



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CASSIA REGINA TEODORO

**Inclusão de óleos funcionais de pracaxi e copaíba em dietas de codornas japonesas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal.

Dourados – MS

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**Inclusão de óleos funcionais de pracaxi e copaíba em dietas de codornas japonesas**

Cassia Regina Teodoro

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Claudia Marie Komiyama

Coorientadores: Prof. Dr. Rodrigo Garofallo Garcia

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Fernanda Castro  
Burbarelli

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal.

Dourados – MS

2024

## FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

T314i Teodoro, Cassia Regina

Inclusão de óleos funcionais de pracaxi e copaíba em dieta de codornas japonesas [recurso eletrônico] / Cassia Regina Teodoro. -- 2024.

Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Claudia Marie Komiyama.

Coorientadores: Rodrigo Garofallo Garcia, Maria Fernanda Castro Burbarelli.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2024.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Óleos amazônicos. 2. Copaíba (*Copaifera langsdorffii*). 3. Pracaxi (*Pentaclethra macroloba*).  
4. Promotor de crescimento. 5. Fitogênicos. I. Komiyama, Claudia Marie. II. Garcia, Rodrigo Garofallo. III. Burbarelli, Maria Fernanda Castro. IV. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

# **INCLUSÃO DE ÓLEOS FUNCIONAIS DE PRACAXI E COPAÍBA EM DIETAS DE CODORNAS JAPONESAS**

por

**CASSIA REGINA TEODORO**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRA EM ZOOTECNIA

Aprovado em: 09/08/2024

Documento assinado digitalmente  
 **CLAUDIA MARIE KOMIYAMA**  
Data: 12/08/2024 09:54:00-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Profa. Dra. Claudia Marie Komiyama**  
Orientadora – UFGD

Documento assinado digitalmente  
 **ANA PAULA SILVA TON**  
Data: 14/08/2024 16:14:02-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Profa. Dra. Ana Paula Silva Ton**  
UFMT, campus de Sinop

Documento assinado digitalmente  
 **FABIANA RIBEIRO CALDARA**  
Data: 12/08/2024 15:11:50-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Profa. Dra. Fabiana Ribeiro Caldara**  
UFGD

## **Biografia da autora**

Cassia Regina Teodora, filha de Madalena P. Teodoro e Luiz C. Teodoro, natural de São Carlos, São Paulo. Realizou um curso profissionalizante em banho e tosa em 2011, área na qual atuou por anos e sempre lhe despertou grande interesse.

Graduou-se bacharel em medicina veterinária pelo Centro Universitário Barão de Mauá em Ribeirão Preto, São Paulo, em julho de 2021, com incentivo do Ministério da Educação como bolsista pelo Programa Universidade para todos - PROUNI.

Em março de 2022, iniciou o mestrado no programa de pós-graduação em Zootecnia pela Universidade Federal da Grande Dourados, em Dourados, Mato Grosso do Sul. Sob orientação da Profa. Dra. Claudia Marie Komiyama, cumpriu todos os pré-requisitos exigidos pelo programa. Foi bolsista CAPES até agosto de 2023, com dedicação exclusiva. Qualificou-se em fevereiro de 2024, procedendo à defesa de sua dissertação em nove de agosto de 2024.

Em setembro de 2023, iniciou carreira profissional no setor de qualidade na empresa Auster Nutrição Animal em Hortolândia, São Paulo.

**“Together we can ensure that our planet not, only survives, but thrives, because we have Only One Earth”**

**Guterres, A. 2024**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela dádiva da vida e por todas as conquistas obtidas até aqui.

Agradeço à minha família, especialmente meus pais Luiz e Madalena Teodoro por estarem sempre me apoiando, por me ensinarem o caminho certo, pelo amor que me dão, o companheirismo, pelos conselhos, por nunca terem deixado me faltar nada, mesmo nos momentos mais difíceis, pela preocupação, por toda ajuda até hoje, enfim obrigada por existirem e serem os melhores pais que poderiam ser, eu amo vocês. Graças a vocês sou a pessoa que hoje sou.

Agradeço à minha esposa Gabriela Araujo por esses anos de companheirismo, paciência e amor, sem o seu apoio nada disso teria acontecido. Se hoje sou médica veterinária, é porque você me encorajou a seguir esse sonho e andou ao meu lado em todos os momentos, enxugou minhas lágrimas, segurou minha mão, sorriu comigo, sonhamos e realizamos planos juntas. Sei que muitas vezes você deixou seus sonhos para ajudar a realizar os meus que se tornaram nossos. Espero poder comemorar com você muitas conquistas, suas, minhas e nossas. Obrigada por tudo. Amo você.

Agradeço à Juliana Mazo, por ter me ouvido e orientado, por ter estado comigo nessa trajetória. Obrigada por ter tornado essa etapa da minha vida mais leve.

Agradeço à UFGD, por ter disponibilizado o espaço para a realização do experimento e análises, a todos os funcionários vinculados ao programa de pós-graduação aqui representados pelas pessoas do Ronaldo Pasquim de Araujo, secretário da pós-graduação que sempre esteve disposto a nos ajudar e orientar e da Adriana Hirata, Técnica de laboratório, pela ajuda orientações nas análises e pelas conversas e conselhos.

Agradeço aos meus coorientadores Maria Fernanda de Castro Burbarelli e Rodrigo Garofallo Garcia por toda ajuda e orientação neste processo e claro a minha orientadora Claudia Marie Komiyama pela paciência, pelos ensinamentos e por ter sido além de uma orientadora uma amiga. Agradeço aos colegas que estiveram sempre dispostos nesse período, pela ajuda, pela troca de experiências, pelas conversas e pelo companheirismo de todos nos momentos necessários para poder concluir mais essa etapa acadêmica. Agradeço de coração a todos que estiveram envolvidos direta ou indiretamente nesse processo.

Agradeço à empresa Amazon Oil pela doação dos óleos utilizados no experimento.

Agradeço às 240 codornas utilizadas no experimento.

Agradeço à CAPES pela concessão da bolsa de estudos para a realização do mestrado.

## *SUMÁRIO*

---

## SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	14
I. CAPÍTULO – REVISÃO SISTEMÁTICA .....	21
IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS E FUNCIONAIS NO DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE CODORNA: REVISÃO SISTEMÁTICA 22	
INTRODUÇÃO .....	24
METODOLOGIA .....	25
RESULTADOS .....	27
DISCUSSÃO.....	40
CONCLUSÃO .....	46
REFERÊNCIAS .....	47
II. CAPÍTULO .....	55
IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DOS ÓLEOS DE PRACAXI E COPAÍBA NO DESEMPENHO, QUALIDADE DE OVOS E SAÚDE DE CODORNAS JAPONESAS ....	56
INTRODUÇÃO .....	58
METODOLOGIA .....	59
1.1. Aprovação do comitê de ética para o experimento .....	59
1.2. Local de realização do experimento .....	60
1.3. Manejo ambiental.....	60
1.4. Animais experimentais.....	61
1.5. Delineamento experimental.....	61
2. Análises desenvolvidas: .....	65
2.1. Desempenho produtivo .....	65
2.2. Ensaio da digestibilidade.....	66
2.2.1. Coleta e preparo de amostras .....	66
2.2.2. Análise de Matéria Seca .....	67
2.2.3. Análise de Matéria Mineral .....	67
2.2.4. Análise de Extrato Etéreo .....	67

2.2.5	Análise de Proteína Bruta .....	67
2.2.6	Calculo de digestibilidade .....	68
2.3.	Análise de qualidade dos ovos .....	67
2.4.	Gravidade Específica.....	69
2.4.1	Coloração da gema, diâmetro da gema, altura de albúmen e gema e índice de gema.	70
2.4.2	Peso e percentagem da gema, albúmen e casca, unidade Haugh, espessura de casca e avaliação do pH do albúmen .....	70
2.4.3	Perfil de ácidos graxos da gema.....	72
2.5.	Biometria de órgãos e perfil bioquímico.....	73
3.	Avaliação microscópica das vilosidades intestinais .....	74
4.	Análises estatísticas.....	75
	RESULTADOS .....	76
	DISCUSSÃO.....	88
	CONCLUSÃO .....	96
	REFERÊNCIAS .....	97
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105
	ANEXO.....	107

## LISTA DE QUADROS

### Capítulo I

<b>Quadro 1 - Estratégia PICO .....</b>	<b>26</b>
---	-----------

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo I

<b>Figura 1.</b> Fluxograma da revisão sistemática.....	29
---	----

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo I

<b>Tabela 1.</b> Descrição dos óleos essenciais utilizados, nome popular e científico.....	30
<b>Tabela 2.</b> Percentual dos compostos fenólicos dos óleos essenciais e funcionais.....	32
<b>Tabela 3.</b> Artigos incluídos na revisão sistemática de acordo com os critérios de inclusão e exclusão PICO.....	36

### Capítulo II

<b>Tabela 1.</b> Composição percentual e calculada das dietas experimentais na fase de produção. .....	62
<b>Tabela 2.</b> Percentual de ácidos graxos das diferentes dietas. ....	64
<b>Tabela 3.</b> Parâmetros de desempenho produtivos das codornas japonesas alimentadas com dietas contendo óleo de pracaxi, copaíba e pracaxi + copaíba como melhoradores de desempenho. ....	77
<b>Tabela 4.</b> Efeito na qualidade de ovos das codornas japonesas alimentadas com dietas contendo óleo de pracaxi, copaíba e pracaxi + copaíba como melhoradores de desempenho. .....	79
<b>Tabela 5.</b> Composição de ácidos graxos (%) na gema de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo óleo de pracaxi, copaíba e pracaxi + copaíba como melhoradores de desempenho e probiótico.....	82
<b>Tabela 6.</b> Parâmetros da morfometria intestinal de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo óleo de pracaxi, copaíba e pracaxi + copaíba como melhoradores de desempenho e probiótico.....	84
<b>Tabela 7.</b> Coeficiente de digestibilidade em codornas japonesas alimentadas com dietas óleo de pracaxi e/ou copaíba como melhoradores de desempenho. ....	85
<b>Tabela 8.</b> Parâmetros bioquímicos sanguíneos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo óleo de pracaxi, copaíba e pracaxi + copaíba como melhoradores de desempenho. ....	86
<b>Tabela 9.</b> Parâmetros de biometria de órgãos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo óleo de pracaxi, copaíba e pracaxi + copaíba como melhoradores de desempenho.....	87

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Organização das Nações Unidas (ONU) em 2023, propõe para o desenvolvimento sustentável dezessete objetivos, entre eles, zerar a fome ao redor do mundo. Para diminuir a insegurança alimentar, pesquisadores enxergam que o consumo de carnes, ovos e leite desempenhará um papel crucial nas próximas décadas (Henchion, et al., 2021).

Alimentar a crescente população de forma sustentável poderá ser um desafio e realizar a produção animal de forma sustentável aumenta o grau de responsabilidade dos produtores. Pensando na frequência do consumo das proteínas de origem animal e em atender aos objetivos propostos pela ONU, a produção de ovos figura em destaque, por sua facilidade de obtenção, custos de produção, menor impacto ambiental e características como fonte primária de proteína, quando comparada aos outros produtos de origem animal (Calicioglu et al., 2019).

A coturnicultura é uma atividade em crescimento de forma mundial, as codornas ganharam espaço no setor de avicultura, pois são aves que se adaptam com maior facilidade ao ambiente de criação, possuem crescimento e ciclo produtivo mais rápido em comparação demais aves de produção, demanda baixo custo de rações e fornece carne e/ou ovos (López-Salazar et al., 2019).

Durante muito tempo utilizou-se na produção animal os antimicrobianos (antibióticos) em doses reduzidas como promotores de crescimento administrados nas rações de aves, suínos e bovinos e com isso observou-se uma melhora na conversão alimentar. Entretanto, durante esse período foram negligenciados os danos que o emprego desses melhoradores de desempenho poderia causar, tais como a resistência aos antimicrobianos, afetando de forma direta os humanos (Gorbach, 2001).

Com intuito de buscar alternativas aos antimicrobianos e atender aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com uma produção agrícola responsável, ações de prevenção do clima e proteção da vida terrestre, estudos estão em desenvolvimento para encontrar possíveis substitutos naturais aos melhoradores de desempenho e nesse contexto os fitoquímicos são lançados como uma boa alternativa, pois tratam-se de produtos naturais que possuem várias aplicações e ações (Alharthi et al., 2021).

Dentro da classe de aditivos fitoquímicos encontram-se os óleos funcionais, que são produtos extraídos de plantas, sementes e especiarias que podem ser empregados como antibacterianos por controlarem patógenos, antioxidantes por sua ação sobre os radicais livres, aumentam a digestibilidade e absorção de nutrientes por terem ação sobre

o estímulo e liberação de enzimas digestivas e podem ainda promover alterações benéficas ao epitélio intestinal (Koiyama et al., 2014).

No Brasil, a região amazônica abriga uma grande biodiversidade vegetal, com frutos, cascas e sementes que possuem altos teores de compostos bioativos, ainda pouco explorada por pesquisas e dentre essa biodiversidade encontram-se o pracaxi e a copaíba das quais é possível a obtenção dos óleos funcionais (Barros et al., 2017). Das sementes do pracaxi, uma árvore encontrada na região amazônica, é possível a obtenção do óleo de pracaxi, o qual possui ácido oleico (Costa et al., 2014), linoleico, beênico e lignocéricos (Teixeira et al., 2020). A partir da copaíba, uma árvore também da região amazônica, é possível extrair de seu tronco o óleo que possui propriedades funcionais ricos em ácido linolênico e linoleico (Aguilar et al., 2013).

A fim de minimizar a degradação ambiental e estimular a produtividade local com práticas sustentáveis, pesquisadores brasileiros desenvolveram técnicas de extração do óleo de copaíba que preservam a integridade da árvore e possibilitam nova coleta em um tempo mais curto sem causar danos ao caule (Lameira; Oliveira & Zoghbi, 2005). Essa prática de manejo tem sido fonte constante de estudos de acompanhamento para que a extração do óleo seja realizada de tal maneira que a árvore sofra com o menor impacto possível e volte a produção do óleo após algum tempo (Guarino et al., 2016; Silva-Junior et al., 2023).

A extração e comercialização do óleo de pracaxi seguem os mesmos princípios de minimizar a degradação e estimular a sustentabilidade, auxiliando no desenvolvimento das comunidades ribeirinhas (que atende o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável - ODS 2 – erradicação da fome e agricultura sustentável), auxilia no desenvolvimento das mulheres locais (atendendo ao ODS 5 – Promoção da Igualdade de gêneros e autonomia das mulheres), gera emprego e renda para essa comunidade (atendendo ao ODS 8 – trabalho decente e crescimento econômico) e preserva a floresta, (atende ao ODS 15 – vida terrestre) uma vez que não há a necessidade de desmatar para a coleta das sementes, que são recolhidas nas águas dos rios e também no solo da floresta (Lira-Guedes et al., 2021).

Adicionalmente, os óleos funcionais de copaíba e pracaxi possuem diversas atividades benéficas tais como, antimicrobianas, antifúngica, cicatrizantes, antioxidante, anti-inflamatórias entre outras (Lima et al., 2021; Lamarão et al., 2023), são considerados produtos com baixo impacto ambiental e expoentes das práticas sustentáveis (Lira-Guedes et al., 2021).

O emprego destes produtos em substituição aos melhoradores de desempenho na produção animal, têm sido moderadamente explorados. Noletto et al. (2018) reportaram que o óleo de copaíba a 2.000 mg/kg na dieta em frangos de corte proporcionou resultados de desempenho semelhantes ao das aves suplementadas com Avilamicina, sugerindo assim a possibilidade de uso como substituto. Ao verificar a efetividade da utilização do óleo funcional de pracaxi em diferentes concentrações (0; 0,045%; 0,090%; 0,180% e 0,360%) Eberhart (2022) identificou uma melhora na deposição de ácidos graxos na gema dos ovos e melhor absorção dos nutrientes.

Embora, existam alguns trabalhos que versem sobre a utilização dos óleos amazônicos funcionais de pracaxi e copaíba, o emprego desses produtos como substitutos aos melhoradores de desempenho e a investigação específica com codornas poedeiras e o impacto sobre a qualidade dos ovos, de maneira geral, ainda é escasso.

A presente dissertação de mestrado encontra-se estruturada em dois capítulos e estão redigidos e estruturados seguindo normas editoriais da revista *World's Poultry Science Journal* (Capítulo I), e Revista Brasileira de Zootecnia (Capítulo II), com o objetivo de atender aos requisitos de difusão de conhecimento científico do programa de pós-graduação em zootecnia da UFGD.

Desta forma, no Capítulo I foi realizada uma revisão sistemática acerca da utilização de óleos essenciais na dieta de codornas poedeiras e seu impacto na qualidade de ovos e parâmetros de desempenho.

No Capítulo II está apresentada a descrição de um experimento que objetivou avaliar a inclusão de óleos funcionais de pracaxi e copaíba na dieta de codornas japonesas em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho no impacto produtivo, qualidades de ovos e na saúde de codornas japonesas em fase de postura.

## **REFERÊNCIAS**

Aguilar, C. A. L., et al. Effect of copaiba essential oil on broiler chickens' performance. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 35, 145-151, 2013.

Alharthi, A. S., et al. The effects of different levels of sunflower hulls on reproductive performance of yearly ewes fed with pelleted complete diets. *Agriculture*, 11(10), 959, 2021.

Barros, R. G. C., et al. Evaluation of bioactive compounds potential and antioxidant activity in some Brazilian exotic fruit residues. *Food Research International*, 102, 84-92, 2017.

Calicioglu, O. et al. The future challenges of food and agriculture: An integrated analysis of trends and solutions. *Sustainability*, v. 11, n. 1, p. 222, 2019.

Dos Santos-Costa, M. N. F., et al. Characterization of *Pentaclethra macroloba* oil: Thermal stability, gas chromatography, and Rancimat. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 115, 2269-2275, 2014.

Eberhart, B.S. Caracterização do óleo de pracaxi e sua inclusão em dietas de codornas japonesas. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados – Dourados, MS: UFGD, 2022.

Guarino, E. S. G.; Fonseca, F. L.; Uller, H. F.; Wadt, L. H. O. Adaptação ao modelo tradicional de extração da oleorresina da copaíba. Comunicado Técnico, 193, EMBRAPA. ISSN 0100-8668 Rio Branco, AC. Agosto, 2016. Disponível em: [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/153222/1/26237.pdf]. Acesso em: 16/03/2024

Gorbach, S. L. Antimicrobial use in animal feed—time to stop. *New England Journal of Medicine*, 345(16), 1202-1203, 2001.

Guterres A. Discurso do secretário-geral da Organização das Nações Unidas no Museu Americano de História Natural, em Nova York, no dia Mundial do Meio Ambiente. 05/06/2024, NY-EUA.

Henchion, M. et al. Trends for meat, milk, and egg consumption for the next decades and the role played by livestock systems in the global production of proteins. *Animal*, v. 15, p. 100287, 2021.

Koiyama, N. T. G. et al. Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com mistura de aditivos fitogênicos na dieta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49, 225-231, 2014.

Lameira, O.A.; Oliveira, E.C.P.; Zoghbi, M.G.B. Identificação da época de coleta do óleo de copaíba (*Copaifera* sp.) no município de Moju-PA. *Horticultura Brasileira*, 23(2), 1-4, 2005.

Lamarão, N. et al. *Pentaclethra macroloba*: a review of the biological, pharmacological, phytochemical, cosmetic, nutritional and biofuel potential of this Amazonian plant. *Plants*, 12(6), 1330, 2023.

Lima, R.S.; de Carvalho, A.P.A. e Conte-Junior, C.A. Health from Brazilian Amazon food wastes: Bioactive compounds, antioxidants, antimicrobials, and potentials against cancer and oral diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(33), 2023. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2101983>.

Lira-Guedes, A. C., Euler, A., Abreu, L., Ribeiro Guabiraba, I. R., & Barbosa, R. Óleo de pracaxi (*Pentaclethra macroloba* (Wild.) Kuntze): extração, recomendações técnicas e custos de produção para a comunidade do Limão do Curuá, Estado do Amapá, Brasil. 2021. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1133002>, Acesso em: 28 de março de 2024.

López-Salazar, S. E., Flota-Bañuelos, C., & Fraire-Cordero, S. Agroecological production of codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) as strategy for food security in Campeche, Mexico. *Agroproductividad*, 13(1), 3-7, 2020.

Molnár, S & Szöllósi, L. Sustainability and quality aspects of different table egg production systems: a literature review. *Sustainability*, v. 12, n. 19, p. 7884, 2020.

Noletto, R. A. et al. Suplementação de óleo de copaíba ou sucupira na ração de frangos de corte. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 19, p. 83-92, 2018.

Silva-Junior, J.N.N. et al. Change in oleoresin productivity between harvests and variable drillings of a *Copaifera reticulata* natural population in the Amazon. *CERNE*, v. 29, p. e-103183, 2023.

Teixeira, G. L. et al. Composition, thermal behavior and antioxidant activity of pracaxi (*Pentaclethra macroloba*) seed oil obtained by supercritical CO<sub>2</sub>. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 24, 101521, 2020.

United Nations Development Programme. What are the Sustainable Development Goals? Disponível em: <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>. Acesso em: 12/11/2023.

## RESUMO

Teodoro, C. R. **Inclusão de óleos funcionais de pracaxi e copaíba em dietas de codornas japonesas.**

2024. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2024.

A presente dissertação está composta por dois capítulos. No capítulo I foi descrita a primeira etapa do trabalho que consistiu na realização de uma revisão sistemática da literatura acerca da utilização de óleos essenciais (OE) e/ou funcionais na dieta de codornas e seu impacto sobre os parâmetros de desempenho e a qualidade dos ovos. Após uma triagem minuciosa foram identificados nove artigos que preenchiam totalmente os critérios de inclusão. Os OE foram empregados em associação com outros OE em cinco trabalhos e nos outros quatro trabalhos foram utilizados o OE salgado, um estudo utilizou o OE de murta, um estudo utilizou OE de lavanda e um utilizou o OE de orégano. Os autores reportaram que a utilização dos OE melhorou o ganho de peso e a conversão alimentar, aumentou a produtividade e otimizou o consumo de ração e morfometria intestinal. Na qualidade de ovos, os principais resultados foram o aumento no peso dos ovos, aumento na massa de ovos, maior espessura de casca, maior peso da casca, maior peso de gema e albúmen, melhora no índice de gema, aumento da Unidade Haugh, maior altura de gema e de albúmen. A partir desses resultados reconhecemos que o emprego dos óleos essenciais exerceu efeitos positivos sobre as características finais dos ovos e melhorou o desempenho das codornas poedeiras. No capítulo II hipotetizou-se sobre a possibilidade de os óleos funcionais amazônicos de copaíba e pracaxi atuarem como substitutos de melhoradores de desempenho. Desta forma, objetivou avaliar o impacto da inclusão de óleos funcionais amazônicos de pracaxi e copaíba na dieta de codornas japonesas como melhoradores de desempenho sobre os parâmetros produtivos, qualidades de ovos e a saúde intestinal das aves, perfil bioquímico sanguíneo, lipídico das gemas, biometria dos órgãos e coeficiente de digestibilidade. Para isso utilizou-se 240 codornas japonesas em período experimental de 56 dias compostos por dois ciclos de 28 dias. Os animais foram divididos em um delineamento experimental inteiramente casualizado composto por seis tratamentos, oito repetições, com cinco animais por repetição. Os tratamentos consistiram em uma dieta basal acrescida ou não de aditivos alimentares, sendo: dieta basal (controle negativo); melhorador de desempenho (bacitracina 0,15 %, controle positivo); probiótico (BS gold® 0,033 %); óleo funcional de pracaxi (0,090 %); óleo funcional de copaíba (0,180 %); e, combinação de óleo de pracaxi (0,090 %) e copaíba (0,180 %). Os resultados das análises de desempenho produtivo, perfil lipídico das gemas, peso das carcaças e biometria dos órgãos demonstraram que os óleos funcionais amazônicos foram capazes de manter níveis similares ao controle positivo. Os óleos de copaíba e pracaxi associado a copaíba apresentam menor Unidade Haugh (UH) que o grupo controle positivo, contudo, eles não diferiram do controle com probiótico. Os demais parâmetros de qualidade não diferiram entre o controle positivo e os óleos funcionais. A profundidade das criptas duodenais foi significativamente maior no grupo que recebeu a copaíba em comparação ao controle positivo. Além disso, a largura das vilosidades do jejuno foi maior no grupo de aves que recebeu o óleo de copaíba associado ao pracaxi em relação ao controle positivo, sem diferir do grupo com probiótico em ambas as variáveis. Apesar desses achados, a relação vilo/crípta foi similar ao controle positivo em todos os grupos que receberam os óleos funcionais amazônicos. Os parâmetros de albumina foram significativamente menores nos grupos pracaxi associado a copaíba e no grupo que recebeu somente a copaíba em comparação ao controle positivo. Considerando a manutenção dos parâmetros observada, concluímos que os óleos funcionais amazônicos se demonstraram compatíveis com os melhoradores de desempenho, podendo ser utilizados para substituir a bacitracina de zinco como melhorador de desempenho.

