

**INSTITUTO FEDERAL**  
**GOIANO**  
Câmpus Rio Verde

**CURSO DE BACHARELADO DE ZOOTECNIA**

**CURVAS DE CRESCIMENTO DE LINHAGENS DE  
POSTURA CAIPIRAS MELHORADAS**

**MAURA REGINA SOUSA SILVA**

**Rio Verde, GO**

**2019**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE**

**CURSO DE BACHARELADO DE ZOOTECNIA**

**CURVAS DE CRESCIMENTO DE LINHAGENS DE POSTURA  
CAIPIRAS MELHORADAS**

**MAURA REGINA SOUSA SILVA**

Trabalho de curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Fabiana Ramos dos Santos

Rio Verde – GO

2019

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

Sousa Silva, Maura Regina  
SSI586 CURVAS DE CRESCIMENTO DE LINHAGENS DE POSTURA  
c CAIPIRAS MELHORADAS / Maura Regina Sousa  
Silva, orientadora Fabiana Ramos dos Santos; co-  
orientadora Cibelle Silva Minafra. -- Rio Verde,  
2019.  
32 p.  
  
Monografia (Graduação em Bacharelado em Zootecnia)  
-- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2019.  
  
1. crescimento lento. 2. modelos não lineares. 3.  
poedeiras. I. Ramos dos Santos, Fabiana, orient.  
II. Silva Minafra, Cibelle, co-orient. III. Título.

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

Tese  Artigo Científico  
 Dissertação  Capítulo de Livro  
 Monografia - Especialização  Livro  
 TCC - Graduação  Trabalho Apresentado em Evento  
 Produto Técnico e Educacional - Tipo:

Nome Completo do Autor: Maura Regina Sousa Silva  
Matrícula: 2015102201840316  
Título do Trabalho: Curvas de crescimento de linhagens de postura caipiras melhoradas

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 30/05/2019

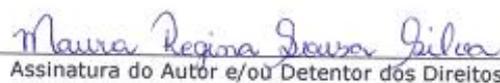
O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não  
O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

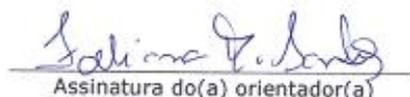
O/A referido/a autor/a declara que:

1. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde- GO, 23/05/19.

  
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

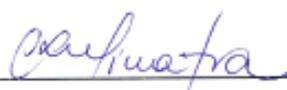
Ciente e de acordo:

  
Assinatura do(a) orientador(a)

**MAURA REGINA SOUSA SILVA**

**CURVAS DE CRESCIMENTO DE LINHAGENS DE POSTURA  
CAIPIRAS MELHORADAS**

Trabalho de Curso DEFENDIDO e APROVADO em 04 de Maio de 2019, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:



Prof. Dr. Cibele Silva Minafra  
Instituto Federal Goiano



Msc. Dheyne Alves Vieira  
Instituto Federal Goiano



Prof. Dr<sup>a</sup> Fabiana Ramos dos Santos  
Instituto Federal Goiano  
Campus Rio Verde – GO

Rio Verde – GO  
2019

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me dar forças para lutar e correr atrás dos meus sonhos. Também por nos contemplar com essa perfeita natureza que nos inspira a cada dia, e por nos dar a graça de participar dessa rede de acontecimentos sincronizados que se chama vida. *“Deus bondoso e misericordioso, muito paciente e cheio de amor, Por isso não me abandonastes” (Nm 9-17).*

Sou eternamente grata à minha família, Regina Barbosa de Sousa, Mauro Sérgio Silva e Marcos Felipe Sousa Silva por todo carinho, respeito, paciência e muito amor no qual cada um tem comigo. Eu amo vocês e sem vocês eu não seria nada! E claro, ao restante da minha família que sempre me apoiou!

À minha orientadora Dr<sup>a</sup>. Fabiana Ramos dos Santos por sempre me orientar de forma sábia, pela paciência na orientação, por todo o apoio, incentivo e ajuda. Agradeço por todos os conselhos, por cada palavra amiga e de conforto e até mesmo pelas críticas. És uma verdadeira mãe e sou eternamente grata a senhora!

E tenho também muita gratidão a todos os meus professores que fizeram parte da minha formação profissional, em especial e em nome de todos os demais, aos professores Karen, Cibele, Ana Paula, Kátia Cylene e Marco Antônio.

Aos meus amigos do Laboratório de Nutrição Animal, Nyanne, Carlos Medeiros, Arthur, Samylla, Patrícia Garcia, Júlia Marixara, Deibity, Hyalo, Laura do Planalto e a todos aqueles que passaram pela nossa equipe de avicultura, que sempre estiveram juntos comigo, por nossas trocas de conhecimento, pelo apoio e ajuda, pelo sofrimento em campo, pelas risadas, pelas brigas “rsrs” ou por apenas se fazerem presentes de forma direta ou indireta.

E em especial à meus melhores amigos/irmãos de laboratório, faculdade e vida Isadora Rissato, Carollyne Martins e Hiago de Sá! Amo vocês!

Aos melhores presentes/amigos que a faculdade me deu FERNANDO LIMA, Liliane Cândida, Geyniane Roque e Maria Xavier! Sou eternamente grata pela amizade de vocês!

Aos meus amigos de faculdade/sala Regina dos Santos, Gabriela, Sabryna, Hanyeny, Hemylla, Eguimar, Luiz Felipe, Carlos Alexandre e Ruscarla. Eterna gratidão à vocês!

Agradeço de forma muito especial aos meus melhores amigos Layanny Robert e Vinicius Almeida que mesmo com a distância nunca desistiram da nossa amizade e sempre estiveram presentes comigo! E também de forma muito especial aos amigos que fiz ao decorrer desta caminhada Jéssica Mendes, Ritiane Alcântara, Humberto Pedro e José Augustto louvo a Deus pela vida de vocês e pela nossa amizade!

SILVA, Maura Regina Sousa. **Curvas de crescimento de linhagens de postura caipiras melhoradas**, 2019,32p. Monografia (Curso Bacharelado de Zootecnia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2019.

**RESUMO:** Os modelos matemáticos são instrumentos para descrever o desenvolvimento dos animais e permitir uma análise para adoção de estratégias que possibilitem melhorar o seu desempenho zootécnico. Objetivou-se com este trabalho identificar o modelo de regressão não linear mais adequado para descrever o padrão de crescimento de duas linhagens caipiras de postura, além de construir as curvas e taxas de crescimento de acordo com o modelo selecionado. O experimento foi realizado no aviário experimental do Instituto Federal Goiano - *Campus* Rio Verde. Foram utilizadas duas linhagens de poedeiras caipiras melhoradas, a linhagem GLK (galinha bankiva) de ovos vermelhos e GLZ, de ovos de cascas azuis. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos (linhagens) e seis repetições de 13 aves cada. A criação foi manejada segundo as normas técnicas para galinhas de postura, com água e ração à vontade durante a fase de cria e recria. Para o ajuste dos modelos de regressão não linear, foram testados os modelos: Bertalanffy, Brody, Gompertz e Logístico. Para escolha da equação que melhor descreve a curva foi utilizado o critério de informação Bayesiano (BIC). Para identificar as semelhanças e diferenças entre as diferentes linhagens foi realizado o teste de identidade de modelo por meio da variável *Dummy*. Após, pela derivação da equação de crescimento selecionada determinou-se a taxa de crescimento das linhagens. O modelo que melhor se ajustou para descrever curva e a taxa de crescimento instantâneo das duas linhagens foi o Logístico. A linhagem GLZ apresentou maior peso á maturidade que a GLK. Apesar das linhagens apresentarem taxas de crescimento instantâneas diferentes, ambas atingem a taxa máxima de crescimento aos 52 dias de idade, período inferior as linhagens convencionais e, portanto, pesquisas futuras são necessárias para atender as necessidades de manejo e nutricionais específicas para linhagens de crescimento lento.

