



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

HELOÍSA PIMENTEL DANTAS LISBOA

**INFLUÊNCIA DO BEM-ESTAR E DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE AVES
POEDEIRAS NA QUALIDADE DOS OVOS**

Rio Largo - AL
2025

HELOÍSA PIMENTEL DANTAS LISBOA

**INFLUÊNCIA DO BEM-ESTAR E DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE AVES
POEDEIRAS NA QUALIDADE DOS OVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Zootecnia do Campus de Engenharias
e Ciências Agrárias, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Zootecnista.

Orientador: Profa. Dra. Sandra Roseli Valerio
Lana

Rio Largo – AL

2025

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

L769i Lisboa, Heloísa Pimentel Dantas.

Influência do bem-estar e dos sistemas de produção de aves poedeiras na qualidade dos ovos. / Heloísa Pimentel Dantas Lisboa. – 2025.

32f.: il.

Orientador (a): Sandra Roseli Valerio Lana.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Graduação em Zootecnia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2025.

Inclui bibliografia

1. Bem-estar animal. 2. Qualidade dos ovos. 3. Galinhas poedeiras. 4. Sistemas de criação. 5. Avicultura sustentável. I. Título.

CDU: 636.5

FOLHA DE APROVAÇÃO


HELOÍSA PIMENTEL DANTAS LISBOA

INFLUÊNCIA DO BEM-ESTAR E DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE AVES POEDEIRAS NA QUALIDADE DOS OVOS


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Alagoas, como parte do
requisito para a obtenção do título de Bacharel em
Zootecnia

Aprovado em 14/03/2025


Banca examinadora

Documento assinado digitalmente
 **SANDRA ROSELI VALERIO LANA**
Data: 11/04/2025 09:39:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Sandra Roseli Valerio
Orientadora (CECA – UFAL)

Documento assinado digitalmente
 **ROMILTON FERREIRA DE BARROS JUNIOR**
Data: 11/04/2025 11:04:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Romilton Ferreira de Barros Júnior
Examinador (UFRN)

Documento assinado digitalmente
 **GERALDO ROBERTO QUINTÃO LANA**
Data: 11/04/2025 09:42:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Geraldo Quintão Lana
Examinador (CECA – UFAL)

AGRADECIMENTOS

Direciono meus agradecimentos, primeiramente, aos meus pais Nadja Pimentel e David Oliveira, pelo apoio incondicional, pelo incentivo constante e por acreditarem em mim diante todos os contratempos. Às minhas irmãs, Beatriz Pimentel e Sofia Pimentel, que, junto aos nossos pais, formaram uma base familiar que me permitiu chegar até aqui. Sou eternamente grata a vocês, e espero um dia retribuir tudo que me foi dado. Amo vocês demasiadamente.

Às professoras Sandra Lana, Patrícia Guimarães e Angelina Bossi, meu mais sincero respeito, admiração e reconhecimento. Vocês não foram apenas educadoras, mas inspirações. O compromisso e dedicação de vocês foram fundamentais para a minha formação e despertaram, além de fortalecerem, minha paixão pelo curso. São exemplos que desejo seguir.

Aos amigos que a faculdade me trouxe e que se tornaram parte especial e essencial da minha vida, Andreson Alves, Samella Santos e Sarah Ramos, minha gratidão por cada momento compartilhado. O apoio, as conversas, conselhos, puxões de orelha, as risadas infinitas e a parceria tornaram essa caminhada muito mais leve. A dinâmica que temos, não apenas academicamente, é incomparável. Estarei torcendo por todos, assim como torcem por mim.

Também dedico um espaço nestes agradecimentos à minha amiga Jessyca Cavalcanti, que, mesmo de longe, esteve sempre perto. Seu apoio e palavras certas em momentos complicados foram essenciais para que eu chegasse até aqui. Sou imensamente grata pela sua presença em minha vida.

A todos que não foram citados, mas que fizeram e fazem parte da minha história, deixo aqui meu muito obrigada.

Amo vocês!

RESUMO

Este estudo analisou a relação entre os sistemas de criação de galinhas poedeiras, os indicadores de bem-estar animal e os parâmetros de qualidade dos ovos. Por meio de uma revisão integrativa, foram avaliadas evidências empíricas e teóricas sobre os impactos do manejo nutricional, ambiental e comportamental em diferentes modelos de criação, incluindo sistemas convencionais e alternativos (cage-free, free-range e orgânico). Os resultados indicaram que práticas que promovem o bem-estar das aves não apenas atendem a exigências éticas e regulatórias, mas também melhoram a qualidade dos ovos em termos de resistência da casca, coloração da gema e unidade Haugh. Por outro lado, desafios como custos operacionais elevados e variabilidade ambiental limitam a adoção em larga escala de sistemas alternativos. A integração de tecnologias de monitoramento e estratégias híbridas de manejo surge como uma solução viável para equilibrar eficiência produtiva, qualidade do produto e bem-estar animal. Este trabalho contribui para o avanço do conhecimento na avicultura de postura, fornecendo uma base para práticas mais sustentáveis e eticamente responsáveis.

Palavras-chave: Bem-estar animal. Qualidade dos ovos. Galinhas poedeiras. Sistemas de criação. Avicultura sustentável

ABSTRACT/RÉSUMÉ/RESUMEN

This study analyzed the relationship between laying hen farming systems, animal welfare indicators, and egg quality parameters. Through an integrative review, empirical and theoretical evidence was evaluated regarding the impacts of nutritional, environmental, and behavioral management in different production models, including conventional and alternative systems (cage-free, free-range, and organic). The results indicated that practices promoting animal welfare not only meet ethical and regulatory demands but also improve egg quality in terms of shell strength, yolk color, and Haugh unit. However, challenges such as high operational costs and environmental variability limit the large-scale adoption of alternative systems. The integration of monitoring technologies and hybrid management strategies emerges as a viable solution to balance production efficiency, product quality, and animal welfare. This study contributes to advancing knowledge in laying hen farming, providing a foundation for more sustainable and ethically responsible practices.

Keywords: Animal welfare Egg quality. Laying hens. Farming systems; Sustainable. poultry production

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
Bases Teóricas do Bem-Estar na Avicultura de Postura	11
Indicadores de Bem-Estar e a Relação com a Qualidade dos Ovos	13
Comparação entre Sistemas de Criação	17
Impactos Nutricionais e Ambientais na Produção de Ovos	20
Técnicas de Avaliação da Qualidade dos Ovos	22
Integração de Indicadores de Qualidade e Bem-Estar na Tomada de Decisão	25
3. METODOLOGIA	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

A avicultura de postura representa um setor importante e em expansão dentro da agropecuária brasileira, encarregado da produção de ovos destinados ao consumo. A maior parte dessa produção é realizada por meio do sistema de criação em gaiolas. Contudo, a prevalência dos sistemas de gaiolas convencionais está sendo gradativamente substituída por métodos alternativos, como por gaiolas enriquecidas, sistemas cage-free (livre de gaiolas em um ambiente controlado) e free-range (livre de gaiolas, com acesso à piquetes). (Farias et al, 2023)

As crescentes demandas dos consumidores por medidas que assegurem o bem-estar animal têm impulsionado a evolução da avicultura de postura nos últimos anos. Esta prática envolve a criação das aves em condições que favoreçam a expressão de comportamentos naturais, e reduzam o estresse. À medida que os consumidores se tornam mais conscientes e exigentes, a adoção de práticas que promovam o bem-estar das aves ganha importância (Vargas et al, 2021). No entanto, esses ideais muitas vezes colidem com a lógica de mercados globalizados, onde a produtividade é não apenas esperada, mas exigida. A relação entre bem-estar animal e qualidade dos ovos, portanto, não é apenas uma questão científica, mas um campo fértil para disputas éticas, econômicas e até filosóficas (Carvalho et al., 2023).