**Palavras-chave:** Ácidos graxos, fitoquímicos, morfometria intestinal, óleos amazônicos qualidade de

OVOS

## ABSTRACT

Teodoro, C. R. **Inclusion of functional pracaxi and copaiba oils in Japanese quail diets.** 2024  
Master's Dissertation – Federal University of Grande Dourados, Dourados, 2024

This dissertation consists of two chapters. Chapter I describes the first stage of the work, which consisted of carrying out a systematic review of the literature on the use of essential oils (EO) and/or functional oils in quail diets and their impact on performance parameters and egg quality. After a thorough screening, nine articles were identified that fully met the inclusion criteria. EOs were used in association with other EOs in five papers and in the other four papers salty EOs were used, one study used myrtle EO, one study used lavender EO, and one used oregano EO. The authors reported that using EOs improved weight gain and feed conversion, increased productivity, and optimized feed consumption and intestinal morphometry. In terms of egg quality, the main results were an increase in egg weight, an increase in egg mass, greater shell thickness, greater shell weight, greater yolk and albumen weight, an improvement in yolk index, an increase in Haugh Unit, greater yolk and albumen height. Based on these results, we recognize that the use of essential oils had a positive effect on the final characteristics of the eggs and improved the performance of the laying quails. Chapter II hypothesized the possibility of Amazonian functional oils of copaiba and pracaxi acting as substitutes for performance enhancers. This study aimed to evaluate the impact of including Amazonian pracaxi and copaiba functional oils in the diet of Japanese quails as performance enhancers on production parameters, egg quality and the birds' intestinal health, blood biochemical profile, yolk lipids, organ biometry, and digestibility coefficient. To this end, 240 Japanese quails were used for a 56-day experimental period consisting of two 28-day cycles. The animals were divided into a completely randomized experimental design consisting of six treatments, and eight replicates, with five animals per replicate. The treatments consisted of a basal diet plus or without feed additives, as follows: basal diet (negative control); performance enhancer (bacitracin 0.15%, positive control); probiotic (BS gold® 0.033%); pracaxi functional oil (0.090%); copaiba functional oil (0.180%); and a combination of pracaxi oil (0.090%) and copaiba oil (0.180%). The results of the analyses of production performance, yolk lipid profile, carcass weight, and organ biometry showed that the Amazonian functional oils were able to maintain levels similar to the positive control. Copaiba and pracaxi oils associated with copaiba had lower Haugh Units (HU) than the positive control group, however, they did not differ from the control with probiotic. The other quality parameters did not differ between the positive control and the functional oils. The depth of the duodenal crypts was significantly greater in the group receiving copaiba than in the positive control. In addition, the width of the jejunal villi was greater in the group of birds that received copaiba oil associated with pracaxi compared to the positive control, without differing from the group with probiotic in either variable. Despite these findings, the villus/crypt ratio was similar to the positive control in all groups that received the Amazonian functional oils. Albumin parameters were significantly lower in the pracaxi associated with copaiba groups and in the group that received only copaiba compared to the positive control. Considering the maintenance of the observed parameters, we conclude that the Amazonian functional oils were compatible with the performance enhancers and can be used to replace zinc bacitracin as a performance enhancer.

**Keywords:** Egg quality, Fatty acids. Intestinal morphometry. Phytochemicals.

# ***I CAPÍTULO – REVISÃO SISTEMÁTICA***

---

Artigo redigido conforme as normas da revista World's Poultry Science journal

Impact fator 3,452 Scopus 91%

# IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS E FUNCIONAIS NO DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE CODORNA: REVISÃO SISTEMÁTICA

## RESUMO

**Introdução:** A proibição do emprego de antimicrobianos como melhoradores de desempenho e promotores de crescimento na avicultura gerou a demanda para substituição por produtos mais naturais, entre eles, os óleos essenciais e funcionais. **Objetivo:** realizar investigação sistemática sobre o impacto da utilização de óleos essenciais e funcionais no desempenho e qualidade de ovos de codorna. **Metodologia:** no período de agosto de 2023 a setembro de 2023 foi realizado um levantamento de trabalhos publicados entre os anos de 2009 à 2023 nas bases Web of Science e SciELO, redigidos em português, espanhol ou inglês. Foram admitidos trabalhos que utilizaram a inclusão de óleos essenciais (OE) e/ou funcionais na dieta de codornas japonesas comparando-os com grupo controle negativo (sem melhorador de desempenho), antimicrobianos, prebióticos e/ou probiótico e que avaliaram os efeitos na qualidade de ovos e parâmetros de desempenho. **Resultados:** As buscas eletrônicas identificaram um total de 1.195 estudos, dos quais 1.186 foram excluídos, entre outros fatores, por se tratar de estudos com frangos de corte, artigos de revisão sistemática e meta-análise e aplicação em outras espécies. Ao final da triagem 9 artigos preenchem totalmente os critérios de inclusão. Os OEs empregados nos estudos selecionados foram um mix de OEs em 5 artigos, dos outros quatro trabalhos, um estudo utilizou o OE salgado, um estudo utilizou o OE de murta, um estudo utilizou OE de lavanda e outro utilizou o OE de orégano. Os principais efeitos positivos reportados nos artigos revisados em relação aos parâmetros de desempenho foram aumento na produtividade, melhor conversão alimentar e morfometria intestinal. Em relação a qualidade de ovos, os principais resultados foram o aumento de variáveis como peso dos ovos, massa de ovos, espessura de casca, peso da casca, de gema e albúmen, índice de gema, Unidade Haugh, altura de gema e de albúmen. **Conclusão:** O emprego dos óleos essenciais exerceu efeitos positivos sobre as características finais dos ovos e melhorou o desempenho das codornas japonesas, sendo uma prática promissora para Coturnicultura.

**Palavras chaves:** Conversão alimentar, coturnicultura, ganho de peso, peso de ovos, Unidade Haugh.

## ABSTRACT

**Introduction:** The ban on using antimicrobials as enhancers and growth promoters in poultry farming generated demand for replacement with more natural products, including essential and functional oils. **Objective:** to conduct systematic research on the impact of using essential and functional oils on the performance and quality of quail eggs. **Methodology:** from August 27, 2023, to September 27, 2023, a survey of works published between 2009 and 2023 in the Web of Science and SciELO databases, written in Portuguese, Spanish, or English, was carried out. Studies that used the inclusion of essential oils (EO) and/or functional oils in the diet of laying quails were admitted, comparing them with negative control group treatments (without performance enhancers), antimicrobials, prebiotics, and/or probiotics and that evaluated the effects on egg quality and performance parameters. **Results:** The electronic searches identified 1,195 studies, of which 1,186 were excluded, among other factors, because they were studies with broiler chickens, systematic review articles, and meta-analyses, applications to other species. At the end of the screening, 9 articles fully met the inclusion criteria. The EOs used in the selected studies were a mix of EOs (5 articles), one study used salty EO, one study used myrtle EO, one study used lavender EO, and one used oregano EO. The main positive effects of the reviewed articles about performance parameters were increased productivity, better feed conversion, and intestinal morphology. Regarding egg quality, the main results were an increase in egg weight, increase in egg mass, greater shell thickness, greater shell weight, greater yolk, and albumen weight, improvement in the yolk index, increase in Unit Haugh, greater yolk and albumen height. **Conclusion:** The use of essential oils positively affected the final characteristics of eggs and improved the performance of laying quails, a promising practice for leather farming.

**Keywords:** Coturniculture, egg weight, food conversion, Haugh Unit, weight gain.

## INTRODUÇÃO

A coturnicultura é uma atividade global em expansão, a codorna se destaca por sua dupla aptidão para produção de carne e ovos. Características como maturidade sexual precoce, ciclo de vida rápido, menor custo de produção, maior número de ovos, menor massa corporal e maior resistência a doenças fazem das codornas importantes objetos de pesquisa (Batool et al., 2021). O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) reportou um total de 229.194 mil dúzias de ovos produzidos só no território brasileiro em 2022.

Durante décadas, os antimicrobianos foram empregados em doses subterapêuticas com intuito de promoverem o melhor desempenho das aves, porém esse uso começou a declinar e em 2006, a União Europeia restringiu a utilização destes em diversos países, impondo várias limitações às importações de produtos avícolas que utilizem antibióticos como melhoradores de crescimento (Rocha et al., 2020).

Tais restrições também atendem à demanda do mercado consumidor, que passou a relacionar o uso de antimicrobianos em subdoses aos casos de resistência bacteriana em humanos, exigindo que empresas ligadas a ramos alimentícios comercializem produtos sem antimicrobianos em sua produção (Belœil et al., 2019). Uma alternativa para melhorar o desempenho na produção animal é o emprego de aditivos alimentares nas rações, com o intuito que o animal aproveite ao máximo os nutrientes de sua dieta, promovendo assim melhor crescimento e estado de saúde (Mahrose et al., 2019).

Os fitoquímicos são conhecidos como os aditivos alimentares naturais e nessa categoria estão inclusos os óleos essenciais e funcionais. Como são metabólitos secundários de plantas, possuem menor toxicidade e estão livres de resíduos. Neste sentido, Shad et al. (2014) relataram que embora cada fitoquímico tenha propriedades únicas, eles atuam sinergicamente para garantir que as reações no corpo ocorram de forma adequada.

Os óleos essenciais e os óleos funcionais são extraídos de diversas partes das plantas, incluindo folhas, sementes e raízes. O processo de extração pode ser por destilação, prensagem ou com utilização de solvente, sendo que as mais empregadas são por destilação e solventes (Ibiapina et al., 2022). Os óleos essenciais podem ser extraídos tanto da essência das plantas, como das especiarias e possuem caráter aromático e ações anti-inflamatória, antibióticas, antioxidantes, antiparasitária, entre outras (Koiyama et al., 2014). Os óleos funcionais, assim como os óleos essenciais, podem ser extraídos de plantas e sementes. Os óleos funcionais se diferenciam dos essenciais por possuírem além

da sua capacidade energética, atividade anti-inflamatória, antioxidante e antiparasitária (Sanders et al., 2023).

Os óleos essenciais são definidos como metabólitos secundários das plantas, caracterizados por um aroma marcante, sendo sistemas naturais multicomponentes, principalmente por terpenos voláteis e hidrocarbonetos. O perfil químico dos óleos essenciais difere não apenas no número de moléculas, mas também em seus tipos estereoquímicos extraídos. Todos os óleos essenciais são funcionais, mas nem todos os funcionais são essenciais, pois, muitos óleos funcionais são não-voláteis e sem fragrância (Baptista-Silva et al., 2020).

O modo de ação dos fitoquímicos pode ser variado, mas alguns atuam na microflora intestinal na redução da presença de microrganismos patogênicos e promoção da produção de saliva favorecendo a digestibilidade. Podem ainda melhorar a produção e secreção de bile e enzimas intestinais, promover o aumento no comprimento das vilosidades que otimiza a área de absorção de nutrientes o que consequentemente melhora o desempenho animal (Tabatabaei, 2016).

Considerando a necessidade de substituição dos antibióticos melhoradores de desempenho na avicultura, a importância da produção dos ovos de codorna e as propriedades inovadoras que os fitoquímicos apresentam, o presente trabalho buscou investigar de forma sistemática o impacto do uso de óleos funcionais e/ ou essenciais na qualidade de ovos e desempenho produtivo de codornas japonesas.

## **METODOLOGIA**

### *Metodologia da revisão sistemática de literatura*

A presente revisão sistemática foi realizada em acordo com as recomendações “Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses Protocols” (PRISMA-P, 2015). A busca foi realizada utilizando os descritores “MeSH” para termos e palavras-chave baseadas nos elementos da estratégia de busca e de questão PICO (Page et al., 2020) mostrados no Quadro 1.

### Quadro 1 - Estratégia PICO

P	População	Codornas japonesas ( <i>Coturnix coturnix japonica</i> )
I	Intervenção	Utilização de óleos essenciais e/ou funcionais na dieta
C	Comparação	Antimicrobianos, probióticos, prebióticos ou controle negativo
O	Outcome – Desfecho	Impacto do tratamento na produção e qualidade de ovos

Fonte: Autor, 2023.

#### *Fontes de informação e estratégias de busca*

Foi realizada uma busca na literatura disponível na biblioteca SciELO e na Web of Science no período de 27 de agosto de 2023 à 27 de setembro de 2023. As seguintes palavras-chave foram utilizadas na estratégia de busca: “essential oil” AND “poultry” OU “essential oil” AND “quail” OU “essential oil” AND “laying hens” OU “essential oil” AND “chicken” OU “essential oil” AND “egg” OU “functional oil” AND “poultry” OU “functional oil” AND “quail” OU “functional oil” AND “laying hens” OU “functional oil” AND “chicken” OU “functional oil” AND “egg”.

Foram selecionados títulos relevantes, resumos publicados em inglês, espanhol ou português no período de 2009 – 2023. O título completo e o resumo de cada artigo foram selecionados usando critérios de inclusão e exclusão pré-determinado apresentados abaixo. Todos os resultados desta busca foram gerenciados por meio do software EndNote X9 (Thomson Reuters, Filadélfia, PA, EUA).

#### *Crítérios de elegibilidade*

*Crítérios de inclusão:* Foram selecionados artigos que apresentam como tratamento a inclusão de óleos essenciais e/ou funcionais na dieta de codornas japonesas.

*Características:* Foram admitidos trabalhos completos de estudos com codornas japonesas que avaliaram impacto da utilização desses produtos nas características finais relacionadas a qualidade dos ovos e desempenho produtivo.

*Tipos de intervenção:* Inclusão de óleos essenciais e/ou funcionais na dieta de codornas japonesas comparados com tratamentos grupo controle negativo (sem melhoradores de desempenho) e/ou antimicrobianos e/ou prebióticos e/ou probióticos.

*Variáveis admitidas nos resultados:* Avaliação do desempenho (conversão alimentar, consumo de ração, produção de ovos/dia/ave e massa de ovos) e parâmetros de qualidade de ovos (peso dos ovos, espessura de casca, peso da casca, de gema e do albúmen, Unidade Haugh, índice de gema e de albúmen, altura de gema e de albúmen e gravidade específica).

*Critérios de exclusão:* Foram excluídos tratamentos com óleos essenciais e/ou funcionais realizados com aves de corte, aplicados sobre os ovos e/ou ambientes, avaliação *in vitro* e em outros animais de produção, revisões, resumos e trabalhos publicados em outros idiomas ou anteriores ao período determinado.

Para apresentação dos resultados de forma sintética, os dados foram apresentados em formato de tabelas e ao longo do texto. Para minimizar o viés de pesquisa foram considerados apenas trabalhos que apresentaram grupos de comparação como o controle negativo, ou seja, sem inclusão de aditivos.

Considerando que a característica dos estudos a serem incluídos deveria ser especificamente da inclusão dos óleos essenciais e/ou funcionais diretamente na ração das codornas japonesas e que os desfechos avaliados nos estudos eram o impacto no desempenho produtivo e a qualidade final dos ovos, em face de dúvida de inclusão ou não na revisão sistemática, um revisor independente era consultado.

## **RESULTADOS**

Os artigos incluídos que preencheram totalmente os critérios de inclusão para essa revisão sistemática estão descritos na Figura 1. As buscas eletrônicas identificaram um total de 1.195 artigos, sendo 1.101 pela plataforma *Web of Science* e 94 pela plataforma SciELO. Em uma primeira triagem foram excluídos um total de 829 artigos, sendo 636 inlegíveis, segundo os critérios da estratégia PICO de pesquisa adotada e 193 por outras razões, que de forma geral, eram artigos não relacionados a utilização de óleos essenciais em aves, conforme descritos na Figura 1.

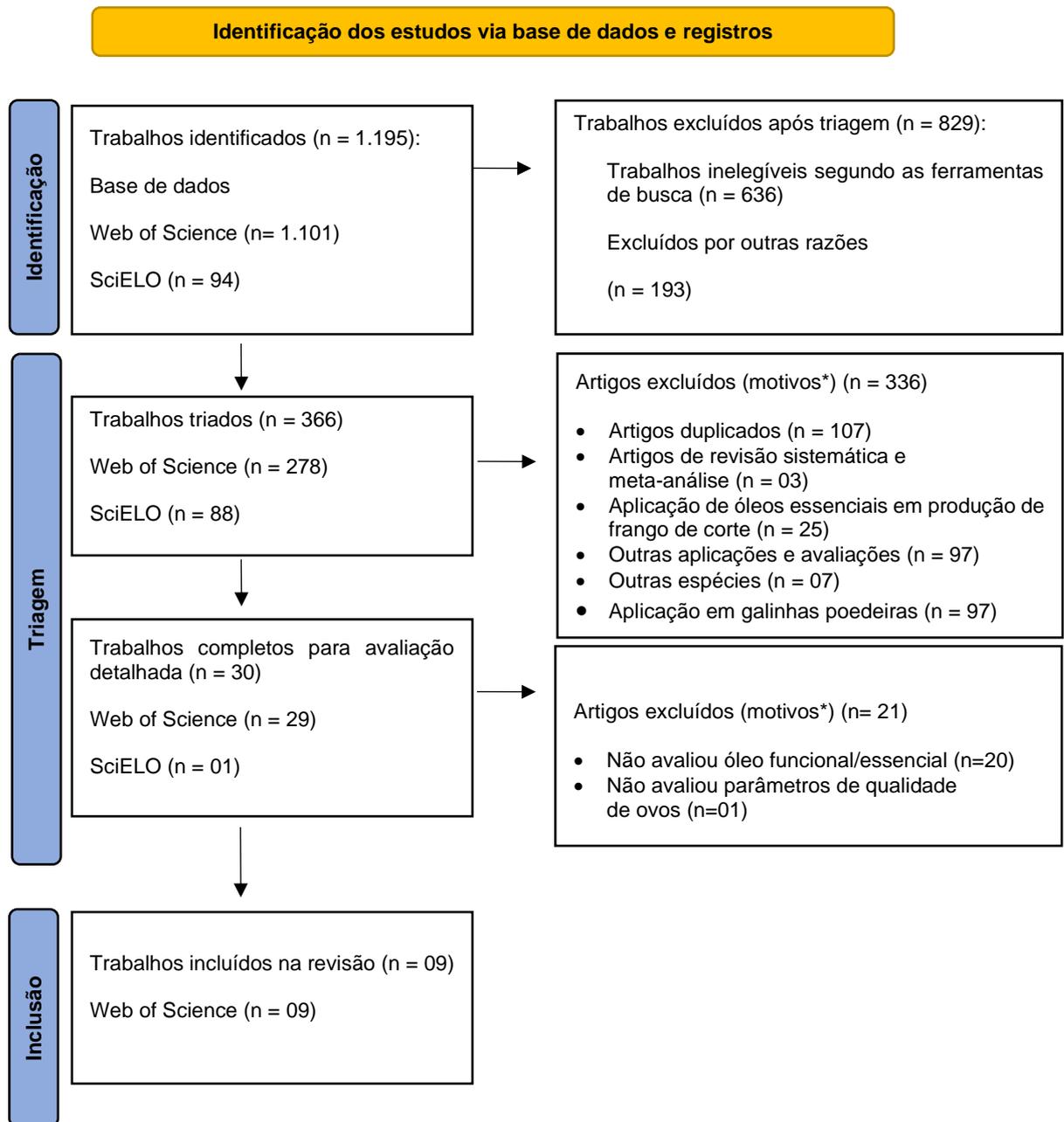
Ficaram disponíveis para a segunda etapa de triagem um total de 366 artigos, desses 278 eram da plataforma *Web of Science* e 88 da plataforma SciELO. Para determinar os fatores de exclusão de forma a agrupá-los em suas similaridades, os artigos foram divididos em grandes grupos que, em geral, foram caracterizados como: artigos duplicados (107), artigos de revisão sistemática e meta-análise (03), aplicação de óleos essenciais em produção de frango de corte (25), outras aplicações e avaliações, aplicação em água, uso de extratos (pó), não avaliaram qualidade de ovos e nem desempenho

produtivo (97), aplicação em outras espécies de animais tais como, suínos, bovinos entre outros (07) e aplicação em galinhas poedeiras (97).

Para a terceira etapa da triagem restaram 30 artigos, dos quais 20 foram excluídos, pois, não avaliaram óleo funcionais/essenciais e um (01) não avaliou os parâmetros estipulados de qualidade dos ovos. Na etapa final, os 09 artigos restantes, todos da plataforma *Web of Science*, foram os incluídos na revisão.

Nos 09 estudos foram realizados a descrição da suplementação da dieta das codornas japonesas com óleos essenciais e foram avaliados parâmetros de qualidade dos ovos. Os resultados da pesquisa de revisão sistemática foram ilustrados na Figura 1, com a descrição da sequência de obtenção de dados em formato de fluxograma.

**Figura 1.** Fluxograma da revisão sistemática.



Fonte: PRISMA (2020)

Uma limitação dos estudos incluídos na revisão sistemática realizados pelos pesquisadores Bulbul et al. (2014), Habibi, Ghahtan & Baghban (2022), Haijiaghapour & Rezaeipour (2018), Kamely, Karimi-Torshiki & Khorravinia (2016), Olgun & Yildiz (2014), Özbilgin & Kara (2023) e Safavipou et al. (2022) é a não inclusão de melhoradores de desempenho (antimicrobianos) como controle positivo, esse achado pode ser entendido como um viés de pesquisa. Os pesquisadores Çabuk et al. (2014) e Loyaga-Cortéz et al. (2020), por sua vez, utilizaram como controle positivo a Avilamicina® 10 mg/kg e a Enramicina a 0,01% associada a Colistina a 0,025%, respectivamente.

Outro aspecto importante é que apesar de os óleos empregados nos tratamentos experimentais dos estudos selecionados para revisão sistemática apresentarem propriedades funcionais, eles não foram descritos como tais, exceto no trabalho de Safavipour, et al. (2022) onde são descritos como aditivos fitogênicos. Durante a pesquisa observou-se uma escassez de trabalhos que identifiquem os óleos como funcionais, isso pode ter ocorrido devido a uma dificuldade em classificar os óleos em sua denominação correta ou até por questões culturais como a barreira do idioma, podendo também ser uma limitação do processo de revisão sistemática considerando a terminologia empregada, e tornando essa revisão sistemática mais relevante considerando o tema e a espécie.

Dos estudos selecionados, quatro artigos foram da Turquia: Bulbul et al. (2014), Çabuk et al. (2014), Olgun & Yıldız (2014) e Özbilgin & Kara (2023). Quatro artigos do Irã: Habibi, Ghahtan & Baghban (2022), Hajiaghapour, & Rezaeipour (2018), Kamely, Karimi-Torshiki & Khorravinia (2016) e Safavipour, et al. (2022), e um originário do Peru (Loyaga-Cortéz, et al. 2020).

Para melhor apresentação dos resultados, alguns achados foram separados em tópicos e estruturados em tabelas. Na Tabela 1 listamos os nomes científicos e populares dos óleos utilizados. Na Tabela 2 transcrevemos os compostos fenólicos dos óleos que foram reportados apenas por quatro dos nove autores e por fim na Tabela 3 consta o resumo de todos os artigos incluídos na revisão sistemática.