**Palavras-chave:** crescimento lento, modelos não lineares, poedeiras.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	11
2.1 Produção alternativa de aves.....	11
2.2 Linhagens de crescimento lento para produção de ovos .....	12
2.3 Seleção de modelos de curvas de crescimento .....	13
2.4 Aplicabilidade das curvas de crescimento na produção de aves .....	16
3.MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28

## 1. INTRODUÇÃO

Desde o século passado a avicultura de postura tem alavancado a sua produção, os levantamentos apontados pela Associação Brasileira de Proteína Animal mostraram que a produção de ovos em 2017 foi de 39 bilhões de unidades, atingindo o consumo per capita de 190 unidades e destinando cerca de 99,57% da produção ao mercado interno (ABPA, 2018). Estes dados produtivos são devidos a um conjunto de condições, nas quais se destacam o melhoramento genético, nutrição, ambiência e manejo.

A partir da intensificação da produção avícola industrial houve redução da demanda por produtos oriundos da avicultura alternativa, contudo, nas últimas décadas, a procura por produtos com características específicas tem crescido notoriamente e o consumidor busca por alimentos produzidos de forma mais natural impulsionando a participação das criações menos intensivas no mercado avícola (TAKAHASHI, 2003).

Na produção alternativa de aves, são utilizadas linhagens de crescimento lento, também denominadas “caipiras melhoradas”. Apesar das linhagens de crescimento lento apresentarem menor potencial de crescimento e desempenho zootécnico, sua criação é justificada por atributos diferenciados exigidos pelo mercado consumidor, como textura e coloração da carne acentuada e no caso das aves de postura pela coloração da gema ou até mesmo pela adaptabilidade ao sistema de criação ao qual estes são submetidos (SANTOS et al., 2005).

Neste contexto, os programas nutricionais destas linhagens devem ser sempre reavaliados, com o intuito de determinar estratégias de alimentação próprias para os requerimentos fisiológicos das aves em crescimento (Summers, 1983; Leeson 1986). Para isso, o método ideal seria a construção dos modelos de ajuste da curva de crescimento, que possibilitam relacionar a idade com o seu peso, por fim caracterizando as diferentes fases de crescimento da galinha (Galeano-Vasco and Cerón-Muñoz, 2013).

De acordo com Neme et al. (2006), os modelos de ajustes das curvas começaram a ser estudados devido as informações de crescimento e também dados adicionais sobre o desempenho das aves. Segundo os mesmos autores, diferentes curvas de crescimento podem influenciar na composição corporal em toda a fase de criação, tendo importante papel na maturidade fisiológica e sexual das aves de postura.

Algumas pesquisas já foram conduzidas para determinar as curvas de crescimento de linhagens de crescimento lento para produção de carne como a Label Rouge, Master Griss, Paraíso Vermelho, Carijó, Gigante Negro e outros, entretanto, são escassas na literatura

pesquisas com galinhas caipiras melhoradas para produção de ovos (ROVADOSCKI, 2012; MORAIS, 2015).

Diante do exposto, objetivou-se com o trabalho identificar o modelo de regressão não linear mais adequado para descrever o padrão de crescimento de duas linhagens caipiras de postura, além de construir as curvas e taxas de crescimento de acordo com o modelo selecionado.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Produção alternativa de aves

A produção alternativa de aves tenta resgatar a tradição da criação de galinhas caipiras, com o intuito de aumentar a renda na agricultura familiar. Um dos pontos-chaves deste sistema é a minimização dos danos ambientais, seja em relação às instalações e equipamentos, ou a forma de alimentar e de medicar alternativamente as aves (BARBOSA et al., 2004).

O termo alternativo pode, inicialmente, mostrar uma imagem de animais criados com baixa tecnologia ou sem preocupação diante das exigências do mercado, porém, a realidade deste tipo de atividade é outra, pois tem-se o objetivo de atender a uma demanda crescente e cada vez mais exigente do mercado (ZANUSSO, 2003). A avicultura é uma ampla atividade na propriedade rural e entre os diferentes sistemas de produção hoje existentes, o sistema de criação alternativa vem ganhando destaque entre os produtores (SOUSA, 2004).

A apreensão com os sistemas das aves de postura ocorre porque a produção de ovos no Brasil é feita predominantemente no sistema de criação em gaiolas, com granjas de cria e recria separada das granjas. Diante disso, preocupados não só com a qualidade do produto final, o consumidor tem exigido cada vez mais informações sobre as metodologias adotadas durante a criação e optando por produtos que estejam em conformidade com as boas práticas de manejo e bem-estar animal (DOS SANTOS, 2009).

A legislação brasileira prevê que no sistema de criação alternativa, sejam empregadas linhagens rústicas que se adaptem à criação, também denominadas de aves de crescimento lento; que após a fase inicial de criação as aves fiquem livres ao pastoreio, com pelo menos 3 m<sup>2</sup> de pasto por ave; e que sejam alimentadas apenas a base de alimentos de origem vegetal, sendo proibida a adição de pigmentos sintéticos e promotores de crescimento (BRASIL, 1999a; 1999b).

Contudo, para o sucesso da criação, é necessário que os produtores adotem diferentes técnicas de manejo, nutrição e sanidade para maior produção e comercialização de seus produtos (PINHEIRO, 2011).

Devido a isso, existe um número elevado de estudos que visam desenvolver sistemas alternativos, com gaiolas enriquecidas, ou até mesmo modificação de gaiolas já existentes para atender requisitos, como poleiros, ninhos e banhos de areia e colocação de fitas abrasivas nas gaiolas para reduzir o tamanho das unhas (ROCHA et al., 2008). Diante destes diversos

sistemas, foi desenvolvido o sistema cage free, que é caracterizado por ser um sistema alternativo que possibilita a apresentação dos comportamentos naturais das aves, uma vez que elas ficam soltas, com ninhos, poleiros, local para banho de areia, além de espaço para se movimentar (VITS et al., 2005).

De acordo com COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES o interior do espaço para criação de aves em sistema cage free deve ser equipado com: comedouros em linha (10 cm de comprimento/ ave) ou tubulares (4 cm de comprimento/ave); bebedouros contínuos (2,5 cm comprimento/ave), pendulares (1 cm de comprimento/ave) ou do tipo nipple (na proporção de 1:10); um ninho para cada 7 aves exceto se forem coletivos, nesse caso deve ter, no mínimo, 1 m<sup>2</sup> de espaço no ninho para um limite de 120 aves. Ainda, de acordo com a comissão um terço da superfície do chão do aviário deve ser ocupado pela cama, que deve ser de material, como palha, serragem, bagaço de cana, capim seco, cascas de arroz ou areia. A cama deve ter área mínima de 250 cm<sup>2</sup> /ave e densidade máxima de 9 aves/m<sup>2</sup>. Quanto aos poleiros, devem ser construídos, sem arestas cortantes e com um espaço de, pelo menos, 15 cm/ave. Os poleiros não devem ser montados sobre a área da cama, sendo a distância horizontal entre eles de 30 cm com afastamento de 20 cm das paredes (CEC, 1999).

Porém, ainda existem divergências em relação aos índices produtivos entre os diferentes sistemas. A produção de ovos em gaiolas convencionais se mostra superior quando relacionada à de sistemas alternativos como cage free, free range e gaiolas enriquecidas (CABRELON, 2009). Porém, já existem relatos em que a produção de ovos em sistemas alternativos de criação foram semelhantes às de sistemas convencionais (VITS et al., 2005).

