

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

Vívian Caroline Fernandes Pimentel

Graduanda de Zootecnia

**QUALIDADE DE OVOS DE GALINHAS POEDEIRAS
SUBMETIDAS A DIETAS COM INCLUSÃO DE ÓLEOS
ESSENCIAIS E ÁCIDO BUTÍRICO**

Dracena

2026

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

Vívian Caroline Fernandes Pimentel

Graduanda de Zootecnia

**QUALIDADE DE OVOS DE GALINHAS POEDEIRAS
SUBMETIDAS A 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 obtenção do título de
Zootecnista.

Orientador: Prof.^a Assoc. Valquíria Cação da Cruz

Dracena

2026



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: Qualidade de Ovos de Galinhas Poedeiras Submetidas a Dietas com Inclusão de Óleos Essenciais e Ácido Butírico.

Modalidade: Trabalho de pesquisa.

Autor: Vivian Caroline Fernandes Pimentel

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: 24 / 06 / 2026

Valquíria Cação da Cruz

Flávia Thomaz V. Rodrigues

Cristiana Andrighetto

DEDICATÓRIA

A minha família, por todo amor e apoio.
Aos meus professores, pela dedicação.
Aos meus amigos, pela força nos dias difíceis.
A Deus, por me guiar até aqui.
A mim, por não desistir.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me dar força, discernimento e coragem para saber aproveitar essa oportunidade e conseguir realizar o meu sonho, e que, mesmo nos momentos difíceis, se mostrou presente em minha vida, permitindo que eu presenciasse toda sua glória.

À minha família, por todo amor, apoio e torcida, desde a espera do resultado do vestibular até aqui, em especial minha avó Inês Martins, minha tia Raiane Andreia Pimentel, meu pai Ricardo Aparecido Pimentel, minha mãe Marcia Pereira Fernandes, meu irmão Paulo Ricardo Fernandes Pimentel e minha irmã Manuela Fernandes Pimentel, que são meus exemplos e minha força. Sou extremamente grata por tudo o que fizeram por mim; sem eles, não teria chegado até aqui. Devo a cada um deles a pessoa que sou hoje. Amo vocês.

Ao meu “bibô” Antônio Martins e minha tia-avó Elza Martins, que partiram antes que eu pudesse compartilhar este momento com eles. Mesmo ausentes fisicamente, permanecem presentes em minhas memórias, nos valores que me ensinaram e no amor que deixaram. Esta conquista também é dedicada a vocês, com todo meu carinho e eterna saudade.

À minha orientadora, Prof.^a Associada Valquíria Cação da Cruz, pela paciência, carinho, dedicação e orientação durante os anos de graduação, agradeço também pela oportunidade de desenvolver minhas atividades no setor de avicultura, onde pude conhecer uma área pela qual hoje saio da graduação apaixonada.

À Prof.^a Flávia Thomaz Verechia Rodrigues, minha primeira orientadora nessa jornada, que, com todo carinho e apoio, me mostrou como a graduação pode ser leve e, além de orientadora, foi também uma amiga.

À Universidade Estadual Paulista (UNESP) – FCAT, por todo apoio acadêmico e administrativo, ao setor de avicultura, onde passei a maior parte da graduação, aos laboratórios, aos funcionários e todo corpo docente.

À equipe do LANSA (Laboratório de Nutrição e Saúde das Aves), pela ajuda durante a condução do experimento e todos os conhecimentos compartilhados,

Cauan Rodrighero, Ana Beatriz, Layane Bispo e Igor Cotrim, em especial a Bárbara Barbosa e Carol Azevedo, por disporem do seu tempo para me ajudar com paciência e cuidado a realizar minhas análises. Obrigada a todos os envolvidos.

Ao Programa de Educação Tutorial (PETZOO) pela oportunidade de fazer parte de um grupo tão importante durante minha graduação, que me proporcionou experiências e aprendizados que vou levar para toda a minha vida, em especial à tutora Carolina dos Santos Batista Bonini, que da melhor forma me ajudou a aprimorar e adquirir conhecimentos que com certeza serão importantes na minha vida pessoal e profissional.

As irmãs que Dracena me deu, Isabele Lanza Meidas e Larissa Kaori Nakahodo Igarashi, vocês foram essenciais para a minha adaptação em uma cidade completamente nova, me acolheram desde o começo, estiveram do meu lado nos bons e maus momentos e se tornaram família. Agradeço de coração por todo incentivo, apoio e companheirismo, pelas risadas, abraços, rolês, filminhos em casa e tentativas de manter uma vida fitness. Sou muitíssimo grata por ter conhecido vocês e vou levá-las para sempre no meu coração. Amo vocês.

Aos meus grandes amigos, Felipe Pimentel Leite, Kiesa Stefane de Carvalho Mendes e Lucas da Silva Castro, que, mesmo distantes, se mostraram presentes dia após dia, me apoiando, me incentivando, ouvindo meus desabafos, rindo e chorando comigo, vocês ajudaram essa fase a ser leve, foram fundamentais em cada etapa. Sou muito grata por tudo o que vocês fizeram por mim, vou levar vocês sempre em meu coração.

Por fim, mas não menos importante, agradeço aos meus amigos de infância, Karen Eduarda da Silva, Maíra Cardoso dos Santos, Brayan Eduardo de Almeida, Leonardo Cesar dos Santos e João Vitor Martins de Oliveira, que vibraram por mim quando entrei na graduação, que me apoiaram e me incentivaram a seguir o meu sonho. Agradeço por terem estado ao meu lado durante toda essa jornada, pelas brincadeiras, pelas fofocas, pelas risadas, por toda amizade, companheirismo e lealdade. Durante esses anos pude crescer e evoluir muito pessoal e profissionalmente, e ter vocês sempre presentes comigo nesse processo foi essencial. Muito obrigada por tanto, amo muito vocês.

“Se não puder voar, corra. Se não puder correr, ande. Se não puder andar, rasteje, mas continue em frente de qualquer jeito.” (Martin Luther King, 1960).

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

A produção de ovos possui elevada relevância econômica e nutricional, sendo impulsionada pelo aumento do consumo e pelas exigências de qualidade do mercado. Nesse contexto, a restrição ao uso de antibióticos como melhoradores de desempenho tem incentivado a busca por aditivos alternativos na alimentação de galinhas poedeiras. Entre esses, destacam-se os óleos essenciais e os glicerídeos de ácido butírico, reconhecidos por suas propriedades antimicrobianas, antioxidantes e promotoras da saúde intestinal. Assim, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de óleos essenciais (cinamaldeído, carvacrol e timol) e glicerídeos de ácido butírico, isolados e em associação, na dieta de galinhas poedeiras em final de produção, sobre a qualidade de ovos. Foram utilizadas 60 aves da linhagem *Hisex White*, com 100 semanas de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições, contendo duas aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em: ração basal, ração com antibiótico, ração com óleos essenciais, ração com glicerídeos de ácido butírico e a combinação desses aditivos. Avaliaram-se variáveis de qualidade interna e externa dos ovos, incluindo unidade Haugh, altura de albúmen, índices de gema e albúmen, espessura e resistência da casca, peso da casca, gravidade específica e coloração da gema. Os resultados indicaram que não houve diferenças significativas ($P>0,05$) entre as diferentes dietas fornecidas para nenhuma das variáveis analisadas. Nas condições em que o estudo foi conduzido, a suplementação da dieta com óleos essenciais e glicerídeos de ácido butírico não alterou a qualidade dos ovos. Tal resultado demonstra que esses aditivos podem ser incorporados às dietas sem comprometer as características qualitativas do produto, sendo necessários estudos adicionais para investigar seus potenciais efeitos em diferentes cenários produtivos.

Palavras-chave: ácidos orgânicos, aditivos zootécnicos, aves, fitogênicos, índice de albúmen, unidade Haugh.

