



Desempenho Ponderal de Frangos de Carne de Duas Estirpes em Sistema de Jaulas: Estudo Comparativo por Idade

Eduardo Nimi Pedro António

Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologias de Ciência Animal

Orientado por

Professor Doutor Vasco Augusto Pilão Cadavez

Esta dissertação não inclui as críticas e sugestões feitas pelo Júri

**Bragança
2025**

Dedicatória

Dedico esta dissertação, especialmente a minha esposa Donona Moses Peso, pelo amor, força e carinho que sempre teve ao longo desta formação.

Aos meus filhos: Miguel Avelino Peso António, Bernardo Moisés Peso António, Pedro Moreira Peso António, Azael Eduardo Peso António, pela compreensão e apoio.

Agradecimentos

Agradeço a todos que, directa ou indirectamente contribuíram para a realização deste trabalho. Manifesto minha especial gratidão ao meu orientador, Professor Vasco Pilão Augusto Cadavez, pela orientação dedicada, paciência e pelos valiosos conhecimentos que serviram de luz para a concretização desta dissertação.

Ao Instituto Politécnico de Bragança (IPB), em particular à Escola Superior Agrária (ESA), agradeço pela oportunidade de concedido e pelo apoio prestado no desenvolvimento desta honrosa pesquisa.

Aos docentes e profissionais do curso de Tecnologias de Ciência Animal, expresso reconhecimento pelo saber partilhado ao longo da formação.

Ao coletivo do Projeto de Desenvolvimento da Agricultura Comercial (PDAC), agradeço pela colaboração estabelecida com a ESA em transformar este desejo em realidade.

Os meus agradecimentos também ao Instituto de Investigação Veterinária, especialmente à Eng.^a Maria da Conceição, pelo apoio técnico.

Aos meus pais, Miguel Avelino António e Afonso André Domingos, minha sincera gratidão pelos conselhos e incentivo constantes.

Meu sincero obrigado ao colega Domingos Setas Manuel Mateus, pelo apoio incondicional durante a formação e ao colega Nzola Manuel Teca pelo companheirismo ao longo do percurso académico.

Ao Augusto Virgílio Francisco Alberto, agradeço pela convivência e partilha de experiências durante esta jornada.

À colega Júlia Pilar Soto Maior, agradeço pelo contributo no processamento das amostras no Laboratório de Nutrição Animal da ESA.

Por fim, à minha esposa, Donana Moisés Peso, expresso meu profundo agradecimento pelo apoio e encorajamento nos momentos mais desafiadores.

Índice de figuras

Figura 1 - A) Vista de uma jaula experimental individual; B) Distribuição das aves nas jaulas organizadas em duas filas; C) Detalhe do aquecedor por infravermelhos instalado sobre as jaulas; D) Sistema de aquecimento em funcionamento.	18
Figura 2 - A) Sacos plásticos posicionados sob as jaulas para recolha de excretas; B) Deposição direta das fezes nos sacos durante o ensaio; C) Cobertura com palha de serradura para preservar a integridade das amostras.	19
Figura 3 - Alimento composto comercial utilizado no ensaio.....	19
Figura 4 - A) Pesagem da amostra de ração para análise bromatológica; B) Processo de fervura para extração de fibras; C) Fibras submetidas à solução ácida durante a análise de fibra em detergente ácido (FDA).....	21
Figura 5- A) Exemplar da estirpe Branca; B) Exemplar da estirpe Vermelha; C) Procedimento de pesagem de aves da estirpe Branca; D) Procedimento de pesagem de aves da estirpe Vermelha.	22
Figura 6 - Distribuição do peso vivo por idade e estirpe.....	28
Figura 7 - Dispersão do peso vivo inicial em relação ao peso final das aves, avaliando a trajectória de crescimento entre os 23 e os 37 dias de idade.	29
Figura 8 - Evolução do peso ajustado por estirpe e idade (23, 30 e 37 dias), com intervalos de confiança a 95%.....	33
Figura 9 - Trajectórias individuais e tendência média da evolução do peso vivo nas estirpes Branca e Vermelha.	35

Índice de tabelas

Tabela 1 - Desempenho produtivo de frangos de carne em diferentes idades	4
Tabela 2 - Exigências nutricionais dos frangos de carne.....	14
Tabela 3 - Composição bromatológica do alimento composto comercial utilizado no estudo.....	20
Tabela 4 - Peso vivo (kg) médio dos frangos de carne da estirpe Branca por idade e jaula	24
Tabela 5 - Peso vivo (kg) médio dos frangos de carne da estirpe Vermelha por idade e jaula	25
Tabela 6 - Resumo comparativo das médias por estirpe	26
Tabela 7 - Comparação do peso corporal inicial entre estirpes Peso vivo médio (kg), desvio padrão (dp), peso máximo (máx), peso mínimo (mín) e número de aves (n) por estirpe e jaula aos 23 dias de idade.	27
Tabela 8 - Efeito do peso inicial sobre o peso final em função da estirpe e da idade	30
Tabela 9 - Resultados da ANCOVA: efeito do peso inicial, da estirpe e da idade, incluindo a interação entre peso inicial e estirpe	32
Tabela 10 - Efeitos fixos do modelo misto com peso inicial centrado (cPeso0), estirpe e idade como factores, incluindo interações de dois e três factores.	36
Tabela 11 - Efeitos fixos e aleatórios no modelo misto para crescimento ponderal	38

Lista de abreviaturas

Análise de Variância (ANOVA)

Análise de Covariância (ANCOVA)

Coefficiente de Variação (CV%)

Consumo de Ração (CR)

Conversão alimentar (CA)

Desvio Padrão (SD)

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

Escola Superior Agrária (ESA)

Graus de liberdade do denominador (GLD)

Extrato Etéreo (EE)

Fibra em Detergente Neutro (FDN)

Fibra em Detergente Ácido (FDA)

Ganho de Peso (GP)

Ganho Médio Diário (GMD)

Instituto Politécnico de Bragança (IPB)

Matéria Seca (MS)

Quadrado médio (QM)

Quilómetro ao quadrado (km²)

Proteína Bruta (PB)

Polissacarídeos Não Amídicos (PNAs)

Uniformidade do Lote (UL)

União Europeia (UE)

Viabilidade (V)

Valor Máximo (Máx)

Valor Mínimo (Mín)

Índice de Eficiência Produtiva (IEP)

Graus de liberdade do numerador (GLN)

Soma dos quadrados (SQ)

Índice

Dedicatória	I
Agradecimentos.....	II
Índice de figuras	III
Índice de tabelas	IV
Lista de abreviaturas.....	V
Resumo.....	VIII
Abstract	IX
INTRODUÇÃO	1
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
1.1. Avicultura	3
1.2. Frango de carne	3
1.3. Desempenho produtivo de frangos de corte	4
1.3.1. Conversão alimentar	4
1.3.2. Consumo da ração	5
1.3.3. Ganho de peso	6
1.3.4. Ganho médio diário	7
1.3.5. Uniformidade.....	8
1.3.6. Criação de frangos de carne em jaulas	9
1.4. Instalações	10
1.4.1. Comedouros.....	10
1.4.2. Bebedouros	11
1.4.3. Aquecedores	11
1.4.4. Iluminação	12
1.5. Maneio sanitário	12
1.6. Maneio alimentar.....	13

2. MATERIAL E MÉTODOS	17
2.1. Descrição do local de estudo	17
2.2. Ensaio de criação de frangos em jaulas	17
2.3. Programa alimentar.....	19
2.4. Avaliação bromatológica	20
2.5. Avaliação dos parâmetros zootécnicos.....	21
2.6. Tratamento estatístico.....	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
3.1. Análise descritiva do peso vivo por estirpe e idade	24
3.2. Análise do peso vivo inicial	26
3.3. Distribuição do peso vivo por idade e estirpe.....	28
3.4. Relação entre o peso vivo inicial e final.....	29
3.5. Análise de interações do desempenho dos frangos	30
3.6. Peso vivo em função do peso inicial, da estirpe e da idade.....	31
3.7. Comparação entre estirpes e idades: análise ajustada por covariável	33
3.8. Trajectórias de crescimento individuais	34
3.9. Efeito aleatório de indivíduo	36
3.10. Análise do crescimento ponderal em jaulas com modelo misto: efeito da estirpe, idade e peso inicial	37
4. CONCLUSÕES	39
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

Resumo

A produção de frangos de carne é um setor estratégico da avicultura moderna, exigindo conhecimento aprofundado sobre o crescimento animal sob diferentes condições de criação. Este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho ponderal de frangos das estirpes Branca e Vermelha, criados em sistema de jaulas com densidade fixa de seis aves por unidade, ao longo de três idades (23, 30 e 37 dias). O ensaio foi conduzido na Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança. Foram utilizados 60 frangos híbridos comerciais com 23 dias de idade, alojados em 10 jaulas metálicas distribuídas em dois blocos. O peso corporal das aves foi registado individualmente ao longo do período experimental. Os resultados mostraram um crescimento progressivo com a idade. Aos 23 dias, o peso médio foi de 0,52 kg para a estirpe Branca e 0,60 kg para a Vermelha. Aos 30 dias, os valores aumentaram para 0,65 kg e 0,71 kg, respetivamente. Aos 37 dias, a estirpe Branca atingiu um peso médio de 0,87 kg, enquanto a Vermelha alcançou 0,93 kg. A estirpe Vermelha apresentou sistematicamente pesos superiores, mesmo após o controlo pelo peso inicial, revelando maior potencial de crescimento. O peso inicial foi o principal preditor do peso final, e a interação entre estirpe e peso inicial mostrou-se significativa, indicando que a estirpe Branca responde de forma mais sensível ao peso de partida. Conclui-se que a estirpe Vermelha é mais eficiente em ganho de peso em ciclos curtos de produção. A consideração do peso inicial como covariável melhora a precisão estatística e a interpretação dos resultados. Estes achados sustentam a adoção de estratégias diferenciadas de seleção e manejo conforme a estirpe e características iniciais do lote.

Palavras-chave: frangos de carne; estirpe genética; crescimento ponderal; peso vivo; modelos mistos; análise estatística; produção em jaulas.

Abstract

Broiler chicken production is a strategic sector of modern poultry farming, requiring in-depth knowledge of animal growth under different rearing conditions. This study aimed to evaluate the weight performance of broilers from two commercial strains - White and Red - reared in cage systems at a fixed density of six birds per unit, assessed at three different ages (23, 30, and 37 days). The trial was conducted at the Escola Superior Agrária of the Polytechnic Institute of Bragança. Sixty commercial hybrid broilers, aged 23 days, were housed in ten metal cages arranged in two blocks. Body weight was individually recorded throughout the experimental period. Results showed a progressive increase in body weight with age. At 23 days, the mean body weight was 0.52 kg for the White strain and 0.60 kg for the Red. By day 30, weights increased to 0.65 kg and 0.71 kg, respectively. At 37 days, the White strain reached an average weight of 0.87 kg, while the Red strain reached 0.93 kg. The Red strain consistently exhibited higher weights, even after controlling for initial weight, suggesting greater growth potential. Initial weight was the most significant predictor of final weight, and the interaction between strain and initial weight was significant, indicating that the White strain was more responsive to initial weight variations. It is concluded that the Red strain is more efficient in short-cycle production systems. Accounting for initial weight as a covariate enhances statistical precision and interpretation. These findings support the adoption of strain-specific management and selection strategies based on initial lot characteristics.

Keywords: broiler chickens; genetic strain; body weight gain; live weight; mixed models; statistical analysis; cage rearing.

INTRODUÇÃO

A espécie *Gallus gallus domesticus* constitui a base da avicultura moderna, sendo responsável pela maior parte da produção global de carne de aves. Embora pertençam à mesma espécie, as linhagens comerciais apresentam variações morfológicas significativas como conformação corporal, tamanho e coloração da plumagem resultantes da selecção genética direccionada a diferentes objectivos produtivos (Madeira, 2005).

A avicultura industrial consolidou-se como um dos segmentos mais dinâmicos da agropecuária mundial, destacando-se pela elevada eficiência produtiva e capacidade de geração de emprego. Essa performance está associada ao curto ciclo de produção, que proporciona rápida renovação de lotes e retorno económico acelerado (Vilanculo, 2016; Litz *et al.*, 2020; Pereira, 2023).

A carne de frango representa mais de 30% da proteína animal consumida mundialmente, sendo valorizada pela acessibilidade, versatilidade e qualidade nutricional. O aprimoramento genético, aliado ao avanço em manejo, nutrição e controlo sanitário, impulsionou substancialmente os indicadores zootécnicos da produção avícola global (Dias, 2014).

Nos últimos anos, a actividade passou a enfrentar novas exigências do mercado consumidor, que valoriza não apenas o desempenho e a eficiência económica, mas também aspectos relacionados ao bem-estar animal, sustentabilidade ambiental e qualidade sensorial do produto final. Características como coloração mais intensa da carne, textura firme e sabor acentuado têm impulsionado o interesse por linhagens alternativas e por sistemas de produção diferenciados (Cardozo, 2019).

O frango de carne actual é resultado de cruzamentos entre linhagens puras altamente seleccionadas, originando híbridos com genética voltada à maximização do desempenho produtivo (Matsinhe, 2015). A caracterização do crescimento dessas linhagens é fundamental para definir estratégias de manejo alimentar, otimizar a conversão nutricional por fase de desenvolvimento e determinar a idade ideal de abate (Moreira *et al.*, 2003).

Estudos como o de Takahashi *et al.* (2006) demonstram que o sistema de criação influencia o desempenho das aves em menor grau do que a linhagem genética. Em sua pesquisa, aves das linhagens Caipirinha, Pescoço Pelado e Paraíso Pedrês apresentaram bom rendimento

em diferentes sistemas, com destaque para a linhagem Paraíso Pedrês. Isso evidencia a importância da escolha genética alinhada ao sistema de produção adotado.

O confinamento total, por sua vez, é uma estratégia amplamente utilizada, permitindo controle rigoroso das variáveis ambientais, sanitárias e alimentares. Entre as vantagens desse sistema destacam-se a redução do tempo de abate, melhoria na uniformidade da carcaça, aumento da produtividade por área e retorno financeiro mais rápido (Melo, 2024). No entanto, demanda planejamento criterioso, especialmente quanto à densidade de alojamento, pois o bem-estar das aves tem impacto direto sobre os índices zootécnicos e a qualidade do produto (Silva *et al.*, 2002; Cobb-Vantress, 2008).