**Tabela 1.** Descrição dos óleos essenciais utilizados, nome popular e científico.

Autor/Ano	Nome popular - nome científico
Bulbul et al. (2014)	Murta ( <i>Myrtus communis L.</i> )

- Çabuk et al. (2014) Mistura de óleos essenciais (MOE): Orégano (*Origanum sp.*), folha de louro (*Laurus nobilis L.*), folha de sálvia (*Salvia triloba L.*), folha de murta (*Myrtus communis L.*), sementes de erva-doce (*Foeniculum vulgare*) e casca de frutas cítricas (*Citrus sp.*)
- Habibi, Ghahtan & Baghban (2022) Uso individual de: Ajawain (*Trachyspermum copticum*), Manjerona (*Majorana hortensis Minch*), Chá da montanha (*Stachys lavandulifolia Vahl*) e Gengibre (*Zingiber officinale*).
- Hajiaghapour & Rezaeipour (2018) Uso individual de: Ajwain (*Trachyspermum ammi L.*) e Endro (*Anethum graveolens L.*)
- Kamely Karimi-Torshiki & Khorravinia (2016) Salgado (*Satureja khuzestanica*)
- Loyaga-Cortéz et al. (2020) Orégano (*Origanum vulgare*)
- Olgun & Yıldız (2014) Mistura de óleos essenciais (MOE): Tomilho (*Thymus vulgaris*), Cominho preto (*Nigella sativa*), Erva-doce (*Pimpinella anisum*), Anis (*Pimpinella anisum*) e Alecrim (*Salvia Rosmarinus*)
- Özbilgin & Kara (2023) Lavanda (*Lavandula angustifolia*)
- Safavipour et al. (2022) Mistura de óleos essenciais (MOE): Canela (*Cinnamomum verum*), Endro (*Anethum graveolens L.*), Erva-doce (*Pimpinella anisum*), Alho (*Allium sativum*), Gengibre (*Zingiber officinale*), Orégano (*Origanum vulgare*), Alecrim (*Salvia Rosmarinus*), Tomilho (*Thymus vulgaris*)
-





Componentes (%)	Autor/Ano – Óleo (%)													
	Bulbul, et al. (2014)		Habibi, Ghahtan & Baghban (2022)		Kamely, Karimi-Torshiki & Khorravinia (2016)		Safavipour et al. (2022)							
	MC	TC	MH	SL	ZO	SK	CV	AG	FV	AS	ZO	OV	SR	TV
8-Terpinen		35,50												
Acetato de geranila			1,17											
β-Elemeno			1,6											
e-cariofileno			0,61											
8-Cadineno			0,61											
1,1-di-epi-Cubinol			0,39											
dez-Cadinol			2,85											
Cinamaldeído							80,10							
Acetato de cinamila							5,24							
Eugenol							2,09							
Carvona								87,90						
D-Limoneno								3,13	20,20					
Ciclohexanona								2,71						
α-Felandreno								1,85						
Anetol									63,40			3,60		
Fenchone									7,44					
Estragole									3,40					
Dissulfeto de dialila										44,00				
Trissulfeto de dialila										27,00				
Trissulfeto de alilmetil										13,00				
S-Metil-1-propenetosulfonato										5,00				

Autor/Ano – Óleo (%)														
Componentes (%)	Bulbul, et al. (2014)		Habibi, Ghahtan & Baghban (2022)			Kamely, Karimi-Torshiki & Khorravinia (2016)		Safavipour et al. (2022)						
	MC	TC	MH	SL	ZO	SK	CV	AG	FV	AS	ZO	OV	SR	TV
1,4- Ditiano										3,30				
2-Vinil-1,3-ditiano										3,10				
Elemol											31,10			
Cadinol											13,80			
Hidrato de sesquisabineno											7,77			
$\gamma$ -Elemeno											7,46			
Terpinen-4-ol												11,63		
Verbenona													14,30	
Eucaliptol													12,40	
Cânfora													11,90	
Acetato de Bornil													7,91	
Benzenodicarboxílico														8,83
Trans- $\beta$ -cariofileno														4,50
$\gamma$ -terpineno														3,89

Legendas: MC Murta (*Myrtus communis* L.), TC: Ajawain (*Trachyspermum copticum*), MH: Manjerona (*Majorana hortensis* Minch), SL: Cha da montanha (*Stachys lavandulifolia* Vahl), ZO: Gengibre (*Zingiber officinale*), SK: Salgado (*Satureja khuzestanica*), CV: Canela (*Cinnamomum verum*), AG: Endro (*Anethum graveolens* L.), FV: Erva-doce (*Foeniculum vulgare*), AS: Alho (*Allium sativum* L.), ZO: Gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe), OV: Orégano (*Origanum vulgare* L.), SR: Alecrim (*Salvia rosmarinus* Penn.), TV: Tomilho (*Thymus vulgaris* L.).

**Tabela 3.** Artigos incluídos na revisão sistemática de acordo com os critérios de inclusão e exclusão PICO.

Autor/Ano	Produtos utilizados e Grupos de suplementação	Animais e delineamentos experimentais	Critérios de Produtividade e qualidade dos ovos	Principais Resultados
Bulbul et al. (2014)	<b>Óleo essencial de Murta (OEM)</b> Dieta basal- controle negativo (CN) 0 mg/kg. Dieta basal + 500 mg/kg de OEM. Dieta basal +1.000 mg/kg de OEM. Dieta basal + 2.000 mg/kg de OEM. Dieta basal + 5.000 mg/kg de OEM.	375 codornas. 250 fêmeas. 125 machos. Idade de 8 semanas. 5 tratamentos. 5 repetições. 10 fêmeas e 5 machos.	Consumo de ração, taxa de conversão alimentar, peso dos ovos, comprimento e largura dos ovos, qualidade de ovos resistência da casca, unidade Haugh (UH), índice de gema, índice albúmen, cor de gema, bioquímico sérico e análise estatística.	A produção de ovos foi significativamente maior nas aves suplementadas com dieta com 500 e 1.000 mg/kg de OEM, comparadas ao CN. A coloração de gema foi maior em todos os tratamentos que utilizaram o óleo de murta comparados ao CN. No grupo de aves suplementadas com 5.000 mg/kg ocorreu uma queda do peso vivo e pior taxa de conversão alimentar. A espessura da casca de ovos diminuiu com todos os níveis de OEM em comparação ao CN. Não foram encontradas diferenças significativas em relação a UH, índice de gema e resistência da casca.
Çabuk et al. (2014)	<b>Mistura de óleos essenciais de ervas (MOE):</b> orégano, folha de louro, folha de sálvia, folha de murta, sementes de erva-doce e casca de frutas cítricas. Dieta basal- Controle negativo: 0% de óleos essenciais e nem antibiótico. Dieta basal + 24mg/kg MOE. Dieta basal + 10mg/kg de ração de antibiótico Avilamicina®.	180 codornas. Idade 7 semanas. 3 tratamentos. 4 repetições. 4 gaiolas/ 15 codornas por gaiola totalizando 60 codornas por grupo. Período experimental de 12 semanas.	Peso dos ovos, consumo de ração, conversão alimentar produção de ovos; UH; altura de albúmen; cor de gema e análises estatística.	No grupo que recebeu a MOE observou-se índice de gema significativamente maior. O percentual de produção de ovos foi similar entre os grupos MOE e Avilamicina®. Não ocorreram diferenças significativas nos demais parâmetros de qualidade de ovos e produtividade.
Habibi, Ghahtan & Baghban (2022)	<b>Óleo essencial de 4 diferentes ervas: Ajawain (TC), Manjerona (MH), Cha da montanha (SL) e Gengibre (ZO).</b> Dieta basal Controle negativo: 0%. Dieta basal + TC: 0,5 %.	675 codornas. 9 tratamentos. 3 repetições. Período experimental 10 semanas.	Desempenho produtivo, consumo de ração, taxa de conversão alimentar, Unidade Haugh, peso de casca, peso de albúmen, peso de gema, altura de gema, espessura de casca,	O peso dos ovos foi significativamente maior no tratamento SL 0,5%. Na produção de ovos o tratamento MH 2% foi o que obteve maior valor comparado ao demais tratamentos e os menores valores foram apresentados pelos tratamentos TC 0,5%, SL 2% e TC 2% sendo esse o menor de todos os tratamentos. Ocorreu uma diferença significativa na proteína de albúmen entre os

Autor/Ano	Produtos utilizados e Grupos de suplementação	Animais e delineamentos experimentais	Critérios de Produtividade e qualidade dos ovos	Principais Resultados
	Dieta basal + TC: 2 %. Dieta basal + ZO: 0,5 % Dieta basal + ZO: 2 %. Dieta basal + SL: 0,5 %. Dieta basal + SL: 2 %. Dieta basal + MH: 0,5 %. Dieta basal + MH: 2 %.		perfil bioquímico das gemas e análises estatísticas.	grupos SL 2% e MH 0,5% grupo com menor percentual, os resultados, porém, não diferiram dos demais grupos. A concentração de ácido tiobarbitúrico dos ovos com 10 dias nos grupos foi significativamente maior nos grupos ZO 0,5% e ZO 2% comparado ao SL 2%, já em relação ao controle negativo esses grupos apresentaram resultados significativamente menores, sem diferir dos demais grupos.
Hajiaghapour, & Rezaeipour (2018)	<b>Óleo essencial de Ajawain (OEA) óleo essencial Endro (OEE), Probiótico (Ptotexin®) e Mananoligossacarídeos.</b> Dieta basal – Controle negativo: 0 mg/kg. Dieta basal + probiótico 150 mg/kg. Dieta basal + 2 g/kg mananoligossacarídeos. Dieta basal + 250 mg/kg OEA. Dieta basal + 250 mg/kg de OEE.	300 codornas. 250 fêmeas. 50 machos. Idade 8 semanas. 5 tratamentos. 5 repetições. 10 fêmeas. 2 machos/repetição. Período experimental de 10 semanas.	Desempenho, consumo de ração, taxa de conversão alimentar, massa de ovos, peso dos ovos, peso da casca, peso da gema e do albúmen, percentagem de casca, gema e albúmen, altura de gema e albúmen, espessura de casca e análises estatística.	Ocorreu uma diferença significativa na taxa de conversão alimentar no primeiro ciclo de 8-14 semanas entre os grupos OEA e OEE, porém, esses grupos não diferiram dos demais. No ciclo 2 (14-18 semanas) a taxa de conversão alimentar foi significativamente menor no grupo OEA sem diferir do grupo que recebeu o probiótico. Em relação aos parâmetros de qualidade de ovos como: peso da casca, peso de gema, peso de albúmen, índice de gema e espessura de casca não ocorreram diferenças significativas.
Kamely, Karimi-Torshiki & Khorravinia, (2016)	<b>Óleo de Peixe (OP) e óleo essencial Salgado (OES).</b> Dieta basal + OP 0 g/kg. Dieta basal + OP 15 g/kg. Dieta basal + OES 0 mg/kg. Dieta basal + OES: 500 mg/kg.	192 codornas. 8 tratamentos. 24 aves/tratamento. 4 repetições. 6 aves cada em arranjo fatorial com 03 variáveis: - Idade (31 e 12 semanas); - - OP 0 e 15 g/kg; e - OES 0 e	Desempenho, consumo de ração, peso dos ovos, produção de ovos/dia, massa de ovos e conversão alimentar. espessura de casca, peso de gema, peso de albúmen, peso da casca oxidação lipídica e perfil de ácidos graxos da gema, e análises estatística.	A taxa de conversão alimentar, a produção de ovos e a massa dos ovos foi significativamente melhor nas aves mais jovens (12 semanas). Nas aves suplementadas com OP ocorreu uma diminuição significativa do percentual de gema e casca, e um aumento significativo de albumina. A espessura da casca foi significativamente maior nas aves suplementadas com OES. O OES melhorou a estabilidade lipídica diminuindo significativamente a formação de MDA após 21 dias de armazenamento. Nas gemas dos ovos de aves suplementadas com OP ocorreu um aumento significativo dos percentuais de EPA, DHA e ácidos graxos n-3 e diminuição dos percentuais de AA, ácidos graxos n-6 e da proporção

Autor/Ano	Produtos utilizados e Grupos de suplementação	Animais e delineamentos experimentais	Critérios de Produtividade e qualidade dos ovos	Principais Resultados
Loyaga-Cortéz, et al. (2020)	<b>Óleo essencial de Orégano (OEO)</b> Dieta basal Controle negativo =0%. EC: Dieta basal + 0,01% de Enramicina e 0,025% de sulfato de Colistina. Dieta basal + 100 mg/kg de OEO. Dieta basal + 150 mg/kg de OEO. Dieta basal + 200 mg/kg de OEO.	500 mg/kg.  300 codornas. Idade 110 dias. 5 tratamentos. 60 aves por grupo. Não há informações sobre o número de repetições. Período experimental de 12 semanas.	Estabilidade oxidativa da gema do ovo, consumo e taxa de conversão alimentar, massa de ovos, porcentagem de produção de ovos, peso dos ovos, oxidação lipídica das gemas frescos com 7 e 15 dias de armazenamento e análises estatística.	de n-6/n-3. No grupo suplementado com OES verificou-se um aumento significativo de ácido oleico e DHA e diminuição de ácido palmítico, AA e EPA.  O percentual de produção de ovos do grupo suplementado com OEO 200mg/kg foi estatisticamente semelhante ao controle positivo EC., e nos demais grupos o aumento foi diretamente proporcional a dose de OEO. Os ovos dos grupos suplementados com diferentes doses de OEO apresentaram uma massa de ovo similar ao controle positivo EC e superiores ao controle negativo. A conversão alimentar dos grupos suplementados com OEO a 150 e 200 mg/kg foi estatisticamente semelhante ao controle positivo (EC), sem diferir do grupo que recebeu OEO a 100mg/kg, todos os tratamentos superaram o controle negativo. O consumo de ração foi significativamente maior no grupo que suplementado com 150 mg/kg do OEO. Na análise de peso de ovos não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos. A oxidação lipídica foi significativamente maior no grupo controle negativo em todos os períodos de armazenamento.
Olgun & Yıldız (2014)	<b>Mistura de óleos essenciais (MOE):</b> tomilho, cominho preto, erva-doce, anis e alecrim. Dieta basal – Controle negativo: 0mg MOE. Dieta basal + 50 mg/kg de MOE. Dieta basal + 100 mg/kg de MOE. Dieta basal + 200 mg/kg de MOE. Dieta basal + 400 mg/kg de MOE. Dieta basal + 600 mg/kg de MOE.	180 codornas. 60 machos. 120 fêmeas. Idade 91 dias. 6 tratamentos. 5 repetições, cada repetição tinha 6 aves (2 machos e 4 fêmeas) Período experimental de 60 dias.	Desempenho, ganho de peso, consumo de ração, peso dos ovos, massa dos ovos, mortalidade, porcentagem de produção de ovos, conversão alimentar, espessura de casca, resistência da casca, peso de casca e análise estatística.	Não foram observadas diferenças significativas nas variáveis de, ganho de peso, taxa conversão e ingesta alimentar, produção, massa e peso dos ovos. A força de quebra dos ovos foi significativamente superior ao controle negativo nas doses de 50, 100 e 600 mg/kg de MOE. A espessura das cascas diminuiu significativamente nas aves suplementadas com 400 e 600 mg/kg de MOE em comparação com os grupos de 0, 50 e 200 mg/kg de MOE.

Autor/Ano	Produtos utilizados e Grupos de suplementação	Animais e delineamentos experimentais	Critérios de Produtividade e qualidade dos ovos	Principais Resultados
Özbilgin & Kara (2023)	<b>Óleo essencial de Lavanda</b> Dieta basal + Controle negativo (CN): 0mg/kg. Dieta basal + OEL Lav125: 125 mg/kg. Dieta basal + OEL Lav250: 250 mg/k. Dieta basal + OEL Lav500: 500 mg/kg.	100 codornas. Idade 5 semanas. 4 tratamentos. 5 repetições. 5 aves/repetição. Período experimental 10 dias de adaptação e 35 de experimento.	Desempenho, consumo de ração, conversão alimentar, ganho de peso vivo, gravidade específica, peso dos ovos, altura de albúmen, espessura de casca, massa de ovos, Unidade Haugh (UH), oxidação lipídica da gema, determinação de ácidos graxos das gemas e análises estatística.	Ocorreu um aumento significativo da ingestão alimentar no grupo Lav500 comparado ao demais grupos. O ganho de peso foi significativamente maior nos grupos suplementados com óleo essencial de lavanda. No grupo suplementado com Lav 500, o ganho de peso, a altura da a UH, foram significativamente maiores. Em todos os grupos os ovos frescos apresentaram menor oxidação lipídica. Na avaliação do percentual de ácidos graxos dos ovos armazenados o grupo Lav 500 aumentou significativamente o ácido mirístico, diminuiu ácido oleico, manteve os níveis de ácidos palmítico, palmitoleico, ácido esteárico, eicosatrienoico e $\alpha$ -linolênico semelhantes aos ovos frescos. No grupo Lav 125 ocorreu um aumento do ácido nervônico e manutenção dos ácidos oleico e elaídico.
Safavipour, et al. (2022)	<b>Mistura oito tipos de óleos essenciais (MOE):</b> canela, endro, erva-doce, alho, gengibre, orégano, alecrim e tomilho. Dieta basal Controle negativo: 0mg/kg. Dieta basal + 125 mg/kg de MOE. Dieta basal + 250 mg/kg de MOE. Dieta basal + 500 mg/kg de MOE. Dieta basal + 1.000 mg/kg de MOE.	180 codornas. 5 tratamentos. 6 repetições. 6 aves/repetição. Período experimental 23 semanas.	Peso dos ovos, peso de albúmen, gema e casca, diâmetro de gema, altura de gema e albúmen, índice de gema, Unidade Haugh (UH), resistência a ruptura de casca, análise de cálcio da casca, fertilidade dos ovos e análises estatística.	Ocorreu um aumento linear significativo, diretamente proporcional ao aumento das doses da MOE da eficiência alimentar, do peso dos ovos, da gema e do albúmen, além do aumento da resistência da casca, gravidade específica e UH. Houve uma diminuição significativa do percentual de ovos defeituosos.

## DISCUSSÃO

### *Princípios ativos e propriedades terapêuticas*

A busca por produtos naturais que possam substituir o uso de melhoradores de desempenho (antibióticos) na produção animal é uma realidade e com isso os estudos tornam-se de grande relevância. Estes compostos possuem atividades que variam de acordo com seu princípio ativo, os mais comuns são os fenóis, flavonóides e taninos, os óleos e extratos podem desempenhar um papel importante na digestibilidade, saúde intestinal e podem ainda agir melhorando a imunidade das aves (Torki, Mohebbifar & Mohammadi, 2021). Em decorrência da extensa variedade de óleos utilizada pelos autores da revisão abordamos alguns dos principais compostos fenólicos e princípios ativos dos produtos utilizados.

O emprego de associação de óleos essenciais objetiva melhorar as propriedades benéficas dos compostos. O princípio ativo do tomilho (*Thymus vulgaris*) inclui 1,8- cineol e linalol, reconhecidos por suas propriedades antimicrobianas (Faleiro et al., 2003). Os princípios ativos do orégano (*Origanum vulgare*) são o carvacrol e timol, semelhantes aos princípios ativos da manjerona assim como do tomilho, tais substâncias são responsáveis por afetarem diretamente a membrana celular dos microrganismos, provocando a lise celular e comprometendo a proliferação das bactérias (Teixeira et al., 2013; Habibi, Ghahtan & Karami, 2018).

Os princípios ativos da lavanda (*Lavandula ssp.*) incluem o linalol, acetato de linalina, geraniol e seus ésteres, cineol, limoneno 1,8 e acetato de citronelina. Entre outras ações, possui efeito antibacteriano, sedativo e hipnótico, antineoplásico, antiemético e antifúngico (Batista et al., 2024; Kalam et al., 2024),

No endro (*Anethum graveolens*) também foram identificados o linalol, eugenol  $\alpha$ -felandreno, que são reconhecidos por suas atividades bactericidas, fungicidas, antidepressivas, anti-inflamatórias e antioxidantes (Andrade et al., 1999; Kazemi, 2015).

Em relação a canela (*Cinnamomum ssp.*), os princípios ativos incluem eugenol, safrol, felandreno, ácido cinâmico e taninos, com capacidade antioxidante, atividades antifúngicas, antibacteriana e antitumoral (Shahid et al., 2018; Alam et al., 2023; Minozzo et al., 2023).

No gengibre (*Zingiberaceae*) uma análise química demonstrou que contém mais de 400 compostos diferentes, sendo que os principais princípios ativos incluem gingerol, shogol, paradol e estragol, substâncias que assim como o ácido málico, chavicol e anetol contidos na erva-doce, desempenham um papel antioxidante, anti-inflamatório, antitumoral entre outros (Machado, 2020).

O ajwain (*Trachyspermum ammi* L), trata-se de uma planta com efeito diurético e anti-helmíntico, além de ser reconhecido por seus efeitos antifúngicos, antioxidantes, anti-inflamatório e antipirético. Os princípios ativos já documentados sobre essa planta incluem o timol,  $\gamma$ -terpineno, carvacrol e p-cimeno (Mahboubi & Kazempour, 2011).

Mais de 200 espécies de ervas e arbustos que crescem principalmente no Oriente Médio, na região do Mediterrâneo até a Europa, Ásia Ocidental, Norte da África, Ilhas Canárias e América do Sul, fazem parte gênero *Satureja* (*Lamiaceae*). Tepe & Cilkiz (2015), listaram 191 estudos relativos as atividades antimicrobianas de 37 espécies de *Satureja*, entre elas o óleo essencial salgado.

O óleo essencial salgado (*Satureja khuzestanica*) é caracterizado principalmente por seus monoterpenos oxigenados (timol e carvacrol) descritos por sua atividade antimicrobiana, analgésica e antioxidante (Soltanzadeh et al., 2018). Outros componentes descritos por Khosravinia et al. (2013) incluem  $\alpha$ -Thujene,  $\alpha$ -Pinene,  $\alpha$ -Terpinene, Myrene, p-Cymene, Limenne, hidrato de Trans-sabinene,  $\gamma$ -Terpenene e  $\beta$ -Caryophyllence.

#### *Desempenho produtivo*

Bulbul et al. (2014) observaram que comparados com o controle negativo a suplementação com 500 e 1.000 mg/kg de óleo essencial de murta aumentou significativamente a produção de ovos enquanto que com 5.000 mg/kg reduziu. Os autores atribuíram esses achados negativos à pior conversão alimentar que ocorreu no grupo suplementado com 5.000 mg/kg. É possível que a toxicidade das doses elevadas de murta esteja associada à diminuição da microbiota no trato gastrointestinal pois, segundo Aleksic & Knežević (2014) os taninos hidrolisáveis da murta têm potencial antibacteriano no trato gastrointestinal.

Nos artigos incluídos na revisão sistemática somente dois autores investigaram alterações na microbiota intestinal associadas à suplementação das codornas japonesas com óleos essenciais. Safavipour et al. (2022) observaram que ao utilizarem uma mistura de oito óleos essenciais (MOE) uma queda linear na contagem de *Escherichia. coli*, *Salmonella spp* e *Clostridium*, patógenos que podem representar um contaminante de carcaças oferecendo risco ao consumo humano, e de forma linear um aumento na contagem de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium spp*, microorganismos que modulam de forma benéfica a microbiota na digesta ileal.

Hajiaghapour & Rezaeipour (2018) relataram que a população de *Lactobacillus* aumentou no grupo que utilizou o óleo de ajwain na dosagem de 250 mg/kg em comparação ao

grupo que usou o óleo de endro na dosagem de 250 mg/kg, porém a contagem de *Escherichia coli* não foi influenciada pelo emprego dos óleos essenciais.

Segundo Aziza et al. (2019), as atividades antimicrobianas dos óleos essenciais, principalmente aqueles constituídos por polifenóis e os óleos voláteis, são capazes de desestabilizar a membrana mitocondrial instabilizando a integridade de células eucariontes e procariontes resultando em morte celular por necrose e apoptose, segundo eles o aumento da disponibilidade de bactérias benéficas como os *Lactobacillus* pode inibir a colonização e invasão por patógenos como o *Escherichia coli*.

Çabuk et al. (2014) em seu estudo demonstraram que a suplementação com mistura de seis óleos essenciais (MOE) resultou em aumento na produção de ovos superior ao grupo controle negativo e similar ao grupo que utilizou Avilamicina® 10 mg/kg e a taxa de conversão alimentar também melhorou nesses dois grupos. Os óleos essenciais em geral são ricos em compostos bioativos e nesse estudo a combinação deles resultou em uma produtividade adequada, outros dois pesquisadores também optaram por realizar o emprego de misturas de óleos essenciais foram eles, Olgun & Yıldız (2014) e Safavipour et al. (2022).