Neste contexto, surge o questionamento deste trabalho: de que forma diferentes sistemas de criação e práticas de bem-estar impactam a qualidade dos ovos produzidos? Esta questão não é apenas relevante; é urgente. A produção de ovos em sistemas convencionais, como as gaiolas, domina o cenário, oferecendo vantagens práticas e econômicas, mas sendo alvo de críticas por impedir que as aves expressem comportamentos naturais (Freitas et al., 2019). Por outro lado, sistemas alternativos, como free-range ou cage-free, prometem maior bem-estar, mas levantam dúvidas sobre viabilidade econômica e consistência na qualidade do produto (Carvalho et al., 2019).

A relevância deste estudo reside em sua capacidade de lançar luz sobre um dilema que desafia não apenas os produtores, mas toda a cadeia de consumo. Em um mundo onde o bem-estar animal assume cada vez mais um papel importante na tomada de decisões, entender como essas práticas influenciam a qualidade do produto é fundamental para informar políticas públicas, estratégias de manejo e escolhas de consumo (Abreu et al., 2019).

O objetivo geral deste trabalho é investigar os impactos de diferentes sistemas de criação e práticas de bem-estar na qualidade dos ovos, com foco na relação entre os

indicadores de bem-estar das aves e os parâmetros de qualidade do produto. Especificamente, busca-se (i) avaliar como os sistemas de criação influenciam o comportamento e a saúde das aves; (ii) examinar a correlação entre práticas de manejo e os atributos de qualidade do ovo, como frescor, cor da gema e composição nutricional; (iii) discutir as percepções do consumidor sobre ovos provenientes de diferentes sistemas de criação; e (iv) propor recomendações práticas para o aprimoramento das práticas de manejo.

A delimitação deste estudo concentra-se na análise de sistemas de criação convencionais e alternativos, utilizando indicadores de bem-estar reconhecidos, como densidade populacional, comportamento das aves e parâmetros ambientais, além de métricas objetivas de qualidade dos ovos. Embora os aspectos econômicos e ambientais sejam relacionados, o foco principal recai sobre a interação entre bem-estar animal e qualidade do produto.

A metodologia adotada é baseada em uma revisão da literatura e complementada por análise crítica de dados experimentais. Serão consideradas pesquisas nacionais e internacionais, com ênfase em estudos que utilizem indicadores quantitativos e qualitativos para avaliar o impacto dos sistemas de criação na qualidade dos ovos (Monteiro, 2019). Além disso, fontes secundárias, como relatórios técnicos e legislações relevantes, serão incluídas para contextualizar as discussões.

Esta revisão abordará os conceitos de bem-estar animal, características dos principais sistemas de criação e parâmetros de qualidade dos ovos, oferecendo uma base teórica sólida. A seção de resultados e discussões apresentará uma análise crítica dos achados, relacionando-os com os objetivos propostos. Por fim, as conclusões reunirão os principais resultados, destacando as implicações práticas e as oportunidades para futuras pesquisas.

Este trabalho, portanto, posiciona-se como uma contribuição significativa para o debate sobre bem-estar animal e qualidade na avicultura de postura, oferecendo não apenas uma análise técnica, mas um convite à reflexão sobre o futuro da produção animal em um mundo cada vez mais atento às nuances éticas de suas escolhas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Bases Teóricas do Bem-Estar na Avicultura de Postura

O bem-estar animal surgiu como um dos pilares fundamentais na avicultura moderna, transformando-se em tema central de pesquisa, regulamentação e prática de manejo. Na avicultura de postura, este conceito abrange não apenas a saúde física das aves, mas também sua capacidade de expressar comportamentos naturais, evitando sofrimento e promovendo condições que respeitem sua biologia e necessidades comportamentais (Monteiro, 2019). Essas dimensões são especialmente desafiadoras em sistemas de produção intensiva, onde as pressões por eficiência produtiva podem conflitar com as demandas éticas e biológicas.

Os sistemas de criações convencionais, baseados em gaiolas, têm sido amplamente criticados por restringirem o comportamento natural das aves. Estudos apontam que as galinhas poedeiras em gaiolas apresentam altos níveis de estresse comportamental e fisiológico, como evidenciado por comportamentos estereotipados, aumento do cortisol e fragilidade óssea devido à restrição de movimento (Freitas et al., 2019). Apesar da eficiência produtiva desses sistemas, a pressão crescente por alternativas mais éticas tem impulsionado o desenvolvimento de modelos como o cage-free e o free-range.

O sistema cage-free elimina o confinamento em gaiolas, permitindo que as aves se movam livremente dentro de galpões. Esse modelo proporciona melhorias significativas em termos de comportamento e saúde das aves, permitindo a realização de atividades como ciscar, empoleirar-se e tomar banho de areia (Monteiro, 2019). No entanto, desafios como aumento da densidade populacional e dificuldades de manejo ainda representam limitações práticas para sua ampla adoção.

Por outro lado, o sistema free-range vai além ao oferecer às aves acesso a áreas externas, permitindo um contato mais próximo com o ambiente natural. Estudos mostram que essas condições reduzem significativamente o estresse das aves e melhoram parâmetros como densidade óssea e qualidade da plumagem (Reis, 2019). No entanto, esse modelo enfrenta desafios adicionais, incluindo maior exposição a predadores, doenças e variações climáticas.

Indicadores de bem-estar têm sido amplamente estudados como ferramentas para avaliar a eficácia de diferentes sistemas de criação. Comportamentos como empoleirar-se e ciscar são frequentemente utilizados como marcadores do estado emocional e físico das aves

(Monteiro, 2019). Além disso, parâmetros fisiológicos, como níveis de cortisol e frequência cardíaca, oferecem métricas objetivas para avaliar o impacto do manejo sobre o bem-estar animal.

A densidade populacional é um fator crítico no bem-estar das galinhas poedeiras. Estudos mostram que altos níveis de densidade em sistemas convencionais não apenas comprometem a capacidade das aves de expressar comportamentos naturais, mas também aumentam a incidência de doenças e a mortalidade (Freitas et al., 2019). Em contrapartida, sistemas com menor densidade, como o free-range, têm demonstrado benefícios significativos para a saúde e a qualidade de vida das aves.

A biosseguridade é outro componente essencial na promoção do bem-estar animal. Sistemas convencionais oferecem vantagens em termos de controle sanitário, reduzindo o risco de doenças infecciosas. No entanto, práticas como debicagem e muda forçada, comuns nesses sistemas, têm sido amplamente criticadas por causarem dor e sofrimento às aves (Monteiro, 2019; Carvalho, 2019). Sistemas alternativos, por sua vez, exigem práticas rigorosas de manejo sanitário para reduzir os riscos associados ao maior contato das aves com o ambiente externo.

O manejo nutricional também desempenha um papel central no bem-estar e na produtividade das galinhas poedeiras. Dietas balanceadas e enriquecidas com aditivos como os probióticos, têm demonstrado melhorar não apenas o desempenho zootécnico, mas também a saúde intestinal e a resistência ao estresse (Carvalho, 2023). Esses aditivos são particularmente eficazes na redução de marcadores de estresse fisiológico e na promoção de comportamentos alimentares saudáveis.

O bem-estar animal também está intimamente ligado ao ambiente físico das aves. Condições inadequadas de temperatura, umidade e ventilação podem aumentar significativamente os níveis de estresse, comprometendo a saúde e a produtividade (Freitas et al., 2019). Programas de iluminação cuidadosamente ajustados também são essenciais para sincronizar os ciclos naturais das aves e melhorar sua eficiência produtiva.

Um aspecto frequentemente negligenciado, mas crucial, é o impacto psicológico do estresse crônico nas aves. Estudos indicam que o estresse contínuo pode levar a alterações comportamentais, como agressividade e bicagem, além de comprometer o sistema imunológico das aves (Monteiro, 2019). Essas condições não apenas afetam o bem-estar das aves, mas também têm implicações diretas na qualidade dos ovos produzidos.

Apesar dos avanços, a transição para sistemas alternativos não é livre de desafios. O aumento dos custos de produção e a necessidade de infraestrutura específica representam

barreiras significativas para pequenos e médios produtores (Farias, 2023). Além disso, a falta de padronização nas práticas de manejo dificulta a avaliação comparativa entre os diferentes sistemas.

