

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA  
NOS TRÓPICOS**

**Curva de crescimento, desempenho e qualidade de carcaça de duas  
linhagens de frangos de crescimento lento recebendo dietas com diferentes  
exigências nutricionais**

**CAROLINY COSTA ARAÚJO**

**ARAGUAÍNA, TO  
2024**

**CAROLINY COSTA ARAÚJO**

**Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação Integrado em Zootecnia nos Trópicos da Universidade Federal do Norte do Tocantins como requisito à obtenção do grau de doutora.**

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Kênia Ferreira Rodrigues**

**Coorientadores: Prof. Dr. Danilo Vargas Gonçalves Vieira; Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ana Carolina Muller Conti**

**ARAGUAÍNA, TO**

**2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Geração de Ficha Catalográfica SGFC-UFNT  
**Gerado automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

C838c Costa Araújo, Caroliny .

Curva de crescimento, desempenho e qualidade de carcaça de duas linhagens de frangos de crescimento lento recebendo dietas com diferentes exigências nutricionais / Caroliny Costa Araújo. - Centro de Ciências Agrárias - CCA, TO, 2024.

70 f.

Tese (Doutorado) (Graduação - em Zootecnia) -- Universidade Federal do Norte do Tocantins, 2024.

Orientadora: Kênia Ferreira Rodrigues.

Coorientador: Danilo Vargas Gonçalves Vieira .

1. Modelos matemáticos. 2. Energia metabolizável . 3. Crescimento corporal . I. Muller Conti, Ana Carolina. II. Título

**CDD 636**

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

*“Que importa que uma estrela já esteja morta, se ela ainda brilha no fundo de nossa noite e  
de nosso confuso sonho?  
- Rubem Braga.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus que me permitiu chegar até aqui, por Ele e para Ele são todas as coisas, à minha família de Carolina, meus tios, minha avó e em especial meu irmão, Victor e minha querida Mãe, que nunca desistiu de acreditar em mim quando eu mesma não acreditava. À minha amiga e irmã do coração Antônia, por tudo que passamos e por cada conselho e momento que você enxergou que eu conseguia, eu sou eternamente grata a você.

Aos queridos colegas e amigos que construí durante esses 10 anos de Universidade, vocês foram meu alicerce e distração nos melhores e piores momentos. Aos membros do grupo de estudo em Avicultura (GEPA), mas cada um sabe a sua importância na realização desse trabalho, obrigada pela ajuda, apoio, amizade e parceria nesses anos, vocês são peças fundamentais deste trabalho.

À minha orientadora, professora Kênia Ferreira Rodrigues, um ser humano incrível e iluminado, por tudo que fez por mim, pela paciência e compreensão, conselhos, amizade e carinho. Aos professores membros da banca da minha qualificação e defesa - Carla Fonseca Alves Campos, Iberê Pereira Parente, Danilo Vargas Gonçalves Vieira, Ana Carolina Muller Conti - obrigada por tudo, não tenho palavras para agradecer a cada um de vocês que acreditaram em mim, excelentes mestres e profissionais, vocês são responsáveis pelas grandes mentes formadas nesta instituição.

Ao colegiado do curso de Zootecnia da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), aos professores do colegiado da Pós-graduação da UFNT e Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), aos técnicos Jeekçon da secretária e Josimar do Laboratório de Nutrição, sou grata a cada um que me permitiu avançar nessa jornada e compreendeu o momento que estava enfrentando, Deus abençoe infinitamente vocês.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para esse trabalho, meu muito obrigada!

## **SUMÁRIO**

<b>1 REVISÃO BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>10</b>
1.1 INTRODUÇÃO.....	10
1.2 Exigências nutricionais de frangos de crescimento lento.....	11
1.3 Linhagens utilizadas em produções de frangos de crescimento lento.....	13
1.4 Curva de crescimento corporal em frangos de crescimento lento.....	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	26
<b>Curvas de crescimento corporal de duas linhagens de frangos de crescimento lento recebendo dietas com diferentes exigências nutricionais.....</b>	<b>31</b>
2.1 Introdução.....	33
2.2 Material e métodos .....	34
2.3 Resultados e discussão .....	38
2.4 Conclusão .....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	44
<b>Desempenho e características físicas da carne de duas linhagens de frangos de crescimento lento recebendo dietas com diferentes exigências nutricionais .....</b>	<b>47</b>
3.1 Introdução.....	49
3.2 Material e métodos .....	50
3.3 Resultados e discussão .....	56
3.4 Conclusão .....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	65

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Gráfico de distribuição do peso corporal e ganho de peso em função da idade.....	16
Figura 2. Curva de desenvolvimento corporal descrevendo as diferentes fases (ascendente, platô e descendente) .....	17
Figura 3. Forma geral dos modelos não lineares.....	19
Figura 4. Gráfico exemplificando o ponto de inflexão, no eixo horizontal temos a descrição do tempo de maturidade ou crescimento e no eixo vertical temos a distribuição da variável em função dos dias (tempo).....	21
Figura 5. Curva de crescimento corporal de duas linhagens (PP e PD) recebendo a dieta 1.....	43
Figura 6. Curva de crescimento corporal de duas linhagens (PP e PD) recebendo a dieta 2.....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - - Níveis de energia metabolizável nas rações recomendados por diferentes autores para frangos de crescimento lento, macho e fêmeas.....	13
Tabela 2 - Composição centesimal das rações experimentais na fase inicial (1 a 28) seguindo duas exigências nutricionais.....	37
Tabela 3 - Composição centesimal das rações experimentais na fase de crescimento (28 a 56) seguindo duas exigências nutricionais.....	38
Tabela 4 Composição centesimal das rações experimentais na fase de terminação (56 a 84) seguindo duas exigências nutricionais.....	39
Tabela 5 - Parâmetros estimados para as curvas de crescimento das linhagens pescoço pelado (PP) e pesadão vermelho (PD), segundo o modelo de segundo os modelos Von Bertalanffy, Gompertz, Logístico e Richards.....	41
Tabela 6 - Composição centesimal das rações experimentais na fase inicial (1 a 28) seguindo duas exigências nutricionais.....	54
Tabela 7. Composição centesimal das rações experimentais na fase de crescimento (28 a 56) seguindo duas exigências nutricionais.....	55
Tabela 8. Composição centesimal das rações experimentais na fase de terminação (56 a 84) seguindo duas exigências nutricionais.....	56
Tabela 9. Valores médios de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e peso final (PF), aos 28, 56 e 84 dias de 2 linhagens de frangos de crescimento lento (Pescoço pelado e Pesadão vermelho) recebendo duas dietas.....	58
Tabela 10. Médias dos rendimentos de carcaça (RC), peito (RP), coxa (RCX) sobrecoxa (RSCX) e gordura abdominal (RGO) de frangos de crescimento lento abatidos aos 84 dias de idade, de 2 linhagens (Pescoço pelado e Pesadão vermelho) alimentados com 2 dietas.....	62
Tabela 11. Valores médios dos parâmetros de cor L*, a* e b*, pH e temperatura da carne e pele do peito de frangos de crescimento lento de 2 linhagens (Pescoço pelado e Pesadão vermelho) alimentados com 2 dietas.....	63
Tabela 12. Valores médios dos parâmetros de perda de peso por cocção (PPCO) e força de cisalhamento (FC) e da carne do peito de frangos de crescimento lento abatidos aos 84 dias de idade, de 2 linhagens (Pescoço pelado e Pesadão vermelho) alimentados com 2 dietas.....	65

## RESUMO

O trabalho foi desenvolvido com objetivo de avaliar a curva de crescimento, desempenho e qualidade de carcaça de duas linhagens de frangos caipira para produção de carne recebendo dietas com diferentes exigências nutricionais. Foram utilizadas 300 aves de um dia distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2, sendo duas linhagens: Pesadão e Pescoço Pelado vermelho e duas exigências nutricionais: Pinheiro et al (2014) e Rostagno et al (2017) com 5 repetições e 15 aves por unidade experimental. Foram avaliados os índices zootécnicos (consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e peso final aos 28, 56 e 84 dias), rendimento de carcaça, cortes e percentual de gordura na carcaça características físicas da carne: o pH, temperatura, coloração da pele e carne do peito, perda de peso por cocção, força de cisalhamento e os ajustes dos modelos de Brody, von Bertalanffy, Richards, Logístico e Gompertz observados por meio do PROC NLIN do SAS, utilizando-se o método iterativo de Gauss-Newton. O peso corporal individual dos frangos foi mensurado aos 1, 7, 14, 21, 28, 35, 43, 49, 56, 63, 70, 77, 84 dias de idade. Os critérios utilizados para escolha do modelo de melhor ajuste da curva de crescimento foram o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), o desvio padrão assintótico (DPA), o desvio médio absoluto dos resíduos (DMA) e o índice assintótico (IA). Dos modelos utilizados, apenas o modelo de Brody não apresentou convergência, tanto para pescoço pelado como pesadão. Maiores valores de peso à idade adulta (parâmetro “ $a$ ”) foram observados para linhagem Pesadão seguida da linhagem Pescoço pelado, a taxa de crescimento (parâmetro “ $k$ ”) foram semelhantes para as duas linhagens. O modelo que teve melhor ajuste aos dados para descrever a curva de crescimento das duas linhagens recebendo as duas dietas foi logístico por conter os menores valores de índice assintótico (4,05; 6,46; 18,13), entretanto, na avaliação da dieta 1 para linhagem Pescoço Pelado, o modelo de Gompertz apresentou melhor ajuste caracterizado pelo menor valor para índice assintótico (71,69), o que confirma estes como os modelos que mais se ajustaram aos dados analisados. Não foram observadas interações entre as duas dietas e as duas linhagens, porém houve efeito significativo nos valores de consumo de ração, conversão alimentar e peso final aos 28 dias quando se avaliou o efeito linhagem, com destaque para linhagem pesadão vermelho, apresentando médias superiores à linhagem pescoço pelado, não diferindo aos 56 e 84 dias, indicando que os modelos alimentares promoveram performance produtiva satisfatória para as linhagens avaliadas, no qual a escolha da linhagem dependerá da finalidade do sistema de criação e disponibilidade de material genético na região. As duas exigências e linhagens utilizadas no trabalho não afetaram o rendimento de carcaça, taxa de gordura abdominal e as características físicas da carne: cor (valores de vermelho, amarelo e luminosidade) pH, força de cisalhamento e perda de peso por cocção, o que promoveu uma qualidade da carne satisfatória em relação as exigências nutricionais. Com base nos resultados encontrados, recomendamos a linhagem Pesadão Vermelho recebendo a exigência nutricional de acordo com Rostagno et al (2017) e linhagem Pescoço Pelado e exigências segundo Pinheiro et al (2014), pelo melhor desempenho na fase inicial e pela qualidade satisfatória observada na carcaça das aves atendendo assim as demandas do consumidor final.

**Palavras-chaves:** Dieta. Desvio Padrão. Energia metabolizável. Gompertz. Genótipos. Modelos matemáticos. Peso corporal.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the growth curve, performance and carcass quality of two strains of free-range chickens for meat production receiving diets with different nutritional requirements. We used 300 one-day-old birds distributed in a completely randomized design, in a 2x2 factorial scheme, with two strains: Pesadão and Pescoço Pelado vermelho and two nutritional requirements: Pinheiro et al (2014) and Rostagno et al (2017) with 5 repetitions and 15 birds per experimental unit. Zootechnical indices were evaluated (feed consumption, weight gain, feed conversion and final weight at 28, 56 and 84 days), carcass yield, cuts and percentage of fat in the carcass and physical characteristics of the meat: pH, temperature, skin and breast meat coloration, cooking weight loss, shear force and the fits of the Brody, von Bertalanffy, Richards, Logistic and Gompertz models observed using PROC NLIN in SAS, using the interactive Gauss-Newton method. The chickens' individual body weights were measured at 1, 7, 14, 21, 28, 35, 43, 49, 56, 63, 70, 77 and 84 days of age. The criteria used to choose the model with the best fit to the growth curve were the coefficient of determination ( $R^2$ ), the asymptotic standard deviation (ASD), the mean absolute deviation of the residuals (MAD) and the asymptotic index (AI). Of the models used, only the Brody model failed to converge, for both hairy and heavy necks. Higher values for weight at adulthood (parameter "a") were observed for the Pesadão strain, followed by the Pescoço pelado strain, and the growth rate (parameter "k") was similar for the two strains. The model with the best fit to the data to describe the growth curve of the two strains receiving the two diets was logistic because it contained the lowest asymptotic index values (4.05; 6.46; 18.13), however, in the evaluation of diet 1 for the Pescoço Pelado strain, the Gompertz model showed the best fit characterized by the lowest asymptotic index value (71.69), which confirms these as the models that best fit the data analyzed. No interactions were observed between the two diets and the two breeds, but there was a significant effect on feed consumption, feed conversion and final weight at 28 days when the breed effect was evaluated, with the red pesadão breed standing out, showing higher averages than the pescoço pelado breed, which did not differ at 56 and 84 days, indicating that the feed models promoted satisfactory production performance for the breeds evaluated, in which the choice of breed will depend on the purpose of the breeding system and the availability of genetic material in the region. The two requirements and strains used in the study did not affect carcass yield, abdominal fat rate and the physical characteristics of the meat: color (red, yellow and light values) pH, shear force and weight loss on cooking, which promoted satisfactory meat quality in relation to the nutritional requirements. Based on the results found, we recommend the Pesadão Vermelho lineage receiving the nutritional requirements according to Rostagno et al (2017) and the Pescoço Pelado lineage and requirements according to Pinheiro et al (2014), for the best performance in the initial phase and for the satisfactory quality observed in the birds' carcasses, thus meeting the demands of the final consumer.

**Keywords:** Diet. Standard Deviation. Metabolizable energy. Gompertz. Genotypes. Mathematical models. Body weight.

## **1 REVISÃO BIBLIOGRAFICA**

### **1.1 INTRODUÇÃO**

O sistema produtivo de aves caipiras representa segmento atrativo para produtores, agrega valor ao produto, preza pelas normas de bem-estar animal e contribui para complementar a renda (MORAIS et al., 2015). O interesse por carnes com características sensoriais diferenciadas das aves criadas em produção industrial é devido apresentarem características alternativas, tais como, pele pigmentada de amarelo, carne mais escura, firme, sabor acentuado e menor teor de gordura na carcaça (MOREIRA et al., 2012).

Com a finalidade de otimizar e obter maior rentabilidade no sistema de frangos do tipo caipira, torna-se necessário conhecer o potencial e padrão de crescimento das aves, que pode ser obtido por meio do estudo das curvas de desenvolvimento corporal por meio de modelos matemáticos não lineares, sendo possível comparar o padrão de crescimento, mediante ajustes das respectivas curvas de crescimento por modelos matemáticos, bem como estudar o desenvolvimento corporal e dos órgãos em relação ao peso da carcaça em diferentes linhagens de frangos de crescimento lento (VELOSO et al., 2015).

Os modelos poderão fornecer análise que possibilite adotar práticas corretas no manejo dentro do sistema produtivo, resultando em melhores desempenhos, principalmente no ganho de peso e conversão alimentar. Além de representar ferramenta útil para conhecer e determinar as exigências nutricionais, predizendo idade ótima para abate, índices de eficiência, bem como dados para desenvolver modelos de crescimento que auxiliem na tomada de decisões em cada lote de produção de frangos (CARVALHO, SARMENTO, ALMEIDA, 2020).

Devido ao aumento considerável na produção de frangos do tipo corte de crescimento lento, o setor começou a colocar em prática critérios de manejo e nutrição utilizados para frangos de corte com intuito de maximizar a produção e potencializar os lucros, no entanto o padrão de crescimento e conseqüentemente requerimentos de nutrientes entre as duas linhagens diferem, com isso a principal preocupação na formulação de rações para aves de crescimento lento é atingir os nutrientes necessários e o balanceamento adequado das dietas em cada fase de desenvolvimento, sem excesso ou déficit (MARCATO et al., 2010).

Aves de crescimento lento apresentam exigências distintas daquelas dos frangos de corte das linhagens industriais, embora tenha se popularizado nos últimos anos, há falta de padronização das exigências nutricionais e balanceamento de dietas e os efeitos sobre desempenho dos animais, já que a seleção genética nas aves foi menos intensa e com finalidade distinta quando se compara a aves de crescimento rápido, priorizando redução no

peso corporal com menor deposição de gordura, como cita Santos et al (2014), o que caracteriza rusticidade e adaptabilidade ao estilo de criação, atendendo aos anseios dos consumidores de aves alternativas.

## **1.2 Exigências nutricionais de frangos de crescimento lento**

A tendência para consumo de carnes de aves criados em sistemas alternativos vem acompanhando a demanda da União Europeia desde 2011 e ganhando espaço em todo mundo. Dessa forma, novas tecnologias surgem no mercado e no sistema de produção, como uso de linhagens melhoradas com foco na produção de carne, além também das práticas de manejo dentro dos sistemas, entre estas os programas alimentares aliados as exigências nutricionais de cada fase (LOHMANN, 2020).

O requerimento de energia para os frangos criados em sistemas com acesso aos piquetes difere em comparação aos frangos de corte criados em sistemas intensivos, devido a maior nível de atividade física, condições ambientais variáveis e acesso a alimentação diversa encontrada no ambiente livre. Além das exigências energéticas, proteínas, aminoácidos e os demais ingredientes devem ser cuidadosamente considerados, pois espera que os animais tenham consumo de ração adequado para atender as demandas nutricionais e alcançar máximo potencial de produção (SILVA et al., 2021).

Os dados utilizados para a formulação de rações para aves de crescimento lento, são baseados nos valores de energia metabolizável que, como relata Rostagno et al. (2017), foram determinados com pintos e galos oriundos de linhagens de crescimento rápido. As aves usadas na criação alternativa possuem características próprias, apresentando curvas e taxas de crescimento diferentes das linhagens comerciais de corte. Como são aves com menor taxa de desenvolvimento, as exigências energéticas diferem das exigências dos frangos industriais (MENDONÇA et al., 2008). Portanto, é possível que as linhagens aproveitem os nutrientes dos alimentos de maneira diferente das aves de crescimento rápido (SANTOS et al., 2014).

Dessa forma, a formulação de dietas para frangos de crescimento lento com dados baseados nas exigências de linhagens de crescimento rápido pode provocar extrapolações indevidas no desempenho das linhagens de crescimento lento, fazendo-se necessário formar um banco de dados com exigências específicas para atender esses animais (SANTOS et al., 2014).

Santos (2014) constata que aves de crescimento lento obtém melhor aproveitamento energético em comparação a aves de crescimento rápido, Cobb. O feito é corroborado por Veríssimo et al., (2020) no qual o nível de energia das rações influencia o desempenho das

aves, ou seja, observa-se maior ganho de peso e melhora da conversão alimentar, que advém do incremento calórico da energia nas rações.

O efeito extra da caloria na dieta provocou alta na eficiência energética pela disponibilidade da energia líquida na ração. Além do fator energia na dieta, a proteína tem papel crucial, pois uma relação desproporcional de energia/proteína contribui para a deposição de maior percentual de gordura abdominal, uma vez que a energia em excesso é compensada em depósito de gordura (DALLMANN et al 2023).

A avaliação precisa do valor energético dos alimentos e das dietas, juntamente com a utilização adequada dos nutrientes, é fundamental para a formulação de rações de baixo custo e para atender às necessidades nutricionais das aves. No que diz respeito a essas aves, estima-se que apenas de 35% a 45% do nitrogênio proteico ingerido é convertido em produto animal (VASCONCELLOS et al., 2011).

