

doi <http://dx.doi.org/10.18265/2447-9187a2022id7700>  
ARTIGO ORIGINAL

SUBMETIDO 02/05/2023

APROVADO 07/07/2023

PUBLICADO ON-LINE 02/08/2023


PUBLICADO 15/01/2025

EDITOR ASSOCIADO  
Vinicius Longo Ribeiro Vilela


# Óleo de copaíba como substituto ecológico aos antibióticos na dieta de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) sobre parâmetros de qualidade de ovos, bioquímica do sangue e biometria óssea

 Nathan Ferreira da Silva <sup>[1]</sup> \*

 Stéfane Alves Sampaio <sup>[2]</sup>

 Ana Maria Vilas Boas Moraes <sup>[3]</sup>

 Alana Maria Barbosa Mello <sup>[4]</sup>

 Fabiana Ramos dos Santos <sup>[5]</sup>

 Cibele Silva Minafra <sup>[6]</sup>

[1] [nathan.ferreira@estudante.ifgoiano.edu.br](mailto:nathan.ferreira@estudante.ifgoiano.edu.br)

[2] [stefanesamp@gmail.com](mailto:stefanesamp@gmail.com)

[3] [ana.vilas@estudante.ifgoiano.edu.br](mailto:ana.vilas@estudante.ifgoiano.edu.br)

[4] [alana.maria@estudante.ifgoiano.edu.br](mailto:alana.maria@estudante.ifgoiano.edu.br)

[5] [fabiana.santos@ifgoiano.edu.br](mailto:fabiana.santos@ifgoiano.edu.br)

[6] [cibele.minafra@ifgoiano.edu.br](mailto:cibele.minafra@ifgoiano.edu.br)

Instituto Federal Goiano (IF Goiano), Campus Rio Verde, Rio Verde, Goiás, Brasil

\* Autor para correspondência.

**RESUMO:** A coturnicultura é uma atividade que pode ser realizada de forma rústica e ocupa pouco espaço. As codornas apresentam rápido crescimento, baixo consumo de alimentação, rápido retorno econômico e fornecem dois produtos para o mercado: ovos e carne. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da inclusão de óleo funcional de copaíba na alimentação de codornas japonesas. Foram utilizadas 126 codornas fêmeas, com idade de 144 dias, da linhagem japonesa, alojadas em gaiolas de arame galvanizado com dimensões 33 cm × 25 cm × 20 cm. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 3 tratamentos e 6 repetições de 7 animais cada. Os tratamentos consistiram em: ração controle (à base de milho e farelo de soja), ração controle com inclusão de óleo funcional de copaíba e ração controle com antibióticos. Foram avaliados os efeitos das dietas experimentais sobre os parâmetros de qualidade de ovos, bioquímica sanguínea e análises da biometria óssea ao final de três ciclos de 21 dias cada. Entre os resultados obtidos com a inclusão do óleo funcional de copaíba, a análise de qualidade de ovos resultou em valores significativos para peso de albúmen, % de gema, pH da gema e cor. Para bioquímica sérica, os dados mostraram-se significativos para fósforo, cálcio, proteínas totais, glicose, amilase, TGO e TGP. Já para os dados da biometria óssea, apenas a tíbia demonstrou significância para peso. Conclui-se que o óleo funcional de copaíba interfere nos parâmetros de qualidade de ovos, sanguíneos e ósseos de codornas em postura.

**Palavras-chave:** aditivo fitogênico; análise óssea; bioquímica sérica; codorna; *Copaijfer langsdorffii*.

*Copaiba oil as an ecological substitute for antibiotics in the diet of Japanese*



# quails (*Coturnix coturnix japonica*) on egg quality parameters, blood biochemistry, and bone biometry

**ABSTRACT:** Quail farming is an activity that can be carried out in a rustic way and requires little space. Quails exhibit rapid growth, low feed consumption, quick economic return, and provide two products for the market: eggs and meat. The objective of this study was to evaluate the effect of the inclusion of copaiba functional oil in the diet of Japanese quails. A total of 126 female Japanese quails, aged 144 days, housed in galvanized wire cages with dimensions of 33 cm × 25 cm × 20 cm were used. The experimental design was completely randomized, with 3 treatments and 6 replications of 7 animals each. The treatments consisted of control diet (corn and soybean meal base), control diet with inclusion of functional copaiba oil and control diet with antibiotics. The effects of the experimental diets on egg quality parameters, blood biochemistry, and bone biometry analyses were evaluated at the end of three cycles of 21 days each. Among the results obtained with the inclusion of copaiba functional oil, the egg quality analysis showed significant values for albumen weight, %yolk, yolk pH, and color. For serum biochemistry, the data were significant for phosphorus, calcium, total proteins, glucose, amylase, AST, and ALT. For bone biometry data, only the tibia showed significance for weight. It was concluded that the copaiba functional oil affects the parameters of egg quality, blood, and bones in laying quails.

**Keywords:** bone analysis; *Copaifera langsdorffii*; phytogenic additive; quail; serum biochemistry.

## 1 Introdução

A avicultura possui uma ramificação denominada coturnicultura, que enfatiza a criação e produção de alimentos (ovos e carne) de codornas, sendo a *Coturnix coturnix japonica* (codorna poedeira ou japonesa) a mais comum. As codornas japonesas são aves nativas da região da Europa, norte da África e Ásia, e seu nome se origina a partir do século XV pela domesticação dessa espécie no território japonês (Oko; Ozung; Abang, 2018).

De acordo com dados do IBGE (2022), a produção brasileira de ovos de codorna alcançou, em 2021, 273,750 milhões de dúzias de ovos. A região Sudeste concentra mais da metade da produção brasileira, com 184,221 milhões de dúzias, seguida pelas regiões Sul (40,509 milhões de dúzias), Nordeste (35,499 milhões de dúzias), Centro-Oeste (12,554 milhões de dúzias) e Norte (0,969 milhões de dúzias).