A densidade de alojamento é, portanto, um factor crítico para o sucesso de sistemas intensivos. Espaços insuficientes elevam o estresse, comprometem o crescimento, aumentam a mortalidade e reduzem a rentabilidade. Em contrapartida, densidades adequadas favorecem o desempenho zootécnico e atendem às exigências normativas e éticas cada vez mais rigorosas em relação ao bem-estar animal (Fernandes, 2020).

Diante desse contexto, o presente estudo teve como objectivo objetivo avaliar o desempenho ponderal de frangos das estirpes Branca e Vermelha, criados em sistema de jaulas com densidade fixa de seis aves por unidade, ao longo de três idades (23, 30 e 37 dias). Foram analisadas variáveis como consumo alimentar diário, sobra de ração e ganho de peso, com o intuito de caracterizar o desempenho zootécnico de cada estirpe e subsidiar estratégias de manejo mais eficientes em sistemas confinados.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. Avicultura

A domesticação da galinha teve início há cerca de 8.000 anos, na região que hoje corresponde à Índia e partes da China, onde populações locais passaram a domesticar o *Gallus gallus*, ave silvestre das florestas asiáticas. As variedades comerciais modernas derivam desta espécie selvagem, também referida como *Gallus bankiva* ou *Gallus ferrugineus* (Moiseyeva *et al.*, 2003; Araújo, 2018; de Araújo *et al.*, 2023). Inicialmente utilizadas em práticas culturais e ornamentais, estas aves foram gradualmente integradas na produção alimentar.

As aves domésticas abrangem espécies aviárias criadas com fins económicos, nomeadamente para a produção de carne, ovos e penas (Matos *et al.*, 2021). O êxito da avicultura moderna resulta da integração de avanços em melhoramento genético, nutrição equilibrada, biossegurança e práticas de manejo ajustadas às exigências produtivas (Oppewal, Cruz & Nhabinde, 2016). Com o progresso na selecção genética, foram desenvolvidas linhagens especializadas na produção de carne, a partir de cruzamentos entre raças com elevado potencial zootécnico (Lopes, 2011).

1.2. Frango de carne

Frangos de carne são aves destinadas ao abate com o objectivo principal de produção e comercialização da sua carne (Cristofolletti, 2014). O seu desempenho produtivo é determinado por factores genéticos, nutricionais e ambientais. O conhecimento das exigências nutricionais específicas é essencial para que as aves expressem todo o seu potencial genético (Toledo *et al.*, 2007).

A proteína é um dos nutrientes mais relevantes na dieta destas aves, por estar directamente relacionada com o crescimento muscular e com a eficiência da conversão alimentar parâmetros determinantes na avicultura intensiva (Cofi, 2024).

A avaliação do desempenho zootécnico de frangos de carne pode ser feita através de indicadores como ganho de peso (GP), ganho médio diário (GMD), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), uniformidade do lote (UL), viabilidade (V) e índice de eficiência produtiva (IEP), os quais devem ser monitorizados ao longo de todo o ciclo

produtivo (Wilbert, 2021).

A Tabela 1 apresenta a evolução do desempenho produtivo de frangos de carne ao longo dos primeiros 30 dias de criação. Verifica-se um aumento progressivo do peso corporal, que passa de 44 g ao nascimento para 1.853 g aos 30 dias. Este crescimento é acompanhado por um aumento do ganho médio diário e do consumo de ração.

A conversão alimentar definida como a relação entre o alimento ingerido e o ganho de peso também varia com a idade, iniciando-se em 0,772 aos 7 dias e atingindo 1,293 aos 30 dias. Esta evolução é típica, visto que, com o avanço da idade, há uma diminuição da eficiência de conversão, devido ao aumento das necessidades de manutenção corporal e à desaceleração da taxa de crescimento.

Tabela 1 - Desempenho produtivo de frangos de carne em diferentes idades

Idade (dias)	Peso corporal (g)	Ganho de peso diário (g)	GMD/Semana (g)	Consumo diário (g)	Consumo acumulado (g)	Conversão alimentar
0	44	–	–	–	–	–
7	214	33	24	35	165	0,772
14	540	57	35	68	537	0,995
21	1033	80	47	107	1167	1,130
28	1657	95	58	148	2083	1,257
30	1853	98	60	159	2396	1,293

Fonte: Adaptado de Cofi (2024)

Os dados reforçam a importância de estratégias nutricionais e de manejo adaptadas a cada fase de crescimento, com vista à otimização da eficiência alimentar e ao aumento do rendimento de carcaça ao longo do ciclo produtivo.

1.3.Desempenho produtivo de frangos de corte

1.3.1. Conversão alimentar

A conversão alimentar (CA) é definida como a quantidade de ração necessária para produzir 1 kg de peso vivo. Trata-se de um dos principais indicadores zootécnicos utilizados na avaliação do desempenho produtivo de frangos de carne (Wilbert, 2021). O

seu cálculo baseia-se na razão entre o consumo total de ração e o ganho de peso das aves num determinado período (Nowicki *et al.*, 2011), conforme a seguinte fórmula:

$$CA = \text{Consumo de ração (kg)} / \text{Ganho de peso (kg)}$$

Onde:

- CA = Conversão alimentar;
- Consumo de ração = quantidade total de ração ingerida pelas aves no período avaliado (em kg);
- Ganho de peso = diferença entre o peso final e o peso inicial das aves no mesmo período (em kg).

Quanto menor o valor da CA, maior é a eficiência zootécnica, pois a ave conseguiu transformar menos alimento em mais massa corporal. Uma conversão alimentar mais baixa traduz-se em menor custo de produção e maior rentabilidade para o sistema produtivo (Lupatini, 2015; Cofi, 2024). A conversão alimentar é influenciada por múltiplos factores, nomeadamente a genética das aves, a qualidade da dieta, o ambiente de criação, o estado sanitário e as práticas de manejo aplicadas (Tauchert, 2013).

Como exemplo prático, uma ave que consome 5 kg de ração e atinge 2,7 kg de peso ao abate apresenta uma conversão alimentar de 1,85. Já outra ave que consome a mesma quantidade e alcança 2,9 kg de peso terá uma conversão de 1,72. Apesar de ambas consumirem 5 kg de ração, a segunda foi mais eficiente na transformação do alimento em carne (Lupatini, 2015). A monitorização da conversão alimentar ao longo das diferentes fases produtivas permite identificar possíveis limitações nutricionais e implementar ajustes na dieta ou no manejo que contribuam para o aumento da eficiência zootécnica.

1.3.2. Consumo da ração

O consumo de ração corresponde à quantidade total de alimento ingerida pelas aves durante um determinado período, podendo ser medido diariamente, semanalmente ou no final do ciclo produtivo. Trata-se de um indicador fundamental do desempenho zootécnico, uma vez que influencia directamente o ganho de peso e a conversão alimentar.

De acordo com Gil (2024), diversos factores interferem no consumo de ração, entre os quais se destacam: temperatura e humidade ambiente, ocorrência de doenças, intensidade e

qualidade da iluminação, bem como a composição nutricional da dieta especialmente os teores de proteína e energia. O ambiente e o manejo são determinantes na regulação tanto do consumo como da eficiência de utilização da ração (Viana, 2023; Martins, 2025).

A forma física da ração também influencia o consumo. A peletização, por exemplo, tende a aumentar a densidade energética da dieta, a facilitar a ingestão e a melhorar o desempenho produtivo, promovendo maior ganho de peso e melhor conversão alimentar (AviNews, 2021; Capodifoglio, 2023).

Uma formulação nutricional equilibrada e ajustada às diferentes fases do desenvolvimento das aves é essencial para garantir crescimento eficiente, boa saúde e desempenho zootécnico adequado (Lopez, 2022). Rações de má qualidade, mal formuladas ou mal processadas podem provocar stresse nutricional, refletindo-se na redução do desempenho, aumento da mortalidade e consumo alimentar ineficiente (Rufino, 2017).

A ingestão de água também assume papel crítico, dado que participa em praticamente todas as funções fisiológicas das aves. A água constitui entre 65 e 78% do peso corporal, consoante a idade das aves (Palhares *et al.*, 2011). A redução do consumo de água em qualquer fase produtiva pode indicar problemas de manejo, sanidade ou qualidade da água, afetando negativamente o desempenho produtivo.

Em condições normais, a ingestão de água situa-se entre 1,5 a 2 vezes a ingestão de ração. Esta relação é influenciada por diversos factores, como a temperatura ambiente, qualidade e temperatura da água, tipo e posicionamento dos bebedouros, pressão hidráulica e composição da dieta (Klosowski *et al.*, 2004).

A monitorização sistemática do consumo de ração e de água permite avaliar a eficiência do sistema produtivo e identificar precocemente desvios relacionados com a nutrição, sanidade ou condições ambientais.

1.3.3. Ganho de peso

O ganho de peso corresponde ao aumento de massa corporal das aves durante um determinado período do ciclo produtivo. É calculado pela diferença entre o peso final (ou o peso em um ponto específico do ciclo) e o peso inicial (Nowicki *et al.*, 2011; Cobb 500, 2020; Muacorica, 2024).

Esse parâmetro pode ser expresso de forma acumulada, semanal ou, mais comumente, como ganho médio diário (GMD), que oferece uma medida prática e padronizada da eficiência de crescimento. O ganho de peso é fortemente influenciado por factores genéticos, qualidade e quantidade da ração consumida, condições ambientais (temperatura e umidade), densidade de alojamento, presença de doenças e regime de iluminação (Cobb 500, 2020; Gil, 2024).

Entre os animais produtores de carne, os frangos de carne destacam-se por apresentarem o maior ganho de peso diário proporcional ao peso corporal, além de exibirem excelente conversão alimentar. Essas características tornam a avicultura uma das actividades mais eficientes e sustentáveis na produção de proteína animal (Meyer *et al.*, 2019).

A sustentabilidade, nesse contexto, está relacionada à capacidade de produzir mais carne com menos recursos, o que é viável quando as aves são criadas em condições ideais de manejo. Nessas circunstâncias, conseguem expressar plenamente seu potencial genético, com menor variabilidade nos resultados zootécnicos (Minafra, 2020).

Além dos factores externos, a saúde intestinal das aves tem impacto directo sobre o ganho de peso. De acordo com Souza *et al.* (2020), o desempenho produtivo está intimamente relacionado à integridade e funcionalidade do trato gastrointestinal. Mesmo com ração de alta qualidade e ambiente favorável, a ausência de saúde intestinal compromete a absorção de nutrientes, reduzindo a eficiência alimentar e o crescimento. Nesses casos, os alimentos ingeridos são parcialmente eliminados sem aproveitamento metabólico, resultando em menor desempenho.

1.3.4. Ganho médio diário

O ganho médio diário (GMD) é um dos principais indicadores de desempenho zootécnico na produção animal, utilizado para avaliar a taxa média de crescimento das aves ao longo de um determinado período (Pereira, 2022). Este parâmetro expressa o acréscimo médio de peso vivo por dia, permitindo comparações entre indivíduos, lotes ou tratamentos.

O GMD é calculado pela fórmula:

$$\text{GMD} = \frac{\text{Pesofinal} - \text{Peso inicial}}{\text{Número de dias}}$$

Este índice pode ser aplicado a nível individual ou colectivo, sendo útil para analisar o efeito de dietas, condições ambientais ou estratégias de manejo. Do ponto de vista económico, valores mais elevados de GMD são desejáveis, pois refletem maior eficiência no aproveitamento dos nutrientes, menor tempo de permanência no sistema e melhor retorno sobre o investimento (Pereira, 2022).

A monitorização do GMD ao longo do ciclo produtivo permite identificar precocemente falhas nutricionais, problemas de sanidade ou deficiências no manejo, além de avaliar a expressão do potencial genético das aves. Monitorar o GMD ao longo do ciclo produtivo é essencial para identificar possíveis falhas no manejo, ajustes nutricionais necessários e avaliar a expressão do potencial genético das aves.

1.3.5. Uniformidade

A uniformidade é um parâmetro relevante para a avaliação do desempenho zootécnico de frangos de carne, sobretudo na optimização da dieta e na gestão do lote. Reflete a homogeneidade do crescimento das aves dentro de um grupo e está directamente associada à eficiência de abate, padronização do produto final e viabilidade económica do sistema (Martins, 2013).

Este parâmetro é geralmente expresso em percentagem, representando a proporção de aves cujo peso se encontra dentro de um intervalo de $\pm 10\%$ em relação à média do lote (Cobb-Vantress, 2008). Um lote é considerado uniforme quando a maioria dos indivíduos apresenta peso próximo da média.

A variabilidade é quantificada através do coeficiente de variação (CV%), que corresponde ao desvio padrão expresso como percentagem da média do grupo. Valores elevados de CV indicam crescimento desigual, o que pode dificultar o abate padronizado, gerar desperdícios e comprometer a eficiência da cadeia produtiva (Gil, 2024).

A manutenção de elevada uniformidade durante todo o ciclo produtivo contribui para: a melhoria na eficiência do processamento industrial; a redução de perdas por descarte ou subaproveitamento de carcaças; e o planeamento mais preciso da produção e logística de abate (Gil, 2024).

1.3.6. Criação de frangos de carne em jaulas

Independentemente do sistema de criação adotado, é essencial garantir às aves acesso contínuo a água potável e fresca, uma alimentação equilibrada, espaço adequado à sua movimentação e um ambiente limpo e higienizado. Estas condições são fundamentais para o bem-estar animal e para a prevenção de doenças, refletindo-se directamente no desempenho produtivo (Carvalho, 2019).

No sistema intensivo de produção, os frangos de carne são mantidos em pavilhões fechados com controlo automatizado de temperatura, humidade, ventilação e luminosidade. A alimentação é fornecida através de comedouros automáticos, e a água por bebedouros também automatizados. Este sistema permite elevada densidade de alojamento, melhor controlo ambiental e aproveitamento eficiente da área disponível (Carvalho, 2019).

Uma variante do sistema intensivo é o confinamento em jaulas, no qual as aves são alojadas em gaiolas desde o início até à fase de abate. Embora este método proporcione ganhos significativos em produtividade, é alvo de críticas crescentes devido aos impactos negativos sobre o bem-estar animal. Estudos demonstram que o confinamento em jaulas provoca elevados níveis de stresse, resultando em alterações comportamentais e fisiológicas que comprometem a saúde e o rendimento produtivo das aves (Jones *et al.*, 2000; Hall, 2001; Marin *et al.*, 2001; Yngvesson *et al.*, 2017; Carvalho, 2019).