Dietas com níveis reduzidos de proteína têm mostrado benefícios na diminuição das perdas energéticas. Ao reduzir a quantidade de proteína bruta na alimentação, ocorre uma diminuição na desaminação dos aminoácidos em excesso, resultando em menor produção e excreção de ácido úrico nas fezes das aves. Além disso, essa abordagem leva a uma redução na taxa de renovação das proteínas corporais e a uma melhor eficiência energética. Como resultado, a diminuição da proteína bruta na dieta favorece uma maior disponibilidade de energia para o crescimento e desenvolvimento dos tecidos (VASCONCELLOS et al., 2011).

Pesquisas indicam que a redução do teor de proteína nas dietas está ligada à diminuição da umidade nas camas e à menor concentração de amônia no ambiente. Essa mudança é vantajosa tanto para a saúde das aves quanto para a qualidade do ar nas instalações avícolas (FONSECA, 2017).

No mercado consumidor de carne de frangos caipiras, há uma preferência por carnes com menor teor de gordura na carcaça, carnes com textura mais firme e suculentas, sendo assim as tecnologias alimentares utilizadas no sistema devem buscar manter o padrão de consumo, para que o produto atenda a demanda dos clientes e consumidores. Neste caso é importante atenção no momento de formular as rações, seguindo com precisão as exigências e quantidade necessária de ingredientes para evitar desbalanceamentos, que segundo Nascimento et al., (2004) aumentam a deposição de gordura na carcaça dos animais.

O fornecimento de uma ração balanceada que atenda as exigências das aves de crescimento lento é o foco de pesquisadores e produtores deste nicho de mercado não convencional, no qual preza-se pelo melhor custo-benefício dentro do sistema de produção quando se trata do uso de ingredientes para alimentação e desempenho das aves (MENDONÇA et al., 2008).

Devido à falta de uniformidade nos dados e informações referentes as exigências nutricionais e dados robustos para formulação de ração focados em linhagens de crescimento lento, técnicos e produtores acabam usando dados obtidos em ensaios com linhagens de crescimento rápido, o que não condiz com a realidade dos sistemas não-convencionais, acarretando desperdícios e conseqüentemente onerando os custos de produção (VERÍSSIMO, 2020).

Na literatura, em estudos com frangos de crescimento lento (Tabela 1), conduzidos por alguns autores, pode-se observar grande variação na recomendação da energia metabolizável na dieta (desde 2.600 até 3.400kcal/kg de ração, nas diferentes fases de crescimento).

Tabela 1 - Níveis de energia metabolizável nas rações recomendados por diferentes autores para frangos de crescimento lento, macho e fêmeas

Níveis de Energia Metabolizável (kcal/kg)			Autores
Inicial	Crescimento	Terminação	
2600-3200	2700-3300	2800-3400	Mendonça et al (2007)
2700-2800	2900-3000	3100-3200	Silva et al (2017)
2725	2850	2975-3100	Veríssimo (2020)
3000-3100	3100-3200	3200-3300	Moreira et al (2012)
2744-2728			Santos et al (2014)
2925	2980	3100	Assis (2019)
2750	2850	3000	Veloso et al (2015)

### 1.3 Linhagens utilizadas em produções de frangos de crescimento lento

São chamadas de aves caipiras, por serem criadas ao ar livre, em piquetes com gramíneas específicas, cercados por tela e com proteção para abrigo a noite e para horários mais quentes no dia, apresentam carne com menor teor de gordura na carcaça, maior pigmentação e com fibras musculares de maior consistência, conseqüentemente influenciando a suculência e o sabor diferenciado. Características estas que levam a tipificação de natural do produto conquistando um mercado consumidor fiel (DIAS et al., 2016).

Em um sistema de criação, as normas de bem-estar animal, boas práticas de manejo aliadas com adoção de medidas de biosseguridade, previne a entrada e a propagação de doenças no plantel, contribuindo para preservar a saúde dos animais e, por conseqüência garantir a segurança dos alimentos e a sustentabilidade ambiental (DIAS et al., 2016; ALVES, LACERDA, BELLONI 2022).

Grande parte do material genético das linhagens tem como origem a França, exportado para o Brasil, esse material é trabalhado e desenvolvido por empresas públicas e privadas, além das instituições de ensino e pesquisa existentes no país (FARIA, 2007). Atualmente as aves do sistema alternativo tem o foco de programas de melhoramento genético, sendo trabalhadas geneticamente, selecionadas e adaptadas para a seleção de genes que expressam fatores favoráveis em detrimento as características indesejáveis, compondo no decorrer do tempo um sistema que permite obter boa produtividade (ROVADOSCKI, 2013)

Rusticidade e capacidade de adaptação, essas são as palavras-chave quando se trata de aves oriundas de linhagens de crescimento lento. Passam por um processo de melhoramento genético, adquire precocidade e potencial de crescimento inferior às linhagens industriais sem perder suas rústicas características, tão importantes para este nicho de mercado (ARAÚJO et al., 2016).

Entre as linhagens de frangos de crescimento lento com aptidão para carne e ovos, temos a Label Rouge Pescoço Pelado, ou Isa Label, Pesadão, de origem francesa; Embrapa 041, produzida pelo Centro Nacional de Pesquisa em Suínos e Aves da Embrapa, Concórdia - SC; Paraíso Pedrês, desenvolvida pela Granja Aves do Paraíso, Itatiba – SP, e as duas linhagens produzidas pela ESALQ/USP: Caipirinha e Caipirão, entre outros (ADÉLIO, 2019).

Observa-se quantitativo de menor escala de estudos sobre linhagens e raças de galinhas nativas no Brasil que tem como intuito de aumentar a produtividade de aves e atender à crescente demanda do mercado consumidor. As galinhas domésticas brasileiras são naturalizadas e quando introduzidas no nosso país, adaptaram-se bem, como a raça de galinhas Gigante Negro. Sendo que as raças nativas são aquelas que se formaram em um determinado país, mas tiveram suas bases genéticas oriundas de outras regiões, a exemplo da raça de galinhas Canela-Preta, Peloco e Caneluda do Catolé (CARVALHO et al., 2016; CARVALHO et al., 2017).

A seleção e cruzamento das linhagens regionais e importadas são desenvolvidos pelos criatórios e universidades de pesquisa nacional, oferecendo para o mercado raças e linhagens empregadas nos sistemas de criação, como Carijó Barbada, Índio Gigante, Pesadão Vermelho, sendo que a escolha ficará a critério do produtor, além do objetivo de criação (produção de carne e ovos) e se há material genético disponível nas localidades, atentando-se aos fatores ambientais e genética de cada linhagem que influenciam a capacidade de adaptação (DIAS et al., 2014; ASSIS, 2019)

Adquirir a linhagem adequada deve ter como base os conhecimentos técnicos e fatores de produção, com atenção aos itens que mais impactam esse mercado, por exemplo: a

qualidade e aspecto da carcaça, uma vez que esse nicho atende a consumidores que demandam uma carne de frango com características organolépticas diferenciadas, incluindo uma carne mais suculenta, firme e de coloração amarelada (CARVALHO et al., 2017).

Com a valorização dos produtos naturais, o estudo e conhecimento das diversas linhagens de frangos caipiras se torna potencialmente lucrativo, pois seu sistema de criação alternativo o transforma em considerada uma iguaria, sendo bastante apreciada em todo o Brasil, obtendo preços diferenciados e uma demanda crescente por seus produtos (carnes e ovos) (CARVALHO, SARMENTO, ALMEIDA, 2020)

Dessa forma, a introdução de aves de crescimento lento melhoradas no ciclo de criação caipira possui importância regional, pois, se submetidas às corretas práticas de manejo, fornecem um produto agroecológico, com qualidade e segurança alimentar atendendo as expectativas dos setores de venda e consumo dos produtos. (ASSIS, 2019).

#### **1.4 Curva de crescimento corporal em frangos de crescimento lento**

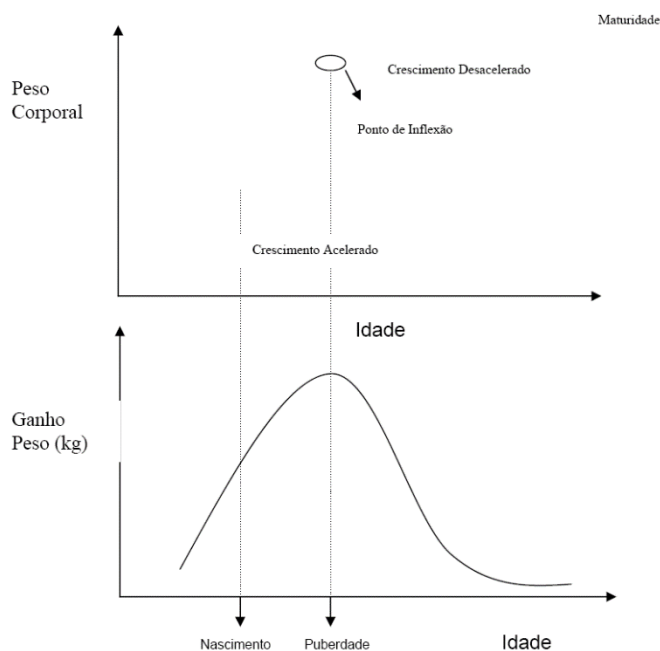
A produção de frangos de crescimento lento é um dos segmentos da avicultura alternativa que tem se mostrado promissor, pois, além de agregar valor ao produto e utilizar sistema de criação que preza pelas normas de bem-estar animal, serve tanto para pequenos e médios produtores como para a produção em escala comercial (MORAIS et al., 2015).

Entretanto, esse tipo de sistema enfrenta várias decisões no ciclo de produção que inclui o fornecimento correto de nutrientes e minerais para as aves, custo e tipo de ração e o bem-estar dos animais. Todos esses fatores afetam diretamente a lucratividade da operação (ELEROĞLU et al., 2014).

Para auxiliar na adoção de práticas de manejo que otimizem a produção de carne, o conhecimento da curva de crescimento das diferentes linhagens de frango torna-se uma importante ferramenta para o produtor, pois prioriza as necessidades nutricionais de cada fase de crescimento, e assim estabelece programas alimentares específicos, bem como a definição da idade ótima de abate (MORAIS et al., 2015).

O crescimento é uma característica chave do animal, sendo influenciada pelo genótipo e fatores ambientais e pode ser definido como qualquer aumento no tamanho do corpo por unidade de tempo ou como a relação entre tempo de vida, peso e idade do animal (FARAJI-AROUGH et al., 2019; SHARIF et al., 2021) (Figura 1).

Figura 1. Gráfico de distribuição do peso corporal e ganho de peso em função da idade



Fonte: (BRIDI, 2006)

O crescimento é uma função contínua durante a vida do animal, desde os estágios da fase embrionária até a idade adulta e é matematicamente explicado por modelos de crescimento que possuem parâmetros com significado biológico, são eles: o peso na vida adulta, taxa de ganho de peso e taxa de maturidade, são usados para descrever o crescimento ao longo do tempo e estimar o peso esperado de indivíduos em idade específica (SELVAGGI et al., 2015; FARAJI-AROUGH et al., 2019; SHARIF et al., 2021).

Curva de crescimento são modelos de grande importância para a produção animal, pois oferecem oportunidade para interpretações práticas sobre as tomadas de decisões, além de estimar as necessidades diárias de nutrientes ideais para o crescimento. Outra importante característica da curva de crescimento é dar suporte ao processo de seleção, bem como acompanhar o progresso genético. Desta maneira, pode-se comparar animais, considerando efeitos não controlados no manejo, por exemplo, o sexo (ELEROĞLU et al., 2014).

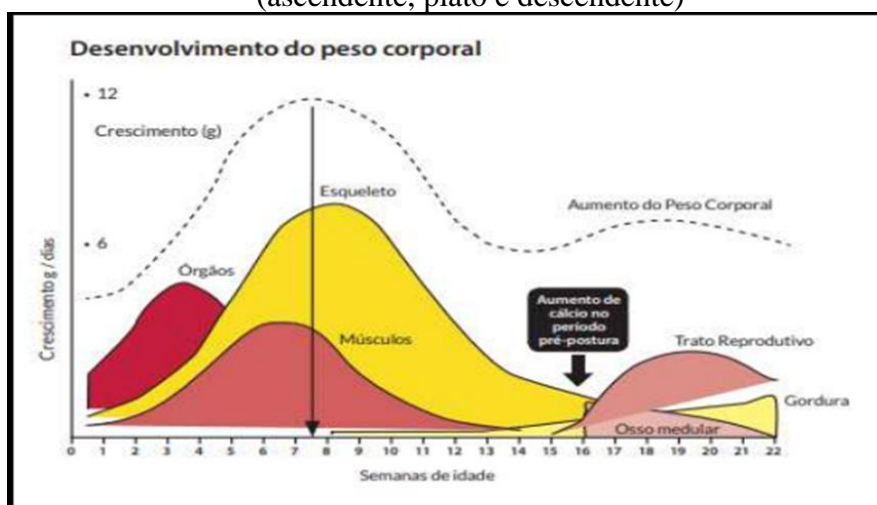
A curva de crescimento para aves pode ser dividida em três fases: ascendente, estabilização ou platô e descendente, seguindo crescimento sigmóide (Figura 2). Nas aves, essa primeira fase se prolonga por período considerável após a eclosão. A taxa de crescimento passa de acelerada para desacelerada com o avançar da idade, com menores ganhos de peso ou de tecido a cada dia. O ponto de inflexão é a mudança do padrão entre a ascendência e

descendência da curva, ou seja, passa de curva côncava para convexa (SELVAGGI et al., 2015).

A equação logística pode ser derivada, assumindo que a quantidade de crescimento é proporcional ao peso do corpo, onde o crescimento aumenta a uma taxa proporcional a quantidade de nutrientes ingeridos, considerando que o crescimento é irreversível (SELVAGGI et al., 2015).

As curvas de crescimento baseadas em modelos de cálculos matemáticos podem ser usadas para antecipar os padrões de crescimento em espécies de aves com estrutura não linear e forma sigmoide. Dessa forma, é possível identificar melhores estratégias para melhorar a produção e estimar as necessidades diárias de nutrientes dos animais em diferentes idades e pertencentes a vários grupos genéticos. Além disso, os parâmetros da curva de crescimento são altamente hereditária e amplamente utilizados em estudos de seleção (SELVAGGI et al., 2015; FARAJI-AROUGH et al., 2019).

Figura 2. Curva de desenvolvimento corporal descrevendo as diferentes fases (ascendente, platô e descendente)



Fonte: VALBUENA 2018

Dentre os métodos existentes para estimar a curva de crescimento dos animais, os modelos não lineares têm sido desenvolvidos de forma a relacionar os dados de peso/idade e têm se mostrado adequados para descrever curvas de crescimento em frangos, pois além de explicar matematicamente o crescimento, também estima a relação entre as necessidades alimentares e peso corporal (ELEROĞLU et al., 2014; MORAIS et al., 2015).

Modelos matemáticos não lineares podem ser usados como ferramenta para descrever o desenvolvimento e crescimento de carcaças e partes que permitem análises a fim de

empregar estratégias que possam melhorar o desempenho, principalmente em termos de aumento de lucro, peso corporal e eficiência alimentar.

Para frangos de corte, parâmetros de modelos não lineares de estimativa de crescimento podem fornecer informações para selecionar algumas das características de carcaça associadas à melhor idade para abate e reduzir perdas por doenças metabólicas devido ao rápido crescimento. E ainda, podem apoiar o setor avícola para desenvolver modelos de crescimento estimando o crescimento das aves, determinando as necessidades de nutrientes, prevendo a idade ideal de abate e índices de produtividade, por meio da análise e ajuste dos dados dos pesos corporais (MARCATO et al., 2010; VELOSO et al., 2015).

Diversos fatores genéticos (raça ou linhagem) e não genéticos (saúde, idade, bem-estar, localização e alimentação) são implicados nas variações das curvas de crescimento ajustadas aos modelos matemáticos para melhor acurácia dos resultados (WINKELSTRÖTER, et al., 2013).

#### **1.4.1 Modelos matemáticos**

A aplicação de modelos matemáticos para ajustar os dados à curva de crescimento em frangos fornece parâmetros que são usados para prever o peso corporal em uma determinada idade e detectar o início da redução na taxa de crescimento. Um modelo de crescimento útil deve ser parcimonioso e conter parâmetros que tenham significado biológico e físico (NARINÇ et al., 2017)

Um dos objetivos do ajuste das curvas é descrever o curso do aumento do peso corporal ao longo do tempo com parâmetros matemáticos que são biologicamente interpretáveis. Dentro dos diferentes sistemas de produção animal, as curvas de crescimento são usadas para fornecer estimativas das necessidades diárias de alimentação para o crescimento. Essas estimativas são usadas para fornecer as necessidades totais de ração, o que define um limite superior para ingestão de ração quando os animais recebem acesso *ad libitum* (MASOUDI, AZARFAR, 2017).

Na seleção de modelos, consideram-se como premissas primárias o estabelecimento do propósito do modelo; a determinação da melhor combinação de equações empíricas e teóricas para representação das funções fisiológicas; a disponibilidade de banco de dados, informações encontradas a campo; e os benefícios e riscos associados ao uso do modelo na produção animal (BRUSAMARELOA et al., 2020).

Muitos modelos matemáticos' têm sido usados para modelar o crescimento em aves, e a maioria possuem um comportamento assintótico a ser observado em uma função  $f(n)$ ,

quando  $n$  tende ao infinito, a partir do pressuposto que qualquer ser vivo pode ser analisado ou entendidos a partir de uma sucessão de causas e/ou consequências de proveniência físico-química. Esses modelos consistem em funções que aceitam, por base o crescimento biológico de um animal, que a variável dependente tem um valor assintótico estimado quando a variável independente está no infinito.

São compostos por funções não lineares, e a maioria deles tem estrutura sigmóide. Muitos modelos tornaram-se mais explicativo adicionando parâmetros para uma infraestrutura empírica. Desta forma, foram derivados de um para o outro. Os modelos de regressão não linear que são mais amplamente usados para modelar o crescimento são os modelos de três parâmetros de Gompertz, Logístico, von Bertalanffy e Brody e os modelos de funções de Richards de quatro parâmetros (MASOUDI, AZARFAR, 2017; NARINÇ et al., 2017). (Figura 3)

Figura 3. Forma geral dos modelos não lineares

Modelo	Forma Geral	Autores
Brody	$y = A(1 - Be^{-kt}) + \varepsilon$	Brody (1945)
Von Bertalanffy	$y = A(1 - Be^{-kt})^3 + \varepsilon$	Von Bertalanffy (1957)
Richards	$y = A(1 - Be^{-kt})^m + \varepsilon$	Richards (1959)
Logístico	$y = A(1 - Be^{-kt})^{-m} + \varepsilon$	Nelder (1961)
Gompertz	$y = Ae^{Be^{-kt}} + \varepsilon$	Laird (1965)

Fonte: Adaptado de Cunha Filho (2014)

Na função de Richards, o parâmetro  $m$  é variável, enquanto em outras funções, esse parâmetro assume valores fixos, apresentando formas específicas. Por exemplo, nas funções Brody,  $m$  é igual a 1; na Logística,  $m$  é -1; na Von Bertalanffy,  $m$  é 3; e na Gompertz,  $m$  se aproxima do infinito. O parâmetro  $B$ , que representa a integração ou a interceptação com o eixo  $Y$ , não possui um significado biológico direto. Ele é utilizado apenas para ajustar o valor inicial do peso vivo, garantindo que a curva comece na origem quando  $Y$  e  $t$  são diferentes de zero. A relevância desse parâmetro reside na modelagem da curva sigmoidal que descreve o crescimento desde o nascimento ( $t$  igual a zero) até a idade adulta (quando  $t$  tende ao infinito) (FREITAS, 2005).