Olgun & Yıldız (2014) ao utilizarem uma mistura de cinco óleos essenciais (MOE) em diferentes concentrações (50, 100, 200, 400 e 600 mg/kg) comparadas ao controle negativo não observaram uma melhora dos parâmetros produtivos das aves. Por outro lado, Safavipour et al. (2022) reportaram um aumento significativo diretamente proporcional aos níveis de inclusão de MOE com oito óleos essenciais (125, 250, 500 e 1000 mg/kg), na eficiência alimentar das aves e diminuição dos ovos defeituosos.

Loyaga-Cortéz et al. (2020) demonstraram que o óleo essencial de orégano foi capaz de manter níveis estatisticamente semelhantes ao controle positivo (0,01 % de Enramicina e 0,025 % de sulfato de Colistina), na produção de ovos (200 mg/kg) e na conversão alimentar (150 e 200 mg/kg). Tais efeitos benéficos podem ser atribuídos aos princípios ativos (timol e carvacrol) do óleo essencial de orégano, que segundo Zeng et al. (2015) demonstraram atividades antimicrobianas e anti-inflamatórias que podem otimizar a saúde intestinal e a utilização de nutrientes, resultando em um ganho na produtividade.

Özbilgin & Kara (2023) demonstraram que a suplementação com óleo de lavanda aumentou significativamente a ingesta alimentar na concentração de 500mg/kg comparado aos demais grupos, tal achado é atribuído pelos autores às propriedades organolépticas da lavanda, tais como, odor e sabor. Embora, a literatura sobre a capacidade gustativa das aves seja contraditória, Niknafs et al. (2023) reportam que as aves são dotadas de papilas gustativas. O mesmo ocorre em relação ao olfato das aves que segundo, Patterson-Kane et al. (2015), é um

sentido frequentemente negligenciado, mas, que pode influenciar o comportamento dos animais.

#### *Qualidade de ovos*

Bulbul et al. (2014), demonstraram que a utilização do óleo essencial de murta influenciou na coloração mais intensa da gema em todos as dosagens comparadas ao controle negativo, os autores atribuíram os achados dos grupos suplementados à disponibilidade significativamente maior de  $\beta$ -caroteno. Segundo Carvalho et al. (2020), a intensidade da coloração da gema é influenciada pela quantidade de  $\beta$ -caroteno circulante e xantofilas.

As características físicas dos ovos podem influenciar a escolha do consumidor na hora da compra. (Fluck et al. 2023). Uma das características internas dos ovos de codorna que foi significativamente melhorada foi o índice de gema reportado por Çabuk et al. (2014), ao utilizarem a mistura com seis óleos essenciais.

Algumas características internas como unidade Haugh, peso da gema e do albúmen são indicativas da qualidade de ovos (Carvalho et al. 2021). Safavipour et al. (2022) observaram que a suplementação com mistura de oito tipos de óleos essenciais (MOE) resultou em um aumento linear significativo da Unidade Haugh, peso da gema e do albúmen, eles também reportaram um aumento linear do peso dos ovos, resistência da casca à ruptura e gravidade específica, além da diminuição significativa do percentual de ovos defeituosos.

O aumento da disponibilidade de nutrientes circulantes, a saúde intestinal e sistêmica das aves pode influenciar diretamente as características finais dos ovos. Safavipour et al. (2022) reportaram que o nível mínimo da suplementação com MOE resultou em aumento da digestibilidade do amido.

Safavipour et al. (2022) verificaram que a MOE com oito tipos de óleos essenciais, promoveu um aumento da digestibilidade de nutrientes, incluindo matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo e fibra bruta. Esses efeitos foram mais pronunciados com o aumento das doses. Similarmente Olgun & Yıldız (2014) demonstraram que a utilização de uma MOE com cinco óleos essenciais (tomilho, cominho preto, erva-doce, anis e alecrim) em doses de 400 e 600 mg/kg, diminuíram a excreção de minerais.

Interessantemente Safavipour et al. (2022) dividiu a análise da digestibilidade por porções intestinais e os resultados sugerem que os efeitos dos óleos essenciais na hidrólise de amido, proteínas e gorduras correm principalmente no intestino delgado, enquanto níveis mais elevados de os óleos essenciais podem ter um impacto considerável na retenção de proteína bruta e cálcio no intestino grosso. Os autores ainda se debruçaram sobre análises de microbiota

intestinal e de atividade antioxidante nas diferentes porções da mucosa intestinal, do pâncreas e das tonsilas cecais. Os resultados corroboram com a hipótese de que os aditivos fitogênicos auxiliam na promoção da saúde das aves e melhora da qualidade dos ovos através de suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias.

No estudo conduzido por Kamely, Karimi-Torshizi & Khosravinia (2016), os autores reportaram que no grupo suplementado com óleo essencial salgado (*Satureja khuzestanica*) à 500 mg/kg foram observados um aumento significativo da espessura da casca e percentual de gema, os achados foram atribuídos à capacidade antioxidante dos óleos essenciais. Ao investigar as propriedades fitoquímicas e atividade antioxidante da *Satureja khuzestanica*, Alrekaby et al. (2023) identificaram que ela contém 12 grupos funcionais e uma elevada capacidade antioxidante.

Alguns estudos indicam que a adição de aditivos fitogênicos como por exemplo, o gengibre utilizado por Tchoffo et al (2017) e a cúrcuma utilizada por Saraswati et al. (2014), podem aumentar a concentração de estrogênio circulante, hormônio responsável pela qualidade da massa do óvulo (Saraswati et al., 2014; Tchoffo et al., 2017). Além disso, esse aumento estimula a produção de material vitelínico e proteínas de muito baixa densidade (VLDL), vitelogenina, apolipoproteína (apo) B e apo-VLDL-II no fígado (Stephens & Johnson, 2020). Estudos também apontam que o estrogênio controla a síntese e secreção da clara do ovo pelo oviduto (El-Azeem et al., 2018).

Liu et al. (2021) relataram que uma combinação de óleos essenciais e bactérias lácticas pode aumentar a concentração plasmática de hormônio paratiroideano (PTH) em matrizes de corte, hormônio associado ao aumento da resistência da casca do ovo. O PTH desempenha um papel importante na manutenção da homeostase do cálcio nos ossos, rins e mucosa intestinal (Magnuson, 2015). De forma geral, a suplementação dietética com compostos fitogênicos parece aumentar o peso e a qualidade do ovo em virtude da melhora da saúde intestinal (Nair et al., 2019).

#### *Atividade antioxidante dos óleos essenciais*

A oxidação lipídica é entendida como o processo de deterioração dos lipídios na gema de ovos decorrente da reação entre os lipídeos e o oxigênio molecular, resultando na formação de compostos indesejáveis, como dialdeído malônico, óxidos de colesterol e produtos da reação de Maillard, por isso, a estabilidade lipídica é necessária para prevenir a produção de compostos tóxicos, a perda nutricional e o comprometimento de seus atributos sensoriais tais como, cor, sabor e odor (De Carvalho & Filho, 2017).

Alguns óleos essenciais, como o de alecrim e o de cravo, têm sido estudados por suas propriedades antioxidantes, que podem ajudar a retardar a oxidação lipídica em alimentos, incluindo óleos vegetais. Esses óleos essenciais podem ser utilizados como aditivos naturais para prolongar a vida útil dos lipídios, protegendo-os da deterioração oxidativa (Özbilgin & Kara, 2023). Os mecanismos pelos quais os óleos essenciais (OE) influenciam os vários parâmetros antioxidantes ainda não foram plenamente esclarecidos. Segundo Nahed et al. (2020) acredita-se na possibilidade de os OE serem utilizados pelas células e assim, poupem os sistemas antioxidantes celulares.

Özbilgin & Kara (2023) reportaram que comparados aos demais grupos o óleo essencial de lavanda reduziu significativamente a concentração dos níveis de malondialdeído em ovos frescos à 125 e 250 mg/kg e nos ovos armazenados por 28 dias à 500 mg/kg, no grupo suplementado com 500 mg/kg verificou-se uma diminuição significativa de ácido graxo araquidônico nos ovos armazenados. Os autores observaram que nos ovos dos grupos suplementados com 125 mg/kg e 500 mg/kg ocorreu a manutenção dos níveis em ovos frescos e armazenados de ácido eláidico e oleico,  $\alpha$ -linoleico e eicosatrienoico, respectivamente.

Nesse sentido, Loyaga-Cortéz et al. (2020) ao avaliar a oxidação lipídica de ovos com a inclusão de óleo essencial de orégano na dieta, armazenados em temperatura ambiente por 0, 7 e 15 dias, demonstraram que o grupo que recebeu óleo essencial de orégano apresentou maior redução dos níveis de malondialdeído, superiores ao grupo controle positivo (0,01% de Enramicina e 0,025% de sulfato Colestina). Os autores associaram tais resultados a dois fatores, o primeiro envolve o uso de antibióticos, a colestina, tem sido associada a neurotoxicidade, indução de apoptose e um aumento do estresse oxidativo e o segundo motivo se relaciona ao fato do óleo essencial de orégano possuir componentes antioxidantes como ácido rosmarínico, ácido gálico, ácido cafeico, ácido protocatecúico, flavanóides, timol e o carvacrol, responsáveis por inibir a oxidação lipídica.

Adicionalmente, no estudo realizado por Kamely, Karimi-Torshizi & Khosravinia (2016) sobre a oxidação lipídica da gema, os autores demonstraram que ovos armazenados por 21 dias de aves suplementadas com óleo essencial salgado (*Satureja khuzestanica*), reconhecido por sua atividade antioxidante, também apresentaram uma redução significativa de malondialdeído (MDA) que é um importante marcador do estresse oxidativo, atuando de forma positiva na estabilidade oxidativa de gemas no período de armazenamento. A suplementação de óleo essencial salgado aumentou a porcentagem de ácido oleico e de DHA (ácido docosaenoico), ao passo que conduziu a diminuição das concentrações de ácido palmítico, AA (Ácido Araquidônico) e EPA (ácido eicosapentaenoico), sendo que a concentração de ácido

palmítico foi significativamente maior em aves mais velhas (12 semanas) e por isso os autores associam o aumento do ácido palmítico a idade das aves.

A suplementação com óleo de peixe aumentou a porcentagem de EPA e DHA e diminuiu o percentual de AA da gema dos ovos. Nesse grupo observou-se maior taxa de oxidação de lipídios da gema em ovos frescos e ovos armazenados em temperatura ambiente e em 4°C (Kamely, Karimi-Torshizi & Khosravinia, 2016). Similar a esses achados Kassis et al. (2012) relataram que ovos com altos índices de EPA e DHA são mais propensos a oxidação lipídica.

Embora os autores não tenham avaliado os níveis séricos de triglicérides das aves, eles correlacionaram os resultados das aves alimentadas com óleo de peixe ao aumento do teor de ácidos graxos  $\omega$ -3 na dieta, pois o  $\omega$ -3 é reconhecido por sua capacidade em diminuir os níveis séricos de triglicérides (Bornfeldt, 2021). Stephens & Johnson (2020) explicaram que o  $\omega$ -3 pode causar uma redução nos triglicérides circulantes das aves e disponibilidade limitada de lipídios para a formação da gema.

## **CONCLUSÃO**

O emprego dos óleos essenciais e/ou funcionais na produção de codornas, demonstrou-se uma alternativa promissora ao uso de melhoradores de desempenho (antibiótico), por possuírem princípios ativos que atuam como anti-inflamatórios, antifúngicos e antioxidantes, podendo trazer melhoria em desempenho produtivos e qualidade de ovos. Isto pode interferir positivamente na qualidade final dos produtos de origem animal sem oferecer resistência bacteriana.

Na qualidade de ovos, os óleos essenciais agiram prevenindo a oxidação lipídica das gemas, melhorando parâmetros como a Unidade Haugh, altura de albúmen, espessura de casca entre outros parâmetros que levam um maior tempo de prateleira para os ovos otimizando características atrativas para o mercado consumidor.

Portanto, os óleos essenciais e/ou funcionais são compostos bioativos que comparados aos grupos controle demonstraram-se seguros e eficazes para o emprego na produção animal.

### **Conflito de interesses**

Os autores declaram que não existem conflitos de interesse.

Word Count: 6.000 palavras

## REFERÊNCIAS

Alam, A. et al. Antioxidant, Antibacterial, and Anticancer Activity of Ultrasonic Nanoemulsion of *Cinnamomum Cassia L.* Essential Oil. *Plants*, v. 12, n. 4, p. 834, 2023.

Aleksić, V., & Knežević, P. Antimicrobial and antioxidative activity of extracts and essential oils of *Myrtus communis L.* *Microbiological research*, 169 4, 240-54, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2013.10.003>.

Alagawany, M. et al. Use of lemongrass essential oil as a feed additive in quail's nutrition: its effect on growth, carcass, blood biochemistry, antioxidant and immunological indices, digestive enzymes and intestinal microbiota. *Poultry science*, v. 100, n. 6, p. 101172, 2021.

Alrekaby, F. et al. Evaluation of Phytochemical Properties and Antioxidant Activity of Methanol Extract of *Ziziphus Spina-Christi*, *Satureja Khuzistanica*, and *Salvia Rosmarinus* Using FT-IR Method. *Journal of Biochemicals and Phytomedicine*, 2023. <https://doi.org/10.34172/jbp.2023.10>.

Andrade, L. B. et al. The effect of growth regulators on shoot propagation and rooting of common lavender (*Lavandula vera DC*). *Plant cell, tissue and organ culture*, v. 56, p. 79-83, 1999.

Aziza, A. E. et al. Influence of *Nigella sativa* and rosemary oils on growth performance, biochemical, antioxidant and immunological parameters, and pathological changes in Japanese quail challenged with *Escherichia coli*, 2019.

Baptista-Silva, S. et al. The progress of essential oils as potential therapeutic agents: A review. *Journal of Essential Oil Research*, v. 32, n. 4, p. 279-295, 2020.

Batista, Ê. É. B. et al. Avaliação da atividade antibacteriana e antiaderente do óleo essencial de *Lavandula hybrida grosso* contra *Pseudomonas aeruginosa*. *Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro*, v. 1, n. 1, 2024.

Batool, F. et al. An updated review on behavior of domestic quail with reference to the negative effect of heat stress. *Animal Biotechnology*, 34, 424 – 437, 2021. <https://doi.org/10.1080/10495398.2021.1951281>.

Belçeil, P. et al. The European Union summary report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2017. *EFSA Journal*, 2019. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5598>.

Bornfeldt, K. Triglyceride lowering by omega-3 fatty acids: a mechanism mediated by N-acyl taurines. *The Journal of clinical investigation*, 131-6, 2021. <https://doi.org/10.1172/JCI147558>.

Bouyahya, A. et al. Traditional use, phytochemistry, toxicology, and pharmacology of *Origanum majorana* L. *J Ethnopharmacol*, Jan/ 2021. doi: 10.1016/j.jep.2020.113318.

Bulbul, T. et al. Effect of myrtle (*Myrtus communis* L.) oil on performance, egg quality, some biochemical values and hatchability in laying quails. *Revue Méd. Vét.*, 165, 9-10, 280-288, 2014.

Çabuk, M. et al. Effects of herbal essential oil mixture as a dietary supplement on egg production in quail. *The Scientific World Journal*, v. 2014, 2014.

Cheng, H. et al. Effects of essential oil/palygorskite composite on performance, egg quality, plasma biochemistry, oxidation status, immune response and intestinal morphology of laying hens. *Poult Sci.*, 101(4):101632, Apr/2022. doi: 10.1016/j.psj.2021.101632.

De Carvalho, A. A. et al. Estrutura, padrão fenotípico, constituintes nutricionais e métodos de avaliação de qualidade de ovos de galinhas. 2020. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1129564>>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2024.

Nahed Dolder, S. et al. Effect of monoterpenes on the formation and activation of osteoclasts in vitro. *Journal of bone and mineral research*, v. 21, n. 4, p. 647-655, 2006.

El-azeem, A. et al. Productive performance and histological responses of japanese quail breeders to age at mating and silver nanoparticles administration. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, v. 21, n. 3, p. 807-822, 2018.

Faleiro, M. L. et al. Antimicrobial activity of essential oils isolated from Portuguese endemic species of *Thymus*. *Letters in applied microbiology*, v. 36, n. 1, p. 35-40, 2003.

Feng, J. et al. Dietary oregano essential oil supplementation improves intestinal functions and alters gut microbiota in late-phase laying hens. *J Anim Sci Biotechnol.*, 6;12(1):72, Jul/2021  
Doi: 10.1186/s40104-021-00600-3.

Fluck, A. et al. Yolk and eggshell colour: are these the parameters that influence egg purchasing? A systematic review. *World's Poultry Science Journal*, 79, 551 – 562, 2023.  
<https://doi.org/10.1080/00439339.2023.2234341>.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook*. Rome: FAO, 2018.

Habibi, H.; Ghahtan, N.; Baghban, N. Effects of four herbs as a dietary on properties of egg and immune response against Newcastle and avian influenza vaccine in Japanese laying quail. *Trop Anim Health Prod.*, 7;54(1):38, Jan/2022.

Habibi, H.; Ghahtan, N.; Karami, L. Chemical Compound Analysis and Antibacterial Effect of Five Medicinal Plants Essential Oils on Infectious Bacteria. *Trends in Pharmaceutical Sciences*, v. 4, n. 1, 2018.

Hajiaghapour, M.; Rezaeipour, V. Comparison of two herbal essential oils, probiotic, and mannan-oligosaccharides on egg production, hatchability, serum metabolites, intestinal morphology, and microbiota activity of quail breeders. *Livestock Science*, v. 210, p. 93-98, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. *Produção Agropecuária 2022*, IBGE – disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/ovos-de-codorna/br>

Ibiapina, A. et al. Essential and fixed oils from Amazonian fruits: proprieties and applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 62, n. 32, p. 8842-8854, 2022.

Kalam, M. A. et al. *Khuzāma (Lavandula angustifolia Mill.): Pharmacological Action and Therapeutic Uses in Perspective of Unani Medicine: A Review*. *Journal of Complementary and Alternative Medical Research*, v. 25, n. 1, p. 18-25, 2024.

Kamely, M.; Karimi, T. M. A.; Khosravinia H. Omega-3 Enrichment of Quail Eggs: Age, Fish Oil, and Savory Essential Oil. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 18(2):347–59, 2016.

Kassis, N. M. et al. Characterization of lipids and antioxidant capacity of novel nutraceutical egg products developed with omega-3-rich oils. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 92, n. 1, p. 66-73, 2012.

Kazemi, M. Phenolic profile, antioxidant capacity and anti-inflammatory activity of *Anethum graveolens* L. essential oil. *Natural product research*, v. 29, n. 6, p. 551-553, 2015.

Khosravinia, H. et al. Effect of *Satureja khuzistanica* essential oils in the drinking water on  $\omega$ -6 and  $\omega$ -3 fatty acids ratio, cholesterol content and lipid stability of breast muscle in broiler chicken, 2013.

Koiyama, N. T. G. et al. Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com mistura de aditivos fitogênicos na dieta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 49, p. 225-231, 2014.

Liu, X. et al. Dietary encapsulated *Bacillus subtilis* and essential oil supplementation improves reproductive performance and hormone concentrations of broiler breeders during the late laying period. *Livestock Science*, v. 245, p. 104422, 2021.

Loyaga-cortéz, B. et al. La suplementación de aceite esencial de orégano en la dieta reduce el estrés oxidativo en la yema de huevo y mejora los parámetros productivos de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, v. 31, n. 3, 2020.

Machado, S. A. Análise farmacognóstica das plantas medicinais *Pimpinella anisum* L. e *Foeniculum vulgare*, Mill, 2020.

Magnuson, A. Novel biomarkers for calcium and phosphorus metabolism in breeder hens and broilers. University of Arkansas, 2015.

Maenner, K.; Vahjen, W.; Simon, O. Studies on the effects of essential-oil-based feed additives on performance, ileal nutrient digestibility, and selected bacterial groups in the gastrointestinal tract of piglets. *Journal of animal science*, v. 89, n. 7, p. 2106-2112, 2011.

- Mahboubi, M.; Kazempour, N. Chemical composition and antimicrobial activity of *Satureja hortensis* and *Trachyspermum copticum* essential oil. Iranian journal of microbiology, v. 3, n. 4, p. 194, 2011.
- Mahrose, K. M. et al. Influences of stocking density and dietary probiotic supplementation on growing Japanese quail performance. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 91, p. e20180616, 2019.
- Mehri, M.; Sabaghi, V.; Bagherzadeh-Kasmani, F. *Mentha piperita* (peppermint) in growing Japanese quails' diet: serum biochemistry, meat quality, humoral immunity. Anim. Feed. Sci. Technol. 206, 57–66, 2015.
- Minozzo, M. et al. Antifungal activity and aroma persistence of free and encapsulated *Cinnamomum cassia* essential oil in maize. International Journal of Food Microbiology, v. 394, p. 110178, 2023.
- Mohd, Y.; Anum, Y. Gingerol and its role in chronic diseases. Drug discovery from mother nature, p. 177-207, 2016.
- Myandoab, M.P.; HosseiniMansoub, N. Comparative effect of Liquorice root extract medicinal plants and probiotic in diets on performance, carcass traits and serum composition of Japanese quails. Global Veterinaria, 8, 39-42. 2012.
- Nahed, A. et al. Effect of essential oils on the immune response to some viral vaccines in broiler chickens, with special reference to Newcastle disease virus. Poultry science, v. 99, n. 6, p. 2944-2954, 2020.
- Nair, D. V.T.; Dewi, G.; Kollanoor-Johny, A. The role of essential oils and other botanicals in optimizing gut function in poultry. In: Improving gut health in poultry. Burleigh Dodds Science Publishing, p. 463-492, 2019.
- Niknafs, S. et al. The avian taste system. Frontiers in Physiology, 14, 2023. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1235377>.
- Olgun, O. The effect of dietary essential oil mixture supplementation on performance, egg quality and bone characteristics in laying hens. Annals of Animal Science, v. 16, n. 4, p. 1115-1125, 2016.

Olgun, O.; Yildiz, A. Ö. Effect of dietary supplementation of essential oils mixture on performance, eggshell quality, hatchability, and mineral excretion in quail breeders. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 21, p. 13434-13439, 2014.

Omidi, M.; Rahimi, S.; Torshizi, M. A. K. Modification of egg yolk fatty acids profile by using different oil sources. In: *Veterinary Research Forum. Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran*, p. 137, 2015.

Özbilgin, A.; Kara, K. Effect of adding lavender oil to laying quail diets on performance, egg quality, oxidative status, and fatty acid profile. *Tropical Animal Health and Production*, v. 55, n. 3, p. 1-10, 2023.

Page M.J., et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*; 372:n71, 2021. doi: 10.1136/bmj.n71.

Placha, I. et al. Effect of thyme essential oil and selenium on intestine integrity and antioxidant status of broilers. *British Poultry Science*, 55(1), 105–114, 2014. doi:10.1080/00071668.2013.873772

Patterson-Kane, E. et al. Olfaction: An Overlooked Sensory Modality in Applied Ethology and Animal Welfare. *Frontiers in Veterinary Science*, 2, 2015. <https://doi.org/10.3389/fvets.2015.00069>.

Rocha, G. F. et al. *Lippia gracilis* Schauer essential oil as a growth promoter for Japanese quail. *animal*, v. 14, n. 10, p. 2023-2031, 2020

Sacoor, C. C. Plantas e produtos vegetais com ação no sistema digestivo: Gengibre e os seus efeitos terapêuticos. Monografia de Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas apresentada à Universidade de Lisboa através da Faculdade de Farmácia, 2020.

Safavipour, S. et al. Laying performance, egg quality, fertility, nutrient digestibility, digestive enzymes activity, gut microbiota, intestinal morphology, antioxidant capacity, mucosal immunity, and cytokine levels in meat-type Japanese quail breeders fed different phytogetic levels. *Research in Veterinary Science*, v. 153, p. 74-87, 2022.

Sanders, A.B.T. *Functional Dietary Lipids - 1st Edition*, Nov/2015.