A principal limitação deste sistema prende-se com a restrição do espaço e a impossibilidade de as aves expressarem comportamentos naturais, como ciscar, empoleirar-se, explorar o ambiente ou locomover-se livremente (Mello, 2014). Em ambiente confinado, as aves deixam de procurar alimento e água e não enfrentam ameaças naturais, o que reduz drasticamente a sua actividade física e gera letargia.

Além disso, as aves em jaulas não têm acesso à selecção natural de alimentos, sendo alimentadas exclusivamente com ração farelada, em contraste com sistemas semi-intensivos ou extensivos, onde têm acesso a uma maior variedade alimentar (Mello, 2014).

Em resposta às preocupações relativas ao bem-estar, a União Europeia estabeleceu normas rigorosas por meio da Directiva 1999/74/CE e do Decreto-Lei n.º 72-F/2003 de 14 de abril, impondo alterações nas condições de alojamento das galinhas em gaiolas. Entre os requisitos estão: aumento da área útil por ave, instalação de ninhos, cama, poleiros e corredores de circulação.

A legislação europeia também define critérios mínimos comuns a todos os sistemas de produção, incluindo níveis de ruído reduzidos, iluminação com ciclos de claro e escuro e a presença de mecanismos que permitam a fácil inspeção das aves. Estas medidas refletem uma tendência global para práticas de produção mais sustentáveis, éticas e orientadas para o bem-estar animal.

1.4.Instalações

A escolha adequada do local para a instalação do aviário é essencial e deve considerar critérios sanitários, estruturais e ambientais, com o objetivo de assegurar o bem-estar dos frangos de carne. O terreno ideal deve ser plano, bem ventilado e protegido de ventos fortes, proporcionando um microclima estável e favorável ao desenvolvimento das aves (Leite, 2022).

As instalações influenciam directamente as condições térmicas do ambiente interno, o que afeta o conforto, a saúde e o desempenho zootécnico. Um ambiente mal dimensionado ou mal ventilado pode reduzir o consumo de ração, comprometer o ganho de peso e aumentar a susceptibilidade a doenças. A depender do sistema de criação adoptado, torna-se necessária a instalação de equipamentos específicos que garantam condições adequadas ao longo de todas as fases de crescimento (Leite, 2022).

Entre os equipamentos essenciais incluem-se comedouros, bebedouros, poleiros e ninhos, que devem ser proporcionais ao número de aves alojadas e à fase etária correspondente. A disposição interna das instalações deve ainda facilitar as rotinas de manejo, permitir a circulação de ar e luz natural e assegurar o acesso contínuo a alimentação e água. A qualidade do ambiente físico exerce impacto direto sobre os resultados produtivos e deve ser concebida com base em critérios técnicos, normativos e de bem-estar animal (Regulamento (UE) 848/2018; Santos, 2024).

1.4.1. Comedouros

A presença de comedouros é fundamental em qualquer sistema de criação de frangos de carne, pois assegura o fornecimento contínuo de alimento e, conseqüentemente, o crescimento adequado das aves. Em explorações de pequena escala, podem ser utilizados comedouros simples, abastecidos manualmente. Existem diversos modelos, fabricados com

materiais como madeira ou bambu, geralmente instalados sobre plataformas elevadas para evitar o contacto com fezes ou sujidades, reduzindo o risco de contaminação (Eekeren, 2006).

1.4.2. Bebedouros

A oferta de água limpa e fresca é indispensável na criação de frangos de carne. A qualidade da água influencia diretamente o desenvolvimento, a saúde e o desempenho zootécnico. Para garantir uma ingestão hídrica adequada, os bebedouros devem ser mantidos limpos, posicionados em áreas sombreadas e com a água renovada com frequência. Em regiões de clima quente, recomenda-se intensificar a distribuição de água fresca ao longo do dia, considerando a elevada sensibilidade das aves ao aumento da temperatura da água (Santos, 2024).

1.4.3. Aquecedores

As aves apresentam limitada capacidade de termorregulação, sobretudo nos primeiros dias de vida, o que as torna vulneráveis ao frio durante a fase inicial e ao calor em fases mais avançadas. A temperatura ideal para frangos jovens situa-se acima de 30 °C, sendo que o limite inferior de conforto ronda os 12 °C. Por outro lado, temperaturas superiores a 47 °C podem ser letais, tendo em conta que a temperatura corporal média das aves ronda os 42 °C (Baião, 1995).

A exposição de pintos recém-nascidos a baixas temperaturas, mesmo que por curtos períodos, pode comprometer o crescimento, reduzir a conversão alimentar e aumentar a susceptibilidade a doenças, afetando negativamente o desempenho ao longo do ciclo (Czarick & Lacy, 1997). O comportamento das aves é um bom indicador da adequação térmica: aglomerações sob a fonte de calor sugerem necessidade de aquecimento adicional, enquanto aves muito dispersas podem indicar excesso de temperatura (Marques, 1994).

A exposição ao frio induz alterações fisiológicas como vasoconstrição periférica e redistribuição do fluxo sanguíneo, o que reduz a perda de calor por convecção e irradiação (Silva, 2000). Assim, a utilização de aquecedores deve ser regulada com base nas condições ambientais e no comportamento observado das aves.

1.4.4. Iluminação

A iluminação artificial nos aviários tem como principal objectivo ampliar o tempo de acesso das aves aos comedouros e bebedouros, especialmente durante as horas de menor luminosidade, como à noite e na madrugada, incentivando o consumo alimentar (Brito, 2008; Camelo, 2016).

Os programas de luz podem ser classificados em três tipos principais:

Luz constante: mantém um fotoperíodo fixo ao longo de todo o ciclo produtivo, proporcionando acesso contínuo ao alimento e promovendo um padrão regular de ingestão em pequenas quantidades ao longo do dia. No que refere a luz intermitente: alterna ciclos de luz e escuridão dentro de um período de 24 horas. Este regime favorece a sincronização entre a ingestão e a digestão, reduz a produção de calor durante os períodos escuros e melhora a eficiência energética (Coelho, 2013).

Luz crescente: adapta o fotoperíodo ao desenvolvimento das aves, iniciando com uma duração reduzida da luz, com o objectivo de controlar o ganho de peso inicial sem prejudicar o crescimento ósseo. O aumento gradual da duração da luz acompanha a capacidade das aves de suportar maior desenvolvimento muscular (Coelho, 2013).

A escolha do programa de iluminação deve considerar as condições ambientais, a fase de desenvolvimento das aves e os objectivos produtivos do sistema.

1.5. Maneio sanitário

O maneio sanitário dos frangos de carne compreende um conjunto de práticas preventivas destinadas a manter a saúde do plantel, reduzir a incidência de doenças e assegurar o bem-estar animal. Trata-se de um componente essencial para o desempenho produtivo e a sustentabilidade dos sistemas de criação (Pereira, 2023).

Entre as medidas fundamentais destacam-se a limpeza e desinfeção diária das instalações e dos equipamentos do aviário, nomeadamente comedouros, bebedouros e áreas de alojamento. Estas ações incluem a remoção de excrementos, a lavagem e higienização das superfícies e a substituição da cama sempre que se encontrar húmida ou contaminada. A implementação rigorosa destas rotinas reduz a carga microbiana do ambiente e limita a

proliferação de agentes patogénicos (Figueiredo *et al.*, 2015; Quinzeiro Neto *et al.*, 2017; Pereira, 2023).

Grande parte das enfermidades que afetam os frangos de carne pode ser evitada ou controlada por meio de práticas adequadas de biossegurança e da aplicação de planos de vacinação específicos para o lote. Entre as principais doenças prevenidas destacam-se: Bouda Aviária, Doença de Newcastle, Doença de Gumboro, Doença de Marek, verminoses e infestações por ectoparasitas, como piolhos (Vieira, 2012).

O cumprimento rigoroso dos protocolos sanitários não só protege o lote em produção, como também evita a contaminação entre ciclos produtivos, contribuindo para a estabilidade sanitária da exploração e para a segurança alimentar dos produtos avícolas (Viola & Sobreira, 2018).

1.6. Maneio alimentar

O manejo alimentar é um dos pilares fundamentais da produção de frangos de carne, influenciando diretamente o crescimento, a eficiência produtiva, a saúde intestinal e o retorno económico da exploração. A formulação adequada das rações deve ser orientada pelas exigências nutricionais específicas de cada fase de desenvolvimento, garantindo a máxima expressão do potencial genético das aves (Fridrich *et al.*, 2005; Barbosa, 2007; LIMA, 2016).

As necessidades nutricionais dos frangos variam em função da idade e do ritmo de crescimento. De forma geral, as exigências são mais elevadas nas fases iniciais, especialmente em termos de proteína bruta, aminoácidos essenciais (como lisina e metionina), energia metabolizável e minerais como cálcio e fósforo. À medida que a ave cresce, as exigências de proteína tendem a diminuir, enquanto a necessidade de energia se mantém relativamente alta para sustentar o ganho de peso (Rostagno *et al.*, 2011).

Tabela 2 - Exigências nutricionais dos frangos de carne

Fases	Pré-inicial	Inicial	Crescimento	Final/Retirada
Idade, dias	1 a 7	8 a	22 a 33	34 a 42
Proteína %	22	20	19	17,8
EM Kcal/kg	2,925	2,980	3,050	3,100
Cálcio %	0,92	0,86	0,75	0,65
P disponível %	0,47	0,38	0,34	0,29
Sódio %	0,22	0,21	0,20	0,19
Lisina digestível %	1,30	1,14	1,05	0,95
Met+Cis digestível %	0,94	0,82	0,76	0,71
Treonina digestível %	0,85	0,74	0,68	0,63
Triptofano digestível %	0,22	0,19	0,19	0,17

Fonte: Rostagno *et al.* (2011).

A formulação de alimentos compostos para frangos de carne deve obedecer a critérios técnicos rigorosos, que assegurem o equilíbrio entre qualidade nutricional, disponibilidade regional, viabilidade econômica e aceitabilidade pela ave. A seleção adequada das matérias-primas é determinante para o desempenho zootécnico, a eficiência alimentar e a sustentabilidade do sistema produtivo (Oliveira, 2013).

Segundo Oliveira (2013); Bellaver (2021); Muacorica (2024), as matérias-primas podem ser agrupadas nas seguintes categorias:

a) Fontes energéticas

As fontes de energia são essenciais para suprir as exigências metabólicas relacionadas ao crescimento e à manutenção. Entre as principais, destacam-se:

- Milho grão: principal ingrediente energético utilizado em formulações comerciais; apresenta elevada digestibilidade e concentração de amido.
- Sorgo: alternativa ao milho, com menor custo e teor energético ligeiramente inferior; possui menor concentração de pigmentos naturais.
- Trigo e subprodutos do trigo: ricos em amido, devem ser utilizados com moderação devido à presença de fatores antinutricionais como as pentosanas.

- Gérmen de milho, óleos vegetais e gorduras animais: utilizados para aumentar a densidade energética da dieta, com benefícios adicionais na palatabilidade e absorção de vitaminas lipossolúveis.

b) Fontes proteicas de origem vegetal

Estas matérias-primas fornecem aminoácidos essenciais e representam a base proteica da maioria das formulações:

- Farelo de soja: principal fonte proteica vegetal, com elevado valor biológico e excelente perfil de aminoácidos.
- Farelo de algodão: pode ser utilizado como fonte complementar de proteína; requer uso controlado devido à presença de gossypol, um composto tóxico.
- Farelos de trigo e de arroz: menor concentração de proteína; geralmente utilizados como ingredientes de volume ou como fontes energéticas secundárias.

c) Fontes proteicas de origem animal (uso controlado)

Apesar do seu elevado valor nutricional, estas fontes devem ser utilizadas com precaução devido a questões sanitárias e de regulamentação:

- Farinha de peixe: elevada digestibilidade e qualidade proteica; pode conferir odor ou sabor indesejável à carne se usada em excesso.
- Farinha de penas e de sangue: utilizadas para complementar perfis de aminoácidos específicos; exigem processamento adequado para garantir segurança e digestibilidade.

d) Fontes minerais

O equilíbrio mineral é essencial para o crescimento ósseo, metabolismo e funções fisiológicas:

- Calcário calcítico: principal fonte de cálcio.
- Fosfato bicálcico: fornece fósforo disponível, com boa biodisponibilidade.
- Cloreto de sódio (sal comum): fornece sódio e cloro; deve ser incluído em quantidades controladas.

e) Microingredientes e aditivos

Estes componentes são adicionados em pequenas quantidades, mas têm efeitos significativos no desempenho, saúde e qualidade do produto final:

- Pré-misturas vitamínico-minerais: essenciais para prevenir deficiências e assegurar o metabolismo adequado.
- Aminoácidos sintéticos: como lisina, metionina e treonina, utilizados para complementar o perfil proteico.
- Aditivos funcionais: probióticos, prebióticos, enzimas digestivas, coccidiostáticos, antioxidantes, pigmentantes, entre outros, são utilizados para otimizar a digestibilidade, reforçar o sistema imunitário ou melhorar características organolépticas da carne.

Uma ração tecnicamente adequada deve cumprir os seguintes requisitos:

- Apresentar granulometria e textura apropriadas, preferencialmente na forma peletizada, para favorecer a ingestão e reduzir desperdícios;
- Possuir elevada digestibilidade, com mínima presença de fatores antinutricionais;
- Ser adaptada ao tipo genético das aves, à densidade de alojamento e às condições ambientais da exploração;
- Assegurar eficiência produtiva com custo por unidade de carne produzido otimizado, sem comprometer a saúde ou o bem-estar das aves.

O adequado equilíbrio entre energia e proteína é determinante para uma conversão alimentar eficiente e para o crescimento sustentado dos frangos de carne, contribuindo simultaneamente para a rentabilidade da produção e para a redução do impacto ambiental (Vieira & Pophal, 2000).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição do local de estudo

O presente ensaio experimental foi conduzido nas instalações da Escola Superior Agrária (ESA), pertencente ao Instituto Politécnico de Bragança (IPB), localizado na cidade de Bragança, em Portugal.

Bragança situa-se no nordeste do território continental português, fazendo fronteira com Espanha a norte e a este. Limita ainda com os concelhos de Vimioso (a sudeste), Macedo de Cavaleiros (a sudoeste) e Vinhais (a oeste). O município possui uma área total de 1.173,57 km², com uma população residente de 34.662 habitantes, de acordo com os dados dos Censos de 2021, o que corresponde a uma densidade populacional de aproximadamente 29,6 habitantes por km². Administrativamente, Bragança está dividida em 39 freguesias, sendo a sede do distrito homónimo e considerada a capital da sub-região de Terras de Trás-os-Montes (Patrícia, 2016).