Demandas de consumidores, redes de restaurantes e atacadistas por carne e ovos sem antibióticos, a ameaça de resistência bacteriana e regulamentações rígidas sobre o uso de antimicrobianos são boas razões para os produtores de aves buscarem sistemas de produção sem antibióticos. Mais importante ainda, a produção bem-sucedida de carne e ovos de aves sem antibióticos requer uma mudança de paradigma que começa logo no nível da matriz (Lu *et al.*, 2019; Mazili; Van Gerwe; Caballero, 2020).

Visto o atual cenário, com estudos que buscam analisar compostos de origem natural e seus potenciais como possíveis antivirais, observa-se interesse no estudo do óleo de copaíba, geralmente extraído do tronco da árvore conhecida popularmente como copaíba, pertencente à família *Leguminosae* e ao gênero *Copaifera* (Tobouti *et al.*, 2017), encontrada na floresta amazônica (Campos-Carraro *et al.*, 2018).

Os principais componentes dos óleos essenciais da *Copaifera officinalis* utilizada em estudo foram  $\beta$ -cariofileno, aloaromadendreno, germacreno B,  $\beta$ -bisaboleno,  $\delta$ -cadineno e  $\alpha$ -cadineno (Dias *et al.*, 2014). Esses metabólitos secundários pertencem à classe dos sesquiterpenos e já possuem diversas atividades biológicas demonstradas na literatura, como pró-oxidante, antioxidante, anti-inflamatória, antitumoral, antiparasitária, entre outras (Bartikova *et al.*, 2014).

Os modos de ação dos óleos funcionais obtidos de plantas não estão totalmente decifrados, mas existem quatro principais formas elucidadas: controle de patógenos, atividade antioxidante, melhora na digestão ativando a estimulação enzimática e aumento da morfometria de órgãos (Crespão *et al.*, 2021).

A bioquímica sérica do sangue, ao ser utilizada para avaliação decorrente da implantação de novas substâncias na alimentação animal, apresenta uma excelente contribuição no diagnóstico para constatação de disfunções e transtornos, sejam eles de origem nutricional ou fisiológica, assim como da adaptação dos animais ao meio de criação (Conceição *et al.*, 2019). É sabido que o cálcio é um mineral essencial que participa de vários processos metabólicos, e para manter sua concentração constante no organismo, ocorrem interações hormonais que participam da homeostase envolvendo ingestão, absorção e excreção (Ribeiro *et al.*, 2021), podendo haver desequilíbrio por interferência de outras substâncias adicionadas à dieta.

O objetivo geral deste trabalho é avaliar o efeito da inclusão de óleo funcional de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) na dieta de codornas japonesas com idade de 144 dias, analisando impactos na qualidade de ovos, parâmetros sanguíneos e biometria óssea.

No restante do artigo, na seção 2 é apresentado o referencial teórico básico para o entendimento da temática. Na seção 3, são descritos os métodos da pesquisa. Na seção 4, são discutidos os resultados obtidos. Por fim, na seção 5, são apresentadas as conclusões da pesquisa.

## 2 Referencial teórico

A saúde intestinal das aves de produção é uma característica importante a ser mantida e observada na produção avícola. Um intestino saudável é necessário para que a ave possa realizar adequadamente os processos fisiológicos inerentes ao seu organismo e expressar seu potencial produtivo (Souza, R. *et al.*, 2021). Contudo, a população microbiana no organismo depende do tipo de dieta que o animal consome, do ambiente e do seu estado imunológico (Rocha *et al.*, 2020).

O atual e crescente agravamento do nível de resistência a antibióticos deve-se à sua utilização excessiva e, muitas vezes, errônea, praticada ao longo de décadas. O uso indiscriminado permitiu que os microrganismos se adaptassem por meio de mecanismos de aquisição e transferência de genes de resistência, causando, consequentemente, alterações nos resistomas de ambientes (Castro; Castro; Lima, 2022).

A resistência aos antimicrobianos pode ser por uma característica intrínseca de certas espécies de bactérias que podem resistir à ação de um dado antibiótico como resultado

de uma característica estrutural ou funcional inerente à espécie; pode ser adquirida como resultado de mutações que ocorrem durante a replicação celular ou induzidas por agentes mutagênicos como radiações ionizantes e não ionizantes, agentes alquilantes ou espécies reativas de oxigênio; ou adquirida pela aquisição de material genético exógeno presente em outros microrganismo que contenham genes de resistência, propagados por meio de mecanismos de transferência gênica horizontal (Costa; Silva Junior, 2016).

Segundo a Instrução Normativa nº 44, de 15 de dezembro de 2015, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, um aditivo para alimentação animal é toda substância, microrganismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente às rações, que não é utilizado normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo, e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, que melhore o desempenho dos animais saudáveis ou atenda às necessidades nutricionais (Brasil, 2015).

Os aditivos fitogênicos (também chamados de “fitobióticos”) são definidos como compostos derivados de plantas, incorporados em dietas para melhorar a produtividade dos animais através da melhoria das propriedades das rações, promovendo o bom desempenho de produção dos animais, bem como a melhoria da qualidade dos alimentos derivados desses animais (Zhai *et al.*, 2018). Seus compostos bioativos são oriundos do metabolismo secundário das plantas, atuando como mecanismo químico de defesa quando essas são expostas a patógenos, pragas, herbívoros ou estresses ambientais, e estão presentes em maior concentração nos óleos essenciais (Alagawany *et al.*, 2018).

O óleo essencial é mais líquido e volátil. Suas moléculas são menores e mais “leves”, sendo menos viscosos e mais voláteis, ou seja, evaporam facilmente. Já os óleos vegetais não possuem um aroma marcante e não evaporam com tanta facilidade, sendo mais viscosos devido à sua composição. Suas moléculas são mais longas e “pesadas”, fazendo com que as moléculas fiquem mais unidas, tornando o líquido mais encorpado. Alguns óleos essenciais podem ser ingeridos, porém em pequenas quantidades devido à sua alta concentração. Muitas vezes é necessário diluí-los em óleos vegetais (carreadores) para que possam ser utilizados sobre a pele sem causar irritações (Castilho; Felisbino; Rodrigues, 2021).