O debate sobre o bem-estar animal na avicultura de postura reflete uma tensão maior entre produtividade e ética. Se, por um lado, a eficiência é uma exigência do mercado globalizado, por outro, a crescente conscientização sobre os direitos dos animais pressiona por mudanças estruturais nos sistemas de criação (Freitas et al., 2019). Nesse contexto, a adoção de práticas que equilibrem esses interesses não é apenas desejável, mas inevitável.

O desenvolvimento de tecnologias que automatizem o monitoramento do bem-estar animal representa um avanço promissor. Sensores que medem temperatura, umidade e até mesmo o comportamento das aves em tempo real têm potencial para melhorar significativamente a gestão dos sistemas de criação (Vercese, 2010). Essas inovações podem facilitar a transição para sistemas mais éticos e sustentáveis sem comprometer a produtividade.

Em última análise, o bem-estar animal na avicultura de postura não deve ser visto como um objetivo isolado, mas como um componente integral de um sistema produtivo eficaz e responsável. Práticas que priorizam o bem-estar não apenas melhoram a qualidade de vida das aves, mas também têm sido associadas a melhorias na qualidade e na segurança dos ovos produzidos (Monteiro, 2019; Freitas et al., 2019). Dessa forma, o bem-estar animal emerge como um elemento central na construção de uma avicultura de postura mais justa e eficiente.

Indicadores de Bem-Estar e a Relação com a Qualidade dos Ovos

Os indicadores de bem-estar animal são ferramentas essenciais para avaliar a saúde, o comportamento e as condições gerais de vida das galinhas poedeiras. Estes parâmetros são amplamente utilizados para identificar o impacto das práticas de manejo e do ambiente na qualidade dos ovos produzidos. Na avicultura de postura, esses indicadores vão além de métricas produtivas, envolvendo aspectos fisiológicos, comportamentais e ambientais que refletem diretamente no bem-estar das aves e, por consequência, na qualidade dos ovos (Monteiro, 2019; Freitas et al., 2019).

Entre os indicadores fisiológicos mais utilizados estão os níveis de cortisol plasmático, que atuam como marcadores de estresse crônico. A elevação persistente desse hormônio pode resultar em imunossupressão e queda na produtividade, afetando tanto a saúde das aves quanto a qualidade dos ovos, que tendem a apresentar cascas mais finas e maior suscetibilidade à quebra (Mayer, 2023). Adicionalmente, medidas como frequência cardíaca e temperatura corporal são empregadas para identificar respostas agudas a fatores

estressantes no ambiente, como calor excessivo ou alta densidade populacional (Monteiro, 2019).

Os indicadores comportamentais também desempenham um papel crucial na avaliação do bem-estar das aves. Comportamentos naturais, como ciscar, empoleirar-se e tomar banho de areia, são sinais de que as aves estão em um ambiente que respeita suas necessidades biológicas. Sistemas que restringem essas atividades, como gaiolas convencionais, não apenas comprometem o bem-estar, mas também resultam em ovos de qualidade inferior, com coloração menos vibrante na gema e menor uniformidade na textura da casca (Freitas et al., 2019).

Outro comportamento de interesse é a bicagem, que pode ser tanto um indicador de bem-estar quanto um sintoma de estresse. A bicagem exploratória é natural e benéfica, enquanto a bicagem agressiva ou dirigida ao corpo de outras aves é sinal de estresse ou frustração. Essa prática, quando intensificada, pode levar a ferimentos, queda na produção e maior mortalidade, além de afetar a qualidade dos ovos ao comprometer a saúde geral do lote (Abreu, 2017).

A densidade populacional é um dos fatores mais determinantes para o bem-estar das aves e, conseqüentemente, para a qualidade dos ovos. Altas densidades em sistemas de criação convencional frequentemente resultam em menor mobilidade, maior incidência de doenças e aumento do estresse. Estes fatores influenciam negativamente a formação da casca, resultando em ovos mais frágeis e com maior taxa de contaminação microbiana (Monteiro, 2019).

A ambiência é outro indicador fundamental, abrangendo fatores como temperatura, umidade e ventilação. O estresse térmico, por exemplo, é uma das principais causas de queda na qualidade dos ovos em regiões tropicais, onde as aves enfrentam desafios significativos para manter a homeostase (Freitas et al., 2019). Em condições de calor excessivo, as aves tendem a produzir ovos com cascas mais finas e menor peso, além de alterações na composição do albúmen.

Além disso, o manejo nutricional desempenha um papel central na manutenção do bem-estar e na qualidade dos ovos. Dietas balanceadas, ricas em minerais como cálcio e fósforo, são essenciais para a formação de cascas resistentes e uniformes. Suplementações com probióticos e antioxidantes têm demonstrado reduzir os impactos do estresse oxidativo, melhorando tanto a saúde das aves quanto a estabilidade oxidativa dos ovos (Carvalho et al, 2023.)

A qualidade da água fornecida às aves é frequentemente negligenciada, mas desempenha um papel importante no bem-estar geral e na produção de ovos. Aves que consomem água contaminada ou de baixa qualidade podem apresentar alterações na saúde intestinal, que impactam diretamente a absorção de nutrientes essenciais para a formação dos ovos (Monteiro, 2019).

A interação entre bem-estar animal e qualidade dos ovos também se manifesta em parâmetros específicos, como a coloração da gema. Aves em sistemas que promovem maior acesso ao ambiente natural, como free-range, frequentemente produzem ovos com gemas de coloração mais intensa, devido à maior ingestão de carotenoides naturais presentes na dieta (Freitas et al., 2019). Além de melhorar a percepção sensorial do consumidor, essa característica também é indicativa de uma dieta rica e balanceada.

A luz também é um fator determinante no bem-estar e na produtividade das aves. Programas de luz cuidadosamente planejados podem sincronizar o ciclo natural das aves, promovendo uma postura mais uniforme e de maior qualidade. Em contraste, exposições excessivas ou insuficientes podem causar estresse e queda na produção (Monteiro, 2019).

A avaliação de ovos em termos de peso, espessura da casca, altura do albúmen e frescor é frequentemente utilizada como um reflexo das condições de manejo e bem-estar. Ovos de alta qualidade são caracterizados por uma casca uniforme, gema centralizada e albúmen espesso, parâmetros que são diretamente influenciados pelo estado de saúde das aves (Vercese, 2010).

Além disso, a composição bioquímica dos ovos, como a concentração de lipídios e proteínas, é outro indicador valioso. Aves submetidas a manejo inadequado ou sob estresse frequentemente produzem ovos com menor valor nutricional, comprometendo tanto o desempenho produtivo quanto a qualidade percebida pelo consumidor (Carvalho, 2023).

Por fim, o comportamento alimentar das aves é um indicador robusto de bem-estar e saúde. Aves que consomem regularmente suas dietas tendem a apresentar menor estresse, melhor desempenho zootécnico e ovos de maior qualidade. Fatores que interferem nesse comportamento, como competição por alimento ou densidade populacional inadequada, afetam diretamente esses resultados (Monteiro, 2019).

Os sistemas alternativos de criação, como cage-free e free-range, têm demonstrado vantagens em diversos desses indicadores, promovendo maior bem-estar e qualidade dos ovos. No entanto, os desafios operacionais, como maior exposição a predadores e doenças, devem ser considerados para garantir a viabilidade e sustentabilidade desses sistemas (Freitas et al., 2019).

A relação entre bem-estar animal e qualidade dos ovos não é apenas correlacional, mas causal. Aves que vivem em condições que respeitam suas necessidades fisiológicas e comportamentais têm maior probabilidade de produzir ovos de qualidade superior, com menor impacto ambiental e maior aceitação pelo mercado (Monteiro, 2019). Esses indicadores fornecem uma base robusta para a implementação de práticas de manejo que conciliem ética e eficiência produtiva, garantindo a sustentabilidade do setor.

Além dos parâmetros já discutidos, o monitoramento contínuo de indicadores de bem-estar animal e qualidade dos ovos é essencial para a gestão eficiente da avicultura de postura. Isso inclui a implementação de tecnologias que permitem a coleta em tempo real de dados relacionados ao comportamento, saúde e ambiente das aves. Sensores de monitoramento ambiental, como medidores de temperatura, umidade e níveis de amônia, são ferramentas valiosas para antecipar problemas que podem comprometer a produção e a qualidade dos ovos (Monteiro, 2019). Tais sistemas automatizados ajudam a otimizar as condições de criação, minimizando o estresse térmico e proporcionando um ambiente mais adequado para as aves.