A escolha deste local deve-se à existência de condições físicas, logísticas e técnicas adequadas à realização de experiências zootécnicas controladas, nomeadamente no que respeita à criação intensiva de aves, ao acesso a laboratórios de nutrição animal e ao apoio científico da equipa docente da instituição.

2.2. Ensaio de criação de frangos em jaulas

O ensaio foi conduzido numa sala experimental preparada para albergar um sistema de criação intensiva de frangos de carne em jaulas metálicas individuais. O espaço foi organizado em duas filas paralelas, cada uma composta por cinco jaulas, totalizando 10 unidades experimentais (Figura 1B).

Cada jaula possuía as dimensões de 0,65 m (comprimento) x 0,60 m (largura) x 1,00 m (altura), tendo sido previamente higienizada e equipada com comedouros, bebedouros e lâmpadas de aquecimento por infravermelhos, posicionadas acima de cada compartimento, de forma a garantir o conforto térmico das aves, de acordo com as condições climáticas locais.

Durante o período noturno, o sistema de iluminação permaneceu activo, assegurando o acesso contínuo à alimentação e à água. A temperatura ambiente foi monitorizada com regularidade, apresentando variações entre 18 e 21 °C, enquanto a humidade relativa do ar se situou entre 64 e 69%.

O estudo utilizou 60 frangos híbridos comerciais de carne, sem distinção de sexo, com 23 dias de idade e peso médio inicial de 501 g, pertencentes a duas estirpes comerciais: Branca e Vermelha. Após a chegada, as aves foram individualmente anilhadas e numeradas de 1 a 30 para cada uma das duas filas de jaulas. Em seguida, foram distribuídas de forma homogénea, seis aves por jaula, tendo-se assegurado que o peso médio por grupo fosse semelhante entre todas as unidades experimentais.

O ensaio decorreu ao longo de 15 dias consecutivos, durante os quais os frangos estiveram sujeitos a condições de alimentação, temperatura e manejo uniformes, assegurando um regime de criação padronizado para efeitos comparativos.



Figura 1 - A) Vista de uma jaula experimental individual; B) Distribuição das aves nas jaulas organizadas em duas filas; C) Detalhe do aquecedor por infravermelhos instalado sobre as jaulas; D) Sistema de aquecimento em funcionamento.

Durante o período experimental, procedeu-se à limpeza semanal da sala, com o objectivo de remover excretas, penas soltas e eventuais resíduos de alimento que extravasavam das jaulas. Para facilitar a recolha e preservar a integridade do material fecal, foram colocados sacos plásticos sob cada jaula, previamente cobertos com palha de serradura, a fim de evitar a deterioração das amostras. A Figura 2 apresenta uma representação visual deste procedimento.



Figura 2 - A) Sacos plásticos posicionados sob as jaulas para recolha de excretas; B) Deposição direta das fezes nos sacos durante o ensaio; C) Cobertura com palha de serradura para preservar a integridade das amostras.

2.3. Programa alimentar

Durante o período experimental, todos os frangos foram submetidos a um regime alimentar padronizado, com fornecimento *ad libitum* de ração e água. A dieta utilizada consistiu num alimento composto comercial, composta maioritariamente por cereais tradicionalmente empregues na alimentação de frangos de criação doméstica.

A oferta alimentar foi ajustada em função da idade das aves e da avaliação periódica do seu desempenho zotécnico, de modo a garantir que as necessidades nutricionais fossem adequadamente supridas ao longo de todas as fases do ensaio. As características bromatológicas da ração fornecida encontram-se descritas na Figura 4, a qual ilustra visualmente o produto utilizado.



Figura 3 - Alimento composto comercial utilizado no ensaio

Tabela 3 - Composição bromatológica do alimento composto comercial utilizado no estudo.

Componente	Teor (%)
Proteína bruta	17,8%,
Matéria gorda bruta	2,90%
Fibra bruta	3,40%
Cinza bruta	5,4%,
Cálcio	0,82%,
Fósforo	0,43%,
Sódio	0,20%,
Metionina	0,32%,
Lisina	0,95%

2.4.Avaliação bromatológica

A avaliação bromatológica do alimento composto foi realizada com amostras representativas, processadas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança (ESA-IPB).

As amostras foram inicialmente desidratadas em estufa a 60 °C durante 24 horas, de modo a reduzir o teor de humidade, e subsequentemente trituradas para posterior análise laboratorial. Foram determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas, de acordo com os procedimentos metodológicos descritos por Dourado et al. (2015), conforme citado por Silva e Queiroz (2002).

Para a determinação dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), recorreu-se à metodologia proposta por Souza *et al.* (2015), baseada nos protocolos estabelecidos por Detmann *et al.* (2012).



Figura 4 - A) Pesagem da amostra de ração para análise bromatológica; B) Processo de fervura para extração de fibras; C) Fibras submetidas à solução ácida durante a análise de fibra em detergente ácido (FDA).

2.5. Avaliação dos parâmetros zootécnicos

Durante o período experimental, os frangos foram pesados semanalmente, com o objetivo de acompanhar a evolução do crescimento e calcular os principais indicadores de desempenho zootécnico. As variáveis analisadas incluíram:

- Peso corporal (g)
- Peso inicial (g)
- Consumo alimentar diário (g/dia)
- Sobra alimentar (g/dia)
- Identificação da jaula (código de referência)
- Idade (23, 30 e 37 dias)

A avaliação foi conduzida individualmente para cada ave, permitindo a análise comparativa entre as duas estirpes (Branca e Vermelha) e entre as diferentes idades, de forma a estimar ganhos de peso, ganho médio diário (GMD), conversão alimentar (CA), entre outros parâmetros técnicos.

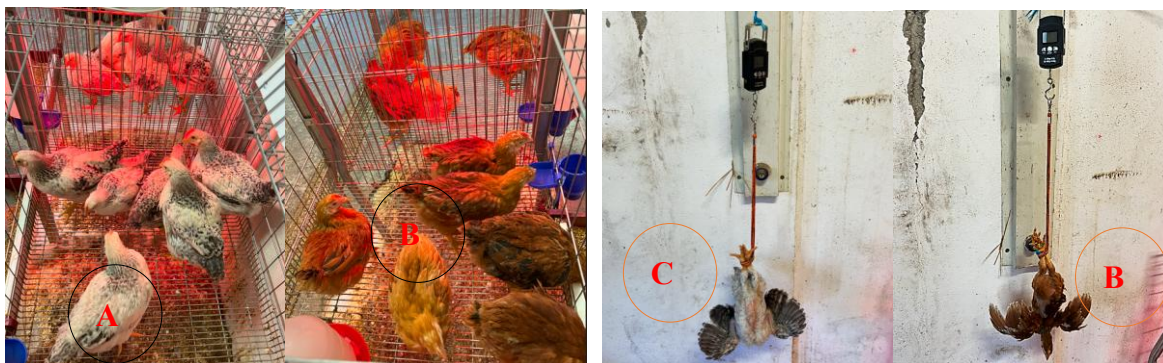


Figura 5- A) Exemplar da estirpe Branca; B) Exemplar da estirpe Vermelha; C) Procedimento de pesagem de aves da estirpe Branca; D) Procedimento de pesagem de aves da estirpe Vermelha.

2.6. Tratamento estatístico

Os dados recolhidos ao longo do ensaio foram organizados em folhas de cálculo do Microsoft Excel e posteriormente analisados com recurso ao software R (versão 4.3.2). As variáveis estudadas incluíram: peso corporal, consumo alimentar diário, sobra alimentar, conversão alimentar, ganho médio diário (GMD), bem como os parâmetros de digestibilidade (matéria seca, FDN e FDA).

O delineamento experimental foi do tipo inteiramente casualizado em esquema fatorial 2×3 , envolvendo dois factores principais:

- Estirpe genética (Branca e Vermelha)
- Idade (23, 30 e 37 dias)

A análise estatística das variáveis contínuas foi realizada mediante análise de variância (ANOVA) bifatorial, com avaliação dos efeitos principais e da interação entre estirpe e idade. Quando identificado efeito significativo ($p < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

A adequação dos pressupostos do modelo foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos) e da análise gráfica da homogeneidade da variância. Quando necessário, procedeu-se à transformação dos dados para atendimento aos pressupostos.

O modelo estatístico adotado para a ANOVA pode ser representado pela seguinte equação:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Onde:

- Y_{ijk} = valor observado da variável dependente;
- μ = média geral;
- α_i = efeito da estirpe (i = Branca, Vermelha);
- β_j = efeito da idade (j = 23, 30, 37 dias);
- $(\alpha\beta)_{ij}$ = interação entre estirpe e idade;
- ϵ_{ijk} = erro aleatório.

Além disso, foi aplicada uma análise de covariância (ANCOVA) com o peso inicial como covariável, permitindo controlar variações iniciais entre grupos. O modelo ANCOVA foi ajustado da seguinte forma:

$$\text{Pesofinal} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Pesoinicial} + \beta_2 \cdot \text{Estirpe} + \beta_3 \cdot \text{Idade} + \beta_4 \cdot (\text{Pesoinicial} \times \text{Estirpe}) + \epsilon$$

Modelos lineares mistos (LMMs) com medidas repetidas foram também implementados com o pacote lme4, considerando o indivíduo (Id) como efeito aleatório, a fim de controlar a estrutura de dependência intra-individual ao longo do tempo:

$$\text{Peso}_{ijk} = \mu + \text{Estirpe}_i + \text{Idade}_j + (\text{Estirpe} \times \text{Idade})_{ij} + \text{PesoInicial}_k + u_k + \epsilon_{ijk}$$

Onde $u_k \sim N(0, \sigma_u^2)$ representa o efeito aleatório do indivíduo e $\epsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$ o erro residual.

A comparação entre modelos foi baseada nos critérios de informação (AIC), e os valores preditos marginais (EMMs) foram estimados com o pacote emmeans. A visualização gráfica incluiu boxplots, curvas de tendência, trajetórias individuais e gráficos de interação, permitindo melhor interpretação dos efeitos.

Esta abordagem estatística multifacetada proporcionou evidência robusta para avaliar o efeito da estirpe e da idade sobre os principais indicadores zootécnicos, garantindo validade científica às conclusões do estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Análise descritiva do peso vivo por estirpe e idade

A Tabela 4 apresenta a caracterização do crescimento ponderal dos frangos de carne das estirpes Branca e Vermelha, alojados em jaulas experimentais (J1 a J5 para cada estirpe), avaliados aos 23, 30 e 37 dias. Foram calculadas estatísticas descritivas por jaula, incluindo a média, desvio padrão (SD), valores mínimo e máximo, e o número de aves (n = 6 por jaula).

Tabela 4 - Peso vivo (kg) médio dos frangos de carne da estirpe Branca por idade e jaula

Estirpe	Idade	Jaula	Média	DP	Máx	Mín	n
Branca	23	J1B	0,507	0,082	0,585	0,355	6
Branca	23	J2B	0,535	0,071	0,660	0,465	6
Branca	23	J3B	0,516	0,068	0,590	0,415	6
Branca	23	J4B	0,473	0,063	0,545	0,380	6
Branca	23	J5B	0,474	0,061	0,530	0,355	6
Branca	30	J1B	0,665	0,149	0,855	0,445	6
Branca	30	J2B	0,659	0,107	0,790	0,520	6
Branca	30	J3B	0,657	0,158	0,835	0,460	6
Branca	30	J4B	0,652	0,055	0,750	0,600	6
Branca	30	J5B	0,627	0,098	0,730	0,510	6
Branca	37	J1B	0,889	0,209	1,150	0,545	6
Branca	37	J2B	0,865	0,171	1,120	0,615	6
Branca	37	J3B	0,848	0,193	1,060	0,670	6
Branca	37	J4B	0,872	0,129	1,030	0,705	6
Branca	37	J5B	0,806	0,144	1,015	0,615	6

SD: desvio padrão; Max: valor máximo; Min: valor mínimo; n: número de aves/jaulas

Tabela 5 - Peso vivo (kg) médio dos frangos de carne da estirpe Vermelha por idade e jaula

Estirpe	Idade	Jaula	Média	SD	Máx	Mín	n
Vermelha	23	J1V	0,618	0,082	0,760	0,550	6
Vermelha	23	J2V	0,613	0,066	0,725	0,535	6
Vermelha	23	J3V	0,608	0,082	0,715	0,510	6
Vermelha	23	J4V	0,547	0,067	0,645	0,460	6
Vermelha	23	J5V	0,533	0,069	0,640	0,465	6
Vermelha	30	J1V	0,762	0,179	1,060	0,600	6
Vermelha	30	J2V	0,733	0,103	0,830	0,590	6
Vermelha	30	J3V	0,722	0,114	0,880	0,570	6
Vermelha	30	J4V	0,699	0,135	0,910	0,530	6
Vermelha	30	J5V	0,626	0,098	0,810	0,555	6
Vermelha	37	J1V	0,973	0,281	1,410	0,690	6
Vermelha	37	J2V	0,936	0,150	1,095	0,740	6
Vermelha	37	J3V	0,918	0,163	1,185	0,700	6
Vermelha	37	J4V	0,879	0,210	1,140	0,645	6
Vermelha	37	J5V	0,819	0,159	1,060	0,680	6

SD: desvio padrão; Max: Peso máximo; Min: peso mínimo; n: número de aves/jaulas

Em ambas as estirpes, verifica-se uma progressão clara do peso corporal com a idade, evidenciando um crescimento consistente em todas as jaulas. No entanto, a estirpe Vermelha apresentou, em média, pesos mais elevados em todas as idades comparativamente à estirpe Branca, com destaque já aos 23 dias (média de 0,61 kg na Vermelha vs. 0,50–0,54 kg na Branca). Este padrão confirma estudos prévios como os de Marcato *et al.* (2010), que evidenciam diferenças de desempenho entre linhagens genéticas.

Aos 37 dias, o peso máximo foi observado na estirpe Vermelha (1,41 kg na jaula J1V), enquanto a Branca atingiu um máximo de 1,15 kg (J1B). Esta diferença pode refletir uma maior taxa de crescimento da estirpe Vermelha, hipótese sustentada por Fernandes *et al.* (2002), que apontam o potencial genético diferenciado entre linhagens comerciais.

Observa-se uma maior variabilidade intra-jaula na estirpe Vermelha, especialmente nas jaulas J1V e J4V, com desvios-padrão superiores, nomeadamente aos 37 dias (SD = 0,281

kg em J1V). Esta dispersão pode estar associada a factores como dinâmica social dentro da jaula, diferenças de acesso ao alimento, ou microambientes diferenciados.

