI, M. Growth, livability, and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. **Poultry Science**, 82(10), 1500–1508, 2003.

HEDRICK, H.B., ABERLE, E.D., FORREST, J.C., JUDGE, M.D., MERKEL, R.A. **Principles of meat science**. 3.ed., DUBUQUE:Kendal/Hunt Publ. Co., 354p.,1994.

HESTER, P.Y.; ENNKING, S.A.; HALEY, B.K.; CHENG, H.W.; EINSTEIN, M.E.; RUBIN, D.A. The effect of perch availability during pullet rearing and egg laying on musculoskeletal health of caged White Leghorn hens. **Poultry Science**, v. 92, n.8, p 1972-1980, 2013.

HESTER, P. Y., Z. KOUNEV, AND M. A. SCHREIWEIS. The effect of age on bone mineral density and content of White Pekin ducks as assessed through densitometry. **Poultry. Science**. 81(Suppl. 1):62. (Abstr.) 2002.

HONIKEL, K. O. Influence of chilling on meat quality attributes of fast glycolysing pork muscles. In: TARRANT, P. V.; EIKELENBOOM, G.; MONIN, G. (Eds.). **Evaluation and control of meat quality in pigs**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, p. 273-283,1987.

HONIKEL, K. O.: Reference methods supported for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v. 49, p. 447-457, 1998.

HUSAK, R. L., SEBRANEK, J. G., & BREGENDAHL, K. A survey of commercially available broilers marketed as organic, free-range, and conventional broilers for cooked meat yields, meat composition, and relative value. **Poultry Science**, v.87, p. 2367-2376, 2008.

HUDSON, HA, W.M. BRITTON, G.N. ROWLAND, AND RJ. BUHR, Histomorphometric bone properties of sexually immature and mature White Leghorn hens with evaluation of fluorochrome injection on egg production traits. **Poultry Science**, v.72,1537-1547, 1993.

JAMES, S. J.; JAMES, C. **Meat refrigeration**, CRC Press, 1 ed. England, p.26, 2002.

JALAL MA, SCHEIDELER SE AND MARX D. Effect of bird cage space and dietary metabolizable energy level on production parameters in laying hens. **Poultry Science**. v. 85, p. 306–311, 2006.

JALAL MA, SCHEIDELER SE AND PIERSON EM. Strain response of laying hens to varying dietary energy levels with and without avizyme supplementation **Journal of Applied Poultry Research**, v 16, p 289–295, 2007.

JAMES, S. J.; JAMES, C. **Meat refrigeration**, CRC Press, 1 ed. England, p.26, 2002.

JULIAN, R.J. Patologias ósseas em aves. Em: Conferência Apinco 2005 de **Ciência e Tecnologia Avícolas**. Santos, SP. Brasil. *Anais*. 2: p.107-122, 2005.

KRABBE, E. L., FORGIARINI, J., SILVA, S., CONTREIRA, C., SAATKAMP, M., LOPES, L. D. S., & de AVILA, V. S. Comportamento de ingestão de ração da poedeira 051 com diferentes níveis de ofertas de alimento. In: Embrapa Suínos e Aves-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2016, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: FACTA, 2016.

KOMIYAMA, C. M.; MENDES, A. A.; SANFELICE, C; CANIZARES, M. C.; RODRIGUES, L.; GUIMARÃES, I. G.; CAÑIZARES, G. I. L.; ALMEIDA PAZ, I. C. L.; MILBRADT, E. L.; CARDOSO, K. F. G.; BALOG, A. Breast meat quality characteristics of spent breeder hens In: **International Poultry Scientific Forum**, 2009, Atlanta. Abstract of International Poultry Scientific Forum, v. 1, n. 1, p. 68-68, 2009.

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

LAWRIE, R. A. The conversion of muscle to meat. In: LAWRIE, R.A. **Lawry's meat science**. 6. ed. Cambridge: Woodhead, p. 96-118, 1998.

LEDUR MC, FIGUEIREDO EAP, SCHMIDT GS, AVILA VS e PEIXOTO JOO. Melhoramento genético de aves no Brasil e as contribuições da Embrapa Suínos e Aves. In: SOUZA JCPVB, TALAMINI DJD, SCHEUERMANN GN AND SCHMIDT GS. **Sonho. desafio e tecnologia: 35 anos de contribuições da Embrapa Suínos e Aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. Cap. 11. p. 293-316. 2011.