- Saraswati, T. R. et al. Effect of turmeric powder to estriol and progesterone hormone profile of laying hens during one cycle of ovulation. *International Journal of Poultry Science*, v. 13, n. 9, p. 504, 2014.
- Shad, A. A. et al. Phytochemical and biological activities of four wild medicinal plants. *The Scientific World Journal*, v. 2014, 2014.
- Shahid, M. Z. et al. Antioxidant capacity of cinnamon extract for palm oil stability. *Lipids in health and disease*, v. 17, n. 1, p. 1-8, 2018.
- Soltanzadeh, H. et al. Antimicrobial, antioxidant, cytotoxic and apoptotic activities of *Satureja khuzestanica*, *Gazi Medical Journal*, v. 29, n. 3, 2018.
- Sohail, M. U. et al. Effect of supplementation of prebiotic mannan-oligosaccharides and probiotic mixture on growth performance of broilers subjected to chronic heat stress. *Poultry science*, v. 91, n. 9, p. 2235-2240, 2012.
- Stephens, C. S.; Johnson, P. A. Reproductive physiology of poultry. In: *Animal Agriculture*. Academic Press, p. 331-347, 2020.
- Tabatabaei, S. N. et al. Effect of olibanum (*Boswellia thurifera*) as a feed additive on performance, some blood biochemical and intestinal morphology in broiler chicks. *Research Opinions in Animal and Veterinary Sciences*, v. 6, n. 4, p. 130-134, 2016.
- Tchoffo, H. et al. Effects of ginger (*Zingiber officinale*) rhizomes essential oil on some reproductive parameters in laying Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Advances in Reproductive Sciences*, v. 5, n. 4, p. 64-74, 2017.
- Teixeira, B. et al. Chemical composition and bioactivity of different oregano (*Origanum vulgare*) extracts and essential oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 93, n. 11, p. 2707-2714, 2013.
- Tepe, B.; Cilkiz, M. A pharmacological and phytochemical overview on *Satureja*. *Pharmaceutical biology*, v. 54, n. 3, p. 375-412, 2016.
- Torki, M.; Akbari, M.; Kaviani, K. Single and combined effects of zinc and cinnamon essential oil in diet on productive performance, egg quality traits, and blood parameters of laying hens reared under cold stress condition. *Int. J. Biometeorol.*, 59:1169–1177, 2015.

Torki, M.; Mohebbifar, A.; Mohammadi, H. Effects of supplementing hen diet with *Lavandula angustifolia* and/or *Mentha spicata* essential oils on production performance, egg quality and blood variables of laying hens. *Vet Med Sci.*, 7(1):184–93, Jan/2021.

Vieco-Saiz, N. et al. Benefits and inputs from lactic acid bacteria and their bacteriocins as alternatives to antibiotic growth promoters during food-animal production. *Frontiers in microbiology*, v. 10, p. 57, 2019.

Yu, C. et al. Effects of star anise (*Illicium verum Hook. f.*) essential oil on laying performance and antioxidant status of laying hens. *Poultry science*, v. 97, n. 11, p. 3957-3966, 2018.

Zeng, Z. et al. Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: a review. *J Anim Sci Biotechnol.*, 6(1):7., 2015. doi: 10.1186/s40104-015-0004-5.

## ***II CAPÍTULO***

---

Protocolo experimental aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal da Grande Dourados (CEUA/UFGD) sob protocolo de nº 15/2020.

Artigo redigido conforme as normas da Revista Brasileira de Zootecnia

Fator de impacto 1,1 / Qualis A2

## IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DOS ÓLEOS FUNCIONAIS AMAZÔNICOS NO DESEMPENHO, QUALIDADE DE OVOS E SAÚDE DE CODORNAS JAPONESAS

### RESUMO

Objetivou-se com a realização do presente estudo avaliar as propriedades dos óleos funcionais amazônicos (OFA) de pracaxi e copaíba, separadamente e associados em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho sobre o desempenho produtivo das aves, qualidade dos ovos, digestibilidade e saúde de codornas japonesas. Foram utilizadas 240 codornas japonesas distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, alocadas em seis tratamentos: Dieta basal sem melhorador de desempenho (CN); Dieta basal com bacitracina de zinco (CP); Dieta basal com probiótico (PRO); Dieta basal com óleo funcional de pracaxi (PRA); Dieta basal com óleo funcional de copaíba (COPA); Dieta basal com óleo funcional de pracaxi associado ao óleo funcional copaíba (COPA + PRA), com oito repetições, sendo cinco animais por repetição. Os resultados das análises de desempenho produtivo, perfil lipídico das gemas, peso das carcaças e biometria dos órgãos demonstraram que os óleos funcionais amazônicos foram capazes de manter níveis similares ao controle positivo. Os tratamentos COPA e COPA+PRA apresentam menor Unidade Haugh que o CP ( $p < 0,01$ ), sem diferir do PROB. A profundidade de cripta duodenal foi maior no grupo COPA comparado com o CP ( $p < 0,0001$ ) e a largura das vilosidades do jejuno apresentaram-se maiores no grupo COPA+PRA em comparação ao CP ( $p = 0,018$ ) sem diferirem do grupo PRO. Os parâmetros de albumina foram menores nos grupos COPA+PRA e no grupo que recebeu COPA em comparação ao CP ( $p < 0,0001$ ). O coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo foi menor no grupo que recebeu COPA+PRA, sem diferir do CP. A Energia Metabolizável corrigida para balanço de Nitrogênio dos grupos que receberam os OFA não diferiu do CP. Pode-se concluir que os óleos funcionais amazônicos podem ser utilizados para substituir a bacitracina de zinco como melhorador de desempenho.

**Palavras-chave:** Copaíba, fitogênicos, histomorfometria, óleos amazônicos, pracaxi, promotores de crescimento

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the properties of Amazonian functional oils (AFO) of pracaxi and copaiba, separately and associated as a replacement for performance-enhancing antibiotics, on the productive performance of birds, egg quality, digestibility and health of Japanese quails. A total of 240 Japanese quails were distributed in a completely randomized design and allocated to six treatments: Basal diet without performance enhancer (NC); Basal diet with zinc bacitracin (PC); Basal diet with probiotic (PRO); Basal diet with pracaxi functional oil (PRA); Basal diet with copaiba functional oil (COPA); Basal diet with pracaxi functional oil associated with copaiba functional oil (COPA + PRA), with eight replicates, with five animals per replicate. The results of the analyses of productive performance, lipid profile of the yolks, carcass weight and organ biometry demonstrated that the Amazonian functional oils were able to maintain levels similar to the positive control. The COPA and COPA+PRA treatments presented lower Haugh Units than PC ( $p < 0.01$ ), without differing from PRO. The duodenal crypt depth was greater in the COPA group compared to PC ( $p < 0.0001$ ) and the width of the jejunal villi was greater in the COPA+PRA group compared to CP ( $p = 0.018$ ) without differing from the PRO group. The albumin parameters were lower in the COPA+PRA groups and in the group that received COPA compared to CP ( $p < 0.0001$ ). The digestibility coefficient of the ether extract was lower in the group that received COPA+PRA, without differing from CP. The metabolizable energy corrected for nitrogen balance of the groups that received AFO did not differ from PC. It can be concluded that Amazonian functional oils can be used to replace zinc bacitracin as a performance enhancer.

**Keywords:** Copaiba, phytochemicals, histomorphometry, Amazonian oils, pracaxi, growth promoters

## **INTRODUÇÃO**

A coturnicultura é uma atividade em expansão, onde as codornas se destacam por um menor custo de produção, maior resistência às doenças e número de ovos produzidos (Batoool et al., 2021). Sendo em 2022 registrada a produção de 229.194 mil dúzias de ovos no Brasil. (IBGE, 2022).

Com o aumento da população mundial e a demanda por proteínas de origem animal, surgem oportunidades e desafios no mercado. É fundamental pesquisar alternativas aos melhoradores de desempenho, dadas as restrições atuais. O uso de óleos funcionais se destaca como uma prática promissora para melhorar a saúde animal (Deminicis et al., 2022).

O Grupo de Cooperação Internacional do G20 formulou estratégias na área de Bioeconomia, visando promover a agenda Ambiental, Social e de Governança (ASG) atendendo os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Essas estratégias buscam preservar ecossistemas, fortalecendo economias, combatendo a fome e pobreza, com ênfase na igualdade de gênero e na valorização de saberes e tecnologias tradicionais (CGEE, 2024). Nesse contexto, os óleos amazônicos de copaíba e pracaxi, extraídos de forma sustentável, alinham-se a diversos ODS e possuem interesse zootécnico (Da Silva et al., 2021). Simões e Pastana (2024), afirmaram que sua aplicação respeita práticas ambientais e estimula inovações no manejo animal, reforçando sua relevância nas estratégias de Bioeconomia.

Os óleos funcionais são compostos bioativos que em geral contêm vitaminas, minerais, antioxidantes e ácidos graxos essenciais que aumentam a resistência às doenças e infecções e melhoram a absorção de nutrientes promovendo um aumento geral no bem-estar e saúde dos animais (Murakami et al., 2014).

O óleo de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e o óleo de pracaxi (*Pentaclethra macroloba*) são descritos por suas propriedades medicinais devido à sua composição rica em ácidos graxos e compostos bioativos. O óleo de copaíba contém ácidos oleico, linoleico e palmítico, além de compostos como  $\alpha$ -humuleno e  $\beta$ -cariofileno, que proporcionam atividades antimicrobiana, anti-inflamatória, anestésica, antioxidante, entre outras (Cardinelli et al., 2023).

O óleo de pracaxi é rico em ácidos graxos, como linoleico, oleico e beênico, e possui propriedades antioxidantes devido à presença de taninos, flavonoides e outros compostos bioativos (Eberhart et al. 2023).

Considerando a composição dos óleos amazônicos com bioativos com potencial para a produção animal, e sua aplicação na coturnicultura ainda pouco estudada, a hipótese do estudo é que esses óleos podem substituir melhoradores de desempenho.

O objetivo deste trabalho foi de avaliar as propriedades dos óleos funcionais amazônicos (OFA) de pracaxi e copaíba, separadamente e associados em substituição aos melhoradores de desempenho sobre os parâmetros de desempenho produtivo das aves, qualidade dos ovos, digestibilidade e saúde intestinal e biometria dos órgãos de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*).

## **METODOLOGIA**

### **1. Experimento**

#### **1.1. Aprovação do comitê de ética para o experimento**

Todas as práticas realizadas durante a execução desse experimento foram devidamente encaminhadas e aprovadas pela Comissão de Ética em

Experimentação Animal da Universidade Federal da Grande Dourados, sob protocolo Nº 15/2020.

### **1.2. Local de realização do experimento**

O experimento foi conduzido nas dependências no setor de Aves Poedeiras da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (FCA - UFGD), localizada no município de Dourados – MS.

O aviário experimental destinado a aves de postura possui climatização por cortinas laterais, forro no teto, dois climatizadores evaporativos instalados na extremidade do aviário. As gaiolas metálicas dispostas em sistema de baterias possuem as seguintes dimensões: 50 x 50 x 16,5 cm (comprimento x largura x altura), contendo duas divisórias de 25 x 50 cm, totalizando 1.250 cm<sup>2</sup>. As baterias dispõem de comedouros tipo calha feitos de chapa metálicas galvanizadas, e bebedouros tipo nipple e a iluminação é composta por lâmpadas de LED.

### **1.3. Manejo ambiental**

No decorrer de todo o período experimental, foi ofertada às aves iluminação natural e complementada por lâmpada LED, sendo 16 horas diárias de luz fornecidas entre 6:00 e às 22:00 horas controladas por meio de um relógio *timer* instalado no aviário. A climatização do aviário foi realizada com o auxílio de aparelhos climatizadores evaporativos. Diariamente foi mensurada a temperatura ambiente e umidade relativa do ar no interior do aviário por meio de um termo-higrômetro digital devidamente instalado no centro do aviário e na altura média das gaiolas.

#### **1.4. Animais experimentais**

Foram utilizadas 240 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em fase de postura com 70 dias de idade e peso médio de  $169,52 \pm 6,20$  g. As aves foram adquiridas de uma empresa comercial. O período experimental preconizado foi de dois ciclos de 28 dias de duração cada, adicionados 4 dias de coleta de excretas para a análise de digestibilidade, totalizando 60 dias experimentais.

#### **1.5. Delineamento experimental**

Foram utilizados 6 tratamentos, com 8 repetições, com 5 codornas por repetição, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado e com uniformização dos pesos em cada unidade experimental. Os tratamentos foram divididos da seguinte forma: Dieta basal, (controle negativo, as aves deste grupo não receberam bacitracina, probióticos e nenhum dos óleos funcionais); Dieta basal com bacitracina de zinco 0,15 % (Controle positivo); Dieta basal com probiótico a base de *Bacillus subtilis* (BS gold® 0,033 %), conforme sugerido pelo fabricante Uniquímica Ltda.; Dieta basal com óleo funcional de pracaxi (0,090 %) conforme sugerido por Eberhart (2022); Dieta basal com óleo funcional de copaíba (0,180 %) conforme sugerido por Souza (2022); e Dieta basal com óleo funcional de pracaxi associado ao óleo funcional copaíba (0,090 % e 0,180 %).

A ração e a água foram fornecidas à vontade. As dietas formuladas foram isoproteicas e isoenergéticas, a base milho e farelo de soja e as exigências nutricionais foram seguidas conforme as recomendações de Rostagno et al. (2017) e apresentadas na Tabela 1. A Tabela 2 fornece os valores de ácidos graxos disponíveis em cada dieta.

No presente experimento, vale descartar que os óleos funcionais de pracaxi e copaíba não foram empregados na dieta com o objetivo de contribuir como fonte



<b>Composição calculada</b>						
EM (kcal/kg)	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800
Proteína bruta (%)	18,92	18,92	18,92	18,92	18,92	18,92
Lisina digestível (%)	1,149	1,149	1,149	1,149	1,149	1,149
Metionina+cistina (%)	0,942	0,942	0,942	0,942	0,942	0,942
Triptofano dig (%)	0,186	0,186	0,186	0,186	0,186	0,186
Treonina digs. (%)	0,733	0,733	0,733	0,733	0,733	0,733
Cálcio (%)	2,990	2,990	2,990	2,990	2,990	2,990
Fósforo (%)	0,282	0,282	0,282	0,282	0,282	0,282
Sódio (%)	0,147	0,147	0,147	0,147	0,147	0,147

Legendas: Premix vitamínico/kg de dieta: Ácido Fólico (Min.) 145,4 mg; Ácido Pantotênico (Min.) 5.931,6 mg; Colina (Min.) 121,8 g; Niacina (Min.) 12,9 g; Selênio (Min.) 480,0 mg; Vitamina A (Min.) 5.000.000,0 UI; Vitamina B12 (Min.) 6.500,0 mcg; Vitamina B2 (Min.) 2.000,0 mg; Vitamina B6 (Min.) 250,0 mg; Vitamina D3 (Min.) 1.850.000,0 UI; Vitamina E (Min.) 4.500,0 UI; Vitamina K3 (Min.) 918,0 mg. <sup>2</sup> Premix mineral/kg: Cobre (Min.) 7.000,0 mg; Ferro (Min.) 50,0 g; Iodo (Min.) 1.500,0 mg; Manganês (Min.) 67,5 g; Zinco (Min.) 45,6 g.

**Tabela 2.** Percentual de ácidos graxos das diferentes dietas.

Variáveis (%)	Dietas							
	OL. COP <sup>1</sup>	OL. PRA <sup>2</sup>	CN <sup>3</sup>	CP <sup>4</sup>	PROB <sup>5</sup>	PRACAXI	COPAÍBA	PRAC + COPA <sup>6</sup>
Caprílico (C8)	0,41							
Cáprico (C10)	0,61							
Láurico (C12:0)		0,17						
Miristoléico (C14:1)	0,38		0,11	0,12	0,12	0,12	0,14	0,14
Mirístico (C14:0)	0,78	0,09	0,25	0,24	0,26	0,25	0,3	0,28
Esteárico (C18:0)	4,65	3,45	3,16	3,05	3,14	3,22	3,49	3,45
Palmitoleico (C16:1)	0,62		0,42	0,41	0,43	0,43	0,51	0,48
Palmítico (C16:0)	23,54	1,49	12,88	12,89	12,86	12,74	12,38	12,59
Oleico (C18:1)	33,04	46,37	33,82	33,95	33,78	35,81	36,91	36,68
Linoleico (C18:2) $\omega$ 6	33,18	12,05	46,43	46,39	46,46	44,47	43,43	43,54
Linolênico (C18:3) $\omega$ 3	1,81	1,39	1,9	1,88	1,9	1,95	1,79	1,79
Linoleico conjugado C18:2 CLA	0,33		0,35	0,36	0,36	0,32	0,29	0,3
Araquídico (C20:0)	0,26	11,98	0,31	0,32	0,31	0,32	0,34	0,34
Araquidônico (C20:4)	0,39		0,37	0,39	0,38	0,37	0,42	0,41
Beênico (C22:0)		23,01						

Legendas: <sup>1</sup>Óleo de Copaíba; <sup>2</sup>Óleo de Pracaxi; <sup>3</sup>Controle Negativo; <sup>4</sup>CP: Controle Positivo (Melhorador de desempenho); <sup>5</sup>PROB:

Probiótico; <sup>6</sup>PRAC+COPA: Pracaxi + Copaíba;

Foram avaliados o desempenho produtivo das codornas durante 56 dias experimentais. A qualidade dos ovos e perfil lipídico das gemas de ovos foram realizadas ao final de cada ciclo de 28 dias. Aos 56 dias, final do período experimental, 1 ave por unidade experimental (8 aves por tratamento) foi abatida para a avaliação de peso da carcaça, biometria dos órgãos, histomorfometria dos seguimentos intestinais e perfil bioquímico sanguíneo. A determinação do coeficiente de digestibilidade ocorreu por meio da coleta total de excretas nos 4 dias subsequentes, sendo de 57 a 60 dias experimentais.

## **2. Análises desenvolvidas:**

### **2.1. Desempenho produtivo**

Para a avaliação de desempenho, foram preconizados dois ciclos de 28 dias cada, no qual 100 % das aves foram pesadas no início e no final de cada ciclo, também foram pesadas a ração fornecida e as sobras de ração, além das anotações sobre a produção diária das aves. As aves mortas durante o período experimental foram pesadas, para ajustar o consumo médio da unidade experimental.

Para a produção de ovos, anotou-se a quantidade de ovos diárias produzidos por gaiolas, os ovos foram pesados em balança de precisão (0,01g) para a obtenção do peso médio e nesta fase foram considerados todos os ovos íntegros ou não, incluindo trincados, sem casca, casca mole ou qualquer outro problema aparente. Já para se determinar a produção de ovos comercializáveis, foi subtraída a quantidade de ovos não íntegros dos ovos íntegros de cada período.

Para obter o cálculo da conversão alimentar por dúzia de ovos produzidas (g/dz) foi realizada a divisão do valor de consumo total de ração pela dúzia de ovos produzidas. E para determinar a conversão alimentar por massa de ovos foi realizada a divisão entre a conversão alimentar por massa de ovo, onde o valor da

massa do ovo foi obtido multiplicando a porcentagem de ovos comercializados pelo peso de ovos e dividiu-se por 100.

## **2.2. Ensaio da digestibilidade**

### **2.2.1. Coleta e preparo de amostras.**

O ensaio de digestibilidade foi realizado por meio da coleta total de excretas e foi iniciado aos 57 até 60 dias do período experimental, com quatro dias para o recolhimento de excretas identificadas com marcador (óxido de ferro), que foram coletadas em dois períodos do dia (às 08:00 horas e às 18:00 horas). As gaiolas foram equipadas com bandejas coletoras para o recolhimento das excretas, as quais foram acondicionadas identificadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer a  $-16^{\circ}\text{C}$  para posteriores análises. Ao final do período de coleta de excretas foi determinado a quantidade de ração consumida e o total de excretas produzidas.

Na circunstância das análises, as excretas foram descongeladas, homogeneizadas, retirada uma e pesadas, sendo em seguida colocada em estufa com ventilação forçada à temperatura de  $55^{\circ}\text{C}$  por 72 horas, a fim de se proceder a pré-secagem. Posteriormente, as amostras foram expostas a temperatura ambiente para que houvesse o equilíbrio com a temperatura e umidade ambiente. As amostras foram pesadas, moídas em moinho tipo faca de 1mm e acondicionadas em recipientes para seguirem para as demais análises (Sakomura et al.; 2017).

Foram determinados os teores de umidade e nitrogênio das excretas e das rações, segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). A energia bruta das dietas, fontes lipídicas e das excretas foi obtida por bomba calorimétrica.

### **2.2.2. Análise Matéria Seca (MS):**

A matéria seca foi determinada através da desidratação completa e pesagem das amostras secas. O procedimento envolveu a secagem adicional das amostras em estufa a 105 °C em um período de 16 a 24 horas. E a quantidade de matéria seca da amostra foi determinada pela diferença de peso antes e após a secagem da amostra. (Sakomura et al.; 2017).

### **2.2.3. Análise de Matéria Mineral (MM):**

Para determinação da matéria mineral, uma alíquota das amostras de excreta e de ração, devidamente secas e moídas foram colocadas em um cadinho e incineradas em mufla a uma temperatura entre 550 a 600 °C por um período de 4 a 6 horas, até que amostra estivesse totalmente branca indicando a ausência de matéria orgânica. A matéria mineral corresponde ao peso residual, também conhecida como cinzas. (Sakomura et al.; 2017).

### **2.2.4. Análise de extrato etéreo (EE):**

O extrato etéreo, corresponde ao conteúdo lipídico, foi determinado por meio da extração de gordura das amostras utilizando solventes orgânicos éter. A técnica utilizada foi a extração Soxhlet onde as amostras foram submetidas a extração contínua por um período de 4 a 6 horas. Após a extração o solvente foi evaporado e o resíduo de gordura foi quantificado pela diferença de peso. (Sakomura et al.; 2017).

### **2.2.5. Análise de proteína bruta (PB):**

A análise de proteína bruta foi realizada pelo Método de Kjeldahl, que estima o teor de nitrogênio da amostra para calcular a proteína total. O método foi composto pelas etapas de digestão onde a amostra foi misturada com ácido sulfúrico e um catalisador, e aquecida até que o nitrogênio fosse convertido em íons amônio ( $\text{NH}_4^+$ ). Seguido da etapa de destilação, onde a solução foi neutralizada com

hidróxido de sódio, liberando amônia (NH<sub>3</sub>). A amônia foi destilada e capturada em uma solução de ácido bórico. Em seguida realizou-se a titulação onde a amônia capturada foi titulada com uma solução padrão de ácido (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). A quantidade de ácido usada refletiu o teor de nitrogênio da amostra. Na etapa final realizou-se o seguinte cálculo: O teor de nitrogênio obtido, multiplicado pelo fator de conversão (6,25) para estimar a proteína bruta da amostra (Sakomura et al.; 2017).

### 2.2.6. Cálculo da digestibilidade:

A digestibilidade aparente foi calculada para cada componente (Matéria Seca - MS, Matéria Mineral - MM, Extrato Etéreo - EE e proteína bruta - PB) com base na seguinte fórmula:

$$\text{CDA (\%)} = \left( \frac{\text{Nutriente ingerido} - \text{Nutriente excretado}}{\text{Nutriente ingerido}} \right) \times 100$$

Onde:

CDA: Coeficiente de Digestibilidade Aparente

Nutriente ingerido: Quantidade de MS, MM, EE ou PB na ração consumida pelo animal.

Nutriente excretado: quantidade de MS, MM, EE ou PB presente nas fezes coletadas.

A energia bruta das dietas, e das excretas foi obtida por bomba calorimétrica. O valor de EMA e EMAn foi calculado utilizando as equações propostas por Matterson et al. (1965).

$$\text{EMA da DT ou RB} \left( \frac{\text{Kcal}}{\text{KG}} \right) = \frac{(\text{EB Ingerida} - \text{EB Excretada})}{\text{Ingestão de alimentos}}$$

$$\text{EMA da fonte lipídica} \left( \frac{\text{Kcal}}{\text{KG}} \right) = \text{EMA RB} + \frac{(\text{EMA DT} - \text{EMA RB})}{\% \text{ de substituição}}$$

$$\text{EMAn da DT ou RB} \left( \frac{\text{Kcal}}{\text{KG}} \right) = \frac{(\text{EB Ingerida} - (\text{EB Excretada} + 8,22 \times \text{BN}))}{\text{Ingestão de alimento}}$$

$$\text{EMAn da doente lipídica } \left( \frac{\text{Kcal}}{\text{KG}} \right) = \text{EMA RB} + \frac{(\text{EMA DT} - \text{EMA RB})}{\% \text{ de substituição}}$$

Sendo:

EMA = energia metabolizável

EMAn = energia metabolizável corrigida

DT = dieta teste

RB =ração basal \_

EB = energia bruta

BN = balanço de nitrogênio = Nitrogênio ingerido – Nitrogênio excretado

O cálculo do coeficiente de metabolizabilidade CM para coleta total de excreta foi feito de acordo com a seguinte equação:  $\text{CM (\%)} = \frac{\text{Quantidade de nutrientes da ração} - \text{quantidade de nutrientes da excreta}}{\text{quantidade de nutrientes da ração}} \times 100$ .

