

**INDICADORES PRODUTIVOS, SANITÁRIOS E DE BEM-ESTAR EM SISTEMAS NÃO
CONVENCIONAIS DE AVICULTURA DE POSTURA**

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.059-003>

Andressa Rebeca Pinheiro Viana

Graduação em Medicina Veterinária

Universidade Católica de Brasília

E-mail: andressa@eukarya.com.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3864-653X>

Cristiano Patrício Rocha

Graduação em Medicina Veterinária

Universidade Católica de Brasília

E-mail: cristiano@eukarya.com.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6132-564X>

Flávio Henrique Barros Sinatura

Graduação em Medicina Veterinária

Universidade de Mogi das Cruzes

E-mail: sinaturaf@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3455-0227>

Pietra Reis Paoletti

Graduação em Medicina Veterinária

Universidade de Taubaté

E-mail: pietrapaolettireis@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6527-0039>

Francinete de Souza Barroso Silva

Especialista em Epidemiologia e os Profissionais de Saúde

Faculdade Metropolitana do Estado de São Paulo

E-mail: francinetesouzapvh@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5365-2360>

Alfredo Leonel de Encarnação

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Universidade Federal da Grande Dourados

E-mail: alfredoencarnacao101@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4351-9461>

Naia Isabela Pio Santos

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Universidade Federal de Goiás

E-mail: naiaisa29@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2144-8140>

Wellika Maria Leão Lima

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano
E-mail: wellikaleao16@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3417-6813>

Serafim Olindio Luís

Programa de Pós-Graduação em Agronegócios
Universidade Federal da Grande Dourados
E-mail: solindio@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2060-0850>

Sâmela Keila Almeida dos Santos

Doutora em Ciências Veterinárias
Universidade Federal de Uberlândia
E-mail: samelazootecnia1@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4924-2687>

Resumo

A avicultura de postura tem passado por uma transição significativa de sistemas convencionais para modelos não convencionais de produção, impulsionada por demandas relacionadas ao bem-estar animal, sustentabilidade e qualidade dos produtos. Este estudo teve como objetivo analisar criticamente as evidências científicas sobre os efeitos de sistemas não convencionais de criação de galinhas poedeiras nos indicadores produtivos, sanitários e de bem-estar animal. Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, realizada na base de dados PubMed, abrangendo estudos publicados entre 2015 e 2025. Foram selecionados 52 estudos após aplicação de critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. Os dados foram extraídos de forma sistematizada e analisados por síntese qualitativa, contemplando desfechos produtivos, sanitários e de bem-estar. Os resultados indicaram que sistemas não convencionais apresentam efeitos variáveis sobre a produtividade, com manutenção de desempenho em alguns casos, porém maior variabilidade em comparação aos sistemas convencionais. Observou-se também maior expressão de comportamentos naturais e melhorias em indicadores de bem-estar, embora acompanhadas de desafios sanitários, como maior exposição a patógenos ambientais. Conclui-se que os sistemas não convencionais de produção de ovos envolvem um equilíbrio complexo entre produtividade, sanidade e bem-estar animal, sendo fortemente influenciados pelo manejo adotado. O estudo contribui ao integrar criticamente esses três eixos, oferecendo uma visão abrangente das evidências disponíveis e destacando a necessidade de estratégias de produção mais sustentáveis e integradas.

Palavras-chave: Biossegurança; Cadeia produtiva; Economia agropecuária; Galinhas poedeiras; Manejo zootécnico.

1 INTRODUÇÃO

A avicultura de postura constitui uma das principais atividades da produção animal, desempenhando papel estratégico no fornecimento de proteína de alto valor biológico para a população mundial e contribuindo significativamente para a segurança alimentar e para a economia do setor agropecuário. O crescimento da demanda por ovos tem sido acompanhado pela busca por sistemas produtivos capazes de conciliar eficiência zootécnica, sustentabilidade e atendimento às crescentes exigências da sociedade quanto às condições de criação dos animais. Nesse contexto, além da produtividade, aspectos relacionados à qualidade dos produtos, à sanidade dos plantéis e ao bem-estar das aves passaram a ocupar posição central nas pesquisas científicas e nas decisões de produtores, consumidores e formuladores de políticas públicas (Yunes; Von Keyserlingk; Hötzel, 2017; Yang *et al.*, 2024).

Historicamente, a produção comercial de ovos foi consolidada em sistemas convencionais de criação em gaiolas, caracterizados pelo elevado controle ambiental, otimização do espaço e eficiência produtiva. Entretanto, nas últimas décadas, preocupações relacionadas às limitações comportamentais impostas por esses sistemas impulsionaram a adoção de modelos alternativos de criação, especialmente em países onde consumidores, redes varejistas e órgãos reguladores passaram a valorizar atributos relacionados ao bem-estar animal. Essa transição tem favorecido a expansão de sistemas como *free-range*, *cage-free*, aviários, sistemas orgânicos, *barn systems*, sistemas com acesso ao ambiente externo e outras modalidades não convencionais de produção, cada uma apresentando características específicas de manejo, infraestrutura e interação das aves com o ambiente (Yilmaz Dikmen *et al.*, 2016; Wurtz *et al.*, 2022; Yang *et al.*, 2025).

Os sistemas não convencionais distinguem-se principalmente por proporcionarem maior liberdade de movimento, possibilidade de expressão de comportamentos naturais e enriquecimento ambiental, fatores reconhecidos como importantes componentes do bem-estar animal. Recursos como poleiros, ninhos, substratos para banho de areia, áreas externas e enriquecimentos ambientais estimulam comportamentos inerentes à espécie, podendo reduzir indicadores de estresse e favorecer melhores condições físicas e comportamentais das galinhas poedeiras. Revisões recentes demonstram que o enriquecimento do ambiente de criação exerce influência positiva sobre diversos indicadores de bem-estar desde as fases iniciais de desenvolvimento das aves, enquanto sistemas com acesso ao ambiente externo ampliam as oportunidades para exploração do ambiente e expressão comportamental (Xu *et al.*, 2022; Yan *et al.*, 2022).

Embora esses sistemas apresentem potencial para melhorar as condições de vida das aves, sua adoção também introduz novos desafios relacionados ao manejo, à biossegurança e ao desempenho produtivo. A maior exposição ao ambiente externo pode aumentar o contato com agentes infecciosos, parasitas e fauna silvestre, elevando o risco de ocorrência e disseminação de patógenos como *Salmonella*

spp., *Campylobacter spp.* e vírus da influenza aviária. Estudos conduzidos em diferentes países têm relatado prevalência desses microrganismos em sistemas alternativos, evidenciando a necessidade de estratégias eficazes de monitoramento sanitário e de biossegurança para minimizar riscos à saúde animal e à saúde pública (Zhao *et al.*, 2016; Xu *et al.*, 2021; Worku *et al.*, 2025; Zhu *et al.*, 2018).

Além dos aspectos sanitários, a literatura demonstra que os efeitos dos diferentes sistemas de criação sobre os indicadores produtivos permanecem controversos. Enquanto algumas pesquisas descrevem melhorias na qualidade dos ovos, maior expressão de comportamentos naturais e melhores condições de bem-estar em sistemas alternativos, outras relatam aumento da mortalidade, maior incidência de lesões de quilha, bicagem de penas, perdas produtivas e maior variabilidade no desempenho zootécnico. Da mesma forma, fatores como linhagem genética, manejo nutricional, qualidade das instalações, uso do ambiente externo e enriquecimento ambiental podem modificar significativamente os resultados obtidos, dificultando a comparação direta entre os estudos (Yilmaz Dikmen *et al.*, 2016; Wurtz *et al.*, 2022; Winter; Toscano; Stratmann, 2022; Wolc *et al.*, 2021).

Nos últimos anos, avanços tecnológicos também têm ampliado as possibilidades de monitoramento dos sistemas não convencionais por meio da utilização de sensores, visão computacional e técnicas de inteligência artificial capazes de acompanhar o comportamento das aves, detectar alterações locomotoras, monitorar o uso do espaço e identificar precocemente alterações relacionadas ao bem-estar e ao desempenho produtivo. Paralelamente, pesquisas envolvendo qualidade ambiental, microbiota intestinal, qualidade dos ovos e respostas fisiológicas têm contribuído para uma compreensão mais abrangente da interação entre ambiente de criação, saúde e produtividade das galinhas poedeiras (Zaninelli *et al.*, 2016; Zaninelli *et al.*, 2017; Yang *et al.*, 2024; Yang *et al.*, 2025).