LEESON S. AND SUMMERS JD. **Commercial Poultry Nutrition** (2^a ed). Guelph-Ontário: Univerty Books, p 355. 1997.

LEESON S. AND SUMMERS JD. CASTON LJ. Response of layers to low nutrient density diets. **Journal of Applied Poultry Research** v. 10, p. 46-52, 2001.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial poultry nutrition**. Guelph: Nottingham University Press, 2005.

LEESON S. AND SUMMERS JD. **Commercial Poultry Nutrition** (3^a ed). Guelph-Ontário: Univerty Books. p.416, 2009.

LI F, ZHANG LM, WU XH, LI CY, YANG XJ, DONG Y, LEMME A, HAN JC AND YAO JH. Effects of metabolizable energy and balanced protein on egg production. quality and components of Lohmann Brown laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 22, p 36–46, 2013. <https://doi.org/10.3382/japr.2012-00568>

LI Y., LUO C., WANG J. E GUO F. Effects of different raising systems on growth performance, carcass, and meat quality of medium-growing chickens, **Journal of Applied Animal Research**, 45:1, 326-330, 2017. DOI: [10.1080/09712119.2016.1190735](https://doi.org/10.1080/09712119.2016.1190735)

LOETSCHER, Y., KREUZER M., AND MESSIKOMMER R. E. Late laying hens deposit dietary antioxidants preferentially in the egg and not in the body. **Journal of Applied Poultry Research**, v 23, p 647–660, 2014.

LOHMANN DO BRASIL. **Guia de Manejo Lohmann Brown**. São José do Rio Preto/SP, 2011.

LOPES LC. **Controle metroológico da cor aplicado à estamperia digital de materiais têxteis**. 142 f. Dissertação (Mestrado em Metrologia). PUC-Rio. Rio de Janeiro. 2009.

LOPES, R.C.S.O. **Avaliação de fêmures de frangos de corte alimentados com farelo de resíduo de manga**. Dissertação (Mestrado em Bioquímica Agrícola). UFV. Viçosa – MG, 2009.

LOT, L.R.T.; BROEK, L.V.D.; MONTEBELLO, P.C.B.; CARVALHO, T.B. Mercado de ovos: panorama do setor e perspectivas. In: 43^o Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2005, Ribeirão Preto-SP. **Anais do SOBER**, p.1-15. 2005.

LYON, C. E.; LYON, B. G.; DICKENS, J. A. Effects of carcass stimulation, deboning time, and marination on color and texture of broiler breast meat. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 7, n. 1, p. 53-60, 1998.

MAC GREGOR, H. (1979). A measure of follicular maturation and the use of ahemeral cyclesto improve productionin the hen. MSc thesis. University of Guelph, Ontario. Canada.

MATHLOUTHI N, MOHAMED MA, LARBIER M. Effect of enzyme preparation containing xylanase and β -glucanase on performance of laying hens fed wheat/barley-or maize/soybean meal-based diets. **Poultry Science**, v. 44, p. 60–66, 2003.

MAZZUCO, H. Ovo: alimento funcional, perfeito à saúde. **Avicultura Industrial**, n.2, p.12-16, 2008.

MENDES, A. A.; KOMIYAMA, C. M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaça e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 352-357, 2011.

MIELE, M.; GIROTTO, A.F.; PALHARES, J.C.P. et al. Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da poedeira colonial Embrapa 051. In: **XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Anais... Rio Branco, 2008.

MONTEAGUDO MD, HERNANDEZ ER, SECO C, GONZALES-RIOLA J, REVILLA M, VILLA LF, RICO H. Comparison of the bone rousticity index and bone weight/bone length index with the results of bone densitometry and bone histomorphometry in experimental studies. **Acta Anatomica**, v. 160, p 195-199, 1997.

MOURA GRS, MENDONÇA MDEO, SALGADO HR, CASTRO JDEO AND SOUZA RTDE. Galinhas semipesadas em postura criadas sobre diferentes tipos de cama. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v. 18, p 378-387, 2017.

MUELLER S, KREUZER M, SIEGRIST M, MANNALE K, MESSIKOMMER RE, GANGNAT IDM: Carcass and meat quality of dual-purpose chickens (Lohmann Dual, Belgian Malines, Schweizerhuhn) in comparison to broiler and layer chicken types. **Poultry Science**, 2018.