Selvaggi et al. (2015), relataram que o modelo de três parâmetros de Gompertz ajustou os dados de peso vivo de forma mais adequada para aves machos e fêmeas do que os modelos de quatro parâmetros em raças de galinhas caipiras. No entanto, a maioria dos estudos explora apenas modelos de três parâmetros com uma única assíntota, isto é, uma reta que limita uma determinada curva no ajuste das curvas de crescimento de aves de crescimento lento. A partir disto são propensos a superestimar os dados previstos, levando a inferências errôneas na estimativa de ganho genético em programas de melhoramento genético (AKINSOLA et al., 2021).

Na maioria das vezes, o crescimento de frangos é apresentado com o uso da curva de Gompertz, embora tenha alguma restrição na forma de um ponto de inflexão estável em  $1/e$  ( $= 0,368$ ), quando a ave atinge o ganho máximo de peso corporal. Porém, a maioria desses resultados, refere-se a linhas comerciais de rápido crescimento (SAKOMURA, ROSTAGNO, 2016).

Hoje, observa-se crescente interesse na produção de frangos de crescimento lento que requerem diferentes períodos de criação para obterem o máximo ganho de peso, com isso o uso da função matemática apropriada permite, com alguma margem de erro, estimar o peso corporal a ser alcançado na idade especificada das aves. Por sua vez, a apresentação gráfica desses modelos elimina flutuações irregulares de peso corporal por efeitos aleatórios do ambiente, que são comuns na produção semi-intensiva (MICHALCZUK et al., 2016).

#### Modelo de crescimento Gompertz

O modelo de Gompertz é um dos modelos sigmóides mais utilizados para curva de crescimento e outras variáveis. O modelo Gompertz foi adaptado a tudo, desde crescimento de plantas, crescimento de pássaros, crescimento de peixes e crescimento de outros animais, ao crescimento tumoral e crescimento bacteriano (TJØRVE, TJØRVE, 2017).

Este modelo é preferido para descrever o crescimento e deposição de nutrientes em aves, pois apenas três parâmetros são necessários. Estes incluem, por exemplo, peso na maturidade (valor assintótico), taxa de crescimento e idade em que o ganho de peso máximo é alcançado. Esses parâmetros têm significado biológico e permitem melhor ajuste de dados do que outras funções de crescimento mais complexas (HENN et al., 2014).

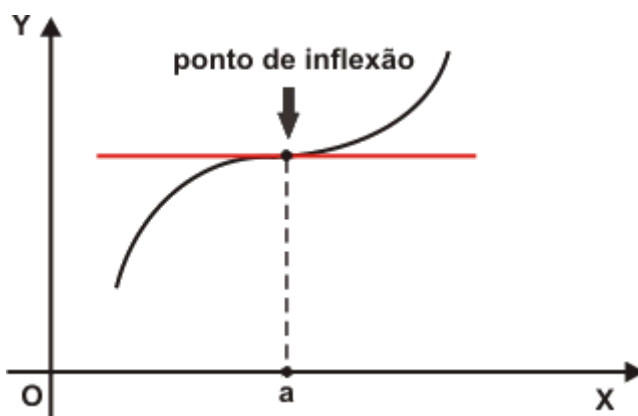
O modelo da equação de Gompertz é exemplificado da seguinte forma:

$$y=a*\exp(-b*\exp(-k*idade))$$

em que: “y” é o peso corporal na idade “t”; “a” é o peso assintótico quando “t” tende a mais infinito, ou seja, interpretado como peso à idade adulta; e “b” é uma constante de integração, relacionada aos pesos iniciais do animal e sem interpretação biológica bem definida (VELOSO et al., 2015). Com base nas equações estimadas, calcula-se as taxas de crescimento, em gramas por dia em função do tempo t, derivando-se essas equações.

Uma característica comum desse modelo é o ponto de inflexão fixo. O peso corporal no ponto de inflexão é identificado como 37% do peso assintótico (Figura 4). Em modelos de crescimento fixo, as variações genéticas de peso assintótico e peso do ponto de inflexão são iguais, o que constitui um problema para o melhoramento genético (SAKOMURA, ROSTAGNO, 2016).

Figura 4. Gráfico exemplificando o ponto de inflexão, no eixo horizontal temos a descrição do tempo de maturidade ou crescimento e no eixo vertical temos a distribuição da variável em função dos dias (tempo)



Fonte: Autora

Análises de dados de crescimento de frangos usando os modelos de crescimento de Gompertz resultam em uma única curva sigmoide. Santos et al. (2005), utilizaram o modelo de Gompertz para analisar o crescimento em duas linhagens de frangos de crescimento lento (Paraíso Pedrês e ISA Label), por meio da derivada das equações de Gompertz para peso vivo, onde foram obtidas as taxas de crescimento, em gramas de ganho de peso por dia. Os autores observaram crescimento acelerado até os 49 e 56 dias de idade para Paraíso Pedrês e ISA Label respectivamente. Após estas idades, as taxas de crescimento foram reduzidas.

Dourado et al. (2009), utilizaram o modelo de Gompertz para examinar o crescimento em frangos de corte de crescimento lento das linhagens Sasso e ISA Label e observaram que as aves da linhagem ISA Label foram mais precoces para atingir a idade de máximo crescimento.

Num estudo desenvolvido por Winkelstroter (2013), dentre os modelos de curva de crescimento estudadas para avaliação de crescimento de frangos de corte, as equações propostas por Gompertz, von Bertalanffy e Logístico atingiram a convergência, sendo que o modelo de Gompertz foi o mais adequado para descrever o crescimento das aves.

### Modelo de crescimento Logístico

A equação logística, originalmente proposta por Verhulst no século XVIII, tem sido o modelo mais ilustrativo da dinâmica de crescimento dos organismos em um habitat de recursos finitos. O modelo é baseado na noção de que a taxa de crescimento de uma dada população introduzida em um ambiente virgem é proporcional ao tamanho da população momentânea e aos recursos materiais remanescentes no habitat ainda disponíveis para exploração (PELEG, 2007).

Muitos anos depois, Pearl e Reed em 1920, sem conhecerem a contribuição de Verhulst, obtiveram empiricamente o mesmo método da curva que utilizaram para descrever o crescimento da população dos Estados Unidos, de 1790 a 1910, com base em dados de censo. A partir daí, a curva logística tem sido bastante estudada quanto às suas características matemáticas e quanto aos métodos de estimar seus parâmetros. Ela tem sido largamente empregada para a representação de dados de crescimento de animais e vegetais, de crescimento de populações econômicas e de adoção de novos bens econômicos (PELEG, 2007).

Apresenta uma curva simétrica em relação ao ponto de inflexão. Considera a velocidade de crescimento proporcional ao crescimento efetuado e ao crescimento que fica por efetuar. Na função Logística o parâmetro “b” é fixo e igual a 1,0 (um). A equação é dada por:

$$Y = a (1 + \exp(-kt))^{-m}$$

Em que: Y é a medição correspondente (de peso) no tempo t (dias); a é o peso adulto (kg ou g); b é uma constante de integração, relacionada aos pesos iniciais do animal até a idade adulta do animal, valor fixado = 1, não possui interpretação bem definida; k é um parâmetro da velocidade (kg/dia por kg); exp = 2,71828 (base do logaritmo neperiano); m é o parâmetro de inflexão (FERNANDES et al., 2013).

O modelo Logístico se ajustou muito bem às curvas de crescimento de genótipos de frango de crescimento lento criados em sistema orgânico, onde o grau de ajuste R<sup>2</sup> foi de 0,9999% (ELEROĞLU et al., 2014). Esses resultados são concordantes com vários estudos (AKBAS e YAYLAK, 2000; NORRIS et al., 2007; NARINC et al., 2010).

Corroborando com esses resultados, Araújo et al. (2018), observaram que o modelo Logístico também foi o que melhor se ajustou a curva de crescimento de três linhagens de frangos caipira (Pescoço Pelado, Carijó e Pesadão Vermelho).

#### Modelo de crescimento Von Bertalanffy

O Modelo de Von Bertalanffy é um modelo matemático, desenvolvido pelo biólogo austríaco chamado Karl Ludwig Von Bertalanffy (1901-1972) e é utilizada para descrever o crescimento de vários tipos de animais. O modelo estabelece que a taxa de variação instantânea do peso do animal, aumenta proporcionalmente à sua área corporal. O autor baseou-se na suposição de que o crescimento é a diferença entre as taxas de anabolismo e catabolismo dos tecidos do animal (RODRIGUES, 2012).

O modelo é dado por:

$$y=a(1-b \exp(-kt))^3$$

Onde:  $y$  é o peso corporal na idade  $t$ ;  $a$  é o peso assintótico quando  $t$  tende a mais infinito, ou seja, interpretado como peso à idade adulta;  $b$  é uma constante de integração, relacionada aos pesos iniciais do animal e sem interpretação biológica bem definida. O valor de  $k$  é estabelecido pelos valores iniciais de  $y$  e  $t$ ;  $k$  é interpretado como a taxa de maturação, que deve ser entendida como a mudança no peso corporal em relação ao peso à maturidade, ou seja, o indicador da velocidade com que o animal se aproxima do seu tamanho adulto, ou como a taxa de crescimento relativo ao peso máximo (VELOSO et al., 2015).

A equação de Von Bertalanffy mostrou ser um modelo matemático bastante adequado para descrever o crescimento de frangos de crescimento lento (OLIVEIRA, MELO, 2019). De acordo com Mata-Estrada et al. (2020), o modelo Von Bertalanffy foi o que melhor ajustou os dados da curva de crescimento de frangos criados em sistema caipira.

Veloso et al. (2015), analisando diferentes modelos de curvas, observaram que os modelos de Gompertz, von Bertalanffy e Logístico se ajustaram bem ao crescimento de frangos de genótipos caipira, onde o modelo proposto por von Bertalanffy mostrou-se o mais adequado.

#### Modelo de crescimento Richards

O modelo Richards foi desenvolvido a partir da equação de Von Bertalanffy e possui quatro parâmetros e engloba o von Bertalanffy, Gompertz, equações logísticas e

monomoleculares. O ponto de inflexão pode ocorrer em várias frações do peso assintótico máximo. A função é geralmente flexível e acomoda vários padrões de crescimento. Às vezes é referido como a logística de quatro parâmetros (KUIHI et al., 2010).

O modelo prevê taxa de crescimento, idade de crescimento máximo, peso assintótico e a trajetória de crescimento ou padrão de crescimento. Possui ponto de inflexão variável que depende do parâmetro  $m$  (parâmetro que dá forma à curva, sua fixação determina a forma da curva e, conseqüentemente, o ponto de inflexão), que deve ser estimado para cada análise, para ser feita uma melhor interpretação biológica (OSEI-AMPONSAH et al., 2011).

No entanto, existe dificuldade em se ajustar este modelo devido a não convergência do processo iterativo, causado principalmente pela alta correlação negativa entre “ $b$ ” (constante de integração), relacionada ao peso inicial do animal e sem interpretação biológica bem definida. O valor de “ $b$ ” é estabelecido pelos valores iniciais de “ $y$ ” peso corporal e “ $t$ ” idade e “ $m$ ” (OSEI-AMPONSAH et al., 2011).

O modelo é representado por:

$$y=a(1-b \exp(-kt)^m)$$

Como descrito anteriormente “ $m$ ” é o parâmetro que dá forma à curva: sua fixação determina a forma da curva e, conseqüentemente, o ponto de inflexão.

Sedungo Osei-Amponsah et al. (2011), o modelo de Richards descreveu adequadamente a curvas de crescimento de frango caipiras e que independentemente do genótipo, o frango macho apresentou maior pesos corporais, menores taxas de maturação e atingiu o ponto de crescimento máximo mais tardio do que as fêmeas.

#### Modelo de crescimento Brody

O modelo de Brody é amplamente utilizado para descrever o crescimento de aves, mas seu comportamento pode variar significativamente entre diferentes grupos genéticos. É um modelo matemático que tem como característica uma interpretação fácil e maior simplicidade, o que permite a compreensão dos resultados por parte dos criadores e pesquisadores. Ele fornece uma descrição clara do crescimento corporal em relação à idade, permitindo uma análise mais intuitiva dos dados (VELOSO et al., 2015)

O modelo Brody pode ser utilizado em conjunto com outros modelos não lineares, como Gompertz e von Bertalanffy, para validar e comparar resultados. Essa flexibilidade permite uma abordagem mais robusta na avaliação do crescimento e na seleção de características desejáveis. Os parâmetros estimados pelo modelo, como o peso assintótico e a taxa de crescimento, têm

interpretações biológicas diretas, o que permite a avaliação e comparação entre os variados modelos de crescimento usados na produção animal (MOTA et al., 2015).

Na análise para identificar o modelo de regressão não linear mais adequado para descrever a curva de crescimento de quatro linhagens de frangos caipira e compará-las por meio do modelo Brody e Quadrado logarítmico, Morais et al (2015) observou que o modelo Quadrático Logarítmico apresentou melhor ajuste dos dados para as linhagens Pesadão, Carijó e Mista, segundo o quadrado médio do resíduo e desvio médio absoluto.

Mota et al (2015) ao estudar curvas de crescimento em codornas de diferentes genótipos e o ajuste dos modelos Brody, Gompertz, Logístico, Richards e von Bertalanffy aos dados de peso corporal de todos os genótipos, observou que o modelo Richards não convergiu para o genótipo postura e apresentou superestimação do ponto de inflexão para todos os genótipos, exceto para o genótipo postura. Para os modelos Gompertz, Logístico e von Bertalanffy foram recomendados para descrever o crescimento de codornas de corte dos grupos genéticos em estudo, sendo que modelo Brody não convergiu, por isso não é recomendado para descrever o crescimento desse grupo animal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKBAS, Y, E. YAYLAK. Heritability estimates of growth curve parameters and genetic correlations between the growth curve parameters and weights at different age of Japanese quail. **Arch. Geflügelk.**, v. 64, p. 141–146, 2000.

ALVES, S.; LACERDA, T.; BELLONI, B. Biosseguridade na avicultura. **AviNews Brasil**, 2022. Disponível em < <https://avinews.com/pt-br/download/Biosseguridade-aviculturafinal.pdf>>. Acesso em: outubro de 2023

AKINSOLA, O. M., SONAIYA, E. B., BAMIDELE, O., HASSAN, W. A., YAKUBU, A., AJAYI, F. O., ADEBAMBO, O. A. Comparison of five mathematical models that describe growth in tropically adapted dual-purpose breeds of chicken. **Journal of Applied Animal Research**, v. 49, n. 1, p. 158-166, 2021.

ARAÚJO, Carolyn Costa. **Desempenho e Parâmetros Fisiológicos de Quatro Raças de Frangos de Crescimento Lento**. 44f. TCC (Graduação) - Curso Zootecnia, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2016

ARAÚJO, C. C., RODRIGUES, K. F., VAZ, R. G. M. V., CONTI, A. C. M., AMORIM, A. F., CAMPOS, C. F. A. Analysis of growth curves in different lineages of Caipira broiler type. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 40, 2018.

ASSIS, Saullo Diogo de. **Desenvolvimento do trato gastrintestinal de aves de corte de genótipos de crescimento lento na fase inicial e digestibilidade de alimentos**. 82 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiânia, 2019

BRUSAMARELO, E., DA SILVA PEREIRA, T. V., BRUSAMARELO, D., SOUZA, C. S., DE OLIVEIRA, H. C., CORRÊA, G. D. S. S., DE OLIVEIRA, C. F. S. Modelo de crescimento de Gompertz na avicultura: algumas considerações. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e508985208-e508985208, 2020.

CARVALHO, D. A., SARMENTO, J. L. R., ALMEIDA, M. J. DE O. Conservação, uso e melhoramento de galinhas caipiras / Organizadores Débora Araújo de Carvalho, José Lindenberg Rocha Sarmento, Marcos Jacob de Oliveira Almeida. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

CARVALHO, D. A. et al. Caracterização genética e estrutura populacional de galinhas crioulas Canela-Preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 11, p. 1899-1906, 2016

CARVALHO, D. A. et al. Padrão racial fenotípico de galinhas brasileiras da raça Canela-Preta. **Archivos de Zootecnia**, v. 66, n. 254, p. 195-202, 2017.

CUNHA FILHO, O. G. da. **Curvas de crescimento de frangos caipiras submetidos a diferentes níveis de lisina digestível**. 2014. 59 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014

- DALLMANN, H. M. et al. Different phytase levels and energy densities in broiler diets on performance, nutrient digestibility, and bone integrity from 28 to 35 days of age. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 75, p. 280-292, 2023.
- OLIVEIRA, M. F. C., MELLO, M. H. D. P. L. Equação de Von Bertalanffy Aplicada ao Crescimento de Frango Colonial. **Cadernos do IME-Série Matemática**, v. 13, p. 107-119, 2019.
- DIAS, A. N. MACIEL, M. P., AIURA, A. L. D. O., AROUCA, C. L. C., SILVA, D. B., , MOURA, V. H. S. DET AL. Linhagens de frangos caipiras criadas em sistema semi-intensivo em região de clima quente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 2010-2017, 2016.
- DOURADO, L. R. B., SAKOMURA, N. K., NASCIMENTO, D. C. N. D., DORIGAM, J. C., MARCATO, S. M., FERNANDES, J. B. K. Crescimento e desempenho de linhagens de aves pescoço pelado criadas em sistema semi-confinado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 875-881, 2009.
- ELEROĞLU, H., YILDIRIM, A., ŞEKEROĞLU, A., ÇOKSÖYLER, F. N., , DUMAN, M. Comparison of growth curves by growth models in slow-growing chicken genotypes raised the organic system. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 16, n. 3, p. 529-535, 2014.
- FARAJI-AROUGH, H., ROKOUEI, M., MAGHSOUDI, A., MEHRI, M. Evaluation of non-linear growth curves models for native slow-growing Khazak chickens. **Poultry Science Journal**, v. 7, n. 1, p. 25-32, 2019.
- FARIA, P. B. **Desempenho e qualidade de carcaça e carne de frangos criados em sistema alternativo**. 239 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimento) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- FERNANDES, G. A., CLAUDIO, F. F. D. F., MOUSQUER, J., SILVA, M. R., DA FREIRIA, L. B., FEIJÓ, L. C., DA SILVA, A. S. Modelos não lineares na descrição do crescimento ponderal de bovinos de corte. **PUBVET**, v. 7, p. 2327-2445, 2013.
- FONSECA, L. A. B. da. **Exigência de proteína para frango de crescimento lento até 28 dias**. 2017. 60 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Produção Animal na Amazônia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2017
- HENN, J. D., BOCKOR, L., RIBEIRO, A. M. L., COLDEBELLA, A., KESSLER, A. D. M. Growth and deposition of body components of intermediate and high performance broilers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 16, p. 319-328, 2014.
- KINGSLAND, S. The refractory model: the logistic curve and the history of population ecology. **The Quarterly Review of Biology**, v. 57, n. 1, p. 29-52, 1982.
- KUHI, H. D., PORTER, T., LÓPEZ, S., KEBREAB, E., STRATHE, A. B., DUMAS, A., FRANCE, J. A review of mathematical functions for the analysis of growth in poultry. **World's Poultry Science Journal**, v. 66, n. 2, p. 227-240, 2010.

LOHMANN BREEDERS, **Manual de manejo: Sistemas Alternativos - Recomendações de manejo para sistemas em galpão, aviário e free-range**, p. 50 2020

VALBUENA, D.A. Manejo de poedeiras comerciais. **Revista aviNews Brasil**. dezembro, 2018. Disponível em: <https://avinews.com/pt-br/manejo-de-poedeiras-comerciais/> Acesso em: 20/07/2024

MARCATO, S.M; SAKOMURA, N.K.; FERNANDES, J.B.K. et al. Crescimento e deposição de nutrientes nos órgãos de frangos de corte de duas linhagens comerciais. **Rev. Bras. Zootec.**, v.39, p.1082-1091, 2010.