Apesar do expressivo crescimento da produção científica sobre sistemas alternativos de criação, observa-se que os estudos frequentemente abordam de forma isolada os indicadores produtivos, sanitários ou de bem-estar, havendo escassez de sínteses que integrem esses três eixos de maneira crítica e abrangente. Além disso, diferenças metodológicas entre os delineamentos experimentais, os indicadores empregados, as condições ambientais e os próprios sistemas avaliados dificultam a consolidação de evidências consistentes acerca das vantagens, limitações e desafios associados aos sistemas não convencionais de avicultura de postura. Dessa forma, torna-se necessária uma revisão integrativa capaz de reunir e analisar criticamente os conhecimentos produzidos, identificando convergências, divergências e lacunas ainda existentes na literatura científica.

Considerando esse contexto, a presente revisão integrativa apresenta caráter inovador ao sintetizar, em uma única análise, evidências relacionadas simultaneamente aos indicadores produtivos, sanitários e de bem-estar em sistemas não convencionais de criação de galinhas poedeiras. Assim, o estudo tem como objetivo analisar criticamente as evidências científicas disponíveis sobre esses indicadores, identificando

os principais fatores associados ao desempenho produtivo, às condições sanitárias e ao bem-estar animal, bem como caracterizar os diferentes sistemas alternativos de criação, comparar seus efeitos sobre a produção e a saúde das aves, identificar fatores de manejo e infraestrutura relacionados aos resultados observados, sintetizar as vantagens e limitações descritas na literatura e apontar lacunas que possam subsidiar futuras pesquisas voltadas ao aprimoramento dos sistemas alternativos de produção de ovos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMAS NÃO CONVENCIONAIS DE AVICULTURA DE POSTURA

Os sistemas não convencionais de avicultura de postura compreendem diferentes modelos de criação desenvolvidos com o propósito de proporcionar melhores condições para a expressão dos comportamentos naturais das galinhas poedeiras, em contraste com os sistemas convencionais em gaiolas. Entre os principais modelos descritos na literatura destacam-se os sistemas *cage-free*, *free-range*, aviários (*aviary systems*), *barn systems*, sistemas orgânicos (*organic production*), sistemas com acesso ao pasto (*pasture-raised*) e outros sistemas com acesso ao ambiente externo. Embora apresentem diferenças quanto ao grau de liberdade, às instalações e às práticas de manejo, esses modelos compartilham o objetivo de ampliar o espaço disponível para as aves, favorecer sua movimentação e possibilitar comportamentos como empoleirar-se, ciscar, tomar banho de areia, utilizar ninhos e explorar o ambiente, aspectos considerados fundamentais para a promoção do bem-estar animal (Yilmaz Dikmen *et al.*, 2016; Wurtz *et al.*, 2022; Yan *et al.*, 2022).

As principais diferenças entre esses sistemas estão relacionadas à infraestrutura, ao acesso ao ambiente externo e ao nível de intervenção do manejo. Nos sistemas *cage-free*, as aves permanecem soltas dentro dos galpões, dispondo de poleiros, ninhos e áreas com cama, porém sem acesso obrigatório ao ambiente externo. Nos sistemas *free-range*, além dessas estruturas internas, as galinhas têm acesso periódico a áreas externas destinadas ao pastejo e à exploração ambiental. Os sistemas orgânicos, por sua vez, incorporam exigências adicionais relacionadas à alimentação, ao manejo sanitário, à densidade de alojamento e ao uso de insumos permitidos pelas certificações específicas. Já os sistemas aviários caracterizam-se pela utilização de estruturas verticais em múltiplos níveis, ampliando a área útil disponível e permitindo maior exploração tridimensional do ambiente pelas aves. Essas diferenças estruturais influenciam diretamente o comportamento, a produtividade, a sanidade e os indicadores de bem-estar, tornando necessária a avaliação individualizada de cada sistema (Zhao *et al.*, 2015; Wurtz *et al.*, 2022; Yang *et al.*, 2025).

A expansão dos sistemas alternativos de criação está associada às mudanças nas expectativas da sociedade em relação à produção animal, ao fortalecimento de políticas de bem-estar e à crescente demanda

dos consumidores por alimentos produzidos sob padrões considerados mais éticos e sustentáveis. Estudos envolvendo a percepção de produtores e consumidores demonstram que o bem-estar animal passou a constituir importante fator de decisão tanto na adoção de novas tecnologias de produção quanto nas preferências de compra de ovos. Entretanto, a implementação desses sistemas ainda enfrenta desafios relacionados aos custos de adaptação das instalações, às exigências de manejo, à qualificação da mão de obra e à necessidade de conciliar desempenho produtivo, viabilidade econômica e atendimento às normas de certificação e regulamentação vigentes. Essas dificuldades explicam, em parte, as diferenças observadas entre países e regiões quanto à velocidade de adoção dos sistemas não convencionais (Yunes; Von Keyserlingk; Hötzel, 2017; Yang *et al.*, 2024; Yang *et al.*, 2025).

Embora os sistemas não convencionais sejam frequentemente associados à melhoria do bem-estar das galinhas poedeiras, a literatura evidencia que seus efeitos dependem de diversos fatores, incluindo genética, manejo, enriquecimento ambiental, qualidade das instalações, condições climáticas e utilização efetiva das áreas externas. Pesquisas demonstram que aves mantidas em sistemas orgânicos e *free-range* tendem a apresentar maior frequência de comportamentos naturais e maior utilização dos recursos disponibilizados, porém também podem estar mais expostas a fatores ambientais e sanitários que influenciam o desempenho produtivo e a saúde do plantel. Dessa forma, a simples adoção de um sistema alternativo não garante melhores resultados, sendo indispensável o adequado planejamento das instalações, da biossegurança, do manejo nutricional e das práticas de monitoramento para que os benefícios esperados sejam efetivamente alcançados (Wurtz *et al.*, 2022; Yan *et al.*, 2022; Xu *et al.*, 2022).

2.2 INDICADORES PRODUTIVOS EM POEDEIRAS

Os indicadores produtivos constituem um dos principais parâmetros utilizados para avaliar o desempenho de galinhas poedeiras em diferentes sistemas de criação, permitindo mensurar tanto a eficiência produtiva quanto os possíveis impactos das condições de manejo sobre a produção de ovos. Entre os indicadores mais frequentemente empregados destacam-se a taxa de postura, a produção acumulada de ovos, a massa de ovos, o peso dos ovos, a qualidade da casca e dos componentes internos, além da viabilidade produtiva do lote. Nos sistemas não convencionais, esses parâmetros assumem importância ainda maior, pois possibilitam comparar o desempenho das aves mantidas em diferentes condições de alojamento e identificar possíveis relações entre produtividade, ambiente de criação e bem-estar animal. Estudos comparativos indicam que os efeitos dos sistemas alternativos sobre a produção de ovos não são uniformes, sendo influenciados por fatores como linhagem genética, idade das aves, manejo, nutrição e condições ambientais (Yilmaz Dikmen *et al.*, 2016; Wurtz *et al.*, 2022).

A qualidade dos ovos representa outro importante indicador produtivo, uma vez que influencia diretamente o valor comercial do produto e sua aceitação pelo consumidor. As avaliações normalmente

incluem características externas, como espessura, resistência e integridade da casca, bem como atributos internos relacionados à qualidade do albúmen, da gema e à composição nutricional dos ovos. Diversos estudos demonstram que fatores nutricionais, especialmente a suplementação com minerais e microminerais orgânicos, podem melhorar significativamente a formação da casca, aumentar sua resistência mecânica e favorecer a estabilidade oxidativa dos ovos. Além disso, pesquisas envolvendo sistemas orgânicos e *free-range* sugerem que as condições de criação podem modificar características físico-químicas e nutricionais dos ovos, embora esses efeitos dependam da alimentação, do manejo e da interação entre fatores ambientais e genéticos (Xiao *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2021; Yang *et al.*, 2024; Zita *et al.*, 2022).

A eficiência alimentar também constitui um parâmetro essencial na avaliação dos sistemas alternativos de produção. Indicadores como consumo de ração, conversão alimentar e utilização dos nutrientes permitem estimar a capacidade das aves em transformar os alimentos ingeridos em produção de ovos. Entretanto, nos sistemas com acesso ao ambiente externo, o maior nível de atividade física e a possibilidade de consumo de forragens, insetos e outros recursos naturais podem modificar as exigências nutricionais e influenciar a eficiência alimentar. Estratégias nutricionais envolvendo probióticos, prebióticos, fontes alternativas de proteína e suplementação mineral têm sido investigadas com o objetivo de melhorar o aproveitamento dos nutrientes, fortalecer a microbiota intestinal e manter elevados níveis de desempenho produtivo mesmo em sistemas de criação mais complexos (Yadav; Jha, 2019; Zhao *et al.*, 2022; Zhou *et al.*, 2025).