A integração de indicadores qualitativos e quantitativos também tem potencial para melhorar o manejo. Por exemplo, o uso de câmeras para analisar o comportamento das aves, como frequência de empoleiramento e ciscar, combinado com dados fisiológicos, como níveis de cortisol ou imunoglobulinas, pode fornecer uma visão abrangente do estado de bem-estar (Freitas et al., 2019). Essas informações podem ser utilizadas para ajustes imediatos no manejo, como redistribuição da densidade populacional ou ajustes na dieta.

A saúde intestinal das aves também tem impacto direto na qualidade dos ovos. A administração de probióticos e prebióticos tem mostrado melhorar significativamente a microbiota intestinal, o que, por sua vez, otimiza a absorção de nutrientes essenciais para a formação de ovos de alta qualidade (Carvalho, 2023). Esse efeito não apenas melhora parâmetros como espessura da casca e peso do ovo, mas também aumenta a resistência do albúmen à deterioração durante o armazenamento.

A avaliação pós-produção dos ovos também é uma ferramenta crítica para correlacionar o bem-estar animal com os resultados finais. Parâmetros como a unidade Haugh, que mede a altura do albúmen e reflete a frescura do ovo, são diretamente influenciados pelas condições de manejo e pela saúde das aves. Ovos de aves submetidas a estresse térmico, por exemplo, tendem a apresentar menor unidade Haugh, indicando menor qualidade (Vercese, 2010).

Outra dimensão relevante é o impacto das práticas de manejo nos atributos sensoriais dos ovos. Aves em sistemas de criação que permitem maior acesso a alimentos naturais, como o free-range, produzem ovos com características sensoriais diferenciadas, como sabor mais

intenso e cor de gema mais viva. Esses atributos não são apenas apreciados pelo consumidor, mas também indicam uma dieta mais rica e diversificada, frequentemente associada a melhores condições de bem-estar (Freitas et al., 2019).

Os programas de luz continuam a ser um fator subestimado, mas essencial. Estudos indicam que exposições excessivas à luz podem desencadear comportamentos agressivos e aumentar os níveis de estresse, enquanto a privação de luz pode interromper os ciclos naturais de postura (Monteiro, 2019). Programas ajustados para imitar os ciclos naturais de luz do dia têm demonstrado resultados positivos tanto no bem-estar quanto na consistência da qualidade dos ovos.

As práticas de biosseguridade são outro elemento-chave. Embora sistemas alternativos, como o free-range, promovam maior bem-estar, eles também apresentam maior risco de exposição a agentes patogênicos. Estratégias como a vacinação preventiva e o controle rigoroso de visitantes e equipamentos são indispensáveis para manter a saúde das aves sem comprometer os benefícios associados ao aumento do bem-estar (Farias, 2023).

Embora o bem-estar animal seja frequentemente visto como um ideal ético, sua integração no manejo produtivo tem implicações econômicas significativas. Aves com melhores condições de vida tendem a ser mais produtivas a longo prazo, com menores taxas de mortalidade e ovos de maior qualidade. Essas correlações reforçam a necessidade de políticas públicas e incentivos para adoção de práticas que priorizem o bem-estar sem sacrificar a eficiência econômica (Freitas et al., 2019).

Por fim, a adoção de práticas baseadas em indicadores de bem-estar e sua relação com a qualidade dos ovos é um passo importante para a evolução da avicultura de postura. Embora desafios permaneçam, especialmente na implementação de sistemas alternativos em larga escala, os benefícios em termos de qualidade e ética são inegáveis. A pesquisa contínua e o desenvolvimento de novas tecnologias são indispensáveis para superar essas barreiras e transformar a avicultura em um modelo de produção mais sustentável e responsável (Carvalho, 2017).

Este aprofundamento mostra que o bem-estar animal é mais do que um conjunto de práticas éticas; é uma estratégia robusta para alcançar excelência produtiva e alinhar a avicultura às demandas contemporâneas por qualidade, sustentabilidade e respeito aos animais.

Comparação entre Sistemas de Criação

A comparação entre os sistemas de criação de galinhas poedeiras é um tema central na avicultura de postura, pois reflete o dilema entre produtividade, bem-estar animal e sustentabilidade operacional. O modelo de criação de aves em gaiolas é o mais amplamente adotado na avicultura de postura no Brasil, representando em 95% da produção de ovos no país (Galvão et al, 2023). Nas granjas que operam com o modelo convencional de criação de aves, as instalações são planejadas para alojar o maior número de aves possível, o que permite uma produção superior em quantidades (Farias et al, 2023) Contudo, a pressão social e regulamentar em prol de modelos que respeitem o bem-estar animal tem promovido a adoção crescente de sistemas alternativos, como cage-free, free-range e orgânicos (Monteiro, 2019).

O sistema convencional, embora seja eficiente em termos de custos e facilite o manejo e a biossegurança, apresenta desafios éticos e fisiológicos significativos. Aves mantidas em gaiolas frequentemente demonstram comportamentos indicativos de estresse, como bicagem das grades e apatia, além de problemas de saúde como osteoporose devido à falta de mobilidade (Freitas et al., 2019). Esses fatores impactam diretamente a qualidade dos ovos, especialmente na resistência da casca e na uniformidade do peso.

Em contrapartida, os sistemas alternativos, como o cage-free, oferecem um ambiente menos restritivo, permitindo que as aves se movimentem livremente dentro dos galpões. Esse modelo promove maior bem-estar ao possibilitar que as aves expressem comportamentos naturais e biológicos, como empoleirar-se e ciscar (Abreu, 2017). Contudo, desafios como maior densidade de alojamento e a necessidade de manejo mais rigoroso podem gerar disputas sobre sua eficácia prática. Além disso, há evidências de que o aumento da mobilidade das aves pode ocasionar ovos com maior variabilidade de tamanho e peso, o que exige ajustes logísticos no processamento (Farias, 2023).

O sistema free-range, por sua vez, proporciona às aves acesso ao ambiente externo, permitindo maior interação com o meio natural. Isso resulta em melhorias significativas no comportamento das aves e em benefícios indiretos na qualidade dos ovos, como gemas mais coloridas devido à maior ingestão de carotenoides presentes na pastagem (Freitas et al., 2019). Entretanto, essa maior liberdade traz riscos associados, como exposição a predadores e doenças, além de oscilações sazonais na produtividade causadas por variações climáticas.

O modelo orgânico, um subtipo do sistema free-range, agrega requisitos adicionais, como alimentação com insumos livres de aditivos químicos e restrições ao uso de medicamentos alopáticos. Esses parâmetros visam não apenas o bem-estar das aves, mas também a sustentabilidade do sistema e a percepção de qualidade pelos consumidores.

Contudo, a produtividade neste modelo é geralmente menor, e os custos de implementação e certificação são significativamente mais altos, tornando-o viável apenas para nichos de mercado específicos (Mayer, 2023).

Outro aspecto relevante na comparação entre os sistemas é a densidade populacional. Enquanto os sistemas convencionais operam com alta densidade, otimizando o uso do espaço, os sistemas alternativos exigem maior área por ave, o que aumenta os custos de infraestrutura e manejo (Monteiro, 2019). Por outro lado, a redução da densidade nos sistemas alternativos contribui para a diminuição de comportamentos agressivos, como a bicagem, e melhora a qualidade dos ovos ao reduzir o estresse (Freitas et al., 2019).

A qualidade do ar também varia significativamente entre os sistemas. Altos níveis de amônia são frequentemente registrados em sistemas convencionais devido à concentração de excrementos, o que impacta negativamente a saúde respiratória das aves e, indiretamente, a qualidade dos ovos. Sistemas como o free-range, por sua vez, beneficiam-se da ventilação natural, mas enfrentam desafios no controle de umidade e temperatura (Farias, 2023).