Na estirpe Branca, a distribuição de pesos foi mais homogénea entre jaulas, embora ainda com diferenças residuais relevantes. Por exemplo, aos 23 dias, a J2B apresentou o maior peso médio (0,535 kg), e a J4B o menor (0,473 kg), sugerindo alguma heterogeneidade inicial.

Tabela 6 - Resumo comparativo das médias por estirpe

Idade (dias)	Estirpe Branca (kg)	Estirpe Vermelha (kg)
23	~0,50 – 0,54	~0,53 – 0,62
30	~0,63 – 0,67	~0,63 – 0,76
37	~0,80 – 0,89	~0,82 – 0,97

A progressão do crescimento por estirpe, baseada em médias simples por idade, foi:

- Branca: 0,50 → 0,66 → 0,87 kg
- Vermelha: 0,61 → 0,71 → 0,93 kg

A variação entre jaulas e o peso inicial dos frangos justificam a inclusão destes factores nos modelos mistos como efeitos aleatórios ou covariáveis. A maior variabilidade observada na estirpe Vermelha também sugere a necessidade de avaliar modelos com heterocedasticidade (variâncias diferentes entre grupos). Tais ajustes permitem maior precisão na interpretação dos efeitos de estirpe e idade sobre o desempenho ponderal.

3.2. Análise do peso vivo inicial

Na Tabela 7 apresentamos os dados descritivos do peso vivo inicial dos frangos de carne das estirpes Branca e Vermelha, distribuídos por cinco jaulas cada. Os valores foram registados aos 23 dias de idade, no início do ensaio experimental. Foram considerados a média, desvio padrão (DP), valores máximos e mínimos, por jaula.

Tabela 7 - Comparação do peso corporal inicial entre estirpes Peso vivo médio (kg), desvio padrão (dp), peso máximo (máx), peso mínimo (mín) e número de aves (n) por estirpe e jaula aos 23 dias de idade.

Estirpe	Jaula	Média	DP	Max	Min	n
Branca	J1B	0,507	0,0826	0,585	0,355	6
	J2B	0,535	0,0706	0,660	0,465	6
	J3B	0,516	0,0679	0,590	0,415	6
	J4B	0,473	0,0628	0,545	0,380	6
	J5B	0,474	0,0613	0,530	0,355	6
Vermelha	J1V	0,613	0,0664	0,725	0,535	6
	J2V	0,613	0,0664	0,725	0,535	6
	J3V	0,608	0,0821	0,715	0,510	6
	J4V	0,547	0,0671	0,645	0,460	6
	J5V	0,533	0,0693	0,640	0,465	6

Desde o início do ensaio, observou-se que a estirpe Vermelha apresentou sistematicamente pesos médios mais elevados do que a estirpe Branca em todas as jaulas. As médias variaram de 0,533 a 0,613 kg para a Vermelha, e de 0,473 a 0,535 kg para a Branca. Esta vantagem inicial em peso foi confirmada pela análise de variância (ANOVA), que indicou efeito significativo da estirpe ($p < 0,001$) sobre o peso inicial. Por outro lado, o efeito da jaula não foi significativo ($p = 0,232$), demonstrando que a alocação dos frangos entre jaulas dentro de cada estirpe foi homogênea, respeitando o delineamento experimental.

A análise estatística post hoc (teste t com correção de Benjamini-Hochberg) revelou diferença altamente significativa entre estirpes (p ajustado $\approx 5,4 \times 10^{-6}$). Assim, as aves da estirpe Vermelha iniciaram o ensaio com uma vantagem ponderal real e estatisticamente suportada em relação às da estirpe Branca.

Estes resultados são consistentes com os de Leandro *et al.* (2007), que demonstraram o impacto do peso inicial no desempenho dos frangos de carne, sobretudo na fase pré-inicial. Embora não tenham identificado diferenças significativas na conversão alimentar, os autores observaram que aves com maior peso inicial apresentaram ganhos de peso superiores nas fases iniciais. Da mesma forma, Khulel & Sabri (2020) relataram que pintos mais pesados apresentaram melhor desempenho em consumo, crescimento e taxa de aproveitamento proteico, ainda que a conversão alimentar não tenha diferido significativamente entre os grupos.

Tendo em conta esses achados, é fundamental considerar o peso inicial (PesoInicial) como covariável nos modelos subsequentes de crescimento, como ANCOVA ou modelos mistos.

Essa abordagem garante ajuste estatístico para diferenças iniciais entre estirpes, permitindo comparações equitativas ao longo do período experimental. Além disso, a ausência de variações significativas entre jaulas dentro de cada estirpe valida a consistência e o equilíbrio da estrutura do ensaio.

3.3. Distribuição do peso vivo por idade e estirpe

A Figura 6 apresenta a distribuição dos pesos vivos em função da idade (23, 30 e 37 dias), estratificada por estirpe (Branca e Vermelha). O diagrama de caixas (boxplot) ilustra a mediana, os quartis e possíveis valores discrepantes (outliers), permitindo uma avaliação visual dos padrões de crescimento e da homogeneidade intra-grupo. A separação por estirpe (facetado) permite uma comparação directa entre os comportamentos de crescimento das duas linhagens.

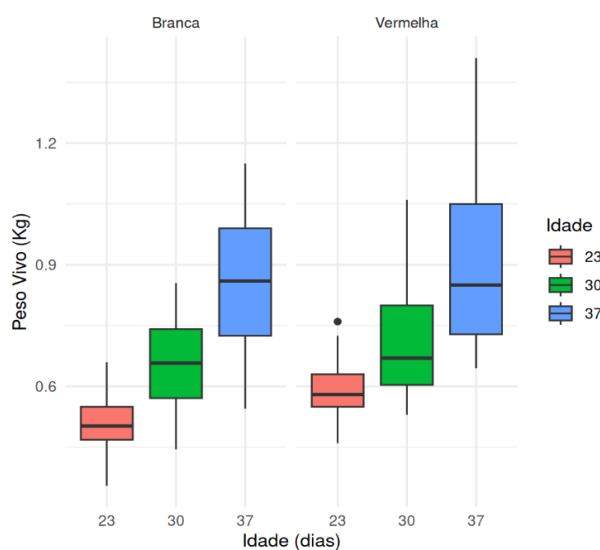


Figura 6 - Distribuição do peso vivo por idade e estirpe.

A análise do gráfico revela uma progressão clara dos valores de peso à medida que a idade avança, com diferenças visíveis entre estirpes. A estirpe Vermelha apresenta, em média, valores superiores em todas as idades, além de maior variabilidade em alguns pontos.

Adicionalmente, a relação entre o peso inicial e o peso final foi explorada por meio de regressão linear, conforme ilustrado na Figura 6. Este gráfico indica que a influência do peso

inicial sobre o peso final não é uniforme entre as estirpes e varia conforme a idade, sugerindo uma interação significativa entre peso inicial, idade e estirpe. Estes resultados sustentam a inclusão do peso inicial como covariável nos modelos estatísticos (ANCOVA ou modelos mistos), de forma a ajustar possíveis diferenças de partida e avaliar corretamente os efeitos das estirpes e das idades sobre o crescimento.

3.4. Relação entre o peso vivo inicial e final

A Figura 7 representa a dispersão do peso vivo inicial em relação ao peso final das aves, avaliando a trajetória de crescimento entre os 23 e os 37 dias de idade. Esta análise permite verificar a existência de uma relação linear entre os valores iniciais e os valores finais de peso e explorar se essa associação varia entre as estirpes Branca e Vermelha.

Observa-se que a estirpe Vermelha apresenta, de forma consistente, valores superiores de peso final para uma mesma faixa de peso inicial, sugerindo um desempenho superior ao longo do período observado. A inclinação das linhas de regressão indica que a relação entre peso inicial e peso final difere entre as estirpes, sinalizando uma potencial interação estatisticamente significativa entre esses dois factores.

Estes resultados reforçam a importância de considerar o peso inicial como covariável nos modelos de análise estatística, como a ANCOVA ou modelos mistos, de modo a isolar o efeito do crescimento propriamente dito e reduzir o viés decorrente de diferenças de partida. Além disso, a vantagem sistemática da estirpe Vermelha sobre a Branca, evidenciada neste gráfico, corrobora os dados descritivos apresentados nas seções anteriores.

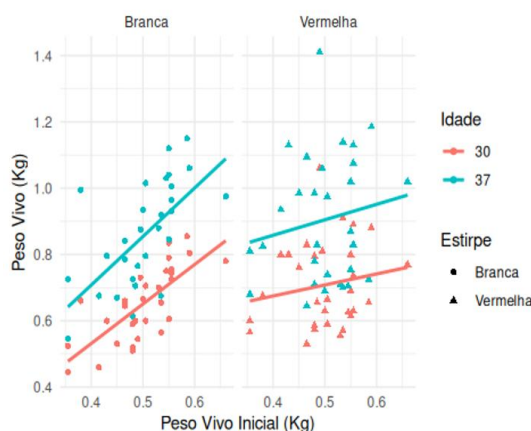


Figura 7 - Dispersão do peso vivo inicial em relação ao peso final das aves, avaliando a trajetória de crescimento entre os 23 e os 37 dias de idade.

3.5. Análise de interações do desempenho dos frangos

A Tabela 8 apresenta os resultados da análise de variância referente ao modelo de homogeneidade dos declives (homogeneity of slopes), que avalia se o efeito do peso inicial sobre o peso final varia em função da estirpe, da idade, ou da combinação de ambos. O objectivo é testar se a relação entre o peso corporal inicial e o peso final (crescimento) é consistente entre os diferentes grupos experimentais.

Tabela 8 - Efeito do peso inicial sobre o peso final em função da estirpe e da idade

	GLN	SQ	QM	F	Pr(>F)
Estirpe	1	0,178	0,7767	12,9626	0,000418***
Idade	2	3,467	1,7332	126,4576	< 2,2e-16 ***
PesoInicial	1	0,521	0,5208	37,9966	5,091e-09***
Estirpe: Idade	2	0,009	0,0047	0,3369	0,714437
Estirpe: PesoInicial	1	0,151	0,1505	10,9800	0,001128**
Idade: PesoInicial	2	0,141	0,0071	0,5146	0,598670
Estirpe: Idade: PesoInicial	2	0,0031	0,0016	0,1138	0,892497
Residuals	168	2,303	0,01371		

GLN: Graus de liberdade do numerador; SQ: Soma dos quadrados; QM: Quadrado médio, F: Valor de F e Pr: Valor de p.

Os resultados obtidos demonstram que os efeitos principais da estirpe, idade e peso inicial foram estatisticamente altamente significativos ($p < 0,001$), indicando que cada uma destas variáveis contribuiu de forma substancial para a variação observada no peso corporal final dos frangos.

A interacção entre estirpe e peso inicial revelou-se igualmente significativa ($p = 0,0011$), sugerindo que o impacto do peso inicial sobre o crescimento ponderal difere entre as linhagens estudadas. Tal resultado indica que as estirpes Branca e Vermelha apresentam respostas fisiológicas distintas em função do peso corporal à entrada do ensaio.

Por outro lado, as interacções idade x peso inicial e estirpe x idade x peso inicial não apresentaram significância estatística, o que permite inferir que o efeito do peso inicial se mantém estável ao longo das diferentes idades avaliadas, e que a relação entre peso inicial e peso final não sofre alterações relevantes em função da idade ou da combinação entre idade e estirpe.

Do ponto de vista estatístico, a ausência de interações significativas de ordem superior sugere que não existe heterogeneidade relevante nos declives entre os grupos experimentais, validando a utilização de um modelo de covariância com interações reduzidas. Este modelo permite: controlar o efeito da covariável peso inicial; avaliar separadamente os efeitos principais da estirpe e da idade; detectar e ajustar diferenciais na inclinação da regressão entre estirpes, quando o peso inicial influencia de modo diferencial o crescimento posterior.

Estes achados corroboram os resultados obtidos por Khulel & Sabri (2020), que identificaram uma associação significativa entre o peso inicial dos pintos e o desempenho zootécnico subsequente. A inclusão da covariável peso inicial nos modelos estatísticos revela-se, assim, uma abordagem robusta, permitindo uma interpretação mais precisa e fiável dos factores que influenciam o crescimento dos frangos de carne.

3.6. Peso vivo em função do peso inicial, da estirpe e da idade

Com o objectivo de compreender os factores que influenciam o peso corporal final dos frangos de carne, foi ajustado um modelo de análise de covariância (ANCOVA), no qual foram incluídos três variáveis principais: o peso corporal inicial (covariável contínua), a estirpe genética (Branca e Vermelha) e a idade das aves (23, 30 e 37 dias). Este modelo estatístico permite controlar as diferenças iniciais entre os grupos, quantificar o efeito individual de cada factor e investigar potenciais interações entre eles.

A Tabela 9 apresenta os resultados do modelo ajustado, onde se observa que todas as variáveis principais apresentaram efeitos altamente significativos ($p < 0,001$). O peso inicial destacou-se como o factor com maior impacto sobre o peso final ($F = 6623,26$), explicando uma proporção substancial da variabilidade observada. Este resultado corrobora os achados de Al-Nedawi (2019) e Mendes *et al.* (2011), que reportaram uma forte correlação positiva entre o peso de arranque e o desempenho posterior de frangos de carne, e vai ao encontro das evidências descritas por Khulel & Sabri (2020), que apontam para uma clara relação entre peso inicial e taxa de crescimento nas fases subsequentes.

Tabela 9 - Resultados da ANCOVA: efeito do peso inicial, da estirpe e da idade, incluindo a interação entre peso inicial e estirpe

	GLN	SQ	QM	F	Pr(>F)
PesoInicial	1	88,653	88,653	6623,257	< 2,2e-16***
Estirpe	2	0,476	0,238	17,784	9,387e-08***
Idade	2	3,466	1,733	129,486	<2,2e-16***
PesoInicial: Estirpe	1	0,150	0,150	11,243	0,0009808
Residuals	174	2,329	0,013		

GLN: Graus de liberdade do numerador; SQ: Soma dos quadrados; QM: Quadrado médio, F: Valor de F e Pr: Valor p.

A idade das aves também exerceu um efeito estatisticamente significativo e esperado sobre o peso corporal ($F = 129,49$), confirmando que o ganho de peso é progressivo ao longo do tempo. Este crescimento gradual é consistente com os padrões de desenvolvimento reportados por Ribeiro (2014) e Moro *et al.* (2005), que destacam a importância do estágio produtivo no desempenho zootécnico.

