

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Cauan Anacito França Rodrighero

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE GALINHAS POEDEIRAS
SUBMETIDAS À DIETAS COM INCLUSÃO DE ÓLEOS
ESSENCIAIS E ÁCIDO BUTÍRICO**

Dracena

2025

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Cauan Anacito França Rodrighero

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE GALINHAS POEDEIRAS
SUBMETIDAS À DIETAS COM INCLUSÃO DE ÓLEOS
ESSENCIAIS E ÁCIDO BUTÍRICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas
– Unesp, Câmpus de Dracena como parte das
exigências para graduação em Zootecnia.

Orientadora: Profa. Assoc. Valquíria Cação da Cruz

Dracena

2025

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Dracena



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Desempenho zootécnico de galinhas poedeiras submetidas a dietas com inclusão de óleos essenciais e ácido butírico

Modalidade: Trabalho de Pesquisa Científica

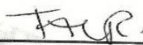
Autor: Cauan Anacito França Rodrighero

Orientador (a): Valquíria Cação da Cruz

Co-orientador(es):

Número de Créditos: 15

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 07/11/2025

 Valquíria Cação da Cruz	 Murilo Geola Stefano Pereira	 Flávia Thomaz Veréchia Rodrigues
Nome membro da Banca	Nome membro da Banca	Nome membro da Banca

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação aos meus pais, Sérgio Rodrighero e Rosemary de França Rodrighero, à minha irmã, Tauana França Rodrighero, e à minha namorada, Andressa Ventura dos Santos, pelo apoio, incentivo e companheirismo ao longo desta caminhada.

Às minhas avós, Gonçalves Gomes Pereira e Eunice Elias França; ao meu avô, Luiz de França, ao meu avô Anacito Rodrighero e a minha prima Natalia França da Silva (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus e à Nossa Senhora Aparecida pela sabedoria, força e esperança concedidas ao longo desta caminhada, permitindo-me superar desafios e alcançar esta importante conquista.

Aos meus pais, à minha irmã e a toda a minha família, expresso minha mais profunda gratidão pelo amor, apoio e incentivo incondicionais. A confiança que sempre depositaram em mim, mesmo nos momentos de incerteza, foi essencial para que eu persistisse e alcançasse esta vitória. Sem o exemplo, o carinho e a base sólida que me proporcionaram, nada disso teria sido possível.

De forma igualmente especial, agradeço à minha namorada Andressa Ventura dos Santos, pela presença constante, pelo companheirismo e pela compreensão nos momentos de maior desafio. Sua paciência, apoio e fé em meu potencial foram fundamentais para que eu mantivesse o equilíbrio e a motivação durante esta jornada. Esta conquista é também resultado da sua força, do seu amor e do incentivo que sempre me ofereceu.

Em memória do meu avô Anacito Rodrighero, da minha prima Natália de França Silva, da minha madrinha Marizete Rodrighero de Carvalho e dos meus tios Donizete Rodrighero e Evilson Gomes Pereira, que, embora ausentes fisicamente, sempre acreditaram em mim e continuam presentes em minhas conquistas.

À minha orientadora, Profa. Dra. Valquíria Cação da Cruz, pela orientação, dedicação e confiança, essenciais para o desenvolvimento deste trabalho e para o meu crescimento pessoal e acadêmico.

Ao meu primo João Pedro Ribeiro Rodrighero, pela inspiração que me levou à escolha da Zootecnia, e aos primos Hugo, Gabriel e Marcos Rodrighero, pelo incentivo e companheirismo.

À Universidade Estadual Paulista (UNESP) e à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Câmpus de Dracena, pela formação de excelência e pelas oportunidades oferecidas ao longo da graduação. À XX Turma de Zootecnia, pela amizade e parceria construídas ao longo desta jornada.

Aos colegas e amigos Thiago Cezar dos Santos Santana, Pedro Gonçalves, Angelo Eduardo Puerro, Cainã dos Santos Carvalho, Alan (técnico), Caio Nascimento, Alisson Gustavo, Igor Cotrim, Pedro Pilz, Gustavo Shirama, Lucas Pereira, João

Gerônimo, João Pedro Leal, Alan Silva e Lucas Fulador, pelo convívio, companheirismo e aprendizado compartilhado.

Às parceiras de experimento Ana da Silva Donegá, Caroline Gomes de Azevedo, Layane da Silva Bispo dos Santos, Vivian Caroline Fernandes Pimentel e ao amigo Pedro Marcos, pelo comprometimento e colaboração durante o desenvolvimento da pesquisa.

Às amigas Tainan Brito, Maysa Feitosa, Isabela Ribeiro, Giovana Vitória, Izabelly Marcelino, Estela Queiroz, Nilkelly Silva e Letícia Freitas, pelo apoio e amizade durante a trajetória acadêmica. Aos amigos de infância Jonata Willian, Kaik Zupirolli, José Belli, Igor Dilon e José Henrique, pela amizade e incentivo constantes.

Aos integrantes das repúblicas Abatedouro, Ohana, 4 de Paus e K-Baret, pela convivência, amizade e momentos que tornaram a jornada universitária mais leve e marcante.

Ao Programa de Educação Tutorial (PET Zootecnia), ao Grupo de Extensão Rural, ao LANSA (Laboratório de Nutrição e Saúde de Aves), ao Núcleo de Estudos e Extensão de Bovinocultura de Corte e Leite e ao NUCLEM (Núcleo de Estudos em Monogástricos), pelas experiências e aprendizados que contribuíram significativamente para minha formação.

À professora Sirlei Maestá e ao Grupo de Estudos e Extensão em Ovinocultura da UNESP de Dracena, pelos valiosos ensinamentos sobre manejo e alimentação de ovinos.

Ao Grupo de Estudos e Pesquisa em Agricultura de Cereais (GEPAC) e ao professor Vagner, pela oportunidade de participar em experimentos que ampliaram meus conhecimentos na área agrícola.

Ao Centro de Estudos em Nutrição e Alimentação de Bovinos (CENAB), ao professor Murillo Ceola Stefano Pereira e aos membros do grupo, pelo aprendizado e pelo trabalho conjunto que fortaleceram minha formação profissional.

Por fim, agradeço à equipe da Pizzaria Mister-K e da Espetaria do Gaúcho, pela amizade, apoio e compreensão durante este período, contribuindo para o equilíbrio e a motivação necessários ao longo desta caminhada acadêmica.

“Guiado por Deus, inspirado pelo saber e alimentado pelo amor aos animais, trilhei nesta jornada acadêmica o caminho que escolhi para servir e crescer.”

— Cauan Anacito França Rodrighero



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Dracena

Comissão de Ética no Uso de Animais

Certificado

Certificamos que a proposta intitulada "Desempenho, qualidade de ovos e bioquímica sérica de galinhas poedeiras submetidas a dietas com inclusão de óleos essenciais e ácido butírico." (Performance, egg quality and serum biochemistry of laying hens fed diets including essential oils and butyric acid), registrada com o nº 06/2024 – CEUA, sob a responsabilidade do(a) Prof(a). Dr(a). Valquíria Cação Cruz-Polycarpo – que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de **pesquisa científica** – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS – CEUA da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP - Câmpus de Dracena, em **24/06/2024**.

Dracena, 24 de junho de 2024.

Prof. Dr. Paulo Renato Matos Lopes

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

RESUMO

As restrições ao uso de antibióticos promotores de crescimento (APCs) na produção animal têm incentivado a busca por alternativas naturais que mantenham o desempenho produtivo das aves. Visando encontrar opções viáveis, foi desenvolvido o presente estudo com objetivo de avaliar os efeitos da inclusão de óleos essenciais (OE: cinamaldeído, carvacrol e timol) e glicerídeos de ácido butírico (GAB) na dieta de galinhas poedeiras em final de ciclo produtivo sobre o seu desempenho zootécnico. Assim, foram utilizadas 60 poedeiras da linhagem *Hisex White*, com 100 semanas de idade, alojadas por 28 dias e distribuídas em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e seis repetições, contendo duas aves por unidade experimental. Os tratamentos foram: ração basal (RB), RB + avilamicina (AVL), RB + óleos essenciais (OE), RB + glicerídeos de ácido butírico (GAB) e RB + óleos essenciais + glicerídeos de ácido butírico (OE+GAB). Avaliaram-se consumo de ração (g/ave/dia), peso médio dos ovos (g), produção de ovos (%), massa de ovos (g/ave/dia), conversão alimentar por massa (kg ração/kg ovos) e conversão alimentar por dúzia de ovos (kg ração/dz). Os dados foram submetidos à análise de variância, e, quando significativo, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Houve diferença apenas para consumo de ração ($P = 0,0348$), sendo que aves alimentadas com ração basal + glicerídeos de ácido butírico apresentaram maior ingestão (126,70 g/ave/dia) em comparação ao grupo sem aditivos. Para as demais variáveis avaliadas não foram observadas diferenças entre os tratamentos, indicando que os aditivos não prejudicaram o desempenho produtivo. Conclui-se que a inclusão isolada ou combinada de óleos essenciais e glicerídeos de ácido butírico aumenta o consumo de ração sem comprometer o desempenho, apresentando-se como alternativa viável ao uso de antimicrobianos.