## **2.2 Linhagens de crescimento lento para produção de ovos**

A criação das linhagens de crescimento lento, popularmente conhecidas por aves caipiras melhoradas, é uma atividade simples devido ao fato do animal possuir rusticidade, maior resistência e adaptação aos diferentes meios. Normalmente essas linhagens são criadas em sistemas extensivos ou semi – intensivo passando grande parte do dia soltos, com acesso ao ar livre, o que possibilita ao animal se exercitar, ciscar e procurar áreas mais frescas, sendo após, recolhidos no período da noite para sua proteção (VIEIRA FILHO, 2016).

Ramos (1995) relata que o desenvolvimento das linhagens de crescimento lento se deu pela necessidade de se obter uma ave de boa produção, mas que continuasse com as características caipiras. Com a exigência do mercado, por produtos alternativos com

certificação diferenciada, o retorno da galinha colonial/caipira tornou-se indispensável, porém, a verdadeira galinha caipira, que é por sua vez caracterizada por baixa produtividade, não conseguiu competir com a galinha industrial. Em meio à necessidade, desenvolveram-se linhagens chamadas “linhagens caipiras”, tanto de corte quanto de postura, que juntas possuem rusticidade, resistência e produtividade (ALBINO et al., 2001).

Segundo Madeira et al. (2010) linhagens caipiras geneticamente melhoradas criadas em sistemas semi-intensivo, são mais produtivas em relação às aves de raça pura e levam cerca de 70 a 90 dias para atingir peso de abate, enquanto que, as galinhas caipiras de crescimento lento também melhoraram a produção de ovos, comum a média de 200 a 270 ovos por ano.

O início da postura pode ser dado por inúmeros fatores inter-relacionados como idade, peso corporal, gordura corporal e genética. De acordo com estudo de Neme (2006), existe hoje, uma variedade de linhagens industriais de postura utilizadas, como HyLine Marrom (HLM) e Hisex Marrom (HSM), Hy Line W-36 (HLW36), Hisex Branca (HSB) entre outras, em virtude do constante melhoramento genético.

As linhagens comerciais iniciam por volta da 19ª semana de idade e chegam ao pico em quatro a seis semanas. Estas aves estão se tornando cada vez mais precoces, o que, em muitas situações, faz com que elas iniciem a postura com peso corporal abaixo do ideal para a idade (LEESON & SUMMERS, 2005).

Em geral, a grande maioria das poedeiras caipiras inicia sua postura com idade média de 24 semanas e por volta da 34ª semana de idade, após a 10ª ou 12ª semana do início da postura elas produzem o máximo, no qual esse período é chamado de pico de produção.

### **2.3 Seleção de modelos de curvas de crescimento**

Sabe-se que modelos matemáticos entre outras funções, podem ser vistos como instrumentos para descrever o crescimento e desenvolvimento dos animais e permitir uma análise para adoção de estratégias que possibilitem melhorar o desempenho zootécnico (SANTOS, 2008).

Para estimar as curvas de crescimento na produção animal, os modelos matemáticos não-lineares, desenvolvidos para relacionar peso e idade, têm sido um dos melhores por agrupar uma série de dados em um pequeno número de parâmetros, os quais possibilitam melhor entendimento, principalmente das interpretações biológicas (SILVA et al., 2010).

São diversos os modelos matemáticos não lineares utilizados para caracterização do crescimento dos animais, destacando-se os de Brody (Brody, 1945), Bertalanffy (Bertalanffy, 1957), Richards (Richards, 1959), Logístico (Nelder, 1961) e Gompertz (Laird, 1965). Contudo, ainda se questiona a escolha do melhor modelo a ser adotado, pois diferentes avaliadores de qualidade de ajuste são propostos na literatura e cada um preconiza determinada característica (SILVEIRA, 2011).

Dentre os modelos utilizados a equação de Von Bertalanffy, parte de um pressuposto que os nutrientes não são limitantes e o processo de crescimento é a diferença entre o anabolismo e o catabolismo e que também existe flexibilidade no momento em que se dá o ponto de inflexão (KUHI, 2010).

Brody (1945) descreve equações exponenciais e monomoleculares onde juntos geram uma curva com um formato sigmoidal. Sendo proposto pela primeira vez por Blaxter e Boyne (1978) para descrever relação entre a retenção de energia e o consumo de ração, com base em uma análise de mais de 80 experiências calorimétricas com ovelhas e gado.

A equação logística, foi a pioneira com as espécies animais onde descreveram o crescimento de mamíferos e até mesmo plantas e células de levedura pelo fato de esse modelo apresentar pontos fixos de inflexão. Logo, o modelo de Gompertz começou a ser usado em experimentos com animais para descrever funções de crescimento, a partir de então um geneticista, afirmou que as curvas de crescimento dos organismos individuais exibem uma forma em S assimétrica, que é melhor descrita por uma equação loglog que pelas equações do modelo logístico (NARUSHIN, 2003).

A escolha dos modelos deve basear-se na análise de no mínimo três itens: possibilidade de interpretação biológica dos parâmetros, qualidade do ajuste e dificuldades computacionais (Fitzhugh Jr. & Talyon (1971) citado por Marcato et al. (2010).

Diante de vários estudos, a equação Gompertz foi a que tem se mostrado uma das mais adequadas para detalhar o crescimento em frangos de corte (GOUS et al., 1999; FIALHO, 1999; SAKOMURA et al., 2005; MARTÍNEZ et al., 2010).

Porém, Mota et al. (2015) trabalhando com codornas de corte verificaram que os modelos não lineares de Gompertz, Logístico e Von Bertalanffy permitiram prever a taxa de crescimento e o peso à idade adulta de todos os diferentes genótipos avaliados. Da mesma forma, Morais et al. (2015) utilizando o quadrado médio do resíduo e desvio médio absoluto como critérios de seleção, verificaram que o modelo Quadrático Logarítmico apresentou melhor ajuste dos dados para as linhagens caipiras melhoradas Pesadão, Carijó e Mista.

Dessa forma, a padronização da equação de Gompertz para descrever os padrões de crescimento de diferentes genótipos e espécies de aves pode não ser a decisão mais correta. Corroborando com esta afirmação Rocha-Silva et al. (2016) ressaltam que há variação suficiente entre espécies e até mesmo entre linhagens, inclusive entre indivíduos da mesma linhagem que projetam haver um modelo mais apropriado a cada conjunto de dados fenotípicos. Portanto, a escolha do melhor modelo para descrever a trajetória de crescimento das diferentes linhagens de aves deve ser realizada.

Para a escolha do modelo a ser utilizado é preciso primariamente definir qual destes que melhor se ajusta aos dados. Esta comparação pode ser feita utilizando o coeficiente de determinação ajustado e o desvio padrão residual como avaliadores da qualidade do ajuste (CUNHA FILHO, 2014).

As metodologias mais utilizadas na comparação quanto ao ajuste dos modelos são variância residual total, função da máxima verossimilhança ( $\log(L)$ ), critério de informação Akaike (AIC) e critério de informação Bayesiano (BIC) em que, menores valores para estas variáveis indicam melhor ajuste e qualidade nos modelos (EL FARO & ALBUQUERQUE, 2003).

Na escolha dos modelos os números de parâmetros podem ser corrigidos, assim como ocorre com os critérios de informação Bayesiano e de informação de Akaike (STRABEL, SZYDA & PTAK, 2005). No entanto, nestes critérios ocorrem penalizações dos modelos mais complexos como os que apresentam maior número de parâmetros, sendo que no critério de informação Bayesiano a penalidade é mais rigorosa e por isso ele normalmente mais utilizado (EL FARO & ALBUQUERQUE, 2003).

Mesmo com a escolha do melhor modelo, ao considerar várias populações, é necessário que o avaliador também tenha interesse em comparar os parâmetros das curvas a fim de indicar para qual das populações o processo de crescimento foi mais eficiente. Assim, REGAZZI (2003), afirma que a identidade de modelos é a técnica mais indicada para tal função, entretanto, o mesmo modelo deve ser ajustado para todas as populações, o que mostra a necessidade da utilização de métodos que propiciam indicar quais modelos são plausíveis para todas elas.