Além da produção de ovos e da eficiência alimentar, indicadores como peso corporal, uniformidade do lote, sobrevivência e viabilidade produtiva são amplamente empregados para avaliar o desempenho global das galinhas poedeiras. Esses parâmetros refletem a interação entre genética, nutrição, sanidade, ambiente e manejo, fornecendo informações importantes sobre a adaptação das aves aos diferentes sistemas de criação. Em sistemas não convencionais, a maior liberdade de movimentação pode contribuir para melhor desenvolvimento muscular e ósseo, mas também aumentar o gasto energético e a variabilidade individual do desempenho. Dessa forma, a interpretação dos indicadores produtivos deve considerar simultaneamente aspectos relacionados ao ambiente de criação, às condições sanitárias e aos indicadores de bem-estar animal, permitindo uma avaliação mais abrangente da eficiência e da sustentabilidade dos diferentes sistemas alternativos de produção de ovos (Wurtz *et al.*, 2022; Xiang *et al.*, 2018; Yin *et al.*, 2018).

2.3 INDICADORES SANITÁRIOS

Os indicadores sanitários representam um componente fundamental na avaliação dos sistemas não convencionais de avicultura de postura, uma vez que refletem as condições de saúde das aves e a eficiência das práticas de manejo e biossegurança adotadas nas propriedades. Entre os principais parâmetros utilizados destacam-se a ocorrência de enfermidades, mortalidade, morbidade, resposta imune, presença de agentes infecciosos e prevalência de parasitas. Embora os sistemas alternativos sejam reconhecidos por favorecerem a expressão de comportamentos naturais e promoverem melhorias em aspectos relacionados ao bem-estar animal, a maior interação das aves com o ambiente externo também pode aumentar a exposição a microrganismos, fauna silvestre e reservatórios ambientais de agentes patogênicos. Dessa forma, a avaliação sanitária desses sistemas exige uma abordagem integrada, considerando simultaneamente fatores ambientais, práticas de manejo, densidade de alojamento e medidas de prevenção de doenças (Xu *et al.*, 2020; Wurtz *et al.*, 2022).

Entre os principais agentes de importância sanitária em sistemas alternativos destacam-se os gêneros *Salmonella* e *Campylobacter*, ambos amplamente reconhecidos por seu impacto na saúde animal e na saúde pública. Estudos realizados com galinhas criadas em sistemas *free-range* evidenciaram a ocorrência de *Salmonella* em diferentes regiões produtoras, indicando que o contato com o ambiente externo pode favorecer a circulação desses microrganismos quando medidas adequadas de biossegurança não são implementadas (Zhao *et al.*, 2016). De forma semelhante, pesquisas recentes identificaram elevada prevalência de *Campylobacter jejuni* e *Campylobacter coli* em aves criadas em sistemas alternativos, incluindo a detecção de cepas resistentes a antimicrobianos, aspecto que amplia a preocupação quanto à disseminação desses patógenos ao longo da cadeia produtiva (Xu *et al.*, 2021; Worku *et al.*, 2025). Além das infecções bacterianas, estudos também relatam a ocorrência de vírus da influenza aviária em aves de criação com acesso ao ambiente externo, bem como maior frequência de helmintos gastrintestinais, reforçando a necessidade de vigilância epidemiológica contínua nesses sistemas (Zhu *et al.*, 2018; Zloch *et al.*, 2021).

Diante desses desafios, a biossegurança assume papel estratégico para a manutenção da saúde dos plantéis e da sustentabilidade dos sistemas não convencionais de produção de ovos. Medidas como controle do acesso de pessoas e animais às instalações, higienização de equipamentos, monitoramento microbiológico, manejo adequado da cama, qualidade da água, programas de vacinação e desinfecção das instalações contribuem para reduzir o risco de introdução e disseminação de agentes infecciosos. Adicionalmente, o monitoramento das condições ambientais e da qualidade do ar, associado ao uso de tecnologias para vigilância sanitária e detecção precoce de alterações no comportamento das aves, pode auxiliar na identificação rápida de problemas de saúde e na adoção de medidas corretivas. Assim, a manutenção de elevados padrões sanitários depende da integração entre infraestrutura adequada, manejo

eficiente e programas consistentes de biosseguridade, permitindo reduzir a mortalidade, preservar a produtividade e promover melhores condições de bem-estar para as galinhas poedeiras criadas em sistemas alternativos (Zhao *et al.*, 2016; Zang *et al.*, 2019; Yang *et al.*, 2025; Yi *et al.*, 2025).

2.4 BEM-ESTAR ANIMAL EM GALINHAS POEDEIRAS

O bem-estar animal constitui um dos principais pilares para a avaliação dos sistemas não convencionais de criação de galinhas poedeiras, representando um conceito multidimensional que contempla aspectos físicos, fisiológicos, comportamentais e sanitários. Na avicultura de postura, esse conceito está diretamente relacionado à capacidade das aves de manterem adequado estado de saúde, expressarem comportamentos naturais, adaptarem-se ao ambiente e responderem aos desafios de manejo sem comprometimento significativo de suas funções biológicas. O crescente interesse da sociedade por sistemas de produção mais sustentáveis e eticamente responsáveis tem impulsionado pesquisas voltadas à identificação de indicadores capazes de mensurar objetivamente o bem-estar das aves, subsidiando tanto o desenvolvimento de tecnologias quanto a formulação de normas e certificações para os diferentes sistemas de criação (Yunes; Von Keyserlingk; Hötzel, 2017; Yang *et al.*, 2024).

A avaliação do bem-estar baseia-se na utilização de indicadores comportamentais, físicos e fisiológicos, que permitem identificar alterações na adaptação das aves ao ambiente de criação. Entre os indicadores comportamentais destacam-se a utilização de poleiros e ninhos, o banho de areia, o forrageamento, a exploração do ambiente, a locomoção, o repouso, além da ocorrência de comportamentos anormais, como bicagem de penas e canibalismo. Estudos demonstram que sistemas *cage-free*, *free-range* e orgânicos favorecem maior expressão desses comportamentos naturais em comparação aos sistemas convencionais, embora fatores como genética, enriquecimento ambiental, densidade de alojamento e manejo possam influenciar significativamente a frequência dessas atividades. Além disso, pesquisas recentes evidenciam que o monitoramento automatizado por sensores, visão computacional e inteligência artificial tem ampliado a capacidade de acompanhar continuamente o comportamento das aves, permitindo identificar precocemente alterações relacionadas ao bem-estar (Winter; Toscano; Stratmann, 2022; Xu *et al.*, 2022; Yang *et al.*, 2024; Yang *et al.*, 2025).

Entre os indicadores físicos de bem-estar, a integridade da plumagem, a ocorrência de lesões de quilha (*keel bone damage*), a dermatite plantar e a condição corporal das aves figuram entre os parâmetros mais frequentemente utilizados na literatura científica. A perda de penas e a bicagem excessiva podem indicar problemas relacionados ao ambiente, ao manejo ou às interações sociais, enquanto as lesões de quilha estão associadas principalmente ao uso de poleiros, à estrutura das instalações e à movimentação das aves em sistemas multiníveis. Da mesma forma, a ocorrência de dermatite plantar pode refletir

inadequações na qualidade da cama, na umidade do ambiente e nas condições de higiene das instalações. Embora os sistemas alternativos proporcionem maior liberdade de movimento e estimulem comportamentos naturais, eles também podem aumentar o risco de determinados tipos de lesões caso não sejam adequadamente planejados e manejados (Yilmaz Dikmen *et al.*, 2016; Wurtz *et al.*, 2022; Xu *et al.*, 2022).

Os indicadores fisiológicos complementam a avaliação do bem-estar ao fornecer informações sobre as respostas orgânicas das aves frente aos desafios ambientais e de manejo. Entre esses indicadores destacam-se a concentração de corticosterona, os parâmetros relacionados ao estresse oxidativo, a resposta imune e alterações hormonais associadas ao desempenho reprodutivo. Situações de estresse prolongado podem comprometer a imunocompetência, reduzir a produtividade e afetar negativamente a qualidade dos ovos, enquanto ambientes enriquecidos e condições adequadas de manejo tendem a favorecer maior estabilidade fisiológica. Pesquisas envolvendo análises transcriptômicas e hormonais também demonstram que diferentes sistemas de criação podem modificar a expressão gênica relacionada ao metabolismo, à resposta imunológica e aos mecanismos envolvidos na adaptação das aves ao ambiente, evidenciando que o bem-estar resulta da interação entre fatores genéticos, nutricionais e ambientais (Xiang *et al.*, 2018; Yin *et al.*, 2018; Xu *et al.*, 2020).

Dessa forma, a avaliação do bem-estar em sistemas não convencionais deve ser realizada de maneira integrada, considerando simultaneamente indicadores comportamentais, físicos, fisiológicos e produtivos. A literatura demonstra que a simples adoção de sistemas alternativos não garante, por si só, melhores condições de bem-estar, uma vez que os resultados dependem da qualidade do manejo, da infraestrutura, do enriquecimento ambiental, da biossegurança, da densidade de alojamento e das características genéticas das aves. Assim, a utilização conjunta de diferentes indicadores permite uma avaliação mais abrangente das condições de criação, contribuindo para o desenvolvimento de sistemas de produção capazes de conciliar eficiência produtiva, saúde animal e expressão dos comportamentos naturais das galinhas poedeiras (Wurtz *et al.*, 2022; Yan *et al.*, 2022; Xu *et al.*, 2022).