Palavras-chave: ácidos orgânicos, conversão alimentar, fitogênicos, nutrição sustentável, produção de ovos.

ABSTRACT

The restrictions on the use of growth-promoting antibiotics (APCs) in animal production have encouraged the search for natural alternatives that maintain the productive performance of birds. Aiming to find viable options, the present study was developed with the objective of evaluating the effects of the inclusion of essential oils (EO: cinnamaldehyde, carvacrol, and thymol) and butyric acid glycerides (BAG) in the diet of laying hens at the end of their productive cycle on their zootechnical performance. Thus, 60 Hisex White hens, 100 weeks old, were housed for 28 days and distributed in a completely randomized design (CRD), with five treatments and six replications, containing two birds per experimental unit. The treatments were: basal diet (BD), BD + avilamycin (AVL), BD + essential oils (EO), BD + butyric acid glycerides (BAG), and BD + essential oils + butyric acid glycerides (EO+BAG). Feed consumption (g/bird/day), average egg weight (g), egg production (%), egg mass (g/bird/day), feed conversion by mass (kg feed/kg eggs), and feed conversion per dozen eggs (kg feed/dozen) were evaluated. The data were subjected to analysis of variance, and when significant, the Tukey test was applied at a 5% probability level. There was a difference only in feed consumption ($P = 0.0348$), with birds fed basal diet + butyric acid glycerides showing higher intake (126.70 g/bird/day) compared to the group without additives. For the other evaluated variables, no differences were observed between the treatments, indicating that the additives did not impair productive performance. It is concluded that the isolated or combined inclusion of essential oils and butyric acid glycerides increases feed consumption without compromising performance, presenting itself as a viable alternative to the use of antimicrobials.

Keywords: organic acids, feed conversion, phytochemicals, sustainable nutrition, egg production.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Setor de Avicultura da FCAT - UNESP, câmpus de Dracena.....	25
Figura 2 - Vista interna do galpão de avicultura com galinhas poedeiras em sistema de gaiolas.....	26
Figura 3 - Disposição das fileiras de gaiolas e sistema de ventilação do galpão experimental.....	27
Figura 4 Recipientes para armazenamento de rações com identificação dos tratamentos.....	29
Figura 5 - Imagem ilustrativa dos tratamentos e repetições de acordo com as gaiolas do aviário de postura.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição centesimal e valores calculados da dieta experimental.....	28
Tabela 2 - Descrição dos tratamentos experimentais.....	30
Tabela 3 - Desempenho produtivo de galinhas poedeiras em final de produção alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais e/ou glicerídeos de ácido butírico em alternativa à avilamicina.....	35

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OE	Óleos Essenciais
GAB	Glicerídeos de Ácido Butírico
CN	Controle Negativo
AVL	Avilamicina
CA	Conversão Alimentar
CR	Consumo de Ração
GP	Ganho de Peso

LISTA DE SÍMBOLOS

<i>g</i>	Gramas
<i>Kg</i>	Quilogramas
%	Porcentagem
°C	Graus celsius (temperatura)
m ²	Metros quadrados (área)
dz	Dúzia de ovos
g/ave/dia	Gramas por ave por dia
Kg ração/Kg ovos	Conversão alimentar por massa de ovos
Kg ração/dz ovos	Conversão alimentar por dúzia de ovos

SUMÁRIO

1		
INTRODUÇÃO		15
2 OBJETIVOS		16
2.1 Objetivo Geral		16
2.2 Objetivos Específicos		16
3 HIPÓTESE		17
4 REVISÃO DE LITERATURA		17
4.1 Uso de Antibióticos Promotores de Crescimento (APCs) na Avicultura		18
4.1.1 Riscos à Saúde Pública e Resistência Antimicrobiana		19
4.2.1 Efeito do ácido butírico x desempenho de galinhas poedeiras		20
4.2.2 Óleos Essenciais x desempenho de galinhas poedeiras		21
4.4 Perspectivas Futuras e Sustentabilidade		24
Tabela 1. Composição centesimal e valores calculados da dieta experimental.		28
5 MATERIAIS E MÉTODOS		24
Figura 5. Imagem ilustrativa dos tratamentos e repetições de acordo com as gaiolas do aviário de postura.		30
Tabela 2. Descrição dos tratamentos experimentais.		30
5.4 Variáveis avaliadas		31
5.5 Análise estatística		33
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO		33
7 CONCLUSÃO		36
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		36

1 INTRODUÇÃO

Manter a produtividade de galinhas poedeiras em final de ciclo é um dos principais desafios da avicultura atual. Com o avanço da idade, as aves passam por mudanças naturais que reduzem a taxa de postura, o peso dos ovos e a eficiência na absorção dos nutrientes. Esses fatores podem comprometer o rendimento produtivo do lote, o que reforça a necessidade de estratégias nutricionais que auxiliam na manutenção do desempenho mesmo diante das limitações fisiológicas dessa fase.

A importância desse tema se destaca quando se analisa o cenário nacional. Em 2024, a avicultura de postura brasileira alcançou 57,7 bilhões de ovos produzidos, e as projeções para 2025 indicam um novo aumento, impulsionado pelo consumo interno e pelas melhorias no manejo e na nutrição das aves (ABPA, 2025; Correio do Povo, 2025). Com uma produção em constante crescimento, garantir que as poedeiras mantenham bons índices produtivos durante todo o ciclo, especialmente no final, torna-se fundamental para a sustentabilidade do setor.

Durante muitos anos, os antibióticos promotores de crescimento (APCs) foram utilizados para melhorar a saúde intestinal e o aproveitamento dos nutrientes pelas aves. No entanto, preocupações relacionadas à resistência antimicrobiana levaram diversos países a restringir seu uso. A União Europeia proibiu os APCs em 2006, impulsionando a busca por alternativas mais seguras (European Commission, 2005; Castañon, 2007). A Organização Mundial da Saúde também recomenda a redução do uso de antibióticos na produção animal, reforçando práticas alinhadas à abordagem One Health (World Health Organization, 2017).

No Brasil, o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) estabeleceu regulamentações que incentivam o uso de aditivos naturais, como óleos essenciais e ácidos orgânicos, por meio das Instruções Normativas nº 13/2004 e nº 30/2009 (Brasil, 2004; Brasil, 2009). Esses compostos têm sido estudados por sua capacidade de melhorar a eficiência alimentar sem causar resistência microbiana, representando alternativas adequadas aos APCs.

Entre esses aditivos, os óleos essenciais se destacam por suas propriedades antimicrobianas, antioxidantes e moduladoras da imunidade. Compostos como

cinamaldeído, carvacrol e timol atuam na saúde intestinal e podem favorecer o desempenho produtivo das aves (Puvača *et al.*, 2022; Movahedi *et al.*, 2024). Em poedeiras, diferentes estudos mostram resultados positivos sobre produção, massa dos ovos e qualidade da casca, inclusive em condições de estresse térmico (Akbari *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2020; Darmawan *et al.*, 2024).

Outro composto natural de relevância é o butirato, utilizado na forma de glicerídeos de ácido butírico (GAB). O GAB auxilia no fortalecimento das vilosidades intestinais, aumentando a absorção dos nutrientes e contribuindo para a saúde intestinal das aves. Em poedeiras, seu uso tem sido associado a melhorias no desempenho e na qualidade dos ovos (Ramos *et al.*, 2020; El-Saadony *et al.*, 2022; Xiao *et al.*, 2022).