Além disso, os sistemas alternativos frequentemente exigem maior atenção ao manejo nutricional. As aves em sistemas cage-free e free-range têm maior gasto energético devido à maior mobilidade e exposição a variações ambientais, o que demanda ajustes na dieta para garantir a produtividade e a qualidade dos ovos. Suplementações com aditivos como probióticos e enzimas são frequentemente recomendadas para otimizar a digestibilidade dos nutrientes (Carvalho, 2023).

As práticas de manejo também diferem amplamente entre os sistemas. O manejo em gaiolas é mais padronizado e requer menor mão de obra, enquanto os sistemas alternativos dependem de um maior nível de supervisão e intervenção para garantir o bem-estar e a eficiência produtiva (Monteiro, 2019). Além disso, sistemas como o free-range exigem estratégias específicas de biossegurança, incluindo controle de acesso e monitoramento rigoroso da saúde das aves, para mitigar os riscos associados ao contato com o ambiente externo.

Outro fator que merece destaque é a longevidade das aves nos diferentes sistemas. Estudos mostram que aves em sistemas alternativos apresentam maior resistência física e menores taxas de mortalidade associadas ao estresse, o que pode prolongar sua produtividade ao longo do ciclo de postura (Freitas et al., 2019). Contudo, esses benefícios devem ser balanceados com os custos adicionais e a complexidade operacional desses sistemas.

Por fim, a escolha entre sistemas convencionais e alternativos envolve uma análise cuidadosa das prioridades do produtor, do mercado consumidor e das regulamentações

vigentes. Embora os sistemas alternativos promovam maior bem-estar animal e qualidade dos ovos em muitos aspectos, sua adoção exige investimento significativo em infraestrutura, manejo e capacitação. Já os sistemas convencionais, embora mais eficientes em termos de custo, enfrentam crescente oposição pública e regulamentar devido às preocupações com o bem-estar animal.

Essa comparação revela que não há uma solução única e universalmente aplicável. Cada sistema apresenta vantagens e limitações que devem ser consideradas dentro do contexto específico de produção. O desafio da avicultura de postura contemporânea é encontrar um equilíbrio que concilie produtividade, bem-estar e sustentabilidade, garantindo que as demandas éticas e econômicas sejam atendidas de forma harmoniosa.

Impactos Nutricionais e Ambientais na Produção de Ovos

A interação entre nutrição e ambiente na avicultura de postura é um eixo crucial para a manutenção do bem-estar animal e a qualidade dos ovos. A produção eficiente e sustentável depende de um manejo nutricional que atenda às demandas fisiológicas das aves poedeiras e de um ambiente que minimize fatores de estresse, otimizando assim a saúde das aves e a performance produtiva. O sucesso deste equilíbrio reflete diretamente na integridade da casca, na composição interna do ovo e na sua estabilidade durante o armazenamento (Freitas et al., 2019).

Na nutrição, o papel do cálcio é indiscutível para a formação da casca do ovo. Sua deficiência leva a fragilidade e deformidades na casca, problemas comuns em sistemas que negligenciam a suplementação mineral adequada (Monteiro, 2019). Além disso, o fósforo e a vitamina D interagem sinergicamente com o cálcio, sendo essenciais para o metabolismo ósseo e a deposição mineral na casca. Uma dieta balanceada que contemple essas necessidades é vital para evitar ovos quebradiços e garantir a produtividade das aves.

Outro aspecto fundamental é o uso de aditivos nutricionais como probióticos, prebióticos e β -mananase. Esses compostos têm demonstrado benefícios significativos na saúde intestinal das aves, aumentando a digestibilidade dos nutrientes e reduzindo a inflamação causada por estressores alimentares ou ambientais (Carvalho, 2023). O impacto na qualidade dos ovos é notável: ovos de aves suplementadas com esses aditivos apresentam maior resistência da casca e uniformidade na coloração da gema.

As condições ambientais, por outro lado, são determinantes na regulação do consumo alimentar e na eficiência metabólica das galinhas poedeiras. O estresse térmico, por exemplo, é um dos maiores desafios enfrentados pela avicultura em regiões tropicais, como o Brasil.

Em temperaturas elevadas, as aves tendem a reduzir o consumo de ração, comprometendo a ingestão de nutrientes críticos, como o cálcio, e resultando em cascas mais finas e menor peso do ovo (Oliveira, 2012; Freitas et al., 2019). Estratégias como a ventilação forçada e o uso de nebulizadores são amplamente recomendadas para mitigar os efeitos do calor.

A qualidade da água também merece destaque. Fontes contaminadas ou com excesso de minerais podem comprometer a saúde das aves e, por consequência, a qualidade dos ovos. O monitoramento regular da potabilidade da água é uma prática essencial, especialmente em sistemas de criação alternativos, como o free-range, onde o acesso a múltiplas fontes aumenta o risco de contaminação (Monteiro, 2019).

A iluminação é outro fator ambiental que influencia significativamente a produtividade e a qualidade dos ovos. Programas de luz que respeitem o ciclo natural das aves promovem um ritmo constante de postura e melhoram a uniformidade do produto final. Por outro lado, exposições inadequadas, seja por excesso ou deficiência de luz, podem causar desordens hormonais que afetam o ciclo reprodutivo das aves e a consistência da produção (Oliveira et al., 2019).

O manejo nutricional em sistemas alternativos, como cage-free e free-range, requer adaptações específicas. As aves nesses sistemas têm maior liberdade de movimento e, portanto, maior gasto energético. Isso exige ajustes na densidade energética da dieta e na suplementação de vitaminas e minerais para atender às suas necessidades metabólicas ampliadas (Carvalho, 2023). Dietas inadequadas nesses sistemas podem resultar em ovos de qualidade inferior, tanto em termos de peso quanto de resistência da casca.

A interação entre nutrição e ambiente é particularmente evidente em sistemas orgânicos, que limitam o uso de aditivos químicos e promovem dietas mais naturais. Embora esses sistemas sejam percebidos como mais éticos e sustentáveis, eles frequentemente enfrentam desafios para atender às demandas nutricionais das aves, especialmente em períodos de maior estresse ambiental, como altas temperaturas ou chuvas intensas (Freitas et al., 2019).

Os impactos da densidade populacional também não podem ser ignorados. Em sistemas convencionais, a alta densidade contribui para a competição por alimento e água, aumentando o estresse das aves e comprometendo a uniformidade dos ovos. Em contrapartida, sistemas alternativos, que exigem menor densidade, apresentam desafios relacionados à gestão de espaço e custos operacionais, mas promovem maior bem-estar e qualidade dos ovos (Monteiro, 2019).

A saúde intestinal das aves, influenciada tanto pela nutrição quanto pelo ambiente, desempenha um papel crítico na produção de ovos. A microbiota equilibrada é essencial para a absorção eficiente de nutrientes, e desequilíbrios podem resultar em ovos com menor valor nutricional e maior susceptibilidade à contaminação bacteriana (Farias, 2023). O uso de aditivos naturais, como óleos essenciais e extratos de plantas, tem mostrado potencial na promoção de um microbioma saudável, reduzindo a necessidade de antibióticos e melhorando a qualidade dos ovos.

Finalmente, a interação entre esses fatores ressalta a importância de uma abordagem integrada para o manejo de galinhas poedeiras. Um sistema de produção que negligencie a nutrição ou ignore as condições ambientais inevitavelmente comprometerá tanto o bem-estar das aves quanto a qualidade dos ovos. Por outro lado, práticas que alinhem essas dimensões oferecem não apenas ganhos produtivos, mas também contribuem para a sustentabilidade e a aceitação social do sistema de produção (Freitas et al., 2019).

O impacto da nutrição e do ambiente na produção de ovos é, portanto, um campo dinâmico e interconectado, exigindo atenção constante e ajustes estratégicos para otimizar os resultados. À medida que a avicultura de postura enfrenta desafios crescentes, a capacidade de equilibrar essas variáveis será crucial para garantir a viabilidade econômica e a qualidade do produto final.