MARTÍNEZ, Y., , VALDIVIÉ, M. Efficiency of Ross 308 broilers under different nutritional requirements. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 30, n. 2, p. 100140, 2021.

MASOUDI, A.; AZARFAR, A. Comparison of nonlinear models describing growth curves of broiler chickens fed on different levels of corn bran. **Int. J. Avian Wildlife Biol**, v. 2, p. 34-39, 2017.

MATA-ESTRADA, A., GONZÁLEZ-CERÓN, F., PRO-MARTÍNEZ, A., TORRES-HERNÁNDEZ, G., BAUTISTA-ORTEGA, J., BECERRIL-PÉREZ, C. M., SOSA-MONTES, E. Comparison of four nonlinear growth models in Creole chickens of Mexico. **Poultry science**, v. 99, n. 4, p. 1995-2000, 2020.

MENDONÇA, M.O.; SAKOMURA, N.K.; SANTOS, F.R. et al. Níveis de energia metabolizável para machos de corte de crescimento lento criados em semiconfinamento. **Rev. Bras. Zootec.**, v.37, p.1433-1440, 2008.

MICHALCZUK, M., DAMAZIAK, K., GORYL, A. Sigmoid models for the growth curves in medium-growing meat type chickens, raised under semi-confined conditions. **Annals of Animal Science**, v. 16, n. 1, p. 65, 2016.

MORAIS, J., FERREIRA, P. B., JACOME, I. M. T. D., MELLO, R., BREDAS, F. C., RORATO, P. R. N. Curva de crescimento de diferentes linhagens de frango de corte caipira. **Ciência Rural**, n. 45, p. 1872-1878, 2015.

MOREIRA, A. S.; SANTOS, M. S. V.; VIEIRA, S. S.; TAVARES, F. B.; MANNO, M. C. Desempenho de frangos caipiras alimentados com rações contendo diferentes níveis de energia metabolizável. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Minas Gerais, v. 64, n. 4, p. 1009-1016, 2012.

MOTA, L. F. M. et al. Crescimento de codornas de diferentes grupos genéticos por meio de modelos não lineares. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 5, p. 1372-1380, 2015.

NARINC, D., T. AKSOY, E. KARAMAN AND D.I. CUREK. Analysis of fitting growth models in medium growing chicken raised indoor system. **Trends Anim. Vet. Sci. J.**, v. 1, n. 12–1, 2010.

NARINÇ, D., NARINÇ, N. Ö., AYGÜN, A. Growth curve analyses in poultry science. **World's Poultry Science Journal**, 73(2), 395-408, 2017.

NARUSHIN, V. G.; TAKMA, C. Sigmoid model for the evaluation of growth and production curves in laying hens. **Biosystems engineering**, v. 84, n. 3, p. 343-348, 2003.

NORRIS, D., JW. NGAMBI, K. BENYI, ML. MAKGAHLELA, H.A. SHIMELIS AND E.A. NESAMVUNI. Analysis of growth curves of indigenous male Venda and Naked Neck chickens. **S. Afr. J. Anim. Sci.**, v. 37, p. 21–26, 2007.

NASCIMENTO, A.H.; SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T., RUNHO, R.C., POZZA, P.C. Energia Metabolizável e Relação Energia:Proteína Bruta nas Fases Pré-Inicial e Inicial de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.911-918, 2004.

OSEI-AMPONSAH, R., KAYANG, B. B., NAAZIE, A., ARTHUR, P. F., BARCHIA, I. M. Characterisation of local Ghanaian chickens: growth performance evaluation based on Richards growth model and genetic size scaling. **Tropical animal health and production**, v. 43, n. 6, p. 1195-1201, 2011.

PELEG, M., CORRADINI, M. G., NORMAND, M. D. The logistic (Verhulst) model for sigmoid microbial growth curves revisited. **Food research international**, v. 40, n. 7, p. 808-818, 2007.

RODRIGUES, Sandra Cristina Antunes. Modelo de regressão linear e suas aplicações. **Dissertação de Mestrado**. Universidade da Beira Interior, Portugal, 2012.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M. I.; DONZELE, J. L.; SAKOMURA, N. K.; PERAZZO, F. G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M. L.; RODRIGUES, P. B.; OLIVEIRA, R. F de. BARRETO, S. L. de T.; BRITO, C. O. **Tabela brasileira para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4 ed. 488p. Universidade Federal de Viçosa-Departamento de Zootecnia, 2017.

ROVADOSCKI, Gregori Alberto. **Modelos de curvas de crescimento e regressão aleatória em linhagens nacionais de frango caipira**. 108 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013

SANTOS, A. L. D., SAKOMURA, N. K., FREITAS, E. R., FORTES, C. M. L. S., CARRILHO, E. N. V. M., FERNANDES, J. B. K. Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1589-1598, 2005.

SANTOS, F. R., STRINGHINI, J. H., MINAFRA, C. S., ALMEIDA, R. R., OLIVEIRA, P. R., DUARTE, E. F., CAFÉ, M. B. Formulação de ração para frangos de corte de crescimento lento utilizando valores de energia metabolizável dos ingredientes determinada com linhagens de crescimento lento e rápido. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 1839-1846, 2014.

SHARIF, Numan, Ali, A., Mohsin, I., Ahmad, N. et al. Evaluation of nonlinear models to define growth curve in Lohi sheep. *Small Ruminant Research*, v. 205, p. 106564, 2021.

SELVAGGI, M., LAUDADIO, V., DARIO, C., TUFARELLI, V. Modelling growth curves in a nondescript Italian chicken breed: An opportunity to improve genetic and feeding strategies. **The Journal of Poultry Science**, 0150048, 2015.

SILVA, Débora Cristina Fernandes da. **Comparativo das características das carnes de frango caipira e industrial da região oeste do Rio Grande do Norte**. 2012. 43 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012

TJØRVE, K. M., , TJØRVE, E. The use of Gompertz models in growth analyses, and new Gompertz-model approach: An addition to the Unified-Richards family. **PloS one**, v. 12, n. 6, p. e0178691, 2017.

VASCON, G. M., BAZÃO, V. R. O modelo matemático de Von Bertalanffy com o método de gauss-newton na estimação de parâmetros. **Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão (ISSN: 2525-4782)**, v. 6, n. 3, 2021.

VASCONCELLOS, C. H. F. et al. Determinação da energia metabolizável e balanço de nitrogênio de dietas com diferentes teores de proteína bruta para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, p. 659-669, 2011.

VELOSO, R. C., PIRES, A. V., TORRES FILHO, R. A., DRUMOND, E. C. S., COSTA, L. S., AMARAL, J. M., PEREIRA, I. G. Crescimento de genótipos de frangos tipo caipira. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, p. 1361-1371, 2015.

VERÍSSIMO, Saulo. Níveis de energia metabolizável em dietas de frango de crescimento lento. **Dissertação (Mestrado)** – Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás Brasil. 53p. 2020

WINKELSTRÖTER, Larissa Kretli. Crescimento de três genótipos comerciais de frangos de corte. –**Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina: UFVJM, 2013.

## Curvas de crescimento corporal de duas linhagens de Frangos de crescimento lento submetidos a duas exigências nutricionais

---

### RESUMO

Objetivou-se avaliar o melhor ajuste das curvas de crescimento de duas linhagens de frangos de crescimento lento recebendo duas dietas com diferentes exigências. Foram utilizadas 300 aves em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2, composto de duas linhagens (Pesadão e Pescoço Pelado vermelho) e duas exigências nutricionais (Pinheiro et al (2014) e Rostagno et al (2017) com 5 repetições de 15 aves de cada linhagem, no qual o intuito foi verificar os ajustes dos modelos de Brody, von Bertalanffy, Richards, Logístico e Gompertz ao conjunto de dados observados através do PROC NLIN do SAS, utilizando-se o método iterativo de Gauss-Newton. O peso corporal individual dos frangos foi mensurado aos 1, 7, 14, 21, 28, 35, 43, 49, 56, 63, 70, 77, 84 dias de idade. Os critérios utilizados para escolha do modelo de melhor ajuste da curva de crescimento foram o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), o desvio padrão assintótico (DPA), o desvio médio absoluto dos resíduos (DMA) e o índice assintótico (IA). Dos modelos utilizados, apenas o modelo de brody não apresentou convergência, tanto para pescoço pelado como pesadão. Maiores valores de peso à idade adulta (parâmetro “a”) foram observados para linhagem Pesadão seguida da linhagem Pescoço pelado, a taxa de crescimento (parâmetro “k”) foram semelhantes para as duas linhagens. O modelo que teve melhor ajuste aos dados para descrever a curva de crescimento das duas linhagens recebendo as duas dietas foi logístico por conter menor índice assintótico, entretanto, na avaliação da dieta 1 para linhagem Pescoço Pelado, o modelo de Gompertz apresentou melhor ajuste caracterizado pelo menor valor para índice assintótico, o que confirma estes como os modelos que mais se ajustaram aos dados analisados. A recomendação ao produtor dever ser feita a partir da linhagem pretendida para criação, portanto, com base nos achados, indica-se utilização da dieta 2 para linhagem Pesadão e a dieta 1 para linhagem Pescoço pelado.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento. Genótipos. Gompertz. Massa corporal. Modelos matemáticos

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the best fit of the growth curves of two lines of slow-growing chickens receiving two diets with different requirements. A total of 300 birds were used in a completely randomized design, in a 2x2 factorial scheme, consisting of two strains (Pesadão and Pescoço Pelado vermelho) and two nutritional requirements (Pinheiro et al (2014) and Rostagno et al (2017) with 5 repetitions of 15 birds from each strain, in which the aim was to check the fit of the Brody, von Bertalanffy, Richards, Logistic and Gompertz models to the observed data set using PROC NLIN in SAS, using the interactive Gauss-Newton method. The individual body weights of the chickens were measured at 1, 7, 14, 21, 28, 35, 43, 49, 56, 63, 70, 77 and 84 days of age. The criteria used to choose the model with the best fit to the growth curve were the coefficient of determination ( $R^2$ ), the asymptotic standard deviation (ASD), the mean absolute deviation of the residuals (MAD) and the asymptotic index (AI). Of the models used, only the Brody model failed to converge, for both hairy and heavy necks. Higher values for weight at adulthood (parameter “a”) were observed for the Pesadão strain, followed by the Pescoço pelado strain, and the growth rate (parameter “k”) was similar for the two strains. The model with the best fit to the data to describe the growth curve of the two strains receiving the two diets was logistic because it contained the lowest asymptotic index, however, in the evaluation of diet 1 for the Pescoço Pelado strain, the Gompertz model showed the best fit characterized by the lowest value for the asymptotic index, which confirms these as the models that best fit the data analyzed. The recommendation to the producer should be based on the lineage intended for rearing, therefore, based on the findings, diet 2 is recommended for the Pesadão lineage and diet 1 for the Pescoço pelado lineage.

**Keywords:** Development. Genotypes. Gompertz. Body mass. Mathematical models

## 2.1 Introdução

A produção brasileira de carne de frango em 2022 foi de 14, 524 milhões de toneladas, no qual 66,8% foram destinadas para abastecimento do mercado interno, com consumo per capita de 45, 2 kg. É uma fonte de proteína animal com excelente conteúdo nutricional, preços atrativos e acessíveis para todas as classes socioeconômicas do Brasil quando comparada a outras fontes de proteína (ABPA, 2022).

Devido a produção do frango caipira estar concentrada na agricultura familiar, nos dias de hoje esse mercado vem se destacando por conta do diferencial da carne e por ser uma fonte de proteína primordial e nobre da mesa do brasileiro. As galinhas criadas em áreas livres não competem com as industriais, no qual os consumidores estão dispostos a pagar um preço a mais pela mercadoria, pelo diferencial da carne e pela forma de criação (EMBRAPA, 2020).

Aliado ao consumo e alta produção oriunda do sistema industrial, existe uma parcela que opta por produto mais natural, com características sensoriais e visuais diferenciadas, o que chama atenção destes clientes e influenciam a demanda por esse nicho de mercado (SANTOS et al., 2020)

A tendência para consumo de carnes de aves criados em sistemas alternativos vem acompanhando a demanda da União Europeia desde 2011, expandindo por todo os consumidores de carne do mundo. Estima-se que o consumo de carnes de frangos criados em piquetes é em torno de 3% em relação ao consumo per capita desta proteína, e que desde 2016 conta com um crescimento de 20% e contando com 5 milhões de aves produzidas por mês (SANTOS, 2020)

De acordo com a NBR16389 de 2015, a produção da ave no sistema caipira tem como base uma criação utilizando linhagens ou raças de crescimento lento, destinados a produção de carne com idade mínima de abate de 70 e máxima de 120 dias, com acesso a piquetes gramados a partir dos 30 dias respeitando o mínimo de 0,5m<sup>2</sup>/ave (ABNT, 2015).

As linhagens utilizadas apresentam potencial inferior de crescimento em comparação às linhagens utilizadas no sistema industrial de frangos de corte, além de características como rusticidade e facilidade de adaptação. Sendo assim, conhecer o perfil de desenvolvimento corporal auxilia na tomada de decisão e manejo, pois o animal criado sem restrições no ambiente e na alimentação terá desenvolvimento seguindo uma curva em formato de S até atingir o peso adulto, que pode ser exposto pela equação  $Y=aX^b$ , em que b é a idade e Y o peso do animal. (SAKOMURA; ROSTAGNO; 2016).

As relações matemáticas entre o crescimento animal em função do tempo são denominadas de curvas de crescimento, que tem como finalidade a avaliação do perfil de

respostas de tratamentos ao longo do tempo, entender as características de crescimento de uma determinada população, devido aos parâmetros dos modelos possuírem interpretação biológica e ser capaz de presumir os animais mais precoces dentro daquele grupo experimental (FREITAS, 2005; ROVADOSCKI, 2013)

As quatro curvas de crescimento que tem sido aplicadas em espécies animais são: Brody, Logística, Gompertz e Von Bertalanffy, sendo todas essas curvas, casos especiais da curva de Richards, que descreve mudança no tamanho em relação a idade, representado pela seguinte equação:  $Y_t = A (1 \pm b \exp^{-kt})^{1/(1-m)}$ , em que  $Y_t$  é o peso corporal a idade  $t$ ,  $A$  é o valor assintótico,  $b$  é o parâmetro escala,  $k$  é o índice de maturidade e  $m$  é o parâmetro de inflexão, que determina a forma da função (THOLON, QUEIROZ, 2009).

A avaliação do crescimento corporal em função de modelos matemáticos não lineares descreve a trajetória de desenvolvimento de todo período de vida do animal e é objeto de estudo de diversos pesquisadores ao longo do tempo (MORAIS et al 2015; ARAÚJO et al 2018; FERREIRA et al 2021)

Considerando os aspectos mencionados, objetivou-se no presente trabalho comparar e identificar por meio de diferentes critérios estatísticos, o ajuste do modelo de regressão não linear mais adequado (Gompertz, Von Bertalanffy, Logístico, Richards, Brody) para descrever a curva de crescimento de duas linhagens de frangos caipira para produção de carne recebendo dietas com diferentes exigências nutricionais.

## 2.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido no Setor de avicultura alternativa da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT) no Centro de Ciências Agrárias, localizado no município de Araguaína-TO, Brasil. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins sendo aprovado a execução (23.101.001.236/01-27).

Foram utilizados 300 frangos de crescimento lento, provenientes de duas linhagens: Pescoço Pelado Vermelho e Pesadão Vermelho, de 1 a 90 dias de idade, criados até os 30 dias em um galpão convencional, coberto com telha do tipo fibrocimento e piso de concreto, criadas em baterias metálicas com comedouros e bebedouros tipo calha e bandejas metálicas dispostas sob as gaiolas para remoção das excretas. O galpão é dotado de cortinas laterais, que são manejadas conforme a temperatura e o comportamento das aves, aquecidas artificialmente com lâmpadas incandescentes (60W) até os 10 dias de vida.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2, composto de duas linhagens (Pesadão e Pescoço Pelado vermelho) e duas exigências nutricionais ((Pinheiro et al (2014) e Rostagno et al (2017)) com 5 repetições e 15 aves de cada

linhagem. As rações seguiram as exigências pré-estabelecidas formuladas de acordo com a faixa de desenvolvimento: inicial, crescimento e terminação (Tabela 2, 3 e 4).

Cada exigência recebeu uma denominação para facilitar interpretação e discussão dos resultados, as rações baseadas em Pinheiro et al (2014) entende-se como dieta 1 e as baseadas em Rostagno et al (2017) como dieta 2.

Tabela 2. Composição centesimal das rações experimentais na fase inicial (1 a 28) seguindo duas exigências nutricionais

Ingredientes	Dieta 1	Dieta 2
Milho	55,000	57,006
Farelo de soja	39,300	36,604
Inerte	1,730	0,000
Fosfato bicálcico	1,890	1,542
Calcário	1,200	0,754
Sal Comum	0,480	0,450
L-Lisina HCL	0,000	0,000
DL-Metionina	0,168	0,198
Premix (supl.)	0,240	0,240
L-Treonina	0,000	0,000
Óleo de soja	0,000	3,206
Total	100,008	100,000
Cálcio (%)	1,086	0,819
Cloro (%)	0,312	0,296
Energia Met (kcal/kg)	2,750	3,050
Fosforo disponível (%)	0,452	0,380
Lisina digestível (%)	1,225	1,134
Met. + cist. digestível (%)	0,846	0,839
Met. digestível (%)	0,489	0,465
Potássio (%)	0,576	0,569
Proteína Bruta (%)	21,00	19,040
Sódio (%)	0,231	0,206
Treonina digestível (%)	0,868	0,748
Balanco eletrolítico	159,90	152,820

<sup>1</sup> Composição/tonelada: Ácido Fólico 120,00 mg, Cobalto 179,00 mg, Cobre 2.688,00 mg, Colina 108,00 g, Ferro 11,00 g, Iodo 537,00 mg, Manganês 31,00 g, Matéria mineral 350,00 g, Niacina 6.000,00 mg, Pantotenato de Cálcio 1.920,00 mg, Selênio 54,00 mg, Umidade 80,00 g, Vitamina A 1.500.000,00 UI, Vitamina B1 300,00 mg, Vitamina B12 2.800,00 mg, Vitamina B2 960,00 mg, Vitamina B6 450,00 mg, Vitamina D3 300.000,00 UI, Vitamina E 3.000,00 UI, Vitamina H 20,00 mg, Vitamina K 400,00 mg, Zinco 22,00 g. <sup>2</sup>Calculado segundo Mongin (1981): Balanco eletrolítico = (mg/kg de Na<sup>+</sup> da ração/22,990) + (mg/kg de K<sup>+</sup> da ração/39,102) - (mg/kg de Cl<sup>-</sup> da ração/35,453).