A combinação entre óleos essenciais e glicerídeos de ácido butírico tem ganhado destaque por unir efeitos complementares: enquanto os óleos essenciais contribuem para o controle microbiano e para o estímulo digestivo, o butirato reforça a integridade intestinal, fator essencial em poedeiras mais velhas (Xu *et al.*, 2024; Movahedi *et al.*, 2024). Assim, esses aditivos naturais surgem como alternativas promissoras para manter o desempenho produtivo no final do ciclo.

Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da inclusão de óleos essenciais (cinamaldeído, carvacrol e timol) e glicerídeos de ácido butírico, isolados ou combinados, na dieta de galinhas poedeiras em final de produção, analisando seu impacto sobre o desempenho zootécnico das aves.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar os efeitos da inclusão de óleos essenciais (cinamaldeído, carvacrol e timol) e de glicerídeos de ácido butírico na dieta de galinhas poedeiras em final de ciclo produtivo sobre o desempenho zootécnico, com o propósito de identificar alternativas viáveis ao uso de antibióticos promotores de crescimento.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar o consumo de ração, o peso médio dos ovos, a produção de ovos, a massa de ovos e a conversão alimentar de galinhas poedeiras em final de ciclo

alimentadas com dietas contendo óleos essenciais, glicerídeos de ácido butírico e a combinação de ambos.

3 HIPÓTESE

A hipótese deste estudo é que a inclusão de óleos essenciais, glicerídeos de ácido butírico ou sua combinação promove melhora nas variáveis de desempenho zootécnico de galinhas poedeiras em final de ciclo produtivo.

4 REVISÃO DE LITERATURA

O uso de antibióticos como promotores de crescimento consolidou-se na avicultura entre as décadas de 1940 e 1950, quando estudos pioneiros demonstraram que pequenas doses desses compostos adicionadas à dieta melhoravam o ganho de peso, a conversão alimentar e a resistência a doenças subclínicas (Santos *et al.*, 2019). Substâncias como penicilina, clortetraciclina e bacitracina tornaram-se amplamente utilizadas na nutrição avícola, contribuindo para a expansão da produção de carne e ovos em escala global (Moraes *et al.*, 2020).

O efeito positivo dos antimicrobianos decorre, em grande parte, da modulação da microbiota intestinal, que reduz a incidência de patógenos e melhora a digestibilidade dos nutrientes (Frankic *et al.*, 2009). Os APCs atuam principalmente inibindo microrganismos patogênicos e diminuindo processos inflamatórios intestinais, o que reduz o gasto energético com respostas imunes e favorece a absorção de nutrientes (Gaggia *et al.*, 2010).

Contudo, o uso contínuo e muitas vezes indiscriminado desses compostos promoveu a seleção de microrganismos resistentes, tornando-se um desafio para a saúde animal e humana. A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2024) estima que cerca de 700 mil mortes anuais estejam associadas à resistência antimicrobiana, podendo alcançar 10 milhões até 2050. Genes de resistência podem ser transferidos a patógenos humanos por meio de alimentos contaminados ou pela disseminação ambiental, dificultando o tratamento de infecções e elevando custos sanitários e produtivos (Santos *et al.*, 2019).

Além dos riscos à saúde pública, o uso prolongado de antibióticos gera impactos econômicos e ambientais, exigindo maior controle de resíduos,

investimentos em biossegurança e conformidade com regulamentações rigorosas que assegurem alimentos livres de contaminação (Moraes *et al.*, 2020).

Diante dessa realidade, a identificação de alternativas seguras e eficazes aos antibióticos promotores de crescimento tornou-se uma prioridade para manter a produtividade e a competitividade do setor avícola em escala global. Entre as opções mais promissoras destacam-se os ácidos orgânicos, os óleos essenciais e outros aditivos de origem natural.

Particularmente, os óleos essenciais de plantas como orégano (*Origanum vulgare*), canela (*Cinnamomum zeylanicum*), tomilho (*Thymus vulgaris*) e pimenta (*Capsicum spp.*) têm recebido atenção crescente devido às suas propriedades antioxidantes, antimicrobianas, antifúngicas, anti-inflamatórias e digestivas. Estudos demonstram que a inclusão desses compostos na dieta de poedeiras pode resultar em ovos de maior peso, aumento da taxa de postura e melhoria da eficiência zootécnica (Brenes e Roura, 2010; Wenk, 2010)

Essa evolução do conhecimento evidencia a necessidade de compreender de forma mais profunda o papel dos antibióticos promotores de crescimento na avicultura e as consequências de seu uso contínuo, o que reforça a importância de investigar aditivos naturais como os óleos essenciais e o ácido butírico, tema abordado nos tópicos a seguir.

4.1 Uso de Antibióticos Promotores de Crescimento (APCs) na Avicultura

A utilização de antibióticos como promotores de crescimento na avicultura foi uma prática amplamente difundida durante décadas. No entanto, o uso indiscriminado desses compostos levou ao aumento da resistência antimicrobiana e à preocupação quanto à segurança alimentar e à saúde pública. Em resposta a esse cenário, diversos países instituíram regulamentações que restringem ou proíbem o uso de antibióticos em rações.

Na União Europeia, o Regulamento (CE) nº 1831/2003 proibiu o uso de antibióticos como melhoradores de desempenho, incentivando o desenvolvimento de alternativas naturais com propriedades antimicrobianas e imunomoduladoras (União Europeia, 2003). No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) também publicou normativas que regulamentam o emprego de aditivos

alternativos, destacando-se as Instruções Normativas nº 13/2004 e nº 30/2009, que permitem o uso de óleos essenciais e ácidos orgânicos em formulações de rações (Brasil, 2004; Brasil, 2009).

Essas alterações estruturais e funcionais no trato gastrointestinal podem comprometer a integridade da mucosa intestinal, reduzir a atividade enzimática e aumentar a vulnerabilidade a doenças entéricas (Moraes *et al.*, 2020). Paralelamente, o uso prolongado de antibióticos promoveu o desenvolvimento de resistência bacteriana, o que reduziu a eficácia terapêutica e gerou preocupações de ordem sanitária e econômica. A exposição frequente a antimicrobianos cria uma pressão seletiva que permite a sobrevivência de cepas resistentes, as quais podem transferir genes de resistência para outras bactérias, inclusive patógenas ao ser humano (Santos *et al.*, 2019).

Diante disso, cresce o interesse científico no uso de compostos fitogênicos e ácidos graxos de cadeia curta, os quais podem atuar de forma sinérgica para melhorar a eficiência alimentar e o bem-estar das aves, sem comprometer a segurança dos alimentos produzidos.

4.1.1 Riscos à Saúde Pública e Resistência Antimicrobiana

O surgimento de bactérias resistentes representa um dos maiores desafios da saúde pública contemporânea. A resistência antimicrobiana reduz a eficácia de tratamentos, aumenta os custos com terapias veterinárias e humanas e amplia o risco de mortalidade (Moraes *et al.*, 2020). Além disso, resíduos de antibióticos eliminados pelas excretas podem persistir no solo e em corpos d'água, alterando ecossistemas microbianos e promovendo resistência ambiental (Martínez, 2022).

Do ponto de vista econômico, a resistência bacteriana causa perdas produtivas e restrições comerciais em mercados que exigem produtos livres de resíduos de antibióticos (Macari e Mendes, 2002). Assim, desenvolver e adotar alternativas naturais eficazes é essencial para a sustentabilidade do setor avícola.

4.1.2 Restrições e Legislação sobre o Uso de Antibióticos

O uso indiscriminado de antibióticos levou diversos países a estabelecer regulamentações específicas. A União Europeia proibiu, em 2006, o uso de

antibióticos como promotores de crescimento (Regulamento CE nº 1831/2003), permitindo apenas o uso terapêutico sob prescrição veterinária (União Europeia, 2003; Eur-Lex, 2024). Essa medida reduziu significativamente a prevalência de cepas resistentes em frangos e poedeiras.

Na União Europeia, a proibição do uso de antibióticos como promotores de crescimento entrou em vigor em 2006, permitindo apenas o uso terapêutico sob prescrição veterinária. Essa medida buscou reduzir a pressão seletiva sobre bactérias e incentivar práticas de manejo mais seguras e sustentáveis (Eur-Lex, 2024). Países que adotaram essa política observaram diminuição significativa na prevalência de cepas resistentes em aves de corte e poedeiras.