3 METODOLOGIA

O presente estudo consistiu em uma revisão integrativa da literatura, de natureza descritiva, analítica e interpretativa, desenvolvida com o objetivo de reunir, avaliar, sintetizar e analisar criticamente as evidências científicas disponíveis acerca dos indicadores produtivos, sanitários e de bem-estar em sistemas não convencionais de avicultura de postura. A escolha desse método justificou-se por sua capacidade de integrar resultados provenientes de diferentes delineamentos metodológicos, permitindo uma compreensão abrangente do conhecimento produzido sobre o tema e a identificação de convergências, divergências e lacunas existentes na literatura científica.

A condução da revisão seguiu etapas metodológicas previamente definidas, compreendendo a formulação da questão de pesquisa, a definição da estratégia de busca, a seleção das bases de dados, a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, a identificação e seleção dos estudos elegíveis, a extração das informações relevantes, a análise crítica das evidências e a síntese qualitativa dos resultados. Esse procedimento metodológico possibilitou a organização sistemática das informações disponíveis e favoreceu uma análise integrada dos diferentes indicadores relacionados ao desempenho produtivo, às condições sanitárias e ao bem-estar das galinhas poedeiras criadas em sistemas alternativos de produção.

A elaboração da pergunta norteadora da revisão foi fundamentada na estratégia PIO (População, Interesse e Desfecho), amplamente utilizada para estruturar revisões de literatura em pesquisas da área da saúde e das ciências agrárias. A população (P) foi constituída por galinhas poedeiras (*laying hens*) criadas em sistemas de produção de ovos. O componente de interesse (I) compreendeu os sistemas não convencionais de avicultura de postura, incluindo sistemas *free-range*, *cage-free*, aviários (*aviary systems*), sistemas orgânicos, *pasture-raised*, *barn systems*, sistemas com acesso ao ambiente externo (*outdoor systems*) e outros sistemas alternativos de criação. Os desfechos (O) abrangeram os principais indicadores produtivos, sanitários e de bem-estar animal descritos na literatura científica, incluindo produção e qualidade dos ovos, conversão alimentar, consumo de ração, peso corporal, mortalidade, viabilidade produtiva, ocorrência de enfermidades, presença de patógenos, biossegurança, morbidade, comportamento, estresse, integridade da plumagem, bicagem de penas, qualidade óssea, lesões de quilha, dermatite plantar, conforto e expressão de comportamentos naturais. Com base nessa estratégia, foi formulada a seguinte pergunta de pesquisa: **quais são as evidências científicas disponíveis sobre os indicadores produtivos, sanitários e de bem-estar em galinhas poedeiras criadas em sistemas não convencionais de produção de ovos, e quais fatores estão associados ao desempenho produtivo, às condições sanitárias e ao bem-estar animal nesses sistemas?**

A busca bibliográfica foi realizada na base de dados PubMed (National Library of Medicine), selecionada por sua ampla cobertura de periódicos científicos nas áreas de Medicina Veterinária, Produção Animal, Zootecnia, Saúde Animal e Ciências Biológicas. A estratégia de busca foi elaborada previamente com base na pergunta de pesquisa estruturada segundo a estratégia PIO, utilizando descritores controlados do *Medical Subject Headings* (MeSH) e termos livres pesquisados nos campos de título e resumo (*Title/Abstract*). A combinação desses termos visou maximizar a sensibilidade da busca, permitindo a recuperação do maior número possível de estudos potencialmente relevantes sobre sistemas não convencionais de avicultura de postura e seus indicadores produtivos, sanitários e de bem-estar.

A estratégia de busca foi construída por meio da utilização dos operadores booleanos “AND” e “OR”, agrupando os termos em três grandes blocos correspondentes aos componentes da estratégia PIO. O

primeiro bloco contemplou a população de interesse, incluindo descritores e palavras-chave relacionados às galinhas poedeiras, como "*Chickens*"[*Mesh*], *laying hens*, *layer hens*, *egg-laying hens*, *poultry* e *chicken*. O segundo bloco reuniu os diferentes sistemas não convencionais de criação, abrangendo termos como *free-range*, *cage-free*, *aviary*, *barn system*, *floor system*, *deep litter*, *outdoor systems*, *pasture-raised*, *organic production*, *alternative housing*, *alternative systems*, *alternative poultry production*, *non-conventional systems* e *backyard poultry*. O terceiro bloco compreendeu os desfechos de interesse, incluindo descritores MeSH relacionados ao bem-estar animal, doenças, estado de saúde e manejo animal, além de termos referentes aos indicadores produtivos, sanitários e de bem-estar, como produção e qualidade dos ovos, conversão alimentar, consumo de ração, peso corporal, mortalidade, agentes patogênicos, biossegurança, comportamento, estresse, integridade da plumagem, lesões de quilha, qualidade óssea, dermatite plantar e corticosterona.

A execução da estratégia de busca resultou na identificação inicial de 2.931 registros na base de dados PubMed. Após as etapas de triagem, leitura dos títulos e resumos, avaliação da elegibilidade e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos, foram selecionados os estudos que apresentavam aderência direta ao objetivo da revisão integrativa. A estratégia de busca foi desenvolvida de forma a garantir ampla abrangência, reprodutibilidade e transparência metodológica, permitindo a identificação das principais evidências científicas publicadas sobre indicadores produtivos, sanitários e de bem-estar em galinhas poedeiras criadas em sistemas não convencionais de produção de ovos.

Foram incluídos na revisão estudos que abordaram galinhas poedeiras (*laying hens*) criadas em sistemas de produção de ovos, com enfoque em sistemas não convencionais de criação, tais como *free-range*, *cage-free*, aviários (*aviary systems*), sistemas orgânicos, *pasture-raised*, *barn systems*, sistemas com acesso ao ambiente externo (*outdoor systems*) e outros sistemas alternativos. Também foram considerados elegíveis os estudos que avaliaram um ou mais dos desfechos de interesse da presente revisão, incluindo indicadores produtivos (produção e qualidade dos ovos, conversão alimentar, consumo de ração, peso corporal, mortalidade e viabilidade produtiva), indicadores sanitários (estado sanitário, ocorrência de doenças, presença de patógenos, morbidade, mortalidade e medidas de biossegurança) e indicadores de bem-estar animal (comportamento, estresse, integridade da plumagem, bicagem de penas, qualidade óssea, lesões de quilha, dermatite plantar, conforto e expressão de comportamentos naturais).

Quanto ao delineamento metodológico, foram incluídos ensaios experimentais, estudos de coorte, estudos caso-controle, estudos transversais, estudos observacionais e estudos comparativos, bem como revisões sistemáticas, meta-análises, revisões integrativas com metodologia claramente descrita e teses ou dissertações que apresentassem rigor metodológico explícito. A seleção foi restrita às publicações disponibilizadas na íntegra, publicadas entre os anos de 2015 e 2025, nos idiomas português, inglês ou

espanhol. Além disso, somente foram considerados os estudos que apresentaram aderência direta à pergunta de pesquisa estruturada segundo a estratégia PIO e aos objetivos estabelecidos para a revisão integrativa.

Foram excluídos estudos realizados exclusivamente com frangos de corte, aves ornamentais ou outras espécies avícolas que não galinhas poedeiras, bem como pesquisas direcionadas apenas a sistemas convencionais de criação em gaiolas, sem comparação ou discussão envolvendo sistemas alternativos. Também foram excluídos estudos voltados exclusivamente para aspectos econômicos, mercadológicos ou de comercialização, sem avaliação dos indicadores produtivos, sanitários ou de bem-estar animal, além de pesquisas exclusivamente laboratoriais ou moleculares que não estabelecessem relação direta com os sistemas de criação. Editorial, carta ao editor, artigos de opinião, comentários, resumos simples, publicações sem dados científicos originais, estudos com metodologia insuficientemente descrita, trabalhos duplicados entre as etapas de seleção, publicações fora do período previamente definido, estudos sem disponibilidade de texto completo e pesquisas sem aderência ao objetivo da revisão também foram excluídos da amostra final.

O processo de seleção dos estudos foi conduzido em etapas sequenciais, seguindo um modelo adaptado do fluxograma PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), com o objetivo de garantir transparência, reprodutibilidade e rigor metodológico na identificação da amostra final. Inicialmente, todos os registros identificados na base de dados PubMed foram compilados e organizados em uma planilha eletrônica, sendo realizada a remoção de duplicatas e a padronização dos registros para posterior análise.