Tabela 3. Composição centesimal das rações experimentais na fase de crescimento (28 a 56) seguindo duas exigências nutricionais

Ingredientes	Dieta 1	Dieta 2
Milho	61,800	62,483
Farelo de soja	33,990	30,751

Inerte	0,613	0,000
Fosfato bicalcico	1,551	1,216
Calcario	1,032	0,661
Sal Comum	0,431	0,434
L-Lisina HCL	0,000	0,084
DL-Metionina	0,183	0,179
Premix (supl.)	0,400	0,400
L-Treonina	0,000	0,000
Óleo de soja	0,000	3,792
Total	100,000	100,000
Cálcio (%)	0,918	0,682
Cloro (%)	0,286	0,289
Energia Met (kcal/kg)	2,850	3,150
Fosforo disponível (%)	0,383	0,317
Lisina digestível (%)	1,089	1,067
Met. + cist. digestível (%)	0,813	0,771
Met. digestível (%)	0,481	0,459
Potássio (%)	0,540	0,509
Proteína Bruta (%)	19,00	17,550
Sódio (%)	0,207	0,206
Treonina digestível (%)	0,793	0,739
Balanço eletrolítico	147,54	138,360

<sup>1</sup> Composição/tonelada: Ácido Fólico 120,00 mg, Cobalto 179,00 mg, Cobre 2.688,00 mg, Colina 108,00 g, Ferro 11,00 g, Iodo 537,00 mg, Manganês 31,00 g, Matéria mineral 350,00 g, Niacina 6.000,00 mg, Pantotenato de Cálcio 1.920,00 mg, Selênio 54,00 mg, Umidade 80,00 g, Vitamina A 1.500.000,00 UI, Vitamina B1 300,00 mg, Vitamina B12 2.800,00 mg, Vitamina B2 960,00 mg, Vitamina B6 450,00 mg, Vitamina D3 300.000,00 UI, Vitamina E 3.000,00 UI, Vitamina H 20,00 mg, Vitamina K 400,00 mg, Zinco 22,00 g. <sup>2</sup>Calculado segundo Mongin (1981): Balanço eletrolítico = (mg/kg de Na<sup>+</sup> da ração/22,990) + (mg/kg de K<sup>+</sup> da ração/39,102) - (mg/kg de Cl<sup>-</sup> da ração/35,453).

Tabela 4. Composição centesimal das rações experimentais na fase de terminação (56 a 84) seguindo duas exigências nutricionais

Ingredientes	Dieta 1	Dieta 2
Milho	63,571	71,370
Farelo de soja	31,138	22,966
Inerte	0,100	0,000
Fosfato bicalcico	0,925	0,877
Calcario	0,602	0,502
Sal Comum	0,364	0,398
L-Lisina HCL	0,000	0,000
DL-Metionina	0,000	0,088
Premix (supl.)	0,400	0,400
L-Treonina	0,000	0,000
Óleo de soja	2,900	3,399
Total	100,000	100,000
Cálcio (%)	0,590	0,513
Cloro (%)	0,246	0,272
Energia Met (kcal/kg)	3,100	3,250
Fosforo disponível (%)	0,264	0,245
Lisina digestível (%)	1,031	0,954

Met. + cist. digestível (%)	0,610	0,611
Met. digestível (%)	0,290	0,336
Potássio (%)	0,522	0,453
Proteína Bruta (%)	18,00	14,940
Sódio (%)	0,178	0,186
Treonina digestível (%)	0,758	0,628
Balanço eletrolítico	141,40	120,020

<sup>1</sup> Composição/tonelada: Ácido Fólico 120,00 mg, Cobalto 179,00 mg, Cobre 2.688,00 mg, Colina 108,00 g, Ferro 11,00 g, Iodo 537,00 mg, Manganês 31,00 g, Matéria mineral 350,00 g, Niacina 6.000,00 mg, Pantotenato de Cálcio 1.920,00 mg, Selênio 54,00 mg, Umidade 80,00 g, Vitamina A 1.500.000,00 UI, Vitamina B1 300,00 mg, Vitamina B12 2.800,00 mg, Vitamina B2 960,00 mg, Vitamina B6 450,00 mg, Vitamina D3 300.000,00 UI, Vitamina E 3.000,00 UI, Vitamina H 20,00 mg, Vitamina K 400,00 mg, Zinco 22,00 g. <sup>2</sup>Calculado segundo Mongin (1981): Balanço eletrolítico = (mg/kg de Na<sup>+</sup> da ração/22,990) + (mg/kg de K<sup>+</sup> da ração/39,102) - (mg/kg de Cl<sup>-</sup> da ração/35,453).

Os tratamentos foram arrançados de modo que cada linhagem recebeu as duas exigências, como demonstrado a seguir:

T1: Pescoço Pelado Vermelho e exigência segundo Pinheiro et al. (2014)

T2: Pesadão Vermelho e exigência segundo Pinheiro et al. (2014)

T3: Pescoço Pelado Vermelho e exigência adaptada segundo Rostagno et al. (2017)

T4: Pesadão Vermelho e exigência adaptada segundo Rostagno et al. (2017).

As exigências de Pinheiro et al (2014) são baseadas em ensaios com Linhagem de crescimento lento (Pescoço Pelado) até 84 dias de idade, e as exigências de Rostagno et al (2011) provém de aves de linhagem de crescimento rápido e desempenho regular médio até os 43 dias de idade.

A partir do 30º dia, as aves foram pesadas e distribuídas homogeneamente nos piquetes experimentais (5,00m x 5,00m), cercados com tela e dotados de pequenos abrigos construídos em madeira, contendo comedouro tubular e um bebedouro artesanal do tipo calha. Cada piquete experimental possui área de 25 m<sup>2</sup>, considerando a recomendação de 0,5 m<sup>2</sup>/ave (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015).

O peso corporal individual dos frangos foi medido semanalmente, (1, 7, 14, 21,28, 35, 43, 49, 56, 63, 70, 77, 84 dias de idade).

Para a determinação das curvas de crescimento do peso corporal das aves, os dados coletados foram avaliados por meio dos modelos de crescimento sugeridos por Veloso et al. (2015) adaptado de Fitzhugh, 1976.

Gompertz:  $y=a*\exp(-b*\exp(-k*idade));$

Logístico:  $y=a*((1+b*\exp(-k*idade))^{-1});$

Bertalanffy:  $y=a*(1-b*\exp(-k*idade))^{-3};$

Richards:  $y=a*(1-b*(\exp(-k*idade)))^{-m};$

Brody:  $y=a*((1-b*\exp(-k*idade))^{**1})$

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o procedimento para análise de modelos não lineares (PROC NLIN) do *software* Statistical Analysis System (SAS, 2002), por meio do método iterativo de Gauss-Newton.

Os critérios usados para ajuste da curva de crescimento foram o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), calculado pela função  $1 - (SQR/SQTc)$ , sendo SQR a soma de quadrados do resíduo e SQTc a soma de quadrados total corrigida pela média. O desvio padrão assintótico (DPA), calculado a partir da raiz quadrada do quadrado médio do resíduo de cada modelo. O desvio médio absoluto (DMA), conforme proposto por SARMENTO (2006), calculado como demonstrado na fórmula de DMA a seguir:

$$DMA = \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i|}{n}$$

Para a escolha do melhor modelo, foi utilizado o índice assintótico (IA), descrito por Ratkowsky (1993), combinando os critérios DPA, DMA e  $R^2$ , atribuindo valor 100 para a maior estimativa de cada critério, sendo os demais ponderados em relação a este, assim:  $IA = (DPA+DMA) - R^2$ . Quanto menor o índice, melhor o ajuste do modelo.

### 2.3 Resultados e discussão

A temperatura média, máxima e mínima do ar durante o período experimental foram de 26,7°C, 31,7°C e 22°C respectivamente, sendo a umidade relativa média do ar de 62,3%.

Levando em consideração a NBR 16389 de 2015 que preconiza a idade mínima de 70 dias para abate com peso equivalente a 2,3kg, as duas linhagens avaliadas apresentaram médias superiores aos 70 dias de idade (2,6 kg para linhagem Pescoço pelado e 2,8 kg para Pesadão), evidenciando que as duas dietas utilizadas apresentaram o aporte de nutrientes necessários para o desempenho produtivo das aves e contribui com a eficiência produtiva das linhagens.

As equações propostas por Gompertz e Logístico atingiram convergência, enquanto a análise realizada pelo Modelo Von Bertalanffy convergiu para a linhagem pescoço pelado e pesadão recebendo a dieta 2 e pesadão recebendo a dieta 1, não convergindo para linhagem pescoço pelado e dieta 1, o modelo proposto de Richards também não apresentou convergência para linhagem pesadão e dieta 2, mostrando que o modelo não se adequa a descrição dos pesos da linhagem em relação as dietas fornecidas. A equação proposta por Brody não convergiu para nenhuma das linhagens (Tabela 5).

Tabela 5 – Parâmetros estimados para as curvas de crescimento das linhagens pescoço pelado (PP) e pesadão vermelho (PD), seguindo duas exigências nutricionais de acordo com modelos Gompertz, Von Bertalanffy, Logístico e Richards

Modelo	Linhagem	Dieta	a	b	k	m	R <sup>2</sup>	DMA	DPA	IA
Gompertz	PP	1	3466	4,436	0,030	-	0,940	67,66	100,00	71,69
Bertalanffy	PP	1	NC	NC	NC	-	NC	NC	NC	NC
Logístico	PP	1	3027	16,68	0,061	-	0,980	99,16	94,20	93,36
Richards	PP	1	2974	0,909	0,016	20.953	0,910	100,00	71,05	78,19
Gompertz	PD	1	3614	4,320	0,026	-	0,831	62,77	55,08	33,91
Bertalanffy	PD	1	3084	0,771	0,02	-	0,970	92,24	100,00	94,26
Logístico	PD	1	3116	17,07	0,06	-	0,990	100,00	4,05	4,05
Richards	PD	1	3182	0,9126	0,0102	20.705	0,970	99,62	43,79	45,43
Gompertz	PP	2	3588	4,335	0,025	-	0,940	100,00	100,00	105,01
Bertalanffy	PP	2	2895	0,757	0,020	-	0,990	78,85	33,20	12,05
Logístico	PP	2	2963	15,73	0,058	-	0,990	101,47	4,98	6,46
Richards	PP	2	3056	0,7768	0,023	30.928	0,930	79,51	31,92	17,49
Gompertz	PD	2	3696	4,386	0,029	-	0,831	113,99	20,63	51,30
Bertalanffy	PD	2	2998	0,789	0,022	-	0,997	100,00	100,00	100,00
Logístico	PD	2	3118	17,90	0,063	-	0,990	100,35	17,08	18,13
Richards	PD	2	NC	NC	NC	-	NC	NC	NC	NC

a=peso à idade adulta; b= constante de integração; k= taxa de maturidade; R<sup>2</sup>= coeficiente de determinação; DMA= desvio médio absoluto;

Nos modelos estudados de Gompertz, Von bertalanffy e logístico o valor de *a* apresentou maiores estimativas para a linhagem Pesadão em relação ao pescoço pelado, com destaque para modelo logístico no qual as duas linhagens apresentarem valores semelhantes. Os resultados diferem de Araújo et al (2018) que observaram que a linhagem pescoço pelado apresentou maior peso à maturidade quando comparada ao genótipo pesadão.

O parâmetro “*b*” é uma constante e tem relação com peso inicial (intercepto, quando  $t=0$ ). O valor de “*k*” tem como característica o tempo necessário que animal tem seu desenvolvimento até se tornar adulto, o parâmetro “*a*” é interpretado como peso assintótico, isto é, peso adulto ou peso à maturidade (BORGES et al., 2023).

Veloso et al (2015) e Santos et al (2005) detectaram que a linhagem Pescoço pelado obteve menor velocidade de crescimento em relação aos genótipos avaliados (Pesadão, Carijó, Colopark, Paraíso Pedrês), o que também se verificou no presente trabalho. No estudo de Morais et al (2015) os autores detectaram que as aves da linhagem pesadão demonstraram o crescimento mais acelerado e a linhagem pescoço pelado crescimento mais lento.

Com base nos estudos de Drummond et al (2013), os critérios utilizados para escolha do modelo de melhor ajuste da curva de crescimento são o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>),

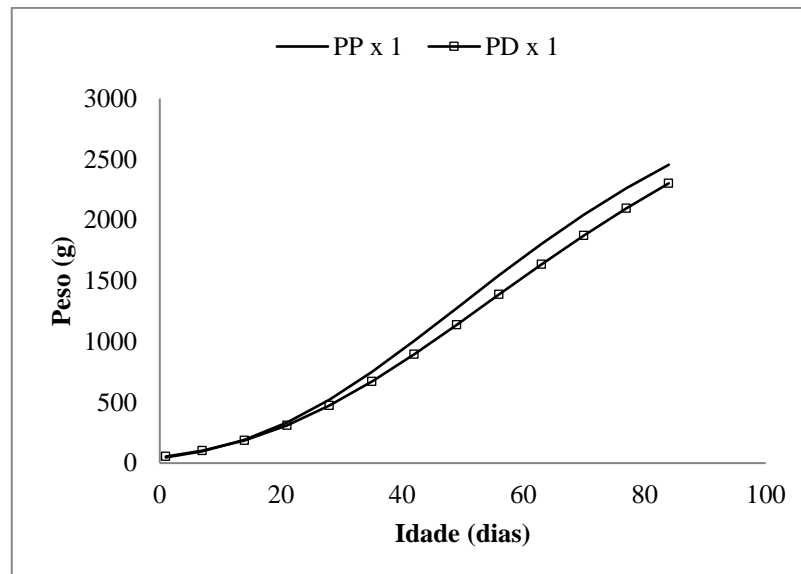
desvio padrão assintótico (DPA) e desvio médio absoluto (DMA). Ao observarmos o DPA podemos analisar variação maior em relação ao DMA dentre os modelos estudados, com menores valores para modelo Logístico e Richards e maiores para equações do modelo de Von Bertalanffy, então considerando que o índice assintótico (IA) é um critério conhecido como “mais completo”, sendo o mais recomendado entre autores para escolha do modelo (DRUMMOND et al., 2013, ARAÚJO et al., 2018).

Assim, o menor valor observado para IA entre os modelos analisados para os tratamentos (linhagens e dietas) foi modelo Logístico e Gompertz, apontado como os dois modelos que mais se ajustaram aos dados. Fato que foi corroborado por Lima et al (2021) avaliando cinco linhagens caipira: Carijó, Vermelho Pesado 5 (CPK), Gigante Negro (GNG), Paraíso Pedrês e Pescoço Pelado (PSC) mostraram que os modelos de Gompertz e Logístico apresentaram os melhores resultados de ajustes para a elaboração da curva de crescimento das linhagens.

Borges et al (2023) relata que os modelos não lineares com coeficiente de determinação acima de 96% apresentam boa avaliação de qualidade, o que pode indicar que os resultados possuem boa capacidade para predição de resíduos e descrição dos dados.

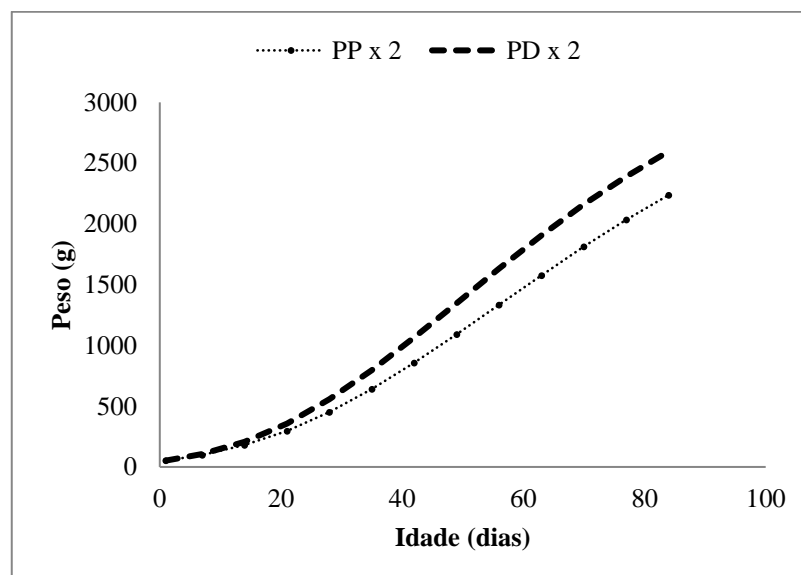
A divergência no crescimento das aves das diferentes linhagens começa a ser observada a partir do 20º dia de idade para curva de crescimento corporal nas duas dietas, com semelhança entre as linhagens na taxa de crescimento corporal e uma diferenciação na velocidade de crescimento na transição da fase inicial para a de crescimento, com maior peso aos 84 dias observado para linhagem Pesadão recebendo a dieta 2, na dieta 1 o maior ganho foi verificado para linhagem Pescoço Pelado. (Figura 5 e 6).

Figura 5. Curva de crescimento corporal de duas linhagens (PP e PD) recebendo a dieta 1



Fonte: Autora

Figura 6. Curva de crescimento corporal de duas linhagens (PP e PD) recebendo a dieta 2



Fonte: Autora

Um dos aspectos que podem ter contribuído para a diferenciação no desenvolvimento do peso corporal das aves, além do genótipo, foram as rações utilizadas, onde os maiores pesos foram verificados para os animais que se alimentaram com a dieta 2 que apresentava uma maior quantidade de energia em relação a dieta 1, as diferenças no nível energético entre as duas dietas nas fases inicial, crescimento e terminação foram respectivamente 300 kcal, 300 kcal e 150 kcal. Além da alimentação, as instalações, manejo, status sanitário, sistema de criação, índices zootécnicos, entre outros podem influenciar nas diferenças de peso entre as aves (FERNANDES et al., 2012; SILVA et al., 2021)

A diferença na densidade energética das dietas pode ter permitido aos animais, a energia necessária para manter o balanço entre o catabolismo e o anabolismo, e assim melhorar a eficiência energética, que é a relação entre a utilização desejável da energia ingerida, em aves, o uso desejável da energia é representado pela produção de carne, refletida pelos pesos corporais satisfatórios obtidos.

Os nutrientes numa dieta fornecem energia para o metabolismo do animal, assim como atua na síntese das macromoléculas funcionais e estruturais, dessa forma a exigência da ave, com destaque para energia, é o resultado da quantidade a ser fornecida para seu metabolismo basal, atividade física, crescimento, termorregulação e produção. (BRAINER, 2012).

Isso demonstra que as aves criadas em um sistema com manejo atendendo os requisitos de criação, permite reduzir o tempo de abate e assim diminuir custos produtivos, uma vez que um dos grandes gargalos da produção é a questão econômica, ou seja a lucratividade, assim, controlar os índices zootécnicos por meio do controle de peso corporal permite ao produtor medir o grau de eficiência produtiva e assim facilitar a tomada de decisões.

## 2.4 Conclusão

O modelo que teve melhor ajuste aos dados para descrever a curva de crescimento das duas linhagens recebendo as duas dietas foi logístico por conter menor índice assintótico, entretanto, na avaliação da dieta 1 para linhagem Pescoço Pelado, o modelo de Gompertz apresentou melhor ajuste caracterizado pelo menor valor para índice assintótico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 16389:2015 **Avicultura – Produção, abate, processamento e identificação do frango caipira, colonial ou capoeira**. Exemplar para uso exclusivo – Kênia Ferreira Rodrigues – 694.963.666-00. 2015.

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual: **Associação Brasileira de Proteína Animal**. São Paulo: 2022, 148 páginas. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/01/abpa-relatorio-anual-2022.pdf>

ANDRADE, A. M. F. CORDEIRO, M. B., FREITAS, H. J. D., FRANCISCO, R. D. S., Frangos de corte de linhagens pescoço pelado e carijó, criados sob condições de estresse térmico revisão de literatura. **Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR (Online)**, p. 119-125, 2019.

ARAÚJO, C. C., RODRIGUES, K. F., VAZ, R. G. M. V., CONTI, A. C. M., AMORIM, A. F., CAMPOS, C. F. A. Analysis of growth curves in different lineages of Caipira broiler type. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 40, 2018.

BORGES, M. C. R., RODRIGUES, G. R. D., RAINERI, C., JÚNIOR, G. D. L. M., DA SILVA, N. A. M. Uso de modelos não lineares para avaliar a curva de crescimento de ovinos. **Caderno de Ciências Agrárias**, 15, 1-6, 2023

BRAINER, Mônica Maria de Almeida. Equações de predição das exigências de energia e proteína para galinhas caipiras –**Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia)** – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Zootecnia, Recife, 2012

DOURADO, L. R. B. SAKOMURA, N. K., NASCIMENTO, D. C. N. D., DORIGAM, J. C., MARCATO, S. M., FERNANDES, J. B. K. Crescimento e desempenho de linhagens de aves pescoço pelado criadas em sistema semi-confinado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 875-881, 2009.