Nos Estados Unidos, a Food and Drug Administration (FDA) implementou restrições semelhantes, exigindo registro, monitoramento de resíduos e uso racional de antibióticos (FDA, 2023). O Canadá e a Austrália também estabeleceram programas de redução de antimicrobianos críticos e incentivo ao uso responsável na produção animal (Canadian Food Inspection Agency, 2022).

No Brasil, o controle é conduzido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), com limites de resíduos e programas de conscientização (Brasil, 2017). Ainda assim, persistem práticas inadequadas em algumas regiões, reforçando a importância de alternativas naturais.

4.2 Alternativas ao Uso de Antibióticos

Com o aumento das restrições legais, cresce o interesse por compostos de origem natural que melhorem o desempenho sem gerar resíduos ou resistência microbiana (Moraes *et al.*, 2020). Entre as alternativas mais estudadas, destacam-se os óleos essenciais (OEs) e os ácidos orgânicos, que possuem propriedades antimicrobianas, antioxidantes e imunomoduladoras.

4.2.1 Ácido butírico x desempenho de galinhas poedeiras

O ácido butírico é uma gordura natural de cadeia curta produzida no intestino pela fermentação de fibras alimentares. Ele tem papel fundamental na manutenção da

saúde intestinal, pois fortalece as células do intestino, melhora a absorção de nutrientes e favorece o crescimento das aves. Segundo Zhang *et al.* (2024), a inclusão de ácido butírico nas rações aumenta o peso corporal, melhora a digestão e a conversão alimentar, além de elevar o aproveitamento de minerais como cálcio e fósforo, que são essenciais para ossos e cascas de ovos mais resistentes.

Os glicerídeos de ácido butírico (GAB) também têm apresentado resultados positivos na alimentação de galinhas poedeiras. Estudos mostram que a suplementação com GAB melhora a estrutura intestinal e o metabolismo energético, refletindo em melhor desempenho produtivo e maior qualidade dos ovos (Dey *et al.*, 2024; Zhou *et al.*, 2025). As aves alimentadas com GAB apresentaram maior altura das vilosidades intestinais e melhor absorção de nutrientes, o que resulta em maior eficiência alimentar e produtividade.

De acordo com Nawrot *et al.* (2025), o uso de GAB, isoladamente ou combinado com outros compostos naturais, promoveu efeitos ainda mais positivos sobre o desempenho das aves. Os resultados mostraram aumento da espessura da mucosa intestinal, redução de bactérias prejudiciais e melhora na digestibilidade dos alimentos, o que contribuiu para maior equilíbrio intestinal, bem-estar e desempenho produtivo.

O butirato de sódio protegido, uma forma estável e encapsulada do ácido butírico, também apresenta efeitos importantes. Pires *et al.* (2020) observaram que galinhas poedeiras alimentadas com esse composto tiveram melhora na qualidade dos ovos, com cascas mais espessas e resistentes, além de menor número de ovos quebrados ou sujos. Esses benefícios estão relacionados ao melhor aproveitamento do cálcio e à boa saúde intestinal, que favorecem a absorção de nutrientes e a deposição adequada de minerais.

De forma geral, o uso do ácido butírico e de seus derivados na alimentação de aves melhora o aproveitamento dos nutrientes, a conversão alimentar e a qualidade dos ovos. Esses compostos fortalecem o sistema digestivo, aumentam a eficiência produtiva e reduzem a necessidade de antibióticos, promovendo uma produção mais sustentável e saudável.

4.2.2 Óleos Essenciais x desempenho de galinhas poedeiras

Segundo Alves (2024), os óleos essenciais são substâncias que se dissolvem em gordura e evaporam facilmente, sendo produzidas pelas plantas como parte do seu metabolismo. Elas possuem várias propriedades benéficas, como ação contra microrganismos, efeito anti-inflamatório e fortalecimento do sistema imunológico. Esses compostos naturais vêm sendo amplamente estudados como alternativas sustentáveis aos antibióticos na alimentação animal, ajudando a manter o intestino saudável, equilibrar as bactérias benéficas e melhorar o desempenho das aves. Por sua característica de repelir a água, os óleos essenciais conseguem desestabilizar as membranas das bactérias e interferir na produção de enzimas, o que leva à inativação de patógenos (Shao *et al.*, 2013; Leite *et al.*, 2012).

Em galinhas poedeiras, os óleos de orégano, tomilho e canela mostraram resultados positivos no aumento da produção de ovos e na melhora do aproveitamento do alimento (Brenes e Roura, 2010; Mehdipour e Afsharmanesh, 2018). De acordo com Orzuna-Orzuna e Lara-Bueno (2023), a inclusão desses óleos na dieta das aves trouxe avanços importantes na quantidade e na qualidade dos ovos, aumentando a espessura e a resistência da casca, melhorando a cor da gema e a qualidade interna do ovo. Além disso, os óleos essenciais contribuíram para a proteção das células intestinais e para o aumento da atividade antioxidante das aves, o que reforça seu potencial como alternativa natural aos promotores de crescimento usados na avicultura.

De acordo com Souza (2024), observou-se que a combinação de GABA e óleos essenciais em galinhas no final do ciclo de produção melhorou a estrutura intestinal, aumentando as vilosidades responsáveis pela absorção de nutrientes. As aves tratadas também apresentaram melhor consumo e digestão dos alimentos, mesmo sem grandes diferenças na produção, indicando que os benefícios dos óleos essenciais estão relacionados principalmente à saúde intestinal e à resistência física das aves.

Xu *et al.* (2024) verificaram que a adição de óleos essenciais revestidos por microcápsulas, em quantidades de 300 e 500 mg/kg de ração, melhorou significativamente a produção de ovos, o aproveitamento do alimento e a espessura da casca em galinhas da linhagem Hy-Line Brown. Os autores explicam que isso ocorre devido à ação de compostos como timol, carvacrol, mentol e eucaliptol, que

ajudam a equilibrar a microbiota intestinal, estimulam a produção de bile e enzimas digestivas e melhoram a absorção dos nutrientes.

Resultados semelhantes foram obtidos por Arpášová *et al.* (2015), que observaram leve melhora na conversão alimentar e na taxa de postura em galinhas alimentadas com óleos de tomilho e orégano. Esses achados confirmam que os óleos essenciais são alternativas seguras e eficazes aos antibióticos usados na criação de aves. De forma geral, o uso desses compostos, especialmente na forma microencapsulada, contribui para o aumento da produtividade, da qualidade dos ovos e da saúde intestinal das poedeiras, além de promover práticas mais sustentáveis e o bem-estar animal.

4.2.2.1 Espécies Vegetais e Compostos de Destaque

- **Orégano (*Origanum vulgare*)** - rico em carvacrol e timol, apresenta potente ação antimicrobiana e antioxidante, contribuindo para melhor digestibilidade e desempenho (Aeschbach *et al.*, 1994; Silva *et al.*, 2003).
- **Canela (*Cinnamomum zeylanicum*)** - contém cinamaldeído, composto que modula a microbiota intestinal e favorece a integridade da mucosa (Wang *et al.*, 2009; Mousavi *et al.*, 2018).
- **Tomilho (*Thymus vulgaris L.*)** - o tomilho contém compostos bioativos como timol (40%) e carvacrol (15%), reconhecidos por suas propriedades antioxidantes, antimicrobianas, anti-inflamatórias e estimulantes do crescimento Başer *et al.* (2025).

Essas espécies, quando adicionadas à dieta, demonstram potencial para substituir antibióticos promotores de crescimento sem comprometer o desempenho produtivo.

4.3 Associação entre OEs e GAB

A combinação de OEs e butirato é promissora na avicultura moderna. Enquanto os OEs exercem efeito antimicrobiano e antioxidante, o butirato atua como fonte energética para enterócitos, melhorando a integridade intestinal (Ferreira; Mendes, 2019).

Estudos recentes apontam efeito sinérgico dessa combinação sobre o desempenho produtivo, a qualidade dos ovos e a saúde intestinal, especialmente em

poedeiras no final do ciclo de produção, fase em que há declínio fisiológico natural (Rodrighero, 2025).