De acordo com os estudos de Mota et al. (2015), para descrever o crescimento de grupos genéticos de codornas em função da idade os métodos utilizados para averiguar a qualidade de ajuste dos modelos apresentaram valores próximos, enquanto Moraes et al. (2015) concluíram que para a identificação das semelhanças e diferenças entre as curvas de

crescimento de machos e fêmeas dentro de linhagem, notou-se que a hipótese que testa a identidade de modelos foi rejeitada para todas as linhagens.

#### **2.4 Aplicação das curvas de crescimento na produção de aves**

Os animais apresentam um crescimento em função do tempo que pode ser representado por uma curva sigmóide, sendo este o modelo teórico mais aceito para explicar o crescimento dos animais (OLIVEIRA, 2016).

Esses modelos teóricos são compostos por funções de crescimento que tentam incluir parâmetros biologicamente significativos para evitar dispersões sobre o ponto de inflexão.

Estudos relacionados à curva de crescimento possibilitam uma melhor avaliação da população, sendo possível realizar mudanças na curva de crescimento, por meio da otimização das estratégias nutricionais (GOUS, 1998), dando então prioridade para cada fase de crescimento do animal atendendo suas necessidades.

Compreende-se que as linhagens caipiras apresentam menor potencial de crescimento que as linhagens industriais e que a ascensão de sua criação pode ser explicada diante dos atributos diferenciados na sua qualidade de carne, como textura e também coloração da carne e ovos (SANTOS et al. 2005).

As linhagens distintas, respondem de formas não similar aos processos de seleção, utilizados no melhoramento das raças, com isso cruzamentos podem alterar as curvas de crescimento das aves, podendo haver ganho com heterose, proveniente das distinções entre linhagens (GOLIOMYTIS et al.,2003).

De acordo com as pesquisas de Hrabyet al. (1996), é de grande importância realizar os ajustes dos níveis nutricionais para frangos de corte, pois resulta no aumento do desempenho, dos lucros e ainda requerem o conhecimento da composição corporal e do potencial genético de crescimento da ave, porém, uma das formas de obtenção desses dados é com as curvas que mostrem o crescimento da ave. Diante disso, a construção das curvas de crescimento pode auxiliar na determinação de programas alimentares, estratégias de manejo e também ajudar a elucidar sobre idade de abate (Knízetová et al.,1991).

### 3.MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no aviário experimental do Instituto Federal Goiano- *Campus* Rio Verde- Goiás, Brasil. Foram utilizadas duas linhagens de poedeiras caipiras melhoradas, a linhagem GLK (galinha bankiva) de ovos marrons e GLZ, de ovos de cascas azuis, ambas da empresa Avifran<sup>®</sup>. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos (linhagens) e seis repetições de 13 aves cada. O experimento teve duração de 119 dias (17 semanas de criação).

As aves foram instaladas em doze boxes com 2,3 m<sup>2</sup> cada, equipados com bebedouros tipo nipple e um comedouro tubular. As temperaturas máximas e mínimas registradas no período foram respectivamente, de 29,03 ± 2,96 °C e 19,91 ± 1,66°C. Sob o piso foi utilizada cama de maravalha com 10 cm de espessura. Em cada boxe foi instalado ainda um poleiro linear medindo de 1,75m.

A criação foi manejada segundo as normas técnicas para galinhas de postura, com água e ração à vontade durante a fase de cria (1 a 6 semanas) e recria (7 a 17 semanas de vida). As rações comerciais fornecidas foram isonutrientes e formuladas com níveis nutricionais para suprir as exigências de galinhas poedeiras semi-pesadas. Os níveis nutricionais calculados das rações utilizadas durante o período experimental é apresentado na Tabela 1.

TABELA 1. Composição centesimal e níveis nutricionais da ração utilizada.

Ingredientes	Cria	Recria
Umidade Máx.	120,00 g	120,00 g
Proteína Bruta Mín.	210,00 g	170,00 g
Extrato Etéreo Mín.	30,00 g	28,00 g
Fibra Bruta Máx.	60,00 g	40,00 g
Matéria Mineral Máx.	80,00 g	130,00 g
Cálcio	13,00 g	40,00 g
Fósforo	4.800,00 mg	5.000,00 mg

(Níveis nutricionais vitamínica e mineral por quilo de Produto) – Cálcio 1, 0,% - Sódio 2,08% -Cobre 18,00 mg – Ferro 31,00 mg – Manganês 87,00 mg – Zinco 75,00 mg – Iodo 1,60 mg– Vitamina A 12,500,00 U.I. – Vitamina D3 3,750,00 U.I. – Vitamina E 12,00 ppm – Vitamina K 3,70 U.I.– Vitamina B1 4,70 U.I. – Vitamina B2 9,00 U.I. – Vitamina B6 7,40 U.I. –Vitamina B12 18,00 U.I. – Ácido Fólico 1.85mg – Ácido Nicotínico 42,00 mg – Ácido Pantotênico 22,00 mg – Biotina 0,12 mg – Fitase 375,00 mg – Lísina 9,440,00 mg – Metionina 3.280,00.

As aves na fase de cria e recria foram submetidas á iluminação natural. Tendo em vista que os animais foram manejadas em sistema “Cage free” durante toda a sua vida, não foi realizada a debicagem, uma vez que, este é um manejo muito estressante e a densidade de criação estava baixa, impedindo a ocorrência de canibalismo.

Os animais foram vacinados contra a doença de New Castle e Gumboro via ocular aos sete e 14 dias de vida. Na sexta semana foram imunizadas contra Bouda aviária via injeção subcutânea na membrana da asa. Semanalmente, na fase de cria e recria, os animais e as rações foram pesados para determinação do peso médio e a conversão alimentar das frangas.

A descrição do banco de dados utilizado para ajuste das curvas de crescimento das linhagens GLZ e GLK é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Descrição do banco de dados utilizado para ajuste das curvas de crescimento das linhagens GLZ e GLK

Parâmetros	Linhagem	
	GLZ	GLK
Número de boxes	6	6
Número de animais/ boxes	13	13
Número de pesagens	17	17
Pesos:		
Mínimo (g)	63,47	45,47
Mediana (g)	904,23	881,15
Média (g)	847,28	782,18
Máximo (g)	1469,69	1393,00

Para o ajuste dos modelos de regressão não linear, foram testados os seguintes modelos (Tabela 3): Bertalanffy, Brody, Gompertz e Logístico seguindo a parametrização de (Santos ,2019). Os parâmetros dos modelos foram estimados pelo método de Gauss Newton modificado, que se baseia numa aproximação por uma série de Taylor de primeira ordem para produzir uma linearização da função não linear (REGAZZI, 2003), utilizando o procedimento Non linear Least Squares do software estatístico R.

Para a escolha da equação que melhor descreve a curva e taxa de crescimento das linhagens caipiras de postura em estudo, foi utilizado o critério de informação Bayesiano (BIC), considerando-se que quanto menor o índice, melhor o ajuste do modelo. O BIC foi calculado pela seguinte fórmula:

$$BIC = -L(\hat{\theta}) + \ln(N)d$$

Onde:  $d$  é que representa o número total de parâmetros estimados pelo modelo e  $N$  o número total de observações e o logaritmo de verossimilhança restrita. Com o modelo selecionado foram construídas as curvas de crescimento e pela obtenção da derivada 1ª da equação foram determinadas as curvas das taxas de crescimento instantânea de cada linhagem em função da idade.

Para comparar a igualdade de parâmetros e identidade dos modelos não lineares utilizados e verificar se uma única curva foi adequada para descrever o crescimento das linhagens GLK e GLZ utilizou-se o teste da razão de verossimilhança com aproximações dadas pela estatística de  $F$  (REGAZZI & SILVA, 2004).