ABSTRACT

The demand for eggs is growing significantly in Brazil, driven by increased consumption and exports due to their high nutritional value and good cost-benefit ratio. Based on new market perspectives seeking alternatives to the use of antimicrobials, essential oils emerge as promising alternatives, as they present antimicrobial properties and potential to improve the productive performance of laying hens. Thus, this work was carried out to evaluate the inclusion of essential oils (cinnamaldehyde, carvacrol, thymol) and butyric acid glycerides in the diet of laying hens at the end of production on the egg quality of these birds. Sixty Hisex White laying hens, 100 weeks old, were used, distributed in a completely randomized design, with water and feed provided ad libitum. There were five treatments: CN – Basal diet (RB) (corn and soybean-based diet), without the inclusion of additives; AVL – RB with the inclusion of avilamycin; OE – RB with the inclusion of cinnamaldehyde, carvacrol, and thymol; GAB – RB with the inclusion of butyric acid glycerides; OE+GAB – RB with the inclusion of cinnamaldehyde, carvacrol, and thymol + GAB; and six repetitions of each treatment. On the 26th day of the experiment, egg quality analyses began, including specific gravity (SG), albumen height (AH), yolk index (YI), albumen index (AI), shell weight and thickness, Haugh unit (HU), breaking strength, and yolk color. The last three analyses were performed using a Japanese Digital Egg Tester machine at ATM (Bastos). The data were subjected to analysis of variance, and when treatments were significant, the means were compared using Tukey's test, with a 5% probability of error as the significance criterion. In this experiment, no statistically significant differences were found between the treatments used for any of the analyses performed. Therefore, the Tukey test for comparison of means was not necessary. Thus, it is concluded that the conditions in which the study was conducted, supplementing the diet with essential oils and butyric acid glycerides did not alter egg quality. This result demonstrates that these additives can be incorporated into diets without compromising the qualitative characteristics of the product, although further studies are needed to investigate their potential effects in different production scenarios.

Keywords: Organic acids. Zootechnical additives. Phytogetic. Albumen index. Haugh unit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem ilustrativa das repetições e tratamentos experimentais	24
Figura 2 - Tratamentos experimentais	24
Figura 3 - Imersão do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais e/ou glicerídeos de ácido butírico em alternativa a avilamicina em soluções salinas com diferentes densidades	26
Figura 4 - Altura do albúmen do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais e/ou glicerídeos de ácido butírico em alternativa a avilamicina	27
Figura 5 - Diâmetro da gema do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais e/ou glicerídeos de ácido butírico em alternativa a avilamicina	28
Figura 6 - Diâmetro do albúmen do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais e/ou glicerídeos de ácido butírico em alternativa a avilamicina	29
Figura 7 - Peso da casca do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais e/ou glicerídeos de ácido butírico em alternativa a avilamicina	30
Figura 8 - Espessura da casca do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais e/ou glicerídeos de ácido butírico em alternativa a avilamicina	30
Figura 9 - Máquina japonesa <i>Digital Egg Tester</i> realizando análise de índice de albúmen e gema, altura de albúmen e coloração de gema do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais e/ou glicerídeos de ácido butírico em alternativa a avilamicina.....	31

LISTA DE TABELAS

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

.....23

Tabela 2 – Qualidade de ovos de galinhas poedeiras com 100 semanas de idade alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais e/ou glicerídeos de ácido butírico.....33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.1 Objetivos Específicos.....	16
3 REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 Qualidade de Ovos	17
3.2 Fisiologia Digestiva de Poedeiras e Aproveitamento de Nutrientes.....	18
3.3 Uso de Antibióticos na Alimentação Animal.....	19
3.4 Óleos Essenciais	20
3.5 Ácido Butírico.....	21
4 MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1. Declaração de Ética.....	22
4.2. Instalação, Animais e Dieta Experimental.....	22
4.3. Delineamento e Tratamentos Experimentais	24
4.4. Características Avaliadas	25
4.4.1 Gravidade específica (GE)	25
4.4.2 Altura do albúmen (AA)	26
4.4.3 Índice de gema (IG).....	27
4.4.4 Índice de albúmen (IA)	28
4.4.5 Peso e espessura da casca	29
4.4.6 Unidade haugh (UH), resistencia à quebra e coloração de gema	31
4.5 Análise Estatística.....	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
6 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

A avicultura de postura ocupa uma posição de destaque no agronegócio brasileiro. Segundo a ABPA (2026), em 2025 foram 40,9 mil toneladas de ovos exportados para 87 países, movimentando cerca de US\$ 97,2 milhões. Além disso, em 2022 o consumo de ovos estava em 241 unidades per capita enquanto em 2025 esse número subiu para 288. Esse aumento no consumo interno e altos valores de exportação expressam o aumento na demanda de ovos no Brasil e no mundo, reafirmando esse alimento como ótima fonte de proteína e com alto custo-benefício.

A crescente demanda do setor tem levado os produtores a intensificarem o uso de antimicrobianos melhoradores de desempenho, com o objetivo de manter os animais saudáveis, prevenir doenças e otimizar a produção. Porém, o uso excessivo de antibióticos na alimentação de aves passou a ser alvo de debates na saúde pública devido ao risco de comprometer a eficácia de medicamentos utilizados na medicina humana, em decorrência da resistência microbiana. Nesse contexto, a União Europeia e a Organização Mundial da Saúde estabeleceram limites máximos de resíduos de medicamentos permitidos em ovos (Owusu-Doubreh; Appaw; Abe-Inge, 2023). Alguns países, como China, Coreia do Sul e União Europeia, vêm implantando restrições rigorosas a respeito da importação de alimentos tratados com antibióticos. Alguns exemplos, como a tilosina, lincomicina e tiamulina, foram proibidos pelo MAPA como aditivos para melhorar o desempenho de animais, como forma de prevenção e controle da resistência aos antimicrobianos (BRASIL, 2025).

Diante do exposto, várias alternativas têm sido estudadas para substituição a esses antibióticos, e dentre elas estão os aditivos fitogênicos, que são aditivos derivados de plantas. Eles exercem múltiplas funções biológicas e apresentam menor probabilidade de induzir o desenvolvimento à resistência (Wang *et al.*, 2024).

Os óleos essenciais são exemplos de fitogênicos amplamente estudados para substituir os antibióticos na alimentação de aves devido à suas propriedades antimicrobianas, antioxidantes, antivirais, antifúngicas, dentre outras (Noletto *et al.*, 2018). Esses aditivos naturais possuem em sua composição química compostos diferentes aos utilizados em antibióticos comerciais. Isso faz com que eles sejam uma opção viável a ser estudada para garantir o bem-estar sanitário das aves sem que os microrganismos ali presentes acabem desenvolvendo a resistência que coloca em risco a saúde pública mundial.

O carvacrol é um composto fenólico extraído do orégano e tem sido amplamente estudado pelo seu suposto efeito no metabolismo animal, uma vez que ele possui propriedades antimicrobianas, antioxidantes, anti-inflamatórias, analgésicas, hepatoprotetoras dentre outras (Mączka *et al.*, 2023). Já o timol, composto fenólico extraído do tomilho, apresenta propriedades antiespasmódicas, anti-inflamatórias e um significativo potencial antisséptico, sendo um ótimo composto para inibir a proliferação de microrganismos (Azambuja, [s. d.]). O cinamaldeído, extraído da canela, é uma molécula orgânica presente em seu óleo essencial, com propriedades antivirais, antibacterianas e antifúngicas (Burnham, 2017).

A adição de ácidos orgânicos à ração de galinhas poedeiras pode promover melhorias na produção e massa de ovos (Youssef *et al.*, 2013). De acordo com Silva [s. d.], o uso de *blends* de mono, di e triglicerídeos de ácido butírico na dieta de poedeiras comerciais contribuiu para a melhoria da qualidade dos ovos. O ácido butírico é produzido no TGI de animais monogástricos por meio da fermentação microbiana. Ele desempenha papel fundamental na integridade do trato intestinal, regulando o pH luminal (Lehmann, 2023). Desta forma, ele se mostra um excelente componente para a saúde intestinal das aves. Sua suplementação aumenta a disponibilidade no intestino delgado, potencializando seus efeitos benéficos na saúde dos animais.

Inegavelmente, novas tecnologias devem ser estudadas a fim de sanar a necessidade de substituição dos antibióticos no mercado de alimentos de origem animal. O uso de óleos essenciais e ácido butírico mostram-se como opções promissoras para a substituição dos antibióticos e deve ser estudada continuamente.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Baseando-se nas novas perspectivas de mercado e na iminente necessidade de buscar alternativas ao uso de antibióticos melhoradores de desempenho, objetivou-se neste trabalho avaliar a inclusão de óleos essenciais (cinamaldeído, carvacrol, timol) e glicerídeos de ácido butírico na dieta de galinhas poedeiras em final de produção sobre a qualidade de ovos destas aves.

2.1 Objetivos Específicos

Determinar a qualidade interna: gravidade específica (GE), altura de albúmen (AA), índice de gema (IG) e de albúmen (IA) e coloração de gema (CG); e externa: peso (PC) e espessura da casca (EC), unidade Haugh (UH), resistência à quebra (RQ) de ovos de galinhas poedeiras às 100 semanas de idade.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Qualidade de Ovos

A qualidade de ovos é um dos principais parâmetros avaliados na produção comercial de galinhas poedeiras. Segundo Albino (2017), a qualidade dos ovos pode ser relacionada a diferentes parâmetros de acordo com a ótica direcionada. Para o produtor, ela está relacionada ao peso do ovo e resistência da casca. Para consumidores, a qualidade está relacionada com o prazo de validade do produto e com as características sensoriais, como a cor da gema e da casca. Já para os processadores, a qualidade é relacionada com a facilidade de retirar a casca, com a separação da gema da clara, com as propriedades funcionais e com a cor da gema.