A ação anti-inflamatória do óleo-resina de copaíba (*C. langsdorffii*) tem sido geralmente associada ao ácido caurenóico, uma vez que esse ácido inibe as atividades de transcrição das células B ativadas e está envolvido na ativação de macrófagos, além de apresentar grande potencial no desenvolvimento de novos agentes antimicrobianos seletivos para tratar infecções (Cavalcante; Cavalcante; Bieski, 2017; Trindade; Silva; Setzer, 2018).

Estudos realizados por Svetlichny *et al.* (2015) verificaram um aumento da atividade antifúngica do óleo-resina de copaíba na forma nanoestruturada quando comparado ao óleo-resina em sua forma livre.

O trabalho realizado por Ferreira *et al.* (2022) objetivou determinar se o óleo de copaíba pode ser utilizado como nova fonte de nutrientes para o setor avícola, com três níveis do composto (0,25 ml/kg; 0,50 ml/kg e 0,75 ml/kg). Os estudos mostraram que não foram observados efeitos no consumo de ração e peso médio aos 7 dias, porém houve um decréscimo no desempenho na maior parte das fases de criação a partir da inclusão do óleo. Contudo, os autores concluíram que a adição de óleo de copaíba na dieta de frangos de corte não gera resultados significativos para a melhora no desempenho, ganho de peso médio, consumo de ração ou conversão alimentar, e que altas dosagens podem influenciar negativamente.

Noletto *et al.* (2018) avaliaram a utilização de óleo de copaíba (2.000 mg/kg) e sucupira (500 mg/kg) na ração de frangos de corte, sobre o desempenho e saúde intestinal. A adição do óleo de sucupira resultou em queda do desempenho das aves no período de 21, 33 e 40 dias de idade, enquanto a adição do óleo de copaíba proporcionou desempenho semelhante ao do antibiótico. A suplementação com óleo de copaíba ou sucupira não promoveu alterações no epitélio intestinal dos frangos avaliados, enquanto a adição do óleo de sucupira foi prejudicial ao desempenho das aves, concluindo-se que o óleo de copaíba pode ser utilizado em dietas para frangos como modulador de desempenho.

No estudo dos parâmetros bioquímicos do sangue, glicose, colesterol e triglicérides representam o metabolismo energético; ureia, proteínas totais, albumina e globulinas representam o metabolismo proteico; cálcio, fósforo inorgânico, magnésio, ferro, sódio e potássio representam os minerais. As enzimas aspartato aminotransferase (AST), gama glutamil transferase (GGT), alanina aminotransferase (ALT) e fosfatase alcalina (FAL) são biomarcadores sanguíneos de grande valor para avaliar distúrbios metabólicos, funcionamento hepático, alterações ósseas e desbalanço na relação cálcio:fósforo (González; Silva, 2017).

Para se alcançar resultados precisos, a cooperação com a análise óssea dos animais é de extrema importância, pois colabora na obtenção de dados que comprovem efeitos positivos ou deficiências na absorção de minerais como cálcio e fósforo decorrentes da introdução de novos ingredientes na alimentação animal, que são adquiridos no duodeno via enterócitos (Dalmoro, 2018).

### 3 Método de pesquisa

O experimento foi conduzido no setor de avicultura do Instituto Federal Goiano (IF Goiano), no Campus Rio Verde, com materiais disponibilizados pelo Laboratório de Bioquímica e Metabolismo Animal da instituição. O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética para Uso de Animais sob o protocolo nº 8734041220. As aves já se encontravam no local, com idade de aproximadamente 144 dias, sendo todas alimentadas somente com ração controle, ou seja, sem uso de qualquer aditivo experimental.

Foram disponibilizadas pelo IF Goiano 126 codornas fêmeas da espécie *Coturnix coturnix japonica*, com idade de aproximadamente 144 dias de vida, uniformizadas pelo peso corporal e distribuídas em gaiolas de arame galvanizado com 33 cm × 25 cm × 20 cm. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com 3 tratamentos e 6 repetições, contendo 7 aves por gaiola. Os tratamentos consistiram em: T1 = milho e farelo de soja; T2 = milho, farelo de soja e antibiótico; T3 = milho, farelo de soja e óleo de copaíba (0,25 mg.kg<sup>-1</sup>).

Cada gaiola continha um comedouro tipo calha e bebedouro tipo Niple. As rações e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental. As taças do bebedouro foram limpas duas vezes ao dia, ou de acordo com a necessidade, com uma esponja e água sanitária. O programa de luz adotado foi de 16 horas de iluminação natural e artificial, com lâmpadas fluorescentes de 100 W.

As rações utilizadas durante as fases de experimentação (Tabela 1) foram preparadas na própria instituição, seguindo as recomendações nutricionais de Rostagno (2017).

**Tabela 1** ►

Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das dietas controle.

Fonte: dados da pesquisa

<b>Ingredientes</b>	<b>Peso (kg)</b>
Milho	57,0953
Farelo de soja 46%	29,8590
Calcário	6,7313
Óleo de soja	1,8565
Premix vitamínico e mineral	2,0000
Fosfato bicálcico	1,1784
DL – Metionina	0,4480
L – Lisina	0,3524
Sal comum	0,3032
L – Treonina	0,0867
Inerte	0,0500
L – Triptofano	0,0392
<b>Total</b>	<b>100,0000</b>
<b>Composição calculada</b>	
Energia metabolizável (kcal.kg <sup>-1</sup> )	2,800
Proteína bruta (%)	18,9200
Lisina digestível (%)	1,1490
Metionina digestível (%)	0,5170
Metionina + Cisteína digestível (%)	0,9420
Treonina digestível (%)	0,7010
Triptofano digestível (%)	0,2410
Cálcio (%)	2,9900
Fósforo disponível (%)	0,3090
Sódio (%)	0,1470

Para avaliar a qualidade dos ovos, nos três últimos dias das fases do experimento foram coletados quatro ovos íntegros de cada parcela pela manhã e pela tarde, identificados de forma individual e enviados para o laboratório, onde foram determinados os parâmetros de peso dos ovos, peso da gema, peso do albúmen, peso da casca, massa dos ovos, gravidade específica, altura de gema, diâmetro de gema, cor da gema, porcentagem de gema, pH da gema, altura de albúmen, diâmetro de albúmen, porcentagem de albúmen, pH de albúmen, espessura de casca e unidade Haugh.