### **.2.3. Análise de qualidade dos ovos**

Para a realização da avaliação da qualidade de ovos, foram coletados 192 ovos, sendo 4 ovos por repetição ao final de cada um dos dois ciclos produtivos de 28 dias, os quais foram devidamente identificados e levados ao Laboratório de Análise de Produtos Agropecuários -LAPAGRO e pesados em balança semi-analítica. Os ovos foram então pesados em balança de precisão de 0,001g seu peso anotado e encaminhados para as demais análises.

#### **2.3.1. Gravidade Específica**

Para a obtenção da gravidade específica, foram utilizadas soluções salinas (NaCl), devidamente calibradas com o auxílio de densímetro, de densidade de 1,060 a 1,100 variando de 0,005. Os ovos foram mergulhados em um recipiente com a primeira solução de menor densidade e foram retirados e anotados na sua devida densidade em que os ovos submergiram (Holder e Bradford, 1979).

### **2.3.2. Coloração da gema, diâmetro da gema, altura de albúmen e gema e índice de gema**

Os ovos então foram quebrados em uma superfície plana de vidro e com o auxílio do colorímetro Minolta CR-400 ®, mensurou-se na superfície da gema, utilizando-se os parâmetros de luminosidade (L\*), vermelho (a\*) e amarelo (b\*).

Para a mensuração do diâmetro da gema, altura de albúmen e gema foram utilizados um paquímetro e um tripé. Os ovos foram cuidadosamente quebrados em uma superfície plana de vidro e em seguida com o auxílio do paquímetro foi realizada a mensuração do diâmetro da gema em seguida um tripé foi posicionado sobre o ovo e com o auxílio do paquímetro foi realizado a mensuração de altura do albúmen (mm), distante a 4 mm da gema, já para a gema a mensuração ocorreu na região central no local mais alto da gema.

O índice de gema foi mensurado pela razão entre a altura e seu diâmetro e calculado pela relação entre a altura e a largura da gema, com a seguinte formula:

$$YI = \frac{YH}{YD}$$

Sendo: YI: índice de gema

YH: Altura de gema

YD: diâmetro de gema

### **2.3.3. Peso e percentagem da gema, albúmen e casca, unidade Haugh, espessura de casca e avaliação do pH do albúmen**

As gemas foram coletadas, separadas do albúmen e pesadas em balança digital e os seus valores anotados em planilha. As cascas dos ovos identificadas, por sua vez, foram lavadas em água corrente e levadas a estufa à 65°C por 72 horas para secarem, após esse período foram pesadas em balança analítica e seus valores

anotados. Então com os valores obtidos das gemas e das cascas foi possível obter por meio de subtração o valor do albúmen.

Segundo Pissinati et al. (2014), as porcentagens de gema, casca e albúmen foram obtidas por meio de cálculos em relação ao peso dos constituintes do ovo e seu peso total, sendo:

$$\% C = \frac{\text{Pesodacasca}}{\text{pesodoovo}} \times 100$$

$$\% C = \frac{\text{Pesodagema}}{\text{pesodoovo}} \times 100$$

$$\% C = \frac{\text{Pesodoalbúmen}}{\text{Pesodoovo}} \times 100$$

A Unidade Haugh foi calculada utilizando a seguinte formula:

$$UH = 100 \log (h + 7,57 - 1,7w0,37)$$

Onde:

H corresponde à altura do albúmen (mm)

W ao peso do ovo (g).

Para a análise de espessura da casca, após serem devidamente lavadas e secas, com o auxílio de um paquímetro digital (precisão de 0,001mm e marca Digimess), foram feitas medições em três diferentes pontos na região centro-transversal da casca.

Para serem considerados como de qualidade excelente (AA), os ovos devem apresentar valores de UH superiores a 72, ovos de qualidade alta (A), entre 60 e 72 UH e ovos de qualidade inferior (B), com valores de UH inferiores a 60 são considerados de qualidade ruim (USDA, 2000).

Para determinação do pH, o albúmen foi acondicionado em frascos coletores e suavemente homogeneizados para proceder com a aferição por meio do dispositivo aferidor de pH digital Testo® 205, conforme Eberhart et al. (2021).

#### **2.3.4. Perfil de ácidos graxos da gema**

Aos 56 dias foram coletados 4 ovos de cada unidade experimental para a análise de perfil de ácidos graxos das gemas, as gemas foram homogeneizadas devidamente armazenadas em potes coletores identificados e em seguida congelados em freezer a -5°C até o processo de liofilização. Posteriormente, as gemas foram liofilizadas por processo de sublimação.

Para as determinações de ácidos graxos fez-se a extração da fração lipídica do ovo segundo Bligh e Dyer (1959). Foram pesados 60 mg da fração lipídica extraída e, em seguida, foi submetida à metilação segundo Maia e Rodriguez-Amaya (1993), visando à preparação para a análise por cromatografia gasosa. Para análise de ácidos graxos, sendo extraídos os ácidos mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), palmitoleico (C16:1), esteárico (C18:0), oleico (C18:1), linolênico (C18:3).

A análise dos ésteres metílicos dos ácidos graxos foi realizada em cromatógrafo gasoso (Termo), equipado com detector de ionização de chama, injetor "Split/splitless", coluna capilar de sílica fundida contendo polietilenoglicol como fase estacionária (DB-Wax, 30 m x 0,25 mm, J&W Scientific), nas seguintes condições cromatográficas: temperatura do injetor 250° C; temperatura da coluna 180° C durante 20 minutos, programada a 2° C por minuto até 220° C; temperatura do detector 260° C, gás de arraste hidrogênio com fluxo de 1,0 mL/min., gás "make-up" nitrogênio a 20 mL/min. e volume de injeção de 1µL.

Para a identificação dos ácidos graxos compararam-se os tempos de retenção com os dos padrões ésteres metílicos (Sigma-Aldrich), enquanto a quantificação foi realizada pela normalização de área expressando-se o resultado em percentual de área de cada ácido sobre a área total de ácidos graxos. A metodologia utilizada para a esterificação dos lipídios foi a descrita por Hulan et al. (1989). Após a obtenção dos ésteres, estes foram analisados em cromatógrafo gasoso GC-17 A Shimadzu, dotado de detector de ionização em chama de injeção manual, coluna capilar (CARBOVAX) sendo utilizado H<sub>2</sub> como gás de arraste. Os cálculos foram feitos por integração com um computador ligado ao detector.

A análise foi realizada por cromatografia gasosa e aconteceu nas dependências do laboratório CERNA (Centro de Estudos em Recursos Naturais) da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul UEMS.

### **3. Biometria de órgãos e perfil bioquímico**

Ao final do período experimental de 56 dias, foram selecionadas 48 aves, sendo uma ave por repetição selecionadas com base no peso médio variando  $\pm 10\%$ , as quais foram mantidas em jejum de 8 horas, transportadas ao Laboratório de Carnes da UFGD para coleta de sangue para análises do perfil bioquímico, as amostras foram coletadas por técnica de punção intracardíaca.

Imediatamente após a coleta, as amostras foram centrifugadas à 3.500 rpm a 4°C por 15 minutos para separação do soro, a fim de se obter a separação do soro, em seguida as amostras foram congeladas a temperatura de -20°C e permaneceram armazenadas até o momento da realização dos testes bioquímicos de Fosfatase Alcalina (FA), Creatinina, Colesterol, Ureia, Triglicerídeos, Concentração plasmática de sódio (Na) e Potássio (K). Os testes bioquímicos foram processados em

espectrometria (BioPlus200) de acordo com as indicações do fabricante dos kits comerciais (GoldAnalisa®).

Estas aves foram sacrificadas pela técnica de deslocamento cervical, seguida de sangria por 3 minutos por secção das veias jugulares e artérias carótidas. Após a sangria as aves foram submetidas ao processo de escaldagem onde foram imersas em água à temperatura de 60° C por um período de 30 segundos, em seguida as carcaças passaram pelo processo de depenagem manual, sendo então realizada a evisceração e retirada dos pés e cabeça de forma manual.

As carcaças evisceradas foram resfriadas em pré-chiller com água à temperatura de 10° a 18° C por 12 minutos e em seguida foram levadas para o chiller com água à temperatura de zero a 2° C por 18 minutos.

As carcaças foram pesadas evisceradas quentes, depois resfriadas e sem pés e cabeça.

A análise de biometria foi realizada nos seguintes órgãos de forma individual: Coração, fígado, moela, proventrículo, intestino (duodeno, jejuno, jejuno + íleo, cecos), trato reprodutivo (ovário e oviduto). Os órgãos foram removidos, e lavados para a remoção de qualquer conteúdo e em seguida foram pesados em balança semi-analítica.

#### **4. Avaliação microscópica das vilosidades intestinais**

Ao final do segundo ciclo experimental aos 56 dias, foram coletados os segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) das mesmas aves utilizadas nas análises de biometria, para a confecção de lâminas histológicas.

Foram coletados segmentos de 2,0 cm do duodeno, jejuno e do íleo, fixados em solução tamponada de formaldeído a 10% segundo metodologia proposta por

Tolosa et al. (2003), por 24 horas. Após esse período, os fragmentos foram colocados em cassetes devidamente identificados com o número da amostra, mergulhados em um recipiente com álcool 70% e armazenados por 24 horas até a confecção dos cortes histológicos.

Em seguida, as amostras passaram pelo processo de clivagem e foram então preparadas para receber a inclusão de parafina, após foi realizado o processo de desbaste com segmento de 20  $\mu\text{m}$  e o corte histológico com segmento de 10  $\mu\text{m}$  de espessura para a confecção das lâminas. As fitas foram suspensas em banho maria e “pescadas” em lâmina devidamente limpa e identificada com o número e tipo de órgão da amostra correspondente.

As lâminas foram coradas com o método de Hematoxilina e Eosina e as imagens foram obtidas com o auxílio de um microscópio eletrônico modelo P207 LED 3W<sup>®</sup>, com câmera acoplada modelo EUREKAM 1.3<sup>®</sup>, as imagens foram salvas em um microcomputador e analisadas com o auxílio do software ImageJ<sup>®</sup> no qual foi verificado as medidas de altura e largura das vilosidades dos seguimentos do duodeno, jejuno e íleo, e a profundidade e largura das criptas dos mesmos seguimentos e com os valores obtidos foi possível calcular a relação entre vilosidade/cripta. As medidas. Realizou-se a leitura de 30 lâminas (6 tratamentos), 5 repetições por tratamento e levou-se em consideração a medida de 10 vilosidades distintas, seguindo a metodologia de Reis et al. (2016).

## **5. Análises estatísticas**

Os dados foram avaliados quanto às premissas estatísticas de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias pelo teste de Shapiro Wilk e Levene, respectivamente. Para os dados que não atenderem as premissas estatísticas, foi

realizada transformação logarítmica ou inversa dos dados e posteriormente foram realizados os testes de Shapiro Wilk e Levene, e desta forma passaram a atender as premissas estatísticas. Os dados referentes a estas variáveis estão expressos nas tabelas como médias aritméticas para melhor compreensão. Posteriormente, foi realizada a análise de variância utilizando-se o procedimento MIXED do SAS (SAS, versão 9.4, SAS Institute Inc, Cary, NC, EUA). Quando os modelos apresentaram significância realizou-se o teste de Tukey para comparação das médias dos tratamentos.

## **RESULTADOS**

Não foram encontradas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) em relação aos parâmetros de desempenho produtivo de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo óleo de pracaxi, copaíba e pracaxi associado a copaíba, com e sem antibiótico e probiótico como melhorador de desempenho (Tabela 3).

**Tabela 3.** Parâmetros de desempenho produtivos das codornas japonesas alimentadas com dietas contendo óleo de pracaxi, copaíba e pracaxi + copaíba como melhoradores de desempenho.

Variáveis	Dietas						EPM <sup>1</sup>	<i>P</i> <sup>2</sup>
	CN <sup>3</sup>	CP <sup>4</sup>	PROB <sup>5</sup>	PRACAXI	COPAÍBA	PRAC+COPA <sup>6</sup>		
CR <sup>7</sup> (g)	25,52	25,84	26,14	26,42	25,48	25,23	0,27	0,214
CA/ Massa <sup>10</sup>	2,91	2,76	2,88	3,10	3,06	2,94	0,04	0,103
CA/dúzia <sup>11</sup>	2,83	2,84	2,77	3,03	2,80	2,87	0,04	0,477
Viabilidade (%)	100,00	93,75	96,25	98,75	95,00	98,75	0,78	0,125
PO <sup>8</sup> (%)	77,87	84,37	79,50	78,35	78,12	79,22	0,77	0,124
Ovos Comerc. <sup>9</sup> (%)	77,32	83,19	79,02	78,08	78,10	78,90	0,75	0,252
MO <sup>12</sup> (g)	8,62	9,50	8,93	8,57	8,69	8,69	0,11	0,120
Peso ovo (g)	11,07	11,27	11,24	11,37	11,11	11,20	0,05	0,582

Legendas: <sup>1</sup>Erro padrão da média; <sup>2</sup>Nível de probabilidade  $p < 0,05$ ; <sup>3</sup>Controle Negativo; <sup>4</sup>CP Controle Positivo (Melhorador de desempenho); <sup>5</sup>PROB: Probiótico; <sup>6</sup>PRAC+COPA: Pracaxi + Copaíba; <sup>7</sup>CR: Consumo de ração; <sup>8</sup>Produção de ovos; <sup>9</sup>Ovos comercializáveis; <sup>10</sup>Conversão alimentar por massa de ovos; <sup>11</sup>Conversão alimentar por dúzia de ovos; <sup>12</sup>Massa de ovos.

A maior altura de albúmen dos ovos foi obtida no grupo de aves do controle positivo (bacitracina de zinco) e controle negativo em comparação aos grupos copaíba e pracaxi associado à copaíba (Tabela 4). Apesar disso, a altura do albúmen dos ovos dos grupos que receberam os óleos amazônicos não diferiu do grupo suplementado com probiótico. Embora tenhamos verificado esses resultados relacionados à altura do albúmen, não identificamos diferenças ( $P > 0,05$ ) entre os grupos nas variáveis de percentual de albúmen e peso do albúmen.

**Tabela 4.** Efeito na qualidade de ovos das codornas japonesas alimentadas com dietas contendo óleo de pracaxi, copaíba e pracaxi + copaíba como melhoradores de desempenho.

Variáveis	Dietas						EPM <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>
	CN <sup>3</sup>	CP <sup>4</sup>	PROB <sup>5</sup>	PRACAXI	COPAÍBA	PRAC+ COPA <sup>6</sup>		
P. Ovo <sup>7</sup> (g)	11,07	11,27	11,24	11,37	11,11	11,25	0,05	0,564
P. Gema <sup>8</sup> (g)	3,65	3,71	3,57	3,77	3,72	3,74	0,03	0,373
P. Albúmen <sup>9</sup> (g)	6,52	6,62	6,76	6,66	6,49	6,61	0,04	0,455
Alt. Albúmen <sup>10</sup> (mm)	3,910ab	4,051a	3,554bcd	3,592bc	3,122d	3,248cd	0,06	<0,000
Alt. Gema(mm) <sup>11</sup>	9,92	10,15	9,82	10,09	9,81	9,85	0,05	0,077
Diam. Gema <sup>12</sup> (mm)	23,318a	22,928ab	22,407b	22,495b	22,413b	22,526ab	0,08	0,004
pH	6,24	6,15	6,14	6,18	6,17	6,22	0,01	0,124
Grav. Específica <sup>13</sup>	1,067	1,066	1,067	1,067	1,066	1,066	0,01	0,387
(L*) <sup>14</sup>	54,977c	56,221ab	55,467abc	55,638abc	56,662a	55,098bc	0,13	0,000
(a*) <sup>15</sup>	-2,301ab	-2,771b	-2,538b	-2,548b	-2,448ab	-2,015a	0,06	0,001
(b*) <sup>16</sup>	37,981	36,484	38,442	38,688	38,58	37,26	0,23	0,052
P. Casca <sup>17</sup> (g)	0,902	0,932	0,913	0,939	0,899	0,904	0,01	0,103
Esp. Casca <sup>18</sup> (mm)	0,193	0,188	0,19	0,188	0,19	0,191	0,00	0,787
U.H. <sup>19</sup>	86,496ab	87,146a	84,149bc	84,352abc	81,524c	82,240c	0,36	<0,000
Índ. Gema <sup>20</sup>	0,425	0,446	0,438	0,449	0,442	0,437	0,00	0,130
% Gema	32,968	32,898	31,793	32,637	33,523	33,195	0,21	0,187
% Albúmen	58,875	58,739	60,08	59,094	58,362	58,761	0,21	0,203
% Casca	8,151	8,261	8,117	8,277	8,109	8,037	0,04	0,377

Legendas: <sup>1</sup>Erro padrão da média; <sup>2</sup>Nível de probabilidade  $p < 0,05$ ; <sup>3</sup>Controle Negativo; <sup>4</sup>CP Controle Positivo (Melhorador de desempenho); <sup>5</sup>PROB: Probiótico; <sup>6</sup>PRAC+COPA: Pracaxi + Copaíba; <sup>7</sup>Peso do ovo; <sup>8</sup>Peso da gema; <sup>9</sup>Peso do albúmen; <sup>10</sup>Altura do albúmen; <sup>11</sup>Altura da gema; <sup>12</sup>Diâmetro da gema; <sup>13</sup>Gavidade específica; <sup>14</sup> Luminosidade; <sup>15</sup> Vermelho; <sup>16</sup>Amarelo; <sup>17</sup>Peso da casca; <sup>18</sup>Gravidade específica; <sup>19</sup>Unidade Haugh; <sup>20</sup> Índice de gema.

A unidade Haugh (UH) dos ovos das codornas suplementadas com óleo de pracaxi não diferiu dos ovos das aves que receberam o controle positivo e negativo.

No entanto, o óleo de copaíba e a associação de óleo de pracaxi e copaíba apresentaram UH significativamente menores quando comparados ao grupo controle positivo (bacitracina de zinco). Embora tenham sido observados esses resultados, a UH dos ovos provenientes das aves que receberam esses óleos funcionais amazônicos não diferiram do grupo que recebeu o probiótico.

Em relação ao diâmetro da gema dos ovos das aves alimentadas com os óleos de pracaxi e copaíba, associados ou não, não diferiram ( $P > 0,05$ ) do controle positivo (bacitracina de zinco) e do probiótico. Nessa variável, o maior diâmetro foi obtido nos ovos das aves alimentadas com a dieta controle negativo (sem aditivos), no entanto, não diferiu do controle positivo e óleos de pracaxi e copaíba associados.

Embora tenha ocorrido um maior diâmetro de gema no grupo controle negativo, não observamos diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) em relação as variáveis de peso de ovo, peso de gema, peso de albúmen, altura da gema, pH do albúmen, gravidade específica, peso das cascas, espessura da casca, índice de gema, percentual de gema, percentual de albúmen e percentual de casca, entre todos os grupos.

Os grupos que receberam os óleos funcionais isolados ou em associação apresentaram valores de luminosidade ( $L^*$ ) da gema semelhante ( $P > 0,05$ ) ao grupo controle positivo (bacitracina de zinco). Em relação aos resultados do teor de vermelho ( $a^*$ ), observou-se que a dieta contendo óleo de pracaxi associado a copaíba promoveu gemas com teor de vermelho significativamente maior em comparação aos ovos das aves que receberam controle positivo (bacitracina de zinco), probiótico e óleos de pracaxi, sendo que os demais tratamentos não diferiram entre si.

Na avaliação do perfil lipídico das gemas dos ovos observamos que a utilização dos óleos funcionais amazônicos promoveu resultados semelhantes ( $P > 0,05$ ) ao grupo controle positivo (bacitracina de zinco) em todos os ácidos graxos

avaliados (Tabela 5). O óleo de pracaxi promoveu diminuição das porcentagens de ácido graxo linoleico, total de poli-insaturados e de ômega 6 em comparação ao óleo de copaíba isolado ou em associação ao óleo de pracaxi.

**Tabela 5.** Composição de ácidos graxos (%) na gema de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo óleo de pracaxi, copaíba e pracaxi + copaíba como melhoradores de desempenho e probiótico.

Ácido graxo	Dietas						EPM <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>
	CN <sup>3</sup>	CP <sup>4</sup>	PROB <sup>5</sup>	PRACAXI	COPAÍBA	PRAC+COPA <sup>6</sup>		
Palmítico (C16:0)	27,67	27,23	27,02	27,42	27,54	27,44	0,08	0,169
Palmitoléico (C16:1)	1,57	1,59	1,58	1,58	1,57	1,58	0,02	0,472
Estearico (C18:0)	9,99	9,97	9,89	10,02	10,02	10,01	0,03	0,693
Oleico (C18:1) $\omega$ 9	44,68a	44,30ab	44,75a	44,02b	43,83b	44,03b	0,07	<0,000
Linoleico (C18:2) $\omega$ 6	13,41bc	13,57abc	13,64abc	13,29c	14,02a	13,84ab	0,06	0,000
Linolênico (C18:3) $\omega$ 3	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,00	0,142
Araquidônico (20:4) $\omega$ 6	0,20	0,19	0,19	0,20	0,19	0,20	0,00	0,435
Docosahexaenóico (C22:6) $\omega$ 3	0,20	0,21	0,19	0,21	0,20	0,20	0,00	0,331
Saturado	37,65	37,19	36,90	37,43	37,55	37,45	0,08	0,143
Insaturado	60,23a	60,03ab	60,52a	59,47b	59,99b	60,45ab	0,08	0,005
Monoinsaturado	46,25a	45,88ab	46,32a	45,60b	45,40b	45,61b	0,04	<0,000
Poli-insaturado	13,98bc	14,14abc	14,20abc	13,87c	14,59a	14,42ab	0,05	0,000
$\omega$ 3 <sup>7</sup>	0,38	0,39	0,371	0,382	0,382	0,39	0,02	0,126
$\omega$ 6 <sup>8</sup>	13,60bc	13,75abc	13,83abc	13,48c	14,21a	14,03ab	0,057	0,000
$\omega$ 9 <sup>9</sup>	44,67a	44,03ab	44,75a	44,02b	43,83b	44,03b	0,07	<0,000
Insat/sat. <sup>10</sup>	1,59b	1,61ab	1,63a	1,58b	1,59b	1,60ab	0,01	0,005
Poli/Sat <sup>11</sup>	0,37b	0,38ab	0,38ab	0,37b	0,39a	0,38ab	0,01	0,003
$\omega$ 6/ $\omega$ 3 <sup>12</sup>	35,88	35,46	37,25	35,29	37,15	36,04	0,23	0,056

Legendas: <sup>1</sup>Erro padrão da média; <sup>2</sup>Nível de probabilidade  $p < 0,05$ ; <sup>3</sup>Controle Negativo; <sup>4</sup>CP Controle Positivo (Melhorador de desempenho); <sup>5</sup>PROB: Probiótico; <sup>6</sup>PRAC+COPA: Pracaxi + Copaíba. <sup>7</sup>Ômega 3; <sup>8</sup>Ômega 6; <sup>9</sup>Ômega 9; <sup>10</sup>Relação ácidos insaturados e saturados; <sup>11</sup>Relação ácidos polinsaturados e saturados; <sup>12</sup>Relação Ômega3/Ômega6.

Os óleos funcionais apresentaram menores porcentagens de ácido graxo oleico, totais de ácidos graxos insaturados, monoinsaturados e ômega 9 em comparação as aves que receberam probiótico como aditivo. As aves que receberam óleo de pracaxi e copaíba de forma isolada apresentaram menor relação de ácidos graxos insaturados/saturados em comparação aos que receberam probiótico (Tabela 5).