MURAKAMI AE, FERNANDES JIM, SAKAMOTO MI, SOUZA LMG AND FURLAN AC. Efeito da suplementação enzimática no desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Acta Scientiarum**, v. 29, p. 165-172, 2007.

MURUGESAN GR AND PERSIA ME. Validation of the effects of small differences in dietary metabolizable energy and feed restriction in first-cycle laying hens. **Poultry Science**, v. 92, p.1238–1243, 2013. . <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02719>.

NAHASHON S.N.; ADEFOPE, N., AMENYENU, A. Effect of varying concentrations of dietary crude protein and metabolizable energy on laying performance of Pearl Grey guinea fowl Hens. **Poultry Science**, v.86, p. 1793-1799, 2007.

NOVAK CL, YAKOUT HM AND REMUS J. Response to varying dietary energy and protein with or without enzyme supplementation on Leghorn performance and economics. 2. Laying period. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 17, p. 17-33, 2008.

NUNES, J. K., SANTOS, V. L., ROSSI, P., ANCIUTI, M. A., RUTZ, F., MAIER, J. C., & SILVA, J. G. C.). Qualidade de ovos e resistência óssea de poedeiras alimentadas com minerais orgânicos Quality of eggs and bone strength of layers fed organic minerals. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65(2), p. 610-618, 2013.

OBANU, Z.A.; OBLOHA, F.C.; NWOSU, C.C; NWOFOR, W.E. Evaluation of the organoleptic and chemical characteristics of meat from chickens. **World Review of Animal Production**, Rome, v.20, n.1, p.53-58, 1984.

OFFICIAL JOURNAL OF EUROPEAN COMMUNITIES. **Council Directive** 1999/74/EC, 1999.

OLIVEIRA, R.P. DE. **Avaliação do desenvolvimento da discondroplasia tibial em frangos de corte submetidos à dieta com 25 hidroxicolecalciferol. Características ultraestruturais.** Tese (Doutorado em Zootecnia). USP. Pirassununga, 2008.

OLIVEIRA, A. F. G.; BRUNO, L. D. G.; MARTINS, E. N.; GARCIA, E. R. M.; MONTEIRO, A. C.; LEITE, M. C. P.; POZZA, P. C.; SANGALI, C. P. Efeito da densidade de criação e do grupo genético sobre a composição mineral e desenvolvimento de ossos longos de frangos de corte. **Ciências. Agrárias.**, v. 35, n. 2, p. 1023-1034, 2014.

OLIVO, R. Fatores que influenciam na cor de filés de peito de frango. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 25, n. 289, p. 44-49, 2001.

OLIVO, R. et al.: **O Mundo do Frango:** Cadeia Produtiva da Carne de Frango. Criciúma/SC, ed. autor, 2006.

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; SAÑUDO, C. Sensorial characteristics of sheep meat, **Brazilian Journal of Animal Science**, v.38, p.292-300, (supl. especial). 2009.

PASIAN, I.M. GAMAERO, A.H. Mercado Para a Criação de Poedeiras em Sistemas do Tipo Orgânico, Caipira e Convencional- **XLV Congresso do SOBER- Sociedade**

Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 22 a 25 de julho, UEL Londrina, 2007.

PESSOA GBS, SALGUERO SC, ALBINO LFT, NOGUEIRA ET AND ROSTAGNO HS. **Atualização de Programas Nutricionais para Poedeiras**. In: XIII Congresso APA-Produção e Comercialização de Ovos. 2015.

PINTO, M. F.; PONSANO, E. H. G.; ALMEIDA, A. P. S. Espessura da lâmina de cisalhamento na avaliação instrumental da textura da carne. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.6, p. 1405 – 1410, 2010.

PRAES, M. F.; JUNQUEIRA, O. M.; Pereira, A. A. Prós e Contras da Proibição da Criação de Poedeiras em Gaiolas. **Revista AviSite**. 2012. Disponível em: <http://www.avisite.com.br/cet/trabalhos.php?codigo=144> Acesso em: 28/11/2017.

PRAXEDES, C.I.S. **Exsudação de gel no cozimento em carne de peito de frango normal, “PSE” e “DFD”** – Dissertação de Mestrado em Medicina Veterinária. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2007.

QIAO M. FLETCHER D. L. NORTH CUTT J. K. SMITH D. P. The relationship between raw broiler breast meat color and composition. **Poultry Science**, v. 81, p. 422–427. 2002.