Ao final dos três ciclos, uma ave de cada repetição com peso médio foi separada para jejum e, posteriormente, eutanasiada por deslocamento cervical para avaliação da bioquímica do sangue e biometria óssea. Na avaliação bioquímica sérica, o sangue dos animais sacrificados foi colhido por punção cardíaca, e as amostras foram identificadas e processadas segundo metodologia de Minafra *et al.* (2010). O sangue foi centrifugado a 5.000 rpm por 10 minutos. Após a separação do soro, este foi imediatamente congelado, sendo posteriormente avaliados os teores de cálcio, fósforo, proteínas totais, fosfatase alcalina, triglicerídeos, colesterol, lipase, glicose, amilase, GOT (glutamato oxaloacetato transaminase) e GGT (glutamato piruvato transaminase). As pernas foram separadas e condicionadas para posterior descarte e medidas. Os ossos, tibia e fêmur, foram mensurados com paquímetro digital e pesados em balança analítica.

Os dados foram submetidos à análise de variância por meio do programa SAEG 9.5 – Sistema para Análise Estatística –, da Universidade Federal de Viçosa (SAEG..., 2007), e as diferenças entre as médias foram determinadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 2 ▼**

Parâmetros de qualidade de ovos, com inclusão de óleo funcional de copaíba na alimentação de codornas japonesas com 144 dias de idade.  
Fonte: dados da pesquisa

**4 Resultados e discussões**

Os resultados, na sua maioria, não demonstraram significância ( $p > 0,05$ ) com a inclusão de óleo funcional de copaíba em relação aos parâmetros de qualidade de ovos (Tabela 2), exceto para os parâmetros de peso de albúmen, % de gema, pH da gema e cor da gema ( $p < 0,05$ ).

Parâmetros	Controle	Antibiótico	Óleo de copaíba	CV%	Valor de $p$	EMP
Peso (g)	12,42	12,36	12,07	3,43	0,34	0,17
Diâmetro albúmen (mm)	39,94	40,86	40,27	3,71	0,57	0,61
Altura albúmen (mm)	3,92	3,56	3,76	7,04	0,09	0,10
Peso gema (g)	4,27	4,15	4,39	7,44	0,44	0,12
Diâmetro gema (mm)	24,44	24,15	25,02	2,88	0,13	0,28
Altura gema (mm)	8,37	8,62	8,88	6,50	0,31	0,22
Índice gema	0,34	0,35	0,35	6,59	0,52	0,00
Índice albúmen	0,09	0,08	0,09	7,66	0,05	0,00
Peso casca (g)	0,92	0,94	0,98	5,39	0,15	0,02
Espessura casca (mm)	0,28	0,29	0,29	2,95	0,80	0,00
Peso albúmen (g)	7,22	7,21	6,69	5,27	0,03	0,15
Gema (%)	34,03	32,68	37,31	7,71	0,02	1,09
Albúmen (%)	58,01	58,39	55,32	4,00	0,06	0,93
Casca (%)	7,49	7,72	8,16	5,76	0,05	0,18
UH	85,40	83,33	84,64	2,08	0,15	0,71
pH gema	6,27	6,21	6,71	4,67	0,02	0,12
pH albúmen	9,06	9,01	9,17	4,17	0,76	0,15
Densidade (g.cm <sup>-3</sup> )	1060,00	1060,20	1060,00	0,03	0,39	0,12
Cor (leque)	2,37	3,06	3,04	7,63	0,02	0,10

Coeficiente de Variação (CV%)

Os valores obtidos para altura de albúmen (clara do ovo) e unidade Haugh foram diferentes dos encontrados por Özbilgin e Kara (2023), que, utilizando óleo essencial de lavanda (0 g.kg<sup>-1</sup>; 125 g.kg<sup>-1</sup>; 250 g.kg<sup>-1</sup> e 500 g.kg<sup>-1</sup>), obtiveram aumento de produção, da altura da clara do ovo e da unidade Haugh (UH) no grupo com maior inclusão de óleo em comparação com o grupo controle ( $p < 0,05$ ).

A análise dos resultados permite concluir que o óleo funcional de copaíba interfere na pigmentação da gema dos ovos (de forma semelhante ao que acontece no tratamento com antibiótico), assim como causa aumento da quantidade de albúmen e de gema, associado a um pH mais alto. As alterações na coloração da gema são semelhantes às ocorridas no

trabalho realizado por Lemos *et al.* (2016), segundo o qual a pigmentação da gema é decorrente da incorporação de xantofilas na gema, principalmente luteína e zeaxantina, pigmentos presentes no milho amarelo fornecido às codornas, que são absorvidos no intestino delgado, provavelmente devido à melhora no aproveitamento dos nutrientes com o uso dos óleos funcionais.

Em relação ao pH da gema, os resultados foram semelhantes aos de Vieira (2021), que observou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) sobre o pH de gema com a inclusão de 75 g.ton<sup>-1</sup> de óleo funcional de copaíba, caju e mamona, resultando na acidificação da gema dos ovos.

El-Kashef (2022) demonstrou que grupos alimentados com dietas contendo gengibre registraram uma diferença altamente significativa na produção de ovos, número de ovos, massa de ovos e peso médio dos ovos em comparação com o grupo controle. Contudo, a qualidade do ovo não apresentou diferenças estatisticamente significativas, exceto a porcentagem de casca, índice de forma do ovo, peso da albumina e gema, tendo havido benefícios para os grupos alimentados com dietas que contêm gengibre, apresentando semelhanças com este trabalho.