A estirpe apresentou um efeito significativo global ($F = 17,78$), embora este tenha sido modulado pela interação significativa com o peso inicial ($F = 11,24$; $p < 0,001$). Este resultado sugere que a inclinação da curva de crescimento em função do peso inicial difere entre as duas estirpes avaliadas. Em particular, a estirpe Branca demonstrou maior sensibilidade ao peso de partida, apresentando um ganho proporcional mais elevado por unidade de peso inicial, enquanto a estirpe Vermelha manteve uma vantagem ponderal sistemática, mesmo com menor inclinação. Este fenómeno pode reflectir diferenças fisiológicas na eficiência de aproveitamento nutricional entre as linhagens, tal como discutido por Stringhini *et al.* (2003) e Marcato *et al.* (2010), que relataram respostas divergentes ao mesmo regime alimentar entre frangos de diferentes origens genéticas.

Importa salientar que o modelo ANCOVA utilizado demonstrou um elevado grau de ajustamento aos dados ($R^2 = 97,5\%$), tornando-o uma ferramenta robusta para interpretação do crescimento animal ao longo do tempo. A inclusão da interação entre peso inicial e estirpe melhora a precisão das estimativas, permitindo capturar nuances no comportamento das diferentes linhagens em função da condição de partida.

A evidência empírica sugere, portanto, que a estirpe Vermelha apresenta uma vantagem genética intrínseca em termos de peso vivo, mas que a estirpe Branca responde de forma

mais acentuada ao peso inicial, o que poderá ser relevante para decisões de selecção e estratégias de manejo alimentar diferenciadas.

3.7.Comparação entre estirpes e idades: análise ajustada por covariável

A Figura 8 representa a trajectória do peso vivo ajustado das aves ao longo das três idades avaliadas (23, 30 e 37 dias), segundo estirpe, com controlo estatístico pelo peso inicial através de um modelo ANCOVA com interacção parcial (PesoInicial × Estirpe + Idade). Esta abordagem permite isolar o efeito da estirpe e da idade, mantendo constante a condição de partida (peso inicial médio), o que confere maior rigor à análise comparativa.

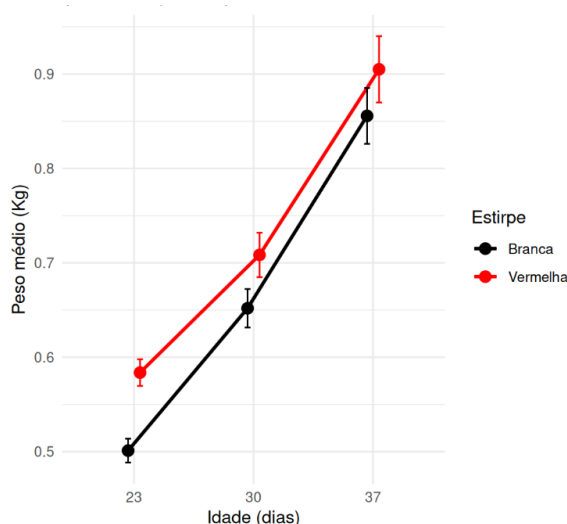


Figura 8 - Evolução do peso ajustado por estirpe e idade (23, 30 e 37 dias), com intervalos de confiança a 95%.

A análise mostra que a estirpe Vermelha apresentou sistematicamente maiores valores de peso vivo ajustado em todas as idades, com diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,01$) em relação à estirpe Branca. Os intervalos de confiança não se sobrepõem, o que reforça a robustez da distinção entre os grupos.

A interacção entre peso inicial e estirpe revelou-se significativa ($p < 0,001$), evidenciando que a influência do peso inicial sobre o peso final difere entre linhagens. A estirpe Branca apresentou uma maior sensibilidade ao peso de arranque, enquanto a Vermelha manteve vantagem ponderal estável ao longo das idades, mesmo após controlo estatístico.

As diferenças de peso observadas entre idades também foram estatisticamente significativas dentro de cada estirpe. Na estirpe Branca, os aumentos médios foram de +0,14 kg entre os dias 23 e 30, e de +0,34 kg entre os dias 23 e 37. Resultados idênticos foram verificados na estirpe Vermelha, indicando um padrão consistente de crescimento. Estes dados corroboram as evidências de Ribeiro (2014), que destaca o impacto do estádio produtivo na avaliação de frangos, e de Moro *et al.* (2005), que compararam linhagens da EMBRAPA e também encontraram efeitos significativos de idade e genética.

Estudos anteriores, como os de Campos (2000) e Lisboa *et al.* (1999), reforçam a existência de correlações elevadas entre peso corporal e idade, bem como variações significativas entre grupos genéticos, que se reflectem nas taxas de crescimento e nos resultados zootécnicos finais.

Os resultados aqui apresentados confirmam que o peso inicial tem um impacto positivo substancial no crescimento subsequente. Contudo, este efeito é mais acentuado na estirpe Branca, como revelado pela interacção PesoInicial x Estirpe. Ainda assim, a estirpe Vermelha mantém uma vantagem absoluta, evidenciando maior potencial genético para ganho de peso.

Em resumo, o modelo ANCOVA ajustado demonstra que a idade e a estirpe influenciam significativamente o crescimento das aves, e que o controlo pelo peso inicial é essencial para garantir inferências estatísticas válidas. A estirpe Vermelha destaca-se como mais eficiente em termos de crescimento, mesmo após ajustamento pelas condições iniciais.

3.8. Trajectórias de crescimento individuais

A Figura 9 apresenta as trajectórias individuais de crescimento, assim como a tendência média da evolução do peso vivo dos frangos pertencentes às estirpes Branca e Vermelha, avaliadas ao longo de três idades (23, 30 e 37 dias). Este tipo de visualização permite observar, simultaneamente, o padrão geral de crescimento e a variabilidade intra e intergrupos.

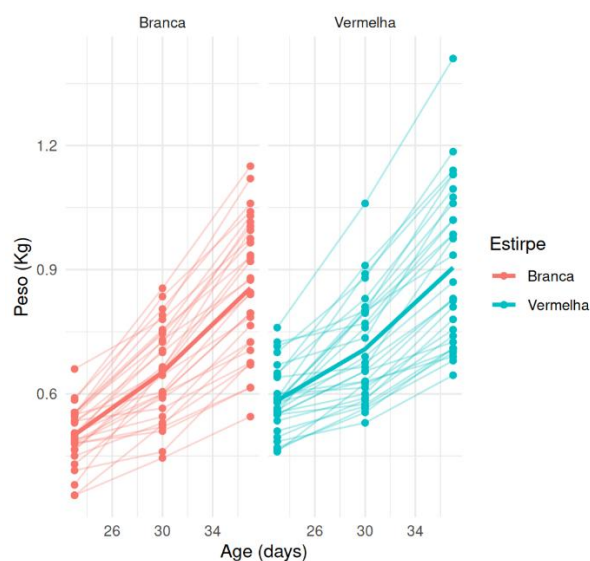


Figura 9 - Trajectórias individuais e tendência média da evolução do peso vivo nas estirpes Branca e Vermelha.

As trajectórias demonstram um padrão ascendente em ambas as estirpes, evidenciando um crescimento progressivo dos indivíduos ao longo do tempo. A estirpe Vermelha destaca-se por apresentar pesos médios consistentemente superiores em comparação à estirpe Branca, o que corrobora os resultados previamente discutidos nas análises descritivas e inferenciais (secções 4.1 a 4.7).

A variabilidade observada entre indivíduos, mesmo dentro da mesma estirpe, revela que factores como comportamento alimentar, posição hierárquica nas jaulas e resposta individual à dieta podem influenciar o desempenho zootécnico. Tal variabilidade justifica a necessidade de modelos estatísticos robustos, como os modelos mistos aplicados neste estudo.

Segundo Mignon-Grasteau & Beaumont (2000), a velocidade de crescimento depende da espécie e do porte do animal, sendo geralmente mais acelerada em espécies ou indivíduos de pequeno porte. Adicionalmente, o estilo de vida e a precocidade fisiológica influenciam o crescimento relativo dos diferentes componentes corporais. Nesse contexto, a estirpe Vermelha pode apresentar maior precocidade, o que explicaria o seu melhor desempenho ao longo das idades avaliadas.

Resultados obtidos por Silva *et al.* (2022) indicam que tratamentos diferenciados, mesmo quando não afetam significativamente o peso final das aves aos 49 dias, podem gerar vari-

ações nas trajectórias de crescimento. Da mesma forma, Barbato & Vasilatos-Younken (1991) destacam que factores sexuais contribuem entre 5% e 10% para a variabilidade do crescimento. Em espécies sexualmente dimórficas como o frango doméstico, machos geralmente apresentam maior velocidade de crescimento e peso final superior, enquanto fêmeas tendem a maturar mais rapidamente, com ponto de inflexão precoce e menor peso assintótico.

Embora não tenha havido distinção de sexo no presente estudo, as trajectórias obtidas são consistentes com padrões esperados para frangos de carne de rápido crescimento, sendo compatíveis com os dados zootécnicos das linhagens comerciais.

3.9. Efeito aleatório de indivíduo

A Tabela 10 apresenta os resultados da análise de variância de um modelo misto, onde se considerou o peso inicial centrado (cPeso0) como covariável contínua, e o efeito do indivíduo foi incluído como efeito aleatório. O objectivo foi avaliar a contribuição de variáveis fixas e das interacções entre elas para a explicação do peso vivo final dos frangos.

Tabela 10 - Efeitos fixos do modelo misto com peso inicial centrado (cPeso0), estirpe e idade como factores, incluindo interacções de dois e três factores.

	GLN	SQ	QM	GLD	F	Pr(>F)
(cPeso0)	1	0,0887	0,08871	56	16,9803	0,0001259***
Estirpe	1	0,0303	0,03026	56	5,7928	0,0194143***
Idade	2	3,4664	1,73319	112	331,7742	<2,2e-16***
Peso: Estirpe	1	0,0256	0,02563	56	4,9068	0,0308349*
Peso: Idade	2	0,0141	0,00705	112	1,3501	0,2633884
Estirpe: Idade	2	0,0092	0,004662	112	0,8840	0,4159979
Peso:Estirpe:Idade	2	0,0031	0,00156	112	0,2986	0,74245118

GLN: Graus de liberdade numerador; SQ: Soma dos quadrados; QM: Quadrado médio; GLD: Graus de liberdade do denominador; F: Valor e Pr(>F): Valor de p

O peso inicial centrado (cPeso0) demonstrou um efeito altamente significativo sobre o peso final (F = 16,98; p < 0,001), confirmando o seu papel preponderante no crescimento

subsequente das aves, conforme já evidenciado por Al-Nedawi (2019) e Mendes *et al.* (2011). A estirpe Vermelha manteve desempenho superior ($p = 0,019$), com um ganho adicional estimado de +0,083 kg em comparação com a estirpe Branca, após controlo pelo peso inicial.

A idade, como esperado, apresentou o efeito mais robusto ($p < 0,001$), com incrementos médios de +0,15 kg aos 30 dias e +0,35 kg aos 37 dias, quando comparados aos 23 dias iniciais. Estes resultados são consistentes com a literatura (Carvalho Osório, 2022), que destaca a tendência de variação significativa dos ganhos diários em diferentes fases do crescimento.

A interacção $cPeso_0 \times$ Estirpe também foi significativa ($p = 0,031$), indicando que a influência do peso inicial varia conforme a linhagem genética. A estirpe Branca, neste caso, revelou maior sensibilidade ao peso de partida, com maior inclinação na relação peso inicial–peso final, o que pode refletir mecanismos de compensação fisiológica.

As interacções entre $cPeso_0 \times$ Idade, Estirpe \times Idade, e a interacção tripla não apresentaram significância estatística, indicando que o efeito do peso inicial é estável ao longo das idades analisadas e que as diferenças entre estirpes não se alteram substancialmente com o avanço da idade.

Estudos de Mohallem *et al.* (2008) destacam que, apesar de existirem variações nos coeficientes de variação (CV) entre ensaios, os valores médios de CV para ganho de peso (~4,6%) e conversão alimentar (~4,15%) são considerados baixos e aceitáveis, corroborando a consistência dos resultados aqui obtidos.

Assim, os achados sustentam a relevância da inclusão de efeitos aleatórios e covariáveis centradas na modelação estatística do crescimento, contribuindo para uma análise mais precisa e ajustada da variação entre indivíduos.

3.10. Análise do crescimento ponderal em jaulas com modelo misto: efeito da estirpe, idade e peso inicial

Com o objectivo de quantificar os efeitos da estirpe genética (Branca vs. Vermelha), da idade (23, 30 e 37 dias) e do peso inicial sobre o crescimento dos frangos de carne, recorreu-se a um modelo linear misto, apresentado na Tabela 11. Este modelo incluiu o peso inicial centrado ($cPeso_0$) como covariável contínua, os factores fixos estirpe e idade, e considerou o indivíduo como efeito aleatório, de forma a captar a variabilidade intra-grupo

associada às trajectórias individuais de crescimento. A estrutura do modelo permite uma análise mais robusta, ajustando o peso vivo final às condições iniciais de cada ave, e contemplando a heterogeneidade inerente ao lote experimental.

Tabela 11 - Efeitos fixos e aleatórios no modelo misto para crescimento ponderal

	GLN	SQ	QM	GLD	F	Pr(>F)
(cPeso0)	1	0.0882	0.08817	56	16.9803	0.0001259 ***
Estirpe	1	0.0301	0.03008	56	5.7928	0.0194143 *
Idade	2	3.4664	1.73319	116	333.7957	< 2.2e-16 ***
cPeso0:Estirpe	1	0.0255	0.02548	56	4.9068	0.0308349 *
Estirpe: Idade	2	0.0092	0.00462	116	0.8894	0.4136993

GLN: Graus de liberdade numerador; SQ: Soma dos quadrados; QM: Quadrado médio; GLD: Graus de liberdade do denominador; Valor F e Pr(>F): Valor de p.

Os resultados obtidos através do modelo linear misto, revelam efeitos estatisticamente significativos para as variáveis principais envolvidas no crescimento ponderal dos frangos.

O peso inicial centrado (cPeso0) apresentou um efeito positivo e altamente significativo sobre o peso final das aves ($p < 0,001$), confirmando que aves com maior peso de partida tendem, em média, a manter essa vantagem ao longo do tempo. Este resultado está de acordo com estudos prévios que indicam forte correlação entre peso inicial e desempenho subsequente (Khulel & Sabri, 2020; Mohallem *et al.*, 2008).

O efeito da estirpe foi também significativo ($p = 0,019$), com a estirpe Vermelha a demonstrar desempenho superior em termos de peso final quando comparada com a estirpe Branca. Este resultado reforça as evidências previamente discutidas nas secções anteriores, e está em linha com os achados de Lisboa *et al.* (1999), que identificaram variações de crescimento associadas ao grupo genético.