Na etapa de identificação, foram recuperados 2.931 registros, os quais foram submetidos à triagem inicial por meio da leitura de títulos e resumos, com o intuito de verificar a aderência ao tema da revisão. Em seguida, os estudos potencialmente relevantes foram selecionados para leitura na íntegra, etapa na qual foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. Nessa fase, foram avaliados aspectos como tipo de sistema de criação, espécie estudada, desfechos analisados e adequação metodológica.

Após a triagem e a avaliação de elegibilidade, os estudos que atenderam integralmente aos critérios estabelecidos foram incluídos na amostra final da revisão integrativa, totalizando 52 estudos selecionados, após a avaliação de 74 artigos em texto completo. O processo de seleção foi realizado de forma independente e criteriosa, garantindo que apenas estudos com aderência direta à pergunta de pesquisa fossem incluídos na síntese final, assegurando consistência entre os objetivos propostos e as evidências analisadas.

A extração dos dados dos estudos incluídos foi realizada de forma sistematizada, com o objetivo de padronizar e organizar as informações relevantes para a síntese da revisão integrativa. Foi utilizada uma

planilha estruturada para registro das variáveis de interesse, garantindo uniformidade na coleta e facilitando a comparação entre os estudos selecionados. As informações extraídas incluíram características gerais dos estudos (autor, ano de publicação, país e delineamento metodológico), tipo de sistema de criação avaliado, população estudada, bem como os principais desfechos relacionados aos indicadores produtivos, sanitários e de bem-estar animal.

Os dados foram posteriormente agrupados em categorias temáticas de acordo com os objetivos da revisão, permitindo uma análise descritiva, interpretativa e comparativa das evidências encontradas na literatura. Não foram aplicadas técnicas de meta-análise ou análise estatística inferencial, em razão da heterogeneidade metodológica e das diferentes abordagens utilizadas nos estudos incluídos. Assim, adotou-se uma síntese qualitativa dos resultados, com interpretação crítica das evidências científicas, destacando convergências, divergências e lacunas do conhecimento relacionadas aos sistemas não convencionais de avicultura de postura.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDOS INCLUÍDOS

A presente revisão integrativa incluiu um total de 52 estudos, selecionados a partir da base de dados PubMed após aplicação dos critérios de elegibilidade previamente estabelecidos. Os estudos analisados foram publicados entre os anos de 2015 e 2025, abrangendo diferentes delineamentos metodológicos, incluindo ensaios experimentais, estudos observacionais, estudos comparativos, revisões sistemáticas e análises integrativas. Essa diversidade metodológica reflete a complexidade do tema investigado e a multiplicidade de abordagens utilizadas para avaliar os indicadores produtivos, sanitários e de bem-estar em sistemas não convencionais de avicultura de postura.

Quanto à distribuição geográfica, observou-se predominância de estudos conduzidos em países da Europa, Ásia e América do Norte, com destaque para pesquisas realizadas em contextos de produção intensiva com transição para sistemas alternativos, como sistemas *cage-free* e *free-range*. Também foram identificados estudos provenientes de países com sistemas de produção extensivos ou de pequena escala, nos quais o uso de sistemas com acesso ao ambiente externo e modelos orgânicos é mais frequente. Essa distribuição evidencia o interesse global pelo tema, impulsionado por demandas relacionadas ao bem-estar animal, segurança alimentar e sustentabilidade dos sistemas de produção de ovos.

Em relação aos sistemas de criação avaliados, observou-se predominância de estudos comparativos entre sistemas convencionais em gaiolas e sistemas não convencionais, especialmente *cage-free*, *free-range* e aviários (*aviary systems*). Sistemas orgânicos e sistemas com acesso ao pasto também foram amplamente representados, embora em menor proporção. Alguns estudos incluíram ainda avaliações de sistemas enriquecidos ou modificados, nos quais foram introduzidos recursos ambientais adicionais, como poleiros,

ninhos e substratos, com o objetivo de melhorar o bem-estar das aves e reduzir comportamentos indesejáveis.

No que se refere aos desfechos analisados, a maioria dos estudos abordou simultaneamente mais de um eixo de avaliação, combinando indicadores produtivos, sanitários e de bem-estar animal. Os indicadores produtivos mais frequentes incluíram taxa de postura, qualidade dos ovos, conversão alimentar e peso corporal. Já os indicadores sanitários envolveram a ocorrência de patógenos, como *Salmonella spp.* e *Campylobacter spp.*, além de mortalidade e morbidade dos plantéis. No campo do bem-estar animal, destacaram-se avaliações comportamentais, integridade da plumagem, lesões de quilha, dermatite plantar e níveis de estresse fisiológico.

De forma geral, observou-se que os estudos incluídos apresentaram heterogeneidade significativa em relação aos delineamentos experimentais, às condições de manejo e aos indicadores utilizados, o que limita a comparação direta entre os resultados. Ainda assim, foi possível identificar padrões consistentes na literatura, especialmente no que se refere às relações entre sistemas de criação, desempenho produtivo, exposição a agentes sanitários e indicadores de bem-estar. Essa heterogeneidade reforça a necessidade de sínteses integrativas capazes de organizar criticamente as evidências disponíveis e fornecer uma visão abrangente sobre os impactos dos sistemas não convencionais de produção de ovos.

4.2 EFEITOS DOS SISTEMAS NÃO CONVENCIONAIS SOBRE INDICADORES PRODUTIVOS

Os indicadores produtivos avaliados nos estudos incluídos demonstraram variação consistente entre os diferentes sistemas de criação de galinhas poedeiras, especialmente quando comparados sistemas convencionais em gaiolas com sistemas não convencionais, como *free-range*, *cage-free* e aviários. De modo geral, a produção de ovos foi um dos parâmetros mais frequentemente analisados, evidenciando que, embora alguns sistemas alternativos possam manter níveis produtivos semelhantes aos sistemas convencionais, outros apresentam redução na taxa de postura em função de fatores relacionados ao ambiente, ao manejo e ao nível de atividade das aves (Yilmaz Dikmen *et al.*, 2016; Wurtz *et al.*, 2022).

Em relação à produção de ovos, observou-se que sistemas com maior liberdade de movimentação, como *free-range* e sistemas com acesso ao ambiente externo, tendem a apresentar maior variabilidade na taxa de postura. Essa variação pode estar associada à exposição a condições ambientais adversas, maior gasto energético das aves e diferenças no comportamento alimentar. Por outro lado, sistemas *cage-free* e aviários, quando bem manejados, demonstraram capacidade de manter desempenho produtivo próximo ao observado em sistemas convencionais, sugerindo que a infraestrutura interna e o manejo adequado são fatores determinantes para a estabilidade da produção (Wurtz *et al.*, 2022; Yan *et al.*, 2022).

A conversão alimentar e o consumo de ração também foram influenciados pelos sistemas de criação, com tendência de aumento do consumo alimentar em sistemas não convencionais. Esse aumento pode estar relacionado à maior atividade física das aves e à necessidade de compensação energética decorrente da exploração do ambiente. Em alguns estudos, a eficiência alimentar foi reduzida em sistemas com acesso ao exterior, enquanto sistemas enriquecidos e aviários bem estruturados apresentaram melhor equilíbrio entre consumo e produção, indicando que o manejo nutricional e ambiental exerce papel central na manutenção da eficiência produtiva (Yadav; Jha, 2019; Zhao *et al.*, 2022).

Quanto à qualidade dos ovos, diversos estudos apontaram que sistemas não convencionais podem influenciar positivamente características como composição nutricional, qualidade da casca e perfil lipídico, especialmente em sistemas orgânicos e de produção ao ar livre. A suplementação mineral e o manejo nutricional foram identificados como fatores importantes na melhoria da resistência da casca e na estabilidade oxidativa dos ovos. Entretanto, alguns estudos também relataram maior incidência de ovos sujos ou com defeitos externos em sistemas com acesso ao solo ou ao ambiente externo, o que pode impactar a qualidade comercial do produto final (Xiao *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2021; Zita *et al.*, 2022).

As comparações entre sistemas indicaram que não há um padrão único de superioridade produtiva entre os modelos avaliados, sendo os resultados altamente dependentes de fatores como genética das aves, densidade de alojamento, qualidade das instalações e nível de manejo. Em alguns casos, sistemas convencionais apresentaram maior estabilidade produtiva, enquanto sistemas não convencionais demonstraram vantagens em termos de qualidade do produto e expressão comportamental das aves, ainda que com maior variabilidade nos resultados produtivos (Wurtz *et al.*, 2022; Xiang *et al.*, 2018).

De forma geral, os achados sugerem que os sistemas não convencionais de produção de ovos apresentam um conjunto de trade-offs produtivos, nos quais possíveis ganhos em aspectos de bem-estar e qualidade do produto podem estar associados a variações na eficiência produtiva. Essa relação reforça a importância de estratégias integradas de manejo, nutrição e infraestrutura, capazes de minimizar perdas produtivas e, ao mesmo tempo, manter os benefícios associados aos sistemas alternativos de criação de galinhas poedeiras.