Tabela 3. Modelos não lineares com efeitos mistos, taxas de crescimento e ponto de inflexão.

Parâmetros	Modelos			
	Brody	Gompertz	Logístico	Bertalanffy
Equação	$Y_t = A(1 - Be^{-kt}) + \epsilon$	$Y_t = Ae^{-Be^{-kt}} + \epsilon$	$Y_t = A(1 + Be^{-kt})^{-1} + \epsilon$	$Y_t = A(1 - Be^{-kt})^3 + \epsilon$
TCI	$ABke^{-kt}$	$Bke^{-kt}$	$yBk/(1 + Be^{-kt})e^{-kt}$	$3ABke^{-kt}(1 - Be^{-kt})^2$
IP	-	$A/e; (\log b)/k$	$A/2; \log(B)/k$	$8A/27; \log(3B)/k$

$A$ , peso assintótico ( $g$ );  $B$ , constante de integração;  $k$ , taxa de crescimento média;  $t$ , idade (dias);  $e$  exponencial; TCI, taxa de crescimento instantâneo; IP, ponto de inflexão;  $y$ , equação do modelo usado;  $\epsilon$ , erro.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O critério utilizado para escolha do modelo de melhor ajuste da curva de crescimento das linhagens poedeiras foi o critério de informação Bayesiano (BIC), considerando-se que quanto menor o índice, melhor o ajuste do modelo. Pode-se observar pela Tabela 2 que o modelo Logístico ajustou-se melhor ao comportamento de crescimento para as duas linhagens, porém a diferença com os valores de Gompertz foram pequenas, sendo possível afirmar que o modelo de Gompertz poderia se ajustar melhor caso estas aves tivessem sido levadas até à maturidade.

Tabela 4. Valores dos parâmetros e de critério bayesiano de informação (BIC) para os modelos não lineares em função das linhagens GLZ e GLK.

Modelos	A	b	k	BIC
	Linhagem GLK			
Bertalanffy	2524,936 (289,60)	1,072 (0,01)	0,017 (0,00)	1210,908
Brody	2525,963 (289,60)	1,072 (0,01)	0,052 (0,00)	1210,908
Gompertz	1468,740 (31,20)	4,465 (0,26)	0,237 (0,01)	1157,162
Logístico	1355,929 (18,79)	21,002 (2,15)	0,402 (0,01)	1155,189
Linhagem GLZ				
Bertalanffy	2683,669 (273,80)	1,065 (0,01)	0,017 (0,00)	1201,227
Brody	2683,667 (273,80)	1,065 (0,01)	0,052 (0,00)	1201,227
Gompertz	1584,725 (27,38)	4,218 (0,1896)	0,231 (0,00)	1124,991
Logístico	1462,047 (15,61)	18,959 (1,40)	0,390 (0,01)	1112,166

De acordo com o observado nesta pesquisa com galinhas de postura caipiras melhoradas, a literatura científica ressalta que, para linhagens comerciais de aves, os modelos que apresentam melhor ajuste para descrever o crescimento são o Gompertz, Logístico, Von Bertalanffy e Brody I, derivados da curva Richards (MIGNON-GRASTEAU & BEAUMONT, 2000).

Há uma tendência nos estudos com aves industriais de postura ou corte de se padronizar o modelo de Gompertz para descrever as curvas de crescimento da espécie (Neme et al., 2006; Santos, 2008; Marcato et al., 2010). Porém, segundo Rocha-Silva et al. (2016) qualquer um dos modelos matemáticos utilizados neste estudo, poderiam potencialmente ser empregados para descrever o crescimento das linhagens de postura estudadas. Todavia, segundo os autores há variação suficiente entre espécies e até mesmo entre linhagens, inclusive entre indivíduos da mesma linhagem que projetam haver um modelo mais apropriado a cada conjunto de dados fenotípicos.

Semelhante a estudo, Mota et al. (2015) trabalharam com a determinação das curvas de crescimento de quatro genótipos de codornas de corte e postura e verificaram que os modelos não lineares Gompertz, Logístico e von Bertalanffy permitiram prever a taxa de crescimento e o peso à idade adulta de todos os diferentes genótipos de codornas avaliados.

Ainda corroborando com esta pesquisa, Drumond et al. (2013) observaram que o modelo de Gompertz melhor ajustou-se para descrever o crescimento de codornas de corte machos, enquanto que para as fêmeas, o modelo que permitiu melhor ajuste foi o Logístico.

Da mesma forma, ajuste de modelo diferente do Gompertz foi determinado por Moraes et al. (2015) que trabalharam três linhagens de aves de crescimento lento para corte (Pesadão, Carijó, Mista e Pescoço Pelado) e verificaram melhor ajuste do comportamento de crescimento dos animais quando o modelo Quadrático Logarítmico foi utilizado. Essas diferenças observadas na seleção de modelos também foram relatadas por Araujo et al. (2012) em estudos sobre a curva de crescimento de búfalos Murrah, que indicaram modelos de Gompertz ou Logístico para ambos os sexos.

O ajuste de um modelo adequado à curva de crescimento das diferentes linhagens de postura pode auxiliar na sua escolha, na adoção de práticas de manejo que aperfeiçoem a produção de carne ou ovos, priorizando as necessidades nutricionais de cada fase de crescimento, assim como estabelecer programas alimentares específicos, além de possibilitar a inserção destes animais em programas de melhoramento genético (Gous et al., 1999).

Com a escolha do modelo para descrever o crescimento das linhagens, aplicou-se o teste de identidade de modelo por meio da variável *Dummy* para identificar as semelhanças e diferenças entre as linhagens.

As linhagens em estudo apresentam, segundo o modelo Logístico, curvas diferentes devido a distinção do parâmetro A, embora a velocidade de crescimento ou taxa de maturidade (k) e o peso médio inicial (b) de ambas tenham sido semelhantes. Por meio da análise de identidade de modelos verificou – se que o parâmetro “A” é diferente entre as linhagens avaliadas ( $p = 0,001$ ), quando comparado ao modelo completo com o modelo reduzido em que assumiu – se os “A” iguais. Entretanto, verificou – se que os parâmetros “b” e “k” são iguais entre as linhagens GLZ e GLK ( $p = 0,4$  e  $p = 0,56$ , respectivamente). Este fato indica que apesar das linhagens avaliadas atingirem peso assintótico diferentes, não há variações na velocidade relativa com que o animal cresce (Tabela 3).

O parâmetro A apresenta estimativa do peso assintótico, que é interpretado como o peso adulto. Esse peso não é o máximo que o animal atinge e sim o peso médio à maturidade livre das variações sazonais (BROWN et al., 1976). Ao comparar às estimativas dos pesos (A) obtidos para as duas linhagens, observa-se que maior peso assintótico foi obtido para a linhagem GLZ. Neme et al. (2006) verificou peso assintótico superior (ao redor de 2060g) aos obtidos neste trabalho, determinados com linhagens de postura semipesadas. Porém, como nesta pesquisa a mensuração dos dados foi realizada apenas até o final da fase de recria (17 semanas) é possível que maiores valores de A pudessem ser obtidos com o decorrer do período de criação.

O valor de b representa a constante de integração, relacionada aos pesos iniciais do animal. Enquanto o parâmetro 'k' indica taxa de maturidade, ou velocidade de crescimento para atingir o peso assintótico (GARNERO et al., 2005). Neste caso não houve diferença entre as linhagens para os parâmetros 'b' e 'k'.