A idade das aves revelou-se o factor mais determinante, com um efeito extremamente significativo ($p < 0,001$), evidenciando o crescimento progressivo esperado entre os 23, 30 e 37 dias. Estes resultados estão em consonância com o padrão natural de desenvolvimento descrito por Ricklefs (1985) e Ribeiro (2014), sendo também observados em contextos produtivos similares (Moro *et al.*, 2005).

A interação entre o peso inicial centrado e a estirpe (cPeso0:Estirpe) mostrou-se estatisticamente significativa ($p = 0,031$), o que sugere que o efeito do peso inicial sobre o peso final não é idêntico entre estirpes. Na estirpe Branca, este efeito foi mais acentuado, indicando uma possível compensação de crescimento mais eficiente, aspecto que merece atenção em programas de melhoramento zootécnico diferenciados por linhagem.

Por outro lado, a interação Estirpe x Idade não foi estatisticamente significativa ($p = 0,414$), sugerindo que ambas as estirpes apresentam um padrão de crescimento semelhante ao longo do tempo, ou seja, a influência da idade sobre o peso é consistente entre linhagens. Esta ausência de interação confirma a robustez do modelo ajustado, bem como a homogeneidade do efeito da idade.

No global, o modelo apresentou um elevado grau de ajustamento (R^2 marginal e condicional superiores a 95%, conforme verificado em etapas anteriores), validando a utilização de modelos mistos para avaliação de crescimento em frangos de carne criados em jaulas, com estrutura de dados repetidos e covariáveis contínuas.

4. CONCLUSÕES

O presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento ponderal de frangos de carne das estirpes Branca e Vermelha, alojados em sistema de jaulas com densidade fixa de 6 aves por unidade, ao longo de três idades distintas (23, 30 e 37 dias). A variável central analisada foi o peso vivo, cuja evolução permitiu caracterizar diferenças entre estirpes, padrões de crescimento e efeitos de covariáveis associadas ao desempenho.

Os principais resultados permitem destacar as seguintes conclusões:

- O peso vivo aumentou progressivamente com a idade, em ambas as estirpes, demonstrando crescimento consistente e adequado às condições experimentais e ao regime alimentar fornecido.
- A estirpe Vermelha apresentou sistematicamente pesos médios superiores à estirpe Branca, em todas as idades avaliadas. Esta diferença manteve-se significativa mesmo após controlo estatístico pelo peso inicial, sugerindo maior potencial genético de crescimento.

- O peso inicial revelou-se a variável mais explicativa do peso final, tendo efeito altamente significativo em todos os modelos aplicados (ANCOVA e modelos lineares mistos). A sua inclusão como covariável melhorou substancialmente a precisão das comparações entre estirpes e idades.
- A interação entre estirpe e peso inicial foi estatisticamente significativa, indicando que frangos da estirpe Branca tendem a expressar maior sensibilidade às condições de partida, evidenciando um possível mecanismo de compensação de crescimento.
- Os modelos lineares mistos confirmaram a relevância da variabilidade individual como fonte significativa de variação, o que justifica a sua consideração como efeito aleatório em estudos longitudinais com medidas repetidas.

Com base nas evidências obtidas, formulam-se as seguintes recomendações:

1. Controlar o peso inicial como covariável em estudos de crescimento animal, de modo a reduzir viéses na análise e a melhorar a qualidade inferencial dos modelos estatísticos.
2. Valorizar a estirpe Vermelha em contextos produtivos que visem maior rendimento ponderal em ciclos curtos, considerando a sua vantagem genética no desempenho em peso vivo.
3. Explorar estratégias específicas para a estirpe Branca, tirando partido da sua maior resposta ao peso inicial, com possível adaptação de protocolos de manejo para maximizar o seu desempenho compensatório.
4. Adotar modelos estatísticos robustos que incluam efeitos aleatórios (indivíduo) e controlo por covariáveis, nomeadamente ANCOVA ou modelos mistos, sempre que se trabalhe com dados longitudinais em frangos de carne.
5. Ampliar o período de observação para além dos 37 dias em futuros ensaios, para melhor identificar a trajetória de crescimento até o ponto óptimo de abate e analisar diferenças de desempenho em fases mais avançadas.
6. Realizar investigações adicionais sobre a influência de variáveis ambientais, nutricionais e de densidade de alojamento, articuladas com o componente genético, de forma a aprofundar a compreensão das interações que determinam o crescimento dos frangos em sistemas de confinamento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Nedawi, A. M., Aljanabi, T. K., Altaie, S. M., & Al-Samarai, F. R. (2019). Effect of sex and day-old weight on subsequent body weight and body mass index in commercial broilers. *Adv. Anim. Vet. Sci*, 7(1), 45-48. Repéré à https://mail.nexusacademicpublishers.com/uploads/files/aavs_7_1_45-48
- Alves, A. A., & Freitas, E. S. de. (2025). Ganho de peso de frangos semicaipiras alimentados com diferentes rações. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária FAG*, 8(2), 147-156. Repéré à <https://ojsrevistas.fag.edu.br/index.php/abmvfag/article/view/2247>
- Araújo, F. G. de. (2018). Bem-estar e ambiência das aves. https://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/1471/bem_estar_e_amb_das_aves_web
- Araújo, Í. C. S., Guamán, C. A. G., Ferreira, F., de Sousa, L. S., Moreira, L. M., Vasconcelos, M. D. C., & Ferreira, T. G. (2023). Domesticação e comportamento do Gallus gallus domesticus. <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/76324/2/Domestica%C3%A7%C3%A3o%20e%20comportamento%20do%20gallus%20gallus%20domesticus>
- AviNews. (2021). Importância da forma física da ração para frangos de corte—aviNews Brasil. <https://avinews.com/pt-br/importancia-da-forma-fisica-da-racao-para-frangos-de-corte/>
- Baião, N. C. (1995). Efeitos da densidade populacional sobre o ambiente das instalações avícolas. *Simpósio Internacional sobre Ambiência e Instalação na Avicultura Industrial*, 1, 67–75.
- Barbato, G. F., & Vasilatos-Younken, R. (1991). Sex-linked and maternal effects on growth in chickens. *Poultry science*, 70(4), 709-718. Repéré à <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119331372>
- Barbosa, F. J. V., Nascimento, M., Diniz, F. M., do Nascimento, H. T. S., & de Araújo Neto, R. B. (2007). Sistema alternativo de criação de galinhas caipiras. <https://core.ac.uk/download/pdf/15446654>

- Bellaver, C. (2021). Nutrição—Portal Embrapa. <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/frango-de-corte/pre-producao/fabrica-de-racoes/nutricao>
- Brito, J. Á. G. de. (2008). Programa de luz frangos de corte. Engormix. https://pt.engormix.com/avicultura/ambiencia/aspectos-praticos-programa-luz_a36720/
- Camelo, A. (2016, setembro 27). Iluminação adequada na avicultura: Interferência na produção? Blog da Agrocerec Multimix. <https://agrocerec-multimix.com.br/blog/interferencia-da-iluminacao-na-producao-e-reproducao-das-aves/>
- Campos, E. J. (2000). Avicultura: Razões, fatos e divergências. (S.l.): FEP-MVZ
- Capodifoglio, B. F. (2023, janeiro 6). *Peletização*: Benefícios e fatores que interferem na formação dos peletes. Blog da Agrocerec Multimix. <https://agrocerec-multimix.com.br/blog/peletizacao-beneficios-e-fatores-que-interferem-na-formacao-dos-peletes/>
- Cardozo, S. P. (2019). Salmonella sp. em excretas, carcaças e ovos de Gallus gallus comercializados em feiras de Goiânia, Goiás [Dissertação de mestrado]. *Universidade Estadual de Goiás*.
- Carvalho, C. L. (2019). Bem-estar animal em galinhas poedeiras [Dissertação de mestrado]. *Universidade Federal do Rio Grande do Sul*. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/200130>
- Carvalho Osório, D. A. (2022). Desempenhos zootécnicos de frangos de carne alimentados com a macroalga laminaria digitata com ou sem suplementação enzimática. Master's Thesis. *Universidade de Lisboa (Portugal)*. Repéré à <https://search.proquest.com/openview/689a728cc4fc5488b373a50f402e668c/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>
- Cobb-Vantress. (2008). Manual de manejo de frangos de corte Cobb. Cobb-Vantress Brasil Guapiaçu.
- Cobb 500. (2020). Suplementação: Desempenho e nutrição para frangos de corte Cobb500. <https://www.docsity.com/pt/docs/cobb-500-2018-desempenho/5438615/>

- Coelho, E. M. G. (2013). Utilização de um programa de restrição luminosa e seu efeito nas performances produtivas e na ingestão de água de frangos de carne [Dissertação de mestrado]. *Universidade de Évora*.
<https://search.proquest.com/openview/c07de60156f8a7b571704a84122f2ed6/1>
- Cofi, D. da A. (2024). Desempenho produtivo e económico de frangos de corte alimentados com rações de diferentes marcas.
<http://196.3.97.28/handle/123456789/3752>
- Cristofoletti, M. (2014, dezembro 29). O que é frango de corte? Inteliagro.
<https://www.inteliagro.com.br/o-que-e-frango-de-corte/>
- Czarick, M., & Lacy, M. P. (1997). Getting chicks off to a good start.
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19972211386>
- Dai, S. F., Gao, F., Zhang, W. H., Song, S. X., Xu, X. L., & Zhou, G. H. (2011). Effects of dietary glutamine and gamma-aminobutyric acid on performance, carcass characteristics and serum parameters in broilers under circular heat stress. *Animal Feed Science and Technology*, 168 (1-2), 51-60.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840111000873>
- Dalpian, A. S. M. (2020). Redução e novos usos do resíduo sólido mineral e vegetal do amendoim: Um estudo de caso com propostas de melhorias. Repéré à
<https://repositorio.unesp.br/entities/publication/b516fb7a-b3bf-4976-bd3f-dee73c63924f>
- De Meyer, F., Eeckhaut, V., Ducatelle, R., Dhaenens, M., Daled, S., Dedeurwaerder, A., ... Van Immerseel, F. (2019). Host intestinal biomarker identification in a gut leakage model in broilers. *Veterinary Research*, 50(1), 46.
<https://doi.org/10.1186/s13567-019-0663-x>
- Dourado, R. L., de Souza, A. L., de Moura Zanine, A., Toral, F. L. B., de Jesus Ferreira, D., & de Abreu, J. G. (2015). Structural and production characteristics of Piatã grass forage submitted to levels of nitrogen. *American Journal of Plant Sciences*, 6(5), 693-701. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=54849>
- Dias, E. R. (2014). Desempenho e rendimento de frangos de corte alimentados com dieta contendo óleo de vísceras de tilápia (*Oreochromis niloticus*).

https://ww2.uva.ce.gov.br/apps/common/documentos_mestrazoo/dissertacao_1dbfa195167a4ac4600fb5aa7eec13ad

- Eekeren, N. V., Maas, A., Saatkamp, H. W., & Verschuur, M. (2006). Criação de galinhas em pequena escala.
- Fernandes, L. M., Vieira, S. L., & Baptista, C. B. (2002). Desenvolvimento de órgãos da digestão e rendimento de carcaça de frangos de corte de diversas origens genéticas criados com bebedouros pendular e nipple. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 4. repéré à <https://www.scielo.br/j/rbca/a/dcnmhqsknjqxqzzy5mxhgz/?lang=pt>
- Fernandes, D. P. B. (2020). Sustentabilidade de diferentes sistemas de produção de ovos no Brasil [Dissertação de mestrado]. Universidade de São Paulo. https://scholar.archive.org/work/canyd5gi45ejdbhycgyczgp3cq/access/wayback/https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11152/tde07052020153945/publico/Danielle_Priscila_Bueno_Fernandes_versao_revisada
- Figueiredo, E. A. P., de Avila, V. S., & Saatkamp, M. G. (2015). Frangos diferenciados: *Caipira*. <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-alice-doc-1033521>
- Fridrich, A. B., Valente, B. D., Felipe-Silva, A. S., Silva, M. A., Corrêa, G. S. S., Fontes, D. O., & Ferreira, I. C. (2005). Exigência de proteína bruta para codornas europeias no período de crescimento. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 57, 261-265. <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/w3zdx4hyyygkpfykn7dm38b/?lang=pt>
- Gil, S. I. (2024). Avaliação de desempenho e custos de produção de frangos de corte alimentados com diferentes rações comerciais. <http://monografias.uem.mz/jspui/handle/123456789/4038>
- Gomes, B. R. S. (2022). Análise da pecuária de precisão. Repéré à <http://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/5038>
- Jiang, R. S., & Yang, N. (2007). Effect of day-old body weight on subsequent growth, carcass performances and levels of growth-related hormones in quality meat-type chicken. *European Poultry Science*, 71(2), 93-96. Repéré à <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003909825009312>

- Kiefer, C., Santos, T. M. B. dos, Moura, M. de S., Silva, C. M., Lucas, L. dos S., & Rosa, E. M. (2012). Digestibilidade de dietas suplementadas com fitase para suínos sob diferentes ambientes térmicos. *Ciência Rural*, 42, 1483-1489. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000051>
- Klosowski, E. S., Campos, A. T., Gasparino, E., Campos, A. T. de, & Amaral, D. F. (2004). Temperatura da água em bebedouros utilizados em instalações para aves de postura. *Engenharia Agrícola*, 24(3), 493-500. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162004000300002>
- Khulel, R. M., & Sabri, M. A. (2020). Effect of initial weight of chicks on performance of Iraqi local chickens. Repéré à [https://plantarchives.org/20-2/5686-5690%20\(6866\)](https://plantarchives.org/20-2/5686-5690%20(6866))
- Leão, A. S., Mateus, O., Maurício, R., Pereira, F., Correia, T., Carloto, A., ... Valentim, R. (2015). Manejo alimentar em ovinos e caprinos. Instituto Politécnico de Bragança. http://www.ancras.pt/images/redovicapra_pdf/Manejo_Alimentar_de_ovinos_e_caprinos
- Leite, C. P. O. (2022). Sistema de criação de galinha caipira: *Uma proposta para a agricultura familiar no nordeste brasileiro*. <https://rosario.ufma.br/jspui/handle/123456789/6703>
- Leandro, N. S. M., Pereira, W. C., Café, M. B., Stringhini, J. H., Gonzáles, E., & Jardim Filho, R. (2007). Desempenho de frangos com diferentes pesos iniciais alimentados com ração pré-inicial suplementada com metionina. *Ciência Animal Brasileira/Brazilian Animal Science*, 8(3), 373-384. Repéré à <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/1675>
- Lima, N. L. L. (2016). Eficiência produtiva em cordeiros classificados pelo consumo alimentar residual (CAR) e consumo e ganho residual (CGR). <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vtt-200054>
- Lisboa, J. S., Silva, D. J. da, Silva, M. de A., Soares, P. R., & Graças, A. S. das. (1999). Desempenho de três grupos genéticos de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes teores de proteína. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 28, 555-559. Repéré à <https://www.scielo.br/j/rbz/a/vjcgf67ltjdzq6hs5hbqvs/?lang=pt>
- Litz, F. H., Fernandes, E. A., Antunes, R. C., Girão, L. V. C., Ferreira, A. M. S., Limão, V. A., & Bueno, J. P. R. (2020). Zootechnical parameters and gizzard development of