Com isso, podemos concluir que o controle de qualidade de ovos é extremamente importante para sua comercialização. No Brasil, os ovos são classificados seguindo a Portaria SDA n.º 1.179 de 05 de setembro de 2024. As categorias variam de A e B; a categoria A é regulamentada de acordo com o peso dos ovos, enquanto a categoria B está diretamente relacionada a produtos advindos dos ovos, como ovo líquido, clara e gema resfriada, entre outros (Aguiar, 2025).

Sendo assim, a qualidade dos ovos depende de diversos parâmetros, como pontuado por (Cotta, 2002), que nos diz que a qualidade dos ovos pode ser dividida entre interna e externa, em que se destacam como qualidade externa os aspectos da casca, tais como: formato (esse parâmetro só tem importância no caso de ovos muito irregulares), cor, limpeza, integridade da casca e resistência da casca. Já a qualidade interna leva em consideração a qualidade da clara e da gema e é determinada frequentemente pela unidade Haugh.

Foi possível observar ao longo dos anos que fatores como idade das aves, condições ambientais e genética influenciam significativamente a qualidade de ovos (Anderson *et al.*, 2003; Araújo *et al.*, 2025; Cotta, 2002; Rutz, 2007; Vasconcelos, 2018). Somando a isso, a nutrição também apresenta um papel importante, englobando o balanço eletrolítico para manter a homeostase ácido-base a fim de obter máximo desempenho das aves. Por fim, a sanidade também se destaca, sendo que as enfermidades – incluindo micotoxinas como aflatoxina, ácido ciclopiazônico e a toxina T-2 – comprometem o metabolismo das aves, prejudicando a qualidade externa dos ovos (Albino, 2017).

3.2 Fisiologia Digestiva de Poedeiras e Aproveitamento de Nutrientes

A qualidade dos ovos constitui um importante indicador do desempenho das galinhas poedeiras. Entretanto, para que a ave expresse seu potencial produtivo, é fundamental que os nutrientes presentes na dieta sejam adequadamente digeridos e absorvidos. Nesse contexto, a fisiologia digestiva desempenha papel essencial ao estabelecer a ligação entre a ingestão e aproveitamento de nutrientes e a formação dos ovos.

O sistema gastrointestinal é responsável pela transferência de moléculas orgânicas e inorgânicas do meio externo para o ambiente interno do organismo. Como a maior parte dos alimentos é ingerida na forma de macromoléculas, para que a absorção aconteça, o alimento deve ser degradado em moléculas menores. Esse processo envolve a ação coordenada de diferentes secreções digestivas, incluindo o ácido clorídrico secretado pelo estômago, a bile secretada pelo fígado e diversas enzimas digestivas secretadas por glândulas exócrinas através do processo de secreção (Macari, 1994).

Entre os nutrientes absorvidos pelo TGI das poedeiras, destacam-se os minerais cálcio (Ca) e fósforo (P), que desempenham funções fundamentais no metabolismo das aves e na formação dos ovos. O Ca é o mineral mais abundante no organismo das aves (Furlan, 2002), sendo absorvido ao longo do intestino delgado, principalmente nas regiões do duodeno e jejuno, e liberado na corrente sanguínea na forma de Ca^{2+} ou ligado a outros compostos (Macari, 2017). Além de sua participação na constituição dos ossos, esse mineral exerce papel indispensável na formação da casca dos ovos. De forma semelhante, o fósforo, considerado um dos elementos mais versáteis presente no organismo animal, participa da formação óssea e da casca dos ovos, além de atuar como constituinte de ácidos nucleicos e coenzimas, estando diretamente relacionado aos processos de armazenamento e transferência de energia (Albino, 2017).

A alimentação também interfere na composição dos ovos em termos de cálcio, vitamina A e outros nutrientes (Cotta, 2002). Fatores como o estado nutricional e a idade das aves podem influenciar a eficiência da absorção de nutrientes ao longo do intestino delgado, uma vez que a capacidade de absorção tende a diminuir com o avanço da idade (Macari, 2017). Essa redução na capacidade absorptiva pode contribuir para alterações na qualidade dos ovos ao final do ciclo produtivo. Liu *et al.*

(2023) relataram que a qualidade dos ovos de galinhas poedeiras tende a diminuir com o avanço da idade, especialmente durante a fase final do ciclo de postura.

Além da digestão e absorção dos nutrientes, a microbiota intestinal exerce importante influência sobre o aproveitamento dos alimentos. Diversas atividades da microflora intestinal podem resultar em prejuízos às aves (Macari, 1994). Segundo Visek (1978, citado por Macari, 1994), os microrganismos produtores de amônia, colonizando a parede intestinal, são responsáveis pela redução da absorção de nutrientes e pelo aumento da velocidade de passagem do conteúdo digestivo ao aumentarem a espessura da mucosa intestinal.

3.3 Uso de Antibióticos na Alimentação Animal

As alternativas ao uso dos antibióticos promotores de crescimento vêm sendo estudadas continuamente, tornando-se ainda mais relevantes diante das recentes restrições impostas à utilização desses compostos na produção animal.

Segundo Macari (1994), o uso de antibióticos tem sido uma prática comercial comum desde a década de 50 devido a constatação de que a sua presença, produz em baixas dosagens, de forma geral, uma melhora no crescimento de frangos e em sua conversão alimentar.

Entretanto, preocupações relacionadas à resistência antimicrobiana levaram ao estabelecimento de restrições para sua utilização. Nesse sentido, a Portaria SDA/MAPA N.º 1.617, de 24 de abril de 2026, proibiu em todo o território nacional a importação, fabricação, comercialização e utilização de aditivos melhoradores de desempenho que contenham antimicrobianos considerados importantes para a medicina humana ou veterinária (BRASIL, 2026). Tal medida foi adotada após a exclusão do Brasil da lista de países exportadores habilitados pela União Europeia (Jardim, 2026).

Além da preocupação com a seleção de bactérias resistentes, outro aspecto que ressalta a necessidade de restrição ao uso dos antimicrobianos na alimentação animal é a presença de resíduos desses fármacos nos alimentos destinados ao consumo humano. Segundo Ghimpețeanu *et al.* (2022) é possível encontrar resíduos de antibióticos em todos os grupos alimentares: carnes e produtos cárneos, leite e derivados, ovos, mel, dentre outros.

Desta forma, a utilização de aditivos alternativos pode contribuir para a redução do uso de antimicrobianos melhoradores de desempenho e, consequentemente, para a diminuição da disseminação da resistência antimicrobiana (Abreu *et al.*, 2023), contribuindo para proteção da saúde pública mundial.

3.4 Óleos Essenciais

Song *et al.* (2026) observaram que a suplementação de 300 mg/kg de óleo essencial de tomilho com 98% de pureza promoveu aumento nas vilosidades do jejuno em relação à profundidade das criptas de galinhas poedeiras. Efeitos semelhantes também foram observados no íleo com a inclusão de 100, 300 e 500 mg/kg do aditivo quando comparados ao tratamento controle sem suplementação.

As vilosidades do intestino delgado desempenham um papel fundamental nos processos de digestão e absorção dos nutrientes. De acordo com Wang *et al.* (2025), a altura dos vilos constitui indicador crítico da área de absorção efetiva do intestino delgado, de modo que reduções em seu tamanho podem comprometer significativamente a eficiência da absorção dos nutrientes presentes na dieta.

Além dos efeitos observados sobre a saúde intestinal, alguns aditivos fitogênicos também têm demonstrado potencial para influenciar características relacionadas à qualidade dos ovos. Abou-Elkhair; Selim; Hussein (2018) verificaram que a suplementação com funcho promoveu aumento significativo na porcentagem de peso de casca e clara dos ovos produzidos por poedeiras com 40 semanas de idade. No entanto, os mesmos autores não observaram resultados semelhantes quando utilizaram fitogênicos à base de pimenta-vermelha e cominho, demonstrando que os efeitos podem variar de acordo com a composição do aditivo empregado.

Compostos fenólicos como o carvacrol e o timol, extraídos do orégano e tomilho, respectivamente, têm apresentado resultados promissores quando adicionados à dieta de galinhas poedeiras. Segundo Gholami- Ahangaran *et al.* (2021), o carvacrol pode melhorar a produção, a composição e a espessura da casca dos ovos.