De acordo com Wang *et al.* (2019), a suplementação de OEs e ácidos orgânicos encapsulados aumentou a produção de ovos e a expressão de genes relacionados à digestão, além de elevar as populações de *Bifidobacterium* e mucin-2. Essa sinergia ocorre porque os ácidos orgânicos atuam nas porções iniciais do trato gastrintestinal, enquanto os óleos essenciais agem no intestino delgado, conferindo proteção abrangente.

A utilização combinada destes aditivos é sugerida em função da ação complementar sobre as bactérias e da área de superfície em que atuam. Os ácidos orgânicos agem particularmente na dieta e na parte anterior do trato gastrintestinal, enquanto os óleos essenciais são ativos na porção inferior do intestino delgado. Essa combinação pode substituir os promotores de crescimento sem alterar o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos de poedeiras.

Assim, os aditivos naturais surgem como alternativas promissoras e sustentáveis para substituir os antibióticos promotores de crescimento, alinhando-se às exigências de bem-estar animal e segurança alimentar.

4.4 Perspectivas Futuras e Sustentabilidade

O uso de aditivos naturais como OEs e GAB representa um avanço para a sustentabilidade da produção avícola, reduzindo a dependência de antimicrobianos (Fao, 2016). Contudo, ainda é necessário padronizar doses, formas de encapsulamento e avaliar o custo-benefício em escala comercial.

A substituição racional e científica dos antimicrobianos por compostos naturais configura um caminho promissor para a avicultura brasileira, promovendo eficiência produtiva, bem-estar animal e segurança alimentar. Dessa forma, o uso estratégico de óleos essenciais e de glicerídeos de ácido butírico apresenta-se como alternativa viável e alinhada aos princípios da produção sustentável.

Embora os resultados experimentais sejam promissores, custos de produção, estabilidade térmica e padronização ainda são desafios. Pesquisas futuras devem explorar nanotecnologia e sistemas de liberação controlada, ampliando a eficácia dos compostos fitogênicos.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Declaração de ética

Todos os procedimentos realizados foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA, da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, câmpus de Dracena, registrada com o protocolo nº 06/2024 - CEUA.

5.2 Instalação, animais e dieta experimental

O estudo foi conduzido no galpão para galinhas poedeiras do Setor de Avicultura (Figura 1) da FCAT - UNESP, câmpus de Dracena. Foram alojadas 60 galinhas poedeiras da linhagem *Hisex White*, com 100 semanas de idade (final de produção) em um ciclo de 28 dias.

Figura 1 - Setor de Avicultura da FCAT - UNESP, câmpus de Dracena.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

As aves foram alojadas em aviário de produção contendo gaiolas de arame galvanizado (Figura 2), com dimensões de 1,00 x 0,50 x 0,50 m (comprimento x profundidade x altura). As gaiolas eram equipadas com comedouros do tipo frontal e bebedouros do tipo *nipple*, garantindo acesso à ração e água *ad libitum*.

Figura 2 - Vista interna do galpão de avicultura com galinhas poedeiras em sistema de gaiolas.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

O galpão de postura convencional era dotado de ventilação natural e artificial (ventiladores) (Figura 3), além de iluminação artificial suplementar. O programa de luz adotado consistiu em 17 horas diárias (natural + artificial), conforme as recomendações do manual de manejo da linhagem *Hisex White*.

Figura 3 - Disposição das fileiras de gaiolas e sistema de ventilação do galpão experimental.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

Adotou-se o programa de arraçamento da fase de postura (produção) durante todo o experimento. As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja conforme recomendação de Rostagno *et al.* (2024) (Tabela 1), sendo processadas no Setor de Avicultura da FCAT, UNESP - Dracena, produzidas com antecedência ao arraçamento. Todos os ingredientes foram pesados e homogeneizados em misturadores de acordo com sua respectiva formulação.

Tabela 1. Composição centesimal e valores calculados da dieta experimental.

Ingredientes (%)	Dieta
Milho	47,40
Farelo de Soja	14,68
Farelo de Arroz	6,22
Glúten de Milho 60%	4,24
Óleo de soja	9,60
Farelo de Trigo	3,00
Farelo de Milho com Solúveis	2,00
Calcário Calcítico	10,150
Fosfato Bicálcico	1,430
Cloreto de Colina 60	0,052
L-Lisina	0,250
DL-Metionina	0,290
Sal	0,480
Caulim (Inerte)	0,058
Suplemento Vitamínico-mineral ¹	0,150
Total	100,00
Valores Calculados	
EMA, kcal/kg	2.900
PB, %	14,80
Metionina ² , %	0,517
Metionina + Cistina ² , %	0,726
Lisina ² , %	0,739
Cálcio, %	4,235
Fósforo ² , %	0,320
Sódio, %	0,206
Cloro, %	0,344
Colina total, mg/Kg	270

¹Suplemento vitamínico-mineral para aves de postura Vaccinar® (níveis de garantia/kg de produto): Ácido fólico: 266,66 mg/kg; Ácido pantotênico: 4.400 mg/kg; B.H.T: 6.666,66 mg/kg; Biotina: 10 mg/kg; Cobre orgânico: 1.666,66 mg/kg; Cobre total: 6.666,66 mg/kg; Ferro: 33,33 g/kg; Iodo: 800 mg/kg; Manganês orgânico: 13,33 g/kg; Manganês total: 53,33 g/kg; Niacina: 14 g/kg; Selênio orgânico 46,66 mg/kg; Selênio total: 186,66 mg/kg; Vitamina A: 5.400.000 UI/kg; Vitamina B₁: 666,66 mg/kg; Vitamina B₁₂: 6.666,66 ug/kg, Vitamina B₂: 2.333,33 mg/kg, Vitamina B₆: 666,66 mg/kg, Vitamina D₃: 1.666.660 UI/kg; Vitamina E: 4.666,66 UI/kg; Vitamina K₃: 1.333,33 mg/kg; Zinco orgânico: 10 g/kg e Zinco total: 40 g/kg.

²Valores digestíveis.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os tratamentos foram obtidos pela inclusão *on top* dos aditivos em substituição ao inerte (caulim) (Figura 4). A dieta sem aditivo foi constituída por 0,0575% de inerte;

dieta com inclusão de antibiótico possuía 0,0050% de avilamicina + 0,0525% de inerte; dieta com inclusão de OE (óleos essenciais) continha 0,0075% de OE + 0,0500% de inerte; dieta com inclusão de AB (ácido butírico) era constituída por 0,0500% de AB + 0,0075% de inerte; e por fim, dieta com inclusão de OE + AB possuía 0,0075% de OE + 0,0500% de AB.

Figura 4 - Recipientes para armazenamento de rações com identificação dos tratamentos.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

O suplemento vitamínico-mineral Masternúcleo Postura Fit CTX, utilizado na formulação das rações experimentais, não continha aditivos melhoradores de desempenho em nenhuma das fases de arraçoamento. O produto foi incluído nas dietas seguindo rigorosamente as recomendações do fabricante, garantindo o adequado suprimento de vitaminas e minerais às aves durante todo o período experimental.

5.3 Delineamento e tratamentos experimentais

As galinhas foram alojadas em 30 gaiolas, sendo distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições, contendo duas aves por gaiola (Figura 5).

Figura 5. Imagem ilustrativa dos tratamentos e repetições de acordo com as gaiolas do aviário de postura.

2º Andar inferior direito das gaiolas.

30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3

1º Andar superior direito das gaiolas.

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5

Fonte: Arquivo pessoal.

As aves foram submetidas aos tratamentos experimentais demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos experimentais.

Trat.	Rações	Rep.	Aves/Rep.	Aves/Trat.
CN	Ração à base de milho e farelo de soja (controle negativo)	6	2	12
AVL	Ração basal com inclusão de avilamicina (antibiótico promotor de crescimento)	6	2	12
OE	Ração basal com inclusão de óleos essenciais (cinamaldeído, carvacrol e timol)	6	2	12
GAB	Ração basal com inclusão de glicerídeos de ácido butírico	6	2	12
OE + GAB	Ração basal com inclusão combinada de óleos essenciais e glicerídeos de ácido butírico	6	2	12
Total		30		60

Fonte: Arquivo pessoal.