DRUMOND, E. S. C., GONÇALVES, F. M., VELOSO, R. D. C., AMARAL, J. M., BALOTIN, L. V., PIRES, A. V., MOREIRA, J. Curvas de crescimento para codornas de corte. **Ciência Rural**, 43, 1872-1877, 2013

EMBRAPA. Maiores produtores e exportadores. Central de Inteligência de Aves e Suínos. Maio de 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/frangos/brasil> Acessado em: 09/10/2020

FERNANDES, R. T. V. et al. Aspectos gerais sobre alimentos alternativos na nutrição de aves. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 7, n. 5, p. 10, 2012.

FERREIRA, K. M. S, E. M., FREITAS, H. J.; NEGREIROS, G DE A. Avaliação de modelos de crescimento com erros heterocedásticos de frangos de corte de linhagem caipira alimentados com sorgo. **Revista Agraria Academica**, 2021

FREITAS A.R.D. Curvas de crescimento na produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.786-795, 2005.

GLOBOAVES. **Manual de manejo linha colonial globoaves**. 2015.

LIMA, Cristina Sá de. Análise de curva de crescimento de cinco linhagens de frangos caipira na Amazônia Ocidental – **Dissertação (Sanidade e Produção Animal Sustentável na Amazônia Ocidental)** Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2021

MORETTIN, Pedro A. **Estatística Básica**. São Paulo: Saraiva. 2013

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M. I.; DONZELE, J. L.; SAKOMURA, N. K.; PERAZZO, F. G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M. L.; RODRIGUES, P. B.; OLIVEIRA, R. F. de. BARRETO, S. L. de T.; BRITO, C. O. **Tabela brasileira para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4 ed. 488p. Universidade Federal de Viçosa- Departamento de Zootecnia, 2017.

ROVADOSCKI, Gregori Alberto. **Modelos de curvas de crescimento e regressão aleatória em linhagens nacionais de frango caipira**. 108 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013

SAS - statistical analysis systems: user's guide. Version 9.1, Cary: SAS, 2002. v.2, 1052p.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: UNESP, 2016

SANTOS, A.L.; SAKOMURA, N.K.; FREITAS, E.R.; FORTES, C.M.S.; CARRILHO, E.N.V.M.; FERNANDES, J.B.K. Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.34, p.1589-1598, 2005

SANTOS, L. I.; DOS SANTOS, A. O.; AUGUSTO, E. E.; DOS SANTOS GAZOLI, M. R.; CLAUDIO PANDOLFI, M. A. . A EVOLUÇÃO DO MERCADO DO FRANGO CAIPIRA NO BRASIL. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 567–577, 2020. DOI: 10.31510/inf.v17i2.943. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/943>. Acesso em: 17 dez. 2024.

SILVA, T. R., DE SOUZA NASCIMENTO, K. M. R., KIEFER, C., COPAT, L. L. P., DE FREITAS, H. B., CHAVES, N. R. B., OFIÇO, A. V. Metabolizable energy levels in diets with a fixed nutrient: calorie ratio for free-range broilers. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 6SUPL2, p. 4009-4022, 2021.

MACARI, M., MAIORKA, A. *Fisiologia de aves comerciais*. **Editora: FUNEP- – FAPESP – FACTA**, 806 p., Jaboticabal – São Paulo, 2017

MORAIS, J.; FERREIRA, P. B.; JACOME, I. M. T. D.; MELLO, R.; BREDÁ, F. C.; RORATO, P. R. N. Curva de crescimento de diferentes linhagens de frango de corte caipira. **Ciência Rural**, Santa Maria, Online, 2015

THOLON, P.; QUEIROZ, S. A. Modelos matemáticos utilizados para descrever curvas de crescimento em aves aplicados ao melhoramento animal. **Ciência Rural**, v.39, p.2261-2269, 2009.

VELOSO, R. C.; PIRES, A.V.; TORRES FILHO, R. A.; DRUMOND, E. C. S.; COSTA, L. S.; AMARAL, J. M.; PEREIRA, I. G. Crescimento de genótipos de frangos tipo caipira. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.5, p.1361-1371, 2015.

**– Desempenho e características físicas da carne de duas linhagens de frangos de crescimento lento recebendo dietas com diferentes exigências nutricionais**

---

**RESUMO**

Objetivou-se avaliar o desempenho, rendimento de carcaça, cortes e características físicas (cor, pH, Força de cisalhamento e perda de peso por cocção) da carne de duas linhagens de frangos de crescimento lento: Pescoço Pelado e Pesadão recebendo dietas com diferentes exigências nutricionais. Foram utilizadas 300 aves de um dia distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2, sendo duas linhagens: Pesadão e Pescoço Pelado vermelho e duas exigências nutricionais: Pinheiro et al (2014) e Rostagno et al (2017) com 5 repetições e 15 aves por unidade experimental. Foram avaliadas o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e peso final aos 28, 56 e 84 dias, rendimento de carcaça, cortes e percentual de gordura na carcaça considerando as duas linhagens e duas dietas. Além das características físicas aos 84 dias, no qual duas aves de cada parcela experimental foram abatidas e mensurados: o pH, temperatura, coloração da pele e carne do peito, perda de peso por cocção e força de cisalhamento. Não foram observadas interações entre as duas dietas e as duas linhagens, porém houve efeito significativo nos valores de consumo de ração, conversão alimentar e peso final aos 28 dias quando se avaliou o efeito linhagem, com destaque para linhagem pesadão vermelho, apresentando médias superiores à linhagem pescoço pelado. Não foram detectadas diferenças no desempenho nas fases de 56 e 84 dias, bem como nas variáveis de rendimento de carcaça, peito, coxa, sobrecoxa e porcentagem de gordura abdominal e sobre os parâmetros de cor da pele e carne, pH, temperatura, parâmetros de maciez e capacidade de retenção de água da carne. Dessa forma, os resultados encontrados, indicam que os modelos alimentares promoveram performance produtiva satisfatória para as linhagens avaliadas, no qual a escolha da linhagem dependerá da finalidade do sistema de criação e disponibilidade de material genético na região. As duas exigências e linhagens utilizadas no trabalho não afetaram o rendimento de carcaça, taxa de gordura abdominal e as características físicas da carne: cor (valores de vermelho, amarelo e luminosidade) pH, força de cisalhamento e perda de peso por cocção, o que promoveu uma qualidade da carne satisfatória em relação as exigências nutricionais. A recomendação ao produtor dever ser feita a partir da linhagem escolhida para criação e, portanto, com base nos achados, indica-se utilização da dieta 2 para linhagem Pesadão e a dieta 1 para linhagem Pescoço pelado.

**Palavras-chave:** Cor. Eficiência alimentar. Energia metabolizável. Genótipo. Nível energético. pH. Qualidade da carne. Temperatura.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the performance, carcass yield, cuts and physical characteristics (color, pH, shear force and weight loss by cooking) of the meat of two strains of slow-growing chickens: Pescoço Pelado and Pesadão, receiving diets with different nutritional requirements. 300 one-day-old birds were used, distributed in a completely randomized design, in a 2x2 factorial scheme, with two strains: Pesadão and Pescoço Pelado and two nutritional requirements: Pinheiro et al (2014) and Rostagno et al (2017) with 5 repetitions and 15 birds per experimental unit. Feed consumption, weight gain, feed conversion and final weight at 28, 56 and 84 days, carcass yield, cuts and percentage of fat in the carcass were evaluated considering the two strains and two diets. In addition to the physical characteristics at 84 days, in which two birds from each experimental plot were slaughtered and measured: pH, temperature, skin and breast meat color, cooking weight loss and shear force. No interactions were observed between the two diets and the two breeds, but there was a significant effect on feed consumption, feed conversion and final weight at 28 days when the breed effect was evaluated, with the heavy red breed showing higher averages than the peeled neck breed. No differences were found in performance at 56 and 84 days, or in carcass yield, breast, thigh, drumstick and abdominal fat percentage, or in skin and meat color parameters, pH, temperature, tenderness parameters and meat water retention capacity. Thus, the results found indicate that the feeding models promoted satisfactory production performance for the strains evaluated, in which the choice of strain will depend on the purpose of the breeding system and the availability of genetic material in the region. The two requirements and strains used in the study did not affect carcass yield, abdominal fat rate and the physical characteristics of the meat: color (red, yellow and light values) pH, shear force and weight loss by cooking, which promoted satisfactory meat quality in relation to the nutritional requirements. The recommendation to the producer should be based on the breed chosen for rearing and, therefore, based on the findings, diet 2 is recommended for the Pesadão breed and diet 1 for the Pescoço pelado breed.

**Keywords:** Color. Feed efficiency. Metabolizable energy. Genotype. Energy level. pH. Meat quality. Temperature.

### 3.1 Introdução

A expansão da avicultura brasileira tem se intensificado nos últimos anos, e no crescente mercado, surge um perfil específico de consumidores que buscam e exigem alimentos produzidos em condições naturais, rico em proteínas e características diferenciadas, principalmente no que se refere à consistência da carne, sabor e suculência. A carne de frango é uma das mais consumidas do mundo, e o sistema de criação alternativo está incluso, uma vez que o produto tem atributos de qualidade intrínseca e extrínseca daqueles obtidos na produção convencional (ROCHA et al., 2022).

A criação de galinhas de crescimento lento é uma atividade com bons índices produtivos, desde que seja planejada e administrada de forma correta, oferecendo oportunidades de trabalho para pequenos e médios produtores. Nas diferentes regiões do País, a demanda ultrapassa a oferta, tornando-se atividade com mercado promissor e lucros. Um exemplo disso é que as galinhas caipiras não competem com o frango industrial em escala de produção e custo, entretanto competem no quesito sabor e qualidade da carne, atendendo uma gama de consumidores que pagam mais pelo produto (CARVALHO, SARMENTO, ALMEIDA, 2020).

No Brasil, o sistema de criação é conhecido como Frango Caipira, colonial ou de Capoeira, dentre outras denominações regionais. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estipula normativas que definem o sistema de produção de frango caipira como criação de aves comerciais destinadas à produção de carne, ovos ou misto, por meio de raças e linhagens de crescimento lento, com acesso às áreas livres para pastejo em sistema semiextensivo, com idade mínima para abate de 70 dias e a máxima 120 dias de idade.

O mercado de material genético avícola no Brasil conta com múltiplas empresas que fornecem para produtores e criatórios, linhagens de frangos de crescimento lento, oriundos da fusão com empresas internacionais, garantindo a qualidade e eficiência do produto. As linhagens caipiras proporcionam animais rústicos que permitem a criação semiconfinada com acesso a uma área livre com piquetes gramados, garantindo altos índices de produtividade, redução dos custos de produção, selo de produto diferenciado aliado ao maior valor agregado na venda do produto, seja ovos ou carne. Entre as linhagens mais conhecidas, temos Pesçoço pelado vermelho ou Isa Label, Pesadão, Carijó, Hisex-brown (Postura), entre outras (SILVA; ABREU; MAZZUCO, 2020; ROCHA et al., 2022).

Além das diferenças inerentes a genética de cada animal, as variações no desempenho entre as linhagens também são influenciadas pelo desenvolvimento do aparelho digestivo, associadas ao aproveitamento dos nutrientes da ração e conformação do trato digestório (VERDAL et al 2010).

Controlar o desenvolvimento corporal das aves é um fenômeno de relevância, e conhecer o desempenho é importante para que o produtor planeje as atividades e o desenvolvimento da criação, sempre priorizando as necessidades nutricionais de cada fase para estabelecer programas alimentares específicos, além de outro fator que merece cuidado na definição da melhor idade para o abate.

Neste sentido existem raças e linhagens que se destacam na produção de carne, nessa mesma perspectiva, a indústria beneficiadora de carne no Brasil, em constante evolução, promove estudos e tem buscado melhoria do material genético das aves, o que corrobora com dados de Souza, Faria e Bressan (2012) e Mitrovic et al. (2011) ao avaliar diferentes genótipos, detectaram que as linhagens Pescoço Pelado apresentaram de forma geral, melhores aspectos físico-químicos da carne, que são os atributos de maior preferência pelo consumidor em função do tipo de produto.

Esses fatores contribuem com a textura, cor, pH e capacidade de perda e retenção de água na carne que afetam diretamente a qualidade do produto (ROSA et al., 2006; SOUZA, FARIA, BRESSAN, 2012). Portanto, estudar parâmetros nutricionais e balanceamento de dietas e interações com genótipos diferentes é importante para se conhecer a variabilidade dos sistemas produtivos de carne do tipo caipira no país, além de fornecer maneiras de maximizar lucros e reduzir custos com produto de qualidade ofertado no mercado brasileiro.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho, rendimento de carcaça e cortes e características físicas (cor, pH, Força de cisalhamento e perda de peso por cocção) de duas linhagens de frangos de crescimento lento: Pescoço Pelado e Pesadão recebendo dietas com diferentes exigências nutricionais

### **3.2 Material e métodos**

O experimento foi conduzido no setor de Avicultura alternativa do Centro de Ciências Agrárias e as análises de características físicas da carne foram realizadas no laboratório de carne da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), localizado no município de Araguaína-TO. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins sendo aprovado a execução (23.101.001.236/01-27).

Foram utilizados 300 frangos de crescimento lento, provenientes de duas linhagens: Pescoço Pelado Vermelho e Pesadão Vermelho, de 1 a 84 dias de idade, criados até os 30 dias em baterias metálicas (1,00x1,00x0,40m), equipadas com comedouros e bebedouros tipo calha. As aves foram aquecidas artificialmente com lâmpadas incandescentes (60W) até os 10 dias de vida. O galpão é convencional, coberto com telha do tipo fibrocimento e piso

de concreto dotado de cortinas laterais que eram manejadas conforme a temperatura e o comportamento das aves

A partir do 30º dia, as aves foram pesadas e distribuídas homogeneamente nos piquetes experimentais (5,00m x 5,00m), cercados com tela e dotados de pequenos abrigos construídos em madeira, contendo comedouro tubular e bebedouro artesanal do tipo calha. Cada piquete experimental possui área de 25 m<sup>2</sup>, considerando a recomendação de 0,5 m<sup>2</sup>/ave (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2, sendo duas linhagens (Pesadão e Pescoço Pelado vermelho) e duas exigências nutricionais ((Pinheiro et al (2014) e Rostagno et al (2011)) com 5 repetições e 15 aves de cada linhagem

Cada exigência recebeu uma denominação para facilitar interpretação e discussão dos resultados, as rações baseadas em Pinheiro et al (2014) entende-se como dieta 1 e as baseadas em Rostagno et al (2017) como dieta 2 (Tabela 1, 2 e 3). As rações seguiram as exigências pré-estabelecidas formuladas de acordo com a faixa de desenvolvimento: inicial, crescimento e terminação.

Os tratamentos foram arranjos de modo que cada linhagem tem alimentação conforme a exigência, como demonstrado a seguir:

T1: Pescoço Pelado Vermelho e exigência segundo Pinheiro et al. (2014)

T2: Pesadão Vermelho e exigência segundo Pinheiro et al. (2014)

T3: Pescoço Pelado Vermelho e exigência adaptada segundo Rostagno et al. (2017)

T4: Pesadão Vermelho e exigência adaptada segundo Rostagno et al. (2017).

As exigências de Pinheiro et al (2014) são baseadas em ensaios com Linhagem de crescimento lento (Pescoço Pelado) até 84 dias de idade (Tabela 4), e as exigências de Rostagno et al (2017) provém de aves de linhagem de crescimento rápido de desempenho regular médio até os 43 dias de idade.

Tabela 6. Composição centesimal das rações experimentais na fase inicial (1 a 28) seguindo duas exigências nutricionais

Ingredientes	Dieta 1	Dieta 2
Milho	55,000	57,006
Farelo de soja	39,300	36,604
Inerte	1,730	0,000
Fosfato bicalcico	1,890	1,542
Calcario	1,200	0,754
Sal Comum	0,480	0,450
L-Lisina HCL	0,000	0,000
DL-Metionina	0,168	0,198

Premix (supl.)	0,240	0,240
L-Treonina	0,000	0,000
Óleo de soja	0,000	3,206
<b>Total</b>	<b>100,008</b>	<b>100,000</b>
Cálcio (%)	1,086	0,819
Cloro (%)	0,312	0,296
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2,750	3,050
Fosforo disponível (%)	0,452	0,380
Lisina digestível (%)	1,225	1,134
Met. + cist. digestível (%)	0,846	0,839
Met. digestível (%)	0,489	0,465
Potássio (%)	0,576	0,569
Proteína Bruta (%)	21,00	19,040
Sódio (%)	0,231	0,206
Treonina digestível (%)	0,868	0,748
<b>Balanço eletrolítico</b>	<b>159,90</b>	<b>152,820</b>

<sup>1</sup> Composição/tonelada: Ácido Fólico 120,00 mg, Cobalto 179,00 mg, Cobre 2.688,00 mg, Colina 108,00 g, Ferro 11,00 g, Iodo 537,00 mg, Manganês 31,00 g, Matéria mineral 350,00 g, Niacina 6.000,00 mg, Pantotenato de Cálcio 1.920,00 mg, Selênio 54,00 mg, Umidade 80,00 g, Vitamina A 1.500.000,00 UI, Vitamina B1 300,00 mg, Vitamina B12 2.800,00 mg, Vitamina B2 960,00 mg, Vitamina B6 450,00 mg, Vitamina D3 300.000,00 UI, Vitamina E 3.000,00 UI, Vitamina H 20,00 mg, Vitamina K 400,00 mg, Zinco 22,00 g. <sup>2</sup>Calculado segundo Mongin (1981): Balanço eletrolítico = (mg/kg de Na<sup>+</sup> da ração/22,990) + (mg/kg de K<sup>+</sup> da ração/39,102) - (mg/kg de Cl<sup>-</sup> da ração/35,453).

Tabela 7. Composição centesimal das rações experimentais na fase de crescimento (28 a 56) seguindo duas exigências nutricionais

Ingredientes	Dieta 1	Dieta 2
Milho	61,800	62,483
Farelo de soja	33,990	30,751
Inerte	0,613	0,000
Fosfato bicalcico	1,551	1,216
Calcario	1,032	0,661
Sal Comum	0,431	0,434
L-Lisina HCL	0,000	0,084
DL-Metionina	0,183	0,179
Premix (supl.)	0,400	0,400

L-Treonina	0,000	0,000
Óleo de soja	0,000	3,792
Total	100,000	100,000
Cálcio (%)	0,918	0,682
Cloro (%)	0,286	0,289
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2,850	3,150
Fosforo disponível (%)	0,383	0,317
Lisina digestível (%)	1,089	1,067
Met. + cist. digestível (%)	0,813	0,771
Met. digestível (%)	0,481	0,459
Potássio (%)	0,540	0,509
Proteína Bruta (%)	19,00	17,550
Sódio (%)	0,207	0,206
Treonina digestível (%)	0,793	0,739
Balanço eletrolítico	147,54	138,360

<sup>1</sup> Composição/tonelada: Ácido Fólico 120,00 mg, Cobalto 179,00 mg, Cobre 2.688,00 mg, Colina 108,00 g, Ferro 11,00 g, Iodo 537,00 mg, Manganês 31,00 g, Matéria mineral 350,00 g, Niacina 6.000,00 mg, Pantotenato de Cálcio 1.920,00 mg, Selênio 54,00 mg, Umidade 80,00 g, Vitamina A 1.500.000,00 UI, Vitamina B1 300,00 mg, Vitamina B12 2.800,00 mg, Vitamina B2 960,00 mg, Vitamina B6 450,00 mg, Vitamina D3 300.000,00 UI, Vitamina E 3.000,00 UI, Vitamina H 20,00 mg, Vitamina K 400,00 mg, Zinco 22,00 g. <sup>2</sup>Calculado segundo Mongin (1981): Balanço eletrolítico = (mg/kg de Na<sup>+</sup> da ração/22,990) + (mg/kg de K<sup>+</sup> da ração/39,102) - (mg/kg de Cl<sup>-</sup> da ração/35,453).