O trabalho realizado por Xiao *et al.* (2022) avaliou a suplementação dietética de um *blend* de óleos essenciais; no trabalho, os valores de peso do ovo, índice de forma e unidade Haugh não diferiram significativamente entre os grupos. Porém, a taxa de quebra de ovos do grupo suplementado foi menor do que a do grupo controle, enquanto a força necessária para a quebra de casca foi significativamente maior, resultando em maior resistência de casca.

Marume *et al.* (2020) incluíram óleo essencial de melancia (*C. lanatus*) (2 g.kg<sup>-1</sup>) em dietas para poedeiras, concluindo que essa inclusão influenciou a maioria dos parâmetros internos e externos de qualidade do ovo. As influências positivas no ganho de peso e no consumo de ração foram aparentes. Além disso, foram observadas influências positivas em termos de alguns PUFAs (ácidos graxos poli-insaturados) importantes, saúde geral das aves e desenvolvimento ósseo, particularmente resistência óssea. Já o óleo funcional de copaíba não demonstra efeitos significativos na maior parte dos parâmetros verificados.

Em relação à análise bioquímica do sangue, os resultados, na sua maioria, mostraram-se significativos ( $p < 0,05$ ) com a inclusão de óleo funcional de copaíba em relação aos parâmetros sanguíneos (Tabela 3). Observou-se um efeito não significativo ( $p > 0,05$ ) em relação ao perfil lipídico, como colesterol e triglicerídeos, diferindo dos dados de Alagawany *et al.* (2021) e Alagawany *et al.* (2022), que obtiveram redução significativa nesses parâmetros com o uso de óleo essencial de capim-limão e óleo prensado a frio, respectivamente.

**Tabela 3 ▼**

Níveis séricos sanguíneos sobre parâmetros de fósforo, cálcio, proteínas totais, colesterol, triglicerídeos, glicose, amilase, transaminase glutamato oxaloacetato (TGO) e transaminase glutamato piruvato (TGP) com inclusão de óleo funcional de copaíba na alimentação de codornas japonesas com 144 dias de idade.

Fonte: dados da pesquisa

Parâmetros	Controle	Antibiótico	Óleo de copaíba	CV%	Valor de p	EMP
Fósforo (mg dL <sup>-1</sup> )	10,00	11,30	13,70	7,96	0,00	0,46
Cálcio (mg dL <sup>-1</sup> )	13,24	13,18	9,74	4,79	0,00	0,28
Proteína total (g L <sup>-1</sup> )	4,45	5,09	3,64	10,41	0,00	0,22
Colesterol (mg dL <sup>-1</sup> )	59,48	65,43	65,47	8,41	0,24	2,66
Triglicerídeos (mg dL <sup>-1</sup> )	1484,73	1566,16	1783,23	9,85	0,06	79,37
Glicose (mg dL <sup>-1</sup> )	183,21	214,23	221,29	9,45	0,04	9,74
Amilase (U L <sup>-1</sup> )	696,82	434,92	388,88	5,91	0,00	14,98
TGO (U L <sup>-1</sup> )	0,33	0,81	0,72	6,78	0,00	0,08
TGP (U L <sup>-1</sup> )	33,67	35,91	22,12	8,39	0,00	1,28

Coefficiente de Variação (CV%).



Os resultados foram semelhantes aos encontrados por Silva (2021), que observou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos para cálcio, proteínas totais e triglicerídeos em codornas alimentadas com adição de orégano na ração, concluindo que os níveis de 0,5% e 1% de orégano desidratado resultaram em maior teor de cálcio e diminuição do teor de triglicerídeos séricos. A inclusão de 0,5% de orégano desidratado aumentou o teor de proteínas totais e reduziu os níveis para transaminase glutamato oxaloacetato (TGO) e atividade específica da glutamato-oxaloacetato transaminase (AEGOT).

Já Farouk *et al.* (2020), em estudo com a utilização do óleo essencial de orégano na dieta de codornas japonesas, não obtiveram efeito significativo nos níveis de colesterol e triglicerídeos, porém houve aumento da proteína total, atribuído ao nível elevado da globulina total sérica, de modo semelhante ao estudo de Silva (2021), mencionado no parágrafo acima, em que houve o aumento da proteína sérica com a adição dos níveis de 0,5% e 1% de orégano desidratado.

Rahimi *et al.* (2021) incluíram alho em pó (2% e 4%) e óleo essencial de *Satureja Khuzestanica* (400 mg.kg<sup>-1</sup> e 500 mg.kg<sup>-1</sup>) na dieta de frangos de corte, com os tratamentos diminuindo as concentrações séricas do perfil lipídico, incluindo colesterol, triglicerídeos e LDL; tais resultados se assemelham aos alcançados por Khalifah *et al.* (2021), que incluíram óleo essencial de capim-limão na dieta de codornas de corte.

Ranwa *et al.* (2022) avaliaram a influência dos óleos essenciais de tomilho (*Thymus vulgaris*) e açafrão (*Curcuma longa*) em parâmetros hematobioquímicos de codornas japonesas. Os resultados revelaram que a suplementação dos óleos aumentou a contagem de glóbulos vermelhos, hematócrito, hemoglobina, volume corpuscular médio, concentração de hemoglobina corpuscular, proteína sérica, albumina, globulina e lipoproteína de alta densidade, e reduziu significativamente o ácido úrico sérico, creatinina, bilirrubina total, colesterol total e triglicerídeos, apresentando semelhanças com este trabalho apenas no parâmetro de glicose sanguínea.

Pode-se concluir, em relação ao perfil bioquímico sérico, que o óleo funcional de copaíba não apresenta interferência significativa no perfil lipídico, quando comparado com vários outros trabalhos do mesmo segmento avícola.

Os resultados da análise biométrica dos ossos fêmur e tibia, na sua maioria, não se mostraram significativos ( $p > 0,05$ ) com a inclusão de óleo funcional de copaíba. Para a biometria do fêmur, observou-se efeito significativo ( $p < 0,05$ ) apenas para o diâmetro em relação ao tratamento controle (Tabela 4), enquanto os resultados da análise biométrica da tibia mostraram-se significativos ( $p < 0,05$ ) apenas para as medidas de peso no tratamento com a inclusão de óleo funcional de copaíba na dieta (Tabela 5).