Na avaliação da morfometria intestinal observamos que os óleos funcionais amazônicos foram capazes de manter parâmetros semelhantes ( $P>0,05$ ) ao controle positivo (bacitracina de zinco) em praticamente todas as variáveis morfométricas avaliadas, exceto na largura de vilosidades do jejuno e profundidade de cripta do duodeno (Tabela 6).

profundidade das criptas duodenais foi significativamente maior no grupo que recebeu a copaíba em comparação ao controle positivo. Além disso, a largura das vilosidades do jejuno foi maior no grupo de aves que recebeu o óleo de copaíba associado ao pracaxi em relação ao controle positivo, sem diferir do grupo que recebeu o probiótico em ambas as variáveis

Com relação ao intestino delgado observamos que as aves do controle negativo, comparadas ao grupo controle positivo, apresentaram o menor valor de largura da vilosidade duodenal, menor profundidade da cripta duodenal e ileal.

Quando comparado ao probiótico, o óleo de pracaxi promoveu maior largura de vilosidade do duodeno e menor profundidade de cripta duodenal. Além disso, quando se utilizou os óleos amazônicos associados, houve maior profundidade de cripta no segmento jejunal em comparação a utilização de probiótico como aditivo.

**Tabela 6.** Parâmetros da morfometria intestinal de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo óleo de pracaxi, copaíba e pracaxi + copaíba como melhoradores de desempenho e probiótico.

Morfometria Intestinal ( $\mu\text{m}$ )	Dietas						EPM <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>
	CN <sup>3</sup>	CP <sup>4</sup>	PROB <sup>5</sup>	PRACAXI	COPAÍBA	PRAC+COPA <sup>6</sup>		
Alt. V. D <sup>7</sup>	450,98	423,43	386,17	370,28	370,89	462,53	11,71	0,086
Alt. V. J <sup>8</sup>	325,01	385,57	276,71	339,50	344,57	288,52	11,53	0,092
Atl. V. I. <sup>9</sup>	229,79	210,75	183,48	273,18	228,55	225,29	11,01	0,246
Larg. V. D. <sup>10</sup>	39,49c	54,82ab	45,82bc	59,67a	49,35abc	50,37abc	1,36	<0,000
Larg. V. J. <sup>11</sup>	47,03ab	56,79a	46,12b	49,78ab	47,20ab	45,51b	0,98	0,018
Larg. V. I. <sup>12</sup>	45,45	38,65	40,86	43,49	43,54	43,10	1,21	0,753
Prof. C. D. <sup>13</sup>	36,25d	43,27bc	48,20ab	39,18cd	51,49a	43,42bc	0,84	<0,000
Prof. C. J. <sup>14</sup>	38,53abc	40,00ab	36,19c	37,51bc	37,15bc	41,56a	0,40	0,000
Prof. C. I. <sup>15</sup>	25,02b	32,41a	34,39a	33,19a	34,31a	37,05a	0,74	<0,000
R.V. Crip. D. <sup>16</sup>	12,61a	9,76ab	8,05b	9,11b	7,50b	10,70ab	0,38	0,000
R. V. Crip. J. <sup>17</sup>	9,33	10,32	8,13	9,12	9,10	8,02	0,31	0,053
R.V.Crip. I. <sup>18</sup>	9,33	7,46	6,99	8,10	7,00	6,66	0,34	0,103

Legendas: <sup>1</sup>Erro padrão da média; <sup>2</sup>Nível de probabilidade  $p < 0,05$ ; <sup>3</sup>Controle Negativo; <sup>4</sup>CP Controle Positivo (Melhorador de desempenho); <sup>5</sup>PROB: Probiótico; <sup>6</sup>PRAC+COPA: Pracaxi + Copaíba; <sup>7</sup>Altura Vilo Duodeno, <sup>8</sup>Altura Vilo Jejuno; <sup>9</sup>Altura Vilo Íleo; <sup>10</sup>Largura Vilo Duodeno; <sup>11</sup>Largura Vilo Jejuno; <sup>12</sup>Largura Vilo Íleo; <sup>13</sup>Profundidade Cripta Duodeno; <sup>14</sup>Profundidade Cripta Jejuno; <sup>15</sup>Profundidade Cripta Íleo; <sup>16</sup>Relação Vilo/Cripta Duodeno; <sup>17</sup>Relação Vilo/Cripta Jejuno; <sup>18</sup>Relação Vilo/Cripta Íleo.

Apesar do coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo ter sido menor nas aves que receberam a associação de pracaxi e copaíba ele não diferiu do grupo controle positivo. Os resultados da análise de energia metabolizável corrigida demonstraram que, a adição dos óleos funcionais amazônicos não diferiu do grupo controle positivo e no grupo que recebeu somente o óleo funcional de pracaxi não

foram observadas diferenças entre as aves que receberam o probiótico (Tabela 7). Na avaliação do coeficiente de digestibilidade de matéria seca, proteína bruta e matéria mineral não foram observadas diferenças ( $P>0,05$ ) entre os aditivos melhoradores de desempenho e óleos funcionais amazônicos utilizados.

**Tabela 7.** Coeficiente de digestibilidade em codornas japonesas alimentadas com dietas óleo de pracaxi e/ou copaíba como melhoradores de desempenho.

Variáveis	Dietas						EPM <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>
	CN <sup>3</sup>	CP <sup>4</sup>	PROB <sup>5</sup>	PRACAXI	COPAÍBA	PRAC+COPA <sup>6</sup>		
CD MS <sup>7</sup> (%)	74,88	73,66	70,91	65,52	67,59	64,11	1,77	0,0503
CD EE <sup>8</sup> (%)	91,82ab	91,69a	92,07a	92,12a	91,03ab	86,99b	0,50	0,0234
CD PB <sup>9</sup> (%)	44,23	48,24	42,17	46,00	39,12	39,98	1,16	0,8011
CD MM <sup>10</sup> (%)	21,35	19,99	22,50	21,63	21,23	21,22	0,54	0,2049
EMAn <sup>11</sup>								
(Kcal/Kg)	2.934ab	2.913ab	3.063a	2.822ab	2.702b	2.724b	0,05	0,0014

Legendas: <sup>1</sup>Erro padrão da média; <sup>2</sup>Nível de probabilidade  $p < 0,05$ ; <sup>3</sup>Controle Negativo; <sup>4</sup>CP Controle Positivo (Melhorador de desempenho); <sup>5</sup>PROB: Probiótico; <sup>6</sup>PRAC+COPA: Pracaxi + Copaíba; <sup>7</sup>CDMS: Coeficiente de digestibilidade da matéria seca; <sup>8</sup>CDEE: Coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo; <sup>9</sup>CDPB: Coeficiente de digestibilidade da proteína bruta; <sup>10</sup>CDMM: Coeficiente de digestibilidade da matéria mineral; <sup>11</sup>Energia Metabolizável corrigida.

Ao analisar o perfil bioquímico das aves, observou-se que o valor de albumina sérica foi menor ( $P<0,0001$ ) nos grupos que receberam as dietas suplementadas com copaíba, pracaxi associado a copaíba e controle negativo (sem aditivos), quando comparadas ao grupo controle positivo (bacitracina de zinco) e probiótico (Tabela 8). Porém, os grupos de aves suplementadas com probiótico e pracaxi não diferiram do controle positivo.

Com relação aos parâmetros bioquímicos de proteína total, observamos que os óleos funcionais não diferiram ( $P>0,05$ ) do controle positivo. No entanto, o grupo

de aves suplementadas com óleos de copaíba e copaíba associado ao pracaxi apresentaram resultados significativamente ( $P=0,0146$ ) menores quando comparado ao grupo com probiótico. Os resultados obtidos nos grupos de aves suplementadas com copaíba e pracaxi associado a copaíba não diferiram entre si para esse parâmetro.

**Tabela 8.** Parâmetros bioquímicos sanguíneos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo óleo de pracaxi, copaíba e pracaxi + copaíba como melhoradores de desempenho.

Variáveis	Dietas						EPM <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>
	CN <sup>3</sup>	CP <sup>4</sup>	PROB <sup>5</sup>	PRACAXI	COPAÍBA	PRAC+COPA <sup>6</sup>		
ALT (U/L)	17,88	20,50	18,63	18,13	23,38	21,00	1,21	0,7861
AST (U/L)	325,19	382,38	322,51	319,95	342,46	312,50	1,72	0,5990
Albumina (g/dL)	2,06bc	2,95a	3,14a	2,49ab	1,73c	2,05bc	0,10	<0,0001
Proteína Total (g/L)	2,89ab	3,61ab	3,92a	3,41ab	2,55b	2,76b	0,12	0,0146
Triglicérides (mg/dL)	273,63	445,00	307,00	297,43	395,00	333,43	1,94	0,1055
Colesterol (mg/dL)	77,13	91,86	95,88	94,75	97,75	103,25	4,06	0,5651

Legendas: <sup>1</sup>Erro padrão da média; <sup>2</sup>Nível de probabilidade  $p < 0,05$ ; <sup>3</sup>Controle Negativo; <sup>4</sup>CP Controle Positivo (Melhorador de desempenho); <sup>5</sup>PROB: Probiótico; <sup>6</sup>PRAC+COPA: Pracaxi + Copaíba; <sup>7</sup>CDMS: Coeficiente de digestibilidade da matéria seca; <sup>8</sup>CDEE: Coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo; <sup>9</sup>CDPB: Coeficiente de digestibilidade da proteína bruta; <sup>10</sup>CDMM: Coeficiente de digestibilidade da matéria mineral; <sup>11</sup>Energia Metabolizável corrigida.

A suplementação com os óleos funcionais amazônicos demonstrou apresentar efeitos semelhantes ( $P>0,05$ ) aos melhoradores de desempenho usualmente utilizados na avicultura quando se avaliou os parâmetros de peso vivo, carcaça e biometria dos órgãos das aves (Tabela 9).

**Tabela 9.** Parâmetros de biometria de órgãos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo óleo de pracaxi, copaíba e pracaxi + copaíba como melhoradores de desempenho.

Variáveis	Dietas						EPM <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>
	CN <sup>3</sup>	CP <sup>4</sup>	PROB <sup>5</sup>	PRACAXI	COPAÍBA	PRAC+COPA <sup>6</sup>		
Peso vivo (g)	168,13	170,38	170,00	169,13	168,88	169,75	1,150	0,996
Peso de carcaça (g)	103,34	104,55	105,83	103,46	101,44	105,25	1,150	0,916
Peso intestino (g)	8,35	7,70	7,57	7,28	8,38	7,15	0,186	0,255
Peso coração (g)	1,22	1,60	1,35	11,41	1,55	1,47	0,041	0,090
Peso fígado (g)	4,17	4,85	4,41	4,70	4,32	4,31	0,095	0,303
Peso moela (g)	4,61	4,75	4,42	4,61	4,51	4,31	0,102	0,776
Peso ovário (g)	5,71	6,62	6,25	5,75	5,53	5,97	0,218	0,765
Peso oviduto	7,55	7,06	6,51	6,47	6,07	6,88	0,216	0,481
Comp. Intestino (cm) <sup>7</sup>	62,12	62,75	62,25	61,31	60,87	58,06	0,775	0,573
Comp. Duodeno (cm) <sup>8</sup>	11,50	10,43	11,32	10,68	10,06	10,75	0,157	0,072
Comp. Jejuno+íleo (cm) <sup>9</sup>	38,31	37,12	37,25	38,01	36,18	35,50	0,729	0,890
Comp. Ceco (cm) <sup>10</sup>	7,62	7,93	7,45	6,93	7,62	7,00	0,140	0,737
Comp. Oviduto (cm) <sup>11</sup>	26,57	26,43	26,56	27,68	27,43	27,50	0,435	0,947
Peso intestino (%)	7,79	7,35	7,17	7,03	8,28	6,83	0,173	0,146
Peso coração (%)	1,18	1,53	1,27	1,36	1,55	1,41	0,044	0,098
Peso fígado (%)	4,48	4,67	4,19	4,56	4,29	4,12	0,124	0,787
Peso moela (%)	4,50	4,23	4,07	4,46	4,46	4,10	0,096	0,657
Peso ovário (%)	5,53	6,30	5,90	6,60	5,48	5,63	0,206	0,893
Peso oviduto (%)	6,46	6,78	6,15	6,27	6,82	6,56	0,171	0,843
Comp. Duodeno (%) <sup>12</sup>	18,64	16,69	18,27	17,51	16,65	18,58	0,305	0,192
Comp. Jejuno+íleo (%)	61,50	62,72	59,71	61,85	61,87	61,09	0,530	0,720
Comp. Ceco (%)	12,29	12,69	12,00	11,30	12,58	12,05	0,206	0,443

Legendas: <sup>1</sup>Erro padrão da média; <sup>2</sup>Nível de probabilidade  $p < 0,05$ ; <sup>3</sup>Controle Negativo; <sup>4</sup>CP Controle Positivo (Melhorador de desempenho); <sup>5</sup>PROB: Probiótico; <sup>6</sup>PRAC+COPA: Pracaxi + Copaíba; <sup>7</sup>Comprimento de intestino em centímetros; <sup>8</sup>Comprimento de duodeno em centímetros; <sup>9</sup>Comprimento de jejuno+íleo em centímetros; <sup>10</sup>Comprimento de ceco em centímetros; <sup>11</sup>Comprimento de oviduto em centímetros; <sup>12</sup>Comprimento de duodeno em porcentagem.

## DISCUSSÃO

Frente a demanda mundial por práticas agrícolas sustentáveis, a utilização de óleos funcionais amazônicos em substituição a melhoradores de desempenho, como a bacitracina de zinco, aplicados na coturnicultura torna-se uma alternativa viável e passível de ser utilizada na avicultura. Principalmente por suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antimicrobianas, entre outras, associadas aos seus compostos bioativos, como terpenos, ácidos fenólicos, alcaloides e flavonoides, viabilizam o manejo sustentável das aves os quais não geram resíduos ao serem excretados (Lira-Guedes et al., 2021).

A utilização dos óleos funcionais amazônicos contribui para diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), desde a obtenção até a aplicação final. Eles atendem diretamente ao ODS 2, 'Fome Zero e Agricultura Sustentável', pois, além de serem produtos sustentáveis, melhoram o desempenho produtivo das aves aumentando a disponibilidade comercial dos produtos finais. O ODS 5, 'Igualdade de Gênero', é relevante, pois mulheres em comunidades tradicionais e indígenas desempenham papéis essenciais na extração e comercialização desses óleos. Quanto ao ODS 8, 'Trabalho Decente e Crescimento Econômico', a cadeia produtiva dos óleos gera empregos dignos e impulsiona o desenvolvimento regional. Por fim, o ODS 15, 'Vida Terrestre', se alinha à produção sustentável, que protege ecossistemas, conserva florestas e promove práticas de manejo que evitam o desmatamento (De Andrade et al.; 2021).

O modo de ação dos óleos funcionais pode ser variado, mas em geral agem sobre a microbiota intestinal ajudando na redução de microrganismos patogênicos e favorecendo os benéficos (Safavipour et al., 2022). Outro mecanismo de ação inclui atuar melhorando a produção e secreção de bile e enzimas intestinais, além de

promover o aumento no comprimento das vilosidades otimizando a área de absorção dos nutrientes e por consequência, levam a um melhor desempenho para o animal (Tabatabaei, 2016).

Segundo Eberhart et al. (2023), o óleo de pracaxi é rico em compostos fenólicos entre eles os taninos e os flavonóides que são reconhecidos por sua ação antimicrobiana, anti-inflamatória e antioxidante. A capacidade antioxidante do óleo funcional de pracaxi foi demonstrada pelos autores nos ensaios *in vitro* pelo método de inibição da 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazil (DDHP), método de redução de íons de ferro (FRAP) e método de capacidade de remoção de radicais orgânicos (ABTS).

No teste de DPPH, os resultados foram expressos em EC50, que representa a concentração do extrato, em  $\mu\text{g/mL}$ , necessária para reagir com 50% dos radicais livres presentes na solução de DPPH. Quanto menor o valor de EC50, maior é o poder antioxidante. No caso do óleo de pracaxi, foi obtido um valor de  $2.892,89 \pm 0,02 \mu\text{g/mL}$ , comparado ao reagente padrão de  $23,86 \pm 0,11 \mu\text{g/mL}$  para o ácido gálico. No ensaio FRAP, que avalia a capacidade de redução do complexo férrico-tripiridiltriazina ao complexo ferroso na presença de antioxidantes em condições ácidas, o óleo de pracaxi apresentou níveis de  $5,39 \pm 0,03 \mu\text{M}$ , próximos ao reagente padrão ( $6,11 \pm 0,05 \mu\text{Mol/mg}$  de Trolox) (Eberhart et al., 2023).

Por fim, o método ABTS, que avalia tanto antioxidantes lipofílicos quanto hidrofílicos, apresentou seus resultados expressos em TEAC (Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox). O óleo de pracaxi registrou um valor de  $10,07 \pm 0,02 \mu\text{M/g}$ , enquanto o composto de referência apresentou  $1,95 \pm 0,10 \mu\text{g/g}$ , evidenciando a notável capacidade antioxidante do óleo (Eberhart et al., 2023).

Ao caracterizar o óleo funcional de copaíba, Cebollada et al. (2024) demonstraram ser composto por terpenos entre esses o E-cariofileno (55,89%),  $\alpha$ -

Humuleno (7,51%), Germacreno D + Composto Mw = 206 (5,91%),  $\alpha$ -Copaeno (4,85%),  $\delta$ -Cadineno (3,34%),  $\alpha$ - trans -Bergamoteno (3,30%). Segundo Veiga-Junior et al. (2007), os sesquiterpenos da *Copaifera reticulata Ducke* somam 78,2 % e os diterpenos 21,8 %.

Em um ensaio de citotoxicidade e capacidade antioxidante de três diferentes tipos de oleorresina de copaíba, *Copaifera multijuga Hayne*, *Copaifera cearensis Huber ex Ducke* e *Copaifera reticulata Ducke*, nas concentrações de 5, 50 e 500  $\mu\text{g/mL}$ , Veiga-Junior et al. (2007), verificaram que a oleorresina de *Copaifera reticulata Ducke* foi capaz de inibir a produção de óxido nítrico em 85 % na concentração de 500  $\mu\text{g/mL}$  sem alterar a viabilidade dos macrófagos nas diferentes concentrações.

No presente estudo, não houve diferenças ( $P > 0,05$ ) entre os melhoradores de desempenho e os óleos funcionais utilizados no desempenho produtivo, peso corporal e da carcaça e a biometria dos órgãos das codornas japonesas. Da mesma forma, a qualidade dos ovos produzidos foi semelhante entre os grupos com melhoradores e óleos funcionais, com exceção para a altura de albúmen, unidade Haugh, diâmetro da gema, luminosidade e teor de vermelho. Podemos atribuir a semelhança entre os óleos funcionais e os melhoradores de desempenho ao fato de que ambos otimizam o metabolismo das codornas de formas diferentes, mas com resultados finais semelhantes. Os óleos funcionais oferecem benefícios nutricionais e metabólicos que replicam os efeitos de melhoradores de desempenho tradicionais, como eficiência digestiva, saúde intestinal e equilíbrio energético, sem afetar negativamente o desempenho produtivo, peso corporal ou biometria dos órgãos.

Segundo Abd El-Hack et al. (2024) a utilização de óleos funcionais em dieta de codornas japonesas, proporciona um equilíbrio da flora intestinal, promovendo

a liberação de enzimas digestivas, com ação antioxidante ligando-se diretamente aos radicais livres evitando a peroxidação lipídica e trazendo um melhor estado de saúde as aves bem como evitando doenças, ou seja, os óleos funcionais impactam positivamente no desenvolvimento, produção, imunidade e saúde das aves.

A literatura sobre a utilização de óleos funcionais de pracaxi e copaíba em dietas de codornas japonesas como substitutos aos melhoradores de desempenho é escassa o que caracteriza o ineditismo desse estudo. Contudo, a utilização de outros óleos funcionais comparada com os antibióticos em codornas japonesa já foi reportada anteriormente por Çabuk et al. (2014) e Loyaga-Cortéz, et al. (2020).

Segundo Cardinelli et al., (2023) o óleo de copaíba possui como principais constituintes os sesquiterpenos (fração volátil) e os diterpenos (fração resinosa), que podem variar qualitativa e quantitativamente entre as espécies do gênero *Copaifera* e em relação a fatores bióticos, tais como, atividades inseticidas, anestésico local, anti-inflamatória, antiparasitária, antimicrobiano e antioxidante e antitumoral entre outras.

Tanto a altura de albúmen quanto a unidade Haugh são indicativos da qualidade do albúmen (Carvalho et al. 2021). Desta forma, todos os grupos apresentaram UH classificados como excelentes (AA) segundo a USDA (2020), ou seja, com UH acima de 72. Aliado a isso, o grupo que recebeu o óleo funcional de pracaxi apresentou resultado similar ao controle positivo (bacitracina a 0,15 %) e os grupos que receberam os óleos de copaíba e copaíba associado ao pracaxi não diferiram do controle com probiótico, demonstrando assim a capacidade dos óleos amazônicos em manter parâmetros de desempenho compatíveis com os tratamentos atualmente empregados.

Segundo Carvalho et al. (2021), um aumento do diâmetro da gema sugere uma deterioração da membrana vitelínica. No presente trabalho, o grupo de aves do controle negativo, apresentaram o maior diâmetro de gema comparado aos demais grupos. Os óleos amazônicos demonstraram adequada manutenção dos parâmetros de qualidade de ovos, possivelmente relacionada às suas propriedades antioxidantes.

Os óleos funcionais de copaíba e de pracaxi, são ricos em ácidos graxos, como ácido oleico, ácido linoleico, ácido esteárico, entre outros reconhecidos por sua ação inibitória durante o processo oxidativo (Cardinelli et al., 2023; Lamarão et al., 2023).

A gema do ovo é suscetível à oxidação lipídica, um processo que ocorre quando os lipídios reagem com o oxigênio. Essa reação química gera compostos indesejáveis como o dialdeído malônico e produtos da reação de Maillard, alterando significativamente o sabor, odor e aparência do ovo. A formação desses compostos também pode comprometer o valor nutricional do alimento e gerar substâncias potencialmente tóxicas (De Carvalho & Filho, 2017).

Os óleos essenciais podem ajudar a retardar a oxidação lipídica em alimentos e por isso podem ser utilizados como aditivos naturais para prolongar a vida útil dos lipídios, protegendo-os da deterioração oxidativa (Özbilgin e Kara, 2023). Os mecanismos pelos quais os óleos essenciais (OE) influenciam os vários parâmetros antioxidante ainda não foram plenamente esclarecidos. Uma das hipóteses sustentadas por Nahed et al. (2020) é a de que os OE sejam utilizados pelas células e poupando os sistemas antioxidantes celulares.

Eberhart et al. (2023) demonstraram em seu estudo in vivo sobre a caracterização e toxicidade oral sincrônica do óleo de pracaxi em *Rattus norvegicus* (lin. Wistar) que o óleo de pracaxi é uma fonte de ácido beênico e compostos

fenólicos conferindo um poder antioxidante. Bartikova et al. (2014) demonstraram que o óleo de copaíba possui como componentes os  $\beta$ -cariofileno, aloaromadendreno, germacreno B,  $\beta$ bisaboleno,  $\delta$ -cadineno,  $\alpha$ -cadineno que são os metabólitos secundários pertencentes a classe dos sesquiterpenos e que possuem atividades biológicas tais como, antioxidante, anti-inflamatório, antitumoral, efeitos antiparasitários entre outros.

Segundo Alagawany et al. (2019) alguns óleos amazônicos são ricos em ácidos graxos saturados que podem tornar a dieta menos digestiva, já que este tipo de gordura tende a possuir uma maior dificuldade de emulsionar e ser digerida. A relação entre os ácidos graxos saturados e insaturados, é outro fator que pode levar a menor digestibilidade, uma vez que uma elevada quantidade de ácidos graxos saturados pode interferir na absorção de ácidos graxos essenciais.