Tabela 8. Composição centesimal das rações experimentais na fase de terminação (56 a 84) seguindo duas exigências nutricionais

Ingredientes	Dieta 1	Dieta 2
Milho	63,571	71,370
Farelo de soja	31,138	22,966
Inerte	0,100	0,000
Fosfato bicalcico	0,925	0,877
Calcario	0,602	0,502
Sal Comum	0,364	0,398
L-Lisina HCL	0,000	0,000
DL-Metionina	0,000	0,088
Premix (supl.)	0,400	0,400
L-Treonina	0,000	0,000
Óleo de soja	2,900	3,399
Total	100,000	100,000
Cálcio (%)	0,590	0,513
Cloro (%)	0,246	0,272
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3,100	3,250
Fosforo disponível (%)	0,264	0,245
Lisina digestível (%)	1,031	0,954
Met. + cyst. digestível (%)	0,610	0,611
Met. digestível (%)	0,290	0,336
Potássio (%)	0,522	0,453
Proteína Bruta (%)	18,00	14,940
Sódio (%)	0,178	0,186
Treonina digestível (%)	0,758	0,628
Balanço eletrolítico	141,40	120,020

<sup>1</sup> Composição/tonelada: Ácido Fólico 120,00 mg, Cobalto 179,00 mg, Cobre 2.688,00 mg, Colina 108,00 g, Ferro 11,00 g, Iodo 537,00 mg, Manganês 31,00 g, Matéria mineral 350,00 g, Niacina 6.000,00 mg, Pantotenato de Cálcio 1.920,00 mg, Selênio 54,00 mg, Umidade 80,00 g, Vitamina A 1.500.000,00 UI, Vitamina B1 300,00 mg, Vitamina B12 2.800,00 mg, Vitamina B2 960,00 mg, Vitamina B6 450,00 mg, Vitamina D3 300.000,00 UI, Vitamina E 3.000,00 UI, Vitamina H 20,00 mg, Vitamina K 400,00 mg, Zinco 22,00 g. <sup>2</sup>Calculado segundo Mongin (1981): Balanço eletrolítico = (mg/kg de Na<sup>+</sup> da ração/22,990) + (mg/kg de K<sup>+</sup> da ração/39,102) - (mg/kg de Cl<sup>-</sup> da ração/35,453).

Para avaliação do desempenho zootécnico foram realizadas pesagens das aves e rações aos 28, 56 e 84 dias de idade para determinação das variáveis de desempenho: consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e a conversão alimentar (CA). O GP foi obtido por meio da diferença entre o peso inicial e o final das aves no período experimental. O CR foi calculado considerando-se a ração fornecida e as sobras de rações ao final do período experimental e a CA foi obtida pela razão entre o total de ração consumida e o ganho de peso (CR/GP).

Aos 84 dias no final da fase experimental, duas aves de cada unidade experimental com peso próximo à média da parcela ( $\pm 10\%$ ), totalizando 40 aves, foram devidamente

identificadas e submetidas a jejum de 12 horas para determinação do rendimento de carcaça inteira e cortes nobres.

As aves foram pesadas, sangradas, escaldadas, depenadas, evisceradas e os órgãos coletados. Após serem lavadas as carcaças foram pesadas novamente para avaliação do peso da carcaça quente (depenada e eviscerada). O rendimento de carcaça foi calculado por meio da relação entre peso da carcaça quente e o peso vivo após jejum. Em balança analítica foi avaliado a taxa de gordura abdominal, calculada o peso relativo (%) pela razão entre o peso do órgão e o peso da carcaça multiplicado por 100. Os valores relativos foram obtidos em relação à carcaça depenada e eviscerada.

Na carne crua (sem osso, pele, ligamentos e gordura) e na pele do peito foram avaliadas a coloração pelo sistema CIELAB ( $L^*$ = Luminosidade,  $a^*$ = teor de vermelho e  $b^*$ = teor de amarelo) com colorímetro (Chroma meter®), e a leitura foi realizada em três pontos distintos da musculatura e a determinação do pH, realizada por meio de eletrodo de penetração, diretamente na carne.

Para determinação da perda de peso por cocção, foram retirados filés do peito, que após pesados, foram assados em forno elétrico a 170°C, até atingir a temperatura interna de 40°C, posteriormente, foram virados para atingirem a temperatura interna de 70°C. Em seguida, as amostras foram colocadas sobre papel absorvente para resfriamento até atingir a temperatura de 20 a 25°C. Novamente foram pesadas e determinadas à perda de peso após o cozimento e mantidas sob refrigeração a 4°C por 24 horas, de acordo com a metodologia adaptada de Froning e Uijttenboogarte (1988) e Rosa et al (2003).

Para determinar a força de cisalhamento foram retiradas amostras na forma cilíndrica (1,27 cm de diâmetro), as quais foram colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular às lâminas do aparelho Warner-Bratzler.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de erro (Cramer Von Mises) e homocedasticidade de variância (Levene). Satisfeitas as pressuposições as variáveis foram submetidas à análise de variância com avaliação entre os fatores (linhagem x exigências) e comparadas pelo teste de Tukey com auxílio do software SAS, 2002.

### 3.3 Resultados e discussão

A temperatura média, máxima e mínima do ar durante o período experimental foram de 26,7°C, 31,7°C e 22°C respectivamente, sendo a umidade relativa média do ar de 62,3%.

Não foram observadas interações entre as duas dietas e as duas linhagens, porém houve efeito significativo nos valores de consumo de ração, conversão alimentar e peso final aos 28 dias quando se avaliou o efeito linhagem, com destaque para linhagem pesadão vermelho, apresentando médias superiores à linhagem pescoço pelado. Quanto a variável ganho de peso, as linhagens não diferiram entre si (Tabela 9).

Tabela 9. Valores médios de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e peso final (PF), aos 28, 56 e 84 dias de 2 linhagens de frangos de crescimento lento (Pescoço pelado e Pesadão vermelho) recebendo duas dietas

Inicial (1-28)					
Dieta	Linhagem	CR	GP	CA	PF
Dieta 1	Pescoço Pelado	1,55 <sup>ab</sup>	0,90	1,34 <sup>bc</sup>	1,20 <sup>a</sup>
	Pesadão	1,60 <sup>b</sup>	0,89	1,36 <sup>c</sup>	1,24 <sup>a</sup>
Dieta 2	Pescoço Pelado	1,49 <sup>a</sup>	0,94	1,23 <sup>a</sup>	1,22 <sup>ab</sup>
	Pesadão	1,60 <sup>b</sup>	0,96	1,23 <sup>a</sup>	1,33 <sup>b</sup>
	p valor	0,01	0,08	0,05	0,01
	CV* (%)	3,88	4,63	4,77	4,65
Crescimento (1-56)					
	Linhagem	CR	GP	CA	PF
Dieta 1	Pescoço Pelado	4,51	2,13	2,11	2,18
	Pesadão	4,52	2,19	2,05	2,23
Dieta 2	Pescoço Pelado	4,52	2,17	2,04	2,21
	Pesadão	4,59	2,25	2,06	2,39
	p valor <sup>1</sup>	0,578	0,085	0,724	0,086
	CV	5,9	5,98	6,04	5,89
Terminação (1-84)					
	Linhagem	CR	GP	CA	PF
Dieta 1	Pescoço Pelado	7,22	3,21	2,25	3,24
	Pesadão	7,05	3,28	2,24	3,32
Dieta 2	Pescoço Pelado	7,00	3,35	2,24	3,39
	Pesadão	7,4	3,5	2,22	3,54
	p valor	0,357	0,154	0,150	0,156
	CV	5,72	5,97	5,91	5,92

<sup>1</sup>médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade;

\*CV – coeficiente de variação

Resultados semelhantes foram observados por Lemos et al (2018) ao trabalhar com quatro linhagens de frangos para produção de carne tipo caipira, Carijó, Mesclado, Pescoço Pelado e Pesadão, no qual o consumo de ração das linhagens Pesadão, Mesclado e Carijó foram maiores que a linhagem Pescoço Pelado na fase inicial, porém, quando verificado o ganho de peso na fase, as linhagens Pescoço pelado, Carijó e Mesclado foram superiores ao pesadão, fato não encontrado neste trabalho, onde o Pesadão exibiu maior peso final aos 28 dias, e ganho de peso estatisticamente semelhante ao Pescoço pelado.

O ganho de peso das duas linhagens foi parecido, o que se assemelha ao relatados por Del Castilho et al. (2013) que encontraram resultados de ganho de peso maior para as linhagens Vermelho Pesadão e Pescoço pelado.

Hellmeister Filho et al. (2003) ao trabalhar com genótipos de crescimento lento x rápido, observaram que a linhagem Pescoço Pelado, de crescimento lento, apresentou maior consumo de ração, no entanto, ao avaliar o presente trabalho, verifica-se que esse efeito foi observado para genótipo Pesadão na fase inicial, sem diferenças nas fases de crescimento e final, o oposto ao encontrado pelo autor acima.

Para as variáveis de desempenho nas fases de 56 e 84 dias não foi constatado diferenças significativas, fato corroborado pelos autores Dias et al (2016), trabalhando com cinco linhagens de frangos de corte caipiras: Pescoço Pelado, Vermelho Pesadão, Carijó, Master Griss e Colorido criadas em sistema semi-intensivo.

Vários fatores podem alterar as exigências nutricionais das aves e dentre eles destacam-se raça, linhagem, sexo, consumo de ração, sistema de criação, nível energético da ração, inclusão ou não de óleo nas dietas, disponibilidade dos nutrientes, temperatura ambiente, e estado sanitário (LEMOS et al. 2018).

Grande parte dos produtores de aves de crescimento lento utilizam como base informações nutricionais baseadas em estudos com linhagens de crescimento rápido, nessa perspectiva há carência de uma padronização referente as recomendações para esses animais, pois frangos de crescimento lento apresentam menor taxa de desenvolvimento corporal e menor exigência nutricional em relação aos frangos de corte de linhagens de crescimento rápido, uma vez que demandam mais tempo até atingir o peso de abate.

O limite de consumo e saciedade pelo animal é determinado pela energia metabolizável, após o atendimento da mesma o animal deixa de consumir as dietas mesmo não tendo suprido a exigência dos diversos nutrientes. Nesse sentido, a energia metabolizável e proteína bruta são os nutrientes que exigem maior destaque e importância, pois representam maior porcentagem dentro das exigências nutricionais (SILVA et al., 2017).

Os alimentos fornecem energia às aves, sendo utilizada inicialmente para a manutenção dos processos vitais, como respiração, manutenção da temperatura corporal e fluxo sanguíneo. A energia produzida no metabolismo por meio da oxidação, depois de suprida as necessidades de manutenção, é depositada como tecido corporal. As moléculas que dão energia as aves fazem parte da composição de nutrientes dos alimentos (carboidratos, lipídeos e proteínas), e de maneira geral, durante o processo digestivo essas e ao longo do trato gastrointestinal são absorvidas, possibilitando que as células transformem energia química potencial dos alimentos em trabalho efetivo (SAKOMURA et al., 2014).

Na literatura, estudos que avaliam as necessidades nutricionais de frangos caipiras são conduzidos por alguns autores (VERÍSSIMO et al., 2020; SILVA et al., 2021) de acordo com manual das linhagens os requerimentos nutricionais de frangos de corte criados ao ar livre variam entre 2850 kcal para fase inicial e chega até 3100 kcal na fase de terminação. Sendo que bons resultados de desempenho, especialmente conversão alimentar foram observados nas aves que receberam níveis de até 3200 kcal/kg em todas as fases estudadas (SILVA et al., 2021; STUCHI et al., 2024)

Segundo Massi (2007), em um estudo de frangos de corte de crescimento lento no período de 35 a 70 dias, constatou um consumo de ração maior com o nível de 2900 Kcal/kg, Stuchi et al (2024) relatou mesmo comportamento em um estudo com frangos de linhagem de crescimento rápido em que o consumo de ração elevou com menor nível de energia. Esses resultados seguem uma tendência contrária em relação ao presente estudo em que aumentando o nível de energia da dieta aumentou-se o consumo de ração.

Na avaliação de desempenho das aves, há uma propensão dos animais em diminuir o consumo de ração com a elevação do nível de energia da dieta, pois as aves estariam atendendo suas necessidades nutricionais devido ao aumento da densidade energética da ração acarretando numa queda do consumo de alimentos, porém, possivelmente no presente trabalho, os resultados podem ser explicados pelas diferenças de linhagens trabalhadas, período experimental analisado mais longo, forma física diferente das rações e desenvolvimento e capacidade do trato digestório (ASSIS, 2019; STUCHI et al., 2024)

A conversão alimentar na fase inicial apresentou diferenças entre as linhagens, com a dieta 2 refletindo um menor valor, estimando assim que essa dieta permitiu uma melhor eficiência energética e consequentemente alimentar, o que pode ser verificado quando observamos o peso final nessa fase, o que colabora com achado de Silva et al (2021) ao avaliar a conversão alimentar em diferentes níveis de energia metabolizável com manutenção da relação nutriente:caloria em dietas para frangos de corte tipo caipira.

Todavia, artigos que tratam sobre aspectos de exigência de EM na dieta de frangos de crescimento lento, mostraram variação maior na recomendação, sendo de 2.750 a 3.100 kcal para fase inicial, 2.850 a 3.200 kcal para fase de crescimento, e 2.900 a 3.150 kcal/kg de ração para fase final (VERÍSSIMO et al., 2020).

Silva et al (2021) relata que os níveis de nutrientes equilibrados com nutrientes da dieta resultam em uma melhora no desempenho e índices de conversão alimentar (de 3,0 para 2,0 na fase de terminação e crescimento) garantindo ingestão satisfatória de alimentos e preservando a gordura e deposição de proteína na carcaça quando se adota dietas com teores de energia metabolizável de 3200 Kcal/kg em todas as fases de criação.

Um dos fatores que regulam o consumo voluntário das aves é o teor energético dos alimentos e grande parte dos técnicos leva em consideração a energia da ração para o estabelecimento do programa alimentar, nas diferentes idades e sistemas de criação. O nível de energia metabolizável na ração é decidido em função de alguns fatores como a exigência da ave, do custo do ingrediente e do produto a ser produzido (MACARI, MAIORKA, 2017).

Levando em consideração os dados de desempenho, principalmente na fase inicial onde animais estão em fase de desenvolvimento ósseo, muscular e do trato digestório, recomenda-se para linhagem Pesadão Vermelho rações formuladas com base na dieta 2 e para linhagem Pescoço pelado rações baseadas na dieta 1.

Os trabalhos que avaliam diferentes linhagens de frango caipira têm mostrado bons índices de desempenho e de carcaça quando abatidos até 85 dias (DIAS et al., 2016; GANECO, 2016), o que deve ser avaliado com atenção o melhor momento de abate, pois frangos caipiras abatidos com idade superior a 90 dias podem apresentar excessiva porcentagem de gordura na carcaça, levando a piora nos índices de conversão alimentar.

Não foram observadas diferenças no rendimento de carcaça, peito, coxa, sobrecoxa e porcentagem de gordura abdominal das 2 linhagens de frangos de crescimento lento (Pescoço pelado e Pesadão vermelho) alimentados segundo duas dietas (Tabela 10).

Tabela 10. Médias dos rendimentos de carcaça (RC), peito (RP), coxa (RCX) sobrecoxa (RSCX) e gordura abdominal (RGO) de frangos de crescimento lento abatidos aos 84 dias de idade, de 2 linhagens (Pescoço pelado e Pesadão vermelho) alimentados com 2 dietas

Variáveis	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 1	Dieta 2	CV*	p valor
	Pescoço Pelado		Pesadão			
RC (%)	83,7	84,56	83,71	83,00	2,62	0,527

RP (%)	28,28	29,5	29,05	27,58	6,97	0,46
RCX (%)	14,42	13,52	13,25	13,47	6,48	0,205
RSCX (%)	15,15	14,92	14,39	14,39	5,00	0,256
Gordura abdominal (%)	2,44	3,36	2,66	3,51	33,69	0,296

<sup>1</sup>médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade; \*CV – coeficiente de variação

Vaccaro et al (2023) em um estudo para avaliar as características de carcaça de frangos de corte machos e fêmeas das linhagens caipiras Carijó e Label Rouge, encontrou maiores valores de rendimento de carcaça e corte para frangos da linhagem Label Rouge em relação a linhagem Carijó.

Quando aumenta o nível de energia nas rações de frangos de corte observa-se maior ganho de peso e melhor conversão alimentar, porém também ocorre aumento no teor de gordura abdominal, segundo Macari e Maiorka (2017) a deposição de gordura é diretamente proporcional à quantidade de energia disponível para síntese, sendo correlacionada com o aumento da deposição de lipídeos na carcaça.

Porém, ao observar os resultados, inferimos que os diferentes níveis energéticos empregados nas rações não alteraram o rendimento de gordura e consequentemente a taxa de deposição na carcaça. SANTOS et al (2014) em estudo para estimar os efeitos da energia metabolizável em frangos de crescimento lento, notaram que a carcaça das aves que consumiram a ração formulada com EM para linhagem de crescimento lento (2.744kcal/kg) apresentaram teor de 30% menor de gordura na carcaça.

A seleção no crescimento induz alterações no número de miofibrilas e hipertrofia; também pode levar a alterações no metabolismo muscular e, portanto, provavelmente afetar a qualidade da carne e consequentemente o rendimento de carcaça e cortes (CHODOVÁ et al., 2021). As interações entre genótipos e fatores nutricionais podem ser muito importantes na determinação das características de qualidade da carne, rendimento de massa corporal e desempenho produtivo de aves, assim, equilibrar as necessidades nutricionais e a taxa de crescimento dos frangos pode ser importante para alcançar a capacidade produtiva ideal de genótipos individuais.

Com isso, aves de crescimento lento por ter uma genética específica podem se beneficiar e conseguem se adaptar à dietas de baixa qualidade nutricional, uma vez que os requerimentos nutricionais são diferentes das linhagens de crescimento rápido e o acesso à piquetes gramados pode ter efeito positivo no desempenho, como mostra Kreuzer et al. (2020), onde frangos de dupla aptidão podem ter um desempenho semelhante com uma dieta baixa em proteína, uma vez

que se espera que as necessidades nutricionais sejam inferiores às das galinhas de crescimento rápido.

Frangos de crescimento lento apresentam maior comportamento de forrageamento e podem ser mais adequadas para sistemas de produção alternativos ou semi-intensivo devido à maior vitalidade, resistência a doenças e adaptabilidade às condições externas, uma vez que as fêmeas apresentam desempenho de postura satisfatório e os machos apresentam bom crescimento e qualidade de carcaça.

Não foram observadas interação entre os fatores e nem detectadas diferenças significativas (Tabela 7) sobre os parâmetros de cor da pele e carne, pH e temperatura de frangos de crescimento lento abatidos aos 84 dias de idade (Tabela 11).