Tabela 5. Identidade de modelos por meio da variável *Dummy* para curvas de crescimento das linhagens GLK e GLZ

Tipo de modelo	Descrição matemática	<i>P</i> -valor	
Modelo completo	$AX; bX; kX$	<0,001	
Modelo reduzido com 'A' iguais	$A; bX; kX$		
Modelo completo	$AX; bX; kX$	0,403	
Modelo reduzido com 'b' iguais	$AX; b; kX$		
Modelo completo	$AX; bX; kX$	0,5685	
Modelo reduzido com 'k' iguais	$AX; bX; k$		
Modelo completo	$AX; bX; kX$	0,6373	
Modelo reduzido com 'A'	$AX; b; k$		
diferentes, 'b' e 'k' iguais			
Parâmetros do modelo ajustado			
Linhagem	<i>A</i>	<i>b</i>	<i>K</i>
GLZ	1461,5102 (13,39)	19,8717 (1,234)	0,3960 (0,0098)
GLK	1356,5878 (13,39)		

X: presença do efeito de linhagem

Corroborando com estes dados, curvas de crescimento distintas para linhagens caipiras melhoradas de corte, também foram observadas por Santos et al. (2005) e Dourado et al., (2009).

Porém, diferente do observado nesta pesquisa Neme et al., (2006) verificaram pela curva de Gompertz que as diferenças no padrão de crescimento foram verificadas apenas ao comparar linhagens brancas (leves) com as marrons (semipesadas), descrevendo para galinhas semipesadas (Hyline e Hysex marrons) uma única equação alométrica do peso vivo em função da idade.

O maior peso assintótico da linhagem GLZ pode ser uma característica favorável, uma vez que ambas são selecionadas para postura e neste caso, a precocidade reprodutiva está diretamente relacionada ao número de ovos produzidos (Romero et al., 2009). Em matrizes de frangos para corte, as aves consideradas "pesadas" iniciam a produção de ovos mais

precocemente que as aves “leves” (MORAES, 1995). Segundo Campos (1994) em poedeiras comerciais, este fato ocorre tanto dentro das linhagens leves como nas linhagens pesadas, sendo as primeiras as mais precoces. Os dois pesquisadores são concordantes de que o peso é um fator importante para atingir a idade da maturidade sexual em aves de postura.

De acordo com LARBIER & LECLERCQ (1992) mesmo com todos os fatores associados à ave (genética, idade e precocidade sexual) a nutrição e o ambiente influenciam diretamente no peso dos ovos. Alguns estudos afirmam que o peso do ovo é incorporado por três componentes: a gema, o albúmen e a casca e também que a proporção entre gema e albúmen é determinada pela linhagem e idade da poedeira AKBAR et al. (1983) e AHN et al. (1997).

Em estudos com galinhas de raças nativas verificaram que o peso dos ovos foram maiores quando comparadas com aves comerciais leves, isso pode ser justificado por seu maior porte. Sabe-se que normalmente aves mais pesadas tendem a produzir ovos mais pesados (ALMEIDA, 2019).

Outro ponto a ser considerado é que a diferença no peso corporal obtida entre as duas linhagens em estudo pode corresponder a variação na composição de nutrientes corporal que compõe a carcaça destes animais, principalmente no teor de proteína, cinzas e gordura. Assim, também é interessante conhecer em pesquisas futuras como a nutrição adequada pode influenciar a deposição de nutrientes e, conseqüentemente a exigência nutricional e o estabelecimento de programas de alimentação adequados para as aves de crescimento lento.

As curvas de crescimento obtidas a partir do modelo logístico das linhagens GLZ e GLK são apresentadas na Figura 1.

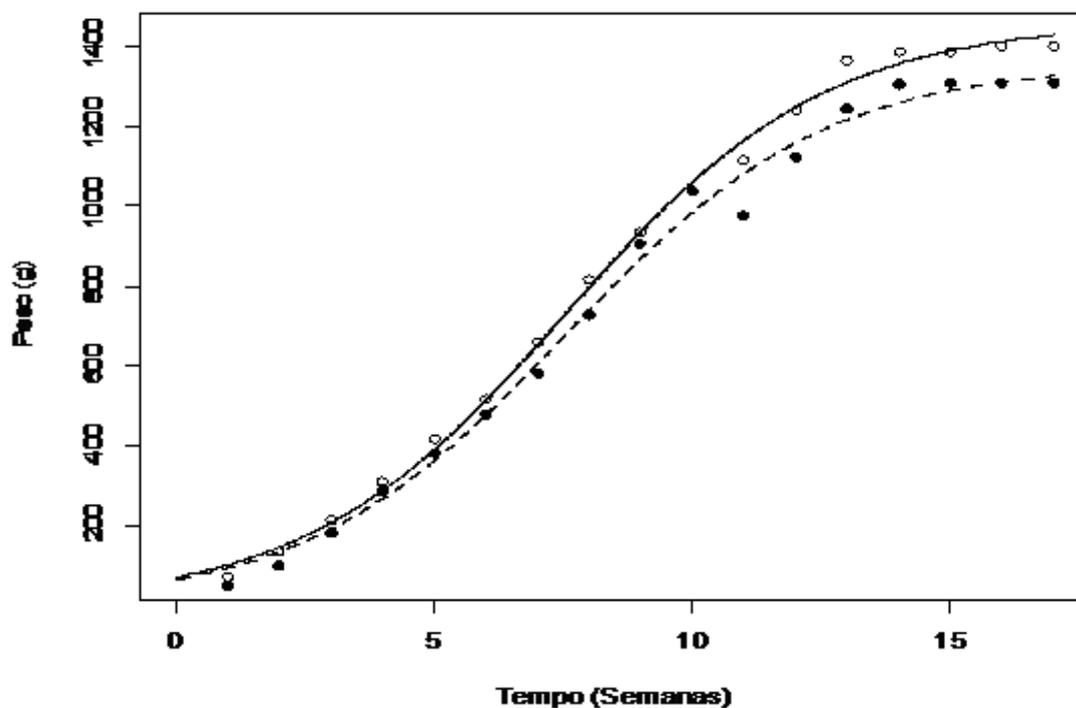


Figura 1. Curvas de crescimento das linhagens GLK (----) e GLZ (—) ajustadas com o modelo Logístico.

O modelo Logístico foi escolhido para descrever a taxa de crescimento absoluto das duas linhagens. A taxa de crescimento foi obtida pela primeira derivada do modelo Logístico em função do tempo (Figura 2). A taxa de crescimento da linhagem GLZ foi crescente até 144,7096 g/semana quando atinge o peso de 730,7551 g no período de 7,5476 semanas e para GLK com 678,7939g no mesmo período (7,5476 semanas) e com ganho de peso igual a 134,4199 g/semana.

As duas linhagens em estudo apresentaram mesmo ponto de inflexão da taxa de crescimento ao redor de 52,83 dias (7,5476 semanas). Este valor é inferior ao preconizado para linhagens semipesadas convencionais os quais variaram entre 58,1 a 59,2 dias conforme determinados por Neme et al. (2006) e Santos (2008). Rostagno et al., (2017) determinaram para galinhas de postura semipesadas peso á maturidade igual a 1,91 kg e taxa máxima de crescimento igual a 60 dias (8,58 semanas) o que também difere dos valores observados nesta pesquisa.