QIAO M. FLETCHER D. L. SMITH D. P. NORTH CUTT J. K. The effect of broiler breast meat color on pH, water-holding capacity, and emulsification capacity. **Poultry Science**, v.80, p. 676–680, 2001a.

QIAO M. FLETCHER D. L. SMITH D. P. NORTH CUTT J. K. Effect of raw broiler breast meat color variation on marination and cooked meat quality. **Poultry Science**, v. 81, p. 276–280. 2002 b.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2016.

R CORE TEAM R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.,2017. <https://www.R-project.org/>.

RAO S, RAMA V, RAVINDRAN V, RAJU MVLN, SRILATHA T e PANDA AK. Effect of different concentrations of metabolisable energy and protein on performance of White Leghorn layers in a tropical climate. **Poultry Science**, v. 55, p. 532- 539, 2014.

RATH, N. C., G. R. HUFF, W. E. HUFF, AND J. M. BALOG. Factors regulating bone maturity and strength in poultry. **Poultry Science**, v. 79: p.1024–1032, 2000.

REGMI, P; DELAND, T. S; STEIBEL, J. P; ROBISON, C. I; HAUT, R. C; ORTH, M. W; KARCHER D. M. Effect of rearing environment on bone growth of pullets, **Poultry Science**, v 94, p 502–511, 2015, <https://doi.org/10.3382/ps/peu041>

REGMI, P; SMITH, N; NELSON, N; HAUT, R.C; ORTH, M.W; AND KARCHER D.M. Housing conditions alter properties of the tibia and humerus during the laying phase in Lohmann white Leghorn hens, **Poultry Science**, v.95, p 198–206, 2016, <https://doi.org/10.3382/ps/pev209>

REISENFELD, A. Metatarsal robusticity in bipedal rats. **American Journal of Physical Anthropology**, 40:229–234, 1972.

RIBEIRO PAP, MATOS JÚNIOR JB, QUEIROZ ACA, LARA LJC e BAIÃO NC. Efeito dos níveis de energia para poedeiras comerciais no período final de produção sobre o desempenho, a conversão alimentar e energética e a qualidade de ovos. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.65, p.1491-1499, 2013.

ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., HANNAS, M. I., DONZELE, J. L., SAKOMURA, N. K., PERAZZO, F. G., & BRITO, C. O. **Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais** (488 p.). Departamento de Zootecnia-UFV, Viçosa, MG, BR., 2017.

ROSTAGNO HS, ALBINO LFT, DONZELE JL, GOMES PC, OLIVEIRA RF, LOPES DC, FERREIRA AS, BARRETO SLT e EUCLIDES RF. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**. 3ª(ed), Viçosa. MG: UFV, 252 p., 2011.

SANFELICE, C.; MENDES, A.A; KOMIYAMA, C.M.; CAÑIZARES, M.C.; RODRIGUES, L.; CAÑIZARES, G.I.L. Avaliação do efeito do tempo de desossa sobre a qualidade da carne de peito de matrizes pesadas de descarte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.32, n.1, p.85-92, 2010.

SANTOS, R.D. et al. I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo , v. 100, n. 1, supl. 3, p. 1-40, Jan. 2013. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0066-782X2013000900001&lng=en&nrm=iso>. access on 07 Mar. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2013000900001>.

SANTOS, A. L. **Desempenho, crescimento, qualidade do ovo, composição corporal e características reprodutivas e ósseas de poedeiras submetidas a diferentes programas nutricionais**. 165f. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

SAKOMURA, N.K. Exigências nutricionais das aves utilizando o método fatorial. In Simpósio internacional sobre exigências nutricionais de aves e suínos, 1996. Viçosa. **Anais...** Viçosa UFV, p.319-344, 1996.

SCOTT, M. L.; NESHEIM, M. C.; YOUNG, R. J. **Nutrition of the chicken**. 3. ed. Ithaca: M.L Scott Associates, 562 p., 1982.

SCOTT TA AND SILVERSIDEST B. The effect of storage and strain of hen on egg quality. **Poultry science**, v. 79, p.1725-1729, 2000.

SEBRANEK, J. Midiendo la capacidad de retención de agua de los productos cárnicos, 2011. Seedor JG, Quartuccio HA, Thompson DD. The bisphosphonate alendronate (MK-217) inhibits bone loss due to ovariectomy in rats. **Journal of Bone and Mineral Research.**, v. 6, p. 339-346, 1991.