O cinamaldeído, composto bioativo presente na canela, possui efeitos antioxidantes, antimicrobianos, anti-inflamatórios e hipocolesterolêmicos (Glamac, 2024). Em estudo conduzido por Zhou *et al.* (2007), verificou-se que a combinação de

timol ou carvacrol ao cinamaldeído promoveu efeito sinérgico, resultando em ação bacteriana eficaz e contribuindo para a melhoria da qualidade e segurança dos alimentos.

3.5 Ácido Butírico

O ácido butírico é um dos aditivos mais utilizados na dieta de aves, estando envolvido no desenvolvimento dos tecidos da parede intestinal, modulação da microbiota intestinal e contribuindo com a melhora da imunidade, resultando na absorção de mais nutrientes por todo o trato gastrointestinal, isso o torna um dos aditivos alimentares mais eficazes a serem utilizados na nutrição animal. (Barbosa; Cruz-Polycarpo, 2022).

De acordo com Cantor (1990, citado por Macari, 1994), o uso de ácidos orgânicos como o dipropionato de amônia, se mostrou eficaz na prevenção do crescimento microbiano no alimento e na redução da colonização da *Salmonella sp.* nos animais.

O ácido butírico vem sendo muito utilizado na nutrição animal devido a suas características antimicrobianas, melhora no metabolismo de nutrientes e por apresentar um bom efeito sobre a mucosa intestinal (Aguilar, 2014).

Segundo Grashorn *et al.* (2013), foi possível observar a influência da adição de ácidos orgânicos nas características de qualidade dos ovos, com redução na resistência e espessura da casca e aumento no peso dos ovos. Sobczak; Kozłowski (2016) concluíram em sua pesquisa que dietas suplementadas com ácido butírico e butirato de sódio melhoraram a qualidade da casca do ovo. A utilização de ácido butírico na alimentação de aves mais velhas aumentou significativamente a espessura e resistência da casca, originando assim ovos com menor índice de má-formação (Alves, 2024).

Os diversos efeitos benéficos para a saúde, desempenho e a qualidade de ovos das aves quando adicionados em sua dieta, faz com que o ácido butírico possa ser considerado como um substituto aos antibióticos em sistemas de produção (El-Saadony *et al.*, 2022).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1. 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, campus de Dracena, registrada com o protocolo nº 06/2024 - CEUA.

4.2. Instalação, Animais e Dieta Experimental

A pesquisa foi conduzida no galpão para galinhas poedeiras do Setor de Avicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - UNESP, campus de Dracena.

Foram alojadas 60 poedeiras da linhagem *Hisex White*, com 100 semanas de idade (final de produção) para análise de qualidade de ovos em um ciclo de 28 dias. As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado, com dimensões de 1,00 x 0,50 x 0,50 m (comprimento x profundidade x altura). Os comedouros foram do tipo frontal e os bebedouros do tipo *nipple*.

Adotou-se o programa de arraçãoamento 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.* (2017), sendo processadas no Setor de Avicultura da FCAT - UNESP, campus de Dracena, produzidas com antecedência ao próximo arraçãoamento. Todos os ingredientes foram pesados e homogeneizados em misturadores de acordo com sua respectiva formulação. Água e ração foram fornecidas *ad libitum*.

Os tratamentos foram obtidos pela inclusão *on top* dos aditivos em substituição ao inerte (caulim). 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 (Tabela 1).

Ambos os suplementos, vitamínico e mineral, utilizados na ração não continham em sua composição melhoradores de desempenho em nenhuma das fases

de arraçãoamento, sendo adicionados à ração de acordo com as recomendações do fabricante.

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 pela autora.

O programa de luz adotado foi de 17 horas de luz natural + artificial, conforme recomendações do manual de manejo da linhagem *Hisex White* (2019).

4.3. Delineamento e Tratamentos Experimentais

As aves foram alojadas em 30 gaiolas, sendo distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições, contendo duas aves por repetição (Figura 1).

Figura 1. Imagem ilustrativa das repetições e tratamentos experimentais.

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 ilustrados na Tabela 2.

Figura 2. Tratamentos experimentais

Trat.	Rações	Rep.	Aves/Rep.	Aves/Trat.
T1	Ração basal (RB), sem adição de aditivos	6	2	12
T2	RB + Avilamicina	6	2	12
T3	RB + Cinamaldeído, Carvacrol, Timol	6	2	12
T4	RB + Glicerídeos de Ácido Butírico	6	2	12
T5	RB + Cinamaldeído, Carvacrol, Timol + Glicerídeos de Ácido Butírico	6	2	12
Total		30		60

Fonte: Arquivo Pessoal.

Os óleos essenciais e o ácido butírico utilizados neste estudo são produtos comerciais em pó, fornecidos pela empresa fabricante. Os óleos essenciais continham em sua composição 12% de cinamaldeído, 2,5% de carvacrol e 2,5% de timol, com inclusão de 75 g/t de ração. O ácido butírico continha mono, di e triglicerídeos de ácido butírico (60%) veiculados em sílica, com inclusão de 500 g/t de ração. O antibiótico utilizado foi a avilamicina 20% (50 g/t, com 10 g de atividade de avilamicina). Todas as doses dos aditivos seguiram as recomendações do fabricante.

4.4. Características Avaliadas

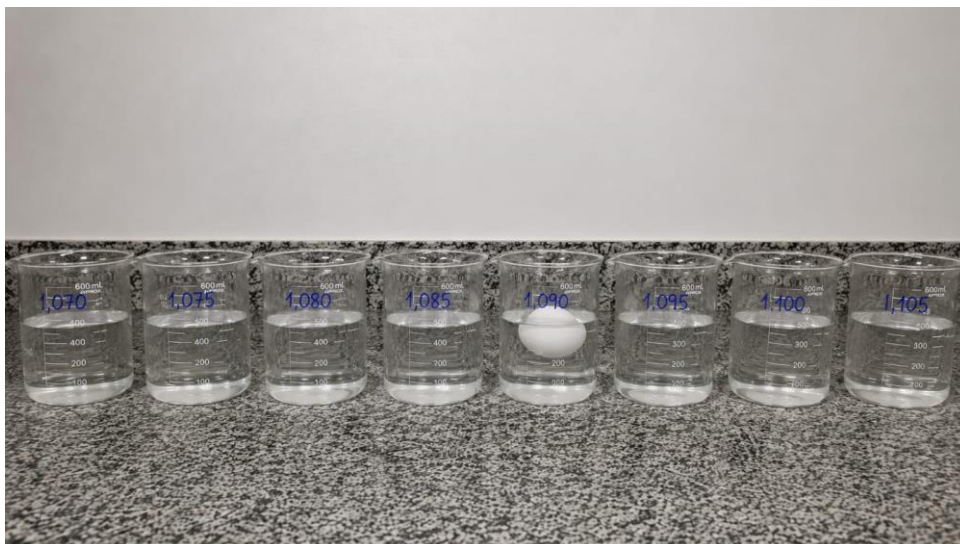
Durante os últimos três dias de experimento (26º, 27º e 28º dia), foram recolhidos um ovo de cada parcela (gaiola), para realização das análises de gravidade específica (GE), altura de albúmen (AA), índice de gema (IG) e de albúmen (IA), peso (PC) e espessura da casca (EC), unidade Haugh (UH), resistência à quebra (RQ) e coloração de gema (CG), levando-se em consideração as dietas fornecidas.

Foram avaliados em sua totalidade 90 ovos, todos armazenados em temperatura ambiente, onde 30 foram avaliados no Laboratório de Nutrição e Saúde de Aves (Lansa) no campus de Dracena, e 60 ovos foram avaliados através da máquina japonesa *Digital Egg Tester* na empresa ATM (Bastos/SP). A escolha dos ovos que seriam avaliados através da *Digital Egg Tester* e os que seriam avaliados pelo LANSA foi feita ao acaso.

4.4.1 Gravidade específica (GE)

A gravidade específica foi determinada a partir da imersão dos ovos em soluções salinas de diferentes densidades: de 1,070 a 1,105 com variação de 0,005 para cada solução de acordo com metodologia proposta por Castelló et al. (1989). A avaliação da gravidade específica de todos os ovos foi feita ao final de cada dia de coleta (26, 27 e 28), os ovos foram mergulhados um a um em cada solução e a gravidade específica de cada ovo avaliado foi determinada pela menor solução em que o ovo flutuou.

Figura 3. Imersão do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais e/ou glicerídeos de ácido butírico em alternativa a avilamicina soluções salinas com diferentes densidades para determinação da gravidade específica.



Fonte: Arquivo Pessoal

4.4.2 Altura do albúmen (AA)

A altura do albúmen foi medida na parte do albúmen denso com auxílio de um paquímetro.

Figura 4. Altura do albúmen do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais e/ou glicerídeos de ácido butírico em alternativa a avilamicina.