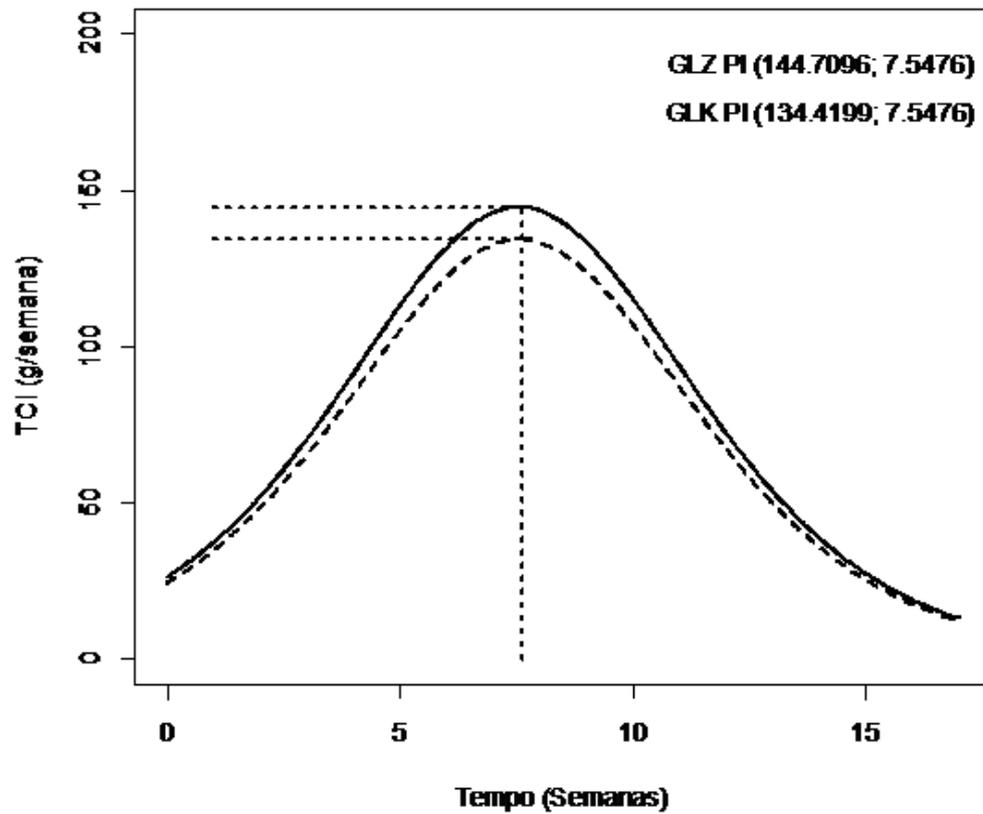


Figura 2. Taxa de crescimento instantâneo (TCI) e pontos de inflexão (PI) determinados para as linhagens GLK (- - -) e GLZ (—).

O ponto de inflexão, ou seja, o ponto em que a função muda de crescente para decrescente, é importante para auxiliar os produtores em programas alimentares específicos (SOUZA, 2011). Ressalta-se que devido à inexistência de pesquisas na área, para a criação de linhagens caipiras melhoradas são utilizados programas alimentares preconizados para galinhas de postura convencionais de ovos vermelhos. Entretanto, os dados obtidos atentam ao fato de que há diferenças nos padrões de crescimento entre as linhagens caipiras x convencionais, o que justifica a realização de pesquisas para determinar programas nutricionais específicos para as linhagens de ovos caipiras melhoradas.

## **5. CONCLUSÃO**

O modelo que melhor se ajustou para descrever a curva de crescimento das linhagens GLZ e GLK na fase de cria e recria foi o Logístico. A linhagem GLZ apresenta maior peso á maturidade que a GLK. Apesar das linhagens apresentarem taxas de crescimento instantâneas diferentes, ambas atingem a taxa máxima de crescimento aos 52 dias de idade, período inferior as linhagens convencionais e, portanto, pesquisas futuras são necessárias para atender as necessidades de manejo e nutricionais específicas para estas linhagens de crescimento lento.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHN, D. U.; KIM, S. K.; SHU, H. Effect of egg size and strain and age of hen on the solids content of chicken eggs. **Poultry Science**, Champaign, v.76, n. 3, p.914-919, 1997.

AKBAR, M. K.; GAVORA, J. S.; FRIARS, G. W.; GOWE, R. S. Composition of eggs by commercial size categories: effects of genetic group, age, and diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 62, p.925-933,1983.

ALBINO, L. F. T. et al. **Criação de Frango e Galinha Caipira: Avicultura alternativa**. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 208 p.

ALBUQUERQUE, L.G.; PEREIRA, C.S. Evolução dos modelos de avaliação genética e novos desafios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35,p. 818-841, 2006.

ALMEIDA, E. C. J. et al. Características físicas de ovos de galinhas nativas comparadas a linhagem de postura. **Archivos de zootecnia**, v. 68, n. 261, p. 82-87, 2019.

ARAÚJO, R.O.; MARCONDES, C.R.; DAMÉ, M.C.F. et al. Classical nonlinear models to describe the growth curve for Murrah buffalo breed. **Cien. Rural**, v.42, p.520- 525, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório anual das projeções e perspectivas da avicultura e da suinocultura**. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/noticia/projecoes-e-perspectivas-da-avicultura-e-da-suinocultura-2285>. Acesso em: 07mar. 2019.

BARBOSA, F. J. V.; ARAÚJO NETO, R. B. de; SOBREIRA, R. dos S.; SILVA, R. A. da; GONZAGA, J. de A. Seleção, acondicionamento e incubação de ovos caipiras. Teresina: **Embrapa Meio-Norte**, 2004. 1.

BERTALANFFY, L. Quantitative laws in metabolism and growth. **Quarterly Review of Biology**, v.32, n.3, p.217-230, 1957.

BLAXTER, K.L. and BOYNE, A.W. (1978) The estimation of nutritive value of feeds as energy sources for ruminants and the derivation of feeding systems. **Journal of Agricultural Science** 90: 47-68.

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

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

BRODY, S. (1945) Bioenergetics and Growth with Special Reference to the Efficiency Complex in Domestic Animals. New York, USA: **Hafner Publishing Company Inc**.

BROW, J.E.; FITZHUGH JUNIOR, H.A.; CARTWRIGHT, T.C.A. A comparison of nonlinear models for describing weight-age relationships in cattle. **Journal of Animal Science**, v.42, p.810-818, 1976.

CABRELON, Maria Amelia Flandres. **Diferentes densidades de gaiola e suas implicações no comportamento de galinhas poedeiras e na qualidade dos ovos produzidos**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CAMPOS, E.J. **A importância da maturidade sexual em reprodutoras**. In: **Manejo de matrizes**. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, p.47-50, 1994.

CEC - COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. Council Directive 99/74/EC of 19 July/1999 laying down minimum standards for the protection of laying hens. **Official Journal of the European Communities**. 1999.

CUNHA FILHO OG. **Curvas de crescimento de frangos caipiras submetidos a diferentes níveis de lisina digestível** [dissertação]. São Cristovão (SE): Universidade Federal de Sergipe; 2014.

DOS SANTOS, Maria Wanda; RIBEIRO, Alcir das Graças Paes; CARVALHO, Lilian Santos. **MANUAL TÉCNICO**, 18 ISSN 1983-5671. 2009.

DRUMOND, E.S.C.; GONÇALVES, F.M.; VELOSO, R.C.; et al. Curvas de crescimento para codornas de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.10. 2013. p.1872-1877.

EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Utilização de modelos de regressão aleatória para produção de leite no dia do controle, com diferentes estruturas de variâncias residuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1104-1113, 2003.

FIALHO, F. B. Interpretação da curva de crescimento de Gompertz. Comunicadotécnico 237. **Emprapa – CNPSA**, p.1-4, 1999.

FITZHUGH JR., H.A.; TAYLOR, St.C.S. Genetic analysis of degree of maturity. **Journal of Animal Science**, v.33, n.4, p.717- 725, 1971.

GALEANO-VASCO, L. AND CERÓN-MUÑOZ, M. F. 2013. Modelación Del crecimiento de pollitas mediante el uso de redes neuronales. **Revista MVZ de Córdoba** 18:3861-3867.

GARNERO, A. del V. et al. Parâmetros genéticos da taxa de maturação e do peso assintótico de fêmeas da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.5, p.652-662, 2005.