Tabela 11. Valores médios dos parâmetros de cor L\*, a\* e b\*, pH e temperatura da carne e pele do peito de frangos de crescimento lento de 2 linhagens (Pesçoço pelado e Pesadão vermelho) alimentados com 2 dietas

Variáveis	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 1	Dieta 2	CV*	p valor
	Pesçoço Pelado		Pesadão			
	Pele					
L* (Lumin.)	72,87 <sup>1</sup>	71,64	70,82	71,31	27,81	0,520
a* (Vermelho)	6,5	6,52	7,15	7,26	7,85	0,820
b* (Amarelo)	17,7	18,62	17,46	18,21	4,36	0,180
	Carne					
L* (Lumin.)	59,32	58,33	59,68	60,22	29,91	0,290
a* (Vermelho)	8,45	7,89	7,95	8,15	11,3	0,620
b* (Amarelo)	12,18	13,56	13,81	13,66	4,26	0,100
pH	5,97	5,91	5,87	5,97	2,81	0,721
Temperatura	8,62	9,54	8,03	8,91	17,19	0,507

<sup>1</sup>médias não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade; \*CV – coeficiente de variação

Efeito similar também foi constatado por Souza, Faria, Bressan (2012) ao trabalhar com 3 linhagens de crescimento lento, entre elas Pesadão e Pesçoço pelado e não verificaram diferenças sobre parâmetros de cor vermelho, amarelo e luminosidade e pH final. Fanatico et al (2007) observou que as aves de genética de crescimento lento quando criadas em piquetes possuem carne com maiores valores de amarelo em comparação a linhagens de crescimento médio e rápido, se tornando mais pigmentada à medida que os animais têm acesso a áreas livres e assim podem consumir, além da ração, outras fontes alimentares que contém em sua composição a presença de agentes pigmentantes, como clorofila e carotenoides.

Qiao et al. (2002) realizaram um estudo com o objetivo de caracterizar a relação da coloração da carne de peito de frangos de corte sobre as propriedades físicas da carne. Os filés de peito de frangos foram separados em três grupos de acordo com a luminosidade ( $L^*$ ) da carne: carne mais clara que o normal ( $L^*$  acima de 53), carne com cor normal (valores de  $L^*$  entre 48 e 53), e carne mais escura do que o normal ( $L^*$  abaixo de 46).

De acordo com esse sistema, as amostras de carne dos cortes do peito podem ser classificadas como luminosidade mais clara que o normal. Neste sentido, Brossi et al (2009) menciona que valores de  $L^*$  acima de 53 e pH abaixo de 5,7 define-se uma carne de peito de frango pálida com características de PSE (pálida, macia e exsudativa), porém esses valores são baseados em avaliações obtidas 24 horas *post mortem*.

A cor da carne de frango indica a qualidade daquele produto para processamento, a partir disso a uniformidade da cor nos produtos das linhagens de crescimento lento é ponto para escolha e seleção da qualidade final do produto. A característica é influenciada pelo sexo, idade, linhagem, estilo de criação, dieta, condições de manejo pré-abate, temperatura de escaldagem, condições de congelamento e armazenamento (BROSSI et al., 2009).

A cor é um dos principais requisitos que as pessoas utilizam no momento de comprar uma carne, especialmente de origem caipira e no momento da venda da carcaça ou cortes, a uniformidade da cor da carne nas embalagens é importante. O conteúdo de mioglobina é um fator importante que contribui para a cor da carne e depende da espécie, do músculo e da idade da ave (CRUZ et al. 2021).

O pH da carne de frango deve estar na faixa de 5,7 a 5,9. Caso haja alteração do valor preconizado há alteração da qualidade da carne, no qual é conhecida como carne escura, firme e seca (DFD), se estiver acima do limite, e abaixo como carne mole, exsudativa e pálida (PSE). A temperatura atua como mecanismo de bloqueio na proliferação de microrganismos, desativa reações químicas e influencia diretamente a qualidade do produto.

Segundo GOMIDE et al. (2014), na etapa de pré-resfriamento, a carcaça de frango situa-se em uma faixa de temperatura de 35° e deve ser resfriada o mais rápido possível após o abate para evitar deterioração. O método de resfriamento empregado foi imersão em baldes de 60 litros contendo gelos, no qual eram monitorados a temperatura e assim que esta passava do limite de 10°C, adicionava-se mais gelo aos baldes, para que no final a temperatura das carcaças se mantivesse na faixa de 9 a 10°.

Não foram evidenciados efeitos das duas exigências nutricionais x duas linhagens sobre a textura e a perda de peso por cocção da carne de frangos de crescimento lento (Tabela 12).

Tabela 12. Valores médios dos parâmetros de perda de peso por cocção (PPCO) e força de cisalhamento (FC) e da carne do peito de frangos de crescimento lento abatidos aos 84 dias de idade, de 2 linhagens (Pesçoço pelado e Pesadão vermelho) alimentados com 2 dietas

Variáveis	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 1	Dieta 2	CV*	p valor
	Pesçoço Pelado		Pesadão			
PPCO	17,27 <sup>1</sup>	17,45	18,64	18,32	12,81	0,741
FC	2,02	2,11	2,12	2,34	26,39	0,840

<sup>1</sup>médias não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade; \*CV – coeficiente de variação

Valores superiores foram relatados por Souza, Faria Bressan (2012), para as linhagens Pesadão e Pesçoço Pelado com maiores médias de perda de peso por cozimento (PPC) para carne do peito, com 29 e 30% respectivamente. No presente trabalho a média se manteve abaixo de 20%, indicando baixa perda de água durante cozimento, que interfere na condição final do alimento. Os resultados se assemelham com Takahashi et al (2012) que não identificou diferenças significativas na perda de peso por cozimento e força de cisalhamento (FC) de 3 linhagens de frango de corte do tipo colonial.

De acordo com Ramos e Gomide (2007) a textura é classificada da seguinte forma: valores < de 3,62 kgf como carne extremamente macia; entre 6,62 à 9,60 kgf são ligeiramente macio a ligeiramente duro e > de 12,60 kgf extremamente duro. Levando em conta essa classificação, os peitos de frangos do estudo podem ser considerados como extremamente macios.

Um fator que pode ter contribuído para esses dados abaixo do esperado para FC foi o tempo de armazenamento, no qual as aves foram abatidas e levadas ao freezer para congelamento e somente após 5 meses foram mensuradas a FC e PPCO, o que colaboram com Garcia et al (2010), que descreve que a FC decresce com tempo de armazenagem

A força de cisalhamento apresentada no presente trabalho apresentou valores levemente inferiores aos de Souza, Faria, Bressan (2012), com médias de 2,40 para Pesadão e 2,5 para Pesçoço pelado. A diferença constatada pode ser devido ao fato que no estudo as aves foram abatidas com 110 dias, e no presente trabalho o abate foi realizado com 85 dias.

Segundo preconizado por Lyon et al (1991) valores de força de cisalhamento inferiores a 3,61 kgf são oriundos de amostras com carne classificadas em muitos tenras, assim, a carne das aves abatidas no presente estudo pode ser classificada como melhor na categoria de maciez.

Desta forma, se o objetivo da produção é uma carne com textura mais firme, uma estratégia interessante é o abate das aves de linhagens de crescimento lento com maior idade. As

modificações na carne, entre elas, a maciez, acontecem de maneira individual para cada linhagem, de acordo com Fanatico et al (2007).

Embora as linhagens não tenham apresentado efeito significativo nas características físicas da carne, sabe-se que a idade, aspectos nutricionais da dieta e genética podem influenciar os parâmetros, em função disso, a opção pela linhagem e atendimento à exigência nutricional de frangos caipira pode ser definida pelo preço e disponibilidade no mercado.

A formulação de rações para frangos caipiras com dados tabelados de energia metabolizável dos alimentos determinadas com linhagens de crescimento rápido devem ser avaliada com cautela e atenção, porém a dificuldade de acesso e padronização leva o produtor usar recomendações específicas de outras linhagens, interferindo nos índices zootécnicos de frangos caipiras. Assim, há necessidade de mais trabalhos que avaliem especificamente as exigências nutricionais das linhagens de crescimento lento, adaptando as formulações de ração principalmente os valores energéticos que impactam diretamente a performance produtiva dos animais.

O impacto nos custos de produção, quando se utiliza rações calculadas especificamente em ensaio de metabolismo de linhagens de crescimento de lento, geram uma economia de cerca de três centavos no quilograma da ração, otimizando a produção (ASSIS, 2019).

### **3.4 Conclusão**

A linhagem Pesadão apresentou maiores valores de consumo de ração e peso final aos 28 dias. Para a conversão alimentar observou-se valores semelhantes entre as linhagens. Na fase de crescimento e terminação não foram observadas diferenças entre linhagens e dieta.

As duas exigências e linhagens utilizadas no trabalho não afetaram o rendimento de carcaça, taxa de gordura abdominal e as características físicas da carne: cor (valores de vermelho, amarelo e luminosidade) pH, força de cisalhamento e perda de peso por cocção, o que promoveu qualidade da carne satisfatória em relação as exigências nutricionais.

A recomendação ao produtor dever ser feita a partir da linhagem escolhida para criação, portanto, com base nos achados, indica-se utilização da dieta 2 para linhagem Pesadão e a dieta 1 para linhagem Pescoço pelado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, S.; LACERDA, T.; BELLONI, B. Biossegurança na avicultura. **AviNews Brasil**, 2022. Disponível em < <https://avinews.com/pt-br/download/Biosseguridade-avicultrafinal.pdf>>. Acesso em: outubro de 2023

ASSIS, Saullo Diogo. Desenvolvimento do trato gastrointestinal de aves de corte de genótipos de crescimento lento na fase inicial e digestibilidade de alimentos, **Tese** – Universidade Federal de Goiás, Escola de veterinária e zootecnia, 2019.

BROSSI, C, CONTRERAS-CASTILLO, C. J., AMAZONAS, E. D. A., MENTEN, J. F. M. Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1284-1293, 2009.

CARVALHO, D. A., SARMENTO, J. L. R., ALMEIDA, M. J. DE O. **Conservação, uso e melhoramento de galinhas caipiras** / Organizadores Débora Araújo de Carvalho, José Lindenberg Rocha Sarmento, Marcos Jacob de Oliveira Almeida. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

CRUZ, F. L., Miranda, D. A., Pontes, L. L. B., Rubim, F. M., Geraldo, A., Faria, P. B. Qualidade da carne de frangos da linhagem Label Rouge suplementados com minerais biocomplexados e criados em sistema alternativo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 73, p. 214-222, 2021.

DIAS, A. N. MACIEL, M. P., AIURA, A. L. D. O., AROUCA, C. L. C., SILVA, D. B., , MOURA, V. H. S. DET AL. Linhagens de frangos caipiras criadas em sistema semi-intensivo em região de clima quente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 2010-2017, 2016.

FANATICO, A. C. Pillai, P. B., Emmert, J. L., Owens, C. M. Meat quality of slow-and fast-growing chicken genotypes fed low-nutrient or standard diets and raised indoors or with outdoor access. **Poultry science**, v. 86, n. 10, p. 2245-2255, 2007.

FARIA P.B.; BRESSAN, M.C.; SOUZA, X.R. Composição proximal e qualidade da carne de frangos das linhagens Paraíso Pedrês e Pescoço Pelado. **Rev. Bras. Zootec.**, v.38, p.2455-2464, 2009

GOMIDE, L. A. M; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Tecnologia de abate e tipificação de carcaças**. Editora: UFV - Universidade Federal de Viçosa, 2ª ed, 336 p., 2014

MACARI, M., MAIORKA, A. *Fisiologia de aves comerciais*. Editora: FUNEP- – FAPESP – FACTA, 806 p., Jaboticabal – São Paulo, 2017

MITROVIC, S. et al. Carcass characteristic of two strains of native broilers (White Naked Neck and Black Svrljig) fattened under a semi-intensive system. **African Journal of Biotechnology**, v.10, n.70, p.15813-15818, 2011.

LYON, B. G.; LYON, C. E. Research note: Shear value ranges by Instron WarnerBratzler and single-blade AJlo-Kramer devices that correspond to sensory tenderness. *Poultry Science*, v. 70, p. 188-191, 1991.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS/INSIGHT User's guide**. versão 9.0- versão para Windows. Cary: SAS Institute, 2002. (CD-ROM).

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. de M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 2. Ed, Viçosa: MG: UFV, 2017.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M. I.; DONZELE, J. L.; SAKOMURA, N. K.; PERAZZO, F. G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M. L.; RODRIGUES, P. B; OLIVEIRA, R. F de. BARRETO, S. L. de T.; BRITO, C. O. **Tabela brasileira para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4 ed. 488p. Universidade Federal de Viçosa- Departamento de Zootecnia, 2017.

SANTOS, F. R. STRINGHINI, J. H., MINAFRA, C. S., ALMEIDA, R. R., OLIVEIRA, P. R., DUARTE, E. F., CAFÉ, M. B. Formulação de ração para frangos de corte de crescimento lento utilizando valores de energia metabolizável dos ingredientes determinada com linhagens de crescimento lento e rápido. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 6, p. 1839-1846, 2014.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: UNESP, 2016.

SAKOMURA NK, SILVA JHV, COSTA FGP, FERNANDES JBK, HAUSCHILD L, **Nutrição de não ruminantes**, Jaboticabal: Funep, 2014.

SILVA, I.J. O DA., ABREU, P.G DE., MAZZUCO, H. Manual de boas práticas para o bem-estar de galinhas poedeiras criadas livres de gaiolas criadas livres de gaiolas. 1º. ed. 40 p. Concórdia: **EMBRAPA Suínos e Aves**, 2020.

SOUZA, X. R.; FARIA, P. B.; BRESSAN, M. C. Qualidade da carne de frangos caipiras abatidos em diferentes idades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, p. 479-487, 2012.

ROSA, Fabiana Cordeiro. **Composição química e métodos de cocção de carcaça de frangos de corte alimentados com rações suplementadas com ômega-3**. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Lavras, UFLA, 2003

ROSA, F. C. BRESSAN, M. C., BERTECHINI, A. G., FASSANI, É. J., VIEIRA, J. O., FARIA, P. B., SAVIAN, T. V. Efeito de métodos de cocção sobre a composição química e colesterol em peito e coxa de frangos de corte. **Ciência e agrotecnologia**, v. 30, p. 707-714, 2006.

ROCHA, G. F., DE ARAÚJO LOPES, I. M., DA MOTA, G. M., DE OLIVEIRA CASTRO, R., ALMEIDA, E. S., MELO, C. M. T. Parâmetros físico-químicos dos cortes de coxa e peito de frango criados em sistema caipira e convencional. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 16, p. e148111637742-e148111637742, 2022.

TAKAHASHI, S. E., MENDES, A. A., MORI, C., PIZZOLANTE, C. C., GARCIA, R. G., PAZ, I. C. A. ROÇA, J. R. O. Qualidade da carne de frangos de corte tipo colonial e industrial. **Revista Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 9, n. 18, 2012.

CHODOVÁ, D. Tůmová, E., Ketta, M., , Skřivanová, V et al. Breast meat quality in males and females of fast-, medium-and slow-growing chickens fed diets of 2 protein levels. **Poultry Science**, v. 100, n. 4, p. 100997, 2021.

DIAS, A. N. MACIEL, M. P., AIURA, A. L. D. O., AROUCA, C. L. C., SILVA, D. B., , MOURA, V. H. S. DET AL. Linhagens de frangos caipiras criadas em sistema semi-intensivo em região de clima quente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 2010-2017, 2016.

DEL CASTILHO, C. C., Santos, T. T., Rodrigues, C. A. F., , Torres Filho, R. A Effects of sex and genotype on performance and yield characteristics of free range broiler chickens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1483-1490, 2013.

GANECO, Aline Giampietro. Características Qualitativas Da Carne De Frango De Corte Proveniente De Diferentes Sistemas De Produção. **Tese (Doutorado)** Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal – São Paulo, 2016

HELLMEISTER FILHO, P., MENTEN, J. F. M., SILVA, M. A. N., COELHO, A. A. D. , SAVINO, V. J. M. Efeito de genótipo e do sistema de criação sobre o desempenho de frangos tipo caipira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 32, 1883-1889, 2003

KREUZER, M. Müller, S., Mazzolini, L., Messikommer, R. E., , Gangnat, I. D et al. Are dual-purpose and male layer chickens more resilient against a low-protein-low-soybean diet than slow-growing broilers?. **British poultry science**, v. 61, n. 1, p. 33-42, 2020

Lemos, A. V. de; BITTAR, Dyb; Youssef. Neto, O. V. <sup>1</sup>, Junior, W. G. V;  
Avaliação do crescimento e desempenho de diferentes linhagens de frango caipira melhorado na região de goianésia Goiás. **Pubvet**, v. 12, n. 04, 2018.

MORAIS, J.; FERREIRA, P. B.; JACOME, I. M. T. D.; MELLO, R.; BRENDA, F. C.; RORATOV, P. R. N. Curva de crescimento de diferentes linhagens de frango de corte caipira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 10, p. 1872-1878, 2015.

MOREIRA, A. S.; SANTOS, M. S. V.; VIEIRA, S. S.; TAVARES, F. B.; MANNO, M. C. Desempenho de frangos caipiras alimentados com rações contendo diferentes níveis de energia metabolizável. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Minas Gerais, v. 64, n. 4, p. 1009-1016, 2012.

PINHEIRO, S. A.; DOURADO, L. R. B.; SILVA, E. P. da; SAKOMURA, N. K. Nutrição de Aves Caipiras Criadas em Sistema Semiconfinado. In: SAKOMURA, N.K.; SILVA, J. H. V. da; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L (org). **Nutrição de Não Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2014. p.657

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M. I.; DONZELE, J. L.; SAKOMURA, N. K.; PERAZZO, F. G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M. L.; RODRIGUES, P. B; OLIVEIRA, R. F de. BARRETO, S. L. de T.; BRITO, C. O. **Tabela brasileira para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4 ed. 488p. Universidade Federal de Viçosa-Departamento de Zootecnia, 2017.

SANTOS, A. L., SAKOMURA, N. K., FREITAS, E. R., FORTES, C. M. L. S., CARRILHO, E. N. V. M. FERNANDES, J. B. K. Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 34, 1589-1598, 2005

SAVINO, V. J. M., Coelho, A. A. D., Rosário, M. F. D., , Silva, M. A. N. D. Avaliação de materiais genéticos visando à produção de frango caipira em diferentes sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 578-583, 2007.

SILVA, T. R., de Souza Nascimento, K. M. R., Kiefer, C., Copat, L. L. P., de Freitas, H. B., Chaves, N. R. B., ... , Ofiço, A. V. Metabolizable energy levels in diets with a fixed nutrient: calorie ratio for free-range broilers. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 6SUPL2, p. 4009-4022, 2021.

SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011

SCANES, Colin G.; CHRISTENSEN, Karen D. 5<sup>a</sup> ed. **Poultry science**. Waveland Press, 2019.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS/INSIGHT User'sguide**. versão 9.0-  
versão para Windows. Cary: SAS Institute, 2002. (CD-ROM).

STUCHI, A. S. et al. Níveis de energia e densidade populacional dos frangos de  
carne. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 6, p. e4429-e4429, 2024.

VACCARO, B. L., MORAIS, H, VALENTIM, M., BITTENCOURT, J., MORALECO, T.,  
SILVA, D., QUIRINO, N., AMARAL, C., CRUZ, M. E. Características de carcaça de frangos  
de corte de crescimento lento: Carijó e Label Rouge. **Revista de Ciências Agroveterinárias**.  
22. 622-630. 2023

VERDAL H, MIGNON-GRASTEAU S, JEULIN C, BIHAN-DUVAL E, LECONTE M,  
MALLET S, MARTIN C, NARCY A. Digestive tract measurements and histological  
adaptation in broiler lines divergently selected for digestive efficiency. **Poultry Science**, v.89,  
n.9, p.1955-1961, 2010.