Fonte: Arquivo Pessoal

4.4.3 Índice de gema (IG)

O índice de gema foi determinado pelo método proposto por Solomon (1997), em que a gema teve sua altura e diâmetro (transversal e longitudinal) medidos ainda dentro do albúmen. Mediante os resultados, foi empregada a seguinte fórmula:

$IG = AG/DG$, onde:

IG= Índice de gema

AG= Altura da gema

DG= diâmetro da gema (média dos diâmetros transversal e longitudinal)

Figura 5. Diâmetro da gema do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais e/ou glicerídeos de ácido butírico em alternativa a avilamicina.

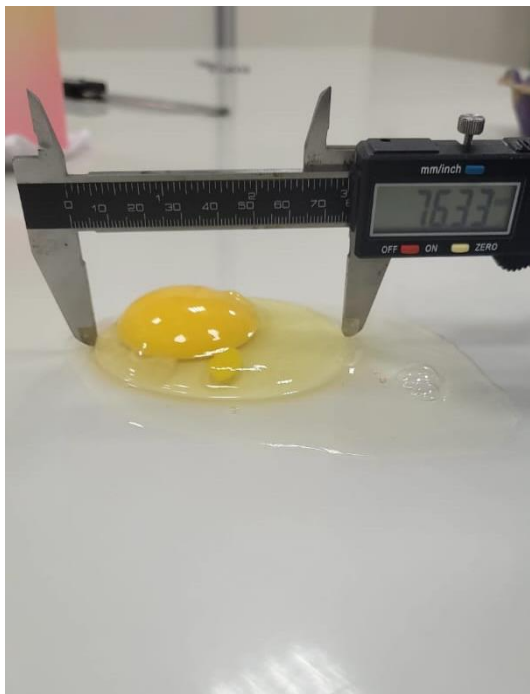


Fonte: Arquivo Pessoal

4.4.4 Índice de albúmen (IA)

O índice de albúmen foi obtido pela relação entre a altura do albúmen espesso e a média aritmética dos diâmetros maior e menor desta camada.

Figura 6. Diâmetro de albúmen do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais e/ou glicerídeos de ácido butírico em alternativa a avilamicina.

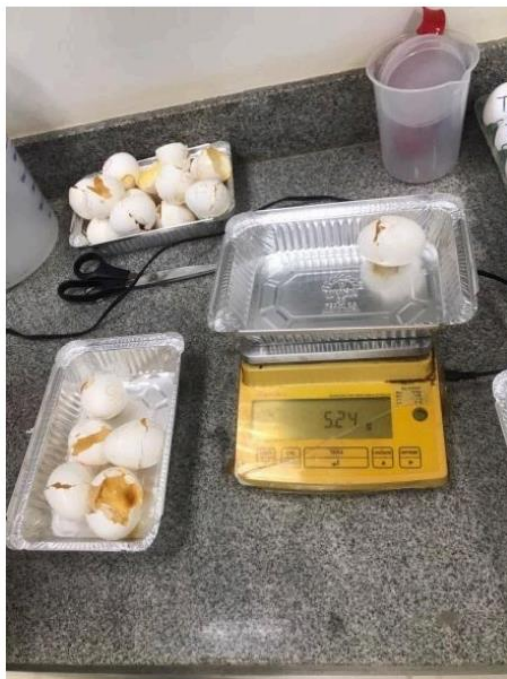


Fonte: Arquivo Pessoal

4.4.5 Peso e espessura da casca

As cascas dos ovos foram lavadas, enumeradas e secas em estufa à temperatura de 105°C por 6 horas e pesadas em balança com precisão de 0,01g Vilela *et al.* (2016). Para avaliar a espessura da casca foi utilizado um micrômetro (0-25mm).

Figura 7. Peso da casca do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais e/ou glicerídeos de ácido butírico em alternativa a avilamicina.



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 8. Espessura da casca do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais e/ou glicerídeos de ácido butírico em alternativa a avilamicina.



Fonte: Arquivo Pessoal

4.4.6 Unidade haugh (UH), resistencia à quebra e coloração de gema

As três análises foram realizadas através da máquina japonesa *Digital Egg Tester* na empresa ATM (Bastos/SP), que além de fornecer esses dados, também forneceu dados sobre índice de albúmen e gema, e altura de albúmen dos ovos testados na máquina.

Figura 9. Máquina japonesa *Digital Egg Tester* realizando análise de índice de albúmen e gema, altura de albúmen e coloração de gema do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais e/ou glicerídeos de ácido butírico em alternativa a avilamicina.



Fonte: Arquivo Pessoal.

4.5 Análise Estatística

A análise dos dados foi realizada pelo SAS *OnDemand* com critério de 5% de probabilidade. Todas as pressuposições foram verificadas antes das análises de inferência. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento MIXED, e quando houve efeito significativo dos tratamentos, as medias foram comparadas pelo teste de *Tukey*.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca por alternativas ao uso de antimicrobianos melhoradores de desempenho tem aumentado o desenvolvimento de pesquisas relacionadas a aditivos capazes de manter a saúde intestinal e o desempenho produtivo das aves. O presente estudo contribui para investigar os efeitos dos óleos essenciais e glicerídeos de ácido butírico, utilizados isoladamente ou em associação, sobre os parâmetros de qualidade interna e externa dos ovos de galinhas poedeiras, fornecendo informações relevantes para substituição de antibióticos promotores de crescimento em sistemas de produção.

Na Tabela 2 estão representados os resultados de qualidade de ovos de galinhas poedeiras com 100 semanas de idade alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais e/ou glicerídeos de ácido butírico. A inclusão de avilamicina, óleos essenciais, glicerídeos de ácido butírico, bem como a combinação desses aditivos na dieta de galinhas poedeiras em final de produção, não influenciou de forma significativa as variáveis analisadas incluindo: gravidade específica (GE), altura de albúmen (AA), unidade Haugh (UH), índices de albúmen (IA) e gema (IG), espessura (EC) e peso da casca (PC), coloração da gema (CG) e resistência à quebra (RQ).

Tabela 2. Qualidade de ovos de galinhas poedeiras com 100 semanas de idade alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais e/ou glicerídeos de ácido butírico.

Variáveis	Dietas ¹					² EPM, %	P
	CN	AT	OE	AB	OE+AB		
Gravidade específica	1,089	1,086	1,086	1,082	1,091	0,001	0,0745
Altura de albúmen	4,696	5,301	5,075	5,090	5,410	0,186	0,8094
unidade Haugh	65,867	64,808	64,083	69,767	58,750	1,871	0,4886
Índice de albúmen	0,057	0,071	0,054	0,061	0,063	0,004	0,7263
Índice de gema	0,330	0,387	0,360	0,350	0,357	0,007	0,1252
Espessura da casca	0,427	0,425	0,454	0,422	0,459	0,007	0,2178
Peso da casca	6,620	7,170	6,715	6,725	7,110	0,158	0,7532
Coloração de gema	5,367	5,425	5,267	5,633	5,525	0,092	0,7779
Resistencia à quebra	3,815	3,192	3,503	2,917	3,745	0,134	0,1701

¹CN - ração basal (RB) (dieta à base de milho e soja); AT - RB com inclusão de avilamicina; OE - RB com inclusão de cinamaldeído, carvacrol e timol; AB - RB com inclusão de glicerídeos de ácido butírico; OE + AB - RB com inclusão de cinamaldeído, carvacrol e timol + glicerídeos de ácido butírico.

²EPM, erro padrão da média.

Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo Reis *et al.* (2021) considera-se que, quanto maior a gravidade específica, maior a densidade de casca e, conseqüentemente, melhor a resistência à quebra do ovo. Dessa forma, quanto maior a gravidade específica observada, melhor será a qualidade da casca. Peebles; McDaniel, (2013), consideram valores acima de 1,085 satisfatórios para esse parâmetro de qualidade.

Embora os tratamentos tenham apresentado valores satisfatórios ($> 1,085$), demonstrando que os ovos avaliados das aves estavam dentro dos parâmetros de qualidade, a ausência de efeitos significativos ($P > 0,05$) indica que a suplementação com os aditivos estudados não influenciou esse parâmetro de qualidade.

Por estarem positivamente relacionados, os parâmetros resistência à quebra, peso e espessura de casca, seguem o mesmo princípio da gravidade específica, ou seja, quanto maiores os valores, melhor será a qualidade. Para resistência a quebra, considera-se ideal que os valores estejam acima de 4 kgf para que os ovos sejam considerados resistentes. Para espessura de casca, espera-se uma média superior a 0,35 mm e, para peso da casca valores acima de 75 mg/cm² (TÉCNICAS PARA ACOMPANHAMENTO DA QUALIDADE DA CASCA DOS OVOS, [s. d.]).