GOUS, R. M.; MORAN, E. T.; STILBORN, H. R.; BRADFORD, G. D.; EMMANS, G. C. **BREEDING AND GENETICS: Evaluation of the Parameters Needed to Describe the Overall Growth, the Chemical Growth, and the Growth of Feathers and Breast Muscles of Broilers**. **Poultry Science** 78:812–821, 1999.

GOLIOMYTIS, M.; PANOPOULOU, E.; ROGDAKIS, E. Growth curves for body weight and major component parts, feed consumption, and mortality of male broiler chickens raised to maturity. **Poultry Science**, Savoy, v. 82, p. 1061-1068, 2003.

HARDIN, J.W.; HILBE, J.M. Generalized estimating equations. Boca Raton: **Chapman & Hall/CRC**, 2003. 238 p.

HRUBY, M.; HAMRE, M.L.; COON, N. Non-strainer and strainer functions in body protein growth. **Journal of Applied Poultry Research**, v.5, p.109-115, 1996

KNIZETOVA, H. et al. Analysis of growth curves of fowl. I - Chickens. **Poultry Science**, v.32, p.1027-1038, 1991.

KUHI, H. D., PORTER, T., LÓPEZ, S., KEBREAB, E., STRATHE, A. B., DUMAS, A., ...& France, J. (2010). A review of mathematical functions for the analysis of growth in poultry. **World's Poultry Science Journal**, 66(2), 227-240.

LAIRD, A.K. Dynamics of relative growth. **Growth**, Bar Harbor, v.29, p.249-263, 1965.

LARBIER, M., LECLERCQ, B. **Nutrition and feeding of poultry**, Nottingham, 1992. p.178-183.

MADEIRA L.A.; SARTORI J.R.; ARAUJO P.C.; PIZZOLANTE C.C.; SALDANHA E.S.P.B.; PEZZATO A.C. Avaliação do desempenho e do rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte em dois sistemas de criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2214-2221, 2010.

MARCATO, Simara Márcia et al. Crescimento e deposição de nutrientes nos órgãos de frangos de corte de duas linhagens comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1082-1091, 2010.

MARTINEZ, C.A.; RODRÍGUEZ A. P.; JIMÉNEZ, J.A.; MANRIQUE, C.; Descripción matemática de la función gompertz aplicada al crecimiento de animales. **Revista Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia**, v. 51, n. 1, 2010.

MIGNON-GRASTEAU, S., Beaumont, C., Le Bihan-Duval, E., Poived, J.P., De Rochambeau, H. Ricard, F.H., 1999. Genetics parameters of growth curve parameters in male and female chickens. **British Poultry Science** 40:44-51.

MORAES, V.M.B. **Efeitos do peso corporal sobre o desempenho e concentrações dos hormônios LH e FSH em aves reprodutoras pesadas**. 1995. Tese (Doutorado em Nutrição Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1995.

MISSIO, Fabrício Missio; JACOBI, Luciane Flores. Variáveis dummy: especificações de modelos com parâmetros variáveis. **Ciência e Natura**, v. 29, n. 1, p. 111-135, 2007.

MORAIS, Jonas et al. Curva de crescimento de diferentes linhagens de frango de corte caipira. **Ciência Rural**, v. 45, n. 10, p. 1872-1878, 2015.

MOTA, L. F. M. et al. Crescimento de codornas de diferentes grupos genéticos por meio de modelos não lineares. **Arq. bras. med. vet. zootec**, v. 67, n. 5, p. 1372-1380, 2015.

NARUSHIN, V.G. and TAKMA, C. (2003) Sigmoid model for the evaluation of growth and production curves in laying hens. **Bio systems Engineering** 84: 343-348.

NELDER, J.A. **The fitting of a generalization of the logistic curve**. Biometrics, Washington, v.17, p.89-110, 1961

NEME, Rafael et al. Curvas de crescimento e de deposição dos componentes corporais em aves de postura de diferentes linhagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1091-1100, 2006.

OLIVEIRA, R. G. et al. Dietary digestible lysine in free-range broiler chickens during the growth phase. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 3, p. 733-738, 2016.

PINHEIRO, S. R. F. et al. Níveis nutricionais de cálcio para aves de corte ISA Label criadas sob semiconfinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, p. 231-238, 2011.

RAMOS, M. A. **O Caipira de Sangue Azul**. Globo rural, v. 113, p. 39-43, 1995.

REGAZZI, A.J. Teste para verificar igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não linear. **Revista CERES**, v.50, n.287, p.9-26, 2003.

RICHARDS, F.J. A flexible growth function for empirical use. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.10, p.290-300, 1959.

ROCHA, J.S.R.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C. Produção e bem-estar animal: aspectos éticos e técnicos da produção intensiva de aves. **Ciência veterinária nos trópicos**, v.11, n.1, p.49-55, 2008.

ROCHA-SILVA, Mérik et al. Curva de crescimento de codornas de corte por meio de modelos de regressão não-lineares. **Archives of Veterinary Science**, v. 21, n. 4, 2016.

ROMERO, A.; VÁZQUEZ, L.; CARTEA, M. E. **Sensory quality of turnip greens and turnip tops grown in north western Spain**. 2009.

ROVADOSCKI, Gregorí Alberto. **Modelos de curvas de crescimento e regressão aleatória em linhagens nacionais de frango caipira**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012. doi:10.11606/D.11.2012.tde-14022013-172453. Acesso em: 2019-04-20.

SAKOMURA, N.K.; LONGO, F.; RONDON, E.O et al. Modeling energy utilization and growth parameter description for broiler chickens. **Poultry Science**, v.84, p.1363-1369, 2005.

SANTOS, A.L. et al. Estudos do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1589-1598, 2005.

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

SILVA, L. P.; SILVA, F. G.; BONAFÉ, C. M.; LEHNER, H. G.; SCHIAVETTI, V. L. CAETANO, G. C.; TORRES, R. A. Avaliação de curvas de crescimento de machos e fêmeas de codorna de corte. In. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL**, 8., 2010, Maringá, PR.

SANTOS, H. B. et al. Application of non-linear mixed models for modelling the quail growth curve for meat and laying. **The Journal of Agricultural Science**, p. 1-6, 2019.

SILVEIRA, F. G.; SILVA, F. F.; CARNEIRO, P. L. S.; MALHADO, C. H. M.; MUNIZ, J. A. Análise de agrupamento na seleção de modelos de regressão não-lineares para curva de crescimento de ovinos cruzados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 4, p. 692-698, abr, 2011.

SOUSA, Luciano Caetano de. Avaliação do Desempenho Zootécnico da Avicultura. Revista Brasileira de Agroecologia, Vol. 4 No. 2. Tocantins: Resumos do **VI CBA e II CLAA**, novembro, 2004.

SOUZA, Laaina de Andrade et al. Growth curves in morada nova sheep raised in the state of Bahia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 8, p. 1700-1705, 2011.

STRABEL, T. et al. Comparison of random regression test-day models for Polish Black and White cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 10, p. 3688-3699, 2005.

SUMMERS, J.D. **Proceedings of the Maryland nutrition conference for feed manufacturers**. Belville: 1983. p.12-18.

TAKAHASHI, S.E. **Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e a qualidade de carne de frangos de corte tipo colonial e industrial**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2003. 64p. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Universidade Estadual Paulista, 2003.

VIEIRA FILHO, JaverAlves et al. Production index and quality of eggs of laying hens subjected to different methods of beak trimming. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 6, p. 759-765, 2016.

VITS, A.; WETZENBÜRGER, D.; HAMANN, H.; DISTL, O. Production, egg quality, bone strength, claw length, and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with different group sizes. **Poultry Science**, v.84, p.1551-1519, 2005.

ZANUSSO, Jerri T. Produção Avícola Alternativa- Análise dos fatores qualitativos da carne defrangos de corte tipo caipira.Pelotas-RS. **Revista brasileira de Agrociência**, v. 9, n. 3, p. 191-194,jul-set, 2003.