A Tabela 2 descreve detalhadamente os cinco tratamentos experimentais aplicados às poedeiras. O controle negativo (CN) consistiu na oferta de uma dieta

basal isenta de aditivos nutricionais. O controle positivo (AVL) incluiu um aditivo comercial de uso rotineiro na avicultura. O tratamento com óleos essenciais (OE) foi composto por cinamaldeído, carvacrol e timol. O tratamento com glicerídeos de ácido butírico (GAB) consistiu na adição exclusiva desse composto. Já o tratamento OE + GAB utilizou a associação simultânea dos dois aditivos funcionais. Essa configuração permitiu comparar o efeito isolado e combinado dos aditivos sobre o desempenho zootécnico das aves.

Os óleos essenciais e o ácido butírico empregados no estudo eram produtos comerciais em pó fornecidos por empresa parceira. A mistura de óleos essenciais apresentava 12% de cinamaldeído, 2,5% de carvacrol e 2,5% de timol, sendo incluída na proporção de 75 g/t de ração. O ácido butírico era composto por mono, di e triglicerídeos (60% veiculados em sílica), com inclusão de 500 g/t de ração. O antibiótico utilizado foi a avilamicina 20% (50 g/t, equivalentes a 10 g de atividade de avilamicina). Todas as doses dos aditivos seguiram integralmente as recomendações do fabricante.

5.4 Variáveis avaliadas

5.4.1 Desempenho produtivo das aves

Foram avaliadas as seguintes características quantitativas, relacionadas aos dados de produção das aves: consumo de ração (g/ave/dia), peso médio dos ovos (g), produção de ovos (% ovos/aves/dia), massa de ovos (g/ave/dia), conversão alimentar por massa de ovos (kg ração/kg ovos) e conversão alimentar por dúzia de ovos (kg ração/dz ovos).

Os dados de consumo de ração e conversão alimentar (kg de ração/dúzia de ovos e kg de ração/kg de ovos) foram avaliados semanalmente. Para o cálculo de percentual de postura, os ovos foram coletados diariamente e anotados em planilhas para cada repetição e, ao final do experimento, foi calculada a produção total de ovos e a porcentagem de postura de cada unidade experimental.

- Consumo de ração (g/ave/dia)

A ração destinada a cada gaiola foi pesada, anotada e fornecida regularmente para que sempre houvesse ração no comedouro. O consumo de ração por ave foi calculado semanalmente pela diferença entre a quantidade fornecida durante a

semana e as sobras existentes no final de cada período de sete dias, dividido pelo número médio de aves de cada parcela.

- Peso médio dos ovos (g)

Ao final de cada coleta diária em um período das 11h00 às 17h00, todos os ovos produzidos em cada parcela eram coletados e pesados, obtendo-se o peso médio diário por parcela experimental. Ao final do período de 28 dias foi realizada uma média das pesagens para se obter o peso médio dos ovos produzidos no período.

- Produção de ovos (% ovos/ave/dia)

A produção média de ovos no período de 28 dias em porcentagem por aves/dia, foi obtida registrando-se diariamente o número de ovos produzidos, incluindo-se os trincados, ou quebrados e os anormais, e o número de aves da parcela. Dessa forma, a variável foi obtida dividindo-se o número total de ovos postos por aves na semana, pelo número médio de aves, multiplicado por sete, e o resultado multiplicado por 100, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{PRO (\%)} = [(\text{n}^\circ \text{ de ovos postos por aves na semana}) / (\text{n}^\circ \text{ médio de aves} \times 7)] \times 100$$

Em que:

PRO = Produção de ovos

- Massa de ovos (g/ave/dia)

A massa de ovos foi calculada semanalmente pela relação entre o peso médio dos ovos do período de sete dias, multiplicado pelo número total de ovos nos sete dias, e o resultado dividido pela multiplicação entre o número médio de aves por sete, expressado na seguinte fórmula:

$$\text{MO} = (\text{peso médio dos ovos} \times \text{n}^\circ \text{ total de ovos}) / (\text{n}^\circ \text{ médio de aves} \times 7)$$

Em que:

MO = Massa de ovos

- Conversão alimentar por massa de ovos (kg ração/ kg ovos)

A conversão alimentar por massa de ovos foi calculada dividindo-se o peso total da ração consumida pelas aves da parcela, expressa em quilogramas, pelo peso total de ovos produzidos no mesmo período, também expresso em quilogramas, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{CA massa} = \text{peso total da ração consumida} / \text{peso total de ovos}$$

Em que:

CA massa = conversão alimentar por massa de ovos

- Conversão alimentar por dúzia de ovos

A conversão alimentar por dúzia de ovos foi mensurada semanalmente, dividindo-se o peso total da ração consumida, expresso em quilogramas, pelo respectivo número de dúzias de ovos foram produzidos na semana, de acordo com respectiva fórmula:

$$\text{CA dúzia} = \text{peso total da ração consumida} / \text{número de dúzias de ovos produzidos}$$

Em que:

CA dúzia = conversão alimentar por dúzia de ovos

5.5 Análise estatística

A análise dos dados foi realizada no SAS OnDemand (SAS Institute, 2021), adotando-se nível de significância de 5%. Antes das análises inferenciais, foram verificadas todas as pressuposições estatísticas de normalidade, homogeneidade de variâncias e independência dos resíduos. A unidade experimental considerada foi a gaiola contendo duas aves. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento MIXED, e, quando identificado efeito significativo dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Tabela 2 demonstram que não houve diferença ($P > 0,05$) entre dietas para as variáveis de desempenho estudadas - produção de ovos (PO), peso médio dos ovos (PM), massa de ovos (MO), conversão alimentar por massa de ovos (CA/MO), conversão alimentar por dúzia de ovos (CA/DZ) - com exceção do consumo de ração (CR).

A ausência de efeito significativo sobre as variáveis produtivas demonstra que a inclusão de óleos essenciais, glicerídeos de ácido butírico ou da combinação desses aditivos não alterou o desempenho das poedeiras, evidenciando que tais suplementos podem ser utilizados sem prejuízo aos indicadores zootécnicos. Esse resultado reforça que, mesmo em fase final de ciclo, as aves apresentam estabilidade produtiva, mantendo níveis semelhantes de produção, peso dos ovos, massa de ovos e eficiência alimentar independentemente do aditivo utilizado na dieta.

Por outro lado, o efeito observado para o consumo de ração (CR) ($P < 0,05$) indica que os aditivos, especialmente o GAB, modificaram o padrão de ingestão alimentar. Embora esse aumento no consumo seja relevante, ele não se refletiu em melhorias diretas no desempenho produtivo, sugerindo que o maior aporte de ração não resultou em ganhos zootécnicos. Assim, o acréscimo no CR deve ser interpretado com cautela, uma vez que pode elevar o custo de alimentação sem retorno proporcional na produção de ovos.

Tabela 3 - Desempenho produtivo de galinhas poedeiras em final de produção alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais e/ou glicerídeos de ácido butírico em alternativa à avilamicina.

Variáveis	Dietas					EPM	P
	CN	AVL	OE	GAB	OE+GAB		
CR (g/ave/dia)	100,33b	117,99ab	113,57ab	126,70a	107,77ab	2,897	0,0348
PO (%ovos/ave/dia)	78,13	89,64	86,61	86,79	79,91	1,753	0,1748
PM (g)	62,93	62,92	61,74	61,54	62,24	0,961	0,9878
MO (g/ave/dia)	51,37	55,33	53,13	52,48	52,23	1,054	0,8081
CA/MO (kg ração / kg ovos)	2,40	2,49	2,37	2,38	2,30	0,070	0,9563
CA/DZ (kg de ração / dúzia)	1,85	1,54	1,79	1,75	1,44	0,067	0,2522

¹CR, consumo de ração; PO, produção de ovos; PM, peso médio dos ovos; MO, massa de ovos; CA/MO, conversão alimentar por massa de ovos; CA/DZ, conversão alimentar por dúzia de ovos.

²CN - ração basal (RB) (dieta à base de milho e soja); AVL- RB com inclusão de avilamicina; OE-RB com inclusão de cinamaldeído, carvacrol e timol; GAB- RB com inclusão de glicerídeos de ácido butírico; OE + AB- RB com inclusão de cinamaldeído, carvacrol e timol + glicerídeos de ácido butírico.