Sendo assim, com os resultados obtidos, foi possível observar uma resistência à quebra ligeiramente abaixo do esperado ($< 3,815$), assim como peso da casca ($< 7,170$). A espessura da casca apresentou resultados satisfatórios ($> 0,422$). Mesmo após comparados à literatura, a ausência de efeitos significativos pode ser interpretada da mesma forma que a gravidade específica, indicando que os tratamentos não influenciaram significativamente os resultados encontrados.

A qualidade interna dos ovos, avaliada por parâmetros como a unidade Haugh (UH), não mostrou diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos experimentais. A unidade Haugh é amplamente utilizada como indicativo de qualidade dos ovos, pois trata-se de uma expressão matemática que correlaciona o peso do ovo com a altura do albúmen espesso (Albino, 2017).

Mello (2022) estabelece que, para que os ovos sejam classificados como excelente (AA), a unidade Haugh deve apresentar valores entre 72-100. No presente estudo, foi possível observar valores entre 58-69, os quais, de acordo com a classificação proposta por Mello (2022), enquadram os ovos nas categorias de qualidade intermediária “B” (UH 30-59) e qualidade boa “A” (UH 60-71).

Ao utilizarem uma mistura de cinamaldeído e carvacrol nas proporções de 4,5% e 13,5%, respectivamente, e uma segunda mistura composta por cinamaldeído e timol

composta por 4,5% e 13,5%, Wang *et al.* (2022) observaram melhor resistência à ruptura da casca e melhor unidade Haugh em galinhas poedeiras de linhagem Hy-line Brown às 54 semanas e concluíram que a suplementação dietética com esses óleos essenciais pode promover a qualidade de ovos de galinhas poedeiras após pico de produção.

Xia *et al.* (2025) ao suplementarem galinhas em final de produção com glicerídeos de ácido butírico e sal de butirato, observaram aumento do peso médio dos ovos. Também foi possível afirmar que a combinação dos produtos à base de ácido butírico com hidrox-selenometionina proporcionou melhor desempenho de postura e na qualidade de ovos do que os produtos à base de ácido butírico isoladamente. No entanto, eles não encontraram diferenças para as variáveis altura da clara, unidade Haugh e resistência à quebra da casca quando comparados os tratamentos (selênio na forma de SeNa, sal de butirato, glicerídeos de ácido butírico e produtos à base de ácido butírico combinados a hidrox-selenometionina).

Esses resultados sugerem que produtos à base de ácido butírico podem apresentar efeitos variáveis sobre a qualidade dos ovos, influenciando alguns parâmetros produtivos sem necessariamente promover alterações consistentes nas características internas e externas dos ovos.

Ao utilizarem 0,3% de pó de folha de alecrim na dieta de galinhas poedeiras com 65 semanas de idade, Zhang *et al.* (2024) observaram aumento substancial da unidade Haugh em relação ao controle negativo. No mesmo estudo foi possível observar que a concentração de butirato cecal no grupo tratado com pó de folhas de alecrim foi maior em relação ao controle negativo e essa concentração de butirato apresentou correlação positiva com a unidade Haugh.

De acordo com Cotta (2002), a qualidade interna dos ovos é influenciada principalmente pela idade das aves, pela genética e pelas condições de armazenamento. Com o avanço da idade, há tendência de redução na qualidade do albúmen, o que pode impactar diretamente os valores de unidade Haugh. Arruda (2024) ao avaliar dietas contendo diferentes níveis de óleos essenciais (50, 75 e 100g/t) e antimicrobianos, não observou efeito significativo das dietas sobre a unidade Haugh, corroborando com os resultados obtidos no presente estudo. No entanto, Arruda observou redução ($P < 0,05$) na UH com o avançar da idade das aves, evidenciando a influência da senescência sobre a qualidade interna dos ovos.

Por outro lado, Ramirez; Peñuela-Sierra; Ospina (2021) observaram que a adição de 150 ppm de óleo essencial de orégano na dieta de poedeiras promoveu aumento significativo na altura do albúmen e nos valores de UH.

Em relação à qualidade da gema (índice e coloração) também não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) em função das diferentes dietas fornecidas. O índice de gema reflete a integridade estrutural da mesma e sua coloração está diretamente relacionada à presença e absorção de pigmentantes na dieta. A ausência de efeito dos aditivos sugere que a suplementação não interferiu na estrutura e na deposição de pigmentos na gema.

Segundo Silva (2004), citado por Barbosa (2013), os valores considerados normais para índice de gema variam de 0,3 a 0,5. Os resultados obtidos neste estudo estão dentro dos padrões citados na literatura para essa variável. Ainda assim, a ausência de diferenças em comparação ao controle negativo, indica que os resultados obtidos não foram significativos.

Konca *et al.* (2025), ao incluírem uma mistura de óleos essenciais na dieta de galinhas poedeiras composta por timol 100mg/kg, gama-terpineno 0,77mg/kg, para-cimeno 0,42mg/kg, carvacrol 1,552 mg/kg, anetol 6,12 mg/kg, limoneno 0,81 mg/kg, sabineno 0,44 mg/kg e terpinen-4-ol 0,30 mg/kg; uma segunda dieta suplementada com ácido húmico 0,394 mg/kg e uma terceira dieta suplementada com ácidos graxos de cadeia média 15mg/kg; não observaram efeito significativo na coloração de gema, unidade Haugh e peso da casca do ovo em relação ao grupo controle negativo.

Grashorn *et al.* (2013) e Ramirez; Peñuela-Sierra; Ospina, (2021) relataram melhorias na altura de albúmen, unidade Haugh e coloração de gema com a inclusão de aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos. De forma semelhante aos nossos achados, Arruda (2024) também não encontrou diferenças significativas para as variáveis índice e coloração de gema.

Galinhas poedeiras recebendo 200g/t de aditivos encapsulados compostos por óleo de palma, ácido cítrico, ácido fumárico, ácido fosfórico, ácido málico, ácido láurico, timol e carvacrol, apresentaram coloração média da gema superior quando comparada ao tratamento controle, que por sua vez, não continha nenhum aditivo (Souza *et al.*, 2026). O mesmo pode ser observado em relação ao índice de gema, que se mostrou inferior para o tratamento controle em relação ao tratamento com adição de 200 e 500g/t da mesma combinação de aditivos.

As variáveis relacionadas à qualidade da casca dos ovos incluindo gravidade específica (GE), espessura da casca (EC), peso de casca (PC) e resistência à quebra (RQ) também não foram influenciadas pelas suplementações de aditivos testadas ($P > 0,05$).

A qualidade da casca está diretamente relacionada ao metabolismo de cálcio. Aves jovens apresentam taxa de retenção de cálcio de aproximadamente 60%, diferentemente de aves mais velhas que retêm apenas 40%, comprovando que a idade é um fator que reduz a capacidade de absorção e metabolização de cálcio ósseo. Além disso, observa-se menor atividade da anidrase carbônica, resultando em menor calcificação da casca do ovo (Albino, 2017).

Grashorn *et al.* (2013) ao incluírem uma mistura de ácidos orgânicos (2Kg/t de ração) composto por ácido fórmico (40%), propionato de amônio (30%), ácido láctico (26%), ácido sorbico (0,5%) e benzoato de sódio (0,50%) na dieta de galinhas poedeiras *Hisex Brown* observaram que a suplementação dietética com acidificantes reduziu a espessura e a resistência à quebra da casca do ovo das poedeiras. Ainda assim, a mistura fornecida não comprometeu significativamente os índices de qualidade de ovos.

Estudo conduzido por Mendoza-Ordoñez *et al.* (2026) mostrou que ao utilizarem uma mistura em pó de óleos essenciais, composta por eucalipto, menta e timol na alimentação de galinhas poedeiras *Hy-Line Brown*, não observaram diferenças significativas nas variáveis relacionadas à qualidade interna e externa dos ovos como peso, resistência e espessura da casca, altura de albúmen, unidade Haugh, cor, altura, diâmetro e índice de gema.

De forma geral, a ausência de efeito significativo nas variáveis de qualidade de ovos testadas em função do uso de óleos essenciais e glicerídeos de ácido butírico nas dietas pode estar relacionada a diferentes fatores como: variações nos níveis de inclusão, composição dos aditivos, condições ambientais, idade das aves e duração da pesquisa.

A idade das aves é um fator de destaque, pois o presente estudo foi conduzido com galinhas em fase final de produção, na qual a resposta a intervenções nutricionais tende a ser reduzida em comparação às fases iniciais (Albino, 2017). Os níveis de inclusão dos aditivos e o tempo de exposição das aves às dietas também são fatores relevantes, uma vez que podem não ter sido suficientes para promover alterações significativas nos parâmetros avaliados.