- broilers fed with sorghum grain and carotenoid supplementation. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 72, 607-614. <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/wbfp64pdsncbhnprc9nvc/abstract/?lang=en>
- Lopes, J. C. O. (2011). Avicultura. <https://livrozilla.com/doc/291746/avicultura>
- Lopez, J. (2022, junho 20). A importância da nutrição em aves no bem-estar animal de galinhas. *Universo da Saúde Animal*. <https://www.universodasaudeanimal.com.br/avicultura/a-importancia-da-nutricao-em-aves-no-bem-estar-animal-de-galinhas/>
- Lupatini, F. (2015). Avaliação do efeito de variáveis produtivas na conversão alimentar de frangos de corte. https://bdtd.ibict.br/vufind/record/ufg-2_3081473106c16b935de9d9bb0823842f
- Madeira, L. A. (2005). Morfologia das fibras musculares esqueléticas de frangos de corte criados nos sistemas confinado e semi-confinado. <https://repositorio.unesp.br/items/de86fb18-9774-4bd4-b018-95a4dd77abf1>
- Malathi, V., & Devegowda, G. (2001). In vitro evaluation of nonstarch polysaccharide digestibility of feed ingredients by enzymes. *Poultry Science*, 80(3), 302-305. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119417355>
- Martins, C. (2025). Como melhorar a eficiência do desempenho dos suínos. *Hypor*. <https://www.hypor.com/pt/articles/como-melhorar-a-eficiencia-do-desempenho-dos-suinos/>
- Marcato, S. M., Sakomura, N. K., Fernandes, J. B. K., Siqueira, J. C. de, Dourado, L. R. B., & Freitas, E. R. (2010). Crescimento e deposição de nutrientes nos órgãos de frangos de corte de duas linhagens comerciais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 1082-1091. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000500019>
- Marques, D. (1994). Desempenho de diferentes equipamentos. In *Manejo de frangos* (pp. 59–70). Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas.
- Martins, J. M., Taveira, R. Z., Hitz, F. H., Castilhano, H., & dos Santos, M. P. (2012). Desempenho zootécnico de linhagens de frango de corte de crescimento rápido. *Pubvet*, 6, Art-1283. Repéré à

<https://scholar.archive.org/work/qtafyqwe6zc6lnwzge6p6c6ute/access/wayback/http://www.pubvet.com.br/uploads/344532f530351b18ff1b798241586345>

- Martins, R. S. (2013). Efeito da fermentação de cama de aviário na qualidade da cama, na ambiência e no desenvolvimento de pododermatites em frangos de corte [Dissertação de mestrado]. *Universidade Federal de Santa Catarina*. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/106936>
- Matos, F. A., da Silva, N. F. B., da Costa, B. de A. M., Porto, A. L. F., & Oliveira, V. M. (2021). Agroindústria integrada à avicultura: Uma mini-revisão focada na sustentabilidade. <https://doi.org/10.31692/iiciagro.0214>
- Matsinhe, S. E. (2015). Efeito da densidade populacional sobre o desempenho zootécnico de frangos de corte na época de inverno na unidade de produção Abrantes Castigo no distrito de Vilankulo. https://www.academia.edu/41999470/escola_superior_de_desenvolvimento_rural_d_eartamento_de_produ%C3%87%C3%83o_agr%C3%81ria
- Mendes, A. S., Paixão, S. J., Restelatto, R., Reffatti, R., Possenti, J. C., De Moura, D. J., ... de Carvalho, T. M. R. (2011). Effects of initial body weight and litter material on broiler production. *Brazilian journal of poultry science*, 13, 165-170. Repéré à <https://www.scielo.br/j/rbca/a/xnmpq43dy6clq6p6cvhkyq/?lang=en>
- Michalczuk, M., Stepinska, M., & Lukasiewicz, M. (2011). Effect of the initial body weight of Ross 308 chicken broilers on the rate of growth. *Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW Animal Science*, 49, 121-125. Repéré à <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=2c9306e80c430f0570cec01ccab9e18b39ed7c0d>
- Minafra, C. S. (2020). Importância da saúde intestinal em frangos de corte. *Research, Society and Development*, 9(3), e86932475. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2475>
- Mignon-Grasteau, S., & Beaumont, C. (2000). Les courbes de croissance chez les oiseaux. *INRAE Productions Animales*, 13(5), 337-348. Repéré à <https://productions-animales.org/article/view/3802>
- Moiseyeva, I. G., Romanov, M. N., Nikiforov, A. A., Sevastyanova, A. A., & Semyenova, S. K. (2003). Evolutionary relationships of Red Jungle Fowl and chicken breeds.

- Genetics Selection Evolution*, 35(4), 403-423. <https://www.gsc-journal.org/articles/gse/abs/2003/05/g350404/g350404.html>
- Moreira, J., Mendes, A. A., Garcia, E. A., Oliveira, R. P. de, Garcia, R. G., & Almeida, I. C. L. de. (2003). Avaliação de desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne do peito em frangos de linhagens de conformação versus convencionais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32, 1663-1673. <https://www.scielo.br/j/rbz/a/fcf3v6lznbyzv64lljydg/?lang=pt>
- Moro, D. N., Zanella, I., Figueiredo, É. A. P. de, & Silva, J. H. S. da. (2005). Desempenho produtivo de quatro linhagens de frangos de corte. *Ciência Rural*, 35, 446-449. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000200032>
- Muacorica, A. V. (2024). Avaliação do efeito de probióticos sobre o desempenho de frangos de corte. <http://196.3.97.28/handle/123456789/3730>
- Nowicki, R., Butzge, E., Otutumi, L. K., Júnior, R. P., Alberton, L. R., Merlini, L. S., ... Caetano, I. C. da S. (2011). Desempenho de frangos de corte criados em aviários convencionais e escuros. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 14(1). <https://unipar.openjournalsolutions.com.br/index.php/veterinaria/article/view/3738>
- Oliveira, T. A. de. (2023). Peso inicial sobre o desempenho e desenvolvimento de órgãos de frangos. Repéré à <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/3952>
- Oliveira, F. A. (2013). Comparação e avaliação nutricional das rações para frango de corte através da análise bromatológica em granjas da região de Cândido Mota-SP [Monografia de graduação]. *Fundação Educacional do Município de Assis*. <https://cepein.femanet.com.br/bdigital/arqtccs/1011290768>
- Oppewal, J., Cruz, A., & Nhabinde, V. (2016). Estudo sectorial: Cadeia de valor do frango em Moçambique. Ministério de Economia e Finanças. <https://www.theigc.org/sites/default/files/2017/05/igc-mef-estudo-avicultura-final>
- Palhares, J. C. P., Kunz, A., & Palhares, C. A. K. J. C. (2011). Manejo ambiental na avicultura. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/920466>
- Patbandha, T. K., Garg, D. D., Marandi, S., Vaghmashi, D. G., Patil, S. S., & Savsani, H. H. (2017). Effect of chick weight and morphometric traits on growth performance

- of coloured broiler chicken. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(6), 1278-1281. Repéré à <https://www.academia.edu/download/84237493/5-5-338-313>
- Patrícia, S. (2016). Bragança. SlideShare. <https://pt.slideshare.net/slideshow/bragana-69793524/69793524>
- Pereira Lima, D. C., de Figueirêdo, A. V., Lopes, J. B., da Silva Costa, E. M., Merval, R. R., Ost Lopes, J. C., ... da Silva, S. R. G. (2017). Digestibilidade das dietas formuladas com diferentes níveis de L-glutamina e zinco para frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 24(2). <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=14130130&AN=128121654>
- Pereira, N. A. (2023). Práticas de biosseguridade em granjas avícolas com finalidade para corte na Ilha do Maranhão. <https://repositorio.uema.br/handle/123456789/1712>
- Petek, M., Orman, A., Dikmen, S., & Alpay, F. (2010). Physical chick parameters and effects on growth performance in broiler. *Archives Animal Breeding*, 53(1), 108-115. Repéré à <https://aab.copernicus.org/articles/53/108/2010/>
- Quinzeiro Neto, T., Beserra Junior, J. S., Costa, J. B., Pinho, A. de K. da S., Santos, J. J. R. S. dos, Brasil, E., & Santos Júnior, J. B. dos. (2017). Manual do sistema de produção sustentável de galinhas caipiras (Procap): Orientações básicas para a construção de galinheiros, manejo sustentável e equipamentos. *Embrapa Cocais*. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1085355>
- Regulamento (UE). (2018). Regulamento (UE) 2018/848 do Parlamento Europeu e do Conselho. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/pt/lisu/?uri=oj:jol_2018_150_r_0001
- Ribeiro, P. de A. P. (2014). Avaliação das medidas de dispersão na pesquisa avícola. Repéré à https://bdtd.ibict.br/vufind/record/usp_3c0821a27bb13ddcfb88ba92c17d2e59
- Ricklefs, R. E. (1985). Modification of growth and development of muscles of poultry. *Poultry Science*, 64 (8), 1563-1576. Repéré à <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119469228>

- Rios, H. V. (2014). Frações de polissacarídeos não amídicos presentes em ingredientes utilizados na formulação de ração para frangos de corte. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/106629>
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C., Oliveira, R., Lopes, D. C., & Euclides, R. F. (2011). Composição de alimentos e exigências nutricionais (Vol. 1). Universidade Federal de Viçosa.
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C., Oliveira, R., Lopes, D. C., Euclides, R. F. (2000). *Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais (Vol. 1)*. UFV/DZO Viçosa.
- Rufino, J. P. F. (2017). Formulação e fabricação de rações (Aves, Suínos e Peixes).
- Salabi, F., Boujarpoor, M., Fayazi, J., Salari, S., & Nazari, M. (2011). Effects of different levels of zinc on the performance and carcass characteristics of broiler reared under heat stress condition. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20113144447>
- Sakomura, N. K., & Rostagno, H. S. (2007). Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos (Vol. 9). (S.l.): *Funep Jaboticabal*.
- Sant'Anna, D. (2013). Inclusão de xilanase e amilase na ração para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade [Tese de doutorado]. <https://repositorio.uvv.br/handle/123456789/275>
- Santos, N. dos. (2024). Manejo de pintos da raça Boschveld no galinheiro do ITAK. https://www.academia.edu/121966511/manejo_de_pintos_da_ra%C3%A7a_boschveld_no_galinheiro_do_itak.
- Silva, R. G. (2000). Introdução à bioclimatologia animal. Nobel.
- Silva, E. S., de Brito Rodrigues, A. L., Cunico, J. M., Pereira, S. S., Costa, M. S., Schmidt-Cavalheiro, W. C., ... Ferreira, E. (2022). Cascudinho e frangos de corte: influência no desempenho ponderal. *recima21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218*, 3(6), e361508-e361508. Repéré à <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/1508>
- Souza, R. C., Reis, R. B., Lopez, F. C. F., Mourthe, M. H. F., Lana, A. M. Q., Barbosa, F. A., & Sousa, B. M. (2015). The effect of increasing urea in sugarcane diet of

- lactating cows on milk production and composition and its economic viability. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 67, 564-572. <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/f7cbjxx4y7qtryyfpw9byyj/abstract/?format=html&lang=en>
- Souza, C. S., Vieites, F. M., Justino, L. R., Lima, M. F. de, Chaves, A. S., Cardoso, V. da S., ... Lima, C. A. R. de. (2020). Importância da saúde intestinal em frangos de corte. *Research, Society and Development*, 9(3), e86932475. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2475>
- Stringhini, J. H., Laboissière, M., Muramatsu, K., Leandro, N. S. M., & Café, M. B. (2003). Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte criadas em Goiás. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32, 183-190. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000100023>
- Takahashi, S. E., Mendes, A. A., Saldanha, E., Pizzolante, C. C., Pelícia, K., Garcia, R. G., ... Quinteiro, R. R. (2006). Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 58, 624-632. <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/cspk8gsqbpdjmdh5gmvrxzj/>
- Tauchert, A. (2013). Estudo exploratório do desempenho zootécnico de duas linhagens de frango de corte à campo [Trabalho de Conclusão de Curso]. *Universidade Tecnológica Federal do Paraná*. <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/11294>
- Toledo, A. L. de, Takeara, P., Bittencourt, L. C., Kobashigawa, E., Albuquerque, R. de, & Trindade Neto, M. A. da. (2007). Níveis dietéticos de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 1 a 11 dias de idade: Desempenho e composição corporal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 1090-1096. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000500015>
- Viana, E. (2023). Além do cocho: Fatores que afetam o consumo dos bovinos. <https://blog.esteiogestao.com.br/alem-do-cocho-fatores-que-afetam-o-consumo-dos-bovinos/>
- Vieira, J. S. M. (2012). Criação de galinhas caipiras em sistema orgânico. <https://www.bibliotecaagptea.org.br/zootecnia/avicultura/livros/criacao%20de%20galinhas%20caipiras%20em%20sistema%20organico>

- Vieira, S. L., & Pophal, S. (2000). Nutrição pós-eclosão de frangos de corte. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 2(3), 189-199.
<https://www.scielo.br/j/rbca/a/4zcx4lts6nkdhcjcqfrgq/?lang=pt>
- Vilanculo, Z. J. (2016). Efeitos da inclusão de Moringa oleifera e farelo de milho na ração de frangos de corte sobre o desempenho produtivo.
<http://196.3.97.28/handle/123456789/2610>
- Viola, T., & Sobreira, R. dos S. (2018). Sistema alternativo de criação de galinhas caipiras.
<https://core.ac.uk/download/pdf/323094508>
- Wilbert, C. A. (2021). Desempenho zootécnico. *Portal Embrapa*.
<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/frango-de-corte/producao/gestao-unidade-produtora/desempenho-zootecnico>