**Tabela 4** ►

Biometria óssea do osso fêmur sobre parâmetros de peso, comprimento e diâmetro com inclusão de óleo funcional de copaíba na alimentação de codornas japonesas com 144 dias de idade.

Fonte: dados da pesquisa

Tratamento	Parâmetros			
	Peso (g)	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)	IS
Controle	0,30	40,80	4,01	7,56
Antibiótico	0,27	37,36	3,48	7,25
Óleo de copaíba	0,30	34,82	3,25	8,80
Probabilidade				
CV %	8,37	10,53	6,40	10,95
Valor <i>p</i>	0,13	0,15	0,00	0,06
EMP	0,01	1,98	0,11	0,43

Coefficiente de Variação (CV%). Índice de Seedor (IS).

**Tabela 5** ▶

Biometria óssea do osso tíbia sobre parâmetros de peso, comprimento e diâmetro com inclusão de óleo funcional de copaíba na alimentação de codornas japonesas com 144 dias de idade.

Fonte: dados da pesquisa

Tratamento	Parâmetros			
	Peso (g)	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)	IS
Controle	0,47	50,62	3,79	9,43
Antibiótico	0,39	48,46	3,33	8,16
Óleo de copaíba	0,59	49,63	3,65	11,95
Probabilidade				
CV %	7,75	4,47	6,74	10,26
Valor <i>p</i>	0,00	0,42	0,06	0,00
EMP	0,01	1,10	0,12	0,50

Coefficiente de Variação (CV%). Índice de Seedor (IS).

Souza, C. *et al.* (2021) avaliaram frangos de corte alimentados com dieta contendo óleo essencial de laranja (*Citrus sinensis L.*) na inclusão de 0, 100, 200, 300 e 400 mg.kg<sup>-1</sup> de ração, observando que, aos 21 dias de idade, a densidade óssea (Índice de Seedor) e o peso corporal foram maiores nas aves que receberam o nível máximo de óleo essencial (400 mg.kg<sup>-1</sup>) em comparação com aquelas não tratadas com óleo essencial. Segundo Souza *et al.* (2017), o cálcio e o fósforo são os componentes da dieta que se destacam influenciando diretamente no crescimento, na qualidade de ovos e na manutenção óssea.

## 5 Conclusões

Com a realização deste experimento, pode-se concluir que o uso do óleo funcional de copaíba incluído na dieta de codornas japonesas influencia significativamente, aos 144 dias de idade, na qualidade de ovos para parâmetros de peso de albúmen, % de gema, pH da gema e cor. Quanto à análise bioquímica sérica, observou-se influência nos parâmetros de fósforo, cálcio, proteínas totais, TGO e TGP. Em relação à biometria óssea, apenas a tíbia demonstrou significância para o parâmetro de peso.

Para uma melhor afirmação e conclusão sobre a inclusão desse tipo de óleo funcional na dieta de codornas poedeiras, é necessário realizar novos experimentos. Estes devem avaliar os mesmos parâmetros apresentados neste estudo, além do desempenho produtivo, conversão alimentar, digestibilidade e microbiota intestinal, proporcionando um conjunto robusto de dados para confirmação.

## Financiamento

Esta pesquisa não recebeu financiamento externo.

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## Declaração do Conselho de Ética

Aprovado pelo Comitê de Ética para Uso de Animais sob o protocolo n° 8734041220.

## Contribuições ao artigo

**SILVA, N. F.; MINAFRA, C. S.:** concepção ou desenho do estudo/pesquisa; análise e/ou interpretação dos dados. **SAMPAIO, S. A.; MORAES, A. M. V. B.; MELLO, A. M. B.; SANTOS, F. R.:** revisão final com participação crítica e intelectual no manuscrito. Todos os autores participaram da escrita, discussão, leitura e aprovação da versão final do artigo.

## Referências bibliográficas

ALAGAWANY, M.; EL-HACK, M. E. A.; FARAG, M. R.; SHAHEEN, H. M.; ABDEL-LATIF, M. A.; NORELDIN, A. E.; PATRA, A. K. The usefulness of oregano and its derivatives in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v. 74, n. 3, p. 463-474, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0043933918000454>.

ALAGAWANY, M.; EL-HINDAWY, M. M.; MOHAMED, L. A.; BILAL, R. M.; SOOMRO, J. The use of cold pressed oils as eco-friendly alternatives for antibiotics in high and low-CP diets of laying Japanese quail. **Animal Biotechnology**, v. 33, n. 5, p. 816-823, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/10495398.2020.1837846>.

ALAGAWANY, M.; EL-SAADONY, M. T.; ELNESR, S. S.; FARAHAT, M.; ATTIA, G.; MADKOUR, M.; REDA, F. M. 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, 101172, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101172>.

BARTIKOVA, H.; HANUSOVA, V.; SKALOVA, L.; AMBROZ, M.; BOUSOVA, I. Antioxidant, pro-oxidant and other biological activities of sesquiterpenes. **Current Topics in Medicinal Chemistry**, v. 14, n. 22, p. 2478-2494, 2014. DOI: <https://doi.org/10.2174/1568026614666141203120833>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa SDA MAPA n° 44, de 15 de dezembro de 2015**. Brasília, DF: MAPA, 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/produtos-veterinarios/legislacao-1/instrucoes-normativas/instrucao-normativa-sda-mapa-ndeg-44-de-15-12-2015.pdf/view>. Acesso em: 19 jun. 2023.