Técnicas de Avaliação da Qualidade dos Ovos

A qualidade dos ovos é uma das principais preocupações na avicultura de postura, sendo um reflexo direto do manejo nutricional, das condições ambientais e do bem-estar das aves. Ovos de alta qualidade apresentam características superiores em parâmetros como espessura e resistência da casca, frescor do albúmen, coloração da gema e estabilidade durante o armazenamento. Para avaliar esses aspectos, diversas técnicas têm sido empregadas, combinando métodos objetivos e subjetivos para fornecer uma análise detalhada da qualidade do produto (Monteiro, 2019; Oliveira, 2019).

Um dos parâmetros mais utilizados é a avaliação da resistência e da espessura da casca. Essas características são essenciais para a proteção do conteúdo interno do ovo, prevenindo contaminações e danos durante o transporte e o armazenamento. A resistência da casca pode ser medida utilizando dispositivos que aplicam pressão crescente até que a casca quebre, enquanto a espessura é avaliada com paquímetros ou equipamentos eletrônicos específicos. Estudos indicam que deficiências nutricionais, como a falta de cálcio, e fatores ambientais, como alta densidade de amônia no ambiente, comprometem significativamente esses atributos (Freitas et al., 2019).

A frescura do albúmen é outro parâmetro crucial, sendo frequentemente avaliada por meio da unidade Haugh, um indicador amplamente reconhecido na indústria de ovos. A unidade Haugh é calculada com base na altura do albúmen e no peso do ovo, fornecendo uma medida objetiva da qualidade interna. Ovos frescos apresentam albúmen espesso e elevado, enquanto ovos mais velhos ou provenientes de aves estressadas apresentam valores reduzidos (Oliveira, 2029; Vercese, 2010).

A coloração da gema é avaliada principalmente por meio de paletas de cores padronizadas, como a escala Roche, que permite comparar a tonalidade da gema com padrões estabelecidos. A cor da gema é influenciada pela dieta das aves, sendo rica em carotenoides naturais em sistemas como o free-range, onde as aves têm acesso a pastagem. Gemas mais vibrantes são frequentemente associadas a melhor qualidade nutricional e maior aceitação pelo consumidor (Freitas et al., 2019).

A composição bioquímica dos ovos, incluindo os níveis de lipídios, proteínas e minerais, é outro aspecto fundamental para a avaliação da qualidade. Técnicas laboratoriais, como cromatografia e espectrofotometria, são usadas para analisar a composição detalhada do ovo. O impacto da dieta na composição dos ovos é evidente: aves suplementadas com ácidos graxos essenciais, como ômega-3, produzem ovos com perfis lipídicos mais saudáveis e valorizados comercialmente (Carvalho, 2023).

A qualidade microbiológica dos ovos também é uma preocupação central, especialmente em sistemas de criação alternativos onde o contato com o ambiente externo aumenta o risco de contaminação. A presença de patógenos como *Salmonella* é avaliada por técnicas de cultivo microbiológico e testes de DNA, que identificam com precisão os microrganismos presentes na casca e no conteúdo interno do ovo (Monteiro, 2019). Estratégias como a higienização adequada dos ovos e o controle da biossegurança nas granjas são essenciais para mitigar esses riscos.

No armazenamento, a manutenção da qualidade do ovo depende de fatores como temperatura, umidade e manejo adequado. O resfriamento rápido após a postura é uma prática recomendada para preservar o frescor e retardar o crescimento microbiano. A perda de peso do ovo durante o armazenamento, causada pela evaporação de água através dos poros da casca, também é monitorada como um indicador de qualidade. Ovos armazenados em condições inadequadas apresentam maior perda de peso e redução na unidade Haugh, comprometendo sua aceitação pelo mercado (Freitas et al., 2019).

A integridade visual do ovo é outra métrica comumente utilizada na avaliação da qualidade. Ovos são inspecionados visualmente para identificar defeitos, como rachaduras,

deformidades e manchas. Equipamentos de candling, que utilizam luz para inspecionar a casca e o conteúdo interno do ovo, são amplamente empregados para detectar anormalidades e garantir a conformidade com os padrões de qualidade (Saccomani, 2019).

A textura e a elasticidade da membrana interna do ovo também são analisadas, especialmente em estudos relacionados ao armazenamento prolongado. A membrana interna desempenha um papel crucial na proteção do albúmen contra a penetração microbiana. O envelhecimento e o manejo inadequado podem causar enfraquecimento dessa membrana, aumentando os riscos de contaminação e deterioração (Monteiro, 2019).

O impacto das condições de manejo no desempenho zootécnico e na qualidade do ovo também pode ser avaliado por meio de índices de eficiência produtiva, como a taxa de postura, o peso médio dos ovos e a conversão alimentar. Esses índices fornecem uma visão integrada da relação entre o bem-estar das aves e a qualidade do produto final (Freitas et al., 2019). Por exemplo, sistemas de criação que promovem maior bem-estar, como o free-range, frequentemente apresentam menor produtividade inicial, mas geram ovos de maior qualidade em parâmetros sensoriais e nutricionais.

A adoção de tecnologias avançadas, como tomografia computadorizada e espectroscopia de infravermelho, tem revolucionado a avaliação da qualidade dos ovos. Essas técnicas não invasivas permitem análises detalhadas da estrutura interna do ovo, incluindo a distribuição de proteínas no albúmen e a uniformidade da gema, sem comprometer o produto (Mayer, 2023). Além disso, essas tecnologias têm potencial para otimizar o processamento industrial de ovos, reduzindo perdas e melhorando a eficiência.

A avaliação sensorial, embora menos objetiva, também é importante para compreender as preferências do consumidor. Testes sensoriais que avaliam sabor, textura e aparência do ovo são frequentemente usados para complementar análises laboratoriais e garantir que os produtos atendam às expectativas do mercado (Monteiro, 2019).

Por fim, a integração dessas técnicas em sistemas de produção modernos reflete um avanço significativo na avicultura de postura. A análise criteriosa da qualidade dos ovos não apenas garante a conformidade com padrões de mercado, mas também promove práticas de manejo que alinham eficiência produtiva e bem-estar animal. Isso é particularmente relevante em um cenário global onde consumidores e reguladores exigem produtos que combinem excelência técnica com responsabilidade ética e ambiental (Freitas et al., 2019).

A avaliação da qualidade dos ovos é, assim, um reflexo direto da interação entre manejo, nutrição e ambiente, reforçando a importância de práticas integradas que atendam às demandas crescentes do mercado por produtos de alta qualidade e sustentáveis.

Integração de Indicadores de Qualidade e Bem-Estar na Tomada de Decisão

Na avicultura de postura, a integração de indicadores de bem-estar e qualidade dos ovos representa uma abordagem moderna e abrangente para a gestão produtiva. Esta integração baseia-se na premissa de que a saúde e o comportamento das aves estão intimamente ligados à qualidade do produto final. Sistemas de produção que utilizam esses dados de maneira estratégica podem alcançar maior eficiência produtiva, ao mesmo tempo em que atendem as crescentes demandas por práticas éticas e sustentáveis (Monteiro, 2019).

O conceito de integração envolve o uso métricas fisiológicas, comportamentais e ambientais para monitorar o bem-estar das aves e prever a qualidade dos ovos. Em sistemas modernos, o monitoramento contínuo por meio de sensores e dispositivos automatizados permite coletar dados em tempo real, como temperatura corporal das aves, níveis de amônia no ambiente e a frequência de comportamentos naturais, como empoleirar-se e ciscar (Freitas et al., 2019). Essas informações podem ser cruzadas com parâmetros de qualidade do ovo, como unidade Haugh, espessura da casca e coloração da gema, criando um banco de dados que orienta ajustes no manejo.

Um exemplo prático dessa integração ocorre em sistemas de criação alternativos, onde a maior liberdade de movimento e o contato com o ambiente natural impactam positivamente a qualidade sensorial dos ovos, mas podem aumentar riscos de contaminação microbológica. A utilização de indicadores de biossegurança, combinados com análises de frescor e textura do ovo, permite balancear os benefícios do bem-estar com a necessidade de segurança alimentar (Farias, 2023).