4.3 IMPACTOS SANITÁRIOS DOS SISTEMAS ALTERNATIVOS

Os estudos incluídos na revisão indicaram que os sistemas não convencionais de avicultura de postura apresentam impactos sanitários relevantes, especialmente em relação à maior exposição das aves a agentes patogênicos presentes no ambiente. Entre os microrganismos mais frequentemente investigados destacam-se *Salmonella spp.* e *Campylobacter spp.*, cuja prevalência tende a ser influenciada pelo tipo de sistema de criação e pelas condições de biossegurança adotadas. Em sistemas com acesso ao ambiente

externo, observou-se maior risco de contato com reservatórios ambientais desses patógenos, o que pode contribuir para variações na ocorrência de infecções (Xu *et al.*, 2021; Worku *et al.*, 2025).

No que se refere às doenças e infecções, verificou-se que sistemas *free-range* e de produção ao ar livre podem apresentar maior diversidade de agentes infecciosos, devido à maior interação das aves com solo, fauna silvestre e matéria orgânica ambiental. Estudos apontaram a presença de parasitas gastrointestinais e maior exposição a fungos e bactérias ambientais em sistemas menos confinados, o que pode impactar a saúde intestinal e o desempenho imunológico das aves (Zloch *et al.*, 2021; Yang *et al.*, 2025). Entretanto, alguns trabalhos também indicaram que práticas adequadas de manejo e biossegurança podem reduzir significativamente esses riscos.

A mortalidade e a morbidade apresentaram variações entre os sistemas avaliados, sendo influenciadas por fatores como densidade de alojamento, qualidade da ventilação, manejo sanitário e estrutura das instalações. Em determinados estudos, sistemas alternativos apresentaram taxas de mortalidade ligeiramente superiores, possivelmente associadas a maior incidência de lesões, estresse ambiental e desafios sanitários. Por outro lado, sistemas bem manejados e com enriquecimento ambiental adequado demonstraram capacidade de manter índices de saúde comparáveis aos sistemas convencionais, evidenciando o papel central do manejo na mitigação de riscos (Zhao *et al.*, 2021; Yi *et al.*, 2025).

O risco de exposição ambiental foi amplamente destacado como um dos principais fatores associados à variabilidade sanitária entre sistemas. A presença de poeira orgânica, aerossóis microbianos e contato com superfícies contaminadas pode aumentar a carga de patógenos no ambiente de criação, especialmente em sistemas com maior acesso ao exterior ou com menor controle ambiental. Além disso, fatores como ventilação inadequada e acúmulo de dejetos foram associados ao aumento da pressão sanitária dentro das instalações, favorecendo a disseminação de agentes infecciosos (Zhao *et al.*, 2015; Yi *et al.*, 2025).

De forma geral, os achados indicam que os sistemas não convencionais de produção de ovos apresentam um equilíbrio complexo entre benefícios relacionados ao bem-estar animal e desafios sanitários adicionais. Embora possam oferecer ambientes mais naturais e favoráveis ao comportamento das aves, esses sistemas exigem maior rigor em estratégias de biossegurança, monitoramento sanitário e manejo preventivo, de forma a reduzir a incidência de doenças e garantir a sustentabilidade produtiva e sanitária dos plantéis.

4.4 INDICADORES DE BEM-ESTAR ANIMAL

Os indicadores de bem-estar animal analisados nos estudos incluídos evidenciaram diferenças consistentes entre sistemas convencionais e não convencionais de produção de ovos. De forma geral,

sistemas *free-range*, *cage-free* e aviários foram associados a maior expressão de comportamentos naturais das galinhas poedeiras, como forrageamento, banho de poeira e exploração do ambiente. Entretanto, esses benefícios comportamentais frequentemente coexistiram com desafios relacionados à integridade física das aves, indicando a natureza multifatorial do bem-estar animal nesses sistemas (Yan *et al.*, 2022; Wurtz *et al.*, 2022).

Em relação à integridade da plumagem, diversos estudos relataram maior variabilidade nos índices de condição de penas em sistemas não convencionais. Em alguns casos, observou-se melhora na plumagem em função da redução do estresse social e maior possibilidade de fuga de interações agressivas. Por outro lado, também foram registrados piores escores de plumagem em sistemas com maior densidade ou manejo inadequado, sugerindo que a estrutura do sistema e a qualidade da gestão influenciam diretamente esse indicador (Xu *et al.*, 2022; Yilmaz Dikmen *et al.*, 2016).

As lesões de quilha e a pododermatite foram amplamente relatadas como importantes indicadores de bem-estar físico. Os estudos indicaram que sistemas com superfícies inadequadas, alta densidade ou manejo deficiente de cama podem aumentar a ocorrência dessas lesões, especialmente em sistemas *cage-free* e aviários. Entretanto, quando comparados a sistemas convencionais em gaiolas, alguns sistemas alternativos com melhor ambiência apresentaram redução em determinados tipos de lesões, evidenciando que o tipo de alojamento, por si só, não determina isoladamente o nível de bem-estar (Zhao *et al.*, 2015; Yilmaz Dikmen *et al.*, 2016).

O comportamento natural das aves foi consistentemente mais expresso em sistemas não convencionais, especialmente aqueles com acesso ao ambiente externo. A possibilidade de movimentação, exploração e interação com substratos naturais foi associada a maior diversidade comportamental e redução de comportamentos estereotipados. No entanto, o uso do espaço externo variou significativamente entre os estudos, sendo influenciado por fatores como clima, predadores, densidade e estrutura das instalações, o que afeta diretamente a consistência dos resultados observados (Yan *et al.*, 2022; Wurtz *et al.*, 2022).

Os indicadores de estresse fisiológico, frequentemente avaliados por meio de níveis de corticosterona e respostas imunológicas, também apresentaram variação entre os sistemas de criação. Alguns estudos indicaram menores níveis de estresse em sistemas enriquecidos ou com maior liberdade de comportamento, enquanto outros apontaram aumento do estresse em ambientes com maior exposição a fatores ambientais adversos. Essa divergência sugere que o estresse em galinhas poedeiras está mais relacionado às condições de manejo e ambiência do que exclusivamente ao tipo de sistema de produção (Xiang *et al.*, 2018; Xu *et al.*, 2020).

De forma geral, a bicagem de penas e a agressividade foram identificadas como desafios importantes no bem-estar em sistemas não convencionais, especialmente em situações de manejo inadequado ou alta densidade populacional. Embora a maior liberdade de movimentação possa reduzir conflitos em alguns

contextos, a complexidade social das aves em sistemas coletivos pode favorecer a ocorrência de comportamentos agressivos. Assim, os resultados indicam que o bem-estar animal em sistemas alternativos depende de um equilíbrio entre ambiente físico, manejo e estrutura social das aves, não sendo determinado exclusivamente pelo tipo de sistema de criação.

4.5 INTEGRAÇÃO CRÍTICA DOS ACHADOS

A análise integrada dos estudos incluídos evidencia a existência de um conjunto consistente de *trade-offs* entre produtividade, sanidade e bem-estar animal nos sistemas não convencionais de avicultura de postura. Enquanto sistemas como *free-range*, *cage-free* e aviários tendem a promover melhorias em indicadores comportamentais e aspectos relacionados ao bem-estar, esses ganhos nem sempre se traduzem em maior estabilidade produtiva ou sanitária. Em contrapartida, sistemas mais confinados apresentam maior previsibilidade produtiva, mas com limitações importantes no que se refere à expressão de comportamentos naturais e liberdade de movimentação das aves.

A influência do manejo emergiu como um fator determinante na mediação desses resultados. Os achados indicam que diferenças na qualidade da ambiência, densidade de alojamento, nutrição, ventilação e biossegurança podem ser mais relevantes do que o tipo de sistema de criação em si. Assim, sistemas não convencionais bem manejados podem apresentar desempenho produtivo e sanitário semelhante ao de sistemas convencionais, ao passo que sistemas alternativos mal conduzidos podem intensificar problemas de saúde, estresse e redução da eficiência produtiva (Zhao *et al.*, 2021; Yi *et al.*, 2025).

Observou-se, ainda, significativa inconsistência entre os estudos quanto à magnitude dos efeitos dos sistemas de criação sobre os indicadores avaliados. Essa variabilidade pode ser atribuída à heterogeneidade metodológica, diferenças genéticas entre linhagens de poedeiras, condições climáticas e distintos níveis de implementação dos sistemas alternativos. Além disso, a ausência de padronização dos indicadores de bem-estar e de protocolos sanitários dificulta a comparação direta entre os resultados, limitando a generalização das conclusões.