CAMPOS-CARRARO, C.; TURCK, P.; LIMA-SEOLIN, B. G.; TAVARES, A. M. V.; LACERDA, D. S.; CORSSAC, G. B.; TEIXEIRA, R. B.; HICKMANN, A.; LLESUY, S.; ARAUJO, A. S. R.; BELLO-KLEIN, A. Copaiba oil attenuates right ventricular remodeling by decreasing myocardial apoptotic signaling in monocrotaline-induced rats. **Journal of Cardiovascular Pharmacology**, v. 72, n. 5, p. 214-221, 2018. DOI: <https://dx.doi.org/10.1097/FJC.0000000000000617>.

CASTILHO, G. K.; FELISBINO, S. S.; RODRIGUES, N. M. Estudo sobre os tipos de extração para óleos essenciais e óleos vegetais. **RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber**, v. 1, n. 10, p. 1-8, 2021. DOI: <https://doi.org/10.51473/rcmos.v1i1.2022.152>.

CASTRO, I. R. R.; CASTRO, L. R.; LIMA, A. C. S. Bactérias resistentes a antibióticos em ambiente aquático: efeito na produção animal. **Ciência Animal**, v. 32, n. 1, p. 84-99, 2022. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/cienciaanimal/article/view/9450>. Acesso em: 24 jun. 2023.

CAVALCANTE, J. W.; CAVALCANTE, V.; BIESKI, I. Conhecimento tradicional e etnofarmacológico da planta medicinal copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.). **Revista Biodiversidade**, v. 16, n. 2, p. 123-132 2017. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/5607>. Acesso em: 26 jun. 2023.

CONCEIÇÃO, W. L. F.; BRITO, D. R. B.; ROCHA, T. G.; SILVA, D. G.; CHAVES, D. P.; FAGLIARI, J. J. Perfil bioquímico sérico de vacas das raças Nelore e Girolando criadas no estado do Maranhão. **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, e33796, p. 1-7, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1089-6891v20e-33796>.

COSTA, A. L. P.; SILVA JUNIOR, A. C. S. Resistência bacteriana aos antibióticos e Saúde Pública: uma breve revisão de literatura. **Estação Científica (UNIFAP)**, v. 7, n. 2, p. 45-57, 2016. DOI: <https://doi.org/10.18468/estcien.2017v7n2.p45-57>.

CRESPÃO, D.; ROSSI, P.; CELLA, P. S.; OELKE, C. A.; PEREIRA, L. K.; LIMA, J. D. A.; SILVA, D. F.; SOUZA, M. A. M. Óleos de caju e mamona na dieta de frangos de corte. In: OELKE, C. A. (org.). **Suinocultura e avicultura: do básico a zootecnia de precisão**. Guarujá: Editora Científica, 2021. cap. 23. p. 332-344. DOI: <https://dx.doi.org/10.37885/210203018>.

DALMORO, Y. K. **Exigências de fósforo para frangos de corte**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/181105>. Acesso em: 6 jan. 2023.

DIAS, D. S.; FONTES, L. B. A.; CROTTI, A. E. M.; AARESTRUP, B. J. V.; AARESTRUP, F. M.; SILVA FILHO, A. A.; CORRÊA, J. O. A. Copaiba oil suppresses inflammatory cytokines in splenocytes of C57Bl/6 mice induced with experimental autoimmune encephalomyelitis (EAE). **Molecules**, v. 19, n. 8, p. 12814-12826, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules190812814>.

EL-KASHEF, M. M. Impact of using ginger (*Zingiber officinale*) in laying quail diets on egg production, egg quality and blood parameters. **Egyptian Poultry Science Journal**, v. 42, n. 4, p. 419-435, 2022. DOI: <https://dx.doi.org/10.21608/epsj.2022.278520>.

FAROUK, S. M.; YUSUF, M. S.; EL NABTITI, A. A. S.; ABDELRAZEK, H. M. A. Effect of oregano essential oil supplementation on performance, biochemical, hematological parameters and intestinal histomorphometry of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). **Veterinary Research Forum**, v. 11, n. 3, p. 219-227, 2020. DOI: <https://doi.org/10.30466/vrf.2019.97574.2325>.

FERREIRA, B. G.; ANDRADE, L. B. G.; GRANDE, W. B.; SILVA, T. A. C.; ARRAIS, N. A. P. S.; TAVARES, F. B.; OUROS, C. C. Inclusão do óleo de copaíba na dieta de frangos de crescimento rápido. **Revista de Agronomia da Amazônia (Agroamazon)**, v. 3, n. 1, p. 36-38, 2022. Disponível em: <https://agroamazon.ufra.edu.br/index.php?journal=agroamazon&page=article&op=view&path%5B%5D=123>. Acesso em: 24 jun. 2023.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 3. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2017. 198 p. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/218155>. Acesso em: 29 jul. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2022>. Acesso em: 24 jun. 2023.

KHALIFAH, A. M.; ABDALLA, S. A.; DOSOKY, W. M.; SHEHATA, M. G.; KHALIFAH, M. M. Utilization of lemongrass essential oil supplementation on growth performance, meat quality, blood traits and caecum microflora of growing quails. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 66, n. 2, p. 169-175, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aas.2021.12.001>.

LEMONS, M. J.; CALIXTO, L. F. L.; TORRES-CORDIDO, K. A. A.; REIS, T. L. Uso de aditivo alimentar equilibrador da flora intestinal em aves de corte e de postura. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, e0862014, p. 1-7, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657000862014>.

LU, Z.; THANABALAN, A.; LEUNG, H.; KAKHKI, R. A. M.; PATTERSON, R.; KIARIE, E. G. The effects of feeding yeast bioactives to broiler breeders and/or their offspring on growth performance, gut development, and immune function in broiler chickens challenged with *Eimeria*. **Poultry Science**, v. 98, n. 12, p. 6411-6421, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pez479>.

MARUME, U.; MOKAGANE, J. M.; SHOLE, C. O.; HUGO, A. *Citrullus lanatus* essential oils inclusion in diets elicit nutraceutical effects on egg production, egg quality, and physiological characteristics in layer hens. **Poultry Science**, v. 99, n. 6, p. 3038-3046, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.01.029>.