Outro fator de grande importância que pode ter influenciado a qualidade dos ovos é a temperatura de estocagem. Altas temperaturas aumentam a frequência respiratória das aves, causando hiperventilação pulmonar; consequentemente, há uma redução na concentração de CO_2 no sangue e no útero, o que reduz a taxa de carbonato, tornando-o insuficiente para a síntese de carbonato de cálcio para a deposição da membrana da casca (Cotta, 2002).

Ao condicionarem galinhas poedeiras Hy-Line W-36 em situação de estresse térmico, Aryal *et al.* (2026) conseguiram observar que às 6 e 8 semanas dentro desta condição houve um declínio significativo no peso e resistência a quebra da casca em comparação às aves que foram mantidas em ambiente com temperatura controlada. As diferentes condições de temperatura não afetaram de forma significativa outros parâmetros de qualidade de ovos.

Vale ressaltar que, no presente estudo, os ovos foram estocados em temperatura ambiente por um período de 3 dias, a contar do dia um da coleta; e os valores de temperatura oscilaram entre $\approx 31\text{-}33^\circ\text{C}$ no período da tarde e $\approx 20\text{-}22^\circ\text{C}$ pela manhã (FCAT - UNESP, 2024). De acordo com o observado na literatura, é possível que essas condições de armazenamento tenham contribuído com os resultados observados na qualidade externa dos ovos, e portanto, é um fator a ser considerado na interpretação dos resultados obtidos.

6 CONCLUSÃO

Nas condições em que o estudo foi conduzido, a suplementação da dieta com óleos essenciais e glicerídeos de ácido butírico não alterou a qualidade dos ovos. Tal resultado demonstra que esses aditivos podem ser incorporados às dietas sem comprometer as características qualitativas do produto, sendo necessários estudos adicionais para investigar seus potenciais efeitos em diferentes cenários produtivos.

REFERÊNCIAS

ABOU-ELKHAIR, R.; SELIM, S.; HUSSEIN, E. Effect of supplementing layer hen diet with phytogenic feed additives on laying performance, egg quality, egg lipid peroxidation and blood biochemical constituents. **Animal Nutrition**, v. 4, n. 4, p. 394–400, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.05.009>

ABREU, R.; SEMEDO-LEMSADDEK, T.; CUNHA, E.; TAVARES, L.; OLIVEIRA, M. Antimicrobial Drug Resistance in Poultry Production: Current Status and Innovative Strategies for Bacterial Control. **Microorganisms**, v. 11, n. 4, p. 953, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/microorganisms11040953>

AGUIAR, É. de F. **Classificação dos ovos na produção de galinhas poedeiras.** , 2025. Disponível em: <https://mira.org.br/informativos/gen.php?id=MTA3>. Acesso em: 31 maio. 2026.

AGUILAR, E. C. Suplementação oral com Butirato de sódio reduz o desenvolvimento da aterosclerose e aumenta a estabilidade da placa em camundongos ApoE^{-/-}. 2014. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1843/BUOS-9N7JBY>. Acesso em: 10 jun. 2026.

ALBINO, L. F. T. **Galinhas poedeiras: criação e alimentação.** [S. l.]: Aprenda Fácil Editora, 2014.

ANDERSON, K. E.; THARRINGTON, J. B.; CURTIS., P. A.; JONES, F. T. Shell Characteristics of Eggs from Historic Strains of Single Comb White Leghorn Chickens and the Relationship of Egg Shape to Shell Strength. **International Journal of Poultry Science**, v. 3, n. 1, p. 17, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.3923/ijps.2004.17.19>

ARAÚJO, L. C. S. D. S. C. D.; CARDOSO FILHO, F. D. C.; EVANGELISTA, R. A. E.; MARQUES DE SOUSA, F. T.; LOPES DA SILVA, F. W.; BEZERRA, H. L. Ovo da produção ao consumo: qualidade, segurança e perspectivas da avicultura no Brasil. **Pubvet**, v. 19, n. 12, p. e1872, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v19n12e1872>

ARYAL, B.; MAJEED, S.; SHAH, B. R.; KHALID, N.; ZHAO, L.; BIELKE, L.; WANG, Q.; NAZMI, A. Chronic heat stress compromises egg production and quality parameters through changes in blood biochemistry and uterine gene expression in laying hens raised under cage-free environment. **Frontiers in Physiology**, v. 17, p. 1770955, 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fphys.2026.1770955>

AZAMBUJA. Timol Cristal. In: QUINARÍ. [s. d.] Disponível em: <https://www.quinari.com.br/produto/timol-cristal/>. Acesso em: 10 jun. 2026.

BARBOSA, B. F. da S.; CRUZ-POLYCARPO, V. C. Ácido Butírico: alternativa aos antibióticos na nutrição de frangos de corte. In: nutriNews, a revista de nutrição animal. 23 fev. 2022. Disponível em: <https://nutrinews.com/pt-br/acido-butirico-uma-estrategia-nutricional-em-alternativa-aos-antibioticos-na-nutricao-de-frangos-de-corte/>. Acesso em: 29 jun. 2026.

BARBOSA, T. C. G. PARÂMETROS DE QUALIDADE INTERNA E EXTERNA DE OVOS DE CODORNA. 2013.

BRASIL. **Mapa proíbe o uso de tilosina, lincomicina e tiamulina como aditivo para melhorar o desempenho de animais.** [s. l.], 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/2022/mapa-proibe-o-uso-de-tilosina-lincomicina-e-tiamulina-como-aditivo-para-melhorar-o-desempenho-de-animais>. Acesso em: 10 jun. 2026.

BRASIL. **Mapa publica portaria com novas regras para uso de antimicrobianos na produção animal.** [s. l.], 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/2026/mapa-publica-portaria-com-novas-regras-para-uso-de-antimicrobianos-na-producao-animal>. Acesso em: 10 jun. 2026.

BURNHAM, P. M. Cinnamaldehyde - Molecule of the Month August 2006 [Archived version]. p. 181085 Bytes, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.5433391>

CASTELLÓ, J. A. L.; PONTES, M.; GONZÁLEZ, F. F. **Producción de huevos**. 1. ed. Barcelona: Real Escuela de Avicultura (1989). 367.

COTTA, T. **Galinha: Producao De Ovos; Manual Pratico**. [S. l.]: Afe, 2002.

EL-SAADONY, M. T.; UMAR, M.; HASSAN, F.; ALAGAWANY, M.; ARIF, M.; TAHA, A. E.; ELNESR, S. S.; EL-TARABILY, K. A.; ABD EL-HACK, M. E. 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, n. 2, p. 136–146, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1466252321000220>

FCAT – UNESP. **NOAA-Relatórios de Clima**. Dracena, 2024. Disponível em: <https://estacao.dracena.unesp.br/wxnoaaclimatereports.php?yr=2024&mo=04>. Acesso em: 29 abr. 2026.

FURLAN, R. L. **Fisiologia Aviaria Aplicada a Frangos De Corte**. [S. l.]: Funep, 2002.

GHIMPEȚEANU, O. M.; POGURSCHI, E. N.; POPA, D. C.; DRAGOMIR, N.; DRĂGOTOIU, T.; MIHAI, O. D.; PETCU, C. D. Antibiotic Use in Livestock and Residues in Food—A Public Health Threat: A Review. **Foods**, v. 11, n. 10, p. 1430, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods11101430>

GHOLAMI-AHANGARAN, M.; AHMADI-DASTGERDI, A.; AZIZI, S.; BASIRATPOUR, A.; ZOKAEI, M.; DERA KHSHAN, M. Thymol and carvacrol supplementation in poultry health and performance. **Veterinary Medicine and Science**, v. 8, n. 1, p. 267–288, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/vms3.663>

GLAMAC. O Poder da Canela: Um Aditivo Natural para Ração de Aves. *In*: 31 jan. 2024. Disponível em: <https://www.glamac.com/blog/power-of-cinnamon-a-natural-feed-additive-for-poultry/>. Acesso em: 10 jun. 2026.

GRASHORN, M.; GRUZAUSKAS, R.; DAUKSIENE, A.; RACEVICIUTE-STUPELIENE, A.; JARULE, V.; MIEŽELIENE, A.; ALENCIKIENE, G.; SLAUSGALVIS, V. Influence of dietary organic acids on quality and sensory attributes of chicken eggs.

European Poultry Science, v. 77, n. 1, p. 29–34, 2013. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0003-9098\(25\)01486-9](https://doi.org/10.1016/S0003-9098(25)01486-9)

JARDIM, M. **Brasil fica fora de lista da UE para exportação de produtos de origem animal... - Notícias Agrícolas**. [s. l.], 2026. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/carnes/422211-brasil-fica-fora-de-lista-da-ue-para-exportacao-de-produtos-de-origem-animal-sob-novas-regras-de-antimicrobianos.html>. Acesso em: 10 jun. 2026.