³EPM, erro padrão da média.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observou-se que galinhas que receberam rações com inclusão de glicerídeos de ácido butírico (GAB) apresentaram ingestão de alimento significativamente maior do que aves que não receberam qualquer aditivo (CN). As aves que receberam dietas suplementadas com avilamicina (AVL), óleos essenciais (OE), GAB ou a combinação dos dois aditivos (OE + GAB) apresentaram consumos alimentares semelhantes entre si, indicando que essas substâncias exerceram efeito positivo sobre a palatabilidade e possivelmente contribuíram para a melhora na digestibilidade dos nutrientes.

Esse resultado corrobora os achados de Alagawany *et al.* (2021), que relataram aumento no consumo alimentar em galinhas suplementadas com óleos essenciais, atribuído às suas propriedades aromáticas e à melhora na digestibilidade dos nutrientes. De modo análogo, Darmawan *et al.* (2024), em um estudo meta-analítico, relataram que a inclusão de OEs elevou significativamente a produção e a massa de ovos. Esses efeitos foram associados à modulação positiva da microbiota intestinal e à maior eficiência digestiva.

Segundo Lee *et al.* (2004), compostos como carvacrol, cinamaldeído e timol apresentam reconhecida atividade antimicrobiana, capaz de modular a microbiota intestinal ao reduzir microrganismos patogênicos e favorecer o crescimento de bactérias benéficas. Essa modulação promove maior eficiência digestiva e melhor aproveitamento dos nutrientes. Os autores observaram que o uso dietético de carvacrol e cinamaldeído em frangos de corte favoreceu o crescimento e alterou positivamente a microbiota intestinal, aumentando a digestibilidade e o ganho de peso das aves, o que pode explicar o maior consumo de ração encontrado no presente estudo, sem prejuízos à saúde intestinal.

Segundo Guilloteau *et al.* (2010), o butirato é fonte energética essencial para os enterócitos e contribui para a homeostase intestinal. Resultados semelhantes foram relatados por Dey *et al.* (2024) e Zhou *et al.* (2025), que observaram melhora do desempenho produtivo em poedeiras suplementadas com GAB. Tais efeitos são atribuídos à liberação controlada do butirato ao longo do trato intestinal, o que proporciona um microambiente mais estável, com menor pH e maior disponibilidade de ácidos graxos de cadeia curta.

De forma semelhante, Morales-Suárez *et al.* (2022) verificaram que a suplementação de minerais orgânicos e ácidos graxos poli-insaturados em dietas de

poedeiras aumentou a produção de ovos e melhorou a conversão alimentar, resultado associado à ação antioxidante e ao fortalecimento da mucosa intestinal. Esses autores destacaram que a suplementação com aditivos naturais contribui para a proteção contra o estresse oxidativo e a manutenção do desempenho produtivo sob condições ambientais adversas.

No presente estudo, embora tenha sido observada diferença significativa no consumo de ração, as variáveis produtivas, como produção de ovos, peso médio e massa dos ovos, bem como as conversões alimentares (por massa e por dúzia de ovos), não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos. Isso sugere que o aumento na ingestão de ração não se refletiu em melhorias no desempenho produtivo, indicando que o potencial fisiológico das aves se encontrava próximo ao limite de resposta à suplementação. Resultados semelhantes foram relatados por Kum *et al.* (2010) e Mountzouris *et al.* (2011), que também não observaram diferenças significativas no desempenho produtivo de poedeiras suplementadas com óleos essenciais e ácidos orgânicos.

Cabe destacar que as aves utilizadas neste estudo se encontravam em fase final de produção e não foram submetidas à muda forçada, condição que naturalmente reduz a taxa de postura e a eficiência alimentar em razão do envelhecimento fisiológico. Nessa fase, há menor renovação celular do epitélio intestinal, redução da atividade enzimática e diminuição da capacidade absorptiva. Dessa forma, é esperado que os efeitos dos aditivos sobre o desempenho produtivo sejam menos pronunciados, concentrando-se na manutenção da saúde intestinal e do consumo alimentar. Estudos conduzidos com poedeiras de segundo ciclo ou sem muda forçada relatam respostas produtivas limitadas, embora mantenham benefícios fisiológicos e antioxidantes relevantes (Morales-Suárez *et al.*, 2022), ainda que sem reflexo significativo em parâmetros produtivos de poedeiras mais velhas.

Vale ressaltar que os resultados obtidos neste estudo devem ser interpretados à luz do contexto fisiológico das aves em final de ciclo. Assim, ainda que não tenham promovido aumento significativo nos dados produtivos, o uso isolado ou combinado de óleos essenciais e glicerídeos de ácido butírico pode contribuir para a saúde intestinal, a eficiência digestiva e a manutenção do desempenho produtivo, ao mesmo tempo em que atende às crescentes demandas por bem-estar animal, segurança alimentar e sustentabilidade da produção avícola.

Dessa forma, o presente trabalho reforça a importância de práticas nutricionais inovadoras e ambientalmente responsáveis, capazes de reduzir a dependência de antimicrobianos sem comprometer a eficiência produtiva. Estudos futuros, conduzidos com períodos experimentais mais longos e diferentes níveis de inclusão dos aditivos, poderão ampliar a compreensão de seus efeitos fisiológicos e zootécnicos, consolidando-os como ferramentas essenciais para uma avicultura moderna, ética e sustentável.

7 CONCLUSÃO

O presente estudo evidencia que a substituição de antibióticos promotores de crescimento por aditivos naturais, como óleos essenciais (OEs) e/ou glicerídeos de ácido butírico (GAB), apresenta efeitos positivos sobre a ingestão alimentar, configurando alternativas promissoras, seguras e sustentáveis para a alimentação de galinhas poedeiras em final de ciclo produtivo.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABD, E. G. Phytogetic feed additives in poultry nutrition: potentials, applications and challenges. **Journal of Animal Science**, v. 97, n. 4, p. 1235–1244, 2019. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article/97/4/1235/5483779>. Acesso em: 14 out. 2025.

ABPA. Relatório anual 2025: desempenho 2024 e perspectivas 2025. São Paulo: ABPA, 2025. Disponível em: <https://abpa-br.org/relatorios/>. Acesso em: 14 out. 2025.

AESCHBACH, R. et al. Antioxidant and antimicrobial activities of extracts from aromatic plants. **Food Chemistry**, v. 50, p. 241–246, 1994. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0308814694901333>. Acesso em: 14 out. 2025.

AKBARI, M. et al. Single and combined effects of peppermint and thyme essential oils on laying hens under cold stress. **Poultry Science**, v. 95, n. 12, p. 2676–2686, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26238513/>. Acesso em: 14 out. 2025.

ALAGAWANY, M. et al. The use of essential oils as a natural feed additive in poultry nutrition: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 276, 114923, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840121001097>. Acesso em: 14 out. 2025.

ALMEIDA, C. J.; FIGUEIREDO, A. P.; BORGES, E. M. Efeitos do ácido butírico protegido sobre o desempenho de galinhas poedeiras. **Revista Brasileira de Saúde**

e **Produção Animal**, v. 22, p. 1-12, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbspa/>. Acesso em: 14 out. 2025.

ALVES, W. Óleos essenciais: uma alternativa sustentável e eficaz aos antibióticos na avicultura. De Heus Brasil – **Nutrição Animal**, 26 ago. 2024. Disponível em: <https://www.deheus.com.br/explore-e-aprenda/artigos/oleos-essenciais-uma-alternativa-sustentavel-e-eficaz-aos-antibioticos-na-avicultura>. Acesso em: 6 nov. 2025.

ANVISA; MAPA. Regulamentações sobre resíduos de antibióticos em produtos de origem animal. Brasília: ANVISA, 2017. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br>. Acesso em: 14 out. 2025.

ARPÁŠOVÁ, H. et al. The effect of essential oils on performance of laying hens. **Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies**, v. 48, n. 2, p. 8–12, 2015. Disponível em: <https://spasb.ro/index.php/spasb/article/view/1126>. Acesso em: 14 out. 2025.

BASMACIOĞLU-MALAYOĞLU, H. et al. Effects of essential oils on performance, gut morphology and microflora in broilers. **Poultry Science**, v. 95, p. 1090–1102, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119319790>. Acesso em: 14 out. 2025.

BERTONI, A. L. et al. Ricinoleic acid: antimicrobial and performance enhancer in broilers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 17, p. 203–210, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbca/a/ttTL9VkXk3BZPc7Q9S8xCKC/>. Acesso em: 14 out. 2025.