MAZILI, S. R.; VAN GERWE, T.; CABALLERO, M. Want antibiotic-free broilers? Raise low-AB breeders. **EW Nutrition**, 2 Dec. 2020. Disponível em: <https://ew-nutrition.com/us/want-antibiotic-free-broilers-raise-low-ab-breeders>. Acesso em: 21 jun. 2023.

MINAFRA, C. S.; MARQUES, S. F. F.; STRINGHINI, J. H.; ULHOA, C. J.; REZENDE, C. S. M.; SANTOS, J. S.; MORAES, G. H. K. Perfil bioquímico do soro de frangos de corte alimentados com dieta suplementada com alfa-amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus niger* HM2003. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2691-2696, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001200020>.

NOLETO, R. A.; LEANDRO, N. S. M.; MELLO, H. H. C.; CONCEIÇÃO, E. C.; ARAÚJO, I. C. S.; OLIVEIRA, E. M.; PAZ, P. H. S.; BARBOSA, A. F. C. Supplementation of copaiba or sucupira oils in broiler diets. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 19, n. 1, p. 83-92, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402018000100008>.

OKO, O. O. K.; OZUNG, P. O.; ABANG, F. B. Influence of ethanolic extract of *Aspilia africana* leaf on the performance and egg qualities of Japanese quails. **Global Journal of Pure and Applied Sciences**, v. 24, n. 2, p. 135-140, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4314/gjpas.v24i2.2>.

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, 173, p. 1-10, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03596-2>.

RAHIMI, D.; YARAHMADI, H. M.; YAGHOBFAR, A.; FAKHRAEI, J. Effects of garlic powder and *Satureja khuzestanica* essential oil on male ross 308 chickens performance, blood lipid profile, immune responses, intestinal microflora, and morphology. **Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products**, v. 16, n. 1, e94567, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5812/jjnpp.94567>.

RANWA, S.; PALOD, J.; SHARMA, R. K.; KUMAR, S.; ABHILASHA. Effect of supplementation of thyme and turmeric essential oils on hemato-biochemical parameters of Japanese quails. **Indian Journal of Veterinary Sciences & Biotechnology**, v. 18, n. 5, p. 14-18, 2022. DOI: <https://doi.org/10.48165/ijvsbt.18.5.03>.

RIBEIRO, M. V.; CRISTO, A. B.; BORDIGNON, H. L. F.; SIMÕES, E. P.; BITTENCOURT, L. C.; FERNANDES, J. I. M. Suplementação de minerais e vitaminas em dietas de frangos de corte: efeito sobre desempenho e qualidade óssea. **Ciência Animal Brasileira**, v. 22, e-67656, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v22e-67656>.

ROCHA, G. F.; CARQUEIRA, A. S.; LIMA, A. S.; OLIVEIRA JUNIOR, G. M. Ação do óleo essencial de alecrim (*Lippia gracillis* Shauer) sobre a microbiota intestinal e o desempenho das aves. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, v. 14, n. 2, p. 123-132, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26605/medvet-v14n2-3766>.

ROSTAGNO, H. S. (ed.). **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2017. 488 p.

SAEG – Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.5. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes – UFV, 2007.

SILVA, N. G. D. **Orégano (Origanum vulgare) desidratado nas rações de codornas japonesas**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/1934>. Acesso em: 2 mar. 2023.

SOUZA, C. S.; BARRETO, S. L. T.; VIEITES, F. M.; CALDERANO, A. A.; MORAES, G. H. K.; OLIVEIRA, M. G. A. Cálcio e fósforo na nutrição de codornas japonesas em postura. **Science and Animal Health**, v. 5, n. 3, p. 260-281, 2017. DOI: <https://doi.org/10.15210/sah.v5i3.9166>.

SOUZA, C. S.; VIEITES, F. M.; JUSTINO, L. R.; LIMA, M. F.; CHAVES, A. S.; MINAFRA, C. S.; LIMA, C. A. R. Orange essential oil in the diet of broilers: performance, organ biometrics, bone characteristics, and intestinal morphometry. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, e20200097, 2021. DOI: <https://doi.org/10.37496/rbz5020200097>.

SOUZA, R. V.; CARDOSO, M. G.; FERREIRA, V. R. F.; OLIVEIRA, C. D.; ALVES, M. V. P.; CAMPOLINA, G. A.; BATISTA, L. R. Potencial antifúngico de constituintes de óleos essenciais. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, e457101220537, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20537>.

SVETLICHNY, G.; KÜLKAMP-GUERREIRO, I. C.; CUNHA, S. L.; SILVA, F. E. K.; BUENO, K.; POHLMANN, A. R.; FUENTEFRIA, A. M.; GUTERRES, S. S. Solid lipid nanoparticles containing copaíba oil and allantoin: development and role of nanoencapsulations on the antifungal activity. **Die Pharmazie. An International Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 70, n. 3, p. 155-164, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1691/ph.2015.4116>.

TOBOUTI, P. L.; MARTINS, T. C. A.; PEREIRA, T. J.; MUSSI, M. C. M. Antimicrobial activity of copaiba oil: A review and a call for further research. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 94, p. 93-99, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.07.092>.

TRINDADE, R.; SILVA, J. K.; SETZER, W. N. *Copaifera* of the neotropics: a review of the phytochemistry and pharmacology. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, n. 5, 1511, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms19051511>.

VIEIRA, M. L. **Óleo funcional de caju, mamona e copaíba na alimentação de Coturnix coturnix japonica**. 2021. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2753>. Acesso em: 2 mar. 2023.

XIAO, G.; ZHENG, L.; YAN, X.; GONG, L.; YANG, Y.; QI, Q.; ZHANG, X.; ZHANG, H. Effects of dietary essential oils supplementation on egg quality, biochemical parameters, and gut microbiota of late-laying hens. **Animals**, v. 12, n. 19, 2561, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12192561>.

ZHAI, H.; LIU, H.; WANG, S.; WU, J.; KLUENTER, A. M. Potential of essential oils for poultry and pigs. **Animal Nutrition**, v. 4, n. 2, p. 179-186. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.01.005>.