KONCA, Y.; DAAUUD, M. A.; GALLARDO PAFFETTI, M.; ILDIZ, N. Comparative Effects of Herbal Essential Oils, Organic Acids, and Medium-Chain Fatty Acids on Laying Hens: Performance, Egg Quality, and Microbial Activity. **Veterinarija ir Zootechnika**, v. 82, n. 2, p. 14–24, 2025.

LEHMANN, C. **Aumente o potencial das poedeiras no final do ciclo de postura com ProPhorce™ SR 130**. [s. l.], 2023. Disponível em: https://www.perstorp.com/pt-pt/products/animal_nutrition/landing/prophorce_sr_130_for_laying_hens. Acesso em: 10 jun. 2026.

LIU, Y.; UYANGA, V. A.; JIAO, H.; WANG, X.; ZHAO, J.; ZHOU, Y.; LIN, H. Effects of feeding strategies on eggshell quality of laying hens during late laying period. **Poultry Science**, v. 102, n. 2, p. 102406, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102406>

MACARI, M. **Fisiologia das aves comerciais**. [S. l.]: Funep, 2017.

MAĆZKA, W.; TWARDAWSKA, M.; GRABARCZYK, M.; WIŃSKA, K. Carvacrol—A Natural Phenolic Compound with Antimicrobial Properties. **Antibiotics**, v. 12, n. 5, p. 824, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/antibiotics12050824>

MELLO, F. de. **Avaliação da qualidade de ovos brancos comercializados em Dois Vizinhos**. 2022. bachelorThesis - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, [s. l.], 2022. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/33868>. Acesso em: 29 jun. 2026.

MENDOZA-ORDOÑEZ, G.; CEDANO-SILVA, M.; SAAVEDRA-SARMIENTO, H.; HERMITAÑO-OSORIO, F.; RODRIGUEZ-VARGAS, A.; DIAZ-GARCÍA, M.; LACA-OLIVOS-CHANG, L.; TORRES-MALCA, M. Evaluación del desempeño productivo y calidad de huevo en gallinas Hy-Line Brown alimentadas con dietas suplementadas con tres aceites esenciales. **Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias**, v. 36, n. 2, p. 6, 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.52973/rcfcv-e362868>

NOLETO, R. A.; LEANDRO, N. S. M.; MELLO, H. H. D. C.; CONCEIÇÃO, E. C. D.; ARAÚJO, I. C. S. D.; OLIVEIRA, E. M. D.; PAZ, P. H. S. D.; BARBOSA, A. F. C. Supplementation of copaiba or sucupira oils in broiler diets. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 19, n. 1, p. 83–92, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1519-99402018000100008>

OWUSU-DOUBREH, B.; APPAW, W. O.; ABE-INGE, V. Antibiotic residues in poultry eggs and its implications on public health: A review. **Scientific African**, v. 19, p. e01456, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01456>

RAMIREZ, S. Y.; PEÑUELA-SIERRA, L. M.; OSPINA, M. A. Effects of oregano (*Lippia origanoides*) essential oil supplementation on the performance, egg quality, and intestinal morphometry of Isa Brown laying hens. **Veterinary World**, v. 14, n. 3, p. 595–602, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.595-602>

REIS, T. L.; MORAES, J. E. D.; CALIXTO, L. F. L.; PIZZOLANTE, C. C. Acurácia de dias de avaliação da gravidade específica como medida da qualidade de casca de ovos de galinhas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. e40410515148, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i5.15148>

ROSTAGNO, H.S *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. Viçosa: Departamento de Zootecnia, UFV, 2017. 488 p.

RUTZ, F. **Avanços na fisiologia e desempenho reprodutivo de aves domésticas**. 2007. Disponível em: www.cbra.org.br. Acesso em: 28 maio. 2026.

SILVA, N. M. da. **Qualidade de Ovos de Poedeiras Comerciais Suplementadas com Diferentes Blends de Ácidos Orgânicos**. [s. d.] Disponível em: https://repositorio.usp.br/directbitstream/a529491f-a569-46b5-b7b7-c9ae90eead59/PEA_128_2995585_R.pdf. Acesso em: 31 maio. 2026.

SOBCZAK, A.; KOZŁOWSKI, K. Effect of dietary supplementation with butyric acid or sodium butyrate on egg production and physiological parameters in laying hens. **European Poultry Science**, v. 80, p. 1–14, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1399/eps.2016.122>

SOLOMON, S. E. The eggshell: strength, structure and function. **Poultry Research Group**, Department of Veterinary Anatomy, University of Glasgow, Glasgow, UK. Iowa State University Press, 1997.

SONG, W.; MA, J.; JIA, C.; WANG, Y.; YANG, X.; HAN, L.; ZHOU, Z.; YU, D. Dietary thyme essential oil supplementation improves production performance, egg quality, antioxidant status, and intestinal health in late-phase laying hens. **Poultry Science**, v. 105, n. 7, p. 106774, 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2026.106774>

SOUZA, P. E. L. D. *et al.* Organic acids and microencapsulated phenolic compounds in diets for laying hens. **Poultry Science**, v. 105, n. 8, p. 106895, 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2026.106895>

Técnicas para acompanhamento da qualidade da casca dos ovos. . [s. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://nutricaoesaudeanimal.com.br/tecnicas-para-acompanhamento-da-qualidade-da-casca-dos-ovos/>. Acesso em: 29 jun. 2026.

VASCONCELOS, L. A. S. de. **Avaliação da Qualidade microbiológica e físico-química de ovos comercializados em Manaus, AM**. 2018. - Universidade Federal do Amazonas, [s. l.], 2018.

VILELA, D. R.; CARVALHO, L. S. S.; FAGUNDES, N. S.; FERNANDES, E. D. A. QUALIDADE INTERNA E EXTERNA DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS COM CASCAS NORMAL E VÍTREA. **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, n. 4, p. 509–518, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1089-6891v17i421535>

WANG, J.; DENG, L.; CHEN, M.; CHE, Y.; LI, L.; ZHU, L.; CHEN, G.; FENG, T. Phytogenic feed additives as natural antibiotic alternatives in animal health and production: A review of the literature of the last decade. **Animal Nutrition**, v. 17, p. 244–264, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2024.01.012>

WANG, J.; WU, Y.; ZHOU, T.; FENG, Y.; LI, L. Common factors and nutrients affecting intestinal villus height-A review. **Animal Bioscience**, v. 38, n. 8, p. 1557–1569, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.5713/ab.25.0002>

WANG, Y.; WANG, Y.; SU, C.; WANG, L.; LV, X.; CUI, G.; JI, L.; HUANG, Y.; ZHANG, H.; CHEN, W. Dietary cinnamaldehyde with carvacrol or thymol improves the egg quality and intestinal health independent of gut microbiota in post-peak laying hens. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 9, p. 994089, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.994089>

XIA, Z.; GONG, G.; HUANG, R.; GOOSSENS, T.; LEMÂLE, O.; CARDOSO, D.; MALLMANN, B.; ZHAO, L.; WEI, J.; DENG, J. Butyric acid-based products, alone or in combination with hydroxy-selenomethionine, improve performance of laying hens in post-peak period by modulating their antioxidant, metabolic and immune status. **Poultry Science**, v. 104, n. 4, p. 104840, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.104840>

YOUSSEF, A. W.; HASSAN, H. M. A.; ALI, H. M.; MOHAMED, M. A. Effect of Probiotics, Prebiotics and Organic Acids on Layer Performance and Egg Quality. **Asian Journal of Poultry Science**, v. 7, n. 2, p. 65–74, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.3923/ajpsaj.2013.65.74>

ZHANG, L.; GE, J.; GAO, F.; YANG, M.; LI, H.; XIA, F.; BAI, H.; PIAO, X.; SUN, Z.; SHI, L. Rosemary leaf powder improves egg quality, antioxidant status, gut barrier function, and cecal microbiota and metabolites of late-phase laying hens. **Animal Nutrition**, v. 17, p. 325–334, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2024.02.003>

ZHOU, F.; JI, B.; ZHANG, H.; JIANG, H.; YANG, Z.; LI, J.; LI, J.; YAN, W. THE ANTIBACTERIAL EFFECT OF CINNAMALDEHYDE, THYMOL, CARVACROL AND THEIR COMBINATIONS AGAINST THE FOODBORNE PATHOGEN *SALMONELLA* TYPHIMURIUM. **Journal of Food Safety**, v. 27, n. 2, p. 124–133, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.2007.00064.x>