BORTOLUZZI, C. et al. Protected sodium butyrate alone or with essential oils modulates cecal microbiota in broilers. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 2, p. 72, 2018. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2018.00072/full>. Acesso em: 14 out. 2025.

BOSETTI, G. E. Carvacrol e cinamaldeído em substituição aos promotores de crescimento na alimentação de frangos de corte. 2019. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). **Universidade do Estado de Santa Catarina**, Lages, 2019. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vtt-212879>. Acesso em: 14 out. 2025.

BOZKURT, M. et al. The effect of a phytogetic feed additive on performance, carcass characteristics and intestinal microbial flora of broilers. **Poultry Science**, v. 88, n. 4, p. 805–812, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119423493>. Acesso em: 14 out. 2025.

BRENES, A.; ROURA, E. Essential oils in poultry nutrition: main effects and modes of action. **Animal Feed Science and Technology**, v. 158, p. 1–14, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840110000775>. Acesso em: 14 out. 2025.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, n. 3, p. 223–253, 2004. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15246235/>. Acesso em: 14 out. 2025.

CASTAÑÓN, J. I. R. History of the use of antibiotics as growth promoters in European poultry feeds. **Poultry Science**, v. 86, n. 11, p. 2466–2471, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119390716>. Acesso em: 14 out. 2025.

DARMAWAN, A. et al. Effects of essential oils on egg production and feed efficiency in laying hens. **Animals**, v. 14, n. 1, p. 145, 2024. Disponível em: <http://www.veterinaryworld.org/Vol.17/January-2024/23.pdf>. Acesso em: 14 out. 2025.

DEY, B. et al. Effect of butyric glycerides on the performance metrics and egg quality in laying pullets. **Bangladesh Journal of Animal Science**, v. 53, n. 2, p. 31–39, 2024. Disponível em: <https://www.banglajol.info/index.php/BJAS/issue/view/3585>. Acesso em: 30 out. 2025.

EL-SAADONY, M. T. et al. Applications of butyric acid in poultry production: the dynamics of gut health, performance, nutrient utilization, egg quality and osteoporosis. **Animal Health Research Reviews**, v. 23, p. 1–18, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36373971/>. Acesso em: 14 out. 2025.

EUROPEAN COMMISSION. Ban on antibiotics as growth promoters in animal feed enters into effect on 1 January 2006. Brussels: **European Commission**, 2005. Disponível em: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_05_1687. Acesso em: 14 out. 2025.

FAO. The state of food and agriculture 2022: leveraging food systems for inclusive rural transformation. Rome: **FAO**, 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb4476en/cb4476en.pdf>. Acesso em: 14 out. 2025.

FERREIRA, L. J.; MENDES, A. A. Ácidos graxos de cadeia curta como moduladores da saúde intestinal em aves. **Acta Veterinária Brasileira**, v. 13, n. 4, p. 234–242, 2019. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/61220>. Acesso em: 14 out. 2025.

GOMES, R. A. et al. Synergistic effects of butyrate and essential oils on poultry gut health and performance. **Poultry Science**, v. 100, n. 3, 101013, 2021. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/386744366>. Acesso em: 14 out. 2025.

GUILLOTEAU, P. et al. Butyrate physiology and its application in humans and animals. **Animal**, v. 4, n. 7, p. 977–1007, 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30140754/>. Acesso em: 14 out. 2025.

KUM, S. et al. Effects of dietary essential oil mixture on laying performance, egg quality and blood parameters in laying hens. **British Poultry Science**, v. 51, n. 6, p. 741–751, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/233854768>. Acesso em: 14 out. 2025.

LEE, K. W. et al. Effects of dietary carvacrol, cinnamaldehyde and capsaicin on the growth performance and intestinal microflora of broilers. **Poultry Science**, v. 83, p. 1460–1466, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/N4bZSgLvHbFgd67rkyn3Qz/>. Acesso em: 14 out. 2025.

MORALES-SUÁREZ, W.; ELLIOTT, S.; VÁQUIRO-HERRERA, H. A. Multivariate analysis of sources of polyunsaturated fatty acids, selenium and chromium on the productive performance of second-cycle laying hens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 51, e20210204, 2022. Disponível em: <https://rbz.org.br/article/multivariate-analysis-of-sources-of-polyunsaturated-fatty-acids-selenium-and-chromium-on-the-productive-performance-of-second-cycle-laying-hens/>. Acesso em: 14 out. 2025.

MOUNTZOURIS, K. C. et al. Effects of a plant extract mixture on broiler chickens' performance and intestinal microbiota. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 2892–2903, 2011. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/89/12/4305/4772107>. Acesso em: 14 out. 2025.

MOVAHEDI, F. et al. Recent advances in essential oils and their applications in poultry. **Animals**, v. 14, n. 6, p. 874, 2024. Disponível em: <https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40104-024-01067-8>. Acesso em: 14 out. 2025.

ORZUNA-ORZUNA, J. M.; LARA-BUENO, A. Essential oils as a dietary additive for laying hens: performance, egg quality, antioxidant status and intestinal morphology – a meta-analysis. **Agriculture**, v. 13, n. 7, p. 1294, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/13/7/1294>. Acesso em: 30 out. 2025.

ÖZEK, K. et al. Performance, egg quality and immune response of laying hens fed diets supplemented with an essential oil mixture and organic acid preparation in a hot summer season. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 20, n. 4, p. 575–585, 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22582296/>. Acesso em: 30 out. 2025.

PIRES, M. F. et al. Performance and egg quality of commercial laying hens fed with various levels of protected sodium butyrate. **South African Journal of Animal Science**, v. 50, n. 5, p. 759–765, 2020. DOI: <https://www.ajol.info/index.php/sajas/article/view/202860>. Acesso em: 6 nov. 2025.

PUVAČA, N. et al. Essential oils in broiler chicken production, immunity and intestinal health. **Agriculture**, v. 12, n. 6, p. 874, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/12/6/874>. Acesso em: 14 out. 2025.

SANTOS, M. E.; RIBEIRO, C. A.; NUNES, F. R. Uso de antibióticos na produção animal e implicações para a resistência microbiana. **Revista de Avicultura Brasileira**, v. 15, n. 2, p. 77–84, 2019. Disponível em: http://www.faeef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/976s3vLOvIY3TKW_2013-6-24-16-28-21.pdf. Acesso em: 14 out. 2025.

SOUZA, P. E. L. Efeitos da suplementação de glicerídeos de ácido butírico e óleos essenciais sobre o desempenho e a morfologia intestinal de galinhas poedeiras. 2024.

87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). **Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”**, Botucatu, 2024. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/36104/1/PalomaEduardaLopesDeSouza_Dissert.pdf. Acesso em: 30 out. 2025.

SU, G. et al. Effects of essential oils on growth performance, digestibility and intestinal health in broilers. **Poultry Science**, v. 100, n. 4, 101012, 2021. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8242051/>. Acesso em: 14 out. 2025.

WANG, Y. et al. Effects of dietary supplementation of encapsulated essential oils and organic acids on laying performance, egg quality, intestinal morphology and expression of digestive enzyme and nutrient transporter genes in laying hens. **Poultry Science**, v. 98, n. 12, p. 6973–6980, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003257911957986X>. Acesso em: 14 out. 2025.

WENK, C. Herbs and botanicals as feed additives in monogastric animals. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 23, n. 3, p. 225–232, 2010. Disponível em: https://www.animbiosci.org/upload/pdf/16_43.pdf. Acesso em: 14 out. 2025.

WHO. Stop using antibiotics in healthy animals to prevent the spread of antibiotic resistance. Geneva: **WHO**, 2017. Disponível em: <https://www.who.int/news/item/07-11-2017-stop-using-antibiotics-in-healthy-animals>. Acesso em: 14 out. 2025.

XU, F. et al. Microencapsulated essential oils in laying hens: performance, egg quality and immunity. **Poultry Science**, v. 103, n. 2, 102115, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38471230/>. Acesso em: 14 out. 2025.

ZHANG, H. et al. Fermented calcium butyrate supplementation in post-peak laying hens improves eggshell quality and gut health. **Poultry Science**, v. 103, n. 3, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579123004479>. Acesso em: 30 out. 2025.

ZHOU, M. et al. Butyrate glycerides improve intestinal morphology and lipid metabolism in laying hens. **Poultry Science**, v. 104, n. 4, 102745, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39862486/>. Acesso em: 14 out. 2025.