Por fim, as limitações metodológicas identificadas na literatura incluem a predominância de estudos transversais ou de curto prazo, a variabilidade nos critérios de avaliação dos desfechos e a escassez de abordagens integradas que considerem simultaneamente os três eixos analisados. Essas limitações reforçam a necessidade de interpretações cautelosas e evidenciam a importância de estudos mais robustos, capazes de incorporar múltiplas dimensões da produção avícola em sistemas não convencionais.

4.6 LACUNAS DO CONHECIMENTO

Os estudos incluídos nesta revisão integrativa apresentaram distribuição temporal entre os anos de 2015 e 2025. O conjunto de evidências mostrou maior concentração de publicações a partir de 2018. Esse padrão indicou o aumento do interesse científico por sistemas não convencionais de avicultura de postura. Os estudos analisados abrangeram diferentes países e contextos produtivos. A literatura incluiu pesquisas realizadas em sistemas intensivos, semi-intensivos e extensivos. Os autores investigaram principalmente sistemas *free-range*, *cage-free*, aviários e orgânicos. Também foram identificados estudos com sistemas *pasture-raised*, *barn systems* e sistemas com acesso ao ambiente externo (Zhao *et al.*, 2015; Wurtz *et al.*, 2022; Yan *et al.*, 2022).

A análise da literatura evidencia importantes lacunas no conhecimento científico relacionado aos sistemas não convencionais de avicultura de postura, especialmente no que se refere à ausência de padronização dos indicadores utilizados para avaliar produtividade, sanidade e bem-estar animal. Observa-se que diferentes estudos empregam métricas distintas para os mesmos desfechos, o que dificulta a comparação direta dos resultados e limita a consolidação de evidências mais robustas sobre o impacto real desses sistemas.

Outra lacuna relevante refere-se à escassez de estudos longitudinais capazes de acompanhar o desempenho das aves ao longo de todo o ciclo produtivo. A maioria das investigações disponíveis possui delineamento transversal ou experimental de curta duração, o que restringe a compreensão dos efeitos cumulativos dos sistemas de criação sobre a saúde, o comportamento e a produtividade das galinhas poedeiras. Essa limitação compromete a avaliação de impactos de longo prazo, especialmente em sistemas com alta variabilidade ambiental, como *free-range* e sistemas orgânicos.

Por fim, destaca-se a necessidade de maior integração entre os três eixos analisados nesta revisão – produtividade, sanidade e bem-estar animal – uma vez que grande parte dos estudos ainda aborda esses aspectos de forma isolada. A literatura aponta para a importância de abordagens multidimensionais e interdisciplinares que permitam compreender de maneira mais abrangente os efeitos dos sistemas não convencionais de produção de ovos, contribuindo para o desenvolvimento de sistemas mais sustentáveis, equilibrados e cientificamente embasados.

5 CONCLUSÃO

A presente revisão integrativa evidenciou que os sistemas não convencionais de avicultura de postura, como *free-range*, *cage-free*, aviários e sistemas orgânicos, exercem efeitos simultâneos e interdependentes sobre os indicadores produtivos, sanitários e de bem-estar das galinhas poedeiras. De maneira geral, tais sistemas apresentam maior complexidade de resultados quando comparados aos sistemas

convencionais, refletindo variações significativas de desempenho associadas às condições de manejo, ambiência e estrutura produtiva.

Em relação aos indicadores produtivos, conclui-se que não há superioridade absoluta entre os sistemas avaliados, sendo observados tanto ganhos quanto perdas em desempenho, dependendo das condições de implementação. Sistemas não convencionais podem manter níveis aceitáveis de produção e qualidade de ovos, mas frequentemente apresentam maior variabilidade na eficiência produtiva, especialmente em função do aumento da atividade das aves e das condições ambientais mais expostas.

Quanto aos aspectos sanitários e de bem-estar animal, conclui-se que sistemas não convencionais tendem a favorecer a expressão de comportamentos naturais e determinados indicadores de bem-estar, embora possam estar associados a maior risco de exposição a agentes patogênicos e desafios sanitários adicionais. Assim, observa-se um cenário de equilíbrio delicado entre benefícios comportamentais e potenciais vulnerabilidades sanitárias, fortemente mediado pelas práticas de manejo e biossegurança adotadas.

Dessa forma, o objetivo geral da pesquisa foi atendido ao se sintetizar criticamente as evidências disponíveis sobre os efeitos dos sistemas não convencionais de produção de ovos, identificando interações importantes entre produtividade, sanidade e bem-estar animal. A principal contribuição deste estudo consiste na integração desses três eixos analíticos, frequentemente abordados de forma isolada na literatura, permitindo uma compreensão mais ampla e sistêmica dos impactos desses modelos produtivos.

Por fim, recomenda-se que futuras pesquisas adotem delineamentos longitudinais, maior padronização de indicadores e abordagens integradas que considerem simultaneamente produtividade, sanidade e bem-estar animal. Além disso, destaca-se a necessidade de estudos que avaliem estratégias de manejo capazes de mitigar os impactos negativos e potencializar os benefícios dos sistemas não convencionais, contribuindo para o desenvolvimento de sistemas de produção de ovos mais sustentáveis e equilibrados.

REFERÊNCIAS

[1] WINTER, J.; TOSCANO, M. J.; STRATMANN, A. The potential of a light spot, heat area, and novel object to attract laying hens and induce piling behaviour. **Animal**, v. 16, n. 8, art. 100567, p. 1-8, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35849910/>.

[2] WOLC, A. *et al.* Heritability of perching behavior and its genetic relationship with incidence of floor eggs in Rhode Island red chickens. **Genetics Selection Evolution**, v. 53, n. 1, art. 38, p. 1-9, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33882840/>.

- [3] WORKU, M. *et al.* Prevalence and antimicrobial-resistant *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in free-range chickens in Northwest Ethiopia. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 113, n. 3, p. 694-700, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40555195/>.
- [4] WURTZ, K. E. *et al.* Commercial layer hybrids kept under organic conditions: a comparison of range use, welfare, and egg production in two layer strains. **Poultry Science**, v. 101, n. 9, art. 102005, p. 1-14, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35841633/>.
- [5] XIANG, H. *et al.* Transcriptome changes provide genetic insights into the effects of rearing systems on chicken welfare and product quality. **Journal of Animal Science**, v. 96, n. 11, p. 4552-4561, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30169713/>.
- [6] XIAO, J. F. *et al.* Bioefficacy comparison of organic manganese with inorganic manganese for eggshell quality in hy-line brown laying hens. **Poultry Science**, v. 94, n. 8, p. 1871-1878, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26047673/>.
- [7] XU, D. *et al.* Farm environmental enrichments improve the welfare of layer chicks and pullets: a comprehensive review. **Animals**, v. 12, n. 19, art. 2610, p. 1-18, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36230351/>.
- [8] XU, T. *et al.* Effects of *Lactobacillus plantarum* on intestinal integrity and immune responses of egg-laying chickens infected with *Clostridium perfringens* under the free-range or the specific pathogen free environment. **BMC Veterinary Research**, v. 16, n. 1, art. 47, p. 1-12, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32028947/>.
- [9] XU, X. *et al.* Using farm management practices to predict *Campylobacter* prevalence in pastured poultry farms. **Poultry Science**, v. 100, n. 6, art. 101122, p. 1-11, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33975043/>.
- [10] YADAV, S.; JHA, R. Strategies to modulate the intestinal microbiota and their effects on nutrient utilization, performance, and health of poultry. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 10, art. 2, p. 1-11, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30651986/>.
- [11] YAN, S. *et al.* The potential of understory production systems to improve laying hen welfare. **Animals**, v. 12, n. 17, art. 2305, p. 1-19, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36078025/>.
- [12] YANG, J. *et al.* Dietary supplementation with selenium yeast mitigates diquat-induced oxidative damage in oviductal magnum of hens. **Poultry Science**, v. 104, n. 11, art. 105882, p. 1-9, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41022025/>.
- [13] YANG, L. *et al.* Transcriptomic and metabolomic profile analysis of muscles reveals pathways and biomarkers involved in flavor differences between caged and cage-free chickens. **Foods**, v. 11, n. 18, art. 2890, p. 1-16, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36141015/>.
- [14] YANG, Q. *et al.* Animal welfare with Chinese characteristics: Chinese poultry producers' perceptions of, and attitudes towards, animal welfare. **PloS One**, v. 19, n. 7, art. e0307061, p. 1-27, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39024229/>.