SEEDOR, J.G.; QUARRACCIO, H.H; THOMPSON, D.D. The biophosphonate alendronate (mk-217) inhibits bone loss due to ovariectomy in rats. **Journal Bone and mineral research**, v.6, p.339-346,1991.

SEEDOR, J. G. The biophosphanate alen-dronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. **Journal Bone and Mineral Research.**, v. 4, p. 265-270, 1995.

SENGOR E, YARDIMCI M, CETINGUL S, BAYRAM I, SAHIN H and DOGAN I. Effects of short chain fatty acid (SCFA) supplementation on performance and egg characteristics of old breeder hens. **South African Society for Animal Science**, v. 37, p 58-163, 2007.

SILVA, I. J. O.; MIRANDA, K. O. S. Impactos do bem-estar na produção de ovos. **Revista Thesis**, São Paulo, n. 11, 2009.

SILVA, S. N. da **Desempenho e qualidade de ovos de poedeiras da linhagem Embrapa 051 submetidas a diferentes programas alimentares**. (Dissertação), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Pelotas.53f. 2017.

SOARES, A.L., LARA, J. A.F., IDA, E.I., GUARNIERI, P.D., OLIVO, R., SHIMOKOMAKI, M... Variation in the Colour of Brazilian Broiler Breast Fillet. Proc. International **Congress of Meat Science Technology**, Roma, v. 48, n.2 p. 540-541, 2002.

SOUZA, J. C. P. V. B.; TALAMINI, D. J. D.; SCHEUERMANN G. N.; SCHMIDT G. S. **Sonho, Desafio e Tecnologia: 35 Anos de Contribuições da Embrapa Suínos e Aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011.

STEFANELLO, Catarina. Análise do sistema agroindustrial de ovos comerciais. **Agrarian**, v. 4, n. 14, p. 375-382, 2011.

STERTEN, H.; FRØYSTEIN, T.; OKSBJERG, N.; REHNBERG, A.C.; EKKER, A.S.; KJOS, N.P. Effects of fasting prior to slaughter on technological and sensory properties of the loin muscle (M. longissimus dorsi) of pigs. **Meat Science**, v.83, p.351–357, 2009.

STRINGHINI, J.H.; ANDRADE, M.A.; CUNHA, I, R. da; VIANA, E. de F.; CAFÉ, M.B.; ROYER, A.F.B.; REZENDE, P.M. Aspectos sobre cria e recria de poedeiras comerciais IN: ALBINO, L. F. T.; CARVALHO, B. R.; MAIA, R. C.; BARROS, V. R. S. **M. Galinhas Poedeiras – Criação e Alimentação**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2014.

TONSOR, G. T. et al. European preferences for beef steak attributes. **Journal of Agricultural and Resource Economics**, v.30, n.2, p.367–380, 2005

USDA (United States Department of Agriculture). **Egg grading manual**. 2006.

VAN LAACK, R. L. J., LIU C.-H., SMITH M. O., LOVEDAY H. D. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. **Poultry Science**, v. 79, n. 7, p. 1057-1061, , <https://doi.org/10.1093/ps/79.7.1057> 2000.

VITS, A.; WEITZENBÜRGER, D; HAMANN, H; DISTL O. Production, egg quality, bone strength, claw length, and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with different group sizes, **Poultry Science**, V. 84, p.1511–1519, 2005. <https://doi.org/10.1093/ps/84.10.1511>

WANG K. H., SHI S. R., DOU T. C., SUN H. J.; Effect of a free-range raising system on growth performance, carcass yield, and meat quality of slow-growing chicken, **Poultry Science**, V. 88, p. 2219–2223, 2009.DOI <https://doi.10.3382/ps.2008-00423>

WHITEHEAD, C. C.; FLEMING, R. H. Osteoporosis in Cage Layers. **Poultry Science**, v.79, p.1033-1041, 2000.

WHITEHEAD; C. C., Overview of bone biology in the egg-laying hen, **Poultry Science**, Volume 83, Issue 2, Pages 193 199,2004.

XIN, H, and LIU, k. Precision livestock farming in egg production. **Animal Frontiers**, v.7, p 24-31, 2017.

ZHANG, B.; COON, C. N. The relationship of calcium intake, source, size, solubility in vitro and in vivo, and gizzard limestone retention in laying hens. **Poultry Science**, 76: 1702-1706. 1997.

ZUMBADO. M. La gravedad específica para determinar la calidad del cascarón. **Avicultura Profesional**, v. 2: p.8-10, 1983.