A integração de indicadores também abre caminhos para práticas de manejo mais personalizadas. Em vez de aplicar soluções generalizadas, como suplementação nutricional padronizada, os produtores podem ajustar as dietas com base nos dados específicos de cada lote de aves, otimizando tanto o desempenho zootécnico quanto a qualidade dos ovos. Dietas enriquecidas com carotenoides naturais, por exemplo, podem ser implementadas em sistemas free-range para potencializar a coloração da gema, atendendo às demandas de consumidores que valorizam ovos mais vistosos (Freitas et al., 2019).

Além disso, a integração entre qualidade e bem-estar é um elemento fundamental para programas de certificação e rastreabilidade. Mercados consumidores exigem cada vez mais transparência sobre as condições de produção, e a coleta e análise contínua de indicadores permitem documentar práticas de manejo e demonstrar conformidade com normas de bem-

estar e segurança alimentar. Sistemas que documentam detalhadamente o ciclo produtivo, desde o manejo nutricional até a avaliação final do ovo, fortalecem a confiança do consumidor e agregam valor ao produto (Farias, 2023).

Por outro lado, a implementação desse modelo integrado enfrenta desafios significativos, especialmente para pequenos e médios produtores. O custo inicial de tecnologias avançadas e a necessidade de capacitação para interpretar os dados coletados são barreiras que limitam a adoção em larga escala. No entanto, iniciativas de incentivo público e programas de treinamento técnico têm se mostrado eficazes para reduzir essas disparidades e ampliar o acesso às inovações (Freitas et al., 2019).

O potencial dessa abordagem é ainda maior quando aplicada a sistemas híbridos, que combinam o controle sanitário dos sistemas convencionais com os benefícios comportamentais dos sistemas alternativos. O cruzamento de dados de bem-estar, como densidade populacional ideal, com parâmetros de qualidade dos ovos pode orientar ajustes no manejo, aumentando a produtividade sem comprometer o bem-estar das aves ou a qualidade do produto final (Monteiro, 2019).

A integração de indicadores de bem-estar e qualidade também oferece oportunidades para pesquisas futuras. Estudos que explorem a interação entre métricas comportamentais, como frequência de empoleiramento, e atributos do ovo, como a uniformidade da gema, podem abrir novas fronteiras para otimizar a produção. Além disso, a combinação de dados de várias granjas em plataformas centralizadas pode gerar análises aprofundadas e acelerar a implementação de práticas mais eficientes e éticas no setor (Carvalho, 2019).

Por fim, a integração de indicadores é mais do que uma estratégia operacional; é um reflexo de uma abordagem sistêmica que reconhece a interdependência entre a saúde das aves e a qualidade dos ovos. Este modelo oferece um caminho promissor para equilibrar os desafios de produtividade e bem-estar, atendendo às demandas contemporâneas por uma avicultura mais eficiente, transparente e responsável. A consolidação dessa prática será um dos pilares da avicultura de postura no futuro, alinhando inovação tecnológica com responsabilidade social e ambiental.

3. METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem qualitativa e exploratória, centrada na revisão integrativa da literatura científica, como método para compreender e integrar informações sobre os sistemas de criação de galinhas poedeiras, o bem-estar animal e a qualidade dos ovos. Essa abordagem é apropriada para sintetizar o conhecimento existente, identificar lacunas na literatura e fundamentar a análise de maneira ampla e crítica, fornecendo uma base sólida para a discussão dos impactos do manejo na avicultura de postura. A escolha pela revisão integrativa possibilita a análise e a síntese de evidências empíricas e teóricas, permitindo uma visão mais abrangente do tema.

A coleta de dados foi realizada em bases de dados científicas amplamente reconhecidas, como SciELO, PubMed, Web of Science e o Portal de Periódicos da CAPES. Palavras-chave específicas, como "bem-estar animal", "qualidade dos ovos", "galinhas poedeiras", "sistemas de criação" e suas equivalentes em inglês, foram combinadas com operadores booleanos (AND, OR, NOT) para refinar os resultados. A busca restringiu-se a publicações entre 2010 e 2023, garantindo a atualidade dos dados. Após a busca inicial, os títulos e resumos dos trabalhos foram analisados para verificar sua relevância em relação aos objetivos do estudo. Em seguida, os artigos considerados relevantes foram submetidos à leitura integral para extração detalhada das informações.

O tratamento dos dados consistiu na organização dos artigos selecionados em categorias temáticas, facilitando a análise comparativa. As principais categorias definidas foram: indicadores de bem-estar animal (comportamentais, fisiológicos e ambientais), sistemas de criação (convencionais, cage-free, free-range e orgânicos), parâmetros de qualidade dos ovos (como espessura da casca, unidade Haugh e composição bioquímica) e a interação entre bem-estar e produtividade. Para garantir rigor metodológico, seguiu-se um protocolo estruturado inspirado nas diretrizes PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), documentando todas as etapas do processo desde a busca até a análise dos dados.

A análise foi conduzida de forma descritiva e exploratória, com o objetivo de identificar tendências, relações e lacunas nas práticas de manejo e seus efeitos sobre a qualidade dos ovos. As informações foram sintetizadas por meio de uma análise interpretativa, destacando os principais achados e limitações dos estudos revisados. O foco foi dado à relação entre as condições de criação e os parâmetros de qualidade dos ovos, buscando compreender como diferentes práticas de manejo impactam a saúde das aves e a eficiência

produtiva. Além disso, foram identificadas oportunidades para a aplicação de indicadores de bem-estar na tomada de decisão dentro da avicultura de postura.

Essa abordagem qualitativa e exploratória permitiu uma visão abrangente do tema, fornecendo uma base robusta para discutir a interação entre sistemas de criação, bem-estar animal e qualidade dos ovos. Apesar das limitações inerentes à revisão integrativa, como a dependência de estudos previamente publicados e a dificuldade em comparar metodologias distintas, a riqueza de informações extraídas e a profundidade da análise conferem ao estudo um caráter inovador e relevante. A metodologia adotada garante que os resultados sejam fundamentados em evidências robustas e capazes de contribuir para o avanço do conhecimento na área.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados obtidos evidencia a relação intrínseca entre os sistemas de criação, os indicadores de bem-estar animal e os parâmetros de qualidade dos ovos. Cada sistema de criação apresenta características específicas que influenciam tanto a saúde das galinhas poedeiras quanto a qualidade do produto final. A análise dos sistemas convencionais revela que, embora sejam altamente eficientes em termos produtivos, apresentam limitações severas no que diz respeito ao bem-estar animal. A falta de espaço para movimentação e a restrição à expressão de comportamentos naturais impactam negativamente a saúde das aves, resultando em problemas como osteoporose e fragilidade óssea. Esses fatores, por sua vez, refletem-se na qualidade dos ovos, particularmente na resistência da casca e na uniformidade do peso.

Por outro lado, os sistemas alternativos, como cage-free e free-range, permitem maior liberdade para as aves, promovendo comportamentos naturais que são indicativos de maior bem-estar. Estudos analisados mostraram que aves em sistemas cage-free apresentaram melhores índices de densidade óssea e menor incidência de estresse crônico. Estes benefícios traduziram-se em ovos com cascas mais resistentes e maior unidade Haugh, o que indica frescor superior (Freitas et al., 2019). No entanto, esses sistemas também enfrentam desafios, como a necessidade de manejo mais intensivo e maior suscetibilidade a doenças devido à densidade populacional elevada em alguns casos.

O sistema free-range, que possibilita acesso ao ambiente externo, foi amplamente destacado por promover condições mais próximas das naturais para as aves. Esse modelo favorece a coloração da gema dos ovos, enriquecendo-a com carotenoides naturais obtidos na dieta diversificada das aves. No entanto, a variabilidade ambiental, como extremos de temperatura e umidade, foi identificada como um fator limitante nesse sistema, podendo comprometer tanto o bem-estar das aves quanto a consistência produtiva (Carvalho, 2019). A exposição a predadores e a necessidade de maior controle sanitário são outros desafios frequentemente citados na literatura.

Os indicadores de bem-estar animal, como comportamento, condição física e parâmetros fisiológicos, mostraram-se diretamente relacionados à qualidade dos ovos. Comportamentos como empoleirar-se e ciscar, comuns em sistemas alternativos, foram associados a melhores condições metabólicas e maior deposição de cálcio na casca do ovo (Monteiro, 2019). Esses achados reforçam a importância de sistemas que favoreçam a expressão de comportamentos naturais das aves. No entanto, a bicagem agressiva, observada

em alguns sistemas cage-free com densidade elevada, destacou-se como um problema de manejo que pode impactar negativamente tanto o bem-estar das aves quanto a qualidade dos ovos.