As concentrações de proteína total, globulina, albumina, Alanina Aminotransferase, (ALT) e Aspartato Aminotransferase (AST) podem ser indicadores da função hepática das codornas (Alagawany et al., 2018). As aves suplementadas com copaíba exclusivamente e pracaxi associado a copaíba apresentaram uma diminuição significativa de albumina quando comparada ao controle positivo (bacitracina de zinco). Este achado pode estar correlacionado ao menor coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo apresentado pelas aves suplementadas com óleo de pracaxi. Segundo Bhattacharya et al. (2000), a albumina é uma proteína plasmática abundante que atua como facilitadora da absorção e transporte de ácidos graxos, especialmente aqueles de cadeia média e longa, por órgãos que precisam desses substratos.

Os óleos de pracaxi e copaíba são reconhecidos por atuarem em benefício da integridade da mucosa gastrointestinal, fator que pode influenciar a qualidade dos

ovos e sanidade das aves. Mauro et al. (2019) ao conduzirem testes *in vitro* com óleo de copaíba evidenciaram que, por ser composto por diterpenos como o ácido copálico (CA) e o ácido caurenóico (KA), apresentam uma permeabilidade intestinal moderada. Ao induzir colite *in vivo* (ratos), Paiva (2004) identificou que o óleo de copaíba preveniu danos intestinais exercendo efeitos positivos associados ao seu potencial cicatrizante, antioxidante e anti-inflamatório.

Eberhart et al. (2023) verificaram em seu estudo *in vivo* (ratos) que o óleo de pracaxi possui capacidade antioxidante por seus compostos fenólicos e em doses adequadas não induziu toxicidade a mucosa intestinal. Nóbrega (2018), identificou em estudo *in vivo* (ratos) que o extrato metanólico do pracaxi foi capaz de prevenir úlcera gástrica atribuindo os resultados ao potencial cicatrizante e gastroprotetor do composto.

Na porção duodenal das aves, observou-se que as aves alimentadas com os óleos amazônicos a altura e largura não diferiu do controle positivo. O mesmo não ocorreu na profundidade da cripta, que embora tenha sido aumentada no grupo que recebeu o óleo de copaíba, não alterou de forma expressiva a relação vilo/cripta. A profundidade de cripta maior traduz uma alta taxa de renovação celular intestinal, processo que pode requerer uma quantidade elevada de proteínas plasmáticas e aminoácidos e potencialmente induzir uma deficiência de albumina se a dieta não for ajustada para atender essa demanda (Farouk et al., 2020). Fator esse que pode justificar o menor valor de albumina sérica observada no grupo que recebeu o óleo de copaíba.

De acordo com Zeng et al. (2015), o aumento do comprimento dos vilos, da profundidade das criptas e da largura dos vilos, assim como o incremento da superfície intestinal, são indicativos de uma boa saúde intestinal, especialmente

quando há ausência ou redução da pressão causada por microrganismos patogênicos. Os efeitos dos óleos sobre a morfometria intestinal parecem depender de um equilíbrio entre a irritação dos tecidos intestinais e os benefícios que esses óleos podem proporcionar à saúde intestinal.

Segundo Reis et al. (2016), a relação vilos/cripta adequada traduz boa saúde intestinal por proporcionar melhor uniformidade e integridade da mucosa, aumentando a absorção de nutrientes, decorrente de uma superfície de absorção apropriada. A relação vilos/cripta dos grupos que receberam os óleos amazônicos não diferiu do grupo controle positivo. Segundo Grando et al. (2023) os óleos essenciais são capazes de manter ou melhorar o epitélio intestinal e modular sua microbiota por intermédio de seus princípios ativos que possuem atividades antimicrobianas capazes de agir em espécies patogênicas.

Na porção jejunal, os óleos amazônicos apresentaram resultados semelhantes ao grupo controle positivo (bacitracina de zinco), mantendo parâmetros adequados de altura, largura, profundidade e relação vilos/cripta. Nesse aspecto a utilização dos óleos funcionais demonstrou-se adequada, isso porque é no jejuno que ocorre a expressiva digestão e absorção dos nutrientes (Safavipour et al. 2022).

Os óleos amazônicos demonstraram baixa toxicidade às aves pois, foram similares ao controle positivo na manutenção dos parâmetros de biometria dos órgãos. Tal resultado provavelmente se deve à combinação de fatores nutricionais e bioquímicos, como a fácil digestão, o equilíbrio energético adequado, a ação protetora antioxidante e a ausência de efeitos adversos. Esses fatores permitem que os óleos amazônicos sejam metabolizados de forma eficiente, mantendo a saúde e a estrutura dos órgãos das codornas. Segundo Eberhart et al. (2023) órgãos que

apresentem pesos aumentados podem estar relacionados com uma congestão e edema e órgãos que apresentem redução em seu peso podem estar relacionados com necrose e atrofia.

Devido à escassez de trabalhos que utilizassem a combinação dos óleos de copaíba e pracaxi ou esses produtos de forma isolada com intuito de melhorar o desempenho produtivo e qualidade de ovos de codorna, nosso trabalho se caracterizou como uma inovação tecnológica, porém, com limitações para discussão acerca dos resultados encontrados. Por este motivo, sugerimos que os pesquisadores sejam incentivados a utilização de um único produto com método de obtenção padronizado e casuística semelhantes.

## **CONCLUSÃO**

A suplementação com os óleos amazônicos demonstrou-se compatível com o tratamento controle positivo (bacitracina de zinco) na manutenção do desempenho produtivos das aves, parâmetros de qualidade dos ovos, percentual de ácidos graxos da gema, biometria de órgãos, histomorfométricos e perfil bioquímica sérica, exceto pela albumina que é mantida em níveis semelhantes ao controle positivo somente nos grupos que receberam pracaxi e probiótico.

Os óleos funcionais demonstraram-se compatíveis com os melhoradores de desempenho, podendo ser utilizado para substituir os melhoradores de desempenho.

### **Conflito de interesses**

Os autores declaram que os seguintes conflitos de interesse, os óleos funcionais amazônicos foram doados pela empresa Amazon Oil.

Bolsa de estudo da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## REFERÊNCIAS

Abd El-Hack, ME; AboElMaati, MF; Abusudah, WF; Awlya, OF; Almohmadi, NH; Fouad, Mohamed, HS; Youssef, IM; Al-Gabri, A; Othaman, SI; Allam, AA; Taha, AE; Tellez-Isaias, G e Mansour AM 2024. Consequences of dietary cinnamon and ginger oils supplementation on blood biochemical parameters, oxidative status, and tissue histomorphology of growing Japanese quails. *Poultry Science*, 103(2), 103314.

Adb-El-Hack, ME; Alagawany, M; Farag, MR; Elners, SS; El-Kholy, MS; Saadeldin IM e Swelum AA 2018 Dietary supplementation of *Yucca schidigera* extract enhances productive and reproductive performances, blood profile, immune function, and antioxidant status in laying Japanese quails exposed to lead in the diet. *Poultry science*, v. 97, n. 9, p. 3126-3137.

Alagawany, M; Elnesr, SS; Farag, MR.; Abd El-Hack, ME; Khafaga, AF.; Taha, AE e Dhama, K 2019. Omega-3 and omega-6 fatty acids in poultry nutrition: effect on production performance and health. *Animals*, 9 (8), 573

Bartikova, H; Hanusova, V, Skalova, L; Ambroz, M e Bousova, I 2014 Antioxidant, pro-oxidant and other biological activities of sesquiterpenes. *Curr Top Med Chem.* (22):2478-94

Batool, F; Bilal, R; Hassan, F; Nasir, T; Rafeeqe, M; Elnesr, S; Farag, M; Mahgoub, H; Naiel, M e Alagawany, M 2021. An updated review on behavior of domestic quail with reference to the negative effect of heat stress. *Animal Biotechnology* 34: 424 - 437. <https://doi.org/10.1080/10495398.2021.1951281>.

Bhattacharya, A., Grüne, T., e Curry, S. 2000. Crystallographic analysis reveals common modes of binding of medium and long-chain fatty acids to human serum albumin. *Journal of molecular biology*, 303 5, 721-32. <https://doi.org/10.1006/JMBI.2000.4158>.

Bligh, EG e Dyer, WJ 1959 *Can. J. Biochem. Physiol*, 37, 911.

Carvalho, CL; Galli, GM; Camargo, NOT; Stefanello TB; Oliveira, CR, Melchior, R e Andretta, I 2021. Qualidade de ovos e vida de prateleira. Cap 16, 237-255 em *Qualidade de ovos e vida de prateleira. zootecnia: pesquisa e práticas contemporâneas-volume 1, v. 1, n. 1*.

Cardinelli, CC; Silva, JEAE; Ribeiro, R; Veiga-Junior, VF; Santos, EPD e de Freitas, ZMF 2023. Toxicological effects of copaiba oil (*Copaifera* spp.) and its active components. *Plants*, 12(5), 1054.

Cebollada, P; Gomes, NG; Andrade, PB e López, V 2024. An integrated in vitro approach on the enzymatic and antioxidant mechanisms of four commercially available essential oils (*Copaifera officinalis*, *Gaultheria fragrantissima*, *Helichrysum italicum*, and *Syzygium aromaticum*) traditionally used topically for their anti-inflammatory effects. *Frontiers in Pharmacology*, 14, 1310439.

CGEE Centro de Gestão e Estudos Estratégicos 2024. Boletim temático da Bioeconomia – CT&I para a Sociobioeconomia Amazônica: um diagnóstico do conhecimento na região. Ano 4. N.º 4. Brasília, DF: 46 p. Disponível em: [https://www.cgee.org.br/documents/10195/12613795/CGEE\\_OBio\\_Boletim\\_Tematico\\_da\\_Bioeconomia\\_4.pdf](https://www.cgee.org.br/documents/10195/12613795/CGEE_OBio_Boletim_Tematico_da_Bioeconomia_4.pdf)

Çabuk, M; Eratak, S; Alçicek, A e Bozkurt, M 2014. Effects of herbal essential oil mixture as a dietary supplement on egg production in quail. *The Scientific World Journal* (1), 573470.

Da Silva, JL; Durigan, MFB e De Oliveira, RLC 2021. extração comercial sustentável dos óleos de copaíba (*Copaifera* spp.), Andiroba e Pracaxi [*Pentaclethra* (*Carapa guianensis macroloba* Aubl.)(Willd.) Kuntze] Em Roraima: Identificação E. *Sociobiodiversidade Amazônica: Saberes, olhares e práticas agroecológicas (Vol I)*, 1, 51.

De Andrade LC; Borges-Pedro JP; Gomes MCRL; Tregidgo DJ; do Nascimento ACS;;Paim FP;Marmontel M; Benitz T; Hercos AP e do Amaral JV 2021 The sustainable development goals in two sustainable development reserves in central amazon: achievements and challenges. *Discov Sustain.* 2021;2(1):54. doi: 10.1007/s43621-021-00065-4. Dec 6. PMID: 35425916; PMCID: PMC8647519.

De Carvalho, M e Filho, AT 2017 Aplicação da metodologia de superfície de resposta na otimização da mistura de antioxidantes com efeito sobre a estabilidade lipídica do ovo atomizado. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, v.35, n.1.

Deminicis, RGDS; Meneghetti, C; Garcia, AAP; Cruz, CLDS; Deminicis, BB e Maciel, BM 2022. Performance, meat quality, and lipidemia of meat-type quails fed with diets containing essential oils. *Ciência Rural*, 52(10), e20210547. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210547>

De Sousa CFJ 2022. Efeitos da inclusão de óleo funcional sobre a produção e qualidade de ovos de codornas japonesas (*Coturnix japonica*). Trabalho de Conclusão de Curso (Medicina Veterinária) – Centro Universitário da Grande Dourados.

Eberhart, BS; Valentim, JK; Garcia, RG; Serpa, FC; Felix, GA; Souza, MFA; Pryzbulinski, BB; de Castilho, VAR; Burbarelli, MFC e Komiyama, CM 2021. Addition of homoeopathy in the diet of Japanese quails increases egg weight. *Semina: Ciências*

Agrárias, 42(3Supl1), 1879-1890.<https://doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n3Supl1p1879>

Eberhart, BS 2022. Caracterização do óleo de pracaxi e sua inclusão em dietas de codornas japonesas. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados – Dourados, MS: UFGD.

Eberhart, BS; Komiyama, CM; Burbarelli, MFC; Heiss, VARC; Garcia, RG; Borges, R; Felix, GA; Cardoso, CAL; Braz, PH; Teodoro, CR; Serpa, FC e Gandra, ERS 2023. Characterization and subchronic oral toxicity of *Pentaclethra macroloba* (pracaxi) oil in *Rattus norvegicus* (lin. Wistar). *Toxicon*, 230, 107151.doi: 10.1016/j.toxicon.2023.107151.

Farouk, SM; Yusuf, MS; El Nabtiti, AAS e Abdelrazek, HMA 2020. Effect of oregano essential oil supplementation on performance, biochemical, hematological parameters and intestinal histomorphometry of Japanese quail (*Coturnix coturnix Japonica*). In *Veterinary Research Forum* (Vol. 11, No. 3, p. 219). Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran.

Grando, MA; Costa, V; Genova, JL; Rupolo, PE; Azevedo, LB; Costa, LB; Carvalho, ST; Ribeiro, TP; Monteiro, DP e Carvalho, PLO 2023 Blend of essential oils can reduce diarrheal disorders and improve liver antioxidant status in weaning piglets. *Anim Biosci.* Jan;36(1):119-131. doi: 10.5713/ab.22.0072. Epub 2022 Jun 24. PMID: 35760400; PMCID: PMC9834649.

Holder, DP e Bradford, MV 1979. Relationship of specific gravity of chicken eggs to number of cracked eggs and percent shell. *Poult. Sci.* 58, 250–251. <https://doi.org/10.3382/ps.0580250>.

Hulan, HW; Ackman, RG; Ratnayake, WMN e Proudfoot, FG 1989. Omega-3 fatty acid levels and general performance of commercial broilers fed practical levels of redfish meal. *Poultry Science*, 68(1), 153-162.

IBGE. Produção Agropecuária 2022 – disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/ovos-de-codorna/br>

Loyaga-Cortéz, B; Mendoza, GO, Ybañez-Julca, R e Asunción-Alvarez, D 2020. La suplementación de aceite esencial de orégano en la dieta reduce el estrés oxidativo en la yema de huevo y mejora los parámetros productivos de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 31(3).

Mauro, M; De Grandis; RA; Campos ML; Bauermeister, A; Peccinini, RG; Pavan, FR; Lopes, NP e De Moraes, NV 2019. Acid diterpenes from *Copaiba oleoresin* (*Copaifera langsdorffii*): Chemical and plasma stability and intestinal permeability using Caco-2 cells. *Journal of ethnopharmacology*, 235, 183-189.

Murakami, AE; Eyng, C e Torrent, J 2014. Effects of functional oils on coccidiosis and apparent metabolizable energy in broiler chickens. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 27(7), 981.

Lamarão, MLN; Ferreira, LMDMC; Gyles Lynch, D; Moraes, LRB; Silva-Júnior, JOC e Ribeiro-Costa, R; M 2023. *Pentaclethra macroloba*: a review of the biological, pharmacological, phytochemical, cosmetic, nutritional and biofuel potential of this Amazonian plant. *Plants*, 12(6), 1330.

Lira-Guedes, AC; Euler, A; Abreu, L; Ribeiro Guabiraba, IR; e Barbosa, R 2021 Óleo de pracaxi (*Pentaclethra macroloba* (Wild.) Kuntze): extração, recomendações técnicas e custos de produção para a comunidade do Limão do Curuá, Estado do Amapá, Brasil. Disponível em:

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1133002>, Acesso em: 28 de março de 2024.

Maia, EL e Rodriguez-Amaya, DB 1993. Avaliação de um método simples e econômico para a metilação de ácidos graxos com lipídios de diversas espécies de peixes. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 53(1/2), 27-35.

Matterson, LD; Potter, LM; Stutz, MW e Singsen, EP 1965. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens.

Nahed, A; Shewita, RS; Abd El-Hack, ME; AlKahtane, A; Alarifi, S; Alkahtani, S; Mohamed, M; Abdel-Daim, M e Sedeik, ME 2020 Effect of essential oils on the immune response to some viral vaccines in broiler chickens, with special reference to Newcastle disease virus. *Poultry science*, v. 99, n. 6, p. 2944-2954.

Nóbrega, PA 2018 Avaliação da atividade antiulcerogênica do extrato metanólico da *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze em animais. Dissertação (Mestrado) - Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. Macapá, 73f.

Özbilgin, A e Kara, K 2023. Effect of adding lavender oil to laying quail diets on performance, egg quality, oxidative status, and fatty acid profile. *Tropical Animal Health and Production*, 55(3), 173.

Paiva, LAF 2004. Estudo do potencial antiinflamatório do óleo-resina da *Copaifera langsdorffii* Desf.(COPAÍBA) e de seu constituinte diterpênico ácido kaurenóico nos modelos experimentais de inflamação intestinal. Dissertação (Doutorado). Universidade Federal do Ceará.

Pissinati, A; Oba, A; Yamashita, F; da Silva, CA; Pinheiro, JW e Roman, JMM 2014. Qualidade interna de ovos submetidos a diferentes tipos de revestimento e armazenados por 35 dias a 25°C. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(1), 531-540.

Reis, JS; Dionello, NJL; Nunes, AP; Lopes, DCN; Gotuzzo, AG; Tyska, DU e Rutz, F 2016. Intestinal morphometry in meat quails fed with digestible threonine. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 68, 983-990.

Rostagno HS; Albino LFT e Donzele, JL. 2017 Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Universidade Federal de Viçosa.

Safavipour, S; Tabeidian, SA; Toghyani, M; Shahraki, ADF; Ghalamkari, G, e Habibian, M 2022 Laying performance, egg quality, fertility, nutrient digestibility, digestive enzymes activity, gut microbiota, intestinal morphology, antioxidant capacity, mucosal immunity, and cytokine levels in meat-type Japanese quail breeders fed different phytogenic levels. *Research in Veterinary Science*, v. 153, p. 74-87.

Sakomura, NK; Silva, EP; Costa, FGP e Fernandes, JBK. 2017. *Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos* (2<sup>a</sup> ed.). Jaboticabal: FUNEP.

Silva, DJ e Queiroz, AC 2002 *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa, MG Editora Silva, D.J.; Queiroz, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa, MG Editora: UFV, 235 p., 2002.: UFV, 235 p.

Simões, A, e Pastana, STG 2024. *Amazônia: um portfólio de valor para a bioeconomia*.

Souza, CFJ 2022. Efeitos da inclusão de óleo funcional sobre a produção e qualidade de ovos de codornas japonesas (*Coturnix japonica*). Trabalho de conclusão de curso (medicina veterinária). Centro Universitário da Grande Dourados-UNIGRAN. Dourados – MS.

Tabatabaei, SN 2016 Effect of olibanum (*Boswellia thurifera*) as a feed additive on performance, some blood biochemical and intestinal morphology in broiler chicks. *Research Opinions in Animal and Veterinary Sciences*, v. 6, n. 4, p. 130-134, 2016.

Tolosa, EMC; De-Rodrigues, CJ; Behmer, AO e Freitas Neto, AG 2003. *Manual de técnicas para histologia: normal e patológica*. São Paulo: Manole.

USDA. 2000 Egg-Grading Manual. Washington: Department of Agriculture. 56p. (Agricultural Marketing Service, 75)

Veiga - Junior, VF; Rosas, EC; Carvalho, MV; Henriques, MGMO e Pinto, AC. 2007. Chemical composition and anti- inflammatory activity of copaíba oils from *Copaifera cearensis* Huber ex Ducke, *Copaifera reticulata* Ducke and *Copaifera multijuga* Hayne- A comparative study. *Journal of Ethnopharmacology*, Estados Unidos, 112, 248- 254.

Veiga - Junior, VF e Pinto, AC. 2002. O gênero *copaifera* L. *Química nova*, 25, 273-286.

Zeng, Z; Zhang, S; Wang, H e Piao, X 2015. Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: a review. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 6, 1

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das codornas serem uma fonte expressiva de proteína no mercado consumidor, com lugar de destaque em produção de ovos e carne mundialmente, ao investigar de forma sistemática a literatura acerca do impacto da inclusão de óleos funcionais e/ou essenciais na dieta de codornas poedeiras sobre os parâmetros desempenho e de qualidade final de ovos pode-se verificar uma deficiência quantitativa em pesquisas sobre o tema e ausência de grupo controle positivo (melhoradores de desempenho) em alguns estudos, além dos autores intitularem como óleos essenciais produtos com capacidade funcional. Por isso, sugerimos que exista maior incentivo para pesquisas com codornas poedeiras e com intuito de minimizar o viés de pesquisa que utilizem grupos controle positivo além, de intitular os óleos com propriedades funcionais adequadamente.

Com a revisão sistemática identificou-se que o emprego dos óleos funcionais e/ou essenciais foi capaz melhorar o desempenho produtivo e a qualidade de ovos de codornas atuando preventivamente na oxidação lipídica das gemas, melhorando parâmetros como a Unidade Haugh, altura de albúmen, espessura de casca entre outros parâmetros que elevam o tempo de prateleira para os ovos, além de influenciar benéficamente nos parâmetros de morfologia e na microbiota intestinal.

Em 2024, o Brasil enquanto líder do Grupo de Cooperação Internacional das vinte maiores economias do mundo, G20, propôs importantes iniciativas em Bioeconomia para atender a agenda Ambiental, Social e de Governança (ESG) e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) apresentando soluções que preservem a natureza, movimentem a economia local, erradiquem a fome e pobreza em igualdade de condições por mulheres, valorizando o conhecimento e as tecnologias ancestrais. Considerando que o processo de extração e obtenção dos óleos funcionais amazônicos de copaíba e pracaxi atendem a diversos ODS preenchendo requisitos para integrar as iniciativas em Bioeconomia, sua utilização é fonte de investigação constante.

Por isso, buscou-se elucidar o impacto da aplicação dos óleos funcionais amazônicos de pracaxi e copaíba sobre os parâmetros produtivos e qualidade final dos ovos de codorna japonesas e verificou-se que a inclusão dos óleos amazônicos manteve parâmetros de produtividade, perfil de ácidos graxos, coeficiente de digestibilidade e

algumas características de qualidade de ovos semelhantes aos tratamentos estandardizados como a bacitracina de zinco à 0,15%.

Além disso, na qualidade de ovos verificou-se que os óleos amazônicos foram capazes de manter a altura de albúmen e Unidade Haugh em níveis compatíveis com o grupo controle com probiótico. É importante ressaltar que os produtos finais eram de excelente qualidade (AA) em todos os grupos de tratamento.

Tanto na biometria dos órgãos como na relação vilo/cripta dos grupos que receberam os óleos funcionais amazônicos não foram observadas diferenças estatisticamente significativas comparadas ao grupo controle positivo (bacitracina de zinco 0,15%) e com isso pode-se inferir que os óleos de pracaxi e copaíba demonstraram segurança e compatibilidade para serem empregados como melhoradores de desempenho.

Considerando o aumento da demanda global para a produção animal, a restrição do uso de promotores de crescimento e a biodisponibilidade de plantas com potencial para extração de óleos funcionais, há a constante necessidade de estudos em busca de um produto adequado para cada espécie e fase de manejo.

## Folha de aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

### COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS – CEUA

Dourados-MS, 25 de maio de 2021.

#### CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada **"Melhoradores de desempenho sustentáveis na dietas de codornas de postura"**, registrada sob o protocolo de nº 15/2020, sob a responsabilidade de *Rodrigo Garófallo Garcia e Maria Fernanda de Castro Burbarelli* – que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo *Chordata*, subfilo *Vertebrata* (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino), encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFGD) da Universidade Federal Da Grande Dourados, em reunião de 19/06/2020.

<i>Finalidade</i>	( ) Ensino ( X ) Pesquisa Científica
<i>Vigência da autorização</i>	01/01/2021 a 30/09/2022
<i>Espécie/linhagem/raça</i>	<i>Rattus norvegicus</i> -Ratos Wistar <i>Coturnix coturnix japonica</i> – Codornas
<i>Nº de animais</i>	80 ratos e 400 codornas
<i>Peso/idade</i>	Ratos – 8 semanas Codornas – 1 dia
<i>Sexo</i>	Ratos – 40 machos e 40 fêmeas Codornas – fêmeas
<i>Origem</i>	Biotério Central UFGD Vicami Codornas - Assis/SP

*Melissa Negrão Sepulveda*

Melissa Negrão Sepulveda  
Coordenadora CEUA