- [15] YANG, Q. *et al.* From cages to cage-free: a qualitative exploration of Chinese egg producers' views on the opportunities and challenges to adopting cage-free egg production systems in China. **Animal Welfare**, v. 34, art. e48, p. 1-13, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40693134/>.
- [16] YANG, S. *et al.* Organic trace elements improve the eggshell quality via eggshell formation regulation during the late phase of the laying cycle. **Animals**, v. 14, n. 11, art. 1637, p. 1-17, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38891684/>.
- [17] YANG, X. *et al.* Energy-aware feature and classifier for behaviour recognition of laying hens in an aviary system. **Animal**, v. 19, n. 1, art. 101377, p. 1-10, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39675173/>.
- [18] YANG, X. *et al.* A computer vision-based automatic system for egg grading and defect detection. **Animals**, v. 13, n. 14, art. 2354, p. 1-19, 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37508131/>.
- [19] YANG, X. *et al.* Monitoring activity index and behaviors of cage-free hens with advanced deep learning technologies. **Poultry Science**, v. 103, n. 11, art. 104193, p. 1-15, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39191000/>.
- [20] YANG, X. *et al.* A deep learning model for detecting cage-free hens on the litter floor. **Animals**, v. 12, n. 15, art. 1983, p. 1-12, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35953972/>.
- [21] YANG, Y. *et al.* Fungal aerosol exposure and stage-specific variations in Taihang chicken houses during winter. **Microorganisms**, v. 13, n. 12, art. 2856, p. 1-14, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41472059/>.
- [22] YI, H. *et al.* Ventilation modeling of a hen house with outdoor access. **Animals**, v. 15, n. 15, art. 2263, p. 1-19, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40805057/>.
- [23] YILMAZ DIKMEN, B. *et al.* Egg production and welfare of laying hens kept in different housing systems (conventional, enriched cage, and free range). **Poultry Science**, v. 95, n. 7, p. 1564-1572, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26994200/>.
- [24] YIN, Z. Z. *et al.* Effects of rearing systems on reproductive hormones secretion and their receptors gene expression in Xianju chickens under summer conditions. **Poultry Science**, v. 97, n. 9, p. 3092-3096, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29788420/>.
- [25] YONETANI, Y. *et al.* Effects of observed incubation behavior on egg production in laying hens of a commercial chicken breed and detection of single-nucleotide polymorphisms associated with the incubation behavior. **The journal of Poultry Science**, v. 59, n. 2, p. 121-128, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29788420/>.
- [26] YUNES, M. C.; VON KEYSERLINGK, M. A. G.; HÖTZEL, M. J. Brazilian citizens' opinions and attitudes about farm animal production systems. **Animals**, v. 7, n. 10, art. 75, p. 1-15, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28956861/>.
- [27] ZANG, Y. T. *et al.* Application of slightly acidic electrolyzed water and ultraviolet light for *Salmonella enteritidis* decontamination of cell suspensions and surfaces of artificially inoculated plastic poultry

transport coops and other facility surfaces. **Poultry Science**, v. 98, n. 12, p. 6445-6451, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31529076/>.

[28] ZANINELLI, M. *et al.* A monitoring system for laying hens that uses a detection sensor based on infrared technology and image pattern recognition. **Sensors**, v. 17, n. 6, art. 1195, p. 1-17, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28538654/>.

[29] ZANINELLI, M. *et al.* Development of a machine vision method for the monitoring of laying hens and detection of multiple nest occupations. **Sensors**, v. 18, n. 1, art. 132, p. 1-19, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29303981/>.

[30] ZANINELLI, M. *et al.* First results of a detection sensor for the monitoring of laying hens reared in a commercial organic egg production farm based on the use of infrared technology. **Sensors**, v. 16, n. 10, art. 1757, p. 1-13, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27775658/>.

[31] ZARGHI, H.; HASSANABADI, A.; BARZEGAR, N. Effect of organic and inorganic manganese supplementation on performance and eggshell quality in aged laying hens. **Veterinary Medicine and Science**, v. 9, n. 3, p. 1256-1268, 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36920852/>.

[32] ZHANG, K. K. *et al.* Low levels of organic compound trace elements improve the eggshell quality, antioxidant capacity, immune function, and mineral deposition of aged laying hens. **Animal**, v. 15, n. 12, art. 100401, p. 1-9, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34794097/>.

[33] ZHANG, S. *et al.* Alterations of meat quality, lipid composition and flavor in breast meat of laying hens with fatty liver hemorrhagic syndrome. **Poultry Science**, v. 103, n. 12, art. 104360, p. 1-14, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39378755/>.

[34] ZHANG, T. *et al.* Pu-erh tea theabrownin improves the ovarian function and gut microbiota in laying hens. **Poultry Science**, v. 103, n. 7, art. 103795, p. 1-17, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38723460/>.

[35] ZHANG, W. *et al.* Insights into the gut microbiota characteristics between the organic and traditional feeding chickens based on amplicon and metagenomic sequencing. **Frontiers in Microbiology**, v. 15, art. 1509461, p. 1-11, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39917268/>.

[36] ZHANG, X. *et al.* Complete genome sequence analysis and probiotic characterisation of *Lactiplantibacillus plantarum* Y300 isolated from traditional free-range chickens. **Microorganisms**, v. 13, n. 12, art. 2738, p. 1-19, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41471942/>.

[37] ZHAO, J. *et al.* Egg quality and laying performance of Julia laying hens fed with black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal as a long-term substitute for fish meal. **Poultry Science**, v. 101, n. 8, art. 101986, p. 1-7, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35793602/>.

[38] ZHAO, M. M. *et al.* Probing the effects of dietary selenised glucose on the selenium concentration, quality, and antioxidant activity of eggs and production performances of laying hens. **Animal**, v. 15, n. 11, art. 100374, p. 1-7, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34607114/>.

[39] ZHAO, X. *et al.* Prevalence and characteristics of *Salmonella* isolated from free-range chickens in Shandong Province, China. **BioMed Research International**, v. 2016, art. 8183931, p. 1-6, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27800493/>.

- [40] ZHAO, Y. *et al.* Environmental assessment of three egg production systems - Part I: monitoring system and indoor air quality. **Poultry Science**, v. 94, n. 3, p. 518-533, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25737567/>.
- [41] ZHAO, Y. *et al.* Comparative evaluation of three egg production systems: housing characteristics and management practices. **Poultry Science**, v. 94, n. 3, p. 475-484, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25737566/>.
- [42] ZHAO, Y. *et al.* Environmental assessment of three egg production systems - Part III: airborne bacteria concentrations and emissions. **Poultry Science**, v. 95, n. 7, p. 1473-1481, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26994201/>.
- [43] ZHAO, Y. *et al.* Effects of housing systems and glucose oxidase on growth performance and intestinal health of Beijing you chickens. **Poultry Science**, v. 100, n. 4, art. 100943, p. 1-11, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33652241/>.
- [44] ZHENG, M. *et al.* Effects of dietary supplementation of alfalfa meal on growth performance, carcass characteristics, meat and egg quality, and intestinal microbiota in Beijing-you chicken. **Poultry Science**, v. 98, n. 5, p. 2250-2259, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30496504/>.
- [45] ZHENG, M. *et al.* Effects of grazing mixed-grass pastures on growth performance, immune responses, and intestinal microbiota in free-range Beijing-you chickens. **Poultry Science**, v. 100, n. 2, p. 1049-1058, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33518063/>.
- [46] ZHOU, J. *et al.* Comparative effects of selenium-enriched lactobacilli and selenium-enriched yeast on performance, egg selenium enrichment, antioxidant capacity, and ileal microbiota in laying hens. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 16, n. 1, art. 27, p. 1-17, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39966907/>.
- [47] ZHU, C. *et al.* Genetic characteristics of H9N2 avian influenza viruses isolated from free-range poultry in Eastern China, in 2014-2015. **Poultry Science**, v. 97, n. 11, p. 3793-3800, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30169762/>.
- [48] ZITA, L. *et al.* Changes in fatty acids profile, health indices, and physical characteristics of organic eggs from laying hens at the beginning of the first and second laying cycles. **Animals**, v. 12, n. 1, art. 125, p. 1-12, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35011231/>.
- [49] ZLOCH, A. *et al.* In addition to birds' age and outdoor access, the detection method is of high importance to determine the prevalence of gastrointestinal helminths in laying hens kept in alternative husbandry systems. **Veterinary Parasitology**, v. 299, art. 109559, p. 1-10, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34507201/>.
- [50] ZLOTNICK, M. G. *et al.* Chick paper sampling: a One Health approach to inform public health action during salmonellosis outbreaks linked to backyard poultry in the United States, 2023. **Frontiers in Public Health**, v. 13, art. 1705955, p. 1-9, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41567767/>.
- [51] ZOU, C. *et al.* Comparative effects of selenium yeast and sodium selenite on the selenium distribution, interior quality and oxidative stability of docosahexaenoic acid-enriched eggs during storage.

Antioxidants, v. 14, n. 11, art. 1333, p. 1-14, 2025. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41300490/>.

^[52] ZURAK, D. *et al.* Effect of supplementing corn diet for laying hens with vitamin A and trace minerals on carotenoid content and deposition efficiency in egg yolk. **Poultry Science**, v. 104, n. 3, art. 104843, p. 1-8, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39874789/>.