A análise nutricional revelou que dietas enriquecidas com probióticos e minerais específicos desempenham um papel essencial na promoção do bem-estar animal e na qualidade dos ovos. Aves suplementadas com cálcio e fósforo, por exemplo, produziram ovos com maior espessura de casca e menor taxa de quebra. Em sistemas alternativos, a alimentação diversificada das aves contribuiu para perfis lipídicos mais saudáveis nos ovos, particularmente em sistemas free-range, onde as aves tiveram acesso a pastagens (Monteiro, 2019).

Os sistemas de criação também impactaram a composição microbiológica dos ovos. O controle sanitário rigoroso nos sistemas convencionais mostrou-se eficaz na redução de contaminações bacterianas, como *Salmonella*. Em contraste, sistemas alternativos enfrentaram maior risco de contaminação devido ao contato das aves com o ambiente externo. No entanto, estratégias como a higienização cuidadosa dos ovos e o uso de barreiras sanitárias mitigaram esses riscos em muitas granjas analisadas (Freitas et al., 2019).

A integração de tecnologias para monitoramento de indicadores de bem-estar e qualidade dos ovos surgiu como um avanço promissor para superar os desafios operacionais. Sensores que monitoram em tempo real a temperatura, umidade e qualidade do ar, aliados a ferramentas de análise de dados, permitem ajustes imediatos no manejo, otimizando tanto a saúde das aves quanto a qualidade do produto final. Essa abordagem tecnológica tem se mostrado particularmente útil em sistemas alternativos, onde a variabilidade ambiental é maior (Monteiro, 2019).

Os parâmetros de qualidade dos ovos, como unidade Haugh, espessura da casca e coloração da gema, foram influenciados significativamente pelas condições de manejo. A unidade Haugh, por exemplo, mostrou-se mais elevada em sistemas alternativos, indicando ovos de maior frescor. Já a espessura da casca foi consistentemente superior em aves que receberam suplementação nutricional adequada e foram criadas em ambientes que reduziram o estresse metabólico (Freitas et al., 2019).

Apesar das vantagens associadas aos sistemas alternativos, os desafios de sua implementação destacam-se como um ponto crítico. Os custos operacionais mais elevados e a necessidade de maior infraestrutura dificultam a adoção em larga escala, especialmente para pequenos produtores. Em contrapartida, a valorização comercial dos ovos provenientes de sistemas que promovem o bem-estar animal pode compensar parcialmente essas limitações,

destacando a importância de políticas públicas que incentivem a transição para modelos mais sustentáveis (Freitas et al., 2019).

A relação entre bem-estar animal e produtividade também foi discutida em diversos estudos. Embora sistemas convencionais apresentem maior produtividade inicial, o estresse crônico das aves frequentemente resulta em problemas de saúde que comprometem a longevidade produtiva. Sistemas alternativos, por sua vez, apesar de uma menor produtividade inicial, mostraram maior consistência ao longo do ciclo de postura, especialmente quando associados a um manejo nutricional e ambiental de alta qualidade (Monteiro, 2019).

Os resultados desta análise sugerem que a escolha do sistema de criação deve levar em conta não apenas a produtividade imediata, mas também os impactos de longo prazo sobre a saúde das aves e a qualidade dos ovos. Sistemas híbridos, que combinem os benefícios de diferentes modelos, foram destacados como uma solução promissora, integrando o controle sanitário dos sistemas convencionais com as vantagens comportamentais dos sistemas alternativos. Esses modelos representam uma oportunidade de inovação para o setor, conciliando eficiência produtiva, bem-estar animal e qualidade superior dos ovos (Oliveira, 2012).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, é possível observar que a qualidade dos ovos está intrinsecamente relacionada ao bem-estar das aves e ao sistema de criação empregado. O principal desafio da avicultura moderna consiste em conciliar a eficiência produtiva com a crescente demanda por práticas sustentáveis. Nesse contexto, o bem-estar animal deve ser compreendido não apenas como uma exigência ética, mas como um elemento fundamental para assegurar a qualidade do produto final e a sustentabilidade da cadeia produtiva de ovos.

REFERÊNCIAS

- ABREU, P. G., Mazuco, R. A., & Silva, I. J. O. (2017). Indicadores de bem-estar animal em galinhas poedeiras: uma abordagem comportamental. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 19(3), 345-356.
- AMARAL, Gisele Ferreira et al. *Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES*. 2016.
- CARVALHO, C. L. (2019). Bem-estar animal em galinhas poedeiras: práticas e desafios. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- CARVALHO, C. L. et al. Suplementação dietética com β -mananasa e probióticos como estratégia para melhorar o desempenho de galinhas poedeiras e a qualidade dos ovos. *Frontiers in Veterinary Science*, 2023. Disponível em: <https://axoncomunicacion.net/suplementacion-dietetica-con-%CE%B2-mananasa-y-probioticos-como-estrategia-para-mejorar-el-rendimiento-de-las-gallinas-ponedoras/>.
- CARVALHO, Larissa Carrion et al. Bem-estar na produção de galinhas poedeiras Revisão de literatura. *Rev. cient. eletrônica med. vet*, p. 1-14, 2017.
- DE FARIAS, Allamy Jorge Luciano Fernandes et al. Os sistemas de criação de aves de postura no Brasil e o bem-estar animal. *OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA*, v. 21, n. 12, p. 26534-26564, 2023.
- DE OLIVEIRA, Helder Freitas et al. Fatores intrínsecos a poedeiras comerciais que afetam a qualidade físico-química dos ovos. *Pubvet*, v. 14, p. 139, 2019.
- DE PAULA SADAQ, Isabela et al. Produção de ovos em sistema cage-free e free-range: aspectos relacionados a qualidade do ovo. 2021.
- DE SOUSA, Gabriela Pinheiro et al. Percepção dos produtores de ovos de Bastos/SP sobre ambiência, bem-estar animal e legislação na postura comercial. *Energia na Agricultura*, v. 32, n. 1, p. 40-47, 2017
- FREITAS, I. S., Salvador, A. P., & Mendonça, M. O. (2019). Atualidades e perspectivas do bem-estar animal na avicultura de corte e postura. *Nutritime: Revista Eletrônica*, 16(1), 30- 45.
- MAYER, Jaqueline K. et al. Desempenho, qualidade do ovo e índice econômico de poedeiras em diferentes sistemas de criação. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 24, p. e20220022, 2023.
- MONTEIRO, D. S. (2019). Sistemas de criação de galinhas poedeiras: impactos no bem-estar e na qualidade dos ovos. *Revista Brasileira de Avicultura Industrial*, 10(4), 220-235. NETTO, Daniel Araújo et al. Production of laying hens in different rearing systems under hot weather. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 40, p. e37677, 2018.

OLIVEIRA GALVÃO, Janaina et al. SISTEMAS DE CRIAÇÃO DE AVES POEDEIRAS NO BRASIL. Revista Foco (Interdisciplinary Studies Journal), v. 16, n. 7, 2023.

OLIVEIRA, Daniele L. de et al. Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, p. 1186-1191, 2014.

OLIVEIRA, Daniele Lopes de. Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. 2012. 90f. (Dissertação) Mestrado em Engenharia Agrícola, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Centro de Tecnologias e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande – Campina Grande - Paraíba – Brasil, 2012. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/10474>

REIS, T. L. et al. Influência do sistema de criação em piso sobre cama e gaiola sobre as características ósseas ea qualidade físico-química e microbiológica de ovos de galinhas. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 71, n. 05, p. 1623-1630, 2019.

SACCOMANI, A. P. O. et al. Qualidade físico-química de ovos de poedeiras semipesadas criadas em sistema convencional, cage-free e free-range. 2019.

VERCESE, Francine. Efeito da temperatura sobre o desempenho e a qualidade dos ovos de codornas